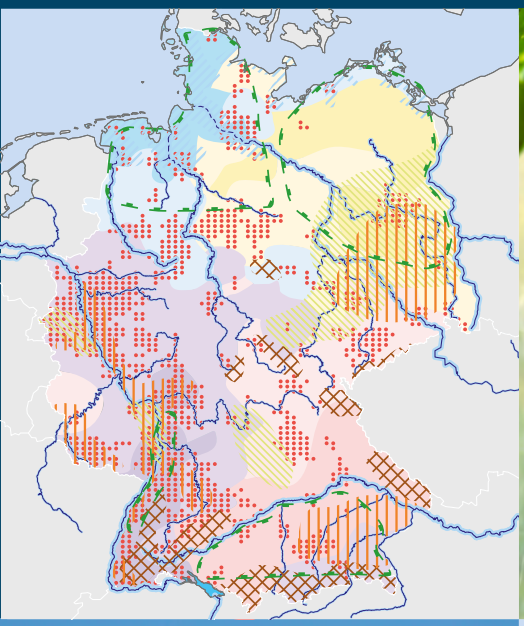
Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

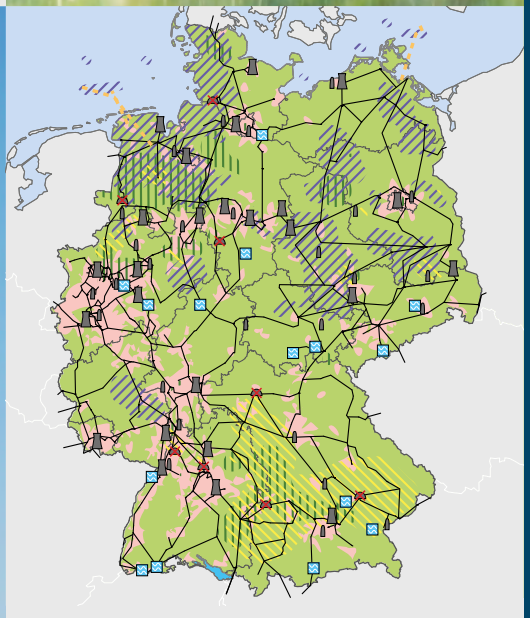
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung

# Klimawandel und Energiewende gestalten









**Vorbereitungsstudie**
**Raumordnungsbericht 2024**

## IMPRESSUM

**Herausgeber**
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

**Wissenschaftliche Begleitung**
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat RS 6 „Stadt-, Umwelt- und Raumbeobachtung"
Dr. Fabian Dosch
fabian.dosch@bbr.bund.de

**Begleitung im Bundesministerium**
Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)
Referat S III 1 „Grundsatz; Raumordnung"
Jens-Uwe Staats
jens-uwe.staats@bmwsb.bund.de

**Auftragnehmer**
agl Hartz • Saad • Wendl | Landschafts-, Stadt- und Raumplanung, Saarbrücken
www.agl-online.de

In Kooperation mit:
plan + risk consult | Prof. Dr. Greiving & Partner, Dortmund
INZIN e.V. | Institut für die Zukunft der Industriegesellschaft, Düsseldorf
Technische Universität Dortmund | Lehrstuhl für Ressourcen- und Energiesysteme, Dortmund
TafelmitKollegen KG | Agentur für Kommunikation. Düsseldorf, Berlin

Bearbeitung:
Andrea Hartz, Sascha Saad, Katja Reichert, David Frey, Anna Buchholz (agl)
Prof. Dr. Stefan Greiving, Dr. Mark Fleischhauer, Sara Blomenkemper, Volodymyr Dudin,
Jasmin Dettmar, Franca Dörner, Tom Platzek (plan + risk consult)
Prof. Dr. Martin Faulstich, Dr. Ewa Harlacz, Sarah Friese (INZIN e.V.)
Dr. Martin Schulwitz, Annika Düwel (TU Dortmund, Lehrstuhl für Ressourcen- und Energiesysteme)
Dr. Brigitte Zaspel-Heisters (BBSR, Referat RS 1 "Raumentwicklung")

**Stand**
Oktober 2023

**Satz und Layout**
agl Hartz • Saad • Wendl, Simone Köcher

**Druck**
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn
Gedruckt auf Recyclingpapier

**Bestellung**
publikationen.bbsr@bbr.bund.de

**Bildnachweis**
Titelseite, von oben und links: MKRO 2016a; von Kranich17 über Pixabay; MKRO 2016a; von Steppinstars über Pixabay; S. 233: von Bru-nO über Pixabay; S. 234: envato/photocreo; S. 236: Andrea Hartz, agl/Saarbrücken

**Nachdruck und Vervielfältigung**
Alle Rechte vorbehalten
Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISBN 978-3-87994-547-4 Bonn 2023

# Klimawandel und Energiewende gestalten

Vorbereitungsstudie Raumordnungsbericht 2024

Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

MORO

Das Projekt des Forschungsprogramms „Modellvorhaben der Raumordnung (MORO)" wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) durchgeführt.

# Inhaltsverzeichnis


**Kurzfassung** 8

**Abstract** 9

**1 Das MORO Klimawandel und Energiewende gestalten – Vorbereitungsstudie zum ROB 2024** 10

**2 Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“** 13

2.1 Die Leitbilder der Raumentwicklung in Deutschland 13

2.2 Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“ 15

2.3 Rolle der MKRO-Leitbilder für die Raumordnung in den Ländern und Regionen 18

2.4 Synergien und Konfliktfelder zwischen den Leitbildern der Raumentwicklung 19

2.4.1 Synergien und Konfliktfelder innerhalb von Leitbild 4 19

2.4.2 Synergien und Konfliktfelder zwischen Leitbild 4 und Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken“ 20

2.4.3 Synergien und Konfliktfelder zwischen Leitbild 4 und Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“ 22

2.4.4 Synergien und Konfliktfelder zwischen Leitbild 4 und Leitbild 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“ 23

2.5 Neue Herausforderung für die Raumordnung 24

2.5.1 Klimawandel 24

2.5.2 Energiewende 28

2.6 Fazit zu Kapitel 2 30

**3 Auswertung raumrelevanter Strategiedokumente** 31

3.1 Vorgehensweise 31

3.2 Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen 32

3.2.1 Quantitative Auswertung relevanter Strategiedokumente 32

3.2.2 Vertiefte Auswertung ausgewählter Strategiedokumente 34

3.2.3 Ergebnisse der Dokumentenauswertung 36

3.2.4 Ergebnisse der Interviews 36

3.3 Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern 40

3.3.1 Quantitative Auswertung relevanter Strategiedokumente 40

3.3.2 Vertiefte Auswertung ausgewählter Strategiedokumente 42

3.3.3 Ergebnisse der Dokumentenauswertung 43

3.3.4 Ergebnisse der Interviews 43

3.4 Fazit zu Kapitel 3 46

**4 Umsetzung des Leitbilds 4 in Raumordnungsplänen 47**

4.1 Auswertung regionaler Raumordnungspläne 47
4.1.1 Methodischer Ansatz 47
4.1.2 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“ 50
4.1.3 Ergebnisse im Handlungsfeld „Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale“ 53
4.1.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“ 57
4.1.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Hochwasservorsorge in Flussgebieten“ 64
4.1.6 Ergebnisse im Handlungsfeld „Küstenschutz“ 69
4.1.7 Ergebnisse im Handlungsfeld „Schutz in Berggebieten“ 71
4.1.8 Ergebnisse im Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“ 74
4.1.9 Ergebnisse im Handlungsfeld „Umgang mit Wasserknappheit“ 78
4.1.10 Ergebnisse im Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen“ 86
4.1.11 Ergebnisse im Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen“ 88
4.1.12 Ergebnisse im Handlungsfeld „Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei“ 90
4.2 Auswertung der Landesentwicklungspläne 92
4.2.1 Vorgehensweise 92
4.2.2 Ergebnisse der Auswertung der Landesentwicklungspläne 94
4.3 Fazit zu Kapitel 4 97

**5 Ausbauziele und Ausbau-Monitoring für erneuerbare Energien 99**

5.1 Umsetzungsstand der Energiewende in Deutschland 100
5.1.1 Vorgehensweise 100
5.1.2 Ergebnisse der Geodatenanalyse 101
5.2 Ausbauziele für erneuerbare Energien 2030/2040 und Beiträge der Raumplanung 112
5.2.1 Vorgehensweise 112
5.2.2 Ausbauziele für erneuerbare Energien 113
5.2.3 Referenzprojektion 114
5.2.4 Schwerpunktprojektion 119
5.2.5 Windflächenbedarfsprojektion 123
5.2.6 Vergleich und Auswertung der Projektionen 126
5.2.7 Fachwerkstatt 128
5.2.8 Zwischenfazit 130
5.3 Ausbau-Monitoring für erneuerbare Energien 130
5.3.1 Ausbaubedarfe und Szenariorahmen des Energienetzes 131
5.3.2 Ausbaubedarfe und Planungsvorhaben Strom 135
5.3.3 Ausbaubedarfe und Planungsvorhaben Gasnetzinfrastrukturen 136
5.3.4 Strategien der Bundesländer zum Ausbau der Energieinfrastruktur 140
5.3.5 Entwicklung der Kraftwerksstandorte in Deutschland 146
5.3.6 Clusteranalyse Potenzialräume für erneuerbare Energien 151
5.4 Fazit zu Kapitel 5 157

**6 Fokusthemen: Klimawandel und Energiewende 159**

6.1 Risikovorsorge gegenüber Hochwasser am Beispiel der Regionen Oberes Elbtal/ Osterzgebirge und Leipzig-Westsachsen 159
6.1.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas 160
6.1.2 Fallregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge 166
6.1.3 Fallregion Leipzig-Westsachsen 171
6.1.4 Weitere Aspekte der Hochwasservorsorge 177
6.1.5 Fazit 179
6.2 Umgang mit Hitze in der Stadt am Beispiel der Region Köln/Bonn 180
6.2.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas 180
6.2.2 Fallregion Köln/Bonn 184
6.2.3 Weitere Umsetzungsaspekte in der Raumordnung 189
6.2.4 Fazit 191
6.3 Umgang mit Wasserknappheit am Beispiel der Region Südhessen (Hessisches Ried) 192
6.3.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas 192
6.3.2 Fallregion Südhessen (Hessisches Ried) 195
6.3.3 Weitere Umsetzungsaspekte in der Raumordnung 202
6.3.4 Fazit 205
6.4 Moore/$CO_2$-Senken am Beispiel der Region Hannover 206
6.4.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas 206
6.4.2 Fallregion Hannover 209
6.4.3 Weitere Umsetzungsaspekte in der Raumordnung 217
6.4.4 Fazit 217
6.5 Ausbau von Infrastrukturen für erneuerbare Energien am Beispiel der Region Lausitz-Spreewald 218
6.5.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas 218
6.5.2 Fallregion Lausitz-Spreewald 221
6.5.3 Fazit 229

**7 Fazit und raumordnungspolitische Empfehlungen 230**

7.1 Die (neuen) Herausforderungen 230
7.2 Die Ergebnisse der Analysen im Rahmen der Vorstudie 235
7.3 Empfehlungen für die Raumordnung 243
7.4 Empfehlungen zur Fortschreibung der Leitbilder 249

**Literaturverzeichnis 252**

**Abbildungsverzeichnis 279**

**Tabellenverzeichnis 283**

**Abkürzungsverzeichnis 284**

# Kurzfassung

Zur Vorbereitung des Raumordnungsberichts 2024 des BBSR zum Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten" fasst der vorliegende Endbericht die Analyseergebnisse der Vorstudie zusammen. Im Mittelpunkt stand die Frage, wie das Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten" der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) von 2016 im Rahmen der Raumordnung der Länder und der Regionen umgesetzt wurde. Die MKRO formuliert unterschiedliche raumordnerische Handlungsfelder und zahlreiche Einzelempfehlungen zu Klimaschutz und Energiewende sowie zur Klimaanpassung.

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen der Vorstudie relevante Strategiedokumente analysiert, die Raumordnungspläne auf regionaler und auf Landesebene ausgewertet sowie Fokusthemen vertieft betrachtet. In Bezug auf die Energiewende erfolgte zudem eine Geodatenanalyse zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zum Netzausbau; darüber hinaus wurden Prognosen zum weiteren Flächenbedarf durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen: Das MKRO-Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten" fand in seinen grundsätzlichen Aussagen zwar Eingang in zahlreiche Strategiedokumente und die Mehrzahl der Raumordnungspläne. Allerdings ergibt sich in Bezug auf die Einzelaspekte in den Handlungsfeldern ein sehr differenziertes Bild: Viele Aspekte werden nur vereinzelt oder gar nicht aufgegriffen.

Die Ergebnisse stehen in deutlichem Kontrast zur zunehmenden Dynamik des Klimawandels, der ambitionierte raumordnerische Strategien zur Klimaanpassung erfordert. Dies gilt insbesondere für die anstehende Umsetzung des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz sowie für das überörtliche Starkregenmanagement, die Reduktion der thermischen Belastung von Siedlungsbereichen oder den Umgang mit Wassermangellagen. In Bezug auf den Klimaschutz zeigen sich Defizite bei der Adressierung des Schutzes und der Reaktivierung natürlicher $CO_2$-Senken wie Moore sowie einer emissionsarmen Siedlungsentwicklung.

Deutschland will bis 2045 Klimaneutralität erreichen. Das erfordert eine Energiewende, welche die fossilbasierte Energieversorgung aller Sektoren, also Strom und Wärme sowie Kraftstoffe und Grundstoffe, damit auch die Sektoren Verkehr und Industrie, vollständig auf erneuerbare Energieträger umstellt. Die Ergebnisse der Vorstudie verdeutlichen jedoch, dass die bisherigen Anstrengungen zum vollständigen Übergang auf erneuerbare Energien bei weitem noch nicht ausreichen, um das angestrebte Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Es ist zweifelsohne eine zunehmende Ausbaudynamik erforderlich. Dezentralität und Volatilität der regenerativen Energieversorgung erfordern signifikant mehr Standorte für die Energieerzeugung selbst, aber auch für die notwendigen Infrastrukturen wie Netze und Speicher sowie die Weiterentwicklung der Siedlungs- und Verkehrsstrukturen. Damit nehmen zwangsläufig auch einschlägige, vor allem flächenbezogene Konkurrenzen und Konflikte zu, was zu einem höheren Steuerungs- und Koordinierungsbedarf führt.

Die Bilanz der raumordnerischen Bewältigung von Klimawandel und Energiewende ist einerseits ernüchternd, gleichzeitig nehmen in allen Handlungsfeldern des MKRO-Leitbilds die Aufgaben und Bedeutung der Raumordnung deutlich zu und damit der Bedarf an finanziellen und personellen Ressourcen. Eine Schärfung der MKRO-Leitbilder im Hinblick auf die Gestaltung der Energiewende und den Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels könnte hilfreich sein, um neue Impulse für die Durchsetzung raumordnerischer Anforderungen zu geben.

Grundsätzlich sollte berücksichtigt werden, dass selbst die innovativsten Ansätze und Planungen nahezu wirkungslos bleiben können, wenn die (Risiko-)Kommunikation zwischen den verschiedenen Planungsebenen und Akteuren nicht gestärkt wird, um die effektive Umsetzung zu gewährleisten.

# Abstract

In preparation of the 2024 spatial planning report by the Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development about Guiding Principle 4, "Shape climate change and the transformation of the energy system", this final report summarizes the preliminary study's analytical findings. The focus was on the question how the Ministerial Conference for Spatial Planning's (MKRO's) 2016 Guiding Principle, "Shape climate change and the transformation of the energy system", has been implemented in the spatial planning of the Länder and regions. The MKRO formulates various areas of activity for spatial planning and numerous individual recommendations for climate protection, the energy transition, and climate adaptation.

Against this background, the preliminary study analysed relevant strategy papers, evaluated the spatial planning practices on a regional and Länder level, and took a closer look at focus topics. Concerning the energy transition, it also included a geodata analysis of the development of renewable energies and the grid expansion, in addition to forecasts of future land requirements.

The results show: Although the principal statements of the MKRO's Guiding Principle "Shape climate change and the transformation of the energy system" were reflected in many strategy papers and a majority of the spatial planning documents, a very differentiated picture emerges with regard to individual aspects in the areas of activity: Many aspects are only picked up on sporadically, or not at all.

The findings are in clear contrast to the growing dynamics of climate change, which call for ambitious spatial planning strategies for climate adaptation. This particularly applies to the pending implementation of the federal regional plan on flood protection and the management of urban flooding on a regional level, the reduction of thermal stress for built-up areas, or the approach to water shortage situations. In climate protection terms, there are deficits in addressing the protection and reactivation of natural $CO_2$ sinks like moors, and low-carbon settlement development.

Germany wants to be climate neutral by 2045. This calls for an energy transition that fully converts the fossil-based energy supply of all sectors to renewables, i.e. electricity and heating as well as fuels and basic materials, and thus also the transport and industrial sector. Whereas the findings of the preliminary study show that the efforts undertaken so far to fully convert to renewable energies are nowhere near enough to reach the intended objective of climate neutrality. An increasing dynamic is doubtlessly required. The decentralization and volatility of regenerative energy supplies require significantly more sites for the energy generation itself, but also for the necessary infrastructure such as grids and storage facilities, as well as the further settlement development t and transport planning. This also inevitably stokes relevant, particularly land-use related competitions and conflicts, leading to a greater need for management and coordination.

While the record of mastering climate change and energy transition tends to be sobering, the spatial planning's tasks and importance are clearly growing in all areas of activity of the MKRO's guiding principle 4, and the need for financial and human resources with them. A greater focussing of the MKRO's guiding principles on the design of the energy transition and handling of the repercussions of climate change could help to provide new stimuli for the enforcement of spatial planning requirements.

What should be principally considered is that even the most innovative approaches and plans can remain virtually futile if the (risk) communication between the various planning levels and actors is not enhanced to guarantee an effective implementation.

# 1

# Das MORO Klimawandel und Energiewende gestalten – Vorbereitungsstudie zum ROB 2024

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) plant, 2024 einen thematisch fokussierten Raumordnungsbericht (ROB) zum Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“ zu veröffentlichen. Bislang sind die Raumordnungsberichte zum Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken“ (vgl. BBSR 2021) und zum Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“ (vgl. BBSR 2017) erschienen. Vor dem Hintergrund aktueller und zukünftiger Herausforderungen sowie (raumordnungs-)politischer Zielsetzungen gilt es, die 2016 festgelegten Leitbilder und Handlungsstrategien zum Thema „Klimawandel und Energiewende gestalten“ zu überprüfen, an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen und zu konkretisieren.

Zur Vorbereitung des Raumordnungsberichts (ROB 24) wurde ein Modellvorhaben der Raumordnung auf den Weg gebracht. Ziel ist die Erarbeitung einer Vorstudie zum ROB 24. Der vorliegende wissenschaftliche Endbericht dokumentiert die Ergebnisse der Recherche- und Analysearbeiten sowie der interaktiven Formate, die auf eine Diskussion von Zwischenergebnissen sowie eine Vertiefung spezifischer Fragestellungen ausgerichtet waren (s. Abb. 1).

Im Fokus standen

- eine Synopse raumrelevanter Strategien und Dokumente zum Klimawandel und zur Energiewende,
- der Umsetzungsstand der Handlungsfelder der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) in den Raumordnungsplänen der Länder und Regionen,
- Übersichten zu den Aktivitäten in den Ländern und Regionen in Bezug auf Schwerpunktthemen der Handlungsfelder sowie zu
- künftigen Ausbauzielen in der Energiewende, regionalen Beiträgen und räumlichen Auswirkungen.

Auf Basis der Befunde werden raumordnungspolitische Schlussfolgerungen für das Thema Energiewende und Klimawandel sowie konkrete Empfehlungen für das raumordnungspolitische Handlungsfeld formuliert. Zielsetzung und Struktur des ROB 24 leiten sich daraus ab.

Kapitel 2 ist dem Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“ gewidmet und umreißt damit den thematischen Rahmen für nachfolgende Recherchen und Analysen. In den Kapiteln 3 bis 6 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen Arbeitsschritte zusammenfassend dargestellt.

Kapitel 3 liefert eine zusammenfassende Darstellung einer Auswertung raumrelevanter Strategiepapiere und Dokumente auf der Bundes-, Länder- und Regionsebene. Kern der Untersuchung war es, einen Beitrag zur Beantwortung der Frage zu leisten, wie das Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten“ und die zugehörigen Strategien der MKRO bundesweit aufgenommen wurden.

Kapitel 4 zeigt die Ergebnisse zum Umsetzungsstand der Handlungsfelder „Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen“ und „Ausbau der erneuerbaren Energien und Netze steuern“ in den Raumordnungsplänen. Grundlage ist eine Vollauswertung der Raumordnungspläne der Länder und Regionen; es handelt sich somit um eine Vollzugskontrolle auf Ebene der Raumordnung. Die Befunde wurden tabellarisch dokumentiert und statistisch ausgewertet. Darüber hinaus erfolgte eine qualitative Auswertung zu Plänen mit weitreichenden Festlegungen, um über Beispiele die Möglichkeiten raumordnerischer Steuerungswirkung auszuloten.

Kapitel 5 fokussiert die Energiewende und den damit verbundenen Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) sowie der erforderlichen Netzinfrastrukturen. Ausgangspunkte zur Weiterentwicklung von Leitbildern und Handlungsstrategien sind neben dem Status quo des Energiesystems und der Ausbauvorhaben auch konkret absehbare Planungsvorhaben. Darüber hinaus werden die Ausbauziele im Energiesektor für die Zeithorizonte 2030, 2040 und 2050 recherchiert, zusammengefasst und tabellarisch gegenübergestellt. Über verschiedene Ausbauprojektionen bis 2040 lässt sich die Raumwirksamkeit der Energiewende abschätzen. Zudem werden über clusterbildende Verfahren Regionen herausgearbeitet, für die auf Grundlage georäumlicher Potenziale ein möglicher Ausbauschwerpunkt für bestimmte erneuerbare Energiequellen identifiziert werden kann.

## Die Forschungsleitfragen im Überblick:

- Wie wurden das Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten“ und die zugehörigen Strategien der MKRO regional und bundesweit umgesetzt?
- Wie wurden die regionalen Handlungsziele zur Klimaanpassung umgesetzt? Welche strategischen Konzepte und Leitlinien verfolgen die Regionen für die Zukunft?
- Welche räumlichen Konsequenzen, Konflikte und Perspektiven ergeben sich für die Regionen aus den aktuellen Klimaschutzzielen und den Ausbauzielen für erneuerbare Energien 2030/2040?
- Welche raumordnungspolitischen Schlussfolgerungen für das Thema Energiewende und Klimaanpassung als raumordnungspolitisches Handlungsfeld sind aus Bundessicht zu ziehen?
- Welche Themen sollte der Raumordnungsbericht 2024 im Detail aufgreifen und wie können moderne, interaktive Formate den Ergebnistransfer verbessern?

Kapitel 6 gibt einen Überblick zu den bearbeiteten Schwerpunktthemen:

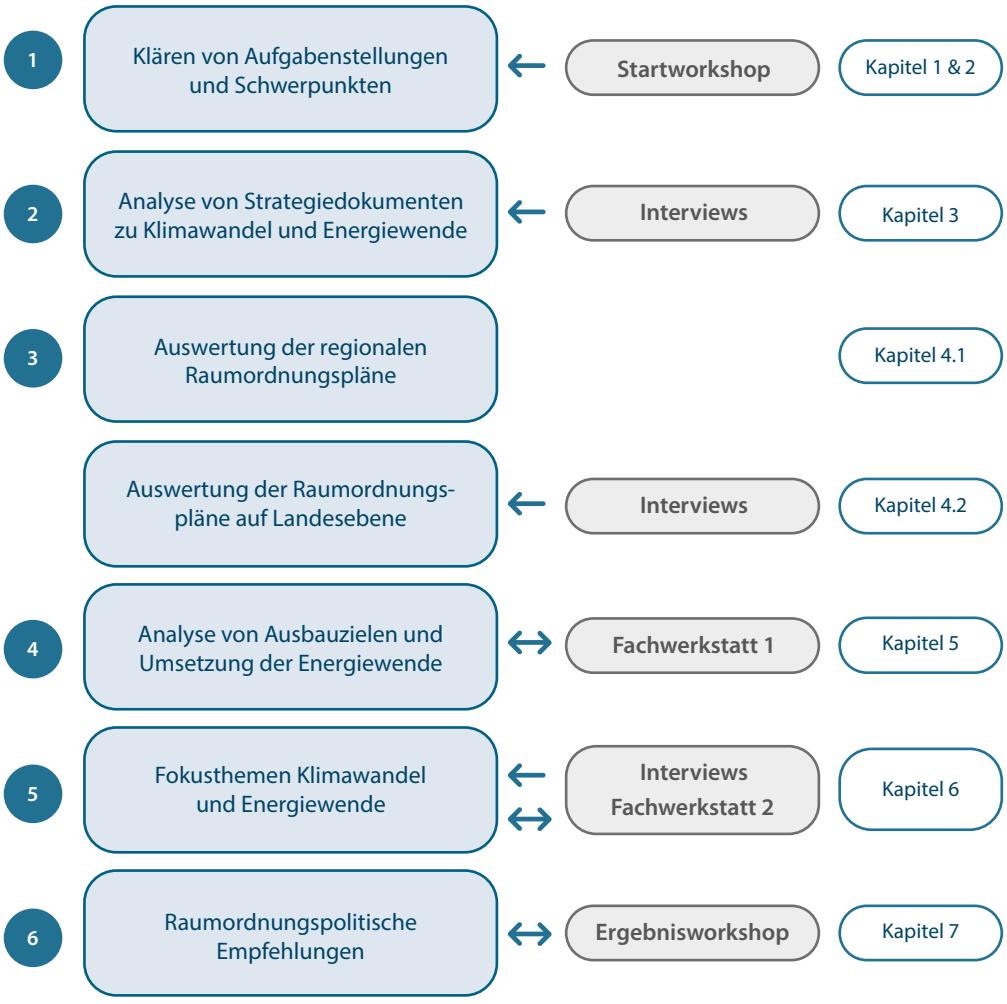
- Hochwasservorsorge: Schutz, Anpassung und Verlagerung vulnerabler Raumnutzungen
- Hochwasservorsorge: Sicherung und Rückgewinnung von Retentionsräumen, Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche
- Vorsorge in Bezug auf zunehmende Hitzebelastung
- Vorsorge in Bezug auf Wassermangellagen
- Ausbau von Infrastrukturen für erneuerbare Energien und wachsende Bedeutung von Liquefied Natural Gas (LNG) sowie Wasserstoff im Energiesystem
- Erhaltung und Förderung von natürlichen $CO_2$-Senken wie Mooren.

Ziel war es, aktuelle Themen zu Klimaanpassung und Klimaschutz auf ihre Raumwirksamkeit und Relevanz für die Raumordnung zu prüfen sowie Bedarfe und Möglichkeiten einer Steuerung aufzuzeigen.

Kapitel 7 umfasst die Schlussfolgerungen auf Basis der Befunde und daraus abgeleitete raumordnungspolitische Empfehlungen.

**Abbildung 1: Die Recherche- und Analysearbeiten im Rahmen des MORO sowie interaktive Formate**

Quelle: eigene Darstellung



# 2

# Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“

## 2.1 Die Leitbilder der Raumentwicklung in Deutschland

Die Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland zeigen die übergeordneten und langfristigen Entwicklungsstrategien der deutschen Raumordnungspolitik auf (vgl. MKRO 2016a). Sie sind insofern zwischen Bund und Ländern abgestimmt und von der damaligen MKRO beschlossen. Als Leitbilder steuern sie raumbezogene politische Ziele, stimulieren Festlegungen in Raumordnungsplänen sowie konkrete Umsetzungsmaßnahmen auf allen Planungsebenen.

Die rechtliche Grundlage liefert § 24 Abs. 2 Raumordnungsgesetz (ROG): „Bund und Länder können im Rahmen der Raumentwicklungsministerkonferenz (RMK) Leitbilder für die räumliche Entwicklung des Bundesgebietes oder von über die Länder hinausgreifenden Zusammenhängen entwickeln“. Der eigene Anspruch der RMK bei der inhaltlichen Ausrichtung der Leitbilder nimmt Bezug auf § 1 Abs. 2 ROG: Die Leitbilder sind der raumordnerischen Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung verpflichtet, „die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung führt.“

Die Entwicklung der Leitbilder ist vergleichsweise neu: „Bis zu den 1990er-Jahren waren Bund und Länder über Jahrzehnte ohne materiell ausgearbeitete Leitbilder für das Bundesgebiet ausgekommen“ (Aring 2018: 1390). Ein erster Aufschlag erfolgte mit dem sogenannten Raumordnungspolitischen Orientierungsrahmen (vgl. BMBau 1993): „Der Orientierungsrahmen mit dem etwas später darauf aufsetzenden Handlungsrahmen war dann offensichtlich so überzeugend, dass 1997 räumliche Leitbilder für das Bundesgebiet im ROG verankert wurden“ (Aring 2018: 1392). Diese Rechtsnorm bildete die Grundlage für den daran anschließenden diskursiven Bearbeitungsprozess zu den Leitbildern der Raumentwicklung in Deutschland, der schlussendlich zum MKRO-Beschluss im Jahr 2006 führte. Ausschlaggebend waren einerseits Impulse aus den Diskussionen um Globalisierung und Metropolen beziehungsweise Metropolregionen sowie andererseits die Notwendigkeit, sich mit dem demographischen Wandel und dessen raumwirksamen Konsequenzen auseinanderzusetzen (vgl. ebd.: 1394).

Die erste Version der Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland wurde am 30. Juni 2006 von der MKRO verabschiedet (vgl. MKRO 2006). Sie umfasst drei Leitbilder, die die zentralen Herausforderungen einer auf Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse und Nachhaltigkeit ausgerichteten

Raumentwicklung adressieren, mit Handlungsstrategien hinterlegen und Umsetzungswege aufzeigen. Zehn Jahre später wurden die weiterentwickelten Leitbilder von der MKRO verabschiedet (vgl. MKRO 2016a); sie tragen den veränderten Rahmenbedingungen Rechnung (vgl. BMVI 2016: 5). Eine wesentliche Grundlage bildete der MKRO-Umlaufbeschluss zu Raumordnung und Klimawandel von 2013 (vgl. MKRO 2013a). In der Fortschreibung stehen die nunmehr vier Leitbilder gleichberechtigt nebeneinander; die Themen und Handlungsansätze „greifen dabei vielfach ineinander“ (ebd.: 7). Tabelle 1 gibt einen Überblick zu den Veränderungen zwischen den Leitbildversionen 2006 und 2016. Die größte und weitreichendste Neuerung ist die Einführung des Leitbilds 4, das einen Beitrag zum Ziel von Bund und Ländern zur Begrenzung der globalen Erwärmung und zur Reduktion der Treibhausgase leistet, um so die Risiken des Klimawandels langfristig zu mindern (s. Abb. 2). Da jedoch davon ausgegangen werden muss, dass nicht alle Beeinträchtigungen vermieden werden können, stehen auch Maßnahmen zur Anpassung von Raumstrukturen an die Auswirkungen des Klimawandels im Fokus (vgl. MKRO 2016a: 30).

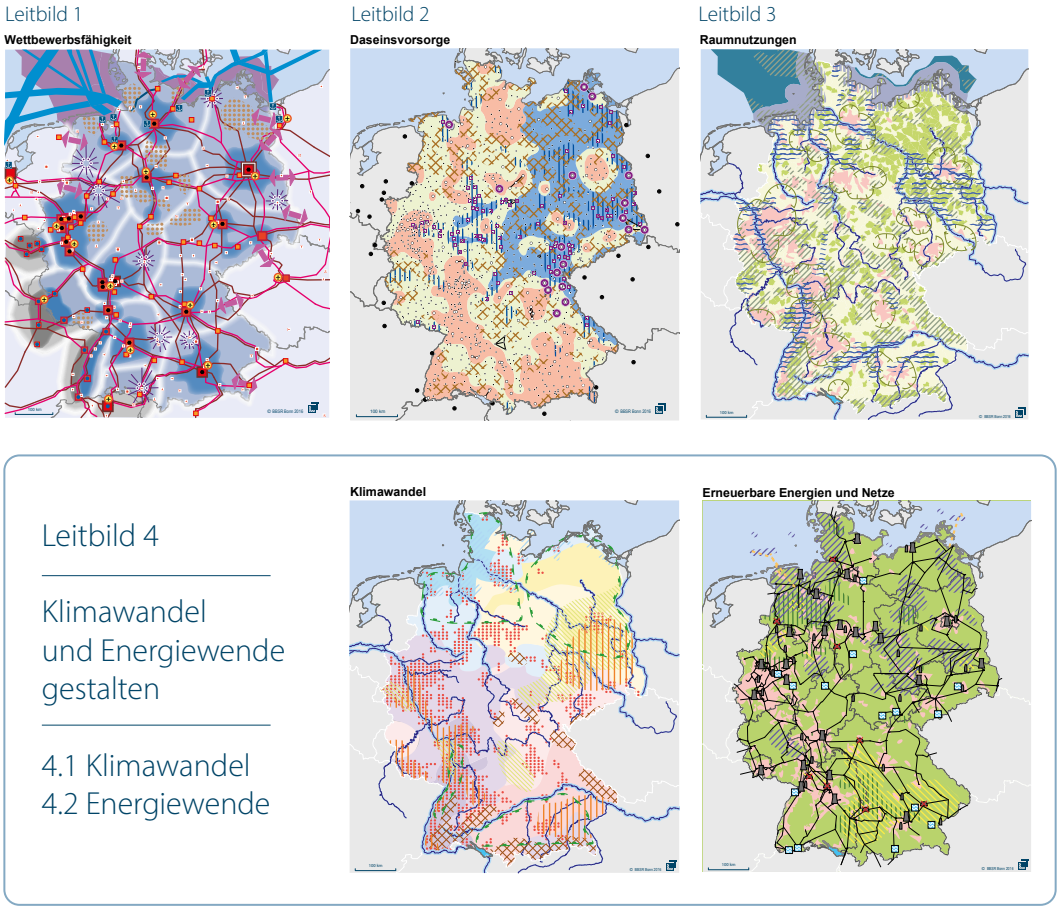
**Tabelle 1: Vergleich der Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland 2006 und 2016**

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von MKRO 2006/2016a, BMVI 2016

| Leitbilder von 2006 | Leitbilder von 2016 | Weiterentwicklung (vgl. BMVI 2016: 5 f.) |
|---|---|---|
| **Leitbild 1 „Wachstum und Innovation“**<br>• europäische Metropolregionen in Deutschland<br>• Wachstumsmotoren außerhalb der Metropolregionen<br>• Räume mit Stabilisierungsbedarf | **Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken“**<br>• Metropolregionen weiterentwickeln<br>• Zusammenarbeit und Vernetzung von Räumen stärken<br>• Räume mit besonderem strukturellen Handlungsbedarf unterstützen<br>• Infrastrukturanbindung und Mobilität sichern | • Betonung regionaler Entwicklungs- und Vernetzungspotenziale auch außerhalb der Metropolregionen<br>• Berücksichtigung der Grenzräume<br>• Anpassung der Infrastrukturen; Ausbau leistungsfähigerer Systeme der Mobilität und Logistik |
| **Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“**<br>• Versorgungsqualität sichern<br>• Erfordernisse für das Zentrale-Orte-Konzept | **Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“**<br>• Zentrale-Orte-Systeme konsequent anwenden<br>• Kooperationen ausbauen<br>• Versorgung dünn besiedelter ländlicher Räume sichern<br>• Erreichbarkeit sichern | • stärkere Unterstützung stagnierender, schrumpfender und peripherer Regionen in der Bewältigung der Daseinsvorsorge (Sicherung der Tragfähigkeit)<br>• Betonung der Erreichbarkeiten auch peripherer Gebiete<br>• Fokus auf hochleistungsfähigen Breitbandausbau in den ländlichen Räumen |
| **Leitbild 3 „Ressourcen bewahren, Kulturlandschaften gestalten“**<br>• Abwägung konkurrierender Ansprüche an den Raum<br>• Schutz des Freiraums und der natürlichen Ressourcen<br>• Gestaltung von Kulturlandschaft | **Leitbild 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“**<br>• räumliche Nutzungskonflikte minimieren<br>• großräumige Freiraumverbünde schaffen<br>• Kulturlandschaften gestalten<br>• Flächenneuinanspruchnahme reduzieren<br>• Nutzung von Bodenschätzen und sonstige unterirdische Nutzungen nachhaltig steuern<br>• Küsten- und Meeresräume nachhaltig nutzen | • Berücksichtigung der zunehmenden Konflikte zwischen raumbezogenen Nutzungsansprüchen und Schutzanforderungen<br>• Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke<br>• Umsetzung des gemeinsamen europäischen maritimen Raumordnungsansatzes |
| | **Leitbild 4: „Klimawandel und Energiewende gestalten“**<br>• räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen<br>• Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern | • Aufnahme von Vermeidungs- und Minderungsstrategien sowie Anpassungsmaßnahmen an den zu erwartenden Klimawandel in die räumliche Planung<br>• Flächensicherung für den bedarfsorientierten Ausbau der erneuerbaren Energien inklusive der erforderlichen Netzinfrastrukturen |

**Abbildung 2: Übersicht zu den Leitbildkarten von 2016**

Quelle: MKRO 2016a




## 2.2 Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“

Das Leitbild 4 befasst sich mit den Herausforderungen des Klimawandels. Hierzu tragen einerseits Ansätze der Mitigation, andererseits der Adaption bei. In den Diskussionen um einen angemessenen Umgang mit dem Klimawandel hat sich auch in Deutschland die Unterscheidung von Strategien zum Klimaschutz und Strategien zur Klimafolgenanpassung durchgesetzt. Das Leitbild 4 differenziert hingegen in

- „räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen“ sowie
- „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“.

Die beiden weitgehend eigenständigen strategischen Ansätze werden zudem mit zwei Leitbildkarten hinterlegt: „Klimawandel“ und „Erneuerbare Energien und Netze“ (s. Abb. 3 und 4). Der strategische Ansatz „räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen“ umfasst Handlungsfelder zum Klimaschutz, beispielsweise die Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale, in erster Linie jedoch eine Reihe von Handlungsfeldern zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (s. Tab. 2). Der Ansatz greift damit die Aussagen des Handlungskonzeptes der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien im Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels der MKRO aus dem Jahr 2013 auf (vgl. MKRO 2013b).

**Abbildung 3: Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“ – Klimawandel**

Quelle: MKRO 2016a

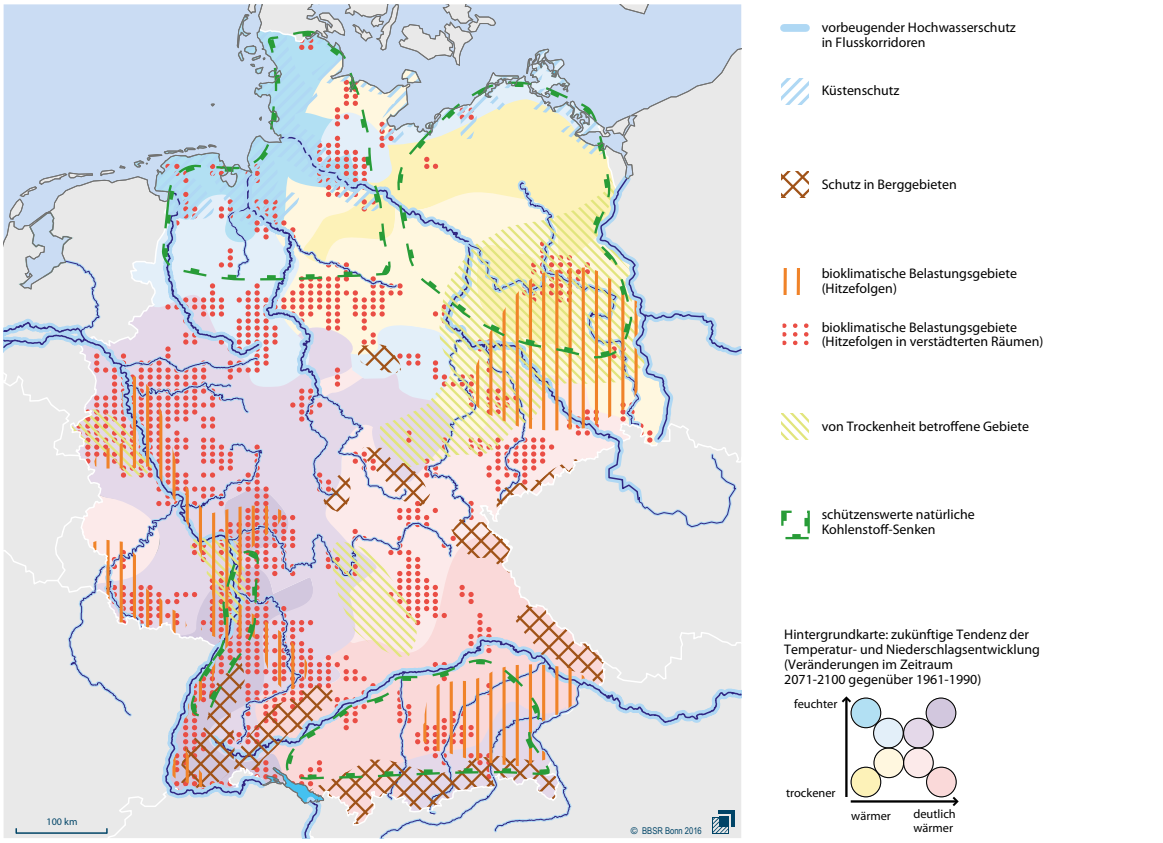



**Abbildung 4: „Klimawandel und Energiewende gestalten“ – Erneuerbare Energien und Netze**

Quelle: MKRO 2016a

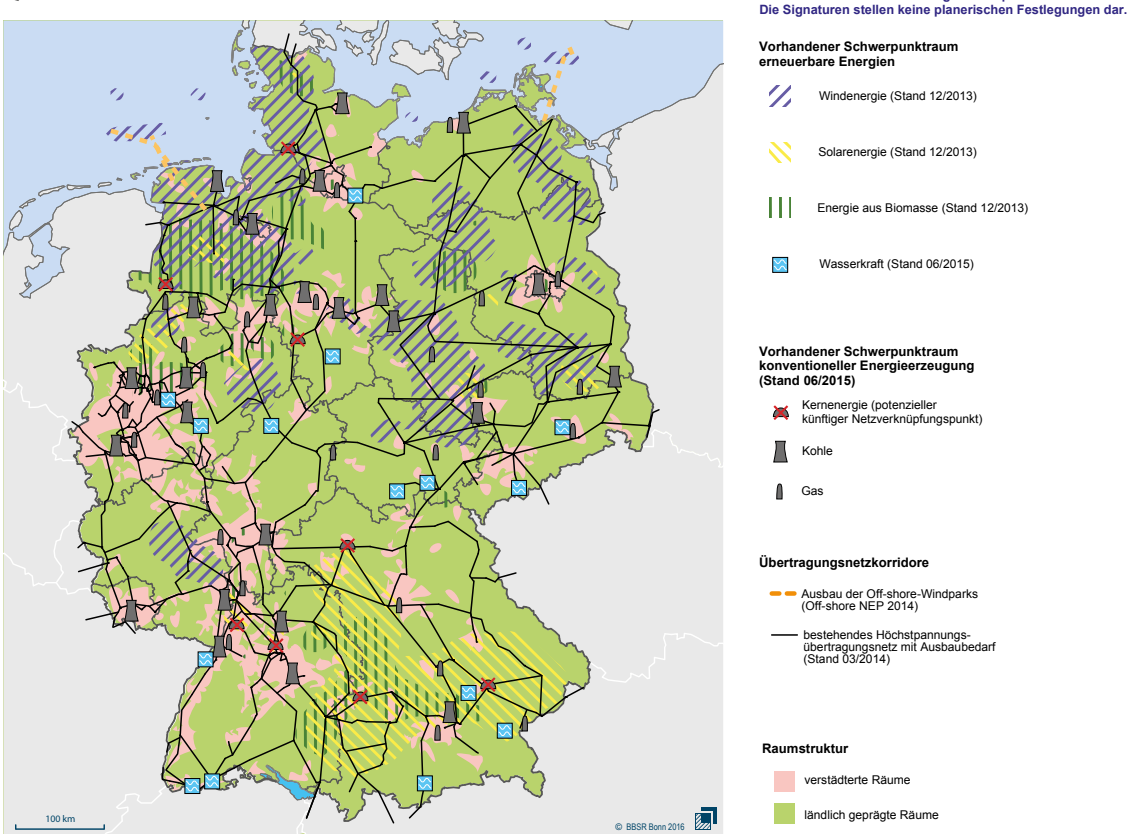


**Tabelle 2: Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“**

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von MKRO 2016a, BMVI 2016

| Strategischer Ansatz | „Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen“ | „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“ |
|---|---|---|
| **Handlungsfelder** | • Hochwasserschutz<br>• Küstenschutz<br>• Schutz in Berggebieten<br>• Schutz vor Hitzefolgen<br>• Umgang mit Wasserknappheit<br>• Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale<br>• klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen<br>• klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen<br>• energiesparende und verkehrsreduzierende Siedlungsstrukturen | • Sicherung der Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergienutzung<br>• bedarfsgerechte Koordinierung und raumverträglicher Ausbau der Stromübertragungs- und -verteilnetze sowie der Stromspeicherkapazitäten<br>• Synchronisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien mit dem Ausbau der Stromnetze |
| **Handlungsansätze** | Umsetzung des „Handlungskonzeptes der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels“ der MKRO (2013), unter anderem durch:<br>• Entwicklung von Leitfäden zur Klimafolgenbewertung<br>• Abstimmung von Methoden und Indikatoren mit der Fachplanung, vor allem zur Ermittlung von Vulnerabilitäten und für das Klimawandel-Monitoring<br>• Weiterentwicklung des raumordnerischen Instrumentariums<br>• Ausrichtung von Raumordnungs- und Bauleitplanungen auf energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen<br>• Sicherung beziehungsweise Hinwirkung auf eine Revitalisierung natürlicher Kohlenstoff-Senken in den Raumordnungsplänen<br>• Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Speicherfähigkeit von Moorböden<br>• Sicherung des Wasserdargebots und Vermeidung von Nutzungskonflikten mit der Grundwasserbewirtschaftung<br>• Anpassung an die Folgen des Klimawandels, zum Beispiel durch eine erweiterte vorsorgende Hochwasserschutz- und Küstenschutzplanung sowie die Sicherung und Entwicklung von Freiräumen mit klimatischen Ausgleichsfunktionen<br>• Entwicklung von Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Bezug auf die Folgen des Klimawandels<br>• Schaffung weiterer naturnaher Retentionsräume entlang der Fließgewässer, etwa durch Deichrückverlegung<br>• Unterstützung der Planungs- und Vorhabenträger für ein integriertes Risikomanagement, unter anderem durch verbesserte regionale Risiko- und Gefahrenkarten als wesentliche Grundlage für die Berücksichtigung von Klimafolgen<br>• Verbesserung der Akzeptanz von räumlichen Festlegungen zur Klimaanpassung<br>• Entwicklung und Sicherung eines Netzes ökologisch bedeutsamer Freiräume, um klimabedingte Artenwanderungen zu ermöglichen | • Prüfung und Abstimmung raumbedeutsamer Vorhaben unter Einbeziehung der Städte und Gemeinden sowie der Bürgerinnen und Bürger<br>• Weiterentwicklung der Methodik und Datenqualität für räumliche Eignungs- und Widerstandsanalysen zur Verbesserung der mittel- und der langfristigen Ausbauplanung für erneuerbare Energien, Speicher und Übertragungsnetze<br>• Unterstützung von Partizipationsmöglichkeiten und Teilhabe für die Bürgerinnen und Bürger sowie von Regionen und Kommunen zur Erhöhung der Akzeptanz für den Ausbau der erneuerbaren Energien<br>• Ausweitung und Weiterentwicklung regionaler Energiekonzepte als neues Instrument der Regionalplanung<br>• Reduzierung von Nutzungskonflikten durch eine abgestimmte überörtliche Planung zur Nutzung der Windenergie einschließlich Repowering |

## 2.3 Rolle der MKRO-Leitbilder für die Raumordnung in den Ländern und Regionen

Im Rahmen des ersten Leitbildprozesses wurde insbesondere die Rolle der Metropolregionen sehr kritisch diskutiert, vor allem aus Perspektive der ländlichen Räume. Trotz der kontroversen Diskussionen schätzt Aring die Wirkung des Leitbildprozesses positiv ein: „Jenseits dieser Polarisierung hat das Leitbild praktisch geholfen, den Blick auf die Rolle der großen Städte in einer postindustriellen und globalisierten Ökonomie in mancher Hinsicht zu verändern und konkret über kommunale und regionale Ansätze nachzudenken, mit denen sich die aktuelle Dynamik metropolitaner Raumentwicklung unterstützen lässt“ (Aring 2018: 1396). Auch die Weiterentwicklung der Leitbilder stieß auf Kritik: Von verschiedenen Seiten wurde geäußert, dass sich die Leitbilder zwar mit wichtigen Herausforderungen auseinandersetzen, aber „in Teilen hinter den Erkenntnissen der fachlichen Diskussion zurückbleiben“ würden (ebd.: 1397).

Im Rahmen des MORO „Krisenfeste Raum- und Infrastrukturen durch zentralörtliche Konzepte“ erfolgte zwischen Anfang Juni und Anfang Juli 2022 eine Befragung der Vertretenden der Landesplanungen der 13 Flächenländer (s. Quellenverzeichnis, Liste Interviews). Eine der Interviewleitfragen lautete: „An welchen Leitbildern und Strategien orientiert sich die Landesplanung?“. Hier wurde danach gefragt, wie neue Themen in Landesplanung und Regionalplanung einfließen und welche Rolle die Leitbilder der MKRO dabei gegebenenfalls gespielt haben. Diese Frage konnte zudem für das MORO ROB 24 ausgewertet werden.

Nach überwiegender Einschätzung der Befragten greifen die Leitbilder der Raumentwicklung (vgl. MKRO 2016a) gesellschaftspolitische Themen auf, führen aktuelle Themen zusammen und bündeln sie in Bezug auf die Raumentwicklung. Gleichzeitig wurde deutlich: Die Entwicklung der Leitbilder war ein sehr langfristiger Prozess und stellte im Ergebnis einen Kompromiss dessen dar, worauf sich die Länder einigen konnten. Die Leitbilder sind demnach eher als ein „bundesweiter Mindestkonsens“ zu charakterisieren.

Bei der Einschätzung ihrer Bedeutung für die konkrete Raumordnung auf Ebene der Länder oder Regionen gehen die Meinungen deutlich auseinander: von untergeordneter Relevanz, geringer Durchsetzungskraft beziehungsweise einer geringen praktischen Auswirkung bis hin zu einer unterstützenden Rolle oder teilweise sogar einem Bindungscharakter.

Auf der Bundesebene wirksamer als Leitbilder sind nach Aussagen der Befragten Vorgaben zu neuen Themen und Inhalten von politisch-fachlicher Ebene, die entweder direkt bindende Wirkung entfalten wie beispielsweise konkrete Flächensparziele, der Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz und das Zwei-Prozent-Flächenziel für die erneuerbaren Energien oder Hinweise von Bundesebene, die sich später in Gesetzen wiederfinden, wie beispielsweise zum Umgang mit Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) (Schreiben des Bundesministeriums an die Länder) und dessen Verankerung im ROG. Auch Einflüsse der Fachplanungen und/oder der Landespolitik spielen eine größere Rolle für die Etablierung neuer Themen und Inhalte: Zum einen werden Themen gezielt an die Raumordnung herangetragen, zum anderen geschieht der Transfer über von der Raumordnung selbst initiierte Beteiligungen wie Interministerielle Arbeitsgruppen. Der Austausch zu aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Raumentwicklung wie auch zu guten Steuerungsansätzen wird darüber hinaus in

persönlichen und institutionellen Netzwerken (MKRO, Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft (ARL)) organsiert, vereinzelt auch in Modellvorhaben. Und schließlich bedarf es der Initiative der Planerin oder des Planers selbst beziehungsweise einer Führungsperson, ein Thema dann auch tatsächlich aufzugreifen.

Vielfach wurde darauf hingewiesen, dass letztlich unterschiedliche „Gelegenheitsfenster" zum Aufgreifen neuer Themen in der Raumordnung führen. Dazu kann zählen, dass das Thema aus (strategischen) politischen Gründen auf die Agenda kommen soll, es aktuell in der gesellschaftlichen Diskussion ist, konkrete Vorgaben des Bundes oder Positionsbestimmungen von anderen Fachressorts vorliegen oder dass eine Planfortschreibung ansteht.

In der Befragung zeichnete sich ab, dass die Leitbilder der Raumentwicklung aus Perspektive der Landesplanung durchaus ihre Daseinsberechtigung und Relevanz als thematische Fokussierung besitzen, für die konkrete Planung auf Ebene der Länder und der Regionen jedoch kaum handlungsleitend sind. Dazu seien die Leitbilder letztlich zu unkonkret und allgemein.

## 2.4 Synergien und Konfliktfelder zwischen den Leitbildern der Raumentwicklung

Sowohl zwischen den einzelnen Leitbildern der Raumentwicklung in Deutschland als auch innerhalb der beiden Teilaspekte des Leitbilds 4 lassen sich Synergien und konkurrierende Ansprüche an den Raum nachvollziehen. So widmet sich das Leitbild 3 explizit der Gestaltung der Kulturlandschaften und der großräumigen Freiraumverbünde, die in Konkurrenz zum Ausbau der erneuerbaren Energien stehen können. Im Sinne von § 1 Abs. 1 Nr. 1 ROG scheint eine nähere Betrachtung der Wechselwirkungen sinnvoll. Nachfolgend werden Synergien und Konfliktfelder

- zwischen Leitbild 4 und Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken",
- zwischen Leitbild 4 und Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern",
- zwischen Leitbild 4 und Leitbild 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln" sowie
- innerhalb des Leitbilds 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten"

herausgearbeitet.

### 2.4.1 Synergien und Konfliktfelder innerhalb von Leitbild 4

Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten" gliedert sich grundsätzlich in zwei Schwerpunkte: räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen sowie den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern. Hieraus wurden Konfliktfelder, Flächenkonkurrenzen und mögliche Synergien zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung identifiziert.

**Synergien:** Begrünungsmaßnahmen auf Dächern oder an Fassaden tragen nicht nur zur Stadtgestaltung positiv bei, sondern auch zur verminderten Aufwärmung von Gebäuden im Sommer und als Puffer für Niederschlagswasser. Darüber hinaus sind Begrünungsmaßnahmen zur zusätzlichen Wärmedämmung im Winter und zur Verbesserung der lufthygienischen Situation förderlich (vgl. difu 2015: 7, 34). Ferner wird durch Begrünung der Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen verbessert,

die grundsätzlich zum dezentralen Ausbau erneuerbaren Energien und somit zur Verringerung von $CO_2$-Emissionen sowie des Flächenverbrauchs beitragen (vgl. Stadt Hamburg 2021: 15).

Auch die Kombination von baulicher Innenentwicklung mit der Mobilitätswende und einer Grünflächenqualifizierung (dreifache Innenentwicklung) erzeugt eine Reihe positiver Effekte: Durch veränderte Mobilitätsbedarfe werden einerseits Flächen für andere Nutzungen frei, zum Beispiel für Grünflächen zur Klimaanpassung. Andererseits unterstützt die Innenentwicklung das Freihalten von Luftschneisen im Außenbereich. Hinzu kommt, dass Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen zur Speicherung des Kohlenstoffdioxids und somit zur Klimaregulation positiv beitragen (vgl. difu 2015: 73 f.). Aufforstungsprogramme können zudem den Wasserkreislauf stabilisieren und so unter anderem Dürrephasen abmildern (vgl. UBA 2017: 19).

Die energetische Optimierung des Gebäudebestands ist ein Handlungsschwerpunkt in der Klimaschutzdiskussion (vgl. difu 2015: 34). Dazu trägt die Dämmung von Gebäuden bei, aber auch durch Begrünung kann in der Fläche ein besserer Wärmeschutz erreicht werden. Dies gilt gleichermaßen für die Mobilitätswende, die durchaus große Flächenpotenziale für Anpassungsmaßnahmen in den Städten liefern kann.

**Konflikte:** Demgegenüber birgt der Einsatz von Klimaanlagen im Gebäudebereich zur Hitzeregulation ein großes Konfliktpotenzial, weil damit verbundene höhere Energiebedarfe und erhöhte Treibhausgasemissionen klimapolitisch kontraproduktiv sind. Ein weiterer Konfliktfeld eröffnet sich in den Fällen, in denen Maßnahmen zum Klimaschutz zu einer erhöhten Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel führen, beispielsweise wenn durch die Priorisierung der Innen- vor der Außenentwicklung stadtklimatische Effekte vernachlässigt werden (vgl. difu 2015: 34).

Die Flächenneuinanspruchnahme für erneuerbare Energien kann in direkter Flächenkonkurrenz mit dem Erhalt von Klimafunktionen im Freiraum oder weiteren Klimaanpassungsmaßnahmen stehen. Ferner stehen energie- und verkehrssparende, kompakte Siedlungsstrukturen zu lockerer Bebauung mit hohem Freiflächenanteil für Klimaanpassungsmaßnahmen in Konkurrenz. So wird der Wasserrückhalt durch die Bebauung behindert (vgl. difu 2015: 7, 34, 47). Der Rückbau hochwassergefährdeter Siedlungslagen oder Infrastrukturen im Zuge des Hochwasserschutzes leistet zwar einen effektiven Beitrag zur Klimaanpassung, geht allerdings potenziell mit hohen $CO_2$-Emissionen bei erforderlichen Neubauvorhaben einher, was den Zielen des Klimaschutzes widerspricht (vgl. BBSR 2019).

### 2.4.2 Synergien und Konfliktfelder zwischen Leitbild 4 und Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken“

Das Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken“ umfasst vier Ziele: Die Weiterentwicklung der Metropolregionen, die Stärkung der Zusammenarbeit und Vernetzung von Räumen, die Unterstützung von Räumen mit besonderem strukturellem Handlungsdarf sowie die Sicherung der Infrastrukturanbindung und Mobilität.

**Synergien:** Der Klimawandel wirkt sich negativ auf viele Wirtschaftssektoren aus; Hitzestress, Bodenerosion, extreme Wetterereignisse sind nur einige Beispiele (vgl. difu 2015: 32). Insofern wird es in Zukunft immer wichtiger, wirtschaftliche Entwicklung und Maßnahmen zu Klimaschutz und -anpassung zusammenzudenken, um von Syn-

ergien profitieren zu können. Nach Elmer et al. bietet „klug ausgestaltete Klimapolitik […] durch die initiierte Modernisierung der Volkswirtschaft auch vielfältige ökonomische Chancen“ (Elmer et al. 2016: 667 f.). So lassen sich beispielsweise der Energiekostendruck und die Vulnerabilität gegenüber Energiepreisschocks mindern, wenn eine effektive Energieeffizienzpolitik betrieben wird. Darüber hinaus bietet die inländische Energieproduktion Chancen für Wachstum sowie Innovation im Bereich der „grünen“ Technologien (vgl. ebd.: 673 f.). Maßnahmen und Projekte, die die Ziele des Klimaschutzes stützen, sowie begleitendes Controlling von $CO_2$ und Finanzen können gleichzeitig die Wertschöpfung steigern und wirtschaftliche Impulse geben (vgl. difu 2015: 14).

Der Anbau schnellwachsender Baumarten für die Biomasseerzeugung zur Energiegewinnung treibt einerseits den Umschwung auf die Nutzung erneuerbarer Energien voran, was wesentlich zum Klimaschutz beiträgt, und steigert andererseits die Wirtschaftlichkeit der Forstwirtschaft (vgl. UBA 2011: 55). Zuletzt ist zu nennen, dass die Förderung erosionsmindernder Arten der Bodenbearbeitung nicht nur zur Klimaanpassung beiträgt – gesunde Böden und ein stabiler Wasserhaushalt sind resilienter gegenüber klimatischen Veränderungen – sondern auch die landwirtschaftlichen Erträge steigert und somit die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft erhöht (vgl. UBA 2011: 50). Räumliche Synergien zwischen der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und den Zielen zu Klimaschutz, Energiewende und Klimaanpassung ergeben sich eher indirekt. Denkbar ist es zum Beispiel, wachsende Metropolregionen mit der städtischen Klimaanpassung oder dem Anstieg des Anteils der Solarenergie zu verknüpfen, indem Dachflächen für Begrünung oder Solarpanele genutzt werden.

**Konflikte:** Der vielleicht offensichtlichste Konflikt zwischen Leitbild 1 und Leitbild 4 ist die Zunahme der Treibhausgase, die als Folge des Wirtschaftswachstums und der Globalisierung auftritt (vgl. difu 2015: 12). Die Industrie ist für 30 % des Endenergieverbrauchs und 20 % des Treibhausgasausstoßes in Deutschland verantwortlich; bezieht man die indirekten Emissionen mit ein, sind diese Anteile fast doppelt so hoch (vgl. Elmer et al. 2016: 667). Durch das Wachstum der Industrie steigen der Verbrauch und der Ausstoß dementsprechend an, was den Zielen des Klimaschutzes widerspricht, sofern die Energiewende nicht signifikant beschleunigt wird. Die Hauptproblematik besteht also darin, Wege zu finden, um die Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens zu gewährleisten, zeitgleich die Ziele des Klimaschutzes einzuhalten sowie Maßnahmen zur Klimaanpassung nicht zu beeinträchtigen (vgl. difu 2015: 24). Besonders bei energieintensiven Branchen gestaltet sich dies schwierig. Um sich weiterhin im internationalen Wettbewerb behaupten zu können, bedürfen sie klimapolitischer Sonderregelungen; werden diese allerdings zu weit gefasst, wird die Effektivität der Klimapolitik gemindert (vgl. Elmer et al. 2016: 668 ff.).

Räumliche Konflikte zwischen Leitbild 4 und Leitbild 1 ergeben sich aufgrund von Flächenkonkurrenzen und Nutzungskonflikten. So ist es denkbar, dass das Wachstum von Regionen sowie der Ausbau von Infrastrukturanlagen mit dem Verlust oder der Zerschneidung von Grün- und Freiflächen einhergehen. Darüber hinaus kann die Förderung des Anbaus schnellwachsender Baumarten zur Biomasseerzeugung für die Energiegewinnung zwar die Wirtschaftlichkeit der Forstwirtschaft erhöhen, allerdings auf Kosten der Biodiversität der Wälder (vgl. UBA 2011: 55). Dies bedingt einen Konflikt mit dem Leitbild 4, da artenreiche Wälder weitaus weniger anfällig gegenüber klimatischen Veränderungen, beispielsweise ungewöhnliche Trockenperioden, sind. Das ist nicht nur im Rahmen der Klimaanpassung relevant, sondern auch mit Blick auf den Klimaschutz, da gesunde Wälder einen wichtigen Beitrag zur Kohlenstoffbindung leisten.

### 2.4.3 Synergien und Konfliktfelder zwischen Leitbild 4 und Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“

Das Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“ definiert vier Entwicklungsziele: die konsequente Anwendung des Zentralen-Orte-Systems, den Ausbau von Kooperationen, insbesondere interkommunaler und regionaler Art, die Sicherung der Versorgung ländlicher Räume sowie die Sicherung der Erreichbarkeit. Im Rahmen der Thematik der Daseinsvorsorge spielt immer auch der Umgang mit Schrumpfung und Wachstum von Räumen eine entscheidende Rolle.

**Synergien:** Wachstums- und Schrumpfungsprozesse verursachen Konflikte, aber auch Synergien mit den Zielen zu Klimaschutz und Klimaanpassung. Schrumpfungsprozesse führen in der Regel zu einem geringeren Ressourcenverbrauch und unterstützen damit Klimaschutz und -anpassung. Die Ertüchtigung der sozialen sowie der Entsorgungsinfrastruktur in benachteiligten oder wachsenden Räumen kann zudem Maßnahmen des Wasserrückhalts und des Risikomanagements sinnvoll ergänzen. Die flächendeckende Versorgung mit Gesundheitseinrichtungen ist nicht nur essenzieller Bestandteil der Daseinsvorsorge, sondern dient auch dem Schutz der Bevölkerung vor Hitzefolgen im Zuge der Klimaanpassung. Des Weiteren steigert die Förderung von Alternativen zum motorisierten Individualverkehr (MIV), als Maßnahme zum Klimaschutz, die Erreichbarkeit und verbessert somit die Daseinsvorsorge (vgl. BBSR 2019). Vor allem trägt aber die Sicherung der Daseinsvorsorge zu gleichwertigen Lebensverhältnissen bei und kann so die Abwanderung gerade junger, gut ausgebildeter Bevölkerungsgruppen mindern und die Attraktivität für neue Investitionen der Privatwirtschaft und für gut ausgebildete Arbeitskräfte verbessern. Damit wird auch ein Beitrag zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung geleistet, da vorhandener Wohnraum genutzt und so der Druck auf den Ressourcenverbrauch in urbanen Räumen gemindert wird. Dies vermeidet wiederum zunehmende Flächenversiegelungen und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf das Stadtklima und den Oberflächenabfluss. Zudem wirken gleichwertige Lebensverhältnisse sich auch verkehrsvermeidend aus, da der Anteil der Fernpendelnden in ländlichen Regionen im Zusammenhang mit den dortigen Beschäftigungsmöglichkeiten steht.

Ein transformiertes Energiesystem, als Hauptziel des Klimaschutzes, ist Grundvoraussetzung für die dauerhafte und nachhaltige Sicherung der Daseinsvorsorge in allen Teilräumen im Sinne der gleichwertigen Lebensverhältnisse. Auch Wasserstoff kann hier als umweltverträglicher Energieträger eine entscheidende Rolle spielen (vgl. BMWi 2020: 2).

In wachsenden Regionen kann durch Innenentwicklung und kompakte Siedlungsstrukturen nicht nur die Energieeffizienz gesteigert, sondern auch das Leitbild der Stadt der kurzen Wege und damit Ansätze zur Verkehrsvermeidung im Sinne des Klimaschutzes unterstützt werden. Bei der Neuerrichtung von Gebäuden in wachsenden Räumen kann – zumindest für öffentliche Gebäude – Hochwasser- und starkregenangepasstes Bauen direkt mitgedacht werden. Die Energiewende kann darüber hinaus als Entwicklungschance insbesondere für Orte, die bedeutsame Standorte in einem neuen Energiesystem darstellen, verstanden werden (vgl. BBSR 2019).

**Konflikte:** Der Umstieg auf erneuerbare Energien kann (zunächst) dazu führen, dass sich Energie verteuert und für Teile der Bevölkerung finanziell weniger zugänglich, somit die Daseinsvorsorge negativ beein-

trächtigt wird (vgl. UBA 2017: 12). Unter Schrumpfungsbedingungen ist außerdem der Erhalt öffentlicher Grünflächen gefährdet, wenn mit häufiger auftretenden Dürrephasen im Zuge des Klimawandels eine Bewässerung aufgrund sinkender Bevölkerungszahlen und reduzierter öffentlicher Haushalte zu teuer wird. Ähnlich verhält es sich mit dem Erhalt und der Wartung von Infrastrukturen zum technischen Hochwasserschutz (vgl. BBSR 2019). Zudem ist noch darauf hinzuweisen, dass die ohnehin schon herausfordernden Kosten für die Verbesserung der Infrastruktur in benachteiligten Räumen durch die Berücksichtigung der Ziele des Klimaschutzes voraussichtlich noch deutlich ansteigen werden.

In Wachstumsräumen stehen die Inanspruchnahme neuer Flächen und die Nachverdichtung in Konflikt mit den Zielen der Flächensparsamkeit sowie der klimaangepassten Stadtentwicklung, da verdichtete Strukturen oft wenig Raum für Durchlüftung und städtisches Grün lassen. Insofern kann der Versuch, die Wohnraumbedürfnisse in urbanen Räumen zu erfüllen, das Stadtklima und die Resilienz städtischer Strukturen stark negativ beeinflussen – nicht nur im Hinblick auf städtische Wärmeinseleffekte, sondern auch mit Blick auf eine durch Flächenversiegelung zunehmende Starkregengefährdung. Der Schutz Kritischer Infrastrukturen wird in den Zentrale-Orte-Konzepten gegenwärtig noch nicht gewürdigt. Zwar sind die wesentlichen zentralörtlich bedeutsamen Infrastrukturen wie Bildungs- und Gesundheitseinrichtungen zugleich auch kritische Infrastrukturen, eine konzeptionell-strategische Verknüpfung erfolgt gleichwohl (noch) nicht. Dies mag auch darin begründet liegen, dass Zentrale Orte häufig eine hohe Krisendisposition aufweisen und die dort lokalisierten Infrastrukturen andernorts weniger exponiert und damit besser geschützt wären. Dementsprechend besteht ein Zielkonflikt zwischen dem Schutz Kritischer Infrastrukturen und ihrer Bündelung in beziehungsweise in der Nähe von Zentralen Orten. Durch einen zumindest teilweisen Verzicht auf räumliche Bündelung resultierenden hingegen neue beziehungsweise veränderte Flächenansprüche, die in Konkurrenz mit der geforderten Begrenzung der Flächeninanspruchnahme stehen (30 ha bis 2023 und NettoNull resp. Flächenkreislaufwirtschaft bis 2050) (vgl. Deutscher Bundestag 2021: 12).

### 2.4.4 Synergien und Konfliktfelder zwischen Leitbild 4 und Leitbild 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“

Das Leitbild 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“ umfasst Unterziele in insgesamt sechs Themenbereichen: räumliche Nutzungskonflikte minimieren, großräumige Freiraumverbünde schaffen, Kulturlandschaften gestalten, Flächenneuinanspruchnahme reduzieren, Nutzung von Bodenschätzen und sonstige unterirdische Nutzungen nachhaltig steuern sowie Küsten- und Meeresräume nachhaltig nutzen. Bei gemeinsamer Betrachtung dieser Ziele mit dem Leitbild 4 zeigen sich auch hier einige Synergien und Konflikte.

**Synergien:** Zunächst ist anzuführen, dass die Politik des Bundes darauf ausgerichtet ist, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sicherzustellen (vgl. BMUV 2012: 9). Der gezielte Einsatz von Grüner Infrastruktur zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, zum Beispiel in Form begrünter Retentionsflächen in der Stadt, stellt eine weitere Synergie der beiden Leitbilder dar (vgl. BfN 2017: 22). Die Förderung von Stadtgrün führt nicht nur zu einer Verbesserung des Klimas in der Umgebung der Grünfläche, sondern

auch zum Artenschutz und zum Erhalt der Biodiversität (vgl. BMUV 2015: 8, 12).

Eine Anpassung an den Klimawandel kann außerdem durch eine strategisch geplante Vernetzung von Grünflächen erfolgen (vgl. BMUV 2015: 21) sowie durch Entsiegelungsmaßnahmen, die zusätzlich zum Bodenschutz und zur Bereitstellung von Ökosystemleistungen beitragen (vgl. Pannicke-Prochnow et al. 2021: 30). Eine Vernetzung von Grünflächen, zum Beispiel durch Querungshilfen, bietet außerdem die Möglichkeit für Arten, sich zwischen den geschützten Gebieten zu bewegen (vgl. BMUV 2012: 9 f.). Vorangestellt ist hier jedoch die Erhaltung der Durchlässigkeit der Landschaft, um eine Zerschneidung zu vermeiden (vgl. ebd.: 10). Eine Biotopverbundplanung sollte möglichst über Ländergrenzen hinweg als großräumige Planung vorgenommen werden (vgl. ebd.: 11). Die Maßnahmen sollten dabei jedoch in ein lokales beziehungsweise regionales Gesamtkonzept eingebunden werden (vgl. ebd.: 20). Diese Lebensraumkorridore können mithilfe von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten gesichert werden (vgl. ebd.: 23). Der Bund unterstützt die Länder konzeptionell bei länderübergreifenden Aspekten des Biotopverbunds (vgl. ebd.: 9).

Des Weiteren weisen der Erhalt und die Entwicklung von Böden mit hoher Speicherfunktion für Kohlenstoff besonders hohe Synergien mit Zielen des Naturschutzes auf (vgl. BfN 2017: 24). Das weist darauf hin, dass sich „grüne Infrastruktur“ im Vergleich zu „grauer Infrastruktur“ durch einen multifunktionalen Nutzen auszeichnet (vgl. BMUV 2015: 21). Außerdem kann die Erhaltung aktiver Flussauen aufwändige technische Maßnahmen des im Klimawandel zunehmend bedeutsamen Hochwasserschutzes vermeiden oder unterstützen (vgl. BfN 2017: 32).

**Konflikte:** Ein großes Konfliktfeld ergibt sich durch wachsende Flächenansprüche beim Ausbau der erneuerbaren Energien; diese stehen vielfach in direkter Konkurrenz mit den Ökosystemleistungen und der Vernetzung der Freiräume. Auch zukünftig muss daher vor allem in Bezug auf den Konflikt zwischen Windenergienutzung und Naturschutz mit einer Vielzahl an gerichtlichen Entscheidungen gerechnet werden. Konflikte zwischen Naturschutzbelangen und Wasserkraftnutzung werden zwar nicht zunehmen, aber im Hinblick auf die Erweiterung oder Modernisierung bestehender Anlagen weiterhin bestehen. Eher geringeres Konfliktpotenzial wird zwischen Naturschutz und Photovoltaiknutzung sowie zwischen Naturschutz und Bioenergieanlagen erwartet (vgl. KNE 2018: 19 f.).

## 2.5 Neue Herausforderung für die Raumordnung

### 2.5.1 Klimawandel

Der Klimawandel schreitet fort – und zwar weitaus schneller als erwartet. Der Weltklimarat (International Panel on Climate Change (IPCC)) erneuert in seinem jüngsten Statusbericht die Warnungen in Bezug auf eine Überschreitung des 1,5-Grad-Ziels: „Without limiting warming to 1.5 °C global warming level, many key risks are projected to intensify rapidly in almost all regions of the world, causing damage to assets and infrastructure and losses to economic sectors and entailing high recovery and adaptation costs (high confidence)“ (IPCC 2022: 60). Jenseits des 1,5-Grad-Ziels werden irreversible Auswirkungen erwartet (vgl. ebd.: 19). Es wird zudem immer offenkundiger, dass sich die Aus-

wirkungen des Klimawandels aufgrund komplexer Risikolagen und weltweiter Wechselwirkungen und Kaskadeneffekte nicht auf einzelne Regionen oder Gebiete beziehen: „Weather and climate extremes are causing economic and societal impacts across national boundaries through supply-chains, markets, and natural resource flows, with increasing transboundary risks projected across the water, energy and food sectors (high confidence)“ (ebd.: 19).

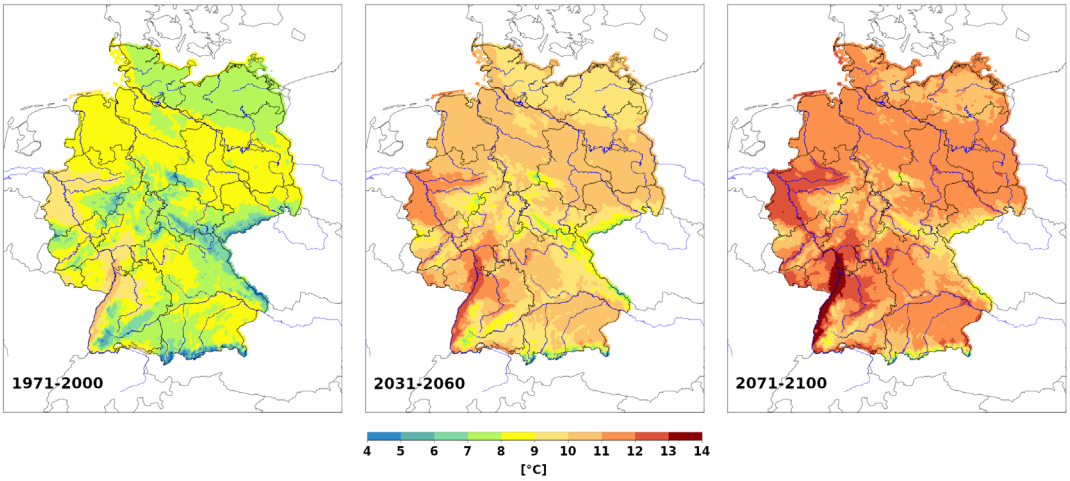
In Deutschland ist das Jahresmittel der Lufttemperatur „von 1881 bis 2021 statistisch gesichert um 1,6 °C angestiegen“ (DWD o. J.a), demnach stärker als im weltweiten Durchschnitt von etwa 1 °C. Dies liegt in erster Linie in der schnelleren Erwärmung von Landregionen begründet. Die fünf wärmsten Jahre seit Beginn der der Wetteraufzeichnungen traten seit der Jahrtausendwende auf. Die Zahl der „Heißen Tage“ (Tagesmaximum der Lufttemperatur mindestens 30 °C) als ein wichtiger Kennwert der thermischen Belastung verdreifachte sich seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts. Gleichzeitig erhöhte sich die Häufigkeit der sommerlichen Trockenphasen. (vgl. DWD o. J.a)

Klimaprojektionen bilden die nahe und ferne Zukunft der Veränderung von Klimasignalen auf Basis spezifischer Emissionsszenarien (RCP: Representative Concentration Pathways) ab, diese sind wiederum mit sozioökonomischen Entwicklungspfaden (SSP: Shared Socioeconomic Pathway) verknüpft. Für Deutschland zeigen die Klimaprojektionen für das Klimaszenario RCP8.5 („der fossile Weg“) einen Anstieg der bodennahen Temperatur von 3,1 °C bis 4,7 °C im Zeitraum 2071–2100 im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000, während diese sich beim Szenario 4.5 („Der Mittelweg“) im Bereich von 2,5 °C bewegen würde (vgl. DWD o. J.a, s. Abb. 5).

Sowohl die aktuell nachweisbaren Klimaveränderungen wie auch der projizierte Klimawandel machen die Dringlichkeit von Klimaschutzmaßnahmen ebenso deutlich wie die Notwendigkeit, Klimaanpassungsstrategien mehr Nachdruck zu verleihen. 2021 legte das Umweltbundesamt eine Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) für Deutschland vor – als Aktualisierung der Vulnerabilitätsanalyse (VA) von 2015 (vgl. UBA 2021). Ziel war es, die zentralen Handlungsfelder in

**Abbildung 5: 30-Jahresmittel der 2-Meter-Temperatur für den historischen Zeitraum, die nahe und die ferne Zukunft**

Quelle: DWD o. J.a




30-Jahresmittel der 2-Meter-Temperatur aus COSMO-CLM Klimasimulationen mit 3-Kilometer-Gitterweite für den historischen Zeitraum (1971–2000, links), die nahe Zukunft (2031–2060, mittig) und die ferne Zukunft (2071–2100, rechts). Die Projektionen für die nahe und ferne Zukunft wurden mit dem RCP8.5-Szenario gerechnet.

Bezug auf ihre Klimarisiken bis Mitte sowie bis Ende des Jahrhunderts vor dem Hintergrund des sich beschleunigenden Klimawandels zu bewerten (s. Tab. 3). Das Ergebnis zeigt, dass sich im Vergleich zwischen der VA 2015 und der KWRA 2021 „bei knapp der Hälfte der Klimawirkungen und der Handlungsfelder das bewertete Risiko erhöht“ hat (ebd.: 98).

Für die raumordnerische Steuerung in Deutschland besonders relevant sind die Klimaraumtypen, die Schwerpunkträume für die Entwicklung von 14 Klimaindikatoren identifizieren (s. Abb. 6):

- „Für das Klima der ‚Küsten‘ sind in Zukunft ein vergleichsweise geringer Temperaturanstieg, der zu weniger Frosttagen führt, und geringe durchschnittliche Niederschlagsänderungen, aber deutlich mehr Starkregentage zu erwarten, mit einer Tendenz zu feuchteren Wintern.
- Auch im gemäßigten Klima des ‚Nordwestens‘ wird es zukünftig zu einem vergleichsweise moderaten Temperaturanstieg und weniger Frosttagen kommen, aber mit deutlich häufigeren Temperaturextremen als an der Küste. Wie an der Küste sinkt die Anzahl der Frosttage und steigt die Anzahl der Starkregentage.
- Die ‚Trockenste Region‘, zu welcher große Teile Ostdeutschlands und Teile der Mitte von Deutschland gehören, wird auch zukünftig die trockenste in Deutschland bleiben. Trotzdem steigen die Starkregentage. Die Erwärmung und Veränderung des Niederschlags liegen im deutschen Durchschnitt. Die Anzahl der Hitzetage und die der tropischen Nächte steigen überdurchschnittlich.
- Die ‚Wärmste Region‘, vor allem im Westen und dem äußersten Osten Deutschlands zu finden, weist die höchsten mittleren Temperaturen und

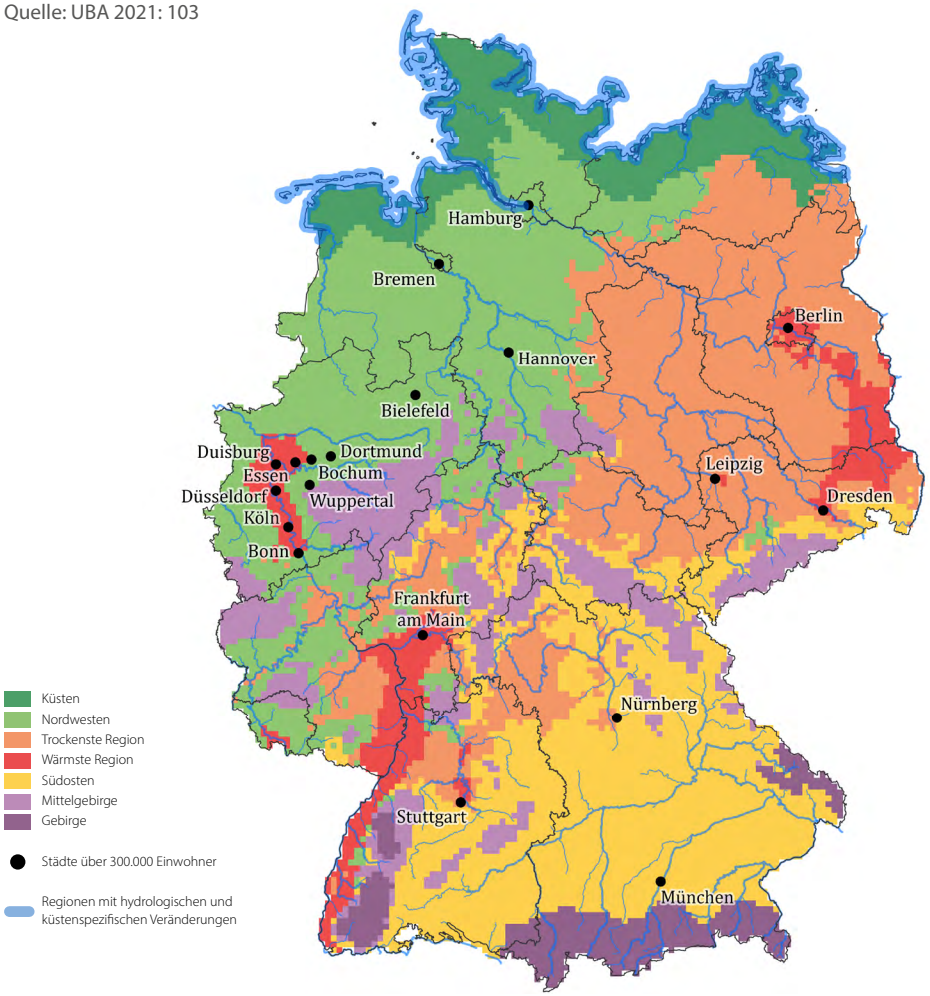
**Tabelle 3: Übersicht der Klimarisiken ohne Anpassung auf Ebene der Handlungsfelder**

Quelle: UBA 2021a: 97

| | Gegenwart | Mitte des Jahrhunters, optimistischer Fall | Mitte des Jahrhunters, pessimistischer Fall | Ende des Jahrhunters, optimistischer Fall | Ende des Jahrhunters, pessimistischer Fall |
|---|---|---|---|---|---|
| **Boden** | gering-mittel | gering-mittel | mittel-hoch | gering-mittel | mittel-hoch |
| **Biologische Vielfalt** | gering | mittel | mittel-hoch | mittel | hoch |
| **Landwirtschaft** | mittel | mittel | hoch | mittel | hoch |
| **Wald- und Forstwirtschaft** | mittel | mittel | hoch | mittel | hoch |
| **Fischerei** | gering-mittel | mittel | hoch | mittel | hoch |
| **Küsten-und Meeresschutz** | mittel | mittel | hoch | hoch | hoch |
| **Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt** | mittel | mittel | hoch | mittel | hoch |
| **Verkehr, Verkehrsinfrastruktur** | gering-mittel | gering | mittel | gering-mittel | mittel-hoch |
| **Bauwesen** | mittel | mittel | mittel-hoch | mittel | hoch |
| **Energiewirtschaft** | gering | gering | gering | gering | gering |
| **Tourismuswirtschaft** | gering | gering | mittel | mittel | hoch |
| **Industrie und Gewerbe** | mittel | gering | mittel | gering | mittel |
| **Menschliche Gesundheit** | mittel | mittel | hoch | mittel-hoch | hoch |

**Abbildung 6: Kartendarstellung der sieben Klimaraumtypen als Ergebnis der k-Means-Clusteranalyse der 14 Klimaindikatoren für den Bezugszeitraum (1971–2000)**

Quelle: UBA 2021: 103




meisten Hitzetage und tropischen Nächte in Deutschland auf. Für diese Region ist der größte Zuwachs an heißen Tagen und Tropennächten zu erwarten. Gleichzeitig kann dort der mittlere Niederschlag im Winter relativ stark zunehmen.

- Das Klima des ‚Südostens', der von Baden-Württemberg bis in die Lausitz reicht, wird sich in Zukunft voraussichtlich mit am stärksten erwärmen; es wird deutlich mehr Hitzetage geben. Im Sommer ist außerdem mit zurückgehenden Niederschlägen und häufigeren Trockenperioden zu rechnen.
- Im Bereich des kühl-gemäßigten Klimas der ‚Mittelgebirge' können in Zukunft die Niederschläge im Winter sowie ganzjährig die Starkregentage deutlich zunehmen, während im Sommer die Niederschläge stark zurückgehen und die Anzahl der Trockentage zunimmt.
- Für das Klima des ‚Gebirges' wird eine Zunahme der Trockentage im Sommer und der Winterniederschläge prognostiziert, die dann auf Grund der höheren Temperaturen verstärkt als Regen fallen werden. Auch die Starkregentage können überdurchschnittlich zunehmen, während Frosttage überdurchschnittlich abnehmen. Die absolute, durchschnittliche Erwärmung und der relative Anstieg an Hitzetagen sind hier voraussichtlich am größten." (ebd.: 103 f.)

## 2.5.2 Energiewende

Die Aussagen zur Dynamik des Klimawandels und zur Betroffenheit der Regionen in Deutschland untermauern die Zunahme des Handlungsdrucks beim Klimaschutz und bei der Klimaanpassung. Insofern stellt sich auch vor diesem Hintergrund die Frage, welchen Beitrag die Raumordnung leisten kann.

Die Energiewende hat in der aktuellen Legislaturperiode deutlich an Geschwindigkeit zugelegt. Befördert durch den Russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine hat die Zielsetzung einer klimaschonenden, unabhängigen und bezahlbaren Energieversorgung gesamtgesellschaftlich seit Anfang 2022 immer mehr an Bedeutung gewonnen. Die Dringlichkeit dieser Beschleunigung ergibt sich neben der geopolitischen Situation auch aus der Novelle des Klimaschutzgesetzes aus dem Jahr 2021 und der damit vorgezogenen Zielsetzung, dass Deutschland bereits bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden soll: Bereits bis 2030 ist der Treibhausgasausstoß um 65 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Neben weitreichenden Veränderungen im Verkehrssektor und im Gewerbe-/Industriesektor erfordert dies vor allem eine dringliche Transformation des Energiesektors.

Ein wichtiger formaler Meilenstein ist die letzte Novelle des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG), welche zu Beginn des Jahres 2023 in Kraft getreten ist und den Ausbau der erneuerbaren Energien weiter beschleunigen soll. Bereits seit dem 29. Juli 2022 gilt zudem ein gesetzlicher Vorrang der erneuerbaren Energien, die als im „überwiegenden öffentlichen Interesse“ liegend gelten (§ 2 EEG 2023). Dies soll dazu dienen, die Abwägungsprozesse in Planungsverfahren und damit den Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschleunigen. Diese Beschleunigung ist notwendig, um die mit der EEG-Novelle deutlich angehobenen Ausbaupfade für erneuerbare Energien einhalten zu können.

Für den Ausbau der Windenergie entscheidend sind das Windenergieflächenbedarfsgesetz (Wind-an-Land-Gesetz) (WindBG) und das Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG). Das Wind-an-Land-Gesetz trat zum 1. Februar 2023 in Kraft und verpflichtet alle Bundesländer dazu, einen Beitrag zum Ausbau der Windenergieanlagen zu leisten (vgl. BMWSB 2022). Bis 2032 sollen so im Bundesdurchschnitt 2 % der Bundesfläche für Windkraftanlagen ausgewiesen werden; dabei wurde dieses Flächenziel mithilfe von Flächenbeitragswerten auf die Bundesländer heruntergebrochen (Anlage 1 WindBG). Die Novelle des Windenergie-auf-See-Gesetz trat zu Beginn 2023 in Kraft (vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2023b). Ziel des Gesetzes ist die Steigerung der installierten Leistung von Windenergieanlagen schrittweise auf 70 Gigawatt bis 2045 (§1 Abs. 1 WindSeeG).

Für den Ausbau der Photovoltaik (PV) wurde während des zweiten PV-Gipfels am 5. Mai 2023 eine Photovoltaikstrategie vorgestellt, die beispielsweise die Handlungsfelder Freiflächenanlagen, Dachanlagen, Mieterstrom und gemeinschaftliche Gebäudeversorgung sowie Balkon-PV mit nächsten Schritten und Maßnahmen hinterlegt. Zwar wurden im Baurecht inzwischen die notwendigen Grundlagen geschaffen, um größere Flächenpotenziale für Freiflächenanlagen erschließen zu können, doch zeigt der Gipfel, dass es auf übergeordneter Ebene bislang an einer einheitlichen, koordinierenden Strategie für den großmaßstäblichen PV-Ausbau mangelt.

Neben dem Ausbau der Produktionsanlagen für erneuerbare Energien entsteht aufgrund der damit verbundenen Dezentralisierung des Energiesystems auch ein erheblicher und raumgreifender Ausbaubedarf für die weiteren Energieinfrastrukturen, den es planerisch zu steuern gilt. Das umfasst neben dem notwendigen Netzausbau (s. z. B. Strom-Netzentwicklungsplan

2023–2037/2045) auch Speichertechnologien, damit bei einem zunehmend volatilen Energieanteil im Energiemix die Versorgungssicherheit gegeben ist. Um also den Anteil der erneuerbaren Energien im Energiemix in der gebotenen Dringlichkeit weiter steigern zu können, braucht es ebenso einen dringenden Ausbau der Speicherinfrastrukturen beziehungsweise Infrastrukturen zur Umwandlung grüner Energie in Wasserstoff oder andere synthetische Energiespeicher. Aufgrund des großen Potenzials von Wasserstoff als grüner Energieträger (insb. auch im Kontext der Sektorkopplung) liegt ein großer Fokus des wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Interesses auf diesem Sektor, wie zahlreiche Modellprojekte belegen. Auch wurde im Juni 2020 mit der Nationalen Wasserstoffstrategie ein Aktionsplan auf dem Weg zur Etablierung einer klimaneutralen Wasserstoffwirtschaft verabschiedet, der mit Zielen und Handlungsfeldern hinterlegt ist, um bis 2040 zehn Gigawatt (GW) installierter Elektrolyseleistung erreichen zu können.

Im Zuge des Russischen Angriffskriegs auf die Ukraine hat LNG seit 2022 als Überbrückungstechnologie von russischem Gas hin zu erneuerbaren Energien deutlich an Bedeutung gewonnen. Das LNG-Beschleunigungsgesetz (LNGG) wurde am 24. Mai 2022 verabschiedet und ermöglicht es Genehmigungsbehörden, in einem befristeten Zeitraum und unter klar definierten Bedingungen von bestimmten Verfahrensanforderungen, insbesondere der Umweltverträglichkeitsprüfung, abzusehen. Diese Regelung soll in Übereinstimmung mit den deutschen Klimazielen bis spätestens zum 31. Dezember 2043 befristet werden. Ein längerer Betrieb könnte nur bei dem Einsatz von klimaneutralem Wasserstoff und dessen Derivaten genehmigt werden. So will die Bundesregierung sicherstellen, dass die Klimaneutralität in Deutschland bis spätestens 2045 erreicht werden kann.

Die Energiewende stellt für die Raumordnung insofern eine besondere Herausforderung dar, als dass sie alle Teilräume der Bundesrepublik betrifft und aufgrund des notwendigen Infrastrukturaus- und -umbaus umfassende Raumansprüche stellt. Da die Energieproduktion aus erneuerbaren Energien stärker als bisher von den georäumlichen Gegebenheiten abhängig (z. B. Wind, Sonneneinstrahlung, Hydrologie) und die Produktion volatil ist, müssen neben den Produktionsstandorten auch die Transport- und Speicherkapazitäten ausgebaut werden. Die Ausbaubedarfe sind im Sinne einer nachhaltigen und verträglichen Raumentwicklung mit anderen ökologischen, sozialen und ökonomischen Belangen abzuwägen und möglichst gegeneinander auszugleichen. Wo es möglich ist, sollten bestehende Strukturen genutzt werden (z. B. Höherauslastung von Bestandsnetzen, Nutzung von Gasleitungen für Wasserstoff). Die notwendigen planerischen Verfahren zum Infrastrukturausbau (unter anderem Raumordnungsverfahren, Planfeststellungsverfahren, Bebauungspläne) erfordern dementsprechend eine umfassende Prüfung sowie eine Abstimmung mit den beteiligten und betroffenen Akteuren, was langfristige Prozesse zur Folge hat. Dementsprechend wird die zu beschleunigende Energiewende die räumliche Entwicklung in Deutschland über die nächsten Dekaden stärker prägen, als es bislang der Fall war. Der Raumordnung kommt hierbei eine zentrale steuernde und koordinierende Funktion zu.

## 2.6 Fazit zu Kapitel 2

- Die **wesentlichste Neuerung** zwischen den ersten Leitbildern der Raumentwicklung in Deutschland von 2006 und den weiterentwickelten Leitbildern von 2016 ist die Einführung des Leitbilds „Klimawandel und Energiewende gestalten".

- Das **Leitbild 4** differenziert nicht – wie in der Klimawandeldiskussion üblich – in Strategien zum Klimaschutz und Strategien zur Klimaanpassung, sondern unterscheidet zwischen Strategien, um räumliche Strukturen an den Klimawandel anzupassen, sowie Strategien zur Steuerung des Ausbaus der erneuerbaren Energien und der Netze.

- Die Befragung von Vertretenden der Raumordnung ergab, dass die Leitbilder der MKRO die Herausforderungen der Raumentwicklung zwar **thematisch fokussieren**, die Aussagen der Leitbilder jedoch für eine planerische Bewältigung auf regionaler Ebene letztlich meist zu unkonkret und allgemein bleiben.

- Die Zusammenstellung von **Synergien und Konflikten** zeigt auf, dass zwischen allen Leitbildern sowohl inhaltliche als auch räumliche Synergien und Konflikte auftreten beziehungsweise auftreten können. Während bestehende Synergien positiv zu werten sind und insofern keinen Handlungsbedarf erfordern, ist für die zukünftige Ausgestaltung der Leitbilder zu prüfen, ob sich Konflikte im konkreten planerischen Handeln offenbaren. Hier wäre es zielführend, Lösungsansätze zur Verringerung beziehungsweise zum Management von Flächenkonkurrenzen bei der Weiterentwicklung der Leitbilder zu integrieren (z. B. „Doppelte Innenentwicklung" oder das Flächenrecycling).

- Seit Mitte der 2010er-Jahre hat sich die **Dynamik** des Klimawandels und der Energiewende deutlich verschärft. Vor diesem Hintergrund stellt sich zu Recht die Frage, welche Beiträge die Raumordnung zur Vermeidung oder Minderung von Flächenkonkurrenzen im Sinne einer nachhaltigen und resilienten Raumentwicklung leisten kann. Bei der Weiterentwicklung der Leitbilder sollte dies explizit adressiert werden.

# 3

# Auswertung raumrelevanter Strategiedokumente

Die Auswertung raumrelevanter Strategiedokumente dient der Beantwortung der Frage, inwieweit das Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten“ und die zugehörigen Strategien der MKRO auf Bundes-, Landes- sowie Regionalebene in entsprechende Strategiepapiere eingeflossen sind.

Im Fokus dieses Kapitels steht die Analyse raumrelevanter Strategien auf Bundes- und Landesebene. Dabei wurde überprüft, inwiefern die Handlungsfelder der MKRO zu den Themenfeldern Klimawandel und Energiewende (vgl. MKRO 2013a, 2016a) jeweils in Strategien, Konzepten, programmatischen Dokumenten, aber auch Monitoringberichten umgesetzt wurden beziehungsweise repräsentiert sind. Neben einer Dokumentenanalyse wurden Interviews zur Rolle der MKRO-Leitbilder der Raumentwicklung mit Auftraggebenden und Bearbeitenden der jeweiligen Strategiedokumente geführt, um zusätzlich zur inhaltlich-thematischen Auswertung auch Aussagen über den kausalen Zusammenhang zwischen den raumordnerischen Leitbildern und den Strategieinhalten beziehungsweise hinsichtlich der intentionalen Berücksichtigung von leitbildrelevanten Inhalten bei der Strategieentwicklung zu erhalten. Hierzu wurde ein Auswertungsraster verwendet, das sich eng an den Handlungsfeldern (s. Tab. 2 in Kap. 2) sowie am Auswertungsraster für die Raumordnungspläne (s. Kap. 4) orientiert.

Es ist vorab zu betonen, dass die Ergebnisse der Dokumentenanalyse lediglich dazu dienen, einen Einblick in die Rezeption der Leitbilder der Raumentwicklung zu erhalten, jedoch nicht, um daraus allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen.

## 3.1 Vorgehensweise

Der erste Zugang zu den relevanten Dokumenten für die beiden Themenbereiche Klimawandel (Klimaanpassung und Klimaschutz) sowie Energiewende erfolgte im Rahmen einer Literatur- sowie Internetrecherche. Im ersten Arbeitsschritt wurden zunächst alle Dokumente gesammelt, bei denen auf Grundlage des Titels ein „Vermutungstatbestand“ vorlag, also bei denen davon auszugehen war, dass sie raumrelevante Aussagen zu einem der beiden Themenbereiche enthalten. Ziel war es, bei dieser ersten Sammlung auf Bundes- und Länderebene die Dokumente und Strategien staatlicher Institutionen möglichst vollständig zusammenzustellen und diese Sammlung um ausgewählte Dokumente nichtstaatlicher Organisationen zu ergänzen. Auf der Regionsebene war eine Vollerhebung nicht möglich, sodass die Sammlung auf eine Auswahl exemplarischer Dokumente begrenzt wurde.

Als Ergebnis des ersten Arbeitsschritts wurden zum Klimawandel (Leitbild 4.1) 52 Dokumente und zur Energiewende (Leitbild 4.2) 74 Dokumente mit konkreter Raumrelevanz identifiziert, die für eine themenbezogene Auswertung im zweiten Arbeitsschritt vorgesehen waren. Für diese Auswertung wurden sowohl raum- als auch prozessbezogene Kriterien herangezogen. Die Auswertungsergebnisse sind den nachfolgenden Kapiteln 3.2 und 3.3 zu entnehmen.

In einem dritten Arbeitsschritt wurden für die tiefergehende Analyse und Auswertung auf Basis der Ergebnisse des zweiten Arbeitsschritts 18 raumrelevante Strategien zum Klimawandel sowie elf raumrelevante Strategien zur Energiewende identifiziert. Zu den Auswahlkriterien gehörten sowohl eine hohe Anzahl der Fundstellen, die Nennung konkreter Maßnahmen oder Beispiele sowie eine große thematische Breite.

## 3.2 Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen

### 3.2.1 Quantitative Auswertung relevanter Strategiedokumente

Die im zweiten Arbeitsschritt vorgenommene themenbezogene quantitative Auswertung der 52 Strategiedokumente zum Klimawandel ist nachfolgend dargestellt. Die Dokumente wurden mittels der Kriterien zu den Teilbereichen „Räumliche Strukturen und Klimawandel“ sowie „Planungsprozesse und Partizipation“ in Abbildung 7 und 8 ausgewertet. Dort ist zu erkennen, dass Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels auf allen Ebenen am häufigsten konkretisiert werden. Auch qualitative raumbezogene Ziele und die Identifikation räumlicher Schwerpunkte finden sich in einem Großteil der Dokumente wieder.

Die Auswertung der im Themenfeld „Klimawandel“ analysierten Dokumente zeigt im Hinblick auf die Analysekriterien „Räumliche Strukturen und Klimawandel“, dass ein erheblicher Anteil der Dokumente auf allen vier Planungsebenen raumbezogene Aussagen macht. Hier sticht insbesondere das Kriterium der qualitativen raumbezogenen Ziele hervor, welches über alle Ebenen hinweg von drei Vierteln aller untersuchten Dokumente erfüllt wird. Demgegenüber werden quantitative raumbezogene Ziele insgesamt nur etwa bei einem Viertel der untersuchten Dokumente benannt. Hier treten insbesondere die Bundes- und die regionale Ebene hervor, bei denen etwa zwei Fünftel der Dokumente quantitative Ziele benennen. Andererseits bedeutet das Ergebnis, dass in einer Vielzahl der strategischen Dokumente klare Zielsetzungen, insbesondere in quantitativer Hinsicht, fehlen. Konkretere räumliche Verortungen der Zielsetzungen (durch Schwerpunkträume oder kartographische Darstellungen) finden sich vorwiegend in den Dokumenten auf der regionalen Ebene. Auf der Bundesebene werden zwar in vier Fünftel aller Dokumente räumliche Schwerpunkte identifiziert, jedoch nur in wenigen Dokumenten kartographisch verortet. Räumlich konkrete Hinweise zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Bezug zu Leitbild 4.1) finden sich über alle Dokumente hinweg in etwa zwei Dritteln der Fälle.

In Bezug auf die Analysekriterien „Planungsprozesse und Partizipation“ fällt der Erfüllungsgrad deutlich geringer aus als bei den raumbezogenen Kriterien. Bei der Weiterentwicklung des raumordnerischen Instrumentariums erscheint das Ergebnis nachvollziehbar, denn hier treten die

**Abbildung 7: Summe der erfüllten Kriterien „Räumliche Strukturen und Klimawandel“ in der Auswertung von 52 Strategiedokumenten zum Klimawandel (absolute Werte)**

Quelle: eigene Darstellung

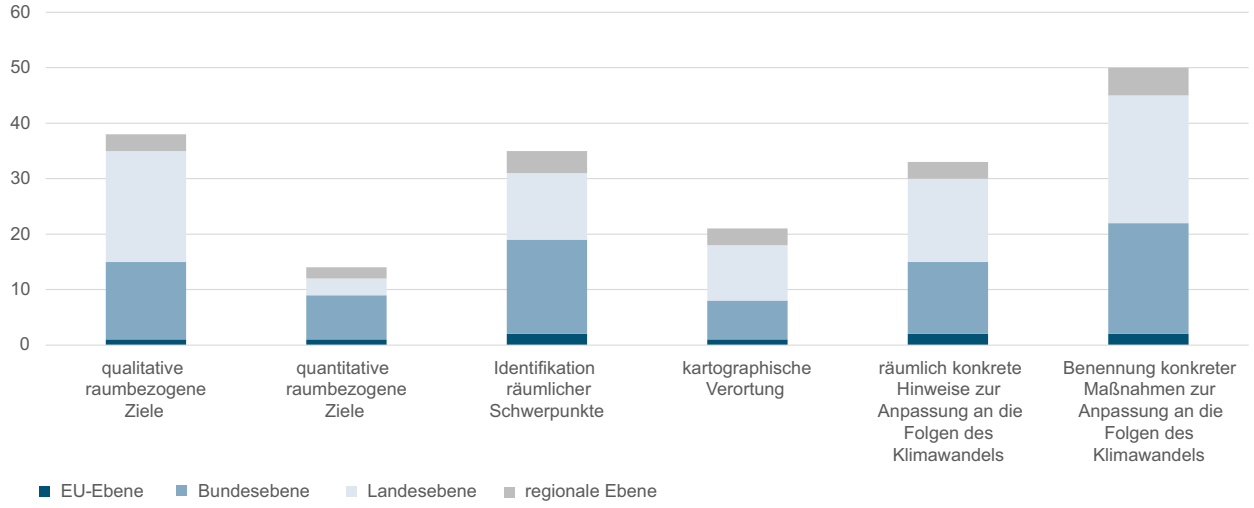
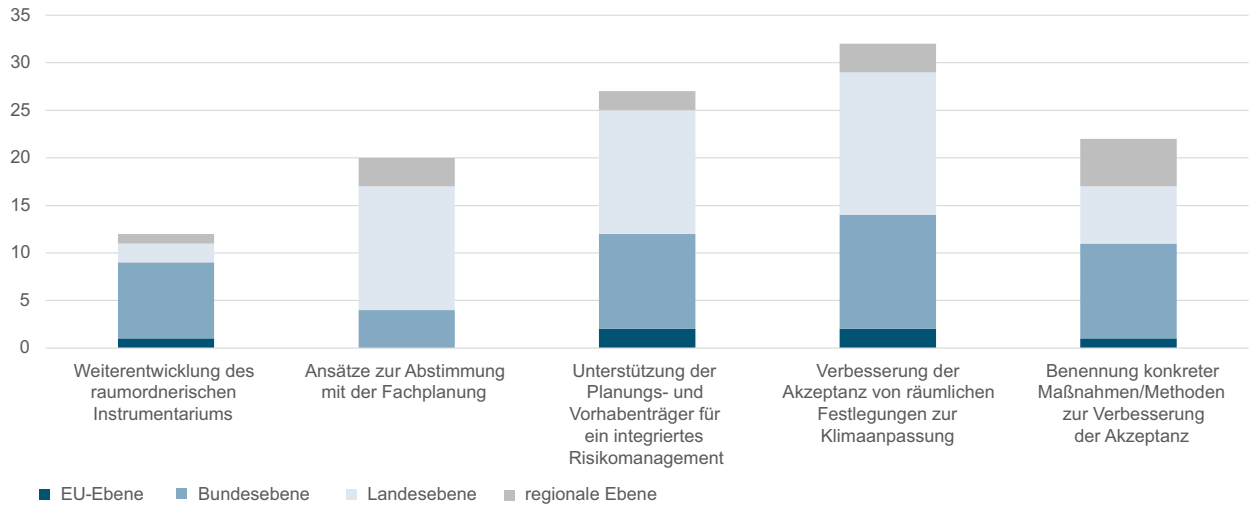



**Abbildung 8: Summe der erfüllten Kriterien „Planungsprozesse und Partizipation“ in der Auswertung von 52 Strategiedokumenten zum Klimawandel (absolute Werte)**

Quelle: eigene Darstellung




europäische und die Bundesebene deutlich hervor, die bei vielen Gesetzgebungsinitiativen zur Anpassung an den Klimawandel eine Vorreiterrolle eingenommen haben. Demgegenüber verwundert es nicht, dass Ansätze zur Abstimmung der räumlichen Gesamtplanung mit der Fachplanung vorwiegend auf den Vollzugsebenen Land und Region einen höheren Erfüllungsgrad verzeichnen. Ansätze zur Unterstützung der Planungs- und Vorhabenträger werden etwa in der Hälfte der Dokumente benannt, konkrete Ansätze zur Steigerung der Akzeptanz in knapp zwei Dritteln der

Dokumente. Bei der Beurteilung des geringeren Erfüllungsgrads bei dieser Kriteriengruppe muss berücksichtigt werden, dass nicht alle Strategien alle Aspekte, die im weitesten Sinne mit den raumordnerischen Leitbildern zusammenhängen, abdecken können beziehungsweise wollen, da sie oft bestimmte Themen fokussieren, andere hingegen bewusst weglassen.

Bei der Benennung konkreter Maßnahmen zeigt sich zwischen den Kriterien „Räumliche Strukturen und Klimawandel" sowie „Planungsprozesse und Partizipation" ein deutlicher Unterschied. Während in der ersten Kriteriengruppe nahezu alle Dokumente konkrete Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels benennen, trifft dies bei den Vorschlägen zu Maßnahmen/Methoden zur Verbesserung der Akzeptanz nur auf weniger als die Hälfte der Dokumente zu. Eine Ausnahme bildet die regionale Ebene, bei der das Kriterium in allen Dokumenten erfüllt ist.

### 3.2.2 Vertiefte Auswertung ausgewählter Strategiedokumente

Für die tiefergehende Analyse und Auswertung im dritten Arbeitsschritt wurden 18 Strategien zum Klimawandel identifiziert, die einerseits raumbezogene Themen aufgreifen und zum anderen eine hohe Anzahl von Fundstellen mit Bezug zu den Leitbildern der Raumentwicklung aufweisen. Strategien, die konkrete Maßnahmen beziehungsweise Beispiele benennen sowie Dokumente jüngeren Datums wurden bei der Auswahl prioritär berücksichtigt.

Die Detailauswertung dieser strategischen Dokumente stellt weder eine Vollerhebung noch ein repräsentatives Ergebnis dar, zeigt jedoch exemplarisch auf, wie die Inhalte der Leitbilder der Raumentwicklung auf Bundes-, Landes- und regionaler Ebene in den politisch-planerischen Prozess Eingang gefunden haben. Die 18 Dokumente sind der nachfolgenden Tabelle 4 zu entnehmen.

**Tabelle 4: 18 Strategiedokumente zum Klimawandel**

Quelle: eigene Darstellung

| Ebene | Perspektive | Name | Autor/Herausgeber | Jahr |
|---|---|---|---|---|
| Bund | retrospektiv | Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage: Sturzregen und Hochwasser – Auswirkungen der Klimakrise in Deutschland | Deutscher Bundestag | 2021 |
| Bund | prospektiv | Nationale Wasserstrategie – Entwurf des Bundesumweltministeriums | BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit | 2021 |
| Bund | prospektiv | Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (Kurzfassung, Teilbericht 6 Integrierte Auswertung, Fachbroschüre Risiken des Klimawandels sowie Abschnitte „Beiträge der Querschnittsfelder zur Anpassungskapazität" innerhalb der anderen Teilberichte) | UBA – Umweltbundesamt | 2021 |
| Bund | retrospektiv | Zweiter Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (APA III) | Die Bundesregierung | 2020 |

| Ebene | Perspektive | Name | Autor/Herausgeber | Jahr |
|---|---|---|---|---|
| Bund | retrospektiv | Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel | UBA – Umweltbundesamt | 2019 |
| Bund | prospektiv | Weißbuch Stadtgrün | BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit | 2017 |
| Bund | prospektiv | Bundeskonzept Grüne Infrastruktur – Fachgutachten | BfN – Bundesamt für Naturschutz | 2017 |
| Bund | prospektiv | Handlungshilfe Klimawandelgerechter Regionalplan | BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur | 2016 |
| Länder | prospektiv | Thüringer Niedrigwasserstrategie – Ergänzungsband zum Landesprogramm Gewässerschutz | TMUEN – Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz | 2022 |
| Länder | prospektiv | Wassersensible Siedlungsentwicklung. Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern | Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz | 2020 |
| Länder | prospektiv | Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT II) | TMUEN – Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz | 2019 |
| Länder | prospektiv | Anpassung an den Klimawandel – Fahrplan für Schleswig-Holstein | MELUND – Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung | 2017 |
| Länder | prospektiv | Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025 | HMUKLV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz | 2017 |
| Länder | prospektiv | Bayerische Klima-Anpassungsstrategie | StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz | 2016 |
| Länder | prospektiv | Klimaschutz Bayern 2020 – Minderung von Treibhausgas-Emissionen<br>Anpassung an den Klimawandel<br>Forschung und Entwicklung | StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit | 2013 |
| Region | prospektiv | Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn – Praxishilfe | Region Köln/Bonn e.V. | 2019 |
| Region | prospektiv | BESTKLIMA - Umsetzung der Regionalen Klima-Anpassungsstrategie im Bergischen Städtedreieck | ISB – Lehrstuhl und Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen University | 2018 |
| Region | prospektiv | Regionales Energie- und Klimakonzept, Teil II – Klimakonzept, Raumentwicklungsstrategie Klimawandel | RPG SWT – Regionale Planungsgemeinschaft Südwestthüringen | 2015 |

### 3.2.3 Ergebnisse der Dokumentenauswertung

In den 18 ausgewerteten Strategien finden sich in erster Linie raumbezogene Ansätze (Maßnahmen, Instrumente usw.) zum Umgang mit dem Klimawandel aus den Handlungsfeldern Wasserknappheit und Hochwasservorsorge in Flussgebieten. Auch klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen werden in fast allen Dokumenten berücksichtigt. Die am häufigsten genannte Maßnahme ist die Entwicklung und Sicherung übergreifender ökologischer Verbundsysteme. Raumbezogene Ansätze zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft werden gleichfalls häufig thematisiert. Die entsprechenden Dokumente benennen überwiegend mehrere Maßnahmen.

Die Handlungsfelder Hochwasservorsorge an der Küste, der Schutz von Berggebieten und Veränderungen in Tourismusregionen werden nur vereinzelt adressiert. Werden diese aufgegriffen, dann zumeist eher, indem der notwendige Handlungsbedarf formuliert wird, als dass konkrete Maßnahmen angesprochen werden. Das Handlungsfeld Fischerei findet keinerlei Erwähnung.

Die Weiterentwicklung von Methoden und Indikatoren zum Umgang mit dem Klimawandel sowie deren Abstimmung mit der Fachplanung tauchen lediglich vereinzelt in den analysierten Dokumenten auf. Diese betonen überwiegend die Relevanz der Abstimmung mit der Fachplanung bei konkreten Maßnahmen. Zur Weiterentwicklung des raumordnerischen Instrumentariums finden sich sehr wenige Aussagen. Ferner ist der überwiegende Teil der Aussagen qualitativer Natur.

### 3.2.4 Ergebnisse der Interviews

Zur Validierung wurden zehn Interviews mit Vertretenden der beauftragenden Institution beziehungsweise des Bearbeitungsteams der Strategien zur Rolle der MKRO-Leitbilder der Raumentwicklung geführt (s. Quellenverzeichnis, Liste Interviews). Der Interviewleitfaden umfasste neben einem einführenden Fragenblock zur Genese und Erarbeitung des jeweiligen Dokuments auch Fragen zu den Leitbildern und zu Synergien und Konflikten zwischen und innerhalb der Leitbilder.

#### Fragenblock 1 – Planerstellung

Für die Erstellung einiger Dokumente waren sich ändernde Rahmenbedingungen ausschlaggebend, beispielsweise die Mitteilung der Europäischen Union (EU) zur Grünen Infrastruktur 2013 für das „Bundeskonzept Grüne Infrastruktur“ oder eine entsprechende Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)-Förderung für die „Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn“. Viele Dokumente wurden allerdings ohne konkreten externen Impuls erstellt, etwa aufgrund der Aktualität des Themas, zur Sensibilisierung für das Thema oder zur ergänzenden Vorbereitung formaler Planwerke, so das „Regionale Energie- und Klimakonzept Südwestthüringen“. Viele Interviewte betonen außerdem, dass bei der Erstellung des jeweiligen Dokuments eine umfangreiche Beteiligung stattgefunden habe, häufig im Rahmen von Arbeitsgruppen oder Workshops.

#### Fragenblock 2 – Leitbilder der Raumentwicklung

Dem überwiegenden Teil der Interviewten sind die Leitbilder der Raumentwicklung grundsätzlich bekannt. Nur wenige haben sich jedoch detailliert mit den Inhalten

auseinandergesetzt. Das liege daran, dass die Leitbilder von ihrem Charakter her keine tägliche Arbeitsgrundlage bilden und eher in die Planung einfließen, weil ihre Inhalte im planungsrechtlichen Kontext und politischen Diskurs angekommen seien. Ein typisches Vorgehen sei es, sich im Moment des Erscheinens mit den Leitbildern zu beschäftigen und erst dann wieder darauf zurückzugreifen, wenn strategische Überlegungen zu bestimmten Themenbereichen notwendig seien. Bei der Erarbeitung der Strategie „BESTKLIMA" und dem „Bundeskonzept Grüne Infrastruktur" habe man sich bei der Erarbeitung explizit auf die Leitbilder bezogen. Häufig seien Inhalte der Leitbilder jedoch indirekt über andere Dokumente eingeflossen, beispielsweise über die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel". Einige der Vertretenden der beauftragenden Institution beziehungsweise der Bearbeitungsteams weisen darauf hin, dass der räumliche Konkretisierungsgrad der Leitbilder in vielen Fällen zu gering sei, als dass die Handlungsziele und Karten einen konkreten Beitrag für die jeweilige Arbeit leisten können. Zwar seien für das „Bundeskonzept Grüne Infrastruktur" immerhin die programmatischen Aussagen aus den Leitbildern zugrunde gelegt worden, insgesamt seien die Leitbilder jedoch eher das „Hintergrundrauschen", welches das Bewusstsein für die Thematik schärfe.

Bezüglich der Einschätzung zur Rolle und Wirkung der Leitbilder gibt der überwiegende Teil der Interviewten an, dass die Leitbilder auf programmatischer Ebene einen groben Orientierungsrahmen für die Raumordnung auf Länderebene bilden und in Ansätzen auch für die Regionalplanung. Dort entfalte sich auch die stärkste Wirkung. Die Relevanz liege vor allem in der Setzung von Schwerpunkten für die nachgeordneten Planungsebenen – die Inhalte der Leitbilder sickerten durch andere Dokumente und Vorschriften indirekt bis auf die kommunale Ebene durch. Besondere Relevanz entfalten die Leitbilder außerdem für argumentative Prozesse, zum Beispiel zur Rechtfertigung eines neuen Forschungsprojekts oder zur Begründung von Inhalten eines Regionalplans. Für die kommunale Ebene seien die Leitbilder allerdings nicht konkret genug. Außerdem gebe es auf dieser Ebene bereits eine Fülle von Planungsvorschriften, die einzuhalten seien, sodass im Planungsalltag nicht auch noch die Leitbilder Berücksichtigung finden können, insbesondere vor dem Hintergrund der Planungsbeschleunigung. Die Leitbilder seien aber dazu geeignet, eine thematische Diskussion anzustoßen.

Die Bedeutung der Leitbilder wird überwiegend auf der politischen Ebene verortet, insbesondere durch ihre Funktion zur Initiierung eines Diskurses sowie zur Stärkung des Bewusstseins für die entsprechenden Themen, auch im Hinblick auf die nachgeordneten Fachpolitiken. Einige der Interviewten geben zu bedenken, dass besonders aktuelle Themenfelder – beispielsweise die Energiewende oder aktuelle Krisenereignisse – stärker impulsgebend sein könnten. Die Leitbilder sollten aktuelle Ereignisse unmittelbarer aufgreifen.

Zur Steigerung der Relevanz der Leitbilder der Raumentwicklung in regionalen und lokalen Prozessen wurden weitere Vorschläge gemacht. Dabei wird eine Erhöhung des Konkretisierungsgrades ambivalent bewertet: Einerseits könne sich dadurch die Bedeutung für nachgeordnete Planungsebenen verbessern, andererseits dürften die Leitbilder nicht zu konkret sein, um nicht als faktische Bundesraumordnungsplanung ausgelegt zu werden. Fraglich sei auch, ob es überhaupt nötig sei, dass sich die Leitbilder direkt in regionalen Prozessen niederschlagen, da sie in erster Linie auf die Bundes-, Landes- und die politisch-stratregische Ebene ausgerichtet seien. Allerdings bestehe auf regionaler Ebene durchaus ein Bedarf an mehr Orientierung und Hilfestellung; dafür seien die Leitbilder aktuell allerdings nicht konkret genug. Um die Leitbilder für die Regionalplanung relevanter zu machen,

wird vorgeschlagen, die Institutionen der Regionalplanung in den Erstellungsprozess miteinzubeziehen. Dies könne beispielsweise im Rahmen von Regionalkonferenzen geschehen, was allerdings den Erarbeitungsprozess enorm verkomplizieren würde. Eine Alternative sei es, die Leitbildkarten um regions- oder landschaftsspezifische Raumbilder zu ergänzen und sie nicht für den bundesweiten Raum zu erarbeiten, sondern für Handlungsräume mit vergleichbaren Problemen. Dies erlaube eine gewisse Konkretisierung der Leitbilder, ohne einer Bundesraumordnungsplanung gleichzukommen.

Darüber hinaus wird die Definition konkreter raumbezogener Ziele sowie die Ausarbeitung von Synergien zwischen den einzelnen Planungsthemen vorgeschlagen. Eine klare Regelung der Übersetzung von der Bundes- über die Landes- auf die Regionsebene könne außerdem hilfreich sein, die Maßstabsebenen effizienter zu durchdringen.

### Fragenblock 3 – Synergien und Konflikte

Bei Betrachtung des Themas Klimawandel sei zu beachten, dass Klimaschutz und Klimaanpassung zwei Seiten derselben Medaille seien und dementsprechend gemeinsam betrachtet werden müssen. Beide Handlungsbereiche gemeinsam zu betrachten und zu kommunizieren, könne der Argumentation für Klimaschutz und Klimaanpassung größeres Gewicht verleihen und Maßnahmen können sinnvoll kombiniert werden. Aktuell würden Klimaschutz und -anpassung allerdings noch zu oft getrennt voneinander bearbeitet werden, was daran liegen könne, dass Klimaanpassung eher ein räumliches, Klimaschutz eher ein technisches Thema sei. Ansätze ergäben sich im Bereich der energetischen Stadtsanierung. So versucht das KfW-Programm 432 die Kombination von Klimaschutz im Gebäudesektor auf Quartiersebene mit Klimawandelmaßnahmen zu verknüpfen. Als Synergien benennen die Interviewten beispielsweise Synergien zwischen naturbasierten Ansätzen – die Erhaltung von Mooren, Wiedervernässungsaktivitäten, die Stärkung des Wasserhaushalts und den Aufbau resilienter Wälder im Kontext der Kohlenstoffbindung sowie des Rückhalts von Niederschlagswasser. Zudem bestehen auch Synergien mit technischen Lösungen, beispielsweise Solarpaneele, die auch zur Beschattung von Parkplätzen genutzt werden können, oder Freiflächensolaranlagen, unter denen ökologisch beweidet werden könne.

Angeführte Konflikte zwischen dem Leitbildthema Klimawandel (Klimaanpassung und Klimaschutz) und anderen Leitbildthemen sind beispielsweise Flächenkonflikte zwischen dem Ausbau der erneuerbaren Energien und den Zielen der Flächensparsamkeit, des Naturschutzes und der Erhaltung der Kulturlandschaften. So fragmentierten Freiflächensolaranlagen zusammenhängende Freiraumverbünde. Das Ziel des Flächensparens stehe im Konflikt mit dem Ziel der klimawandelgerechten Stadt: Siedlungsrückzug als Hochwasserschutzmaßnahme verursache einen enormen $CO_2$-Ausstoß durch erhebliche Neubauvorhaben und nichteinheimische Baumarten als Lösung für die Kohlenstoffbindung könnten einheimische Pflanzen verdrängen und das Ökosystem gefährden. Im Konfliktfall seien Grundsatzentscheidungen nicht zielführend, sondern es seien lokale Konzepte vonnöten.

## Drei zentrale Thesen

### These 1: Die Leitbilder sind inhaltlich bekannt, fließen aber überwiegend indirekt in die Planungspraxis sowie die Erstellung von Strategien ein.

Die Inhalte der Leitbilder sind im planungsrechtlichen Kontext sowie im politischen Diskurs angekommen. Sie fließen indirekt in Planungen und Dokumente ein, beispielsweise über die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, über Ziele der Klimaanpassung, plangesetzliche Vorschriften oder über den allgemein initiierten thematischen Diskurs. Konkreter Bezug auf die Leitbilder wird jedoch kaum genommen, am wenigsten auf der kommunalen Planungsebene. Die Leitbilder zur Gestaltung von Klimawandel und Energiewende können zwar einen Rahmen für das Handeln bilden, werden jedoch vereinzelt als „Hintergrundrauschen" verstanden, welches das politische und fachliche Bewusstsein für Klimaschutz und Klimaanpassung schärft.

### These 2: Die Leitbilder werden überwiegend positiv wahrgenommen, besonders im Rahmen politischer und argumentativer Prozesse.

Aufgrund des geringen Konkretisierungsgrads entfalten die Leitbilder ihre Wirkung weniger auf der praktischen und stattdessen mehr auf der politischen und argumentativen Ebene: Sie können neue Impulse geben, Diskussionen anstoßen und das Bewusstsein für die Themen und Herausforderungen schärfen. Darüber hinaus können sie zur Begründung von Planinhalten oder Forschungsthemen herangezogen werden.

### These 3: Durch Konkretisierungen und Aktualisierungen kann die Relevanz der Leitbilder erhöht werden.

Durch Konkretisierungen und thematisch-fachliche Aktualisierungen kann die Relevanz der Leitbilder, insbesondere auf regionaler und lokaler Ebene, erhöht werden – allerdings darf ein inhaltlich und räumlich konkreterer Satz an Leitbildern nicht einer Bundesraumordnungsplanung gleichkommen. Denkbar ist es auch, konkretere Leitbilder für Handlungsräume mit jeweils ähnlichen Problemen aufzustellen, möglicherweise ergänzt um Leitbildkarten mit regions- oder landschaftsraumspezifischen Raumbildern.

## 3.3 Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern

### 3.3.1 Quantitative Auswertung relevanter Strategiedokumente

Die im zweiten Arbeitsschritt vorgenommene themenbezogene quantitative Auswertung der 74 Strategiedokumente zur Energiewende ist nachfolgend dargestellt. Die Dokumente wurden auf Basis von Kriterien zu den Teilbereichen „Räumliche Strukturen und Energiewende“ sowie „Planungsprozesse und Partizipation“ in Abbildung 9 und 10 ausgewertet. Dort ist zu erkennen, dass qualitative raumbezogene Ziele am häufigsten konkretisiert werden. Auch quantitative raumbezogene Ziele und die Identifikation räumlicher Schwerpunkte finden sich in einem Großteil der Dokumente wieder.

Während qualitative und quantitative raumbezogene Ziele sowie räumliche Schwerpunkte auf Bundes- und Landesebene noch in einer wesentlichen Zahl der Dokumente zu finden sind, finden sich kartographisch verortete Zielsetzungen sowie die konkret auf Leitbild 4.2 zurückzuführenden Aussagen in einem geringeren Anteil der analysierten Dokumente. Insbesondere auf Landesebene fällt auf, dass diese Kriterien in nur wenigen Dokumenten erfüllt werden. Umgekehrt verhält es sich im Hinblick auf die Benennung konkreter Maßnahmen oder Technologien sowie die Beschreibung innovativer Beispielmaßnahmen. Hier lassen sich auf der Landesebene deutlich mehr Beispiele in den Dokumenten finden als auf Ebene des Bundes. Auf der Regionalebene sind sechs der acht Kriterien in rund der Hälfte der analysierten Dokumente zu finden. Lediglich die Kriterien „Übertragungsnetzkorridore“ und „Schwerpunkträume konventionelle Energien“ werden nur in jeweils einem Dokument der regionalen Ebene adressiert.

Hinsichtlich der prozessbezogenen Analysekriterien zeigt sich anhand von Abbildung 10, dass die im MKRO-Leitbild 4.2 „Ausbau der erneuerbaren Energien und Netze steuern“ beschriebenen Handlungsempfehlungen tendenziell stärker in den Dokumenten der Landesebene wiederzufinden sind als auf Bundesebene. Insbesondere eine überörtlich abgestimmte Windenergieplanung (zehn Nennungen) sowie regionale Energiekonzepte als Maßnahmen sind in den Dokumenten auf Landesebene häufig zu finden. Auch Beispielmaßnahmen werden in einigen Dokumenten der Landesebene beschrieben. In den Dokumenten auf Bundesebene werden die prozessbezogenen Kriterien hingegen kaum aufgegriffen. Auf Regionalebene variiert es hier wieder stark je nach Analysekriterium. Partizipationsverfahren sowie die Weiterentwicklung von Eignungs- und/oder Widerstandsanalysen treten kaum bis gar nicht in den regionalen Dokumenten auf. Die anderen Kriterien werden jeweils in etwa einem Drittel der ausgewerteten Dokumente genannt. Eine Ausnahme bilden die regionalen Energiekonzepte, die bei mehr als der Hälfte der Dokumente auf Regionalebene als Instrument benannt sind.

**Abbildung 9: Summe der erfüllten Kriterien „Räumliche Strukturen und Energiewende“ in der Auswertung von 74 Strategiedokumenten zur Energiewende (absolute Werte)**

Quelle: eigene Darstellung

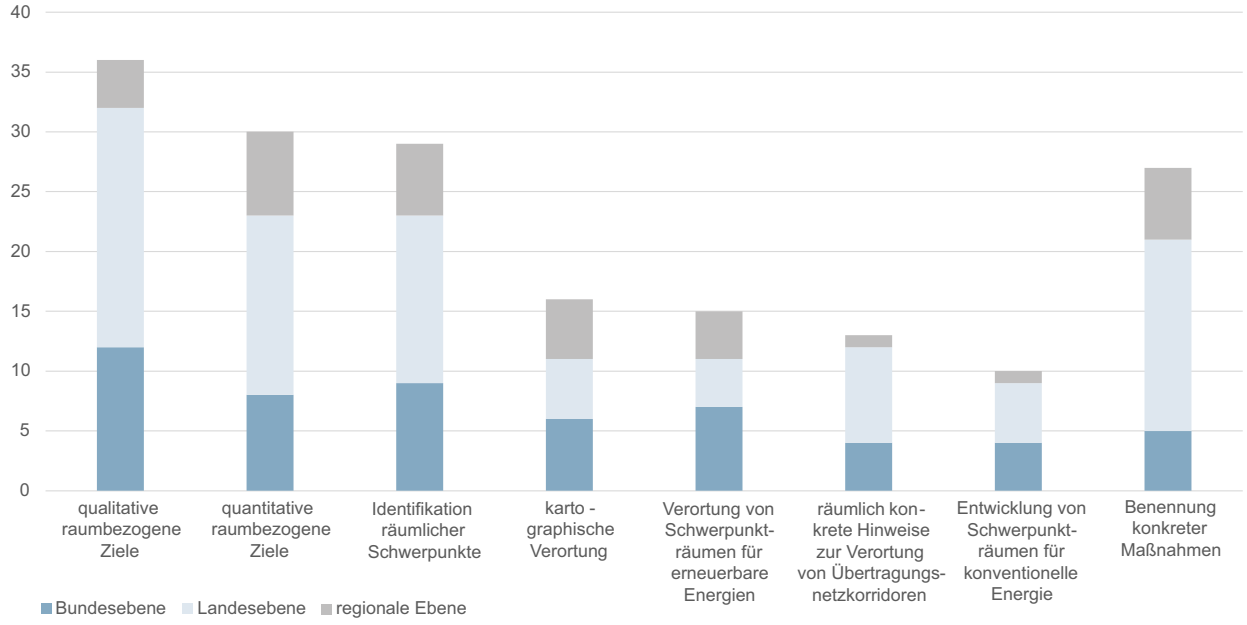
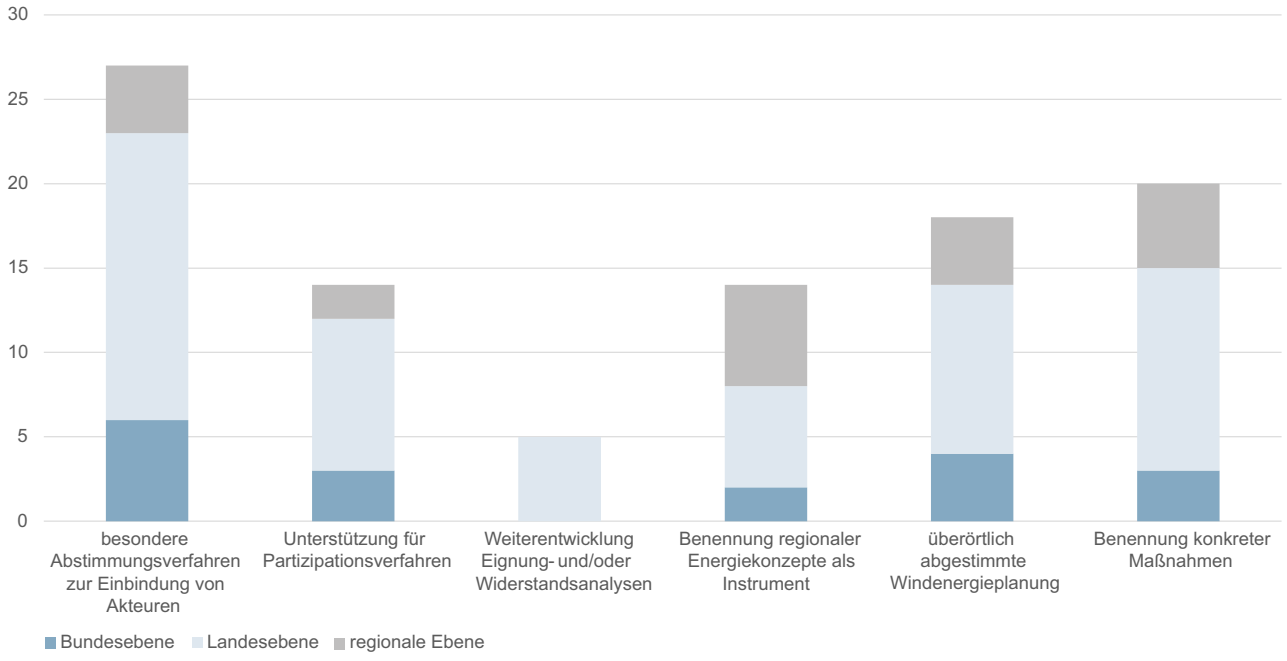



**Abbildung 10: Summe der erfüllten Kriterien „Planungsprozesse und Partizipation“ in der Auswertung von 74 Strategiedokumenten zur Energiewende (absolute Werte)**

Quelle: eigene Darstellung



### 3.3.2 Vertiefte Auswertung ausgewählter Strategiedokumente

Für die tiefergehende Analyse und Auswertung beim Sachstand formeller und informeller Konzepte der Handlungsansätze zur Energiewende wurden elf Dokumente identifiziert, die eine erhöhte Zahl an Verweisen auf die Leitbilder der Raumentwicklung aufweisen. Strategien, die konkrete Maßnahmen beziehungsweise Beispiele benennen sowie Dokumente jüngeren Datums wurden bei der Auswahl prioritär berücksichtigt.

Auch hier stellt die Detailauswertung dieser strategischen Dokumente weder eine Vollerhebung noch ein repräsentatives Ergebnis dar, sondern zeigt exemplarisch auf, wie die Inhalte der Leitbilder der Raumentwicklung auf Bundes-, Landes- und regionaler Ebene in den politisch-planerischen Prozess Eingang gefunden haben. Die elf ausgewählten Dokumente sind der untenstehenden Tabelle 5 zu entnehmen.

**Tabelle 5: Elf Strategiedokumente zur Energiewende**

Quelle: eigene Darstellung

| Ebene | Perspektive | Name | Autor / Herausgeber | Jahr |
|---|---|---|---|---|
| Bund | prospektiv | Nationale Moorschutzstrategie | BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz | 2022 |
| Bund | retrospektiv | Monitoringbericht 2021 | BNetzA – Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt | 2022 |
| Bund | retrospektiv | Stellungnahme zum 8. Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“ | Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ | 2021 |
| Bund | prospektiv | Die Energie der Zukunft | BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie | 2021 |
| Bund | prospektiv | Konkretisierung von Ansatzpunkten einer naturverträglichen Ausgestaltung der Energiewende, mit Blick auf strategische Stellschrauben „Naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende“ (EE100-konkret) | BfN – Bundesamt für Naturschutz | 2021 |
| Bund | retrospektiv | Bericht des Bund-Länder-Kooperationsausschusses zum Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie zu Flächen, Planungen und Genehmigungen für die Windenergienutzung an Land | Bund-Länder-Kooperationsausschuss | 2021 |
| Land | prospektiv | Energiestrategie 2040 des Landes Brandenburg – Konsultationsfassung | Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg | 2022 |
| Land | retrospektiv | Energiewendebericht 2020 | Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz | 2021 |

| Ebene | Perspektive | Name | Autor / Herausgeber | Jahr |
|---|---|---|---|---|
| Land | prospektiv | Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern 2019 | Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern | 2020 |
| Region | prospektiv | Regionales Energiekonzept Südostoberbayern | Regionaler Planungsverband Südostoberbayern | 2019 |
| Region | prospektiv | Endbericht zum Regionalen Energiekonzept Uckermark-Barnim | Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim | 2013 |

### 3.3.3 Ergebnisse der Dokumentenauswertung

Die Dokumentenauswertung hat gezeigt, dass 70 % der Fundstellen konkrete Handlungsansätze und vorgesehene Maßnahmen enthalten. Mit 59 Fundstellen wurde der Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze besonders häufig genannt. Das Handlungsfeld zur Unterstützung von Partizipationsmöglichkeiten und Teilhabe für die Bürgerinnen und Bürger zur Erhöhung der Akzeptanz für den Ausbau der erneuerbaren Energien wird am häufigsten genannt, danach folgen die Handlungsfelder der Sicherung der Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie die Sicherung raumverträglicher Gebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

Außerdem werden energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen thematisiert; dabei weisen die Fundstellen entweder konkrete Handlungsansätze oder vorgesehene Maßnahmen beziehungsweise eine Bewertung stattgefundener Maßnahmen auf. Ebenso häufig wird die Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale thematisiert, hier sind darunter jedoch nur konkrete Handlungsansätze oder vorgesehene Maßnahmen zu finden. Lediglich ein Dokument enthielt kartographische Darstellungen.

### 3.3.4 Ergebnisse der Interviews

Zur Rückkopplung der Ergebnisse wurden drei Interviews mit Vertretenden der beauftragenden Institution beziehungsweise der Bearbeitungsteams der Strategien geführt, um die Rolle der MKRO-Leitbilder bei der Erstellung der Strategiedokumente zu erörtern (s. Quellenverzeichnis, Liste Interviews). Auch hier umfasste der Interviewleitfaden neben einem einführenden Fragenblock zur Genese und Erarbeitung des jeweiligen Dokuments auch Fragen zu den Leitbildern und zu Synergien und Konflikten zwischen und innerhalb der Leitbilder.

#### Fragenblock 1: Planerstellung

Für die Planerstellung berichteten die Interviewten von der Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Strategieerstellung, die deutlich in Art und Umfang variiert. Die „Nationale Moorschutzstrategie“ wurde mit einer groß angelegten Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. Von den zahlreichen Einsendungen wurden jedoch nur 5 % bis 10 % der schriftlichen Rückmeldungen als „wirklich hilfreich und konstruktiv“ eingeschätzt; außerdem führe diese Vorgehensweise zu einem „Overflow“

an Abstimmungssträngen. Das Regionale Energiekonzept Südostoberbayern wurde hingegen ohne größere Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. Hierbei handelte es sich lediglich um eine Grundlagenarbeit und Ist-Energie-Analyse. Die Zusammenarbeit bei der Erstellung der Strategien wurde als überwiegend gut und kooperativ eingeschätzt, allerdings gab es durchaus auch Konflikte zwischen verschiedenen Ministerien. Erschwert und verlängert wurden die Prozesse durch Gesetze und Gesetzesänderungen, wie die 10-h-Regelung für Windenergieanlagen in Bayern, die Erneuerung des EEG 2023, das Windenergiebedarfsgesetz und das Brandenburgische Windenergieanlagen-Abstandsgesetz.

### Fragenblock 2: Leitbilder der Raumentwicklung

Die Leitbilder der Raumentwicklung sind den Interviewten in den Grundzügen bekannt. Die Leitbilder wurden in den Dokumenten zumeist zwar oftmals angesprochen, aber nicht vertiefend betrachtet. Als Grund hierfür wurde in erster Linie die Aktualität der Themen im Kontext der Energiewende benannt. Die praktische und politische Relevanz der Leitbilder wurde als nicht sehr hoch eingestuft.

Allerdings gaben die Interviewten an, dass die Leitbilder auf indirekte Weise eine starke Rolle gespielt haben: Der grundsätzliche Problemaufriss und die gesellschaftlichen Zielsetzungen werden als wichtiger eingestuft als ein räumliches Leitbild. Dennoch waren die Interviewten der Meinung, dass die raumordnerischen Leitbilder und die Auswirkungen auf die Schwerpunkträume konkreter definiert werden müssen.

Zur Erhöhung der Relevanz der Leitbilder in regionalen und lokalen Prozessen wurden verschiedene Vorschläge gemacht. Es wurde angeregt, dass die Verantwortung zur Steuerung der Energiewende maßgeblich auf den nachgeordneten Planungsebenen lokalisiert sein solle, da hier Vorortkenntnisse vorhanden seien. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Mentalitäten der Bevölkerung müssen begleitende Kommunikationsmaßnahmen in den verschiedenen Bundesländern unterschiedlich ausgestaltet werden. Außerdem bestehe kein weiterer Bedarf an Leitfäden und Handlungsempfehlungen, sondern an klaren $CO_2$-Grenzen. Die konkrete Umsetzung solle der regionalen und lokalen Ebene selbst überlassen bleiben. Des Weiteren seien die Zuständigkeiten der verschiedenen Ebenen (Bundes-, Landes-, Kommunalebene) schwer zu überblicken und sollen daher übersichtlich dargestellt werden.

Die Relevanz der entwickelten Strategien wird durch die Interviewten als hoch eingestuft, auf lokaler Ebene gebe es viele Interessierte. Bereits der Prozess sei wichtig für die Umsetzung, noch bevor die Strategie überhaupt veröffentlicht werde, da zu diesem Zeitpunkt bereits der gesellschaftliche Diskurs angestoßen werde. Dies sei auch in den Medien wahrnehmbar. Die (fach-) öffentliche Aufmerksamkeit sei im Erstellungsprozess am höchsten. Die Strategien haben vor allem Bedeutung für die öffentlichen Institutionen. Allerdings fehle oftmals das „Herunterbrechen", das heißt, es werden nur Voraussetzungen geschaffen, jedoch noch keine konkreten Umsetzungswege aufgezeigt. Brandenburg beispielsweise plane als Folge der Energiestrategie einen Maßnahmenkatalog zur Umsetzung.

### Fragenbock 3: Synergien und Konflikte

Zwischen Klimaanpassung und Klimaschutz sehen die Interviewten sowohl Synergien als auch Konflikte. Allerdings habe gerade der Ausbau der erneuerbaren Energien zum Ziel, dass weniger in Klimaanpassung investiert werden müsse. Synergien ergeben sich insbesondere beim Schutz der Moore als $CO_2$-Senken, da Moore selbst im vernässten Zustand das Wasser gut speichern und dadurch in Trockenzeiten abgeben können. So können Moore als wichtiger Baustein des Landschaftswasserhaushaltes angesehen werden. Der Ausbau grün-blauer Infrastrukturen in Städten wird in erster Linie als Maßnahme zur Klimaanpassung, weniger als Maßnahme zur $CO_2$-Einsparung gewertet.

Angesprochene Konflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung sind beispielsweise Flächenkonflikte im Hinblick auf den Moorschutz in Bezug auf den Ausbau erneuerbarer Energien oder die Tierhaltung, da hier auf die Wiedervernässungsfähigkeit der Böden geachtet werden müsse. Klimaanpassungsmaßnahmen suggerieren der Bevölkerung außerdem, dass die Situation unter Kontrolle sei; dabei würden die Auswirkungen jedoch nur abgemildert und die verheerenden Effekte des Klimawandels ausgeblendet werden.

### Drei zentrale Thesen

These 1: Die Leitbilder sind in den Grundzügen bekannt, haben bei der Erstellung der Strategie allerdings keine grundlegende Rolle gespielt.

Die Leitbilder und ihre grundlegenden Aussagen sind in den Grundzügen bekannt, werden jedoch weder explizit beachtet noch angesprochen. Die Leitbilder werden im Wesentlichen mit aufgenommen und betrachtet, allerdings sind sie veraltet und werden deswegen nicht als Basis verwendet.

These 2: Die Leitbilder müssen konkretisiert und überarbeitet werden.

Die derzeitige Formulierung der Leitbilder ist dadurch, dass sie für möglichst viele Szenarien anwendbar sein müssen, sehr unkonkret und weit gefasst. Des Weiteren haben sie unterschiedliche Auswirkungen auf die einzelnen Ebenen, sodass sie nicht direkt auf die Situation übertragbar sind. Auch der Begriff der Schwerpunkträume sorgt bei den Expertinnen und Experten für Fragen und wirft die Problematik auf, dass Schwerpunkträume zur heutigen Zeit und dem angestrebten schnellstmöglichen Ausbau von erneuerbaren Energien so nicht mehr in der Praxis umsetzbar sind.

These 3: Die Erstellung einer Strategie sorgt noch nicht für ihre Umsetzung, aber diese hat höchste Priorität.

Mit diversen Strategien zu den vielfältigsten Themen sind die Voraussetzungen geschaffen, um die Umsetzung voranzubringen. Im Fokus muss genau diese Umsetzung stehen. Dafür müssen unter anderem Genehmigungsverfahren verkürzt und bürokratische Hürden aus dem Weg geräumt werden.

## 3.4 Fazit zu Kapitel 3

- Zusammengefasst kann für das **Leitbild 4.1 „Klimawandel“** festgestellt werden, dass sich in den 18 ausgewerteten Strategien am häufigsten raumbezogene Ansätze (Maßnahmen, Instrumente) zum Umgang mit dem Klimawandel aus den Handlungsfeldern Wasserknappheit und Hochwasservorsorge in Flussgebieten finden. Auch klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen werden in fast allen Dokumenten berücksichtigt. Die am häufigsten genannte Maßnahme ist die Entwicklung und Sicherung übergreifender ökologischer Verbundsysteme.

- Zur **Rolle der Leitbilder** der Raumentwicklung ist aus Perspektive der Strategie erarbeitenden Akteure festzuhalten, dass sie zwar inhaltlich zumeist bekannt sind, aber überwiegend indirekt in die Planungspraxis sowie die Erstellung von Strategien einfließen. Aufgrund des geringen Konkretisierungsgrads entfalten die Leitbilder ihre Wirkung daher weniger auf der praktischen und stattdessen mehr auf der politischen und argumentativen Ebene: Sie können neue Impulse geben, Diskussionen anstoßen und das Bewusstsein für (neue) Themen schärfen. Darüber hinaus eignen sie sich zur Begründung von Planungen oder Forschungsthemen. Die Leitbilder werden im Rahmen politischer und argumentativer Prozesse dementsprechend positiv wahrgenommen. Und schließlich wird die Einschätzung geteilt, dass die Relevanz der Leitbilder durch stellenweise Konkretisierungen und Aktualisierungen erhöht werden kann.

- Für das **Leitbild 4.2 „Energiewende“** ist festzuhalten, dass auf der einen Seite über 70 % der Fundstellen in den Dokumenten konkrete Handlungsansätze und vorgesehene Maßnahmen enthalten. Anderseits jedoch fehlen Aussagen zur räumlichen Planung des Ausbaus von erneuerbaren Energien; der Fokus liegt eher auf den Bereichen technische Umsetzung, Wirtschaftlichkeit und vorhandene Potenziale. Das Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“ wird in zehn von elf Dokumenten mehrfach thematisiert. Dabei sind Partizipation und Erhöhung der Akzeptanz die am häufigsten genannten Maßnahmen. Die Sicherung der Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien und die Sicherung raumverträglicher Gebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden in den Dokumenten am zweithäufigsten thematisiert.

- Aus den Ergebnissen lässt sich tendenziell schließen, dass die MKRO-Entschließungen im Hinblick auf die Gestaltung der Energiewende **eher grundsätzlich und programmatisch** Eingang in nahezu alle untersuchten Dokumente beziehungsweise Programme gefunden haben. Insofern bleibt weitestgehend ungeklärt, ob die Fundstellen auf einem bewussten Aufgreifen der Inhalte der MKRO-Entschließungen beruhen oder eher aus einer allgemein gesteigerten gesamtgesellschaftlichen Themenrelevanz entstanden sind. Auf Letzteres deuten einige Aussagen aus den durchgeführten Interviews hin. Weiterhin lässt sich feststellen, dass die untersuchten Entschließungen weitestgehend **ohne konkreten Raumbezug** in den Dokumenten aufgegriffen wurden. Es finden sich vorwiegend allgemeine Zielvorstellungen oder – sofern die Zielvorstellungen konkretisiert werden – primär ingenieurtechnische Ziele, die Ausbauziele im Energiesystem fokussieren. Planerisch konkrete Zielsetzungen (z. B. Flächenkennwerte, konkrete Verortungen, Zielwerte zu Planungsverfahren) sind in den analysierten Strategiedokumenten jedoch weitestgehend nicht zu finden.

- Insofern ist es in den analysierten Schlüsseldokumenten vielfach gelungen, die MKRO-Zielsetzungen aufzugreifen. Derartige Strategiedokumente hätten jedoch darüber hinaus das Potenzial, die MKRO-Zielsetzungen für die Raumplnaung auf den verschiedenen Planungsebenen **praxisnah zu konkretisieren**.

# 4

# Umsetzung des Leitbilds 4 in Raumordnungsplänen

Um den Umsetzungsstand des Leitbilds „Klimawandel und Energiewende gestalten“ in der Raumordnung zu erfassen, erfolgte eine Vollauswertung der Raumordnungspläne auf regionaler und auf Landesebene. Als Vorbereitung diente ein Auswertungsraster, das die Handlungsfelder des Leitbilds und wesentliche Aspekte umfasste. Auf dieser Basis wurde eine quantitative Analyse der Regional- und Teilpläne, Entwürfe und Teilfortschreibungen sowie der Landesentwicklungspläne durchführt. Diese bezieht sich in erster Linie auf den Umfang der Berücksichtigung des Themas in den Festlegungen der Raumordnungspläne. Zudem wurde die Frage gestellt, in welchem Zeitraum die einzelnen Aspekte Einzug in die Pläne gehalten haben. In einem weiteren Schritt wurden Raumordnungspläne mit weitreichenden Festlegungen in den Bereichen Klimaanpassung und Klimaschutz identifiziert. Nachfolgend werden die Befunde dargestellt und interpretiert.

## 4.1 Auswertung regionaler Raumordnungspläne

### 4.1.1 Methodischer Ansatz

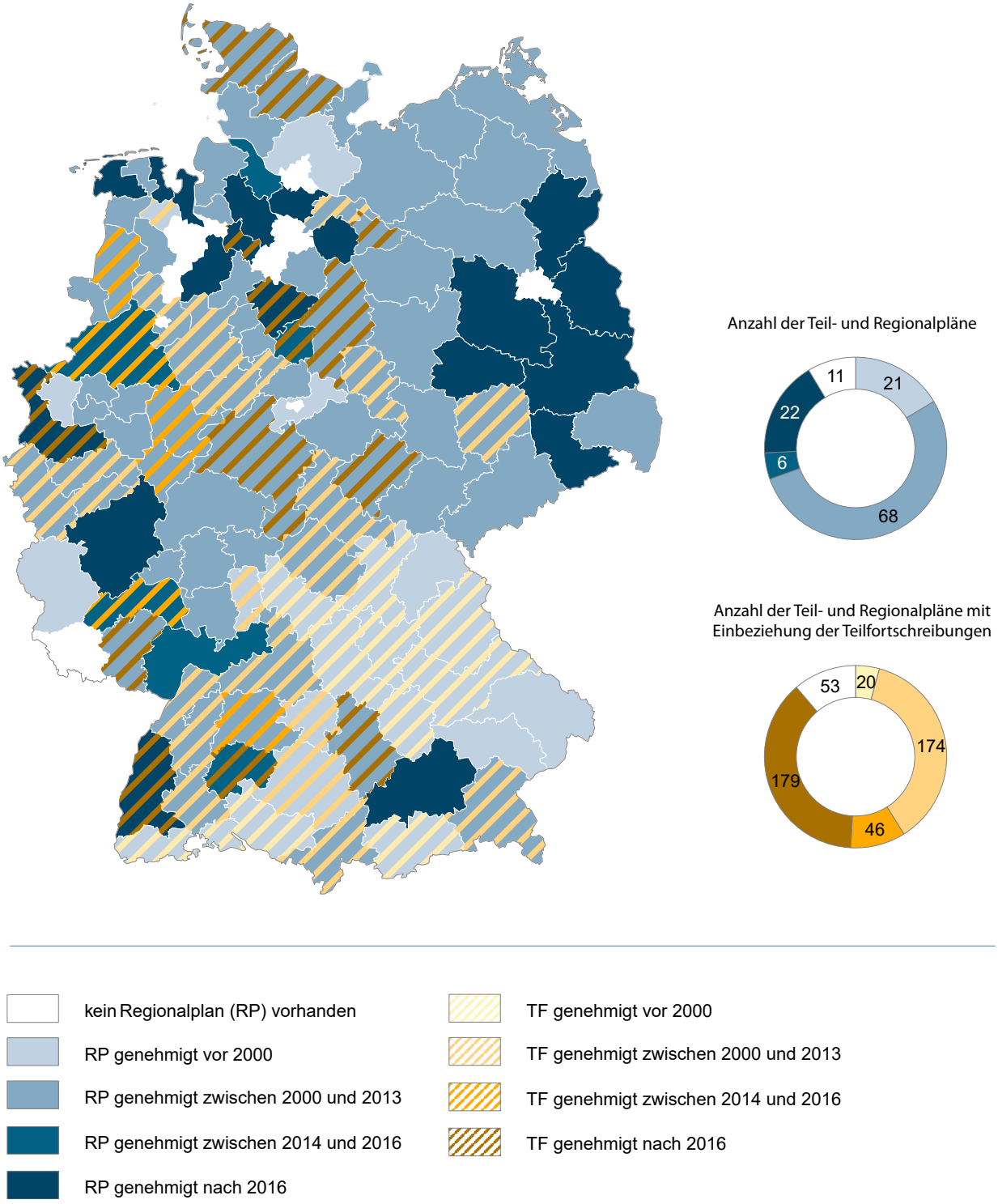
In die Auswertung wurden 129 Regional- und Teilpläne, 65 Entwürfe und 56 Teilfortschreibungen einbezogen (s. Abb. 11). Dazu ist anzumerken, dass es 106 Planungsregionen und in Nordrhein-Westfalen zudem Regionalpläne für Teilabschnitte der Planungsregionen gibt. In Südhessen ist das Plangebiet räumlich dreigeteilt. Es wurden alle rechtskräftigen Pläne bis 31. Dezember 2021 berücksichtigt.

Der Großteil der gültigen Regionalpläne ist nach der Jahrtausendwende und vor der MKRO-Entschließung zu Raumordnung und Klimawandel im Jahr 2013 in Kraft getreten. Nach der Veröffentlichung der Leitbilder der Raumordnung im Jahr 2016 kamen noch 22 Regionalpläne hinzu (17 %). Ein Großteil der Teilfortschreibungen wurde entweder nach 2016 (38 %) oder zwischen 2000 und 2013 (37 %) rechtskräftig. Die ältesten Pläne sind in Bayern zu finden, dies gilt auch für Teilfortschreibungen. In Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen liegen eher aktuellere Teilfortschreibungen vor.

Die Auswertung erfolgte zum einen quantitativ auf Basis eines Auswertungsrasters und entsprechender Suchbegriffe, zum anderen qualitativ im Sinne einer Analyse weitreichender Festlegungen in den Regionalplänen, die gegebenfalls als gute Beispiele zum Umgang mit den Themen in der Planungspraxis dienen können. Im Rahmen der quantitativen Analyse wurden 129 (Teil-)Pläne und 56 Teilfortschreibungen in 114 Regionen betrachtet. Für die qualitative Analyse wurden zudem die Entwürfe berücksichtigt.

**Abbildung 11: Planungsregionen in Deutschland und Zeitintervalle des Inkrafttretens der Regionalpläne (RP) beziehungsweise der Teilfortschreibungen (TF)**

Quelle: eigene Darstellung (Stand Ende 2021)




Anmerkung: Bei den weißen Flächen in der Abbildung liegen keine regionalen Raumordnungspläne vor, sondern lediglich Landesentwicklungspläne oder Flächennutzungspläne.

Das Auswertungsraster wurde entwickelt, um die zu untersuchenden Aspekte festzulegen und eine einheitliche Vorgehensweise zu gewährleisten. Zur Erstellung des Auswertungsrasters wurden verschiedene programmatische Dokumente herangezogen, in erster Linie die Leitbilder der MKRO (2016a), ergänzend das MKRO-Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels (2013), zudem die Deutsche Anpassungsstrategie (2008), der Länderübergreifende Raumordnungsplan für den Hochwasserschutz (2021) sowie der Nationale Klimaschutzplan 2050 (2016). Aus diesen wurden relevante Aspekte herausgefiltert und in drei Handlungsfeldern für den Klimaschutz sowie acht Handlungsfeldern für die Klimaanpassung zusammengefasst (s. Tab. 6).

Die Handlungsfelder enthalten eine Vielzahl an Handlungsaspekten, nach denen in der Durchschau der Raumordnungspläne gesucht wurde. Diese werden in der Ergebnisdarstellung zu den Handlungsfeldern gelistet.

Für die quantitative Auswertung wurde für jeden Raumordnungsplan festgestellt, inwieweit eine Adressierung des jeweiligen Aspekts durch Zielfestlegungen beziehungsweise Vorranggebiete und/oder durch Grundsätze beziehungsweise Vorbehaltsgebiete erfolgt. Zudem wurde vermerkt, ob die Festlegungen im Plan als weitreichend eingeschätzt werden und somit in die qualitative Analyse einbezogen werden können.

Am Beispiel eines Handlungsaspekts im Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“ soll aufgezeigt werden, wie mit den oftmals spezifischen Empfehlungen des Leitbilds umgegangen wurde: Ein Aspekt betrifft die „Ausweisung von Vorrang- beziehungsweise Vorbehaltsgebieten für Industrie und Gewerbe bevorzugt in Bereichen mit vorhandener Schienen- und/oder Wasserstraßenanbindung, wobei Wiedernutzung von gewerblichen Brachflächen Vorrang vor der Inanspruchnahme neuer Flächen erhalten sollte.“ Eine vollumfängliche Berücksichtigung wurde demnach erst erreicht, wenn die vorhandene Schienen- und/oder Wasserstraßenanbindung sowie eine vorrangige

**Tabelle 6: Übersicht zu den Handlungsfeldern**

Quelle: eigene Darstellung

| Nr. | Handlungsfelder |
|---|---|
| Klimaschutz | |
| 1. | Energiesparende und verkehrsreduzierende Siedlungsstrukturen |
| 2. | Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale |
| 3. | Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern |
| Klimaanpassung | |
| 4. | Hochwasservorsorge/Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten |
| 5. | Hochwasservorsorge an der Küste und Küstenschutz |
| 6. | Schutz in Berggebieten |
| 7. | Schutz vor Hitzefolgen |
| 8. | Umgang mit Wasserknappheit |
| 9. | Anpassungsstrategien für Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei |
| 10. | Klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen |
| 11. | Klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen |

Wiedernutzung von gewerblichen Brachflächen Berücksichtigung fand.

Die Auswertung erfolgte grundsätzlich durch eine Stichwortsuche, bei Plänen geringeren Umfangs wurde aus zeitlichen Gründen auf eine manuelle Suche ausgewichen. Zeichnerische Darstellungen wurden in jedem Fall berücksichtigt.

Neben den kartographischen Darstellungen zu den Festlegungen wurde für einige Handlungsfelder auch der zeitliche Verlauf der Nennungen als Zielfestlegung in den Handlungsfeldern und -aspekten abgebildet. Dabei wurden alle 129 Teil- und Regionalpläne berücksichtigt und die Festlegungen je Handlungsfeld in einer kumulierten Darstellung wiedergegeben.

### 4.1.2 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“

Räumliche Strukturen an den Klimawandel anzupassen bedingt unmittelbar das Erfordernis, die Siedlungsstrukturen energieeffizient und verkehrsvermeidend auszugestalten. Laut MKRO sollen so „klimaschädliche Emissionen so weit wie möglich verhindert werden“ (MKRO 2016a: 21). Aufgabe ist es, sowohl die Raumordnungs- wie auch die Bauleitplanung auf dieses Ziel auszurichten (vgl. ebd.). Im Handlungsfeld werden unterschiedliche Aspekte aufgegriffen, die auf eine Umsetzung der damit verbundenen Ziele hinwirken können:

- Vorgaben zu Siedlungsflächeninanspruchnahme
- Vorgaben zu oder Berücksichtigung von Mindestwerten der Siedlungsdichte,
- expliziter Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung
- Siedlungsentwicklung entlang von Verkehrsachsen
- Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Industrie und Gewerbe (mit Schienen- und/oder Wasserstraßenanbindung und mit Vorrang für Wiedernutzung von gewerblichen Brachflächen)
- Trassensicherung für Verkehrsinfrastruktur (insb. bei Einrichtungen mit großem Verkehrsaufkommen, die einen Verkehrsträgerwechsel ermöglichen)
- Unterstützung des Ausbaus der Radinfrastruktur
- Konzentration und Durchmischung von Daseinsgrundfunktionen zur Verbesserung der fußläufigen Erreichbarkeiten

Derartige Ansätze schaffen als strukturelle Rahmensetzungen die Möglichkeit zu einem verkehrssparsamen Verhalten. Für den Verkehrsaufwand und die Verkehrsmittel-Alternativen sind jedoch die individuellen Entscheidungen der Verkehrsteilnehmenden entscheidend. Daher bedarf es als Ergänzung zu Konzepten der verkehrssparenden Siedlungsentwicklung auch bestands- und individualorientierter Konzepte zur Verkehrsvermeidung (vgl. Holz-Rau 2001: 271 ff.) – und somit einer Verringerung von $CO_2$-Emissionen. Derartige Konzepte könnten beispielsweise Teil eines regionalen Mobilitätsmanagements sein, das von oder mit den Akteuren der Raumordnung entwickelt wird.

In Abbildung 12 wird deutlich, dass die Mehrzahl der Regionen in ihren Raumordnungsplänen Aspekte dieses Handlungsfelds in Zielfestlegungen (75) aufgreift, oder zumindest Grundsätze (17) dazu formuliert. Allerdings zeigt Abbildung 13, dass sich für die Einzelaspekte des Handlungsfelds ein durchaus differenziertes Bild ergibt: Ein Schwerpunkt liegt auf der transportorientierten Siedlungsentwicklung, auf der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Industrie und

**Abbildung 12: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

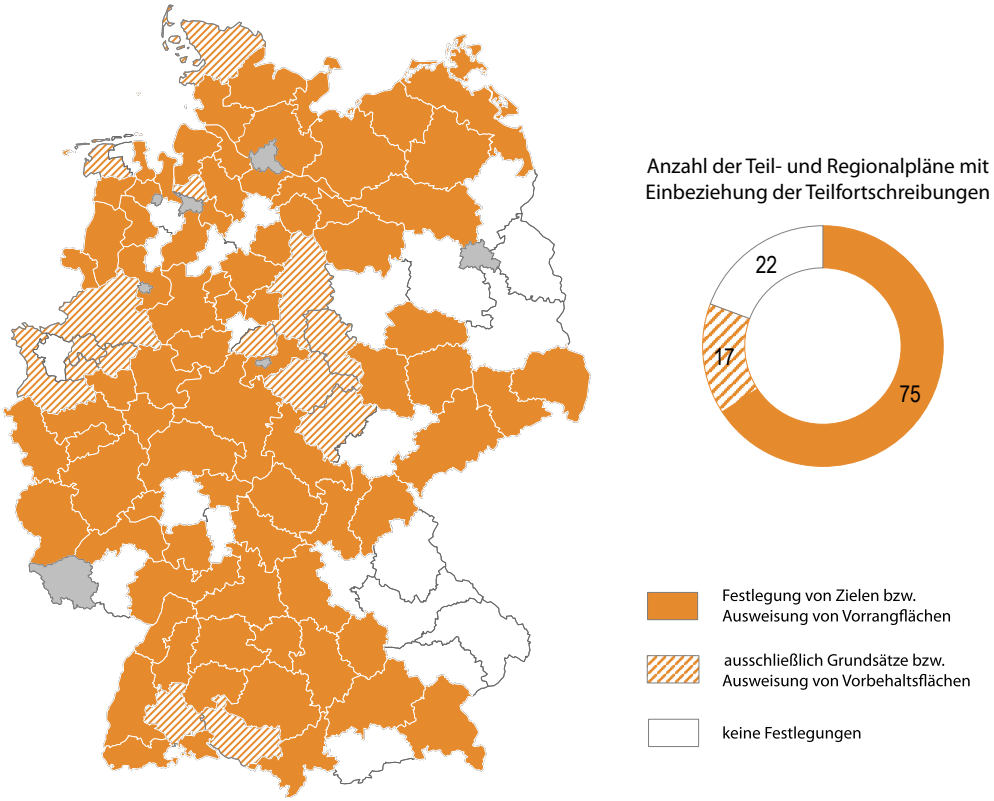
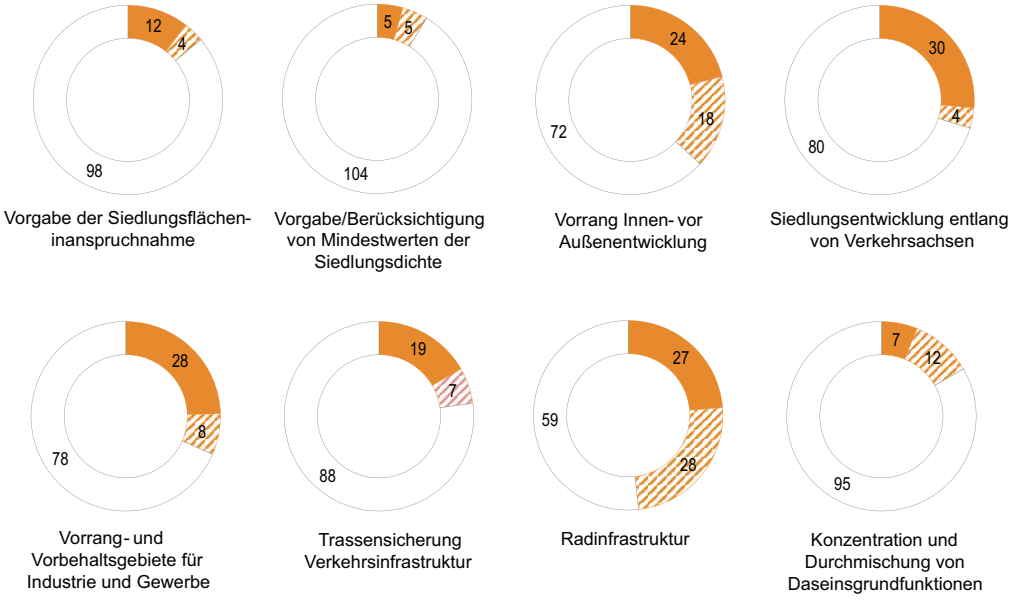



**Abbildung 13: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



Gewerbe, dem Ausbau der Radinfrastruktur sowie dem Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung.

Demgegenüber kommt es selten zu Vorgaben zur Siedlungsflächeninanspruchnahme oder zu Siedlungsdichten. Festlegungen hierzu finden sich eher in Bundesländern mit positiv-allokativer Steuerung in der Raumordnung. Der Steuerungsmodus in der Raumordnung entscheidet somit in erheblichem Maße über deren Wirksamkeit in diesem Handlungsfeld.

Ein gutes Beispiel hierfür ist der aktuelle Regionalplanentwurf der Bezirksregierung Köln (vgl. Bezirksregierung Köln 2021). In der Bearbeitungsphase wurde unter anderem der Dialogprozess Region+ Wohnen durchgeführt (vgl. Bezirksregierung Köln 2019). Ziel war es, geeignete Flächen zu finden, um Wohnbaulandbedarfe der Zentren wie Köln oder Bonn in der Region zu verteilen. Im Mittelpunkt standen Regionalforen, im Rahmen derer die aktuellen Flächenreserven, Entwicklungsabsichten und die Mitwirkungsbereitschaft der Kommunen im Zentrum der Diskussionen standen. Die Auswahl der Flächen erfolgte auf Basis von Eignungskriterien, die unter anderem die Erreichbarkeit der Standorte sowie deren Eignung zur Realisierung höherer Baudichten einbezogen (vgl. ebd.: 21). Das Flächenkontingent wurde – mit Anpassungen aufgrund des Hochwasserereignisses Mitte 2021 – im Regionalplanentwurf aufgenommen und in die Vorrangflächen der Siedlungsentwicklung integriert. Dazu zählen zeichnerisch festgelegte Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) und Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB). Hinzu kommen zentralörtliche bedeutsame Allgemeine Siedlungsbereiche (zASB), die in einer Erläuterungskarte dargestellt werden (vgl. Bezirksregierung Köln 2021: 68). Es handelt sich dabei um Allgemeine Siedlungsbereiche mit einer besonderen Bedeutung für die Daseinsvorsorge durch ein räumlich gebündeltes Angebot an öffentlichen und privaten Dienstleistungs- und Versorgungseinrichtungen.

## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Entwurf des Regionalplans der Bezirksregierung Köln von 2021**

**(Z.1) Siedlungsentwicklung in Siedlungsbereichen konzentrieren:** Die Kommunen haben sicherzustellen, dass die Siedlungsentwicklung vorrangig innerhalb der im Regionalplan festgelegten Siedlungsbereiche erfolgt. Im regionalplanerisch festgelegten Freiraum ist eine Siedlungsentwicklung gemäß Ziel 2 bis 3 LEP NRW nur ausnahmsweise möglich. In den im regionalplanerisch festgelegten Freiraum gelegenen Ortsteilen kann eine Siedlungsentwicklung gemäß Ziel 2 bis 4 LEP NRW erfolgen.

**(Z.7) ASB sichern und entwickeln:** Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) sind als Vorranggebiete festgelegt. Sie dienen dem Wohnen, dem wohnverträglichen Gewerbe, Wohnfolgeeinrichtungen und öffentlichen und privaten Dienstleistungen sowie den siedlungszugehörigen Grün-, Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen. Planungen und Maßnahmen, die mit diesen Nutzungen nicht vereinbar sind, sind ausgeschlossen.

**(G.12) Regionale Wohnbauflächenbedarfe umsetzen:** Bei der bauleitplanerischen Umsetzung der regionalen Wohnbauflächenbedarfe soll eine gute Erreichbarkeit, ausreichende Infrastrukturausstattung sowie eine den örtlichen Verhältnissen angepasste höhere Dichte der Bebauung sichergestellt werden.

**(G.16) Siedlungsentwicklung auf zASB ausrichten:** Im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung soll die Siedlungsentwicklung der Kommunen vorrangig auf die zentralörtlich bedeutsamen Allgemeinen Siedlungsbereiche (zASB) ausgerichtet werden. Ausnahmsweise kann eine kommunale Siedlungsentwicklung in ASB und Ortsteilen im regionalplanerisch festgelegten Freiraum, die über eine Schienenanbindung verfügt, ebenfalls vorrangig erfolgen. Bei der Entwicklung von Bauflächen in den zASB soll eine den örtlichen Verhältnissen angepasste höhere Dichte der Bebauung geprüft werden.

### 4.1.3 Ergebnisse im Handlungsfeld „Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale“

Die MKRO misst den natürlichen Kohlenstoffsenken einen hohen Stellenwert für den Klimaschutz bei (vgl. MKRO 2016a: 20). Zu den natürlichen Kohlenstoffsenken zählen in erster Linie Wälder, Moore und Feuchtgebiete. Es handelt sich dabei um Ökosysteme, die Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden können. Ziel ist es, diese Ökosysteme zu erhalten oder wiederherzustellen.

Die Raumordnung soll mit ihren Instrumenten konkrete Beiträge leisten zu

- einer Sicherung der natürlichen Kohlenstoffsenken (Wälder, Moore, Feuchtgebiete),
- einer Verbesserung der natürlichen Kohlenstoffspeicherfähigkeit von Moorböden,
- einer Verringerung der Inanspruchnahme kohlenstoffhaltiger Böden,
- einer Sicherung von Gebieten für die Waldmehrung/Waldsanierung,
- Festlegungen zu angepasster Flächennutzung gegen Humusabbau.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf den großflächigen Moorgebieten beziehungsweise Gebieten mit Moorböden. In Deutschland sind rund 92 % der ursprünglichen Moorböden entwässert oder abgetragen und werden als Flächen für die Landwirtschaft oder zur Siedlungsflächenentwicklung genutzt (vgl. UBA 2023a). Eine gezielte Wiedervernässung bietet ein hohes Potenzial zur Einsparung von $CO_2$-Äquivalenten (vgl. DEHSt 2022).

Auf Grundlage der Planauswertung lässt sich erkennen, dass 46 % der gültigen Regionalpläne (bzw. 52 Regionen) zumindest einen der Handlungsaspekte über Zielfestlegungen beziehungsweise Vorrangflächen aufgreifen (s. Abb. 14). Zusätzlich werden in 25 % der Regionalpläne (bzw. 29 Regionen) Grundsätze zum Handlungsfeld formuliert. Am häufigsten werden die Sicherung der natürlichen Kohlenstoffsenken sowie die Sicherung von Gebieten für die Waldmehrung beziehungsweise Waldsanierung in den Regionalplänen explizit in Festlegungen adressiert. Für alle anderen Aspekte – auch die Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Speicherfähigkeit von Moorböden – treffen jedoch nur wenige Regionen raumordnerische Festlegungen (s. Abb. 14, 15).

Insgesamt korrelieren die Festlegungen zur natürlichen $CO_2$-Bindung relativ schwach mit den Moorgebieten in Deutschland (s. Abb. 17). So gibt es beispielsweise trotz großflächiger Verbreitung organischer Böden keine expliziten Zielfestlegungen zum Moorschutz in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein sowie Brandenburg.

Ein Grund für die Befunde liegt sicherlich darin, dass in den Regionalplänen meist eine Integration des Schutzes von Mooren, Wäldern und Feuchtgebieten im Rahmen von (Ziel-)Festlegungen zum Landschafts- und Naturschutz erfolgt. Zudem kommen in den Regionen teilweise andere Pläne und Programme zum Tragen: So wird in Brandenburg der Moorschutz im „Gesamtkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Politikfeld Wasser“ behandelt (Land Brandenburg 2022).

Im zeitlichen Verlauf der Einbettung des Handlungsfelds in die Regionalpläne wird deutlich, dass lediglich die Sicherung der natürlichen Kohlenstoffsenken sowie die Sicherung von Gebieten für die Waldmehrung beziehungsweise die Waldsanierung seit den 2000er-Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnen (s. Abb. 16).

**Abbildung 14: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

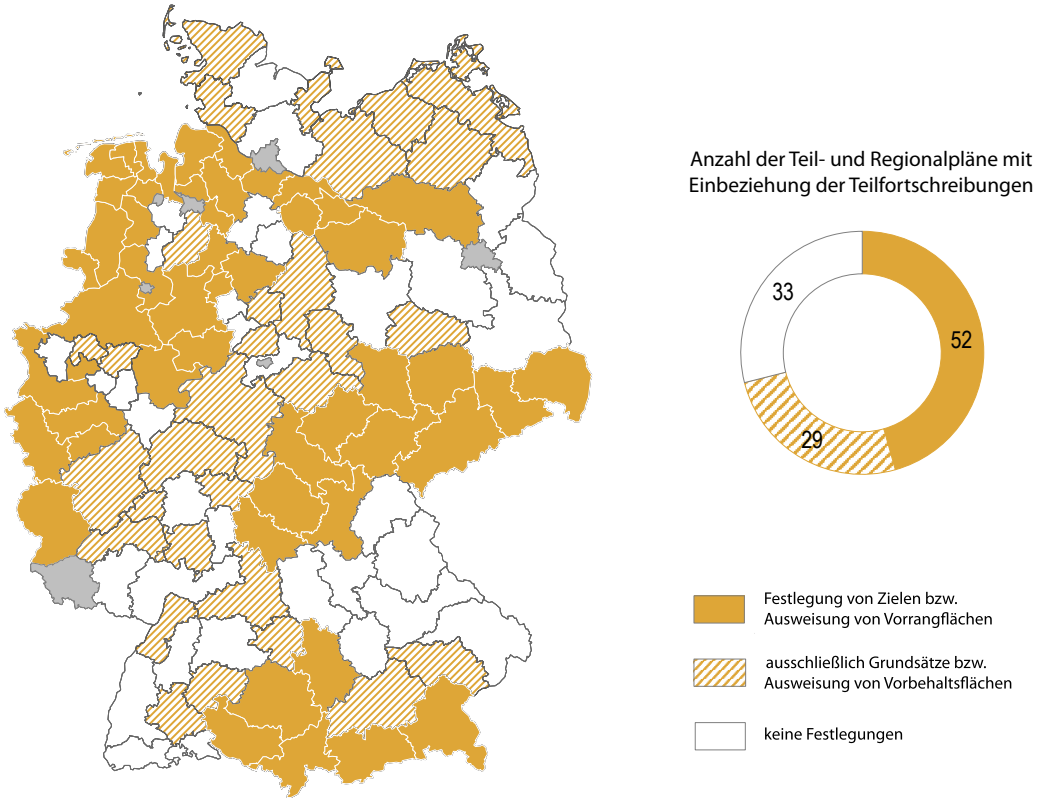
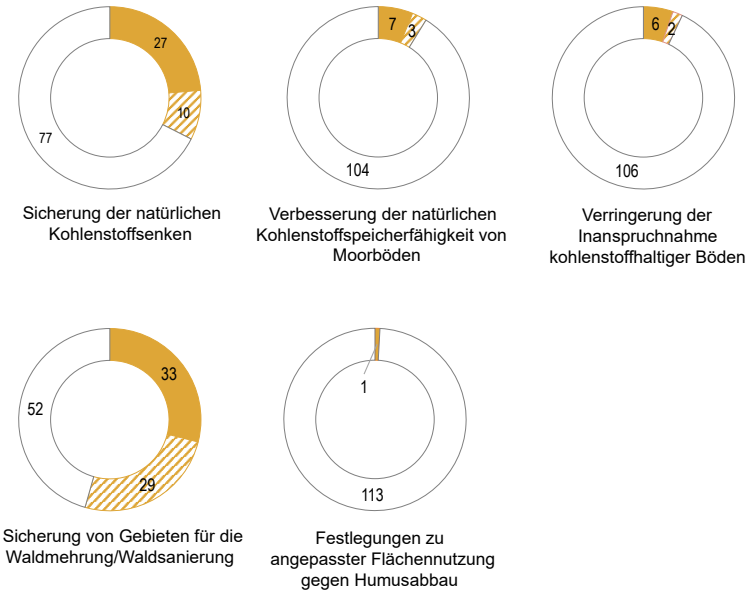



**Abbildung 15: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale “**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



Hier haben sicherlich die Entschließungen der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) wie auch die Novellierungen des Raumordnungsgesetzes (ROG) Impulse gesetzt. Die Raumordnung kann (zukünftig) einen wesentlichen Beitrag zur Flächensicherung und zur Abwägung von Flächenkonkurrenzen und Nutzungskonflikten auf der überörtlichen Ebene leisten.

Thematische Vertiefung in Kap. 6.4

**Abbildung 17: Verbreitung der organischen Böden in Deutschland**

Quelle: Tegetmeyer et al. 2021: 8

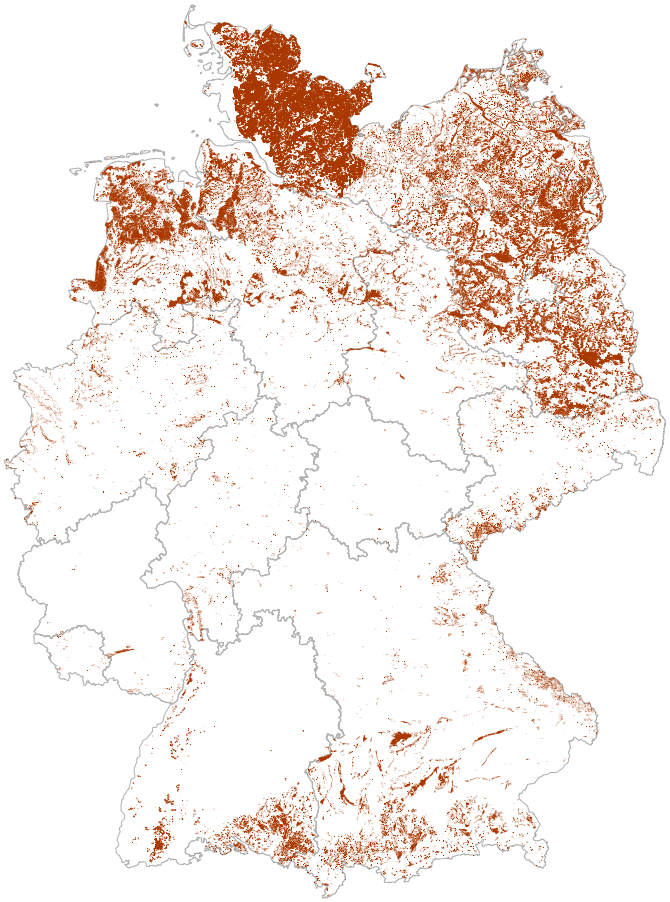
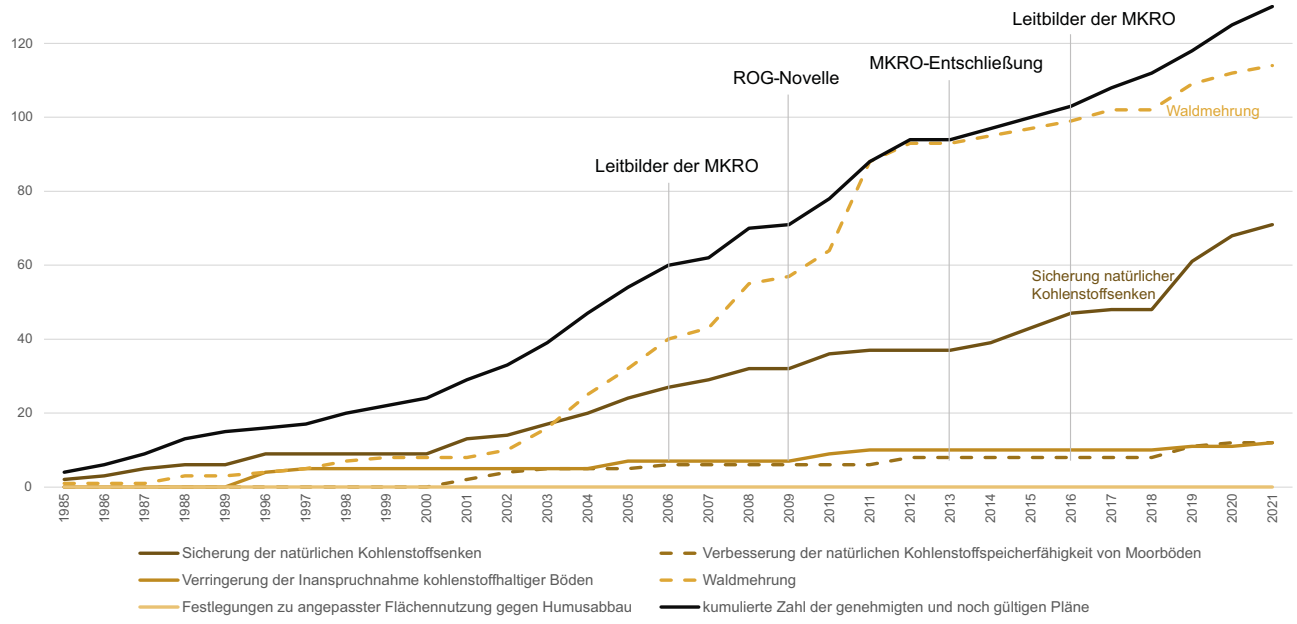


**Abbildung 16: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

Anmerkung: Das Diagramm ist aus heutiger Sicht zu lesen. Dies bedeutet, es wurden nur Festlegungen aufgenommen, die bis heute Gültigkeit besitzen. Während sich die farbigen Linien auf die Zahl der Zielfestlegungen beziehungsweise der Ausweisung von Vorranggebieten beziehen, beschreibt die schwarze Linie die Zahl der Pläne mit Zielfestlegungen beziehungsweise Vorranggebieten.



## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionales Raumordnungsprogramm 2025 des Landkreises Harburg von 2019**

**Bodenschutz: (G 03)** Kohlenstoffhaltige Böden mit Klimaschutzpotenzial sollen erhalten werden. Moore sollen in ihrer Funktion als natürliche Kohlenstoffspeicher erhalten und entwickelt werden, wenn möglich, ohne ihre Funktionen in Naturhaushalt und Artenschutz einzuschränken.

**(Z 04)** In der zeichnerischen Darstellung ist ein Vorranggebiet Torferhaltung im Bereich Elbmarschen zwischen Seeve/Junkernfeld und der Hamburger Landesgrenze festgelegt. Hier ist der vorhandene Torfkörper in seiner Funktion als Kohlenstoffspeicher zu erhalten. Zur Unterstützung der Kohlenstoff-Bindungsfunktion sollen in dem Vorranggebiet Torferhaltung nachhaltige, klimaschonende Bewirtschaftungsweisen, insbesondere in der Landwirtschaft, gefördert werden.

**Entwurf des Regionalplans Region Chemnitz von 2021**

**Maßnahmen Naturschutz und Landschaftspflege: (G 2.1.4.1)** Auf eine Renaturierung der innerhalb der Karte 11 „Sanierungsbedürftige Bereiche der Landschaft" festgelegten Moore, organischen Nassstandorte und moortypischen Biotope unter Berücksichtigung der Erfordernisse der Trinkwasserqualität ist hinzuwirken.

**Grundwasser und oberirdische Gewässer: (Z 2.2.1.3)** Grundwasserabhängige Landökosysteme sollen erhalten und renaturiert werden, soweit dies mit dem Trinkwasserschutz vereinbar ist.

Begründung zum Ziel: […] Die besondere Bedeutung der grundwasserabhängigen Ökosysteme, insbesondere der Moore, für den Klimaschutz und die Biodiversität erfordert den Erhalt und die Entwicklung etwa durch Vermeidung beeinträchtigender Nutzungen und weiterer Entwässerungsmaßnahmen oder durch Moorrenaturierungen (s. dazu auch G 2.1.4.1). Entsprechende Maßnahmen sind unter Berücksichtigung der Belange des Trinkwasserschutzes durchzuführen. Moore, beziehungsweise weitere organische Nassstandorte, die potenziell für Regionalplan Region Chemnitz Entwurf für die öffentliche Auslegung und Beteiligung gemäß § 9 (3) ROG in Verbindung mit § 6 SächsLPlG 124 (von 273) Revitalisierungsmaßnahmen in Frage kommen, sind in der Karte 11 „Sanierungsbedürftige Bereiche der Landschaft" festgelegt.

**Entwurf des Regionalplans Bodensee-Oberschwaben von 2021**

**Gebiete für besondere Nutzungen im Freiraum: 3.2.0 (Z 5)** Moorgebiete und regelmäßig überschwemmte Flussauen innerhalb der Gebiete für besondere Nutzungen im Freiraum sind auch aus Gründen des Moorschutzes beziehungsweise des vorbeugenden Hochwasserschutzes von konkurrierenden Raumnutzungen freizuhalten. In allen Gebieten für besondere Nutzungen im Freiraum sind bei Planungen und Maßnahmen die Belange des Bodenschutzes und die Sicherung der natürlichen Bodenfunktionen zu beachten. […]

**Vorranggebiete für den Abbau oberflächennaher organischer Rohstoffe (Torfabbau): 3.5.4 (Z 2)** Torfabbau findet ausschließlich zur Gewinnung von Badetorf für die oberschwäbischen Moorbäder statt. Die Gewinnung von Torf als Pflanzerde und zur Bodenverbesserung im Garten- und Landschaftsbau oder zu anderen Zwecken ist nicht zulässig. Zum sparsamen Umgang mit frischem Badetorf sind Badetorfdeponien zur Einlagerung von abgebadetem Torf hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit als späterer Badezusatz in Abstimmung mit dem Naturschutz zu sichern.

**Entwurf des Regionalplans Ruhr von 2021**

**(2.8-3 Grundsatz) Klimarelevante Böden erhalten und wiederherstellen:** Klimarelevante Böden sollen erhalten, wiederhergestellt oder nachhaltig verbessert werden.

Begründung zum Grundsatz: […] Moore, Grundwasser- und Staunässeböden mit naturnahem Bodenwasserhaushalt haben nicht nur ein hohes Biotopentwicklungspotenzial, sondern zusätzlich eine hohe Klimarelevanz als Kohlenstoffsenke (Grundwasser- und Staunässeböden). In der Planungsregion sind darüber hinaus Böden, die als „mineralisierende Kohlenstoffspeicher" dienen. Hierzu zählen Böden mit über acht Gewichtsprozent an organischer Substanz, mit Torfauflagen und Torfschichten im 2-Meter-Raum, die keinen naturnahen Bodenwasserhaushalt mehr haben und in denen der Kohlenstoff deshalb einem stetigen mineralisierenden Abbau unterliegt. Diese Böden ergänzen den Pool der schutzwürdigen Moorböden mit annähernd naturnahem Bodenwasserhaushalt, in denen noch kein mineralisierender Abbau erfolgt.

### 4.1.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“

Sollen die europäischen und nationalen Klimaschutzziele erreicht werden, sind ein beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien und damit eine forcierte Energiewende unabdingbar. Die MKRO sieht im „raumverträgliche[n] und aufeinande[r] abgestimmten Ausbau der erneuerbaren Energien und der dazu gehörenden optimierten Verteil- und Übertragungsnetze sowie neuer Netzverknüpfungspunkte ein[en] politisch bedeutsame[n] Aufgabenschwerpunkt der Raumordnung in Bund und Ländern für die nächsten Jahrzehnte“ (MKRO 2016a: 23). Die Raumordnung soll die Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien sichern. Dabei liegt ein Fokus auf der Windenergie und dem Repowering. Die MKRO betont, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien eine Entwicklungschance für ländlich-periphere Räume und ein erhebliches Potenzial für die regionale Wertschöpfung mit sich bringt (vgl. ebd.). Zur Förderung der Regionalentwicklung und als Schnittstelle zur Umsetzung sollen Regionale Energiekonzepte „von der Raumordnung unterstützt und die raumrelevanten Ergebnisse in Raumordnungspläne integriert werden“ (ebd.).

Das Handlungsfeld ist stark ausdifferenziert und umfasst eine Reihe von Einzelaspekten:

- Sicherung der Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien durch eine konfliktminimierte Standort- und Flächeninanspruchnahme
- Unterstützung von Partizipationsmöglichkeiten und Teilhabe für die Bürgerinnen und Bürger zur Erhöhung der Akzeptanz für den Ausbau der erneuerbaren Energien
- Ausweitung und Weiterentwicklung regionaler Energiekonzepte als neues Instrument der Regionalplanung
- Reduzierung von Nutzungskonflikten durch eine abgestimmte überörtliche Planung zur Nutzung der Windenergie einschließlich Repowering
- raumverträglicher Ausbau der Stromübertragungs- und -verteilnetze sowie der Stromspeicherkapazitäten
- Hinwirken auf verbrauchsnahe Erzeugung und Einspeisung
- Synchronisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien mit dem Ausbau der Stromnetze
- Sicherung raumverträglicher Gebiete für die Windenergienutzung
- Sicherung raumverträglicher Gebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen beziehungsweise deren Zuordnung zu vorbelasteten Gebieten
- Sicherung von Standorten für Talsperren (Vorrang-/Vorbehaltsgebiete), Festlegungen für die Reaktivierung stillgelegter Wasserkraftanlagen an Flüssen
- „Energiespeicher“: Sicherung von Standorten (Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete) für die Deckung des Bedarfs an Speicherkapazitäten (z. B. Pumpspeicherkraftwerke für Wasser oder Luftdruck)
- Sicherung großräumiger Korridore für Energietrassen, gegebenfalls mit Bündelungsgebot mit bestehenden oder geplanten linienförmigen Infrastrukturtrassen

78 % der Regionalpläne (bzw. 92 Regionen) adressieren mindestens einen Handlungsaspekt über die Zielfestlegungen beziehungsweise Ausweisung von Vorrangflächen (s. Abb. 18). Zusätzlich werden in fünf Regionalplänen ausschließlich Grundsätze zu diesem Handlungsfeld formuliert.

In Bezug auf die Einzelaspekte ergibt sich ein sehr differenziertes Bild (s. Abb. 19): Viele Aspekte der Leitbilder und Empfehlungen der MKRO zum Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze werden in den Regionalplänen nur vereinzelt aufgegriffen. Die Mehrzahl der Regionen legen Ziele beziehungsweise Vorrangflächen für die Sicherung raumverträglicher Gebiete für die Windenergienutzung fest (s. Abb. 19, 20). 22 % beziehungsweise 25 Regionen befassen sich mit der Sicherung raumverträglicher Gebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in den Regionalplänen; davon gibt es in acht Regionen ausschließlich Grundsätze zu diesem Handlungsaspekt (s. Abb. 19, 20). In den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg werden nur in vier Regionen Flächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen durch eine Festlegung von Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten gesichert. Es lässt sich somit keine Korrelation der Verteilung der Festlegungen mit den Räumen mit einer hohen Globalstrahlung erkennen (s. Abb. 71 in Kap. 5.3.6). Der Ausbau der Wasserkraft in Deutschland spielt über den aktuellen Status quo hinaus kaum eine Rolle, entsprechend wenige Zielfestlegungen gibt es dazu (s. Abb. 19). Festlegungen zur Sicherung der Energietrassen korrelieren mit dem avisierten Netzausbau (s. Abb. 46, 64 in Kap. 5).

Thematische Vertiefung in Kap. 6.5

Im zeitlichen Verlauf zeigt sich eine kontinuierliche Zunahme von Festlegungen zur Flächensicherung für erneuerbare Energien in den Regionalplänen seit 2000 und somit infolge des EEG-Gesetzes (s. Abb. 21). Ein stärkerer Anstieg nach 2009 kann sowohl auf die ROG-Novelle als auch auf die EEG-Novelle 2009 zurückgeführt werden. Bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen wird zudem ein Anstieg in den raumordnerischen Festlegungen seit 2016/2017 sichtbar; dies korrespondiert mit der zunehmenden Rentabilität von Photovoltaik-Freiflächenanlagen – auch ohne EEG-Förderung. Festlegungen zu Energietrassen nehmen zu mit der Einführung der Bundesfachplanung zum Netzausbau und den festgelegten Bedarfen im EnLAG 2009, nachfolgend dem NABEG 2011 sowie dem BBPlG 2013.

Die neuen gesetzlichen Vorgaben zum Ausbau der erneuerbaren Energien (s. Kap. 5) setzen starke Impulse in den Ländern und Regionen, insbesondere für den Ausbau von Windkraft und Photovoltaik. Insofern ist zukünftig von einer veränderten Rolle der Raumordnung auszugehen: Die raumverträgliche Flächensicherung und vor allem die zunehmenden Nutzungskonflikte, unter anderem mit der Landwirtschaft, dem Natur- und Landschaftsschutz sowie den bestehenden Siedlungsstrukturen erfordern eine kluge Abwägung aller Raumnutzungen und Raumfunktionen – dies ist eine Kernaufgabe der Raumordnung.

**Abbildung 18: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

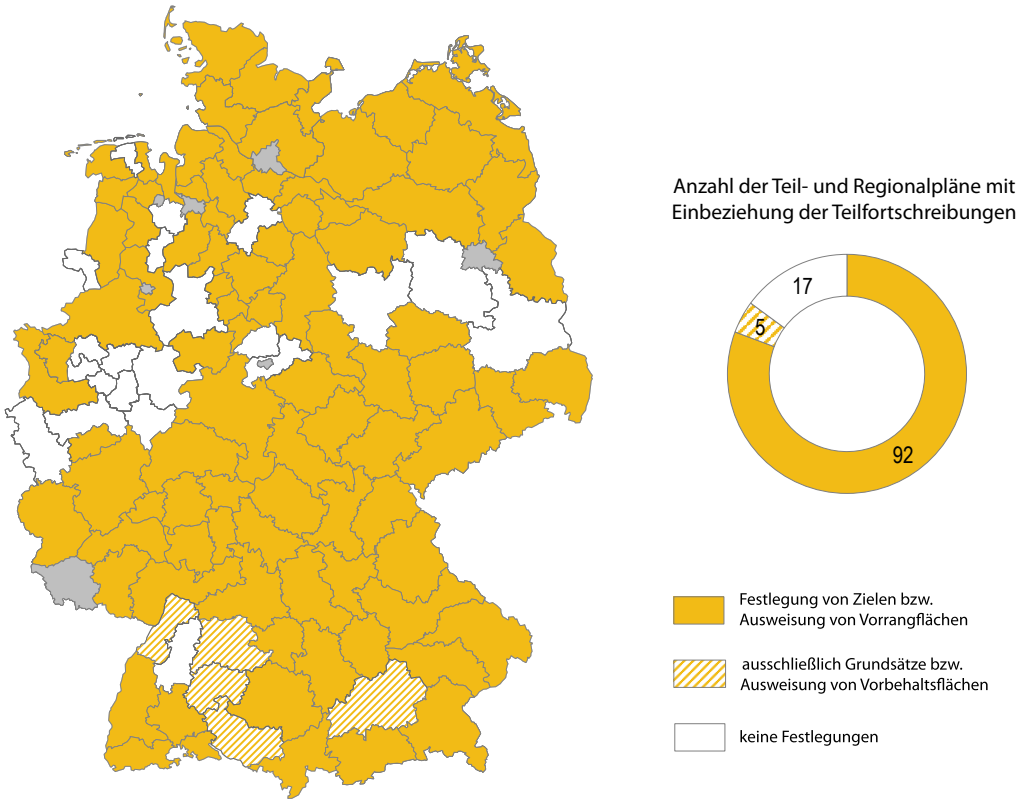



**Abbildung 19: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

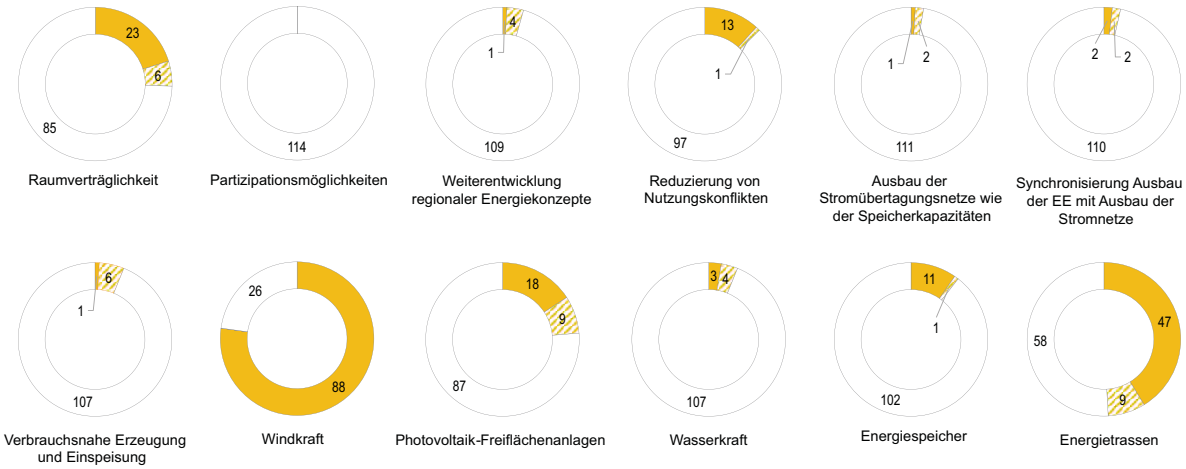


**Abbildung 20: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für Windkraft, Photovoltaik, Wasserkraft und Energietrassen**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

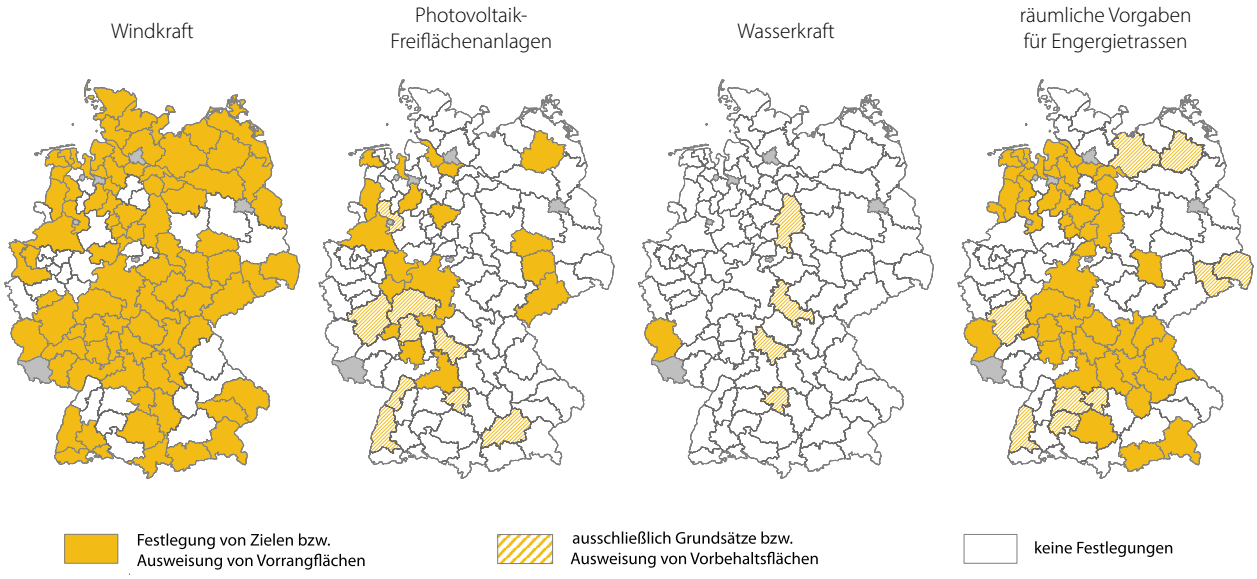
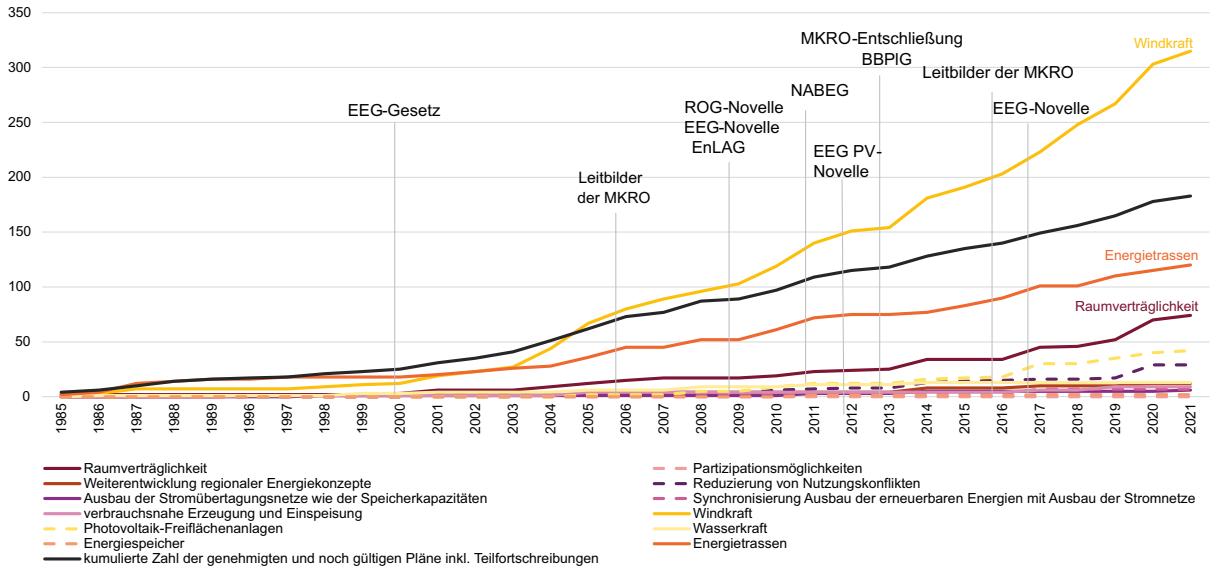



**Abbildung 21: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

Anmerkung: Das Diagramm ist aus heutiger Sicht zu lesen. Das älteste noch gültige Planungsdokument stammt aus dem Jahr 1985. Dies bedeutet, es wurden nur Festlegungen aufgenommen, die bis heute Gültigkeit besitzen. Während sich die farbigen Linien auf die Zahl der Zielfestlegungen beziehungsweise der Ausweisung von Vorranggebieten beziehen, beschreibt die schwarze Linie die Zahl der Pläne mit Zielfestlegungen beziehungsweise Vorranggebieten insgesamt.



## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Entwurf des Regionalen Raumordnungsplans Region Trier von 2014**

**4.2.3.3 Windenergie: (Z 233)** Der regionale Raumordnungsplan verfolgt in der Region Trier das Ziel der räumlichen Konzentration von Windenergieanlagen in geeigneten Gebieten. In diesen Vorranggebieten für die Windenergienutzung ist der Bau und Betrieb raumbedeutsamer Windenergieanlagen Ziel der Regionalplanung. Alle raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen, die mit der Windenergienutzung nicht zu vereinbaren sind, sind in diesen Gebieten ausgeschlossen.

**(Z 234)** In den Ausschlussgebieten für die Windenergienutzung ist die Neuerrichtung von raumbedeutsamen Windenergieanlagen ausgeschlossen. Dort stehen andere raumordnerische Erfordernisse und Fachbelange der Nutzung der Windenergie entgegen.

**(G 235)** In den nicht als Ausschlussgebiete festgelegten Teilen der landesweit bedeutsamen historischen Kulturlandschaften soll die Verträglichkeit der Windenergienutzung standortbezogen im Rahmen der Bauleitplanung geprüft werden.

**(G 236)** Außerhalb der vorgenannten Vorrang- und Ausschlussgebiete soll eine städtebauliche Steuerung der Windenergienutzung durch die bauleitplanerische Ausweisung entsprechend geeigneter Konzentrationsflächen erfolgen.

**Entwurf des Regionalen Raumordnungsprogramms für den Landkreis Hameln-Pyrmont von 2021**

**4.2 Energie: Z 4.2 04** In der Zeichnerischen Darstellung sind regional bedeutsame Vorranggebiete Windenergienutzung festgelegt. Eine effiziente Ausnutzung der jeweiligen Standorte soll in den örtlichen Gegebenheiten entsprechend angestrebt werden, dabei sind die Möglichkeiten des Repowering einzubeziehen.

Begründung zum Ziel: […] Der Landkreis beabsichtigt daher eine geordnete Steuerung der Windenergienutzung durch Festlegung von Vorranggebieten beziehungsweise Vorrangstandorten für die Windenergienutzung. Allerdings erfolgte bisher die Steuerung der Windenergie in Verbindung mit einer Ausschlusswirkung über die Bauleitplanung der Städte und Gemeinden im Landkreis und nicht über die Regionalplanung. Diese Vorgehensweise wird beibehalten, da in den einzelnen Städten und Gemeinden durchaus unterschiedliche Konzepte zur Steuerung der Windenergie zum Tragen gekommen sind. So unterscheiden sich oftmals die herangezogenen weichen Tabukriterien. Eine Gesamtplanung des Landkreises würde hier zwangsläufig zu abweichenden Kriterien und Ergebnissen führen, wenn mit ihr eine Ausschlusswirkung verbunden sein, aber der Windenergienutzung kreisweit auch substanziell Raum gegeben werden soll. Daher wird zwar ein eigenes gesamträumliches Konzept des Landkreises zur Ableitung regional bedeutsamer Gebiete für die Windenergienutzung entwickelt, jedoch ohne Ausschlusswirkung.

**Teilregionalplan Energie Mittelhessen von 2020**

**2.2 Windenergienutzung: 2.2-2 (Z):** Bei der Errichtung von Windenergieanlagen in Vorranggebieten zur Nutzung der Windenergie, die Wald (Vorranggebiet für Forstwirtschaft) umfassen, sind Rodungen nur in dem für den Bau der Windenergieanlagen, der Nebenanlagen, der Leitungen und der Zuwegung notwendigen Umfang zulässig.

**Entwurf des Regionalplans Ostwestfalen-Lippe für den Regierungsbezirk Detmold von 2020**

**Regionale Grünzüge (Ziel F6):** Zur siedlungsräumlichen Gliederung werden Regionale Grünzüge als Vorranggebiete festgelegt. In ihnen sind folgende raumbedeutsame Nutzungen und Funktionen vorgesehen: […Freiflächen] als wichtige klimatische und lufthygienische Ausgleichsräume.

Erläuterung zum Ziel: […] Der aktuelle Windenergie-Erlass NRW sieht für die planerische Ausweisung von Flächen für Windenergieanlagen innerhalb der Regionalen Grünzüge eine Einzelfallprüfung vor. Nach dem Erlass ist eine Ausweisung innerhalb der Regionalen Grünzüge grundsätzlich möglich, wenn die Windenergienutzung mit der konkreten Schutzfunktion des jeweiligen Bereiches vereinbar ist.

**Regionalplan Südlicher Oberrhein von 2017**

**3.1.1 Regionale Grünzüge (Vorranggebiete): (3) Z** Unter Berücksichtigung der Maßgaben des Plansatzes 4.2.2 ist darüber hinaus in Regionalen Grünzügen ausnahmsweise die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen zulässig, soweit keine weiteren Festlegungen des Regionalplans entgegenstehen und

- es sich nicht um Waldflächen handelt,
- es sich nicht um Gebiete mit besonderer Bedeutung für die Landwirtschaft (Vorrangfluren Stufe 1 gemäß Digitaler Flurbilanz Baden-Württemberg) handelt,
- es sich nicht um Kernflächen, Trittsteine und Verbundkorridore des Biotopverbunds gemäß regionaler Biotopverbundkonzeption einschließlich der Wildtierkorridore gemäß Generalwildwegeplan Baden-Württemberg handelt,
- nach Beendigung dieser Nutzung das Entstehen neuer Siedlungsansätze ausgeschlossen wird.

**Entwurf des Regionalplans Ruhr von 2021**

**(5.1-1 Ziel) Zweckgebundene Nutzung für „Solaranlage/Freiflächenphotovoltaik" sichern** Die zeichnerisch festgelegte, zweckgebundene Freiraumnutzung „Solaranlage/ Freiflächenphotovoltaik" ist ausschließlich der Errichtung und dem Betrieb von Solaranlagen sowie erforderlichen Nebenanlagen vorbehalten. Der Standort der Nutzungsbindung ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. […] Planungen und Maßnahmen, die mit dem angestrebten Nutzungszweck„Solaranlage/Freiflächenphotovoltaik" nicht vereinbar sind, sind ausgeschlossen.

**Entwurf des Regionalplans Nordthüringen von 2018**

**3.2.1 Energieversorgung: G 3-26** Die Stromerzeugung aus Solarenergie mittels großflächiger Photovoltaikanlagen soll insbesondere auf nicht mehr genutzten Deponiekörpern und Rückstandshalden, durch Kiesabbau entstandenen Wasserflächen sowie Brach- und Konversionsflächen - G 2-11 erfolgen.

**Entwurf des Regionalen Raumordnungsplans Region Trier von 2014**

**4.2.3.2 Solarenergie : G 232** Zur Förderung der solartechnischen Stromerzeugung werden Vorbehaltsgebiete für die Errichtung und den Betrieb von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (FV-FFA) festgelegt. Diese Gebiete weisen aus regionalplanerischer Sicht keine Konflikte mit sonstigen Nutzungen und Funktionen auf und sollen daher mit Priorität für die solartechnische Stromerzeugung genutzt und im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung und sonstiger Fachplanungen besonders berücksichtigt werden.

**Teilregionalplan Energie Mittelhessen von 2020**

**2.3 Nutzung solarer Strahlungsenergie durch Photovoltaik: 2.3-2 (G) (K)** Raumbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen, die nicht in Vorranggebieten Industrie und Gewerbe errichtet werden können, sollen in den Vorbehaltsgebieten für Photovoltaik-Freiflächenanlagen errichtet werden. In diesen Vorbehaltsgebieten ist der Nutzung durch raumbedeutsame Photovoltaikanlagen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen ein besonderes Gewicht beizumessen.

**2.3-3 (Z)** Raumbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen in einem Vorbehaltsgebiet für Photovoltaik-Freiflächenanlagen, das gleichzeitig Vorranggebiet für Landwirtschaft ist, müssen mit agrarstrukturellen Belangen vereinbar sein.

**2.3-4 (Z)** Die Flächeninanspruchnahme durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist innerhalb der einzelnen Gebietskörperschaft auf 2 % der Fläche der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Landwirtschaft zu begrenzen.

**Regionales Raumordnungsprogramm Region Hannover von 2017**

**4.2 Energie: 03 (Z)** Für die unterirdische Speicherung von Primärenergie ist der Erdgas-Kavernenspeicher in Ronnenberg-Empelde als „Vorranggebiet Speicherung von Primärenergie" in der zeichnerischen Darstellung festgelegt. Er ist zu sichern.

**4.2.2 Energietransportleitungen: 01 (Z)** Darüber hinaus sind für die Energieübertragung im Hochspannungsnetz mit einer Nennspannung von 110 kV oder weniger in der zeichnerischen Darstellung Leitungstrassen als „Vorranggebiete Leitungstrasse" festgelegt. Das durch diese Leitungstrassen gebildete Leitungstrassennetz als räumliche Grundlage des Übertragungsnetzes ist bedarfsgerecht und raumverträglich weiterzuentwickeln. [LROP Abschnitt 4.2

Ziffer 07 Satz 2] In den„Vorranggebieten Leitungstrasse“ müssen alle raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen mit der Zweckbestimmung vereinbar sein. Die vorhandenen Leitungstrassen und die damit beanspruchten Leitungstrassenkorridore … sind unter diesen Zielsetzungen auf ihre Eignung für Aus- und Neubau sowie Bündelung zu überprüfen und gemäß ihrer Eignung zu sichern. Bei der Weiterentwicklung des Leitungstrassen-Netzes für Leitungen mit einer Nennspannung von mehr als 110 kV hat die Nutzung vorhandener, für den Aus- und Neubau geeigneter Leitungstrassen und Leitungstrassen-Korridore Vorrang vor der Festlegung neuer Leitungstrassen und Leitungstrassenkorridore [LROP Abschnitt 4.2 Ziffer 07 Sätze 4 und 5]

**2. Entwurf des Regionalen Entwicklungsplans für die Planungsregion Magdeburg von 2020**

**5.4 Energie: Z 73** Zur Sicherung der Versorgung der industriellen und privaten Verbraucher mit Gas werden in Abstimmung mit den nationalen und internationalen Gasverbundsystemen die erforderlichen Gasspeicherkapazitäten gesichert. Das sind die bestehenden Speicherfelder […], Bernburg, Staßfurt, […]. (LEP 2010; Z 105)

**G 80** Das Netz der Energie- und Produktenleitungen soll bedarfsgerecht entwickelt werden. Dabei stehen Maßnahmen zur besseren Integration erneuerbarer Energien unter einer besonderen Dringlichkeit. Für die Trassierung sollen vorrangig bestehende Leitungswege genutzt werden und eine Bündelung mit vorhandenen Energie- und Verkehrstrassen angestrebt werden. (LEP 2010; G 81)

**Z 74** Der weitere Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung erfordert in Sachsen-Anhalt eine zügige Anpassung der vorhandenen Netzinfrastruktur im Hochspannungsbereich. Dabei sind insbesondere folgende Maßnahmen umzusetzen: 1. Neubaumaßnahmen 110 kV Leitungen […]

**Teilregionalplan Energie Mittelhessen von 2020**

**2.5 Energieleitungstrassen: 2.5-1 (Z) (K)** Die in der Regionalplankarte zum Regionalplan Mittelhessen 2010 dargestellten Trassen von Hoch- und Höchstspannungsleitungen zur Stromübertragung einschließlich Umspannwerken und von Rohrfernleitungen zur Gasversorgung sind zu sichern.

**2.5-2 (Z)** Trassen neu zu errichtender Höchstspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung von mehr als 110 kV sind so zu planen, dass die Leitungen einen Abstand von mindestens 400 m haben zu Wohngebäuden, die im Geltungsbereich eines Bebauungsplans oder in einem unbeplanten Innenbereich nach § 34 Baugesetzbuch liegen, wenn diese Gebiete dem Wohnen dienen, sowie zu Anlagen in diesen Gebieten, die in ihrer Sensibilität mit Wohngebäuden vergleichbar sind, insbesondere Schulen, Kindertagesstätten, Seniorenheime, Krankenhäuser, Kur- und Pflegeeinrichtungen, - zu Gebieten, die dem Wohnen beziehungsweise den vorgenannten besonders empfindlichen Sondernutzungen dienen, wenn dort auf der Grundlage des Regionalplans Mittelhessen 2010 Vorranggebiete Siedlung Bestand oder Planung, in wirksamen Flächennutzungsplänen beziehungsweise rechtsgültigen Bebauungsplänen oder nach § 34 Baugesetzbuch bauliche Anlagen für diese Nutzungen planungsrechtlich festgelegt oder möglich sind. Zu Wohngebäuden im Außenbereich im Sinne des § 35 Baugesetzbuch ist durch die Trassen neu zu errichtender Höchstspannungsfreileitungen ein Abstand von mindestens 200 m einzuhalten. Der Abstand von 400 m beziehungsweise 200 m darf ausnahmsweise unterschritten werden, wenn gleichwohl ein gleichwertiger vorsorgender Schutz der Wohnumfeldqualität gewährleistet ist oder wenn keine andere technisch geeignete und energiewirtschaftsrechtlich zulässige Trassenvariante die Einhaltung dieses Mindestabstands ermöglicht.

**2.5-3 (Z)** Bei der Neuausweisung von Baugebieten, die dem Wohnen dienen oder die in ihrer Sensibilität Wohngebäuden vergleichbar sind – insbesondere Schulen, Kindertagesstätten, Seniorenheime, Krankenhäuser, Kur- und Pflegeeinrichtungen – in Bauleitplänen oder sonstigen Satzungen nach dem Baugesetzbuch sollen nach Möglichkeit die in Ziel 2.5-2 vorgegebenen Abstände zu bestehenden oder geplanten Höchstspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung von mehr als 110 kV eingehalten werden.

**Entwurf des Regionalplans Ostwestfalen-Lippe für den Regierungsbezirk Detmold von 2020**

**9.5 Kraftwerksstandorte und Fracking (Ziel E3) Speicherseen für Wasserspeicherkraftwerk**

Die Oberflächengewässer mit der Zweckbestimmung Speichersee für Wasserspeicherkraftwerk werden als Vorranggebiete festgelegt. In ihnen sind folgende raumbedeutsame Nutzungen und Funktionen vorgesehen: • Speichersee für Wasserspeicherkraftwerk [...].

### 4.1.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Hochwasservorsorge in Flussgebieten“

Der MKRO-Umlaufbeschluss „Raumordnung und Klimawandel“ formuliert die Erfordernisse für den raumordnerischen Hochwasserschutz angesichts des Klimawandels (vgl. MKRO 2013a: 13 ff.). Ausgangspunkt sind die Handlungsempfehlungen der MKRO zum vorbeugenden Hochwasserschutz aus dem Jahr 2000 (vgl. MKRO 2000). Ziel des Umlaufbeschlusses war es, „diese Entschließungen handlungsorientiert in Hinblick auf eine konkrete, möglichst vergleichbare Umsetzung in der Landes- und Regionalplanung der Länder“ zu untersetzen (MKRO 2013a: 14). Die Zusammenarbeit mit der wasserwirtschaftlichen Fachplanung wird explizit hervorgehoben: „Denn nur auf der Grundlage abgesicherter fachplanerischer Daten kann eine begründete raumordnerische Abwägungsentscheidung getroffen werden“ (ebd.). Die zentralen Handlungsschwerpunkte werden bereits weitgehend benannt. In den Folgejahren kommen weitere raumordnerische Strategien in die Diskussion, insbesondere der Siedlungsrückzug als Hochwasservorsorgestrategie (vgl. UBA 2021, BRPH 2021), die besondere Schutzwürdigkeit bedeutender KRITIS in hochwassergefährdeten Bereichen (vgl. BRPH 2021) oder auch das Starkregenmanagement, das in den Leitbildern zur Raumentwicklung Erwähnung findet (vgl. MKRO 2016a: 19).

Auf dieser Basis lässt sich das Handlungsfeld in folgende Aspekte aufschlüsseln:

- Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum (i. d. R. im Flächenumgriff eines Bemessungshochwasser $HQ_{100}$)
- Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum (z. B. durch die Rückverlegung von Deichen)
- Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsgebieten (i.d.R. im Flächenumgriff eines Bemessungshochwasser $HQ_{extrem}$, vor allem bei Gefahr für Leib und Leben zum Beispiel bei Versagen oder Überströmen von Schutzeinrichtungen)
- Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche der Einzugsgebiete der Flüsse durch Sicherung und Entwicklung von Freiräumen beziehungsweise Festlegungen zur Art der Flächennutzung, die dem Erhalt und der Verbesserung des Wasserrückhalts dienen
- Sicherung potenzieller Standorte für Hochwasserschutzmaßnahmen, insbesondere für Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes, wie Talsperren oder Hochwasserrückhaltebecken
- Abstimmung zwischen Ober- und Unterlieger
- Siedlungsrückzug als Hochwasservorsorgestrategie
- Sicherung der Leistungs-/Funktionsfähigkeit kritischer Infrastruktur (Besondere Schutzwürdigkeit bedeutender KRITIS in hochwassergefährdeten Bereichen, auch hinter Schutzeinrichtungen)
- Integriertes Hochwasserrisikomanagement
- Regionalplanerische Vorsorge vor Überflutung durch Starkregen/ Starkregenrisikomanagement

Knapp über 76 % beziehungsweise 87 der 114 Regionen treffen zumindest zu einem der Handlungsaspekte Zielfestlegungen beziehungsweise weisen Vorrangflächen aus, sieben weitere Regionen nur Grundsätze (s. Abb. 22). Am häufigsten sind Festlegungen mit Zielcharakter zur Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum. Die Überschwemmungs-

bereiche werden – vorwiegend über den Bemessungsfall $HQ_{100}$ – von 59 % und 67 der 114 Regionen über Zielfestlegungen als Retentionsraum gesichert (s. Abb. 23). Weitere vier Regionen sichern die Überschwemmungsbereiche als Grundsatzfestlegungen. Zielfestlegungen zur Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum finden sich somit nahezu flächendeckend im Umgriff der großen deutschen Flüsse. Insgesamt korrelieren die Festlegungen überwiegend mit den Verläufen der großen deutschen Ströme Rhein, Main, Neckar, Elbe und Donau. Für alle anderen Aspekte treffen jedoch nur wenige Regionen raumordnerische Festlegungen mit Zielcharakter (s. Abb. 23).

Eine Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsgebieten, demnach im Umgriff des $HQ_{extrem}$ wird als Zielfestlegung nur in kleineren Teilen der Flusseinzugsgebiete aufgegriffen: an der Elbe (Oberes Elbtal-Osterzgebirge, Leipzig-Westsachsen sowie Stade), daneben am Main in Südhessen (s. Abb. 24). Grundsatzformulierungen finden sich gleichfalls nur in wenigen Regionalplänen (Region Köln am Rhein, Magdeburg an der Elbe, Ostwürttemberg an der Kocher; Chemnitz an der Mulde sowie die Mecklenburgische Seenplatte an der Peene und Mittleres Mecklenburg).

Die Gründe des Fehlens von Festlegungen zur Hochwasservorsorge sind vielfältig: Teilweise gibt es aktuell keinen rechtsgültigen Regionalplan, zum Beispiel in einigen Regionen Niedersachsens. In den Planungsregionen l, ll und lll des Landes Schleswig-Holstein erfolgen Verweise auf die Zielfestlegungen des Generalplans Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. In Brandenburg fehlen generell integrierte Regionalpläne; das Thema wird dort im Gesamtkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Politikfeld Wasser behandelt. In Bayern werden seitens der Landesplanung keine Vorgaben zum Thema der Hochwasservorsorge getroffen. Durch Teilfortschreibungen wurde diese Lücke in drei bayerischen Regionen geschlossen.

Im zeitlichen Verlauf der Einbettung des Handlungsfelds in die Regionalpläne wird deutlich, dass lediglich die Zielfestlegungen zur Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum seit den 2000er-Jahren kontinuierlich an Bedeutung gewinnen (s. Abb. 25). Hier haben sicherlich die großen Hochwasserereignisse der vergangenen 30 Jahre, die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie der EU sowie die Entschließungen der MKRO wie auch die Novellierungen des ROG einen Beitrag geleistet.

Die Hochwasservorsorge ist ein bedeutendes Thema in der Raumordnung, wurde bislang jedoch vorwiegend von der Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum geprägt. Die größten Impulse für die Raumordnung in den Ländern und Regionen sind zukünftig durch die Umsetzung des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz zu erwarten.

Thematische Vertiefung in Kap. 6.1

**Abbildung 22: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Hochwasservorsorge in Flussgebieten“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

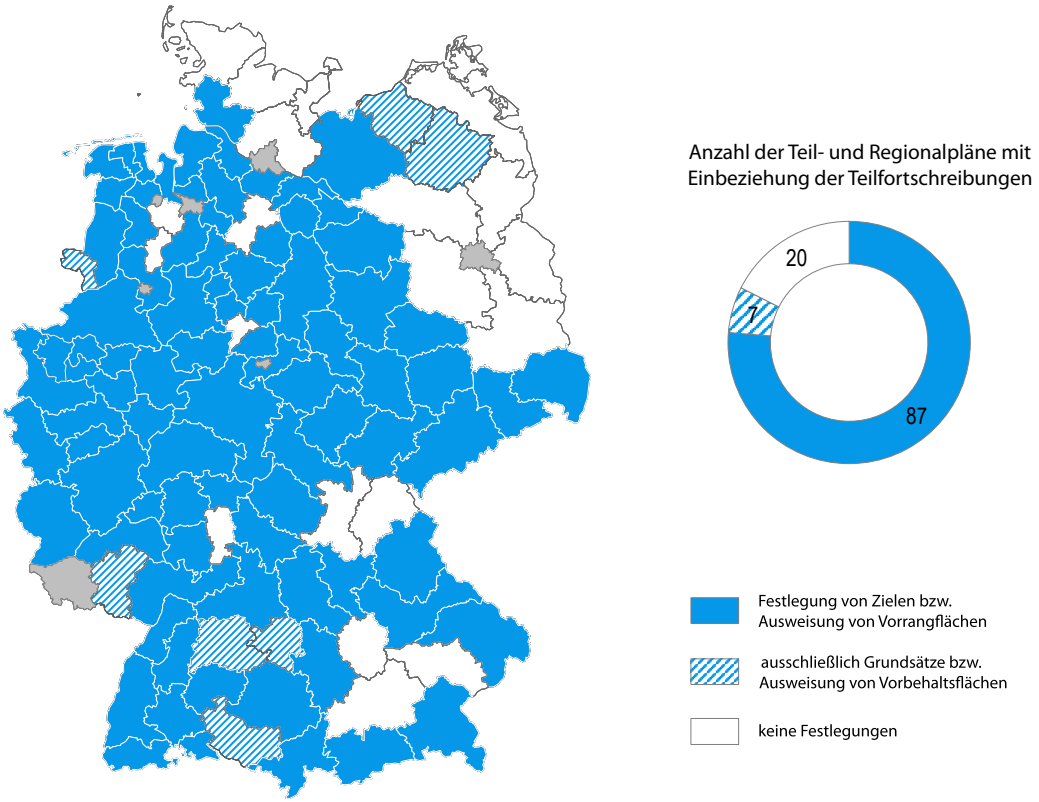



**Abbildung 23: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Hochwasservorsorge in Flussgebieten“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

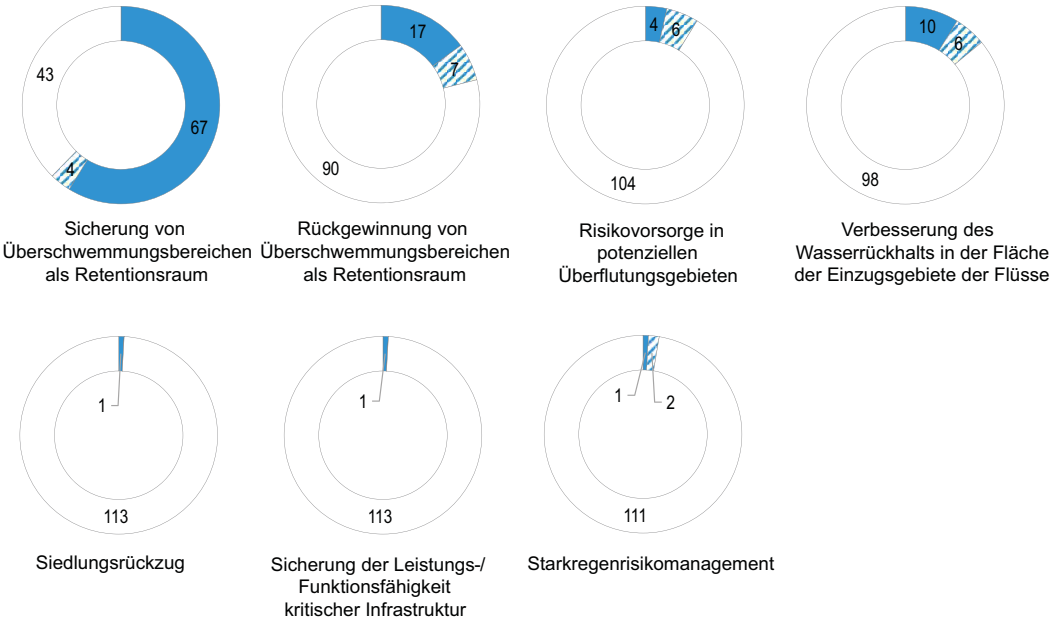


**Abbildung 24: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für Überschwemmungsbereiche und potenzielle Überflutungsbereiche**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

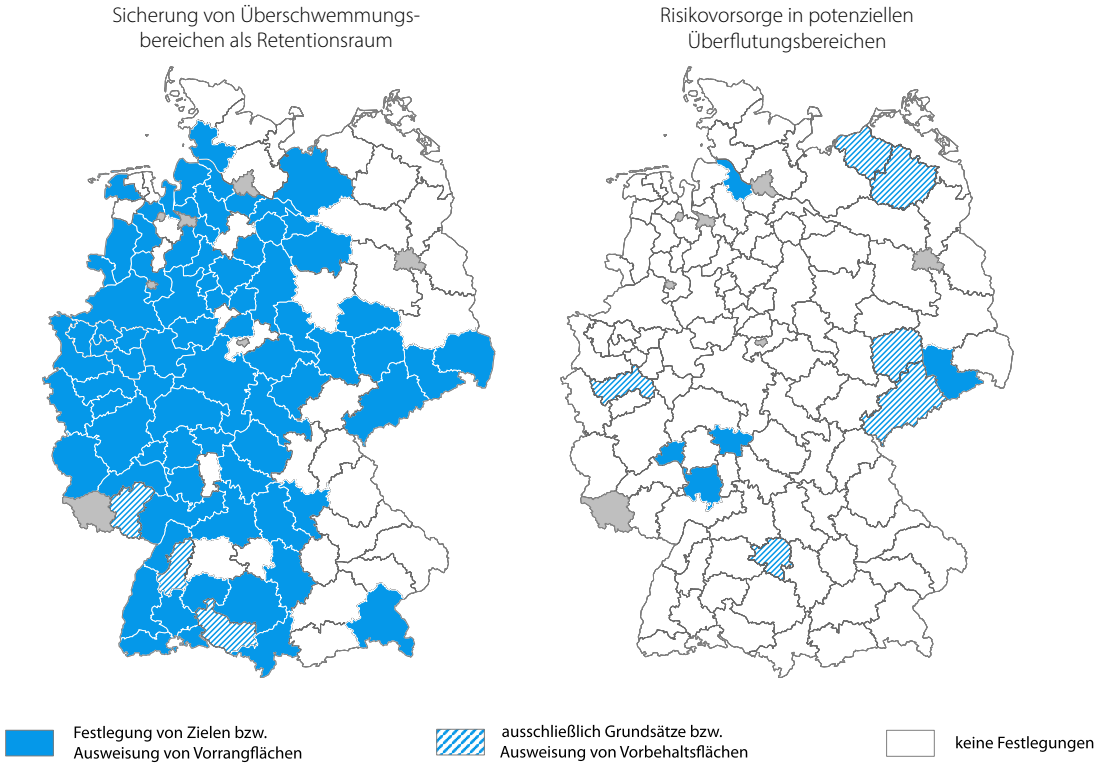
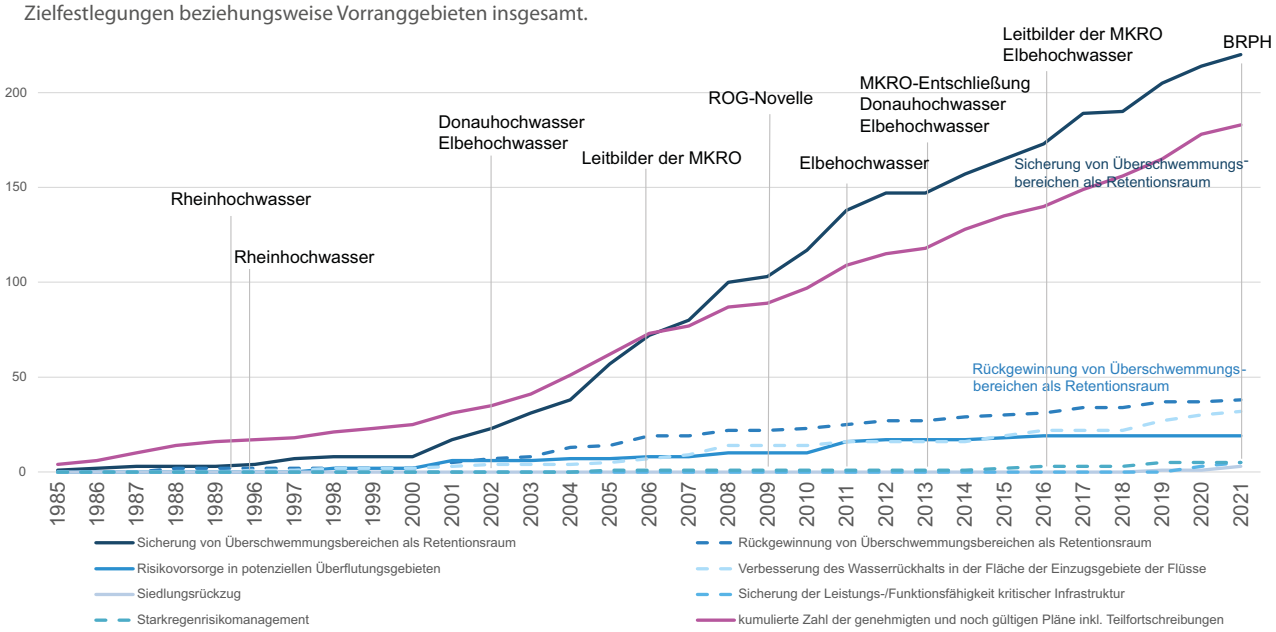



**Abbildung 25: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

Anmerkung: Das Diagramm ist aus heutiger Sicht zu lesen. Das älteste noch gültige Planungsdokument stammt aus dem Jahr 1985. Dies bedeutet, es wurden nur Festlegungen aufgenommen, die bis heute Gültigkeit besitzen. Während sich die farbigen Linien auf die Zahl der Zielfestlegungen beziehungsweise der Ausweisung von Vorranggebieten beziehen, beschreibt die schwarze Linie die Zahl der Pläne mit Zielfestlegungen beziehungsweise Vorranggebieten insgesamt.



## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge von 2020**

**4.1.4 Vorbeugender Hochwasserschutz: Z 4.1.4.2** In Vorranggebieten vorbeugender Hochwasserschutz mit den Funktionen „Abfluss" beziehungsweise „Herstellung Abfluss" sind alle raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen unzulässig, die den Abfluss von Hochwasser beziehungsweise die Herstellung dieser Funktion beeinträchtigen können. Ausgenommen sind Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sowie Raumfunktionen oder Nutzungen, von denen trotz Behinderung des Abflusses grundsätzlich positive Wirkungen auf das Hochwassergeschehen ausgehen. Darüber hinaus sind auch öffentliche Hochwasserschutzanlagen wie Deiche oder Schutzmauern, wasserwirtschaftliche Anlagen sowie Anlagen zur Sicherung der Schifffahrt ausgenommen, wenn sichergestellt ist, dass sich die Gefährdung für andere Flussanlieger nicht erhöht.

**Z 4.1.4.3** In Vorranggebieten vorbeugender Hochwasserschutz mit der Funktion „Abfluss" ist auf eine hochwasserneutrale Nutzung hinzuwirken, wenn durch andere Nutzungsarten eine Erhöhung der Hochwassergefahr in besiedelten Bereichen hervorgerufen werden kann.

**G 4.1.4.7** In den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten vorbeugender Hochwasserschutz sollen die jeweils zulässigen Nutzungen an die bei einem Extremhochwasser mögliche Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit angepasst werden. Noch unbebaute Bereiche in Vorbehaltsgebieten vorbeugender Hochwasserschutz mit der Funktion „Anpassung von Nutzungen – hohe Gefahr" sollen von Bebauung freigehalten werden. Besiedelte Bereiche in diesen Vorbehaltsgebieten sollen bei einer Nutzungsaufgabe als Freiraum wiederhergestellt werden.

**Regionalplan Leipzig-Westsachsen von 2021**

**Hochwasserschutz: G 4.1.2.20** In den Vorbehaltsgebieten vorbeugender Hochwasserschutz (Risikobereich) soll eine dem Hochwasserrisiko angepasste Nutzung erfolgen. Bei der Sanierung bestehender Bebauung sowie bei neuer Bebauung sind geeignete bautechnische Maßnahmen zur Vermeidung des Eintrags wassergefährdender Stoffe im Überschwemmungsfall vorzusehen.

**G 4.1.2.22** In „Gebieten mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser" sollen sensitive Nutzungen und kritische Infrastrukturen durch Maßnahmen des vorsorgenden und technischen Hochwasserschutzes vor überschwemmungsbedingten Beeinträchtigungen geschützt werden. In „Regionalen Schwerpunktbereichen für die Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall" sollen hochwasserexponierte Anlagen zurück- oder umgebaut werden beziehungsweise der Neubau von Anlagen hochwasserangepasst erfolgen.

**Z 4.1.2.23** In den „Gebieten zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts" sind Beeinträchtigungen des Wasserrückhaltevermögens durch großflächige Bodenversiegelungen, die Beseitigung abflusshemmender Vegetationsbestände, nutzungsbedingte schädliche Bodenverdichtungen und Verringerung des natürlichen Retentionsraums der Fließgewässer zu vermeiden. Nutzungen und Maßnahmen, die eine Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens in diesen Gebieten begünstigen, sind zu befördern.

**Regionalplan Düsseldorf von 2018**

**(Kapitel 4) Vorbeugender Hochwasserschutz: (G 1)** In Überschwemmungsbereichen soll bei der Aufgabe oder Änderung einer raumbedeutsamen Nutzung oder einer Siedlungsnutzung auf der Ebene der Bauleitplanung die Möglichkeit geprüft werden, ob die frei werdende Fläche als Nachnutzung dem Retentionsraum zugeführt werden kann. Sofern das Retentionsvolumen erhalten bleibt oder vergrößert werden kann, soll im Rahmen der Bauleitplanung auch eine Nachverdichtung auf Flächen mit bestehenden Baurechten zulässig sein.

**Regionalplan Südlicher Oberrhein von 2017**

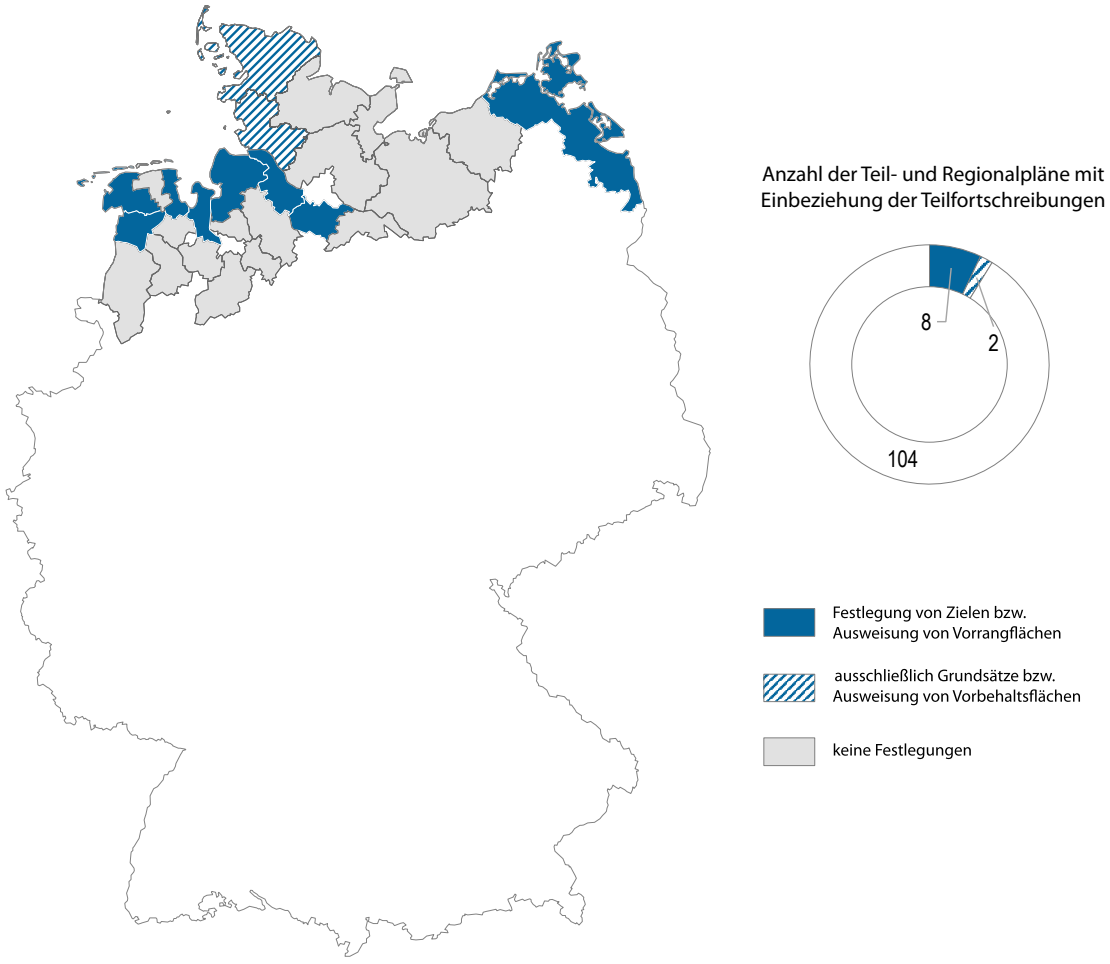
**(Kapitel 3.4) Vorranggebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz: (Z 1)** Zur Sicherung bestehender wichtiger Überflutungsgebiete sowie von Gebieten, die für die Rückgewinnung ihrer Hochwasserrückhaltefunktion besonders geeignet sind, sind Vorranggebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz in der Raumnutzungskarte festgelegt. In diesen Gebieten findet eine Besiedlung oder der Abbau von oberflächennahen Rohstoffen nicht statt. Bei der Gebietsfestlegung wird unterschieden zwischen Vorranggebieten für den vorbeugenden Hochwasserschutz mit und ohne $HQ_{100}$-Ausnahmevorbehalt.

## 4.1.6 Ergebnisse im Handlungsfeld „Küstenschutz“

Die MKRO betont die Bedeutung der Küstenniederungen als wichtige Siedlungs- und Wirtschaftsräume, deren Erhaltung allerdings einen funktionierenden Küstenschutz voraussetzen: „Durch den Küstenschutz wird der Schutz vor Überflutungen bei Sturmfluten sichergestellt und der Küstenrückgang durch Erosion unterbunden“ (MKRO 2013a: 17). Die fünf deutschen Küstenländer haben dazu jeweils eigene Strategien erarbeitet, um dem Meeresspiegelanstieg oder auch einer zunehmenden Gefahr von Sturmfluten im Zuge des Klimawandels begegnen zu können (vgl. ebd.: 17 f.). Der Küstenschutz löst unterschiedliche Raumansprüche aus, beispielsweise die Entnahme von Kleien oder Sanden zur Ertüchtigung der Deiche oder auch die Freihaltung von Pufferzonen an ungeschützten Erosionsküsten. Eine der vordringlichen Aufgaben der Raumordnung ist es, diese vielfältigen Nutzungsansprüche im Bereich der Küsten zu koordinieren (vgl. ebd.: 18). Der MKRO-Umlaufbeschluss „Raumordnung und Klimawandel“ gibt einen Überblick zu den zentralen Handlungsschwerpunkten und raumordnerischen Instrumenten (vgl. ebd.: 18 ff.). Die Leitbilder der Raumentwicklung unterstützen den Küstenschutz: „Im Mittelpunkt stehen die Sicherung geeigneter Gewinnungsgebiete

**Abbildung 26: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Küstenschutz“ in Küstengebieten gemäß UBA (2021:103)**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



für bindigen, deichbaufähigen Boden am Festland sowie für marine Sandentnahmestellen für Küstenschutzzwecke, die Freihaltung von Bereichen vor und hinter Küstenschutzanlagen von konkurrierenden Nutzungen und die Risikominimierung in nicht ausreichend sturmflutgeschützten Gebieten“ (MKRO 2016a: 19 f.).

Auf dieser Grundlage basieren die Aspekte des Handlungsfelds für die Analyse der Regionalpläne:

- Sicherung des Raumbedarfs für Kleieentnahmestellen für Küstenschutzzwecke
- Sicherung des Raumbedarfs für marine Sandentnahmestellen für Küstenschutzzwecke
- Freihaltung von Bereichen vor und hinter Küstenschutzanlagen von konkurrierenden Nutzungen
- Freihaltung von Pufferzonen an Erosionsküsten
- Ergänzende Risikominimierung in sturmflutgeschützten Küstengebieten (bei Versagen von Küstenanlagen im Fall von Extremereignissen)
- Risikominimierung in nicht ausreichend sturmflutgeschützten Gebieten
- Sicherung der Leistungs-/Funktionsfähigkeit kritischer Infrastruktur

32 % und damit 8 der 25 Küstenanrainerregionen legen Ziele zum Küstenschutz in zumindest einem der Handlungsaspekte fest. In zwei Regionen gibt es nur Grundsätze zum Thema. In erster Linie handelt es sich dabei um Festlegungen zur Sicherung des Raumbedarfs für Kleientnahmestellen. Eine untergeordnete Rolle spielen die Sicherung des Raumbedarfs für marine Sandentnahmestellen, die Freihaltung von Pufferzonen an Erosionsküsten sowie die ergänzende Risikominimierung in sturmflutgeschützten Küstengebieten. Zur Risikominimierung in nicht ausreichend sturmflutgeschützten Küstengebieten sowie zur Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit kritischer Infrastruktur werden keine Festlegungen getroffen. Die allgemeinen Aussagen, die auf den Schutz der Küste hinwirken sollen, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Lücken in Schleswig-Holstein lassen sich dadurch begründen, dass alle gültigen Regionalpläne auf den „Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein“ (MEKUN SH 2022) verweisen, dessen Festlegungen die Ziele der Raumordnung abbilden. Zudem stellen die Fachpläne Küstenschutz für die Inseln Sylt, Föhr, Amrum und Halligen die raumordnerischen Planungsgrundlagen dar (vgl. MEKUN SH 2015). Aus diesen Gründen wird der Küstenschutz in den Regionalplänen Schleswig-Holsteins nicht detailliert aufgegriffen.

Wie auch die Hochwasservorsorge in den Flussgebieten wird mit dem Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz von 2021 der Rahmen für den raumordnerischen Küstenschutz neu gefasst. Insofern haben sich zumindest die raumordnerischen Vorgaben deutlich verändert, sodass zukünftig Anpassungen in den Raumordnungsplänen der Länder und Regionen erforderlich werden.

### Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionales Raumordnungsprogramm für den Landkreis Cuxhaven von 2012**

**3.2.4.2 Küsten- und Hochwasserschutz: Z (02)** Wegen des Klimawandels ist ein Konzept für die Ermittlung und Sicherung des weiteren Bedarfs an freizuhaltenden Flächen für abzubauenden, deichbaufähigen Klei durch den Vorhabenträger zu erarbeiten.

**Z (05)** [...] Soweit möglich ist bei Deichsanierungsmaßnahmen ein mindestens 25,00 m breites Vorland zwischen dem Deichfuß und dem Osteufer herzustellen, um Hochwasserspitzen besser ableiten zu können und zusätzlichen Retentionsraum zu schaffen. Die Errichtung oder das Anlegen abflusseinschränkender oder -behindernder Bauwerke, Lagerungen oder Anpflanzungen sind möglichst zu beschränken.

**Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland von 2020**

**3.2.4 Wassermanagement, Wasserversorgung, Küsten- und Hochwasserschutz: Z (07)** Die Hauptdeiche, 2. Deichlinien, Schutzdeiche sowie die Entwässerungsbauwerke (Siele, Schleusen und Schöpfwerke) sind in der zeichnerischen Darstellung als Vorranggebiet Deich und als Vorranggebiet Schleuse/Hebewerk festgelegt.

**Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern von 2010**

**5.3 Küsten- und vorbeugender Hochwasserschutz: Z (1)** In den Vorranggebieten Küstenschutz sind alle Planungen und Maßnahmen den Anforderungen des Küstenschutzes unterzuordnen.

**G (4)** Überflutungsgefährdete Siedlungen sollen vor den Auswirkungen von Sturmfluten durch Maßnahmen und Bauwerke des Küstenschutzes gesichert werden. Dazu sollen auch Strategien erarbeitet werden, mit denen das Schadenspotenzial für alle in überflutungsgefährdeten Gebieten lebenden Menschen langfristig verringert werden kann.

## 4.1.7 Ergebnisse im Handlungsfeld „Schutz in Berggebieten“

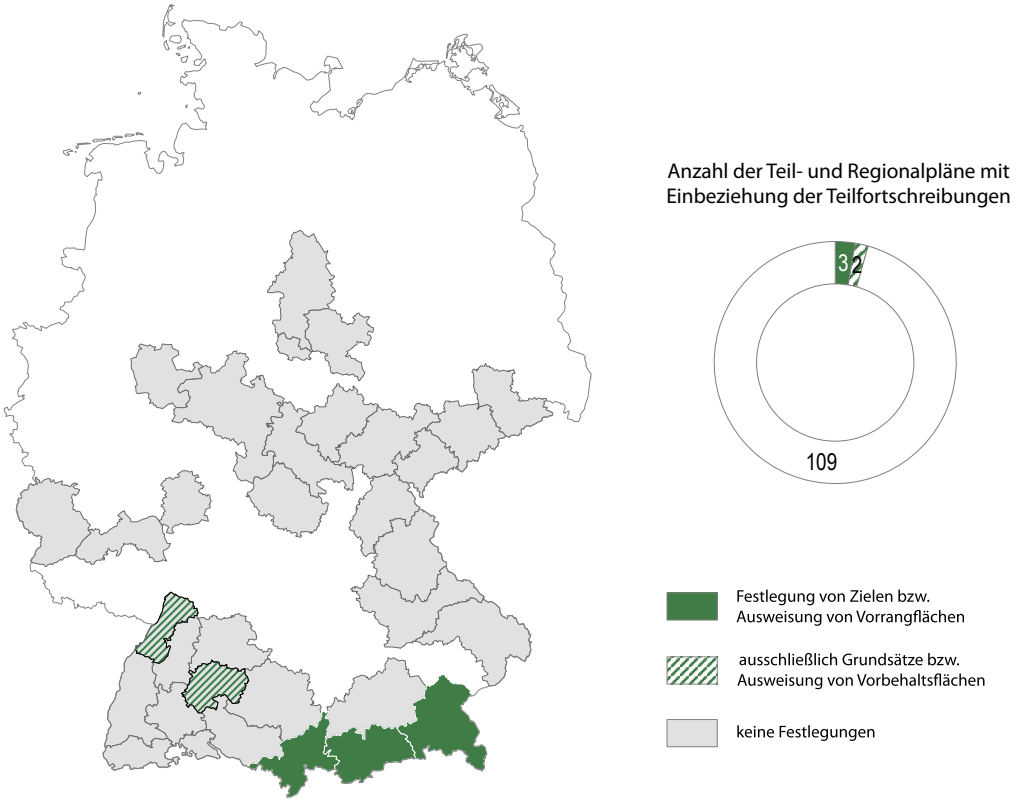
Die Folgen des Klimawandels sind insbesondere im Alpenraum spürbar, aber auch in den Mittelgebirgen Deutschlands. Das Risiko von Extremwetterereignissen wie Starkregen und nachfolgend geogenen Gefahren steigt überdurchschnittlich, die Schneesicherheit in Wintersportgebieten ist nicht mehr gewährleistet, es wird ein drastischer Rückgang der Gletschermassen und gleichzeitig eine Verschiebung der Vegetationszonen mit erheblichen Auswirkungen auf die Biodiversität prognostiziert (vgl. MKRO 2013a: 23). Für die MKRO stehen der Schutz des empfindlichen Lebensraumes der Alpen, der Schutz der Bevölkerung vor Naturgefahren sowie die Berücksichtigung weiterer Entwicklungsmöglichkeiten für die Bevölkerung und die Wirtschaft im Alpenraum im Vordergrund (vgl. ebd.). In den Leitbildern der Raumentwicklung in Deutschland wird auf diese Ziele Bezug genommen und die dazu korrespondierende Flächenkulisse ausgewiesen (vgl. MKRO 2016a: 20; s. Abb. 3).

Für das Handlungsfeld sind folgende Aspekte maßgebend:

- Schutz vor Naturgefahren wie Muren, Steinschlag, Lawinen und Überschwemmungen
- Erhalt und bei Bedarf Wiederherstellung der Schutzfunktionen des Bergwalds
- Schutz des empfindlichen Lebensraums der Alpen: Zonierung zum Erhalt ökologisch wertvoller Lebensräume, zur Minimierung des Gefahrenrisikos sowie zur nachhaltigen Entwicklung für Bevölkerung und Wirtschaft, vor allem für den Tourismus

**Abbildung 27: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Schutz in Berggebieten" in Raumordnungsregionen mit Gebieten über 800 m NN (= Berggebiete gemäß MKRO 2016a: 35)**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)




- Berücksichtigung weiterer Entwicklungsmöglichkeiten für die Bevölkerung und die Wirtschaft im Alpenraum auf Grundlage der von der Fachplanung entwickelten Hinweiskarten und Managementplänen

In 3 der 32 Bergregionen wird zumindest ein Handlungsaspekt über Zielfestlegungen beziehungsweise eine Ausweisung von Vorrangflächen aufgegriffen (s. Abb. 27). Zwei weitere Regionen formulieren Grundsätze zum Schutz der Berggebiete. Der am häufigsten adressierte Handlungsaspekt ist die Erhaltung und Wiederherstellung der Schutzfunktion von Bergwäldern. In Einzelfällen wird in Festlegungen Bezug auf den Schutz vor Naturgefahren und die Erhaltung der Berglandwirtschaft genommen. Die Handlungsaspekte „Schutz des empfindlichen Lebensraums der Alpen" und „Entwicklungsmöglichkeiten für Bevölkerung und Wirtschaft im Alpenraum" finden in den Regionalplänen keine explizite Berücksichtigung in den Festlegungen.

Obwohl die Definition von Berggebieten nach MKRO mit Höhen über 800 m auch die Mittelgebirgsregionen betrifft (vgl. MKRO 2016a: 32), zielen die Ansätze im Handlungsfeld vorwiegend auf den Alpenraum. Demensprechend konzentrieren sich die Festlegung von Zielen und Vorranggebieten ausschließlich auf Bayern und den Alpenbereich.

Die Alpenkonvention beschreibt Leitprinzipien für ein nachhaltiges Leben in den

Alpen (vgl. Alpenkonvention 1991). Die Durchführungsprotokolle der Alpenkonvention beziehen sich auf Ziele und Maßnahmen in verschiedenen Themenbereichen, unter anderem zu Bevölkerung und Kultur, zu Raumplanung, Bodenschutz, Wasserhaushalt, Naturschutz- und Landschaftspflege, Berglandwirtschaft, Bergwald, Energie und Tourismus. Diese sind auch von Deutschland unterzeichnete völkerrechtliche Übereinkommen und daher mit Inkrafttreten 2002 für alle staatlichen Organe verbindlich (vgl. BGBl II 2002: 1785).

Der Alpenplan ist ein Instrument zum Schutz der Bayerischen Alpen. Der Plan entstand zunächst als Verordnung „Erholungslandschaft Alpen", ab 1976 wurde er dann als Teil des Bayerischen Landesentwicklungsprogramms. Darüber werden drei Zonen definiert, die unterschiedliche Nutzungskonkurrenzen steuern: Die Erschließungszone A (Erschließung möglich), die Übergangszone B (Erschließung unter Auflagen nach Verträglichkeitsprüfung möglich) und die Ruhezone C (Erschließung mit Seilbahnen, Skipiste, Straßen etc. nicht möglich). Die Ruhezonen (43 % der bayerischen Alpen) dienen auch dem Schutz vor Naturgefahren. (vgl. DAV o. J.)

Regionen in den Mittelgebirgen legen weder Ziele zu den Aspekten des Handlungsfelds fest, noch werden Vorrangflächen ausgewiesen. Möglicherweise werden die Aspekte des Bergwalds und der Bergwaldwirtschaft in diesen Regionen in das Handlungsfeld „Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft" integriert. Einige Regionen formulieren Grundsätze in Bezug auf Erdrutschungen und die Verminderung der Erosionsgefahr (vgl. RV Neckar-Alb 2013; RV Mittlerer Oberrhein 2002).

## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionalplan Allgäu von 2007**

**2.5 Forstwirtschaft: Z. 2.5.2** Auf die Erhaltung und Verjüngung der Wälder mit besonderen (Schutz-) Funktionen und auf eine naturnahe Waldbewirtschaftung soll hingewirkt werden.
Im Hochgebirge und seinen Vorbergen sollen

- insbesondere solche Flächen standortgerecht aufgeforstet werden, auf denen der zu begründende Wald Schutz vor Erosion, schädlichem Wasserabfluss oder Lawinen geben kann,
- verstärkt zielgerichtete Maßnahmen für die Stabilität von Wäldern.

**Regionalplan Neckar-Alb von 2013**

**3.2.2 Gebiete für Bodenerhaltung: G.3.2.2.1** Der Boden ist so zu behandeln, dass er seine vielfältigen Funktionen [...] dauerhaft erfüllen kann, seine Standsicherheit erhalten bleibt und Rutschungsprozesse möglichst ausgeschlossen werden können.
**G.3.2.2.2** Zum Schutz des Bodens und wichtiger Bodenfunktionen sind Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung festgelegt und in der Raumnutzungskarte dargestellt.
**G.3.2.2.3** Folgende Grundsätze sind in den Vorbehaltsgebieten für Bodenerhaltung zu beachten:

- In den stark erosionsgefährdeten Bereichen sind bei einer ackerbaulichen Nutzung Vorkehrungen zum Erosionsschutz zu treffen, bei forstwirtschaftlicher Nutzung ist eine dauerhafte Bestockung mit vorwiegend standortheimischen Baumarten sowie einer möglichst bodendeckenden Vegetation anzustreben.
- In den stark rutschungsgefährdeten Bereichen sind destabilisierende Eingriffe in den Boden zu unterlassen oder, wenn Eingriffe unumgänglich sind, Maßnahmen zur Hangsicherung zu treffen.

## 4.1.8 Ergebnisse im Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“

Der MKRO-Umlaufbeschluss „Raumordnung und Klimawandel“ bezieht den Schutz vor Hitzefolgen vor allem auf städtische Gebiete (vgl. MKRO 2013a: 25 ff.). Durch hohe Versiegelungsgrade bilden sich regelmäßig Hitzeinseln in den Städten aus, die erhebliche gesundheitliche Belastungen mit sich bringen. Der Hitzeinseleffekt tritt vorwiegend bei autochthonen Wetterlagen auf; in diesen Situationen gewinnen regionale Windsysteme an Bedeutung. Deshalb steht es für die Raumordnung im Vordergrund, eben jene „Flächen zu erhalten, die für die Kaltluftproduktion sorgen und als Luftleitbahnen den Transport der Kaltluft in die Stadt ermöglichen“ (ebd.: 26). Die Ausprägung des Hitzeinseleffekts hängt nicht nur von den Versiegelungsgraden und der Ausdehnung der Stadtregion ab, sondern auch von den bioklimatischen Bedingungen in der Region; besonders betroffen sind Regionen im Bereich des Oberrheingrabens und des Niederrheins, die Region Rhein-Main sowie Bereiche im Osten Deutschlands (vgl. ebd.: 25, s. Abb. 28). In den Leitbildern der Raumentwicklung wird auf die im Zuge des Klimawandels vermehrt auftretenden länger anhaltenden Hitzewellen hingewiesen und insofern der Dringlichkeit des Handlungsfelds Nachdruck verliehen (vgl. MKRO 2016a: 20).

Das Handlungsfeld ist aufgeschlüsselt in folgende Einzelaspekte:

- Schutz überörtlich bedeutsamer klimawirksamer Freiräume, Ausgleichsflächen und Luftaustauschflächen (z. B. durch Vorrang-/Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft, Regionale Grünzüge, Grünzäsuren oder als Vorrang-/Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen beziehungsweise klimaökologische Ausgleichsräume)
- Räumliche Steuerung der Siedlungsflächen- und Infrastrukturentwicklung (z. B. durch Vorgaben zu Siedlungsflächeninanspruchnahme, Vorgaben für die Bauleitplanung, Darstellung von thermischen Belastungsgebieten)
- Maßnahmen zum Schutz vor (Wald-) Brandgefahr

39 % beziehungsweise 46 der 114 Regionen legen zumindest für einen der Handlungsaspekte Ziele fest beziehungsweise weisen Vorrangflächen auf, weitere neun Regionen formulieren Grundsätze (s. Abb. 28). Somit adressieren über die Hälfte der Regionalpläne das Handlungsfeld nicht über explizite Festlegungen. Dahingegen werden in fast allen Wärmeregionen wie dem Oberrheingraben/Rheingraben, den Regionen Oberlausitz-Niederschlesien und Lausitz-Spreewald sowie an Saar und Neckar Zielfestlegungen zum Schutz vor Hitzefolgen getroffen; weitere vier Regionen legen ausschließlich Grundsätze fest (s. Abb. 31).

Mit Abstand am häufigsten wird der „Schutz überörtlich bedeutsamer klimawirksamer Räume“ in den Regionalplänen thematisiert. Die restlichen Handlungsaspekte werden nur vereinzelt von wenigen Regionen aufgegriffen. Dies gilt insbesondere für die räumliche Steuerung der Siedlungsflächen- und Infrastrukturentwicklung. Festlegungen zum Schutz vor (Wald-)brandgefahren werden in keinem Regionalplan getroffen. Allerdings liegt dieser Aspekt eher im Kompetenzbereich der Fachplanung und nicht der Raumplanung; eventuell wird er in den Regionen fachplanerisch geregelt.

Die Zunahme der Festlegungen zum Thema „Schutz vor Hitzefolgen nach dem Jahr 2003“ korrespondiert mit den Ereignissen des Hitzesommers 2003 mit rund 70.000 Hitzetoten in Europa und 9.600 in Deutschland (vgl. Gunkel 2013, s. Abb. 76). Es ist eine stetige Zunahme der Ausweisung von Vorranggebieten für Luftleitbahnen ab dem Jahr 2009 zu verzeichnen: Von

**Abbildung 28: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

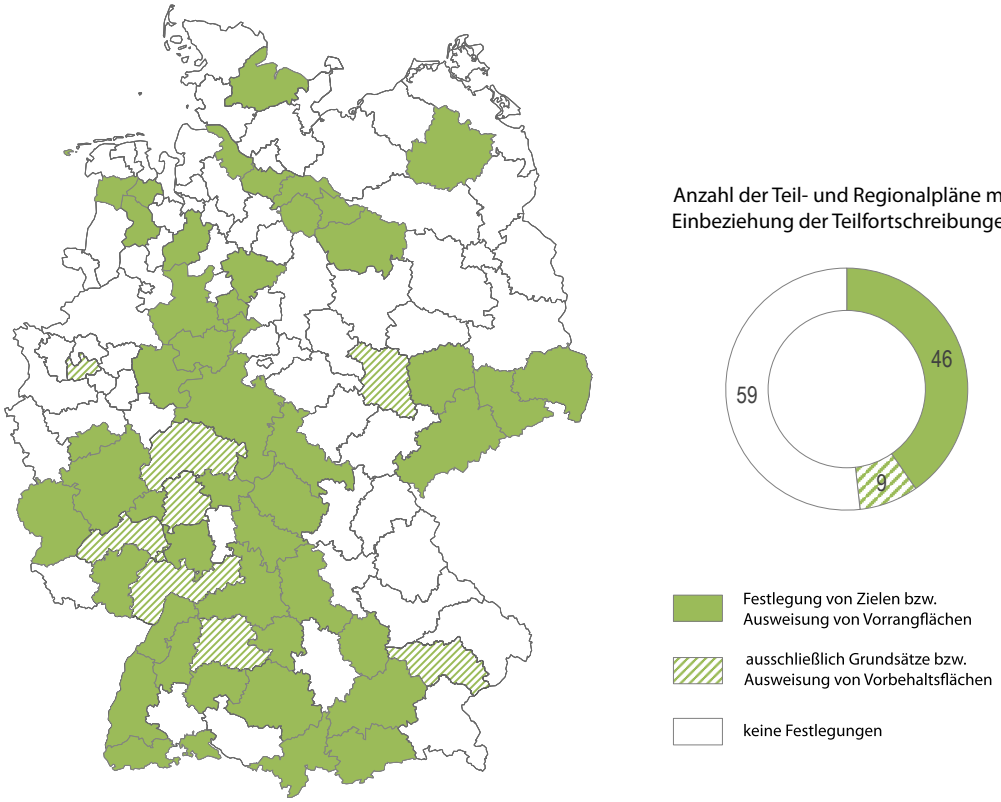
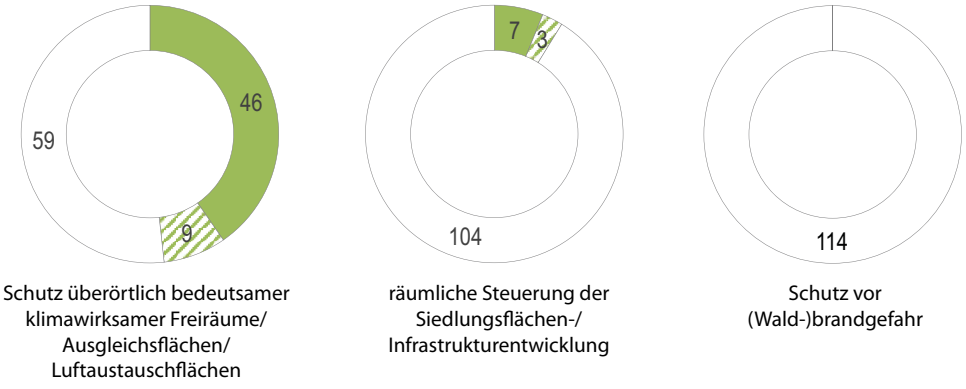



**Abbildung 29: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



fünf Regionen im Jahr 2009 (vgl. BMVBS 2010: 78) erhöhte sich die Zahl auf 46 im Jahr 2021.

Die Planauswertung macht deutlich, dass das Themenfeld durch die Raumordnung noch nicht angemessen berücksichtigt wird. Allerdings dient die Ausweisung von multifunktionalen Grünzügen und Grünzäsuren häufig dem Schutz vor Hitzefolgen, ohne dass die Handlungsaspekte explizit erwähnt werden.

Thematische Vertiefung in Kap. 6.2

**Abbildung 30: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

Anmerkung: Das Diagramm ist aus heutiger Sicht zu lesen. Das älteste noch gültige Planungsdokument stammt aus dem Jahr 1985. Dies bedeutet, es wurden nur Festlegungen aufgenommen, die bis heute Gültigkeit besitzen. Während sich die farbigen Linien auf die Zahl der Zielfestlegungen beziehungsweise der Ausweisung von Vorranggebieten beziehen, beschreibt die schwarze Linie die Zahl der Pläne mit Zielfestlegungen beziehungsweise Vorranggebieten insgesamt.

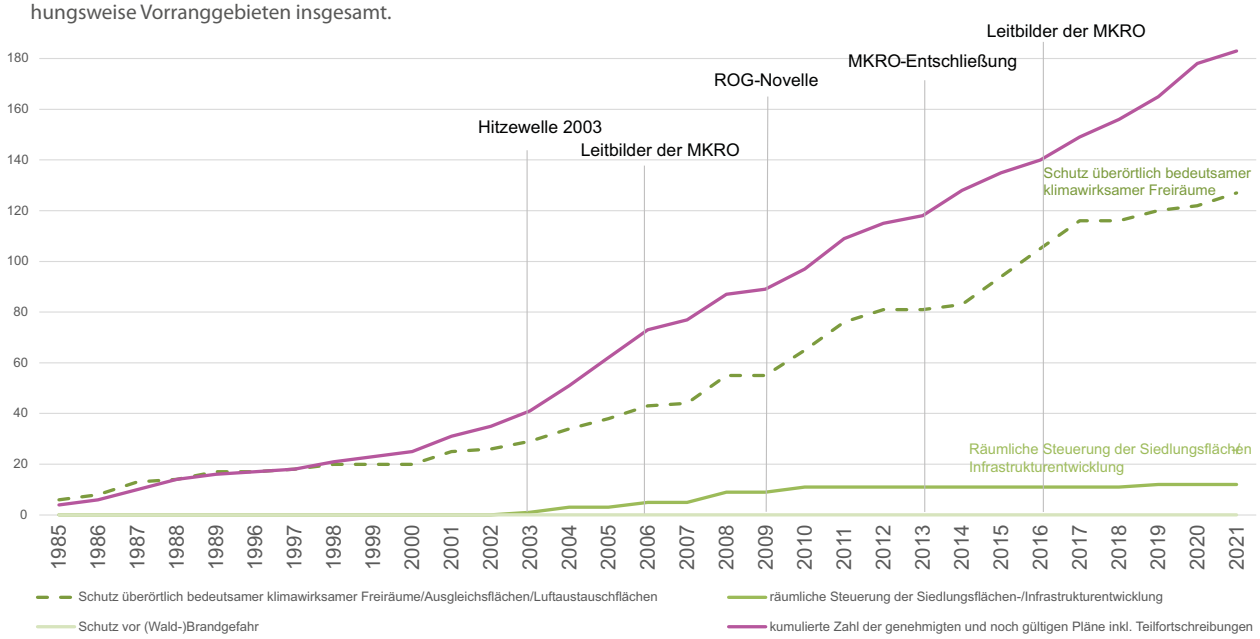
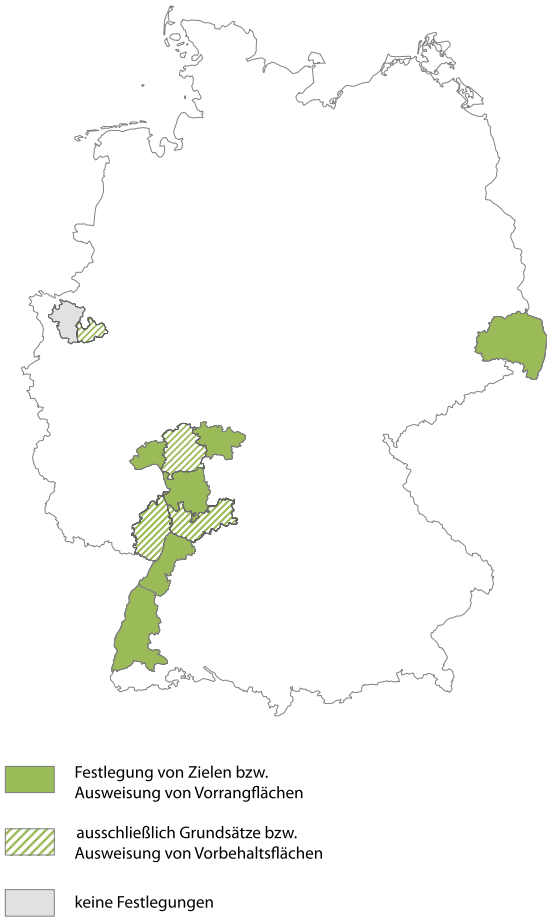



**Abbildung 31: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen zum Schutz vor Hitzefolgen im Bereich der wärmsten Regionen in Deutschlan gemäß UBA (2021: 103)**

Quelle: eigene Darstellung



## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Entwurf des Regionalplans Mittelthüringen Regionalplan von 2020**

**2.1 Siedlungsentwicklung: Z 2-1** In den folgenden Gebieten sind naturschutzfachlich wertvolle, für die Kaltluftentstehung bedeutende oder zur Verhinderung bandartiger Siedlungsstruktur wichtige siedlungsnahe Freiräume zu sichern. Siedlungsflächenerweiterungen zwischen folgenden Siedlungsbereichen [,] die den genannten Funktionen entgegenstehen [,] sind ausgeschlossen: [...]

**Entwurf des Regionalplans Arnsberg. Räumlicher Teilplan Märkischer Kreis, Kreis Olpe, Kreis Siegen-Wittgenstein von 2020**

**(Z.2.2.1) Kernbereiche von Kaltluft-Leitbahnen mit sehr hoher und hoher Priorität** Die Kernbereiche von Kaltluft-Leitbahnen mit überörtlicher Bedeutung mit sehr hoher und hoher Priorität dürfen bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen nicht in ihren klimaökologischen und lufthygienischen Funktionen beeinträchtigt werden.
**(Z.2.3.2) Regionale Grünzüge** Die regionalen Grünzüge sind insbesondere aufgrund ihrer klimaökologischen und lufthygienischen Funktion sowie zur siedlungsräumlichen Gliederung zu sichern und zu entwickeln. Sie sind vor siedlungsräumlicher Inanspruchnahme zu schützen. Sie dürfen für siedlungsräumliche Entwicklungen ausnahmsweise in Anspruch genommen werden, wenn für siedlungsräumliche Entwicklungen keine Alternativen außerhalb des betroffenen Grünzuges bestehen und insbesondere ihre klimaökologische und lufthygienische Funktionsfähigkeit und ihre Funktion zur siedlungsräumlichen Gliederung erhalten bleiben.

**Regionalplan Leipzig-Westsachsen von 2021**

**4.1.4 Siedlungsklima: Z 4.1.4.1** Im Rahmen der Bauleitplanung sind die räumlichen Voraussetzungen für den Erhalt und die Schaffung klimatisch wirksamer Freiräume sowie den Luftaustausch zu schaffen.
**Z 4.1.4.2** Die „Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln" sind im Rahmen der Bauleitplanung zu konkretisieren. In ihnen sollen die Voraussetzungen für die Neuanlage von Grünflächen oder Wald – vorzugsweise auf Brachflächen – geschaffen werden.

**Entwurf des Regionalplans Detmold von 2020**

**(Grundsatz F 37.1) Wärmebelastete Siedlungsbereiche**
In Siedlungsbereichen, deren Nutzungen eine hohe oder sehr hohe Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen aufweisen, soll eine Minderung der bestehenden Belastungen angestrebt werden.
**(Grundsatz F 39) Bauleitplanung und Klimaanpassung** Im Rahmen der Bauleitplanung sollen die räumlichen Voraussetzungen für den Erhalt und die Schaffung klimaökologisch bedeutsamer Freiräume sowie den Luftaustausch geschaffen werden. Insbesondere soll der Übergang der siedlungsklimatisch bedeutsamen Freiraumbereiche in das Siedlungsgefüge so gestaltet werden, dass ihr Wirkbereich möglichst weiträumige Teile der Siedlung erfasst.
Regionalplan Region Oberlausitz-Niederschlesien von 2010.
**Z.4.6.Siedlungs- und Freiflächenklima: Z.4.6.1** Die Funktionsfähigkeit der ausgewiesenen Frisch- und Kaltluftbahnen ist zu erhalten.
**Z.4.6.2** Die siedlungsklimatisch bedeutsamen Bereiche sind im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung auszuformen.

**Regionalplan Mittelhessen von 2010**

**6.1.3 Klima: G 6.1.3 -1** In den Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen sollen die Kalt- und Frischluftentstehung sowie der Kalt- und Frischluftabfluss gesichert und, soweit erforderlich, wiederhergestellt werden. Diese Gebiete sollen von Bebauung und anderen Maßnahmen, die die Produktion und den Transport frischer und kühler Luft behindern können, freigehalten werden. Planungen und Maßnahmen in diesen Gebieten, die die Durchlüftung von klimatisch beziehungsweise lufthygienisch belasteten Ortslagen verschlechtern können, sollen vermieden werden.

**Regionalplan Mittlerer Oberrhein von 2002**

**G-13 bioklimatisch wichtige Bereiche** Die bioklimatisch wichtigen Bereiche sollen zur Sicherung und Verbesserung der bioklimatischen Wohlfahrtswirkungen des Naturhaushaltes erhalten oder wiederhergestellt werden. Für die Funktion, Frischluft an Siedlungsflächen heranzuführen, sollen die zu den Siedlungsflächen führenden Luftaustauschbahnen in den Seitentälern des Rheingrabens und des Murgtals sowie die zum Rheingraben gerichteten Hangzonen südlich des Murgtals als Kaltluftentstehungsgebiete und die Lüftungsschneisen im Bereich der Siedlungen gesichert und entwickelt werden.

**Regionalplan Südhessen/Regionaler Flächennutzungsplan von 2011**

**Z4.3-2 Regionaler Grünzug** Die Funktion der Regionalen Grünzüge darf durch andere Nutzungen nicht beeinträchtigt werden. Planungen und Vorhaben, die zu einer Zersiedlung, einer Beeinträchtigung der Gliederung von Siedlungsgebieten, des Wasserhaushalts oder der Freiraumerholung oder der Veränderung der klimatischen Verhältnisse führen können, sind in den Regionalen Grünzügen nicht zulässig. [...]

**G.4.6 Klima: G.4.6-2** Die Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete sowie die Kalt- und Frischluftabflussschneisen sollen gesichert, offen gehalten und soweit erforderlich, wiederhergestellt werden.

**G.4.6-3** Im Regionalplan/RegFNP – Karte – sind die Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete sowie die Kalt- und Frischluftabflussschneisen, die im räumlichen Zusammenhang mit belasteten Siedlungsbereichen stehen und wichtige Aufgaben für den Klima- und Immissionsschutz erfüllen, als „Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen" ausgewiesen. Diese Gebiete sollen von Bebauung und anderen Maßnahmen, die die Produktion beziehungsweise den Transport frischer und kühler Luft behindern können, freigehalten werden. Planungen und Maßnahmen, die die Durchlüftung von klimatisch beziehungsweise lufthygienisch belasteten Ortslagen verschlechtern können, sollen in diesen Gebieten vermieden werden.

## 4.1.9 Ergebnisse im Handlungsfeld „Umgang mit Wasserknappheit"

Die MKRO ruft aufgrund der zunehmenden Sommertrockenheit und Dürreereignissen in den Leitbildern zur Raumentwicklung in Deutschland explizit den Umgang mit Wasserknappheit auf: „In Regionen mit einer generellen Abnahme des Jahresniederschlages ist mit einer verringerten Grundwasserneubildung zu rechnen. Im Mittelpunkt stehen die verstärkte Sicherung von Wasserressourcen (Reservegebiete), die Erhöhung der Grundwasserneubildung und Weiterverwendung von aufbereitetem Brauchwasser, die Unterstützung des Erhalts beziehungsweise der Verbesserung des Wasserhaushaltes der Böden und sorgsamer Umgang mit stark wasserverbrauchenden Nutzungen" (MKRO 2016a: 20). Der MKRO-Umlaufbeschluss „Raumordnung und Klimawandel" weist bereits 2013 eindrücklich auf die Problematik einer deutlichen Verringerung des Wasserdargebots hin und sieht die Raumordnung in der Verantwortung, über ihre Instrumente einen Beitrag für eine verstärkte Sicherung von Wasserressourcen und eine Verbesserung des Wasserhaushalts der Böden zu leisten (vgl. MKRO 2013a: 28 f.).

Das Handlungsfeld umfasst folgende Aspekte:

- die klimagerechte Vorsorge zur Sicherung des Wasserdargebots und Vermeidung von Nutzungskonflikten mit der Grundwasserbewirtschaftung,
- eine verstärkte Sicherung von Wasserressourcen (Reservegebiete) durch die Festlegung von Vorranggebieten (gegebenenfalls Vorbehaltsgebieten) für den Grundwasserschutz/-versorgung,

insbesondere für Gebiete, die noch nicht fachgesetzlich als Trinkwasserschutzgebiete gesichert sind, sowie eine Standortsicherung für gegebenenfalls notwendige Talsperren,
- eine Erhöhung der Grundwasserneubildung,
- die Weiterverwendung von aufbereitetem Brauchwasser,
- eine Verbesserung des Wasserhaushalts der Böden durch die Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit sowie eine angepasste, grundwasserschonende Art und Intensität der Flächennutzung, insbesondere durch Reduzierung der Flächenversiegelung, Förderung einer konservierenden Bodenbearbeitung in der Landwirtschaft und ganzjährig ausreichende Bodenbedeckung,
- die vorausschauende Lenkung stark wasserverbrauchender Nutzungen, vor allem in den von Trockenheit besonders betroffenen Gebieten.

78 % der gültigen Regionalpläne (bzw. 90 Regionen) greifen zumindest einen der Handlungsaspekte über Zielfestlegungen beziehungsweise eine Ausweisung von Vorrangflächen auf (s. Abb. 32). Fünf Regionen nehmen für das Handlungsfeld ausschließlich Grundsatzfestlegungen vor. In der Übersicht der Einzelaspekte zeigt sich, dass die Sicherung von Wasserressourcen (Reservegebiete) am häufigsten in Zielen oder Grundsätzen Erwähnung findet (s. Abb. 33). Deutlich weniger Nennungen in den Regionalplänen sind dem Handlungsaspekt „Vorsorge zur Sicherung des Wasserdargebots und Vermeidung von Nutzungskonflikten" zuzuordnen. Die restlichen Handlungsaspekte spielen eine untergeordnete Rolle.

66 % der Regionen (12 von 18 Regionen), die als Trockenregionen typisiert sind, treffen Festlegungen zum Umgang mit Wasserknappheit als Ziele beziehungsweise Vorrangflächen. Zwei weitere Regionen legen ausschließlich Grundsätze zu dem Handlungsfeld fest (s. Abb. 35). Auffällig ist, dass die Regionalpläne in Brandenburg das Thema nicht aufgreifen. Grund dafür ist das Fehlen gültiger integrierter Regionalpläne. Bei den ausgewerteten Plänen aus diesen Regionen handelt es sich um Teilpläne, die das Thema der Wasserknappheit nicht behandeln.

Die Sicherung von Wasserressourcen in Form von Reservegebieten spielt auch im Zusammenhang mit der stofflichen Gefährdung des Grundwassers eine wichtige Rolle und wird daher verteilt in Deutschland in 84 Regionen in Regionalplänen adressiert (s. Abb. 33). In Schleswig-Holstein und Teilen Sachsens werden vergleichsweise wenige Trinkwasserschutzgebiete fachgesetzlich gesichert; die Regionalpläne dieser Regionen weisen dafür Vorranggebiete aus oder legen Ziele zur Sicherung der Wasserressourcen fest. Festlegungen zum Handlungsaspekt „Sicherung des Wasserdargebots und Vermeidung von Nutzungskonflikten" finden sich vor allem in den Regionalplänen in den Bundesländern Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und im südlichen Nordrhein-Westfalen.

Bei der zeitlichen Betrachtung ist auffällig, dass bereits seit dem Jahr 2000 die Sicherung von Wasserressourcen vermehrt thematisiert wird und dass die WHG-Novelle 2009 (Kompetenz zur Steuerung geht erstmals auf den Bund über, Umsetzung der WRRL 2006) sowie die ROG-Novelle 2009 neue Impulse setzen (s. Abb. 34). Infolge der MKRO-Entschließung 2013 wird die positive Entwicklung fortgesetzt. Der Verlauf der Berücksichtigung der übrigen Handlungsaspekte im Handlungsfeld ist konstant mit einer schwach steigenden Tendenz.

Es zeigt sich, dass eine Sicherung von Wasserressourcen in den Regionalplänen sehr häufig über Zielfestlegungen erfolgt. Die Verbesserung des Wasserhaushalts der Böden besitzt hingegen deutlich geringeren Stellenwert, die Lenkung wasserverbrauchender Nutzung wird nur selten

**Abbildung 32: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Umgang mit Wasserknappheit“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

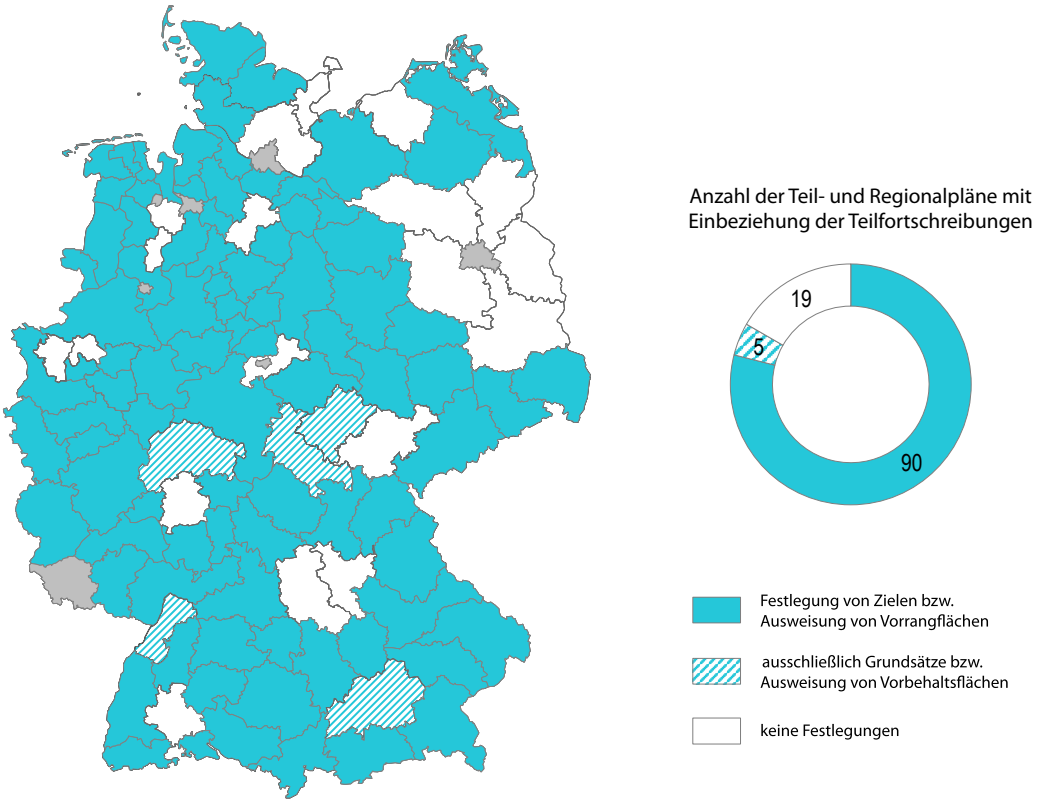
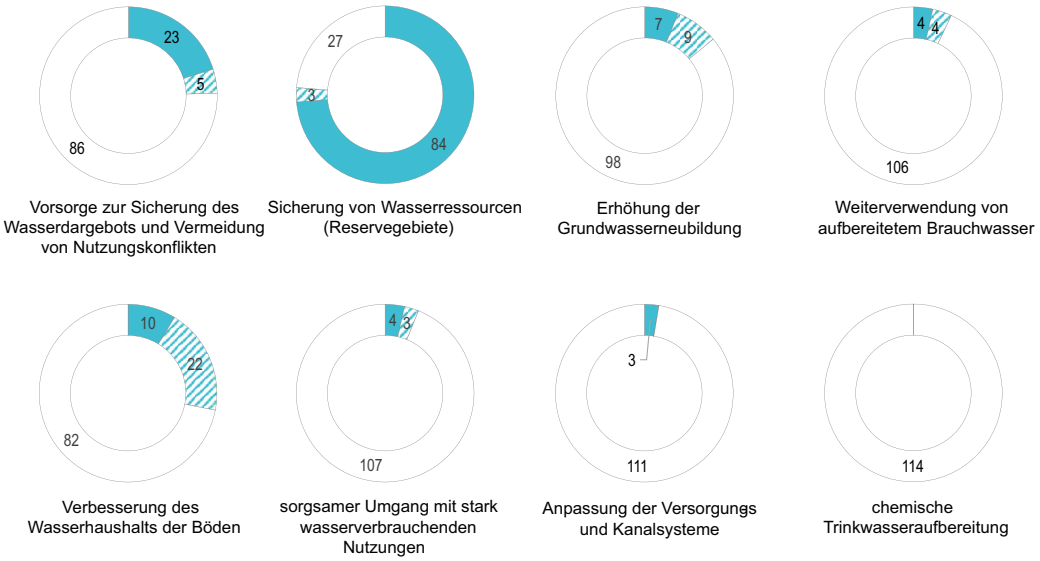



**Abbildung 33: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Umgang mit Wasserknappheit“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



aufgegriffen. In Zukunft wird dieses Handlungsfeld an Bedeutung gewinnen, da die Dürresommer der vergangenen Dekade deutlich gemacht haben, dass nahezu alle Wirtschaftsbereiche vom Wassermangel betroffen waren: die Landwirtschaft mit Ernteausfällen, die Forstwirtschaft mit Waldbränden, die Industrie und Energiewirtschaft durch fehlendes Kühlwasser oder die Schifffahrt aufgrund der Niedrigwassersituation.

Thematische Vertiefung in Kap. 6.3

**Abbildung 34: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

Anmerkung: Das Diagramm ist aus heutiger Sicht zu lesen. Das älteste noch gültige Planungsdokument stammt aus dem Jahr 1985. Dies bedeutet, es wurden nur Festlegungen aufgenommen, die bis heute Gültigkeit besitzen. Während sich die farbigen Linien auf die Zahl der Zielfestlegungen beziehungsweise der Ausweisung von Vorranggebieten beziehen, beschreibt die schwarze Linie die Zahl der Pläne mit Zielfestlegungen beziehungsweise Vorranggebieten insgesamt.

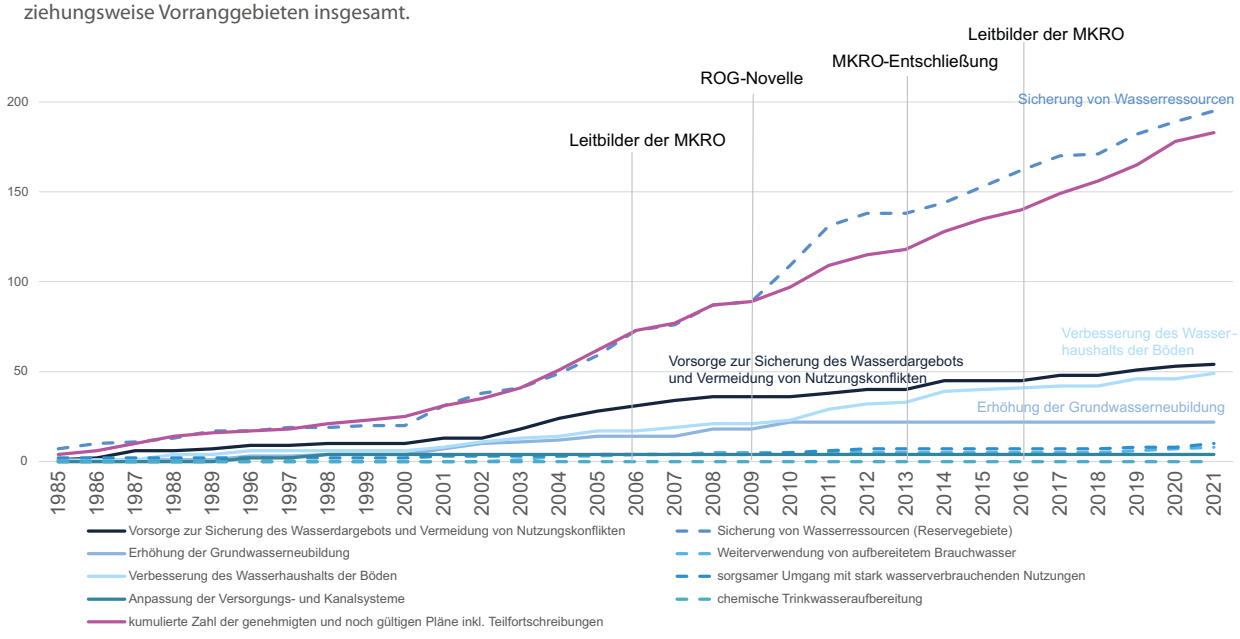



**Abbildung 35: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen zu Wasserknappheit im Bereich der trockensten Regionen in Deutschland gemäß UBA (2021: 103)**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)

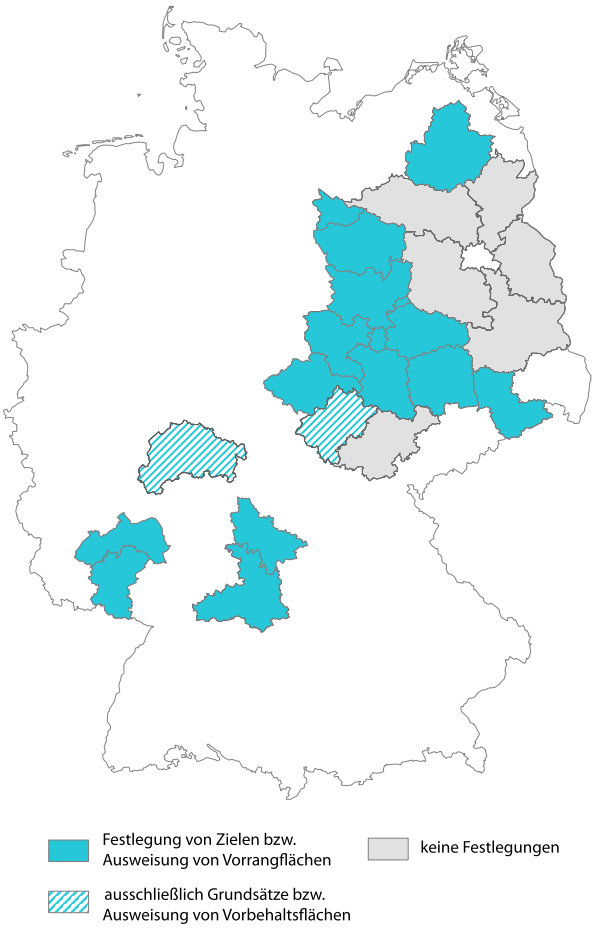
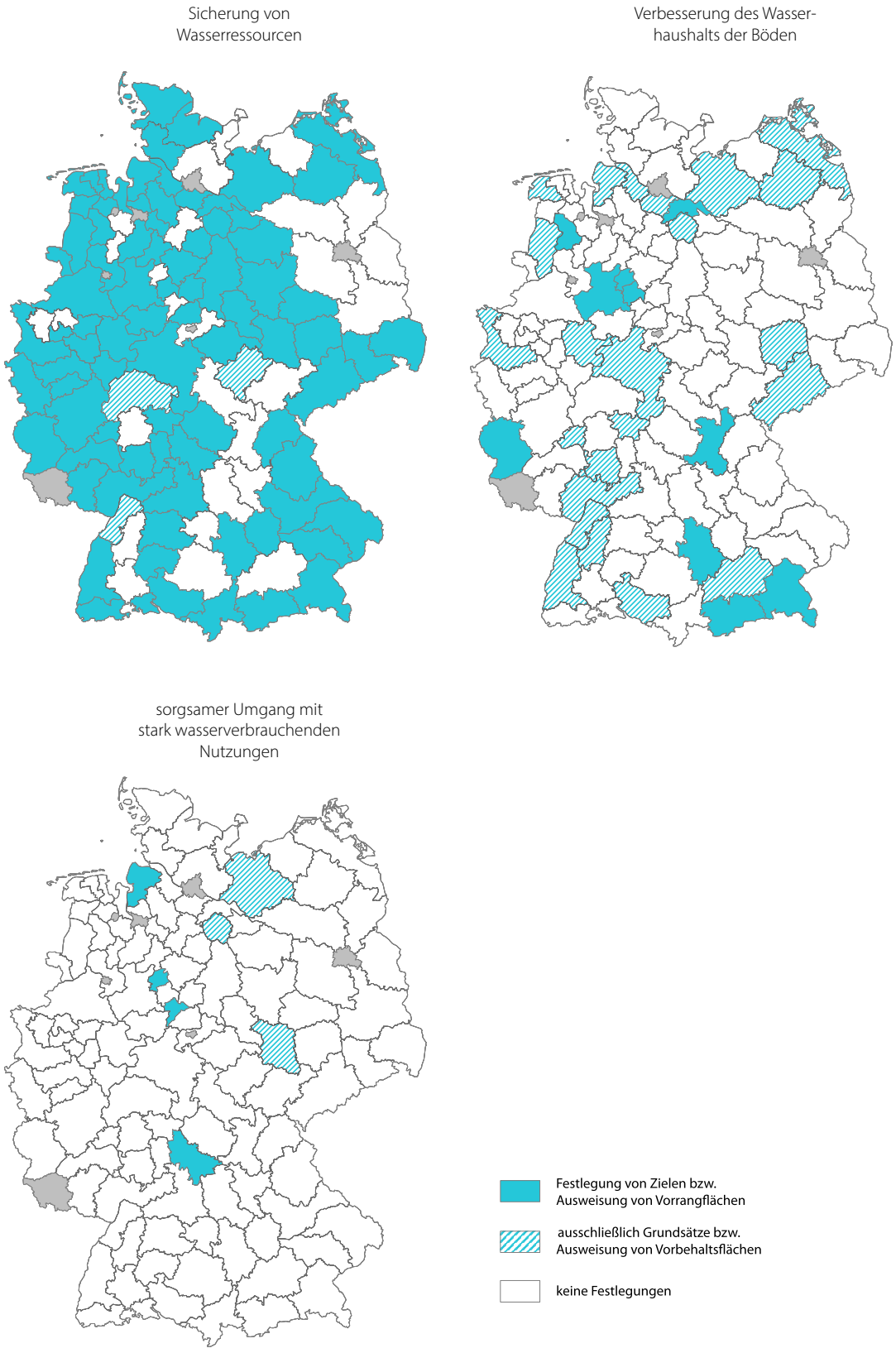


**Abbildung 36: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für die Sicherung der Wasserressourcen, den Wasserhaushalt der Böden sowie stark wasserverbrauchende Nutzungen**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Lüneburg von 2003, Änderung 2010**

**3.2.4 Wassermanagement, Wasserversorgung, Küsten- und Hochwasserschutz: Z (12)** Zur Förderung der Grundwasserneubildung sind alle dafür geeigneten Maßnahmen einzusetzen. Dazu gehören insbesondere Maßnahmen zur Wasserrückhaltung sowie die Umwandlung von Nadelgehölz- in Laubgehölzbestände.

**Z (16)** In der Zeichnerischen Darstellung sind die Einzugsgebiete vorhandener Wassergewinnungsanlagen als Vorranggebiete Trinkwassergewinnung festgelegt. Darüber hinaus werden Vorbehaltsgebiete für Trinkwassergewinnung festgelegt, die sich über den jetzigen Bedarf hinaus zur Wassergewinnung eignen und voraussichtlich benötigt werden.

**Regionalplan des Regierungsbezirks Detmold, Teilabschnitt Oberbereich Bielefeld von 2004**

**4.1 Grundwasser- und Gewässerschutz: (Ziel 3)** Auf eine sparsame Nutzung des begrenzten Naturgutes„Wasser" ist hinzuwirken. Möglichkeiten der Mehrfachnutzung und innerbetrieblicher Wasserkreisläufe, insbesondere bei Brauchwassernutzungen in Industrie und Gewerbe, sind zu untersuchen, zu fördern und anzuwenden. Kooperationen zwischen den Betrieben, die diesem Zwecke dienen, sind anzustreben.

**(Ziel 5)** Die Versiegelung weiterer Flächen ist im Sinne einer ausreichenden Grundwasserneubildung zu begrenzen. Die Entsiegelung befestigter Fläche ist zu unterstützen.

**Entwurf Regionaler Raumordnungsplan Region Trier von 2014**

**II.3.1.4 Grundwasserschutz, Sicherung der Wasserversorgung: Z 111** Die für eine dauerhafte Sicherung und Entwicklung der Trinkwasserversorgung unverzichtbaren regionalbedeutsamen Grundwasservorkommen und Trinkwassertalsperren werden als Vorranggebiete für den Grundwasserschutz festgelegt. Innerhalb dieser Vorranggebiete hat die Sicherung der Grundwasservorkommen Vorrang vor konkurrierenden Nutzungsansprüchen, die zu einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität sowie der Grundwasserneubildung führen und die Funktionsfähigkeit der Trinkwasserversorgung beeinträchtigen können.

**G 113** Zur Schonung des Grundwassers für die Trinkwasserversorgung soll der Brauchwasserbedarf in Industrie, Gewerbe und den privaten Haushalten über eine verstärkte Nutzung von Regenwasser, Oberflächenwasser und über eine Mehrfachnutzung von Wasser gedeckt werden.

**Regionalplan Region Würzburg 1985**

**XI Wasserwirtschaft: 1**

**(Z) Übergebietlicher Wasserhaushalt:** Wasserbedingte Hemmnisse in der Region sollen durch geeignete Maßnahmen innerhalb der Region und durch einen großräumigen Ausgleich mit anderen bayerischen Regionen unter Berücksichtigung der Entwicklungsmöglichkeiten der wasserabgebenden Räume abgebaut werden.

Begründung zum Ziel: In der Region stehen gut grundwasserhöffigen Gebieten im Westen und Norden umfangreiche Grundwassermangelgebiete im zentralen, östlichen und südlichen Bereich gegenüber. Das schon von Natur aus geringe Wasserdargebot wird bereits stark durch menschliche Nutzungen in Anspruch genommen (Verbrauchsschwerpunkt Würzburg). Die Gegenüberstellung von Trinkwasserbedarf und nutzbarem Wasserdargebot zeigt, dass bereits heute der Wasserbedarf an verbrauchsreichen Tagen nicht mehr aus hygienisch und chemisch einwandfreien Grundwasservorkommen gedeckt werden kann. Um Versorgungsengpässe zu vermeiden, müssen auch qualitativ unzureichende Wasserfassungen zunächst weiter genutzt werden. Zunehmender Fehlbedarf und steigende Anforderungen an

die Trinkwasserqualität verschärfen die kritische Versorgungssituation. Dazu kommt, dass die Regionen Bayer. Untermain und Main-Rhön künftig auf Zusatzwasser aus der Region Würzburg angewiesen sind. Es ist daher notwendig, für die Region neuen Entwicklungsspielraum, insbesondere durch die Bereitstellung von Trinkwasser, durch die Einbeziehung in den Trinkwasserverbund Nordbayern und durch die Erhöhung des Niedrigabflusses des Maines, zu schaffen.

**1.2 (Z)** Zur weiteren Sicherung der künftigen Trinkwasserversorgung soll die Region in den Versorgungsverbund Nordbayern einbezogen werden.

Begründung zum Ziel: Das Konzept des künftigen überregionalen Wasserversorgungsverbundes Nordbayern ist in dem Fachplan „Wasserversorgung in Bayern - Ausgleich und Verbund" (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München 1977) aufgezeigt. Der großräumige Verbund mit den Nachbarregionen soll dazu beitragen, die Versorgungssicherheit zu steigern, die Wirtschaftlichkeit zu verbessern und die Wasservorkommen optimal zu nutzen und zu bewirtschaften.

**1.3 (Z)** Der Niedrigwasserabfluss des Maines soll durch die Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet erhöht werden.

Begründung zum Ziel: […] Im Sommer 1976 zeigte der Main in Teilstrecken keinen Abfluss, was nicht nur auf die extremen klimatischen Verhältnisse des Sommers 1976, sondern auch auf die erheblichen Wasserentnahmen aus dem Main und seinen Zuflüssen sowie auf den Betrieb der Wasserstraße zurückzuführen war.

Auf seiner Fließstrecke innerhalb der Region wird der Main durch

- kommunale und industrielle Abwassereinleitungen,
- Wasserentnahmen für die Industrie,
- Wasserentnahmen für die Landwirtschaft,
- Wasserentnahmen zur Trinkwassergewinnung aus dem Mainalluvium,
- Aufwärmung durch Kühlwasser,
- erhöhte Verdunstung über den im Zuge des Kiesabbaues geschaffenen Wasserflächen,

insbesondere in Niedrigabflußzeiten, erheblich belastet. […] Die Überleitung von Wasser aus dem Donau- in das Maingebiet soll dazu dienen, die wasserwirtschaftliche Ausgangsbasis und die Standortbedingungen für die wirtschaftliche Entwicklung zu verbessern.

**2 Wasserversorgung**

Es soll sichergestellt werden, dass die Bevölkerung mit einwandfreiem Wasser und zukunftssicher aus zentralen Anlagen versorgt wird.

**2.1 (Z)** Kleine, jedoch technisch und hygienisch einwandfreie sowie wirtschaftliche örtliche Wasserversorgungsanlagen sollen grundsätzlich beibehalten werden. In Einzelfällen können sie jedoch aus Gründen der Versorgungssicherheit in größere Versorgungseinheiten einbezogen oder an diese angegliedert werden. Soweit bestehende Trinkwassergewinnungen durch konkurrierende Nutzungen beeinträchtigt oder gefährdet werden, soll für geeignete Schutz- und Abhilfemaßnahmen gesorgt werden.

**2.4 (Z)** Zum innerregionalen Ausgleich des Wasserdargebots und zur Sicherung der Versorgung sollen die Anlagen der Zweckverbände Fernwasserversorgung Mittelmain und Fernwasserversorgung Franken weiter ausgebaut werden.

Begründung zum Ziel: Ein innerregionaler Ausgleich von Wasserdargebot und -bedarf ist optimal nur im Rahmen großräumiger Versorgungsnetze zu bewerkstelligen. Er soll durch den Ausbau der Anlagen der Zweckverbände Fernwasserversorgung Mittelmain (FWM) und Fernwasserversorgung Franken (FWF) sichergestellt werden. […]

**2.5 (Z)** Das nach dem innerregionalen Ausgleich überschüssige Wasserdargebot soll für die Versorgung der angrenzenden Wassermangelgebiete in den Regionen Bayer. Untermain und Main-Rhön bereitgestellt werden.
**2.6 (Z)** Es soll auch zukünftig darauf hingewirkt werden, dass Industrie und Gewerbe ihren Betriebswasserbedarf – soweit keine Trinkwasserqualität gefordert ist – weitgehend aus oberirdischen Gewässern decken. Die Möglichkeiten, das Wasser durch innerbetriebliche Kreisläufe mehrfach zu verwenden, sollen weitgehend genutzt werden.
Begründung zum Ziel: Industrie und Gewerbe haben teilweise einen erheblichen Betriebswasserbedarf. Um das zum Teil mit hohem Aufwand gewonnene Trinkwasser sparsam zu bewirtschaften und um das knappe, für Trinkwasser nutzbare Grundwasser möglichst für die Trinkwasserversorgung verwenden zu können, müssen die Betriebe in verstärktem Maße ihren Bedarf an Betriebswasser aus Grundwasser mit geringer Trinkwasserqualität oder aus oberirdischem Wasser decken. Dies ist bereits bei der Standortwahl für neue Betriebe zu berücksichtigen. Eine Reihe größerer Betriebe, so zum Beispiel die Zuckerfabrik Ochsenfurt, das Heizkraftwerk Würzburg und die Maschinenfabrik Rexroth in Lohr am Main, deckt ihren Kühlwasserbedarf ganz oder überwiegend aus oberirdischen Gewässern. Sobald die Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet verwirklicht ist, werden die Voraussetzungen zur Deckung des Betriebswasserbedarfs aus dem Main spürbar verbessert werden.

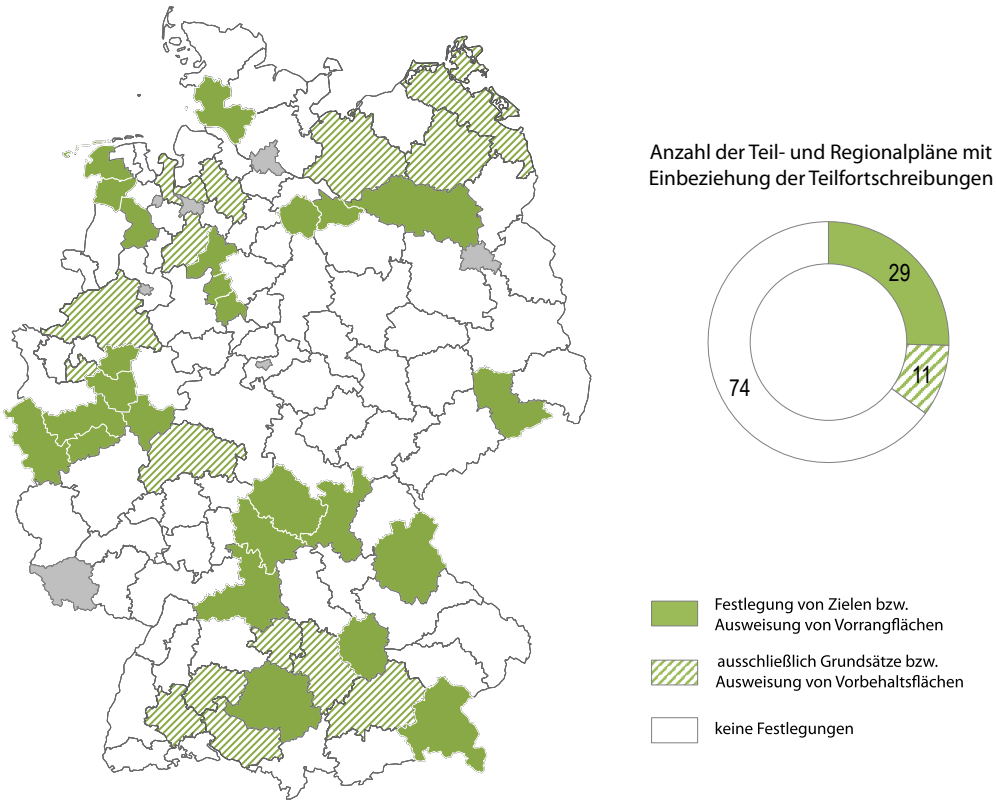
**Regionalplan Südhessen/Regionaler Flächennutzungsplan von 2011**
**6.1 Grundwasser: G6.1.7** Zum Schutz des Grundwassers in qualitativer und quantitativer Hinsicht sind in besonders schützenswerten Bereichen der Planungsregion Südhessen „Vorbehaltsgebiete für den Grundwasserschutz" ausgewiesen und in der Karte dargestellt. Der Schutz des Grundwassers hat hier einen besonders hohen Stellenwert bei der Abwägung gegenüber Planungen und Vorhaben, von denen Grundwasser gefährdende Wirkungen ausgehen können. [...]
**Z6.1.9** In den Zonen I u. II der Trinkwasserschutzgebiete hat die Nutzung des Grundwassers für die Trinkwasserversorgung Vorrang vor anderen, entgegenstehenden oder einschränkenden Nutzungsansprüchen.
**6.4 Wasserversorgung: G6.4.2** Der Wasserverbrauch ist in allen Verbrauchsbereichen (Haushalte, Industrie und Gewerbe, landwirtschaftliche Nutzung usw.) durch eine rationelle und effiziente Wasserverwendung zu minimieren. Hierauf soll unter anderem durch entsprechende Ausschöpfung von Einsparpotenzialen sowie den Einsatz optimierter Techniken und Regelungen in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen hingewirkt werden.
**G6.4.3** Zwischen Grundwasserentnahmen und -neubildung ist ein Gleichgewicht zu gewährleisten. Die Grundwasserentnahmen sollen nicht nur an Mengen, sondern, soweit möglich, auch an vertretbaren Grundwasserständen unter Berücksichtigung der stark schwankenden natürlichen Niederschlagsraten und daraus resultierenden Grundwasserneubildungsraten erfolgen. Zur Verbesserung einer nachhaltigen Verträglichkeit der Grundwassernutzung ist die Infiltration zu optimieren.

## 4.1.10 Ergebnisse im Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen“

Der Klimawandel verändert die Rahmenbedingungen des Wirtschaftens in allen Regionen, so auch in den Regionen, die maßgeblich vom Tourismus geprägt werden. Dies sind insbesondere die Bergregionen und die Küstengebiete – hier ergeben sich Chancen und Risiken (vgl. MKRO 2013a: 30). Für die Küstenregionen kann es durch erhöhte Luft- und Wassertemperaturen zu einer Saisonverlängerung (vor allem der Badesaison) kommen, gleichzeitig bedroht der Meeresspielanstieg die (touristisch ausgerichteten) Siedlungs- und Infrastrukturen entlang der Küste (vgl. ebd.). In den Berggebieten wirkt sich der Klimawandel bereits heute auf die Schneesicherheit der Wintersportgebiete aus. Im Städtetourismus wird sich aufgrund der thermischen Belastung voraussichtlich eine Verlagerung vom Sommer hin zu Frühjahr und Herbst ergeben; die Weinbaugrenze verschiebt sich nach Norden, wodurch sich gegebenfalls neue Tourismusregionen erschließen lassen (vgl. ebd.). Neben dem Einsatz der raumordnerischen Instrumente wird der Regionalplanung hierbei auch eine verstärkte Koordinations- und Moderationsfunktion im Rahmen der Regionalentwicklung zugewiesen (vgl. ebd.). Auch in den Leitbildern wird auf das besondere Erfordernis von Anpassungsstrategien im Tourismussektor sowie explizit auf die Einbindung relevanter Akteure hingewiesen (vgl. MKRO 2016a: 21).

**Abbildung 37: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



Das Handlungsfeld umfasst demnach folgende Handlungsaspekte:

- Besonderes Erfordernis von Anpassungsstrategien in Tourismusregionen
- Festlegung von neuen Tourimusschwerpunkt- und -entwicklungsräumen
- Bestehende Trassen der Schienenverkehrsinfrastruktur für eventuell spätere Nutzungen sichern
- Maßnahmen zur Konfliktlösung zwischen Nutzungsansprüchen von Klimaschutz und Schutz des Landschaftsbilds
- Neue Investitionen und Infrastrukturen im Rahmen einer Standortsicherung raumordnerisch vorbereiten
- Alternative Angebote zum Wintertourismus

25 % beziehungsweise 29 Regionen formulieren Ziele für mindestens einen Handlungsaspekt, elf weitere und damit knapp unter 10 % nur Grundsätze (s. Abb. 37). In erster Line geht es dabei um die Festlegung von Tourismusschwerpunkt- und -entwicklungsräumen (in 26 Regionen). Maßnahmen zur Konfliktlösung zwischen Nutzungsansprüchen zu Klimaschutz und Schutz des Landschaftsbilds werden in wenigen Regionen über Festlegungen adressiert, alle übrigen Aspekte finden keine Nennung.

## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionalplan Südlicher Oberrhein von 2017**

**2.4.3 Freizeit und Tourismus: Z 3** Zur Sicherung und Entwicklung der überregional bedeutsamen Freizeit- und Tourismusfunktion am Standort Rust/Ringsheim ist in der Raumnutzungskarte ein Vorranggebiet für Freizeit und Tourismus festgelegt. Zulässig sind Dienstleistungseinrichtungen, die im Zusammenhang mit der Freizeit- und Tourismusfunktion stehen. [...]

**Entwurf zum Regionaler Raumordnungsplan Region Trier von 2014**

**II.2.4.4 Besondere Funktion Freizeit/Erholung: Z 45** Die Gemeinden mit der besonderen Funktion Freizeit/Erholung sind die Schwerpunktorte der touristischen Entwicklung in der Region Trier. Diese Gemeinden sind im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung gehalten, die touristischen Entwicklungsmöglichkeiten zu beachten und zu stärken. Dabei sind sowohl erholungswirksame landschaftliche Eigenarten zu erhalten, zu pflegen und wiederherzustellen als auch die spezifischen Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Gemeinden zu nutzen.
**G 46** Der Ausbau der überörtlich und regional bedeutsamen touristischen Infrastruktur soll schwerpunktmäßig in den Gemeinden mit der besonderen Funktion Freizeit/Erholung erfolgen.

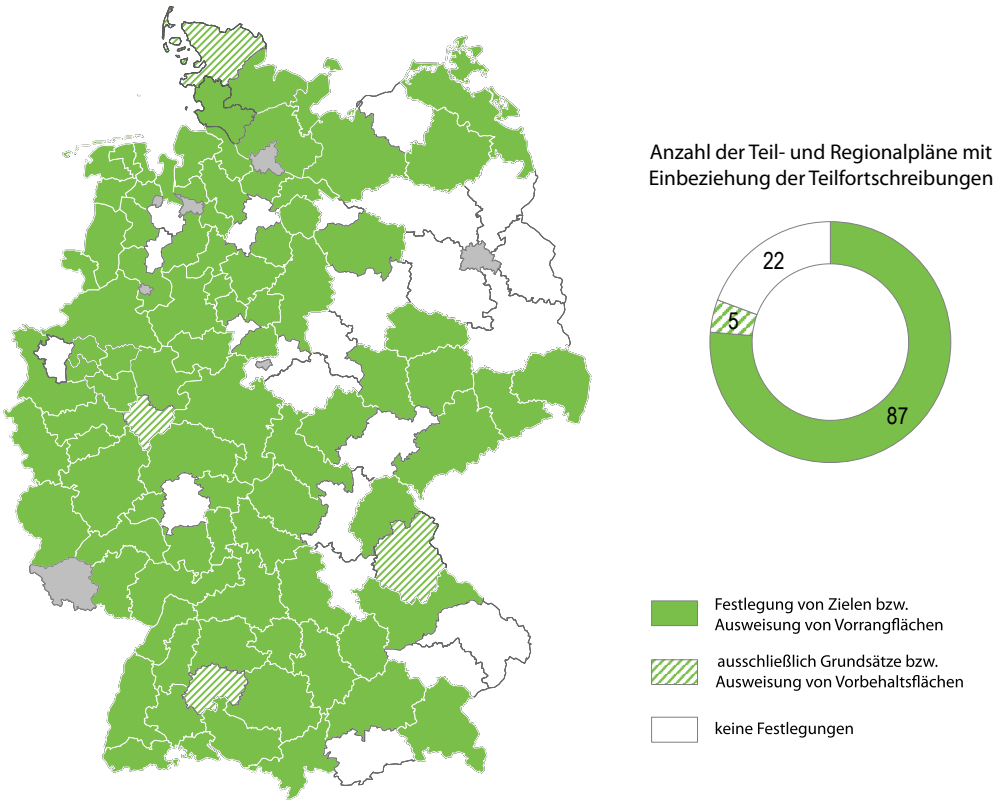
**Freizeit, Erholung und Tourismus**

**II.3.2.4 G 162** Zur Sicherung und Entwicklung der landschaftsbezogenen Erholung und des Tourismus in der Region Trier werden die Erholungs- und Erlebnisräume von landesweiter und regionaler Bedeutung als Vorbehaltsgebiete für Erholung und Tourismus festgelegt. Innerhalb der Vorbehaltsgebiete soll bei allen raumbedeutsamen Vorhaben und Maßnahmen darauf geachtet werden, dass die landschaftliche Eignung dieser Gebiete für die landschaftsbezogene Erholung und den Tourismus erhalten bleibt.

## 4.1.11 Ergebnisse im Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen“

Die MKRO widmet in ihrem Beschluss zu Raumordnung und Klimawandel der „Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen“ ein eigenes Handlungsfeld (vgl. MKRO 2013a: 31 ff.). Insbesondere die steigenden Durchschnittstemperaturen verändern die Habitatbedingungen für Flora und Fauna, so „dass sich in Deutschland für viele Arten die klimatisch geeigneten Lebensräume nach Norden und Osten, in höhere Lagen der Gebirge oder entlang von Feuchtigkeitsgradienten verschieben werden“ (ebd.: 32). Damit diese Wanderungsbewegungen möglich werden, bedarf es einer angemessenen Sicherung bestehender beziehungsweise auch des Schaffens neuer Verbundstrukturen. Die Neuinanspruchnahmen von Flächen für den Siedlungs- und Infrastrukturausbau wie auch die Fragmentierung von Lebensräumen durch Netzinfrastrukturen erschweren diese Wanderungsbewegungen, was schlussendlich zu einer Bedrohung der Populationen bis hin zum Artensterben führen kann. Deshalb setzt die MKRO einen Schwerpunkt auf die Ausgestaltung eines Freiraumnetzes (vgl. MKRO 2016a: 21):

**Abbildung 38: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen“**
Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



- Entwicklung und Sicherung eines regions- und länderübergreifenden, funktional zusammenhängenden Netzes ökologisch bedeutsamer Freiräume zur Überwindung der Isolation von Biotopen
- Minimierung weiterer Zerschneidungen und Sicherung von noch vorhandenen großräumig unzerschnittenen Räumen

Den Empfehlungen der MKRO wird in der Mehrzahl der Regionalpläne entsprochen: In 76 % und somit 87 Regionen gibt es hierzu Zielfestlegungen beziehungsweise eine Ausweisung von Vorranggebieten, in fünf weiteren nur Grundsätze (s. Abb. 38). Dabei überwiegen Zielfestlegungen zum Freiraumverbund (87 Regionen), aber auch die Minimierung weiterer Zerschneidungen wird in 26 Regionen über Zielfestlegungen gefasst.

## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Gesamtfortschreibung des Regionalplans Donau-Iller von 2019**

**B I 1 Naturschutz und Landschaftspflege: G (3)** Die weitere Landschaftszerschneidung soll durch die Bündelung linienförmiger Infrastrukturen minimiert werden. In großen unzerschnittenen Landschaftsräumen sollen Planungen und Maßnahmen mit Trennwirkung vermieden werden.

**Z (5)** Zur Sicherung und Entwicklung eines regionalen, räumlich und funktional zusammenhängenden Biotopverbundsystems, zum Erhalt von Kulturlandschaften und zur Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes werden in der Raumnutzungskarte Vorranggebiete für Naturschutz und Landschaftspflege festgelegt. In den Vorranggebieten haben die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege Vorrang vor anderen raumbedeutsamen Nutzungen.

**Entwurf der Regionalplans Südwestthüringen von 2019**

**4.1 Freiraumsicherung: G 4-1** Zur Sicherung eines dauerhaft funktionsfähigen Naturhaushaltes sowie der dauerhaften Nutzungsfähigkeit regional bedeutsamer natürlicher Ressourcen sollen die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Freiraumsicherung und Hochwasserrisiko in der Planungsregion Südwestthüringen als Schwerpunkträume eines ökologischen Freiraumverbundsystems gesichert und entwickelt werden. Die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Landwirtschaftliche Bodennutzung sollen als Ergänzungsräume des ökologischen Freiraumverbundsystems entwickelt werden.

**G 4-4** Die für die Planungsregion Südwestthüringen besonders bedeutsamen, unzerschnittenen, störungsarmen Räume [...] sollen erhalten werden.

**Entwurf des Regionalplans für die Region Chemnitz von 2015**

**2.1.3 Arten und Biotope, großräumig übergreifender Biotopverbund: Z 2.1.3.6** Zur Gewährleistung der räumlich-funktionalen Durchgängigkeit des großräumig übergreifenden Biotopverbundes sowie zur Sicherung natürlicher Wanderwege wandernder Tierarten sollen durch geeignete Maßnahmen Zerschneidungs- und Barrierewirkungen durch bestehende Verkehrstrassen sowie entsprechende Aus- und Neubaumaßnahmen vermindert werden.

## 4.1.12 Ergebnisse im Handlungsfeld „Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei“

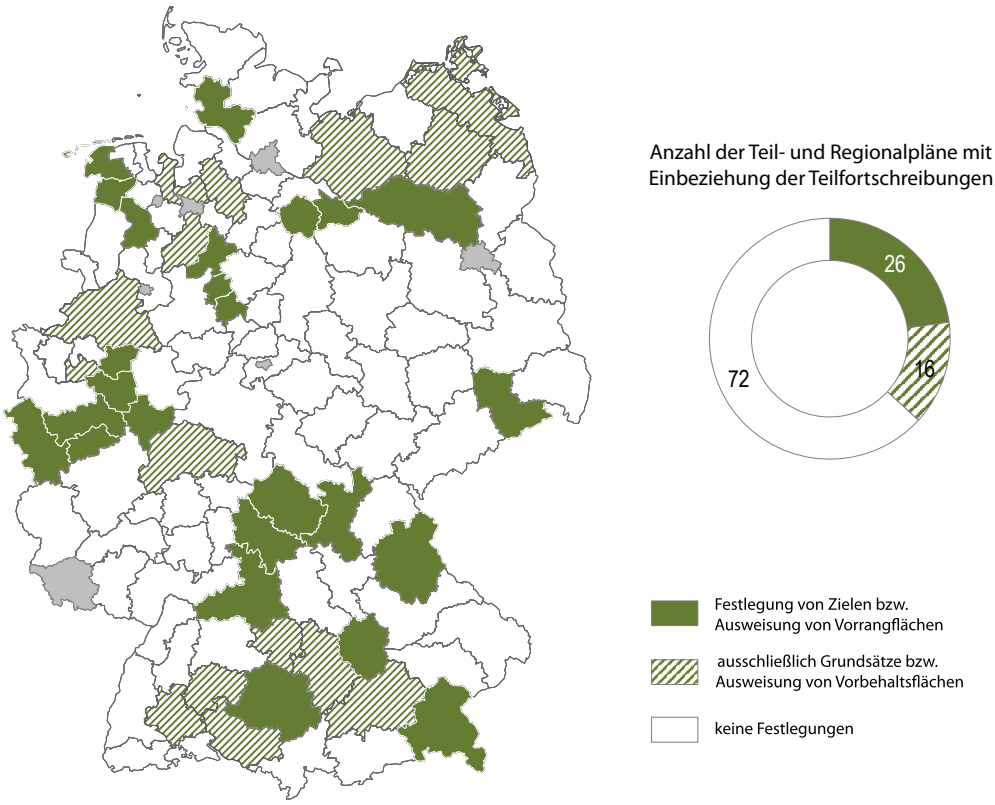
Die MKRO behandelt in ihrem Umlaufbeschluss zu Raumordnung und Klimawandel die Erhaltung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen als Grundlage für die Erzeugung von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen im Rahmen des Leitbilds 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“ (vgl. MKRO 2016a: 16). Insofern gibt es hierzu kein eigenes Handlungsfeld innerhalb des Leitbilds 4, jedoch wird die Entwicklung von Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Bezug auf die Folgen des Klimawandels als Handlungsansatz im Leitbild 4.1 „Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen“ genannt (vgl. MKRO 2016a: 22) und deshalb hier nochmals gesondert behandelt. Um das Handlungsfeld weiter aufzufächern, wurde in diesem Fall die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) herangezogen, die weitergehende Hinweise zu Anpassungsstrategien in der Land- und Forstwirtschaft enthält (vgl. Bundesregierung 2008). Diese werden zumindest teilweise in den Regionalplänen aufgegriffen.

Für das Handlungsfeld ergeben sich – unter Einbeziehung der Aussagen der DAS – folgende Handlungsaspekte:

- Entwicklung von Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Bezug auf die Folgen des Klimawandels

**Abbildung 39: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei“**

Quelle: eigene Darstellung (Stand: Ende 2021)



- Förderung von Verfahren zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, der Bodenstruktur sowie der natürlichen Regelmechanismen
- Förderung des Wasserrückhalts in dürregefährdeten Agrar- und Waldlandschaften über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK)
- Förderung der Infrastruktur zur Bewässerung
- Umbau von Reinbeständen in stabile Laub- und Mischwaldbestände
- Einrichten von Schutzzonen, die die Widerstandsfähigkeit der Fischbestände gegen Nutzungseinflüsse erhöhen
- Etablierung von Monitoringsystemen, die Auskunft über den Zustand der natürlichen Fischfauna (Arten, Zahl, Verbreitung) geben, um bei negativen Veränderungen rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können
- Berücksichtigung der klimawandelbedingten künftigen Änderungen einschließlich deren Unsicherheiten in Bestandsprognosen und Managementplänen der Fischbestände

Da die Steuerungswirkung der Raumordnung im Bereich der Bodennutzung begrenzt ist, legen hier erwartungsgemäß nur wenige Regionen Ziel oder Vorranggebiete zum Thema fest. Insgesamt decken 23 % und somit 26 Regionen das Thema über Zielfestlegungen ab, weitere 16 nur über Grundsätze (14 %) (s. Abb. 39). Der zentrale Aspekt hierbei betrifft den klimawandelangepassten Umbau der Wälder; hierzu formulieren 19 Regionen Zielfestlegungen. Zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit/-struktur finden sich noch in sechs Regionalplänen Zielfestlegungen. Alle anderen Aspekte werden vereinzelt oder gar nicht aufgerufen. Insofern zählen die Anpassungsstrategien in der Primärproduktion (bislang) nicht zu den Aufgabenschwerpunkten in der Raumordnung.

## Beispiele für Festlegungen in Regionalplänen

**Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Cloppenburg von 2005**

**D 2.2 Bodenschutz: Z 03** Die land- und forstwirtschaftliche sowie gartenbauliche Bodenbewirtschaftung und -nutzung ist standortgerecht zu betreiben und damit auf den Erhalt der natürlichen Potenziale und Funktionen des Bodens auszurichten [...].

**Z 04** Böden mit einer geringen Filter- und Pufferkapazität für Schadstoffeinträge sind grundsätzlich nur in landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung zu nehmen, wenn vertretbare Alternativen nicht zur Verfügung stehen.

**Regionalplan Münsterland von 2014**

**Grundsatz 18: Entwicklungsmöglichkeiten für naturraumverträgliche Landwirtschaft erhalten!**

**G 18.1** Planungen und Maßnahmen der Landwirtschaft sollen in den Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereichen die Bodenfruchtbarkeit sichern, die Kulturlandschaft erhalten und gestalten, schonend mit den naturräumlichen Ressourcen umgehen, eine klimaangepasste Wirtschaftsweise fördern sowie die Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und die Belange des Artenschutzes der FFH- und Vogelschutzrichtlinie berücksichtigen.

**Regionalplan Main-Rhön von 2008**

**2 Forstwirtschaft: Z 21** In der gesamten Region soll die Erhaltung und gegebenenfalls Wiederherstellung standortgerechter Wälder angestrebt werden. In den schwach bewaldeten Gebieten der mainfränkischen Platten und des Grabfeldgaus sollen die Waldflächen erhalten und nach Möglichkeit vergrößert werden. Im Oberlauf von Vorflutern und kleineren Bächen soll durch Anlage von Laub- und Mischwäldern die Wasserrückhaltekraft verbessert werden.

## 4.2 Auswertung der Landesentwicklungspläne

### 4.2.1 Vorgehensweise

Um einschätzen zu können, inwieweit sich die Handlungsfelder des MKRO-Leitbilds 4 in den existierenden Planungen auf Länderebene niederschlagen, wurden die gültigen Landesentwicklungspläne der 13 Flächenländer (inklusive Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg) sowie der Entwurf des neuen Bayerischen Landesentwicklungsprogramms untersucht (s. Tab. 7). Dabei wurden Fortschreibungen und Teilfortschreibungen mit dem jeweils vorausgehenden Plan gemeinsam behandelt. Die meisten gültigen Landesentwicklungspläne sind zwischen 2011 und 2020 aufgestellt worden. Die Pläne Baden-Württembergs und des Saarlandes sind älter; lediglich Schleswig-Holstein und Niedersachsen verfügen über Pläne, die nach 2020 aufgestellt worden sind (s. Abb. 40).

Für die Analyse der 13 Landesentwicklungspläne wurde das Auswertungsraster in drei Handlungsfelder für den Klimaschutz und weitere acht Handlungsfelder für die Klimaanpassung aufgeteilt (s. Tab. 6 in Kap. 4.1.1). Anschließend wurden für jeden Plan sämtliche Ziele, Grundsätze und kartographische Darstellungen, die ein entsprechendes Handlungsfeld adressieren, in die Tabelle einsortiert. Die Ergebnisse wurden sowohl quantitativ als auch raumbezogen ausgewertet. Die Auswertung der Landesentwicklungspläne erfolgte Ende 2022.

**Abbildung 40: Stand der Landesentwicklungspläne (LEP)**

Quelle: eigene Darstellung

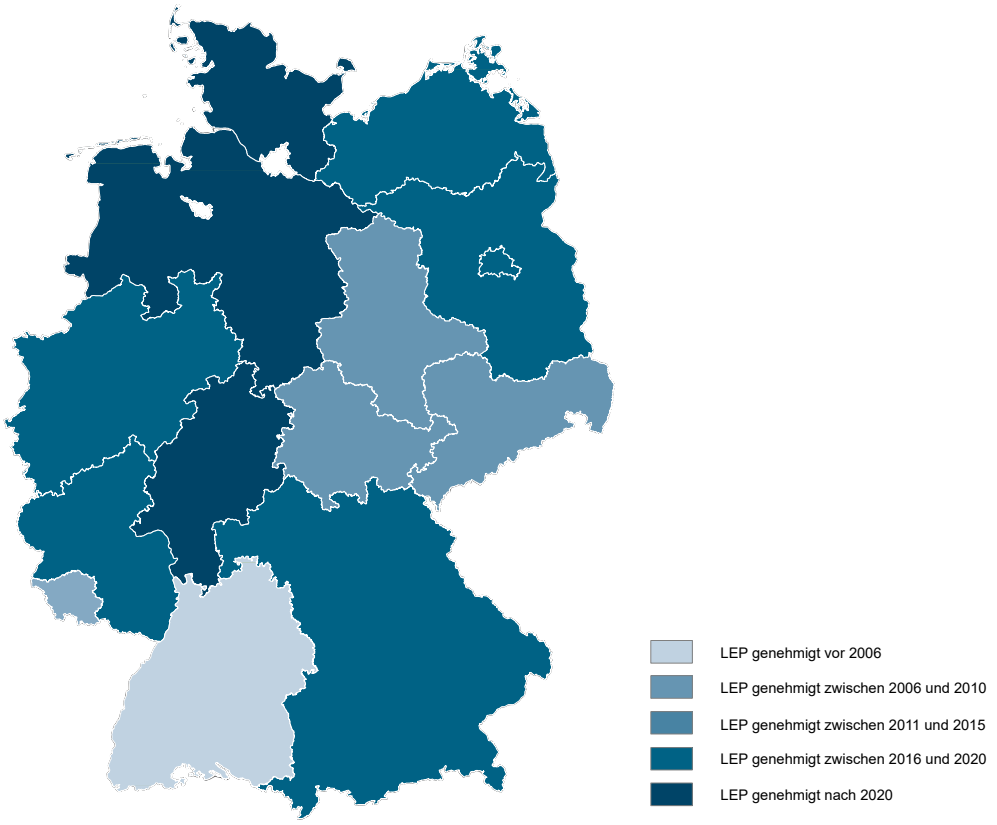


**Tabelle 7: Ausgewertete Landesentwicklungspläne (LEP)**

Quelle: eigene Darstellung

| Bundesland | Typ | Name | Autor/Herausgeber | Jahr |
|---|---|---|---|---|
| Baden-Württemberg | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan 2002 Baden-Württemberg | Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg | 2002 |
| Bayern | gültiger LEP | Landesentwicklungsprogramm Bayern | Bayerische Staatsregierung | 2013 |
| | 1. Teilfortschreibung | Teilfortschreibung Zentrale Orte, Raum mit besonderem Handlungsbedarf, Anbindegebot, Einzelhandel und Höchstspannungsfreileitungen sowie Themen Alpenplan und Fluglärmschutzbereiche | Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat | 2018 |
| | 2. Teilfortschreibung | Bereich „Riedberger Horn“ | Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat | 2020 |
| | LEP-Entwurf | Landesentwicklungsprogramm Bayern, Entwurf 2. August 2022 | Bayerische Staatsregierung | 2022 |
| Berlin/ Brandenburg | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg | Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin Brandenburg | 2019 |
| Hessen | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan Hessen 2020 | Oberste Landesplanungsbehörde Hessen | 2020 |
| Mecklenburg-Vorpommern | gültiger LEP | Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern | Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern | 2016 |
| Niedersachsen | gültiger LEP | Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen | Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz | 2017 |
| | Fortschreibung LEP | Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen Fortschreibung | Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz | 2022 |
| Nordrhein-Westfalen | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen | Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen | 2019 |
| Rheinland-Pfalz | gültiger LEP | Landesentwicklungsprogramm Rheinland-Pfalz | Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz | 2008 |
| – | 1. Teilfortschreibung Erneuerbare Energien | Landesentwicklungsprogramm Rheinland-Pfalz 1. Teilfortschreibung | | 2013 |
| | 2. Teilfortschreibung | Landesentwicklungsprogramm Rheinland-Pfalz 2. Teilfortschreibung | | 2015 |
| | 3. Teilfortschreibung Erneuerbare Energien | Landesentwicklungsprogramm Rheinland-Pfalz 3. Teilfortschreibung | | 2019 |
| Saarland | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan (inkl. Teilabschnitt Umwelt) | Saarländisches Ministerium für Umwelt | 2006 |
| Sachsen | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan 2013 | Sächsische Staatsregierung | 2013 |
| Sachen-Anhalt | gültiger LEP | Landesentwicklungsplan 2010 | Landesregierung Sachsen-Anhalt | 2011 |
| Schleswig-Holstein | gültiger LEP (Fortschreibung) | Landesentwicklungsplan Schleswig Holstein (Fortschreibung 2021) | Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung Schleswig-Holstein | 2021 |
| Thüringen | gültiger LEP | Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025 | Landesregierung Thüringen | 2014 |

## 4.2.2 Ergebnisse der Auswertung der Landesentwicklungspläne

### Quantitative Ergebnisse

Im Rahmen der quantitativen Auswertung der Landesentwicklungspläne wurde festgestellt, zu welchen Handlungsfeldern in den LEP relevante Festlegungen getroffen worden waren. Mehrfache Festlegungen zum gleichen Handlungsfeld innerhalb eines LEP wurden dabei nicht berücksichtigt. Es ist aber festzuhalten, dass ein Handlungsfeld, sofern es in einem LEP berücksichtigt wird, überwiegend durch mehr als nur eine Festlegung adressiert wird. Ob es sich bei den Festlegungen um Ziele, Grundsätze oder kartographische Darstellungen handelt, wird hier nicht differenziert.

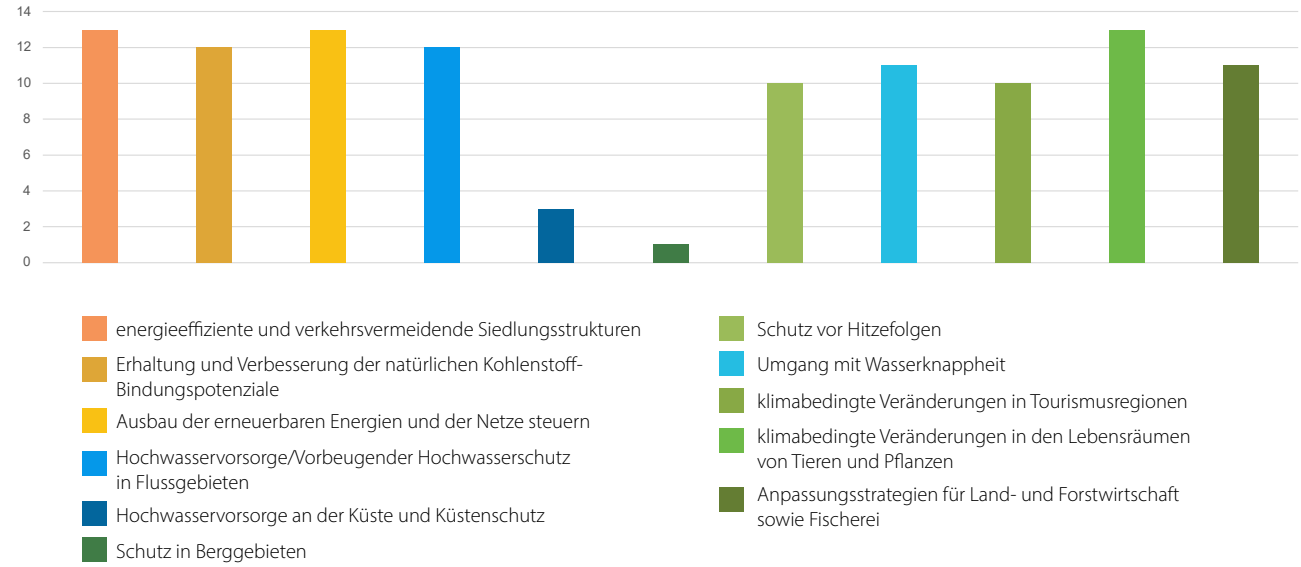
Abbildung 41 zeigt die kumulierten Ergebnisse der Auswertung. Festlegungen zu „energieeffizienten und verkehrsvermeidenden Siedlungsstrukturen“ sowie „klimabedingten Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen“ finden sich in allen LEP. Neun der elf Handlungsfelder werden in fast allen Plänen berücksichtigt. Die Handlungsfelder „Küstenschutz“ und „Schutz in Berggebieten“ werden nur in der Minderheit der Pläne adressiert. Zumindest beim Küstenschutz ist dies naturräumlich begründet, da Festlegungen zum Küstenschutz in den Ländern – abgesehen von Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern – keine Relevanz haben. Warum der Schutz in Berggebieten nur in Bayern adressiert wird, ist allerdings weniger leicht zu begründen. Eine mögliche Erklärung für Baden-Württemberg kann sein, dass der LEP dort schon über 20 Jahre alt ist und der Schutz in Berggebieten damals im Bereich der Mittelgebirge noch wenig Berücksichtigung fand. Das Diagramm zeigt darüber hinaus, dass nahezu alle Pläne Festlegungen zu allen drei Handlungskategorien des Klimaschutzes treffen.

### Raumbezogene Ergebnisse

Die Aufnahme der Handlungsfelder zum Klimaschutz in den Festlegungen der Raumordnungspläne auf Landesebene fällt, wie oben bereits festgestellt, relativ flächendeckend aus. Mit Ausnahme von Bayern werden alle Themen in allen Plänen berücksichtigt (s. Abb. 42). Betrachtet

**Abbildung 41: Statistische Auswertung der Landesentwicklungspläne**

Quelle: eigene Darstellung



man nur die Zielfestlegungen, ergibt sich kein gänzlich anderes Bild, obwohl die Adressierung der Handlungsfelder insgesamt weniger flächendeckend ist (s. Abb. 43).

Die raumbezogene Analyse der Landesentwicklungspläne für den Themenbereich Klimaanpassung zeigt, dass die Hochwasservorsorge in Flussgebieten, der Umgang mit Wasserknappheit sowie mit klimabedingten Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei überwiegend flächendeckend durch Festlegungen in den Plänen abgebildet werden. Die anderen Kategorien sind eher noch „Stückwerk“ (s. Abb. 44). Betrachtet man nur die Pläne, die Zielformulierungen zu den entsprechenden Handlungskategorien enthalten, sieht es mit wenigen Ausnahmen noch dünner aus; die übrigen Handlungsfelder werden folglich in vielen Ländern durch Grundsätze oder kartographische Darstellungen adressiert, nicht aber durch Zielfestlegungen (s. Abb. 45). Bei der Klimaanpassung zeigt sich ein deutlicherer Unterschied zwischen Zielfestlegungen und anderen Festlegungen als beim Klimaschutz (s. Abb. 44 und 45).

**Abbildung 42: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zum Klimaschutz (alle Festlegungen)**

Quelle: eigene Darstellung

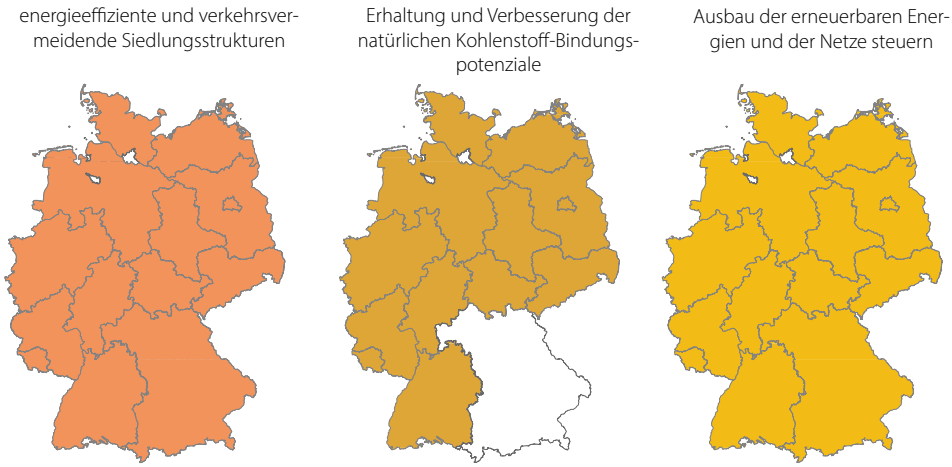



**Abbildung 43: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zum Klimaschutz (Zielfestlegungen)**

Quelle: eigene Darstellung

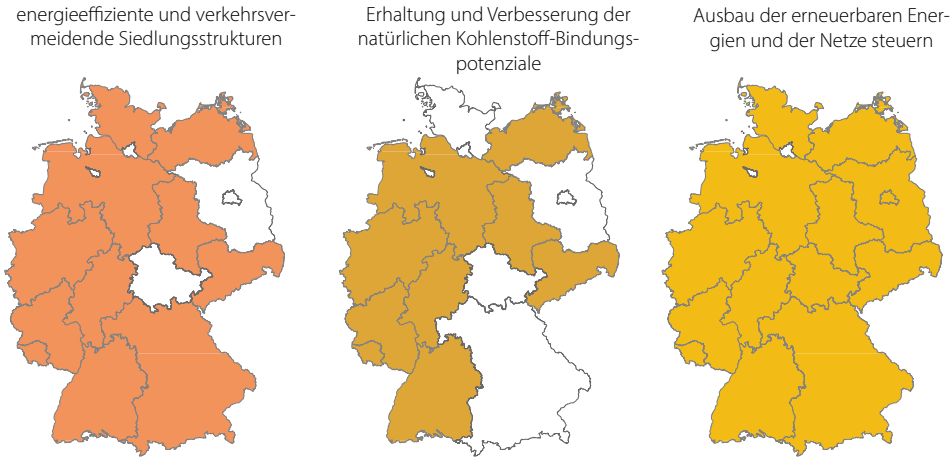
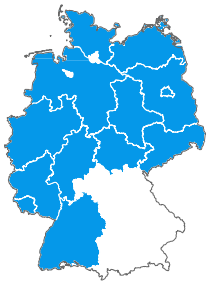


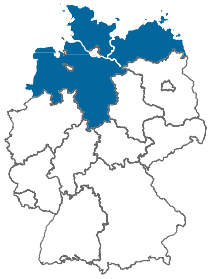
**Abbildung 44: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zur Klimaanpassung (alle Festlegungen)**

Quelle: eigene Darstellung

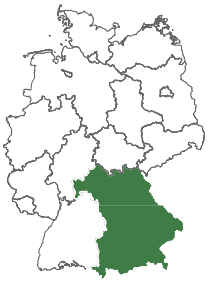
Hochwasservorsorge/vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten



Hochwasservorsorge an der Küste und Küstenschutz



Schutz in Berggebieten



Schutz vor Hitzefolgen



Umgang mit Wasserknappheit



klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen



klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen



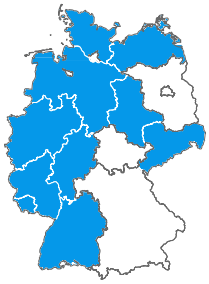
Anpassungsstrategien für Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei



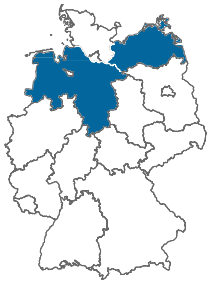
**Abbildung 45: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zur Klimaanpassung (Zielfestlegungen)**

Quelle: eigene Darstellung

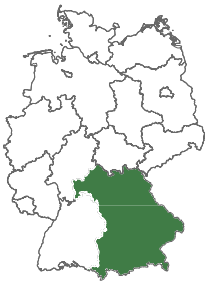
Hochwasservorsorge/vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten



Hochwasservorsorge an der Küste und Küstenschutz



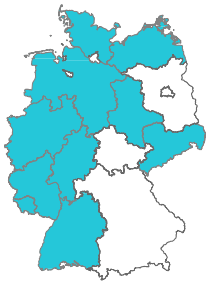
Schutz in Berggebieten



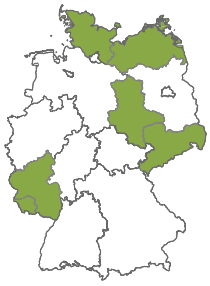
Schutz vor Hitzefolgen



Umgang mit Wasserknappheit



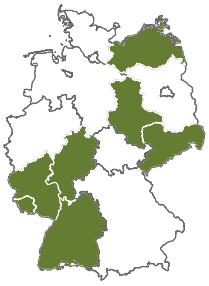
klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen



klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen



Anpassungsstrategien für Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei



## 4.3 Fazit zu Kapitel 4

Die **Auswertung der Raumordnungspläne auf regionaler Ebene** zeigt ein sehr differenziertes Bild in Bezug auf die einzelnen Handlungsfelder des Leitbilds 4 der MKRO (2016):

- Ein Schwerpunkt der Festlegungen zu **energieeffizienten und verkehrsvermeidenden Siedlungsstrukturen** liegt auf der transportorientierten Siedlungsentwicklung, auf der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Industrie und Gewerbe, dem Ausbau der Radinfrastruktur sowie dem Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung. Demgegenüber kommt es selten zu Vorgaben zur Siedlungsflächeninanspruchnahme oder zu Siedlungsdichten. Festlegungen hierzu finden sich eher in Bundesländern mit positiv-allokativer Steuerung in der Raumordnung.

- In Bezug auf die **natürlichen $CO_2$-Senken** werden in weniger als der Hälfte der Regionalpläne explizite Festlegungen getroffen. Ein Grund für die Befunde besteht sicherlich darin, dass in den Regionalplänen meist eine Integration des Schutzes von Mooren, Wäldern und Feuchtgebieten im Rahmen von (Ziel-)Festlegungen zum Landschafts- und Naturschutz erfolgt. Zudem kommen in den Regionen teilweise andere Pläne und Programme zum Tragen.

- Die neuen gesetzlichen Vorgaben zum **Ausbau der erneuerbaren Energien** (s. Kap. 5) setzen starke Impulse in den Ländern und Regionen, insbesondere für den Ausbau von Windkraft und Photovoltaik. Insofern ist zukünftig von einer veränderten Rolle der Raumordnung auszugehen: Die raumverträgliche Flächensicherung und vor allem die zunehmenden Nutzungskonflikte, unter anderem mit der Landwirtschaft, dem Natur- und Landschaftsschutz sowie den bestehenden Siedlungsstrukturen, erfordern eine kluge Abwägung aller Raumnutzungen und Raumfunktionen – dies ist eine Kernaufgabe der Raumordnung.

- Die **Hochwasservorsorge** ist ein bedeutendes Thema in der Raumordnung, wurde bislang jedoch vorwiegend von der Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum geprägt. Die größten Impulse für die Raumordnung in den Ländern und Regionen sind zukünftig durch die Umsetzung des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz (2021) zu erwarten. Dies gilt gleichermaßen für den Küstenschutz.

- Obwohl die Definition von **Berggebieten** nach MKRO mit Höhen über 800 Meter auch die Mittelgebirgsregionen betrifft, zielen die Ansätze im Handlungsfeld vorwiegend auf den Alpenraum. Dementsprechend konzentriert sich die Festlegung von Zielen und Vorranggebieten ausschließlich auf Bayern und den Alpenbereich. Einige Regionen in den Mittelgebirgen formulieren Grundsätze in Bezug auf Erdrutschungen und die Verminderung der Erosionsgefahr.

- Die Planauswertung macht deutlich, dass das Handlungsfeld „**Schutz vor Hitzefolgen**" durch die Raumordnung noch nicht angemessen berücksichtigt wird. Allerdings dient die Ausweisung multifunktionaler Grünzüge und Grünzäsuren häufig dem Schutz vor Hitzefolgen, ohne dass die Handlungsaspekte explizit erwähnt werden.

- Die **Sicherung von Wasserressourcen** (inklusive Grundwasserschutz) wird in den Regionalplänen sehr häufig über Zielfestlegungen adressiert. Die Verbesserung des Wasserhaushalts der Böden besitzt hingegen deutlich geringeren Stellenwert, die Lenkung wasserverbrauchender Nutzung wird nur selten aufgegriffen. In Zukunft wird dieses Handlungsfeld an Bedeutung gewinnen, da die Dürresommer der vergangenen Dekade deutlich gemacht haben, dass nahezu alle Wirtschaftsbereiche vom Wassermangel betroffen waren.

- Beim Handlungsfeld „**Tourismus**" geht es zumeist um die Festlegung von Tourismusschwerpunkt- und -entwicklungsräumen. Maßnahmen zur Konfliktlösung zwischen Nutzungsansprüchen zu Klimaschutz und Schutz des Landschaftsbilds werden in wenigen Regionen über Festlegungen adressiert; alle übrigen Aspekte finden keine Nennung.

- Für klimabedingte Veränderungen in den **Lebensräumen von Tieren und Pflanzen** gibt es in der Mehrzahl der Regionalpläne Zielfestlegungen beziehungsweise eine Ausweisung von Vorranggebieten, überwiegend zum Freiraumverbund.

- Auf Anpassungsstrategien für die **Land- und Forstwirtschaft** sowie die **Fischerei** gehen nur wenige Regionalpläne mit spezifischen Festlegungen ein; dies war aufgrund der begrenzten Steuerungswirkung der Raumordnung im Bereich der Bodennutzung zu erwarten.

Bei der **Auswertung der Raumordnungspläne auf Landesebene** lässt sich zusammenfassend festhalten:

- Grundsätzlich werden fast alle Handlungsfelder in fast allen Landesentwicklungsplänen adressiert, jedoch nicht immer auch durch Zielfestlegungen.

- Handlungsaspekte des Klimaschutzes werden dabei flächendeckender in den Plänen aufgenommen und auch öfter durch Zielfestlegungen konkretisiert als Handlungsaspekte der Klimaanpassung.

- Gleicht man die vorgestellten Ergebnisse mit den Ergebnissen der Auswertung der Regionalpläne ab, so fällt auf, dass – insbesondere bei den Handlungsfeldern zum Klimaschutz – grundsätzliche räumliche Kongruenzen feststellbar sind. Wird ein Handlungsfeld im LEP eines Bundeslandes durch Zielfestlegungen adressiert, so werden zumindest in vielen der Regionalpläne dieses Landes auch Vorrangflächen ausgewiesen oder Ziele festgelegt. Andersherum adressieren die Pläne einiger Regionalplanungsbehörden auch Handlungsfelder, die im entsprechenden LEP keine Berücksichtigung erfahren. Eine denkbare Erklärung hierfür kann die Tatsache sein, dass einige der Landesentwicklungspläne auf einem Stand von vor zehn oder mehr Jahren sind.

# 5

# Ausbauziele und Ausbau-Monitoring für erneuerbare Energien

Um ihre gesamträumlich ordnende und ausgleichende Funktion erfüllen zu können, muss die Raumordnung neben dem Status quo der Raumnutzungen auch absehbare raumwirksame Entwicklungstendenzen in den unterschiedlichen Sektoren abschätzen. Dieses Wissen ist notwendig, um auf einen nachhaltigen Ausgleich der Raumansprüche hinwirken zu können. Im Themenfeld der Energiewende sind hierzu die mittel- und langfristigen Ausbauziele der Energieinfrastruktur von Relevanz. Dieser Themenbereich ist insofern von besonderer Bedeutung, als dass die Energiewende eine tiefgreifende Transformation des Energiesystems voraussetzt, durch die erhebliche Raumansprüche und Nutzungskonflikte zu erwarten sind. Über die Information der Ausbauziele kann vor dem Hintergrund von Referenzanlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien der Flächenbedarf für einige Energieerzeugungsanlagen abgeschätzt werden, welcher zur Erreichung der Ausbauziele notwendig erscheint – und somit eine für die Raumplanung entscheidende Größe zur Steuerung der Raumnutzungen.

Ausgangspunkte zur Weiterentwicklung von Handlungsstrategien und kartographischen Leitbildern sind neben dem Status quo des Stromnetzausbaus auch konkret absehbare Planungsvorhaben. Dass der Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strommix allein von rund 29 % im Jahr 2016 auf inzwischen 51,6 % im ersten Halbjahr 2022 angestiegen ist, verdeutlicht die hohe aktuelle Dynamik des Ausbauprozesses (vgl. Strom-Report 2022a).

Im Folgenden wird der Umsetzungsstand der Energiewende in Deutschland auf Grundlage einer Geodatenanalyse beschrieben. Die Analyse enthält nicht nur den Ausbaustand der Energieinfrastrukturen sowie die Energieversorgung, sondern auch Indikatoren zu verkehrs- und energiesparsamen Siedlungsstrukturen. Die Geodaten- beziehungsweise Potenzialraumanalyse dient der Veranschaulichung der möglichen Entwicklung des Ausbaus der erneuerbaren Energien (s. Kap. 5.1).

Des Weiteren werden in Kapitel 5.2 der Status quo des Ausbaus der erneuerbaren Energien und die Ausbauziele auf Bundesebene dargelegt. Diese Ziele und der daraus entstehende räumliche Handlungsbedarf werden mithilfe unterschiedlicher Projektionen für die kommenden Jahre und für jedes Bundesland sichtbar gemacht.

In Kapitel 5.3 liegt der Fokus auf dem Monitoring des Status quo sowie absehbaren Planungsvorhaben des Netzausbaus, der Darlegung von entsprechenden Strategien der Bundesländer und der Veranschaulichung und Entwicklung der Kraftwerksstandorte in Deutschland. Im Rahmen einer Clusteranalyse wurden Potenzialräume mithilfe eines explorativen Verfahrens ermittelt.

## 5.1 Umsetzungsstand der Energiewende in Deutschland

### 5.1.1 Vorgehensweise

Die Geodatenanalyse soll neben dem Ausbaustand der Energieinfrastrukturen sowie der Energieversorgung auch Indikatoren zu verkehrs- und energiesparsamen Siedlungsstrukturen enthalten. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden dazu die in diesem Kapitel dargestellten Indikatoren ausgewählt. Mit dem Ziel einer einheitlichen Darstellung und der Vergleichbarkeit der Ergebnisse sowie vor dem Hintergrund, dass frei verfügbare Datensätze zu verwenden sind, wurde die Ebene der Bundesländer als Analyseebene ausgewählt. Für die Analyse von Entwicklungen im Zeitverlauf beziehungsweise für die angestrebte Abbildung von Zeitreihen wird der Zeitraum 2013 bis 2020 verwendet – soweit die frei verfügbaren Datengrundlagen dies erlauben. Dieser Zeitraum leitet sich aus der Veröffentlichung der MKRO-Entschließungen im Jahr 2013 ab, die im Projektkontext als zentraler Ausgangspunkt für die raumordnerischen Diskussionen zum Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten“ gesehen wird. Der Endzeitpunkt der Zeitreihe zum Jahr 2020 ergibt sich daraus, dass zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Spätsommer 2022 energiebilanzielle Daten höchstens bis zum Jahr 2020 vorlagen.

Wesentliches Ziel der Geodatenanalyse ist es, eine zeitreihenbasierte Datengrundlage zu schaffen, die für repräsentative Indikatoren den Stand der Energiewende in Deutschland darstellen und die in Form von interaktiven Karten zielgruppenorientiert aufbereitet werden kann. Zudem gilt es, zentrale Erkenntnisse aus dem Datensatz in textlicher Form auszuwerten und die Datengrundlagen zu erläutern, sodass diese gegebenenfalls im Nachgang sowohl nachvollzogen als auch aktualisiert werden können.

Da weder von der Bundesnetzagentur noch von den Übertragungsnetzbetreibern ein aktueller Geodatensatz zum Status quo des Übertragungsnetzes frei verfügbar ist, wird zur Beschreibung des Übertragungsnetzes auf die Kartographie der Bundesnetzagentur aus den regelmäßigen Monitoringberichten zurückgegriffen, die neben dem bestehenden Übertragungsnetz auch die in Planung und Umsetzung befindlichen Netzausbauvorhaben zeigt und somit einen Mehrwert gegenüber der alleinigen Darstellung des Status quo bietet. Zur weiteren Charakterisierung des Energiesystems wurden als Indikatoren die Darstellung der Bruttostromproduktion nach Energieträgern ausgewählt sowie der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion. Aus diesen Indikatoren lassen sich Rückschlüsse auf den Fortschritt der Energiewende in den einzelnen Bundesländern ziehen.

Zur Charakterisierung der verkehrs- und energiesparsamen Siedlungsstrukturen werden die Siedlungsdichte und der Anteil der Verkehrsflächen, der Bruttostromverbrauch je Siedlungsfläche sowie der Wohnflächenbedarf pro Kopf in diesem Bericht als Indikatoren verwendet. Aus der Siedlungsdichte lässt sich auf die infrastrukturelle Erschließungseffizienz schließen und hinsichtlich des Verkehrsflächenanteils kann davon ausgegangen werden, dass kompakte Siedlungsstrukturen einen geringeren verkehrstechnischen Erschließungsaufwand mit sich bringen als dispers im Raum verteilte Siedlungskörper. Der Indikator Bruttostromverbrauch je Siedlungsfläche lässt Rückschlüsse darauf zu, in welchen Bundesländern sehr energieintensive Siedlungsstrukturen vorhanden sind, wobei ein Abgleich mit dem Indikator Siedlungsdichte erfolgen sollte, da eine höhere Siedlungsdichte in der Regel einen absolut höheren Energieverbrauch je Flächen-

einheit mit sich bringt, dies jedoch kaum Aussagen über die Energieeffizienz zulässt. Der Wohnflächenbedarf pro Person lässt hingegen unmittelbare Rückschlüsse auf energiesparsame Siedlungsstrukturen zu, da mit geringerem Wohnflächenbedarf geringere Strom- und Wärmebedarfe pro Person einhergehen.

Im Folgenden werden auf Grundlage einer Geodatenanalyse folgende Aspekte beleuchtet:

- Netzausbau
- Stromproduktion nach Energieträgern
- Energieproduktion
- Energieverbrauch und Anteil der erneuerbaren Energien
- Siedlungsdichte und Verkehrsflächenanteil
- Stromverbrauch je Siedlungsfläche
- Flächeneffizienz im Wohnungssektor

## 5.1.2 Ergebnisse der Geodatenanalyse

### Netzausbau

Die Bundesnetzagentur veröffentlicht jährlich einen Monitoringbericht zum aktuellen Stand des Strom- und Gasmarkts, dem unter anderem die Netzstrukturdaten der Elektrizität entnommen werden können, die in Tabelle 8 dargestellt sind (vgl. BNetzA 2022b). Das deutsche Elektrizitätsnetz umfasst zum Stand 2021 eine Gesamtlänge von rund 1,93 Millionen Kilometern. Dabei wird zwischen dem Übertragungsnetz (Hoch- und Höchstspannungsebene) und dem Verteilnetz (vor allem Mittel- und Niederspannung) unterschieden. Während sich das Übertragungsnetz in der Hand von vier Übertragungsnetzbetreibern befindet, obliegt der Betrieb des Verteilnetzes einer Vielzahl regionaler Netzbetreiber. Diese Verteilnetzbetreiber sind mit knapp 1,9 Millionen Kilometern für einen Großteil des deutschen Netzes verantwortlich, wobei die Niederspannungsebene rund zwei Drittel des Verteilnetzes ausmacht. Mit etwa 37.000 km sind die vier Übertragungsnetzbetreiber lediglich für knapp 2 % des deutschen Gesamtnetzes verantwortlich.

**Tabelle 8: Strom – Netzstrukturdaten 2021 gemäß Abfrage Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Verteilnetzbetreiber (VNB) Strom**

Quelle: eigene Darstellung nach BNetzA 2022b: 43

*hier Anzahl inkl. der Offshore-Beteiligungsgesellschaften und Baltic Cable AB

| | ÜNB* | VNB | Summe |
|---|---|---|---|
| Netzbetreiber [Anzahl] | 8* | 867 | 867 |
| Stromkreislänge [Tsd. km] | 37,2 | 1.896,9 | 1.934,1 |
| davon Höchstspannung | 37,0 | 0,2 | 37,2 |
| davon Hochspannung | 0,2 | 95,0 | 95,2 |
| davon Mittelspannung | | 527,1 | 527,1 |
| davon Niederspannung | | 1.274,6 | 1.274,6 |
| Marktloaktionen von Letztverbrauchern [Tsd.] | 0,4 | 52.261,1 | 52.261,6 |
| davon Industrie- und Gewerbekunden sowie weitere Nichthaushaltskunden | 0,4 | 2.964,3 | 2.964,7 |
| davon Haushaltskunden | | 49.296,9 | 49.296,9 |
| Jahreshöchstlast [GW] | | | 81,4 |

Der in der Einleitung skizzierte Ausbaubedarf im Übertragungsnetz (s. Kap. 2.5.2) lässt sich nicht allein aus der fachlichen Diskussion herleiten, sondern wird auch durch die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber gemeinsam im Netzentwicklungsplan (NEP) Strom konkretisiert und durch die Bundesnetzagentur genehmigt. Vorhaben innerhalb von Ländergrenzen können anschließend zur rechtlichen Konkretisierung durch die Landesbehörden in die Anlage des Energieleitungsausbaugesetzes (EnLAG) übernommen werden. Bei Vorhaben, die die Landesgrenzen

überschreiten, können diese Maßnahmen durch Entscheidung des Bundestags in den Bundesbedarfsplan übernommen werden und erhalten damit rechtliche Verbindlichkeit als vorrangig umzusetzende Maßnahmen. Dieses Vorgehen und die damit verbundene rechtliche Verbindlichkeit sollen die entsprechenden Planungsverfahren und Abwägungsprozesse beschleunigen und die grundsätzliche Umsetzung der Vorhaben schon frühzeitig sicherstellen. Die Bundesnetzagentur führt die derart konkretisierten Maßnahmen zum Netzausbau in den Monitoringberichten auf, evaluiert regelmäßig den Fortschritt der Vorhaben und stellt dies, wie nachfolgend dargestellt, auch kartographisch dar.

Abbildung 46 zeigt den Stand der Planungs- und Baufortschritte der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) und dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem ersten Quartal 2023. Die Abbildung 47 zeigt den Fortschritt der Vorhaben in Kilometer an. Dabei wird bei dem Planungs- und Baufortschritt der Maßnahmen unterschieden in noch nicht im Genehmigungsverfahren, im Raumordnungs- oder Bundesfachplanungsverfahren, im oder vor dem Planfeststellungs- oder Anzeigeverfahren, genehmigt beziehungsweise im Bau und fertiggestellt. Die Karte vermittelt den Eindruck, dass sich ein Großteil der vorgesehenen Leitungen im oder vor dem Planfeststellungsverfahren befindet. Dieser Eindruck bestätigt sich mit Blick auf die Statistik zu den Planungs- und Baufortschritten nach Leitungskilometern (s. Abb. 47), wonach sich 6.277 km Leitungen – und damit etwa 44 % der insgesamt 14.019 vorgesehenen Leitungskilometer – im Planfeststellungsverfahren befinden. Mit dem Wissen, dass das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) 2009 und das Bundesbedarfsplangesetz 2013 eingeführt wurden, kann dieser Ausbaufortschritt als ein Indikator für die oftmals diskutierte Langfristigkeit der Planungsverfahren beim Netzausbau angesehen werden. Zur Umsetzung der Energiewende bei gleichzeitiger Sicherstellung der Versorgungssicherheit ist die deutsche Energiewirtschaft auf einen umfassenden Netzausbau angewiesen, um die notwendigen Energiemengen zwischen den dezentralen Produktionsstandorten und den Verbrauchsschwerpunkten transportieren zu können. Dass das deutsche Übertragungsnetz derzeit nicht auf diesen Bedarf ausgelegt ist, zeigt auch die Netzauslastungsanalyse im aktuellen Netzentwicklungsplan Strom (vgl. 50Hertz Transmission GmbH et al. 2023: 132). Ein weiterer Blick auf die Karte (s. Abb. 46) zeigt, dass besonders viele Vorhaben im Westen, Süden und in der Mitte Deutschlands geplant sind, wohingegen vor allem in Brandenburg und Sachsen vergleichsweise wenig Ausbauvorhaben dargestellt sind. Auch im Hinblick auf die bereits realisierten Vorhaben (grün) ist eine Häufung im Norden und Westen Deutschlands zu erkennen, was mitunter mit dem starken Ausbau der Offshore-Windenergie in der Nordsee im Zusammenhang stehen kann.

## Stromproduktion nach Energieträgern

Eines der Klimaschutzziele der Bundesregierung ist die vollständige Umstellung des Strommixes auf erneuerbare Energien bis zum Jahr 2035. Im Jahr 2022 entstammte knapp die Hälfte des erzeugten Stromes aus erneuerbaren Energien. In Abbildung 48 ist die Energieproduktion in Megawatt (MW) nach Energieträgern sowie die Entwicklung der Bruttostromproduktion von 2013 bis 2019 in Prozent für alle deutschen Bundesländer dargestellt. So lässt sich der Strommix je Bundesland nachvollziehen und anhand der Dynamik der Entwicklung darauf schließen, in welchem Bundesland tendenziell eher ein Zubau im Energiesystem verzeichnet wurde und in welchen Bundesländern eher ein Rückbau. Dies kann zum einen Ausbaubedarfe in der Energieproduktion indizieren und zum anderen Energietransportbedarfe aufzeigen.

**Abbildung 46: Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) und dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem ersten Quartal 2023**

Quelle: BNetzA 2023a: 7

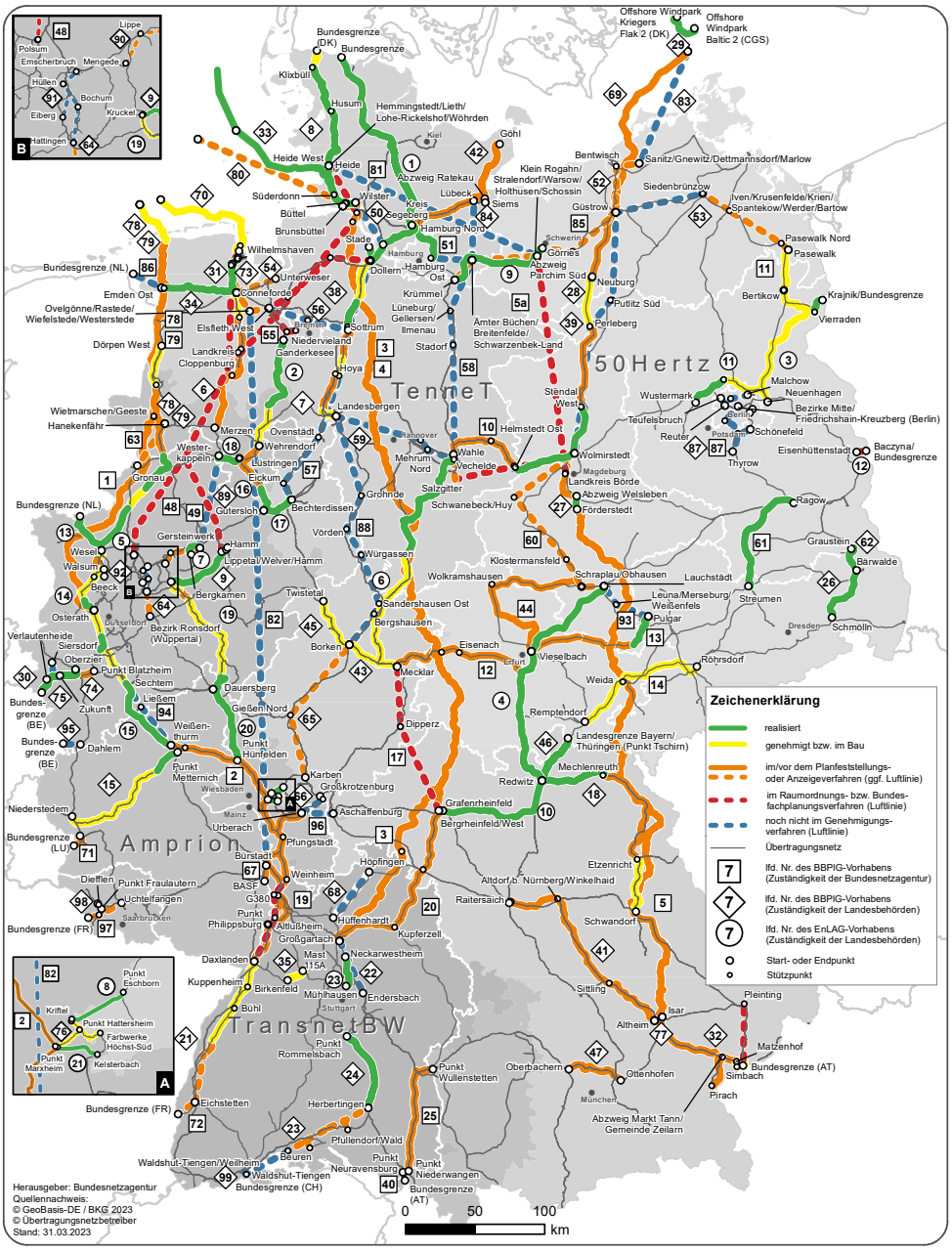



**Abbildung 47: Fortschritt der Vorhaben (in km) nach dem EnLAG und BBPIG**

Quelle: BNetzA 2023a: 6

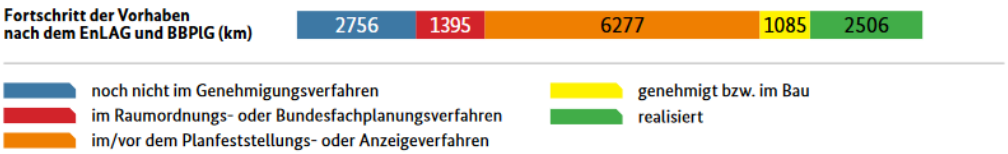
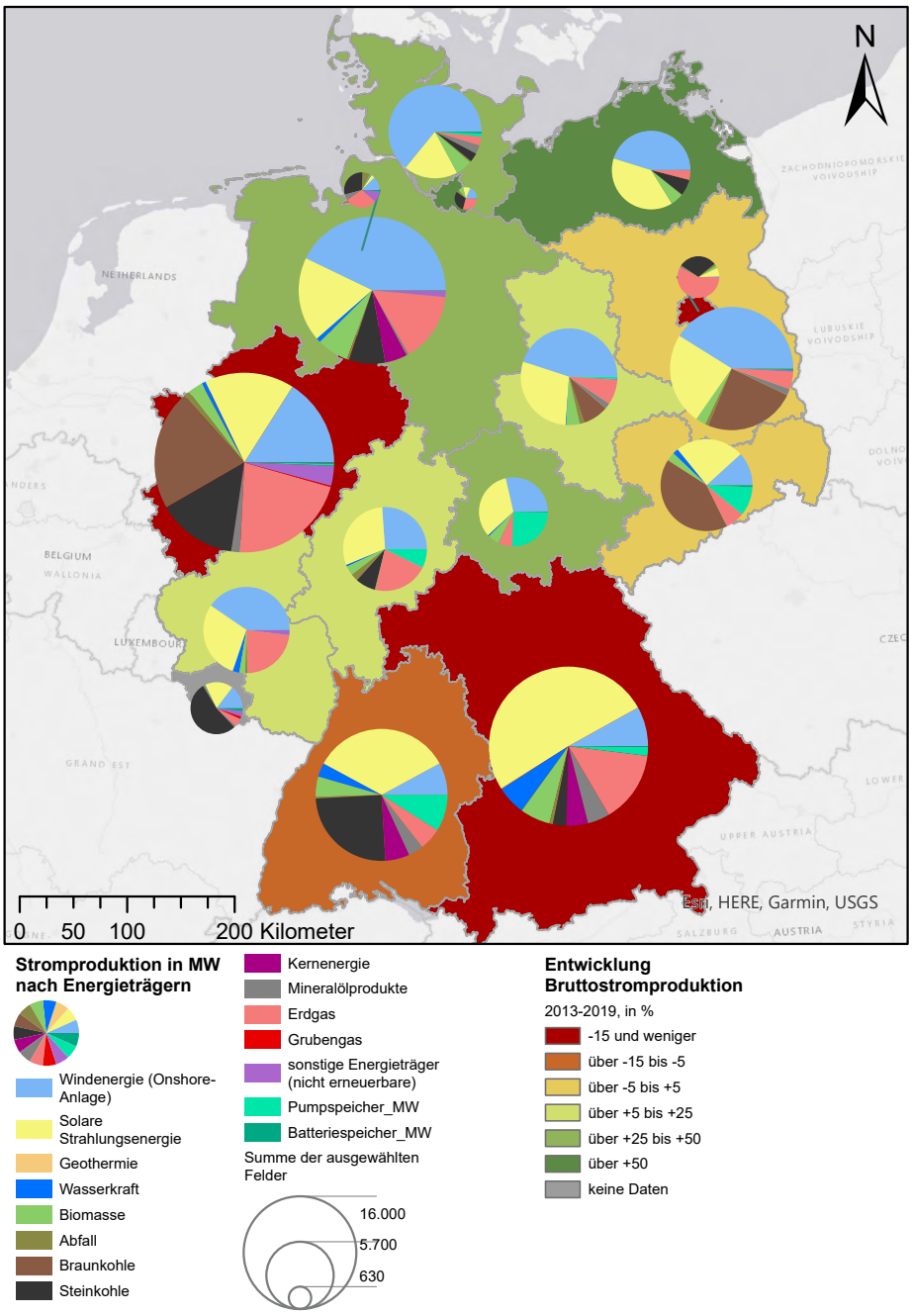


**Abbildung 48: Kartographische Darstellung der Stromproduktion nach Energieträger und der Entwicklung der Bruttostromproduktion in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung




Erläuterung zur Datengrundlage: Datengrundlage der Karte ist die in der Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur ausgewiesene Bruttoleistung in MW nach Energieträgern (Bundesnetzagentur 2022c). Zu berücksichtigen ist, dass die Liste die im Marktstammdatenregister eingetragenen Kraftwerke und Erzeugungsanlagen mit einer Netto-Nennleistung von ≥ 10 MW zum Stand 22.11.2022 enthält. Kleinere, private Anlagen fließen demnach nicht ein. Es wurden nur diejenigen Anlagen berücksichtigt, die als Status „in Betrieb" aufweisen. Kapazitätsreserven oder befristete Strommarktrückkehrer wurden nicht mit einbezogen. Geodatengrundlage: ESRI & BKG 2022

Im Sinne des Klimaschutzes sollte in allen Bundesländern ein möglichst großer Teil des Strommixes auf erneuerbaren Energien basieren. Gleichzeitig sollte die Dekarbonisierung des Energiesystems nicht zu einem zu starken Ungleichgewicht hinsichtlich der Energieproduktion zwischen den Bundesländern führen, da dies mit hohen Transport- und Speicherbedarfen einhergehen würde. Insbesondere in Bundesländern, deren Energieproduktion vormals sehr stark auf fossilen Energieträgern oder Kernenergie basierte, kann eine negative Entwicklung der Bruttostromproduktion darauf hinweisen, dass der Zubau an erneuerbaren Energien den Rückbau konventioneller Energieträger (noch) nicht ausgleichen kann. Es ist zu erkennen, dass die Stromproduktion insgesamt in Nordrhein-Westfalen (NRW) und Bayern am höchsten ist, gefolgt von Niedersachsen. Diese Bundesländer weisen hohe Einwohnerzahlen auf, woraus sich ein hoher Energiebedarf ergibt.

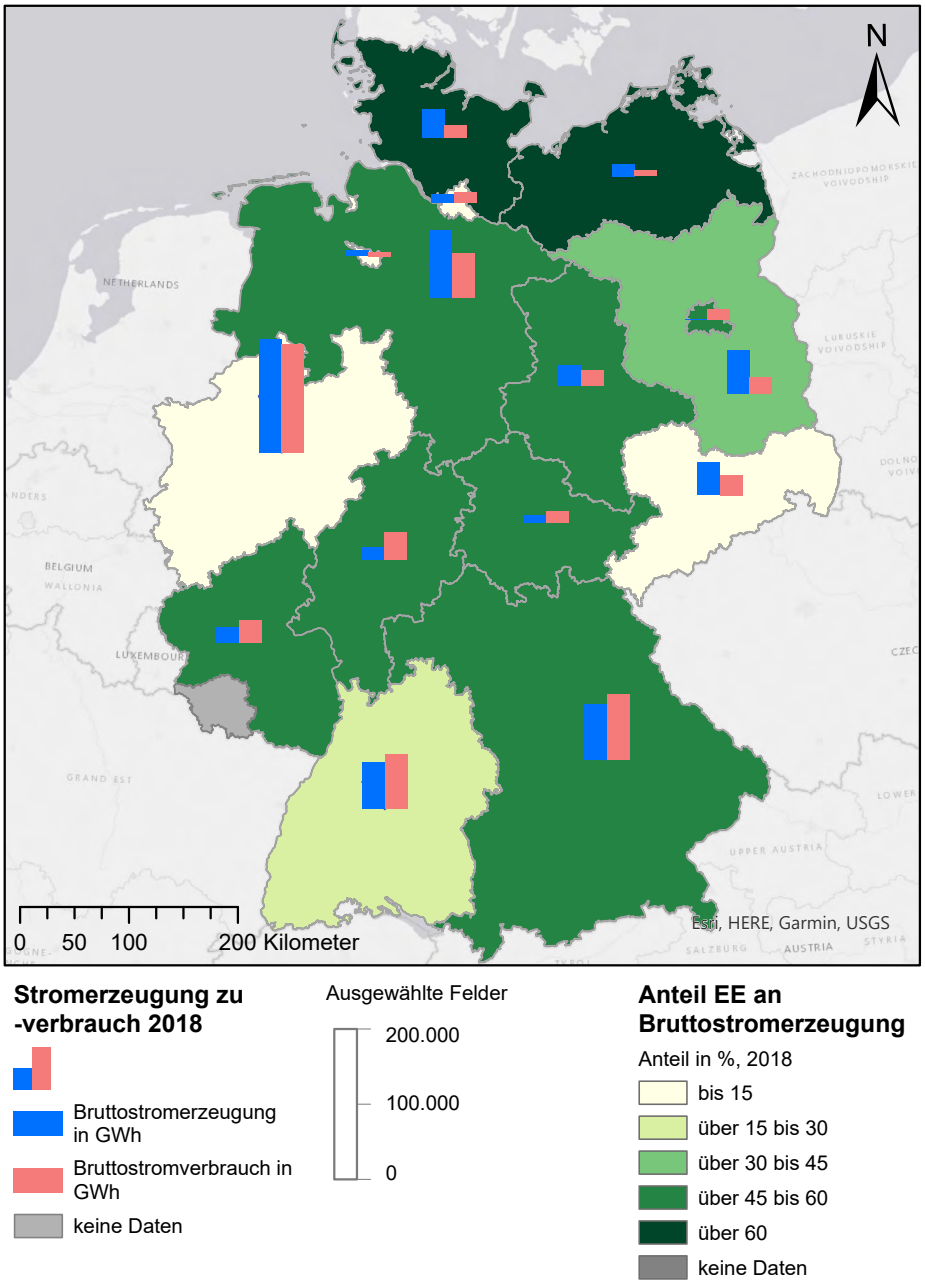
Es fällt auf, dass vor allem die nördlichen Bundesländer einen hohen Anteil an Windenergie und gleichzeitig eine positive Entwicklung der Bruttostromproduktion verzeichnen. Hier schlägt sich der starke Ausbau der Windenergie im Norden Deutschlands in den Daten nieder. Dagegen weisen die südlichen Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg sowie NRW eine negative Entwicklung der Bruttostromproduktion auf. Hier bewirken Schließungen leistungsstarker Kraftwerksstandorte im Zuge des Atom- (vor allem in Bayern) und Kohleausstiegs (vor allem in NRW) eine rückläufige Energieproduktion, die in den benannten Bundesländern nicht durch einen entsprechenden Zubau ausgeglichen werden. In Bayern macht inzwischen die Solarenergie rund die Hälfte des Strommixes aus, der Ausbau reicht jedoch nicht, um den Wegfall fossiler Energieträger auszugleichen und eine positive Bruttostromentwicklung zu bewirken. In NRW ist der Rückgang der Bruttostromproduktion ebenfalls stark; dabei macht die Braunkohle immer noch den größten Anteil der Energieträger aus, wobei es zudem auch hohe Anteile der Steinkohle und von Erdgas am Strommix gibt. Dagegen ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix von NRW im Vergleich zu den anderen Bundesländern auffallend gering. Hier besteht also deutlicher Handlungsbedarf in der Transformation des Energiesystems. Ebenfalls hohe Anteile der Braunkohle am Strommix gibt es in den östlichen Bundesländern aufgrund der drei Braunkohlereviere in Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Eine gewisse Sonderstellung nehmen die Stadtstaaten ein, deren Strommix weitestgehend auf konventionellen Energieträgern basiert. Aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit müssen in diesen Bundesländern abweichende Konfigurationen eines klimaneutralen Strommixes gefunden werden.

## Energieproduktion/Energieverbrauch und Anteil erneuerbarer Energien

In Fortsetzung zum vorherigen Indikator zeigt Abbildung 49 flächig für alle Bundesländer den Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung. In Balkendiagrammen sind je Bundesland Stromerzeugung und -verbrauch einander gegenübergestellt, sodass der Indikator anzeigt, in welchen Bundesländern eine Stromüberproduktion vorliegt und welche Länder auf Stromimporte aus anderen Ländern angewiesen sind. Dies kann als weiterer Indikator genutzt werden, um Transportbedarfe im Übertragungsnetz zu identifizieren.

Hinsichtlich des Verhältnisses von Stromproduktion und Stromverbrauch wird ein Nord-Süd-Gefälle ersichtlich. Vor allem in den nördlichen Bundesländern, in denen auch der Anteil erneuerbarer Energien hoch ist, übersteigt die Erzeugung den Verbrauch. Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern erreichen dabei einen Anteil von über 60 % an erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung. In

**Abbildung 49: Kartographische Darstellung des Verhältnisses von Stromerzeugung zu -verbrauch sowie des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung im Jahr 2018 in Deutschland**
Quelle: eigene Darstellung




Erläuterung zur Datengrundlage: Die Daten zur Bruttostromerzeugung sowie zum Bruttostromverbrauch der Bundesländer stammen von der Agentur für Erneuerbare Energien, die diese Daten auf ihrem Dashboard in Zeitreihen bereitstellt (Agentur für Erneuerbare Energien 2018). Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung kann aus diesem Datensatz berechnet werden. Geodatengrundlage: ESRI & BKG 2022

den südlichen Bundesländern übersteigt hingegen der Bruttostromverbrauch die Erzeugung. Dies bildet sich auch in den Bundesländern Bayern, Rheinland-Pfalz, Hessen und Thüringen ab, bei denen der Anteil der erneuerbaren Energien jedoch relativ hoch bei über 45 % bis 60 % liegt. Hierbei wird erneut deutlich, wie sich Atom- und Kohleausstieg auf die Energieversorgung in Deutschland niederschlagen.

Besonders niedrig ist der Anteil erneuerbarer Energien in NRW, Sachsen und den Stadtstaaten Hamburg und Bremen mit unter 15 %, wobei von diesen nur in Hamburg der Bruttostromverbrauch die Erzeugung übersteigt. Die energieintensive Kohleverstromung führt zwar zu einer hohen Stromproduktion, aber auch zu einem entsprechend hohen Anteil fossiler Energien am Strommix, sodass hier einerseits ein hoher Veränderungsdruck zur Erreichung der Klimaschutzziele gegeben ist, gleichzeitig aber der Umbau der Energiewirtschaft in diesen Bundesländern eine große Herausforderung im Hinblick auf die Sicherstellung der Energieversorgung darstellt.

## Siedlungsdichte und Verkehrsflächenanteil

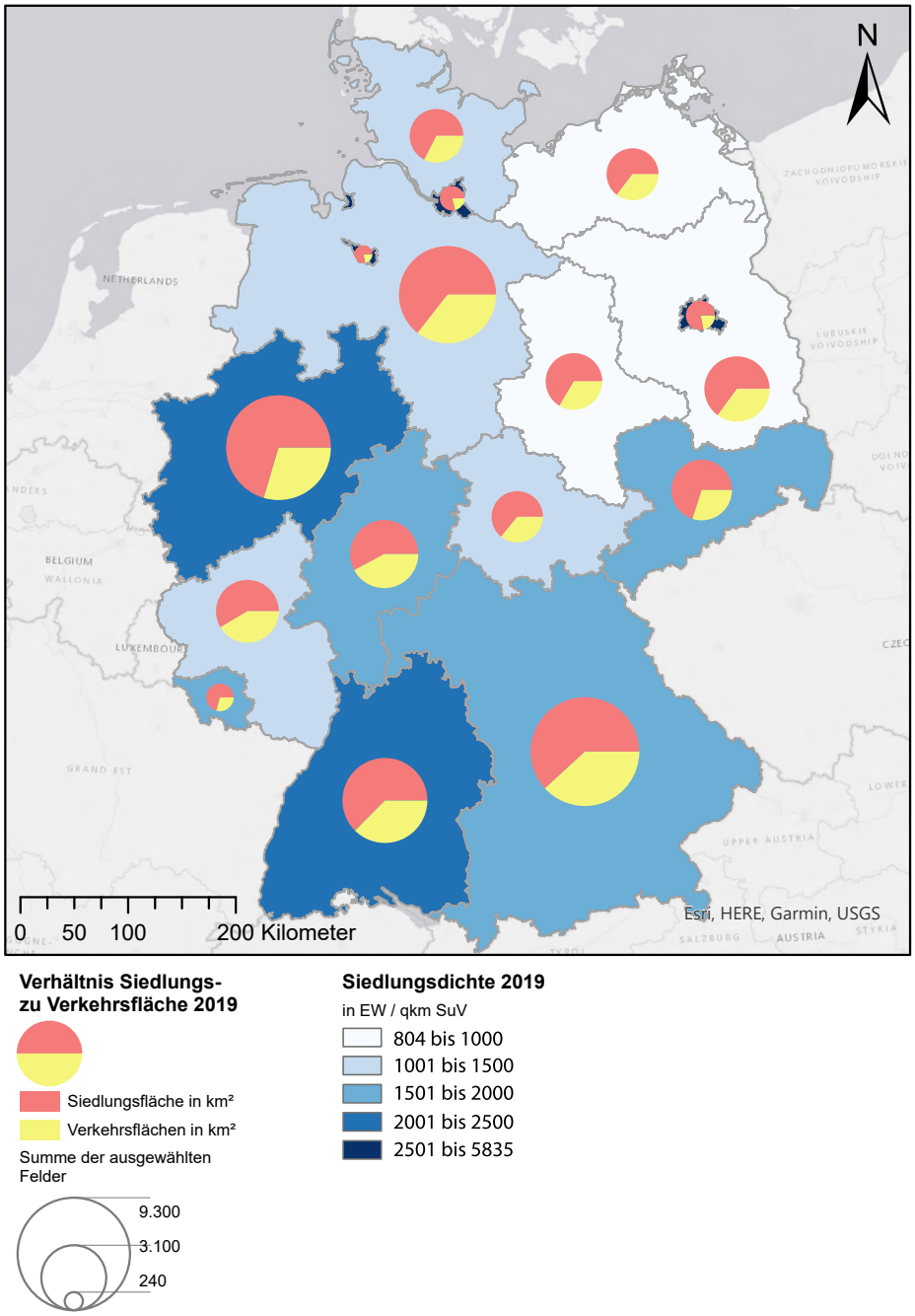
Der Indikator Siedlungsdichte kann herangezogen werden, um Rückschlüsse auf die Effizienz der Erschließung zu ziehen. Höhere Siedlungsdichten gehen in der Regel mit geringeren Erschließungsaufwand je Person einher und charakterisieren somit energiesparsame Siedlungsstrukturen. Gleichzeitig kann in dichten Siedlungsgebieten von kompakteren Strukturen und effizienterer Flächennutzung ausgegangen werden.

Abbildung 50 zeigt, dass vor allem die ostdeutschen Bundesländer geringe Siedlungsdichten aufweisen. Dagegen liegen in den Stadtstaaten sehr hohe Siedlungsdichten vor, ebenso in den bevölkerungsreichen Bundesländern NRW und Baden-Württemberg. Gleichzeitig weist NRW einen geringen Verkehrsflächenanteil auf. In Kombination mit der hohen Siedlungsdichte lässt dies auf effiziente und verkehrssparsame Siedlungsstrukturen im Sinne der MKRO-Zielsetzungen schließen. Hier wirkt sich die polyzentrale Siedlungsstruktur in NRW positiv auf die Indikatorwerte aus. In den Flächenländern sowie einigen anderen Bundesländern ist der Verkehrsflächenanteil dagegen hoch (s. insb. Hessen und Rheinland-Pfalz), was auf einen hohen verkehrlichen Erschließungsaufwand und dispers im Raum verteilte Siedlungen schließen lässt. Dies geht jedoch nicht zwangsläufig mit geringen Siedlungsdichten einher, wie das Beispiel Hessen zeigt. Auch dezentral verteilte Siedlungsstrukturen können also eine hohe Konzentration aufweisen. Die Stadtstaaten weisen aufgrund ihres hohen Urbanisierungsgrads sowohl eine sehr hohe Siedlungsdichte wie auch einen geringen Verkehrsflächenanteil auf, was im Sinne der energiepolitischen Zielsetzungen der MKRO erstrebenswert ist. Dagegen weisen die beiden Indikatoren auf eine energiepolitisch schlechtere Siedlungsstruktur in den östlichen Bundesländern hin.

Als weiterer Indikator zur Analyse der Energieeffizienz der Siedlungsstrukturen wird der Bruttostromverbrauch je Siedlungsfläche (in GWh/km² Siedlungsfläche) sowohl als statischer Wert zum Stand 2018 als auch in seiner relativen Entwicklung zwischen 2013 und 2018 herangezogen (s. Abb. 51). Dies lässt bedingte Rückschlüsse auf die Energieeffizienz der Siedlungsstrukturen zu, auch wenn der Indikator die Nutzungsdichte der Siedlungsflächen (z. B. Siedlungsdichte) nicht berücksichtigt. So lässt sich aus dem Indikatorwert zwar ablesen, in welchen Bundesländern sich besonders energieintensive Siedlungsstrukturen befinden, doch kann dieser hohe Energieverbrauch auch durch eine hohe Nutzungsintensität je Quadratkilometer Siedlungsfläche bedingt sein. Ein rückläufiger Stromverbrauch je Sied-

**Abbildung 50: Siedlungsdichte sowie das Verhältnis von Verkehrs- zu Siedlungsflächen im Jahr 2019 in Deutschland**

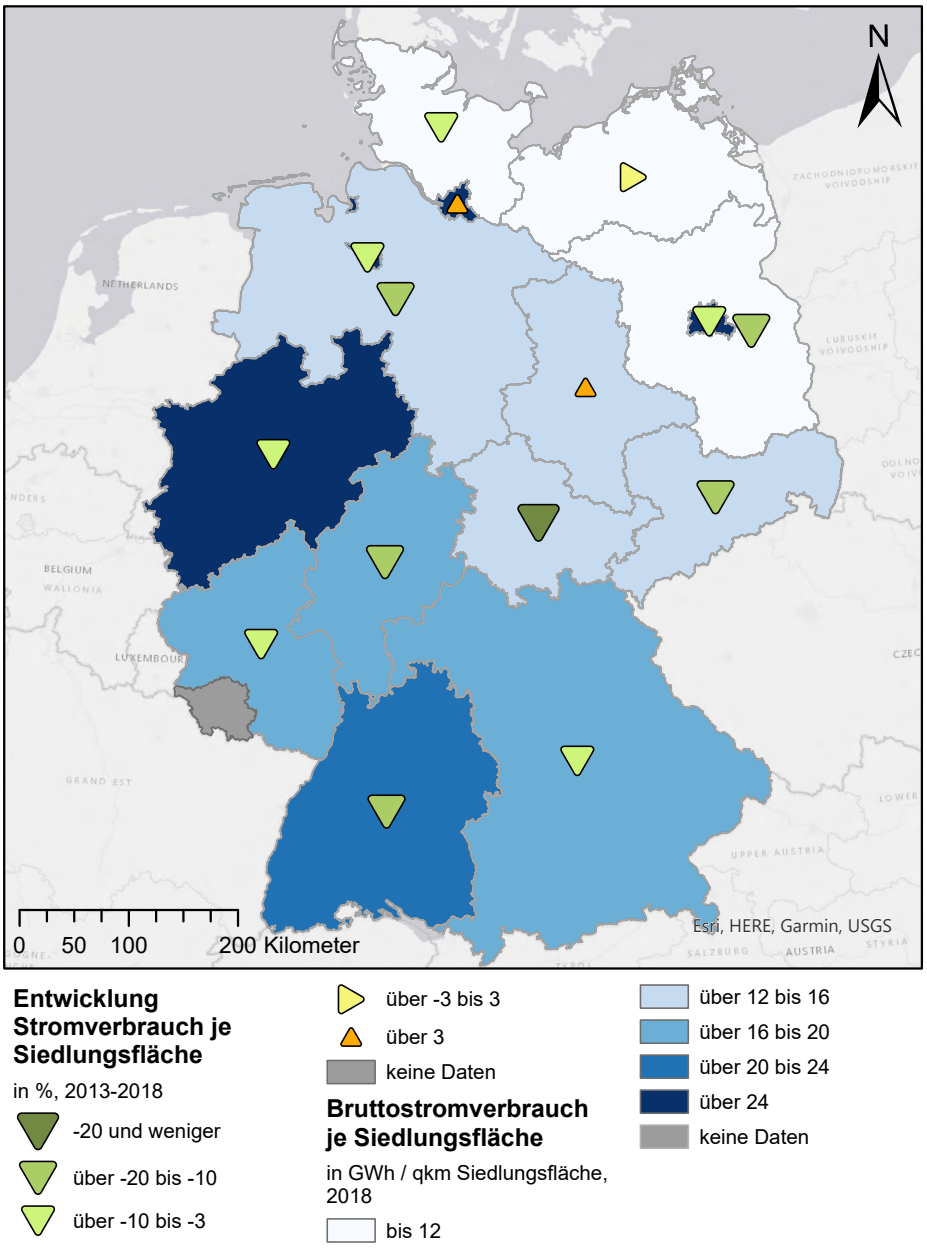
Quelle: eigene Darstellung




Erläuterung zur Datengrundlage: Datengrundlage für die Karten zur Siedlungs- und Verkehrsfläche ist die Flächenerhebung des Statistischen Bundesamts, die über die Online-Datenbank genesis-online bereitgestellt wird (vgl. Destatis, o. J.). Es wurden die Tabellen der Codes 33111-0006, 33111-0002 sowie 11111-0001 verwendet und auf Shapes der Bundesländer (vgl. BKG 2022) als Attribute übertragen. Geodatengrundlage: ESRI & BKG 2022

**Abbildung 51: Stromverbrauch je Siedlungsfläche – prozentuale Entwicklung von 2013 bis 2018 und absolute Werte im Jahr 2018 in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung




Erläuterung zur Datengrundlage: Zur Berechnung des Bruttostromverbrauchs je Siedlungsfläche wird auf die bereits in den vorangegangenen Karten verwendeten Datensätze zurückgegriffen. Da sowohl der Stromverbrauch als auch die Entwicklung der Siedlungsflächen als Zeitreihen vorliegen, war die Abbildung der Dynamik der Entwicklung möglich. Geodatengrundlage: ESRI & BKG 2022

lungsfläche kann dabei einen Hinweis auf die Steigerung der Energieeffizienz liefern, mitunter aber auch durch eine rückläufige Nutzungsintensität bedingt sein. Belastbare Aussagen lassen sich dementsprechend nur im Kontext anderer Indikatoren ableiten, die den Indikatorwert des Bruttostromverbrauchs je Siedlungsfläche einordnen.

Die Stadtstaaten weisen jeweils einen hohen Bruttostromverbrauch je Siedlungsfläche auf. Zudem ist ein leichtes West-Ost- sowie ein Süd-Nord-Gefälle erkennbar. Abseits der Stadtstaaten weist der Nordosten den geringsten Indikatorwert auf. Besonders hoch ist der Bruttostromverbrauch je Siedlungsfläche in den bevölkerungsreichen Bundesländern NRW und Baden-Württemberg, deren Wirtschaftsstruktur zudem einen vergleichsweise hohen Anteil des produzierenden Gewerbes aufweist. Hinsichtlich der Dynamik ist der Bruttostromverbrauch je Siedlungsfläche in jedem Bundesland bis auf Sachsen-Anhalt und Hamburg rückläufig. Besonders hoch ist der Rückgang in Thüringen und Brandenburg. Insgesamt deutet der rückläufige Stromverbrauch je Siedlungsfläche auf eine Steigerung der Energieeffizienz der Siedlungsstrukturen hin, wobei diese Deutung der Daten weiterer Prüfung im Hinblick auf beispielsweise eine rückläufige Bevölkerungsentwicklung oder Wirtschaftsleistung bedarf. Sollte sich allerdings eine steigende Energieeffizienz bestätigen, so wäre dies im Sinne der Energiewende und der klimaschutzpolitischen Zielsetzungen positiv zu bewerten.

Der Indikator ist auch im Zuge des Netzausbaus von Interesse, da sich aus der Energieintensität der Siedlungsflächen auch Rückschlüsse auf Verbrauchsschwerpunkte und somit Energietransportbedarfe ableiten lassen. Das hier festgestellte Süd-Nord-Gefälle schlägt sich auch in den großen raumgreifenden Netzausbauvorhaben wie Suedlink oder SuedOstLink nieder, die den Energietransport zwischen den Offshore-Windenergieanlagen im Norden Deutschlands und den Verbrauchsschwerpunkten im Süden sicherstellen sollen.

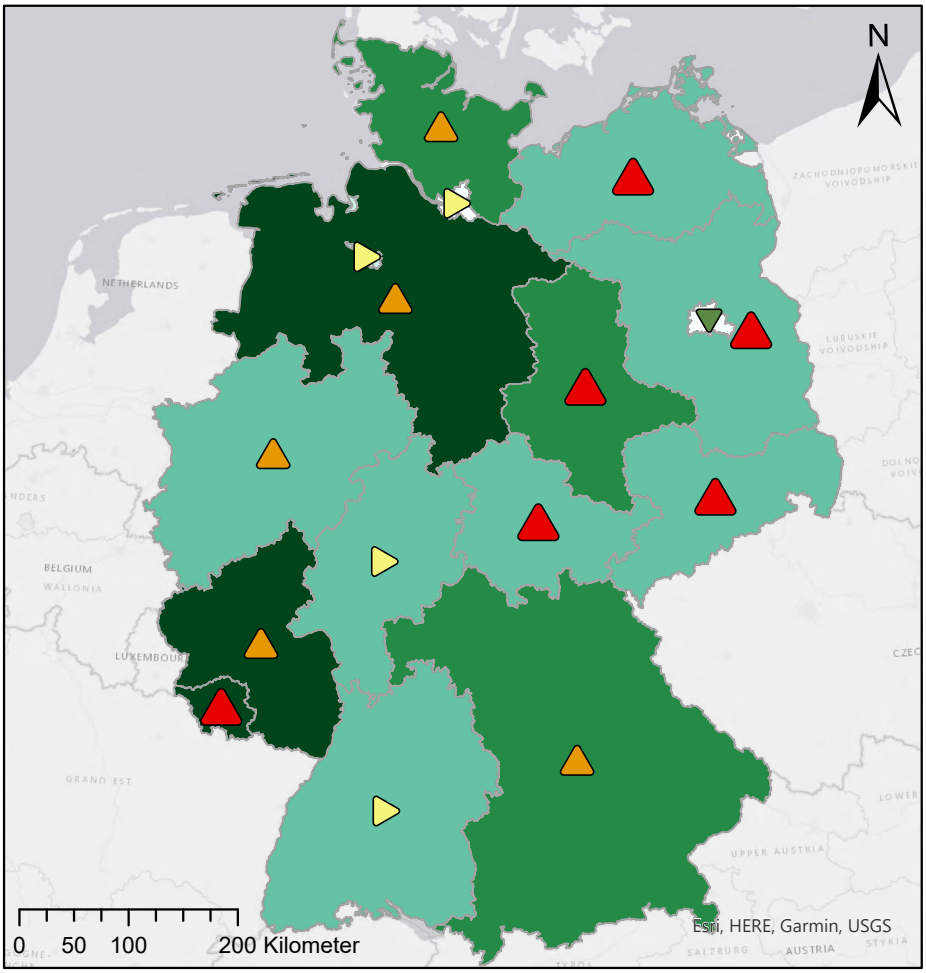
## Flächeneffizienz im Wohnungssektor

Ein Indikator, der unmittelbar die Nutzungsintensität der Siedlungsflächen im Wohnungssektor anzeigt, ist die Wohnflächennutzung pro Kopf. Je höher der Indikatorwert, desto weniger Einwohnende (EW) können im verfügbaren Wohnraum untergebracht werden. Der Indikator weist einen unmittelbaren Bezug zur Energieeffizienz von Siedlungsstrukturen auf, da angenommen werden muss, dass bei einem hohen Indikatorwert auch mehr Energiebedarf je EW entsteht (z. B. für die Wärmeversorgung der größeren Wohnfläche). Insofern weisen hohe Indikatorwerte auf energieineffiziente Siedlungsstrukturen hin.

Die Abbildung 52 zeigt die Wohnfläche pro Kopf in Quadratmeter je EW im Jahr 2020 als statischen Wert sowie die relative Entwicklung (in %) der Wohnfläche pro Kopf in je Quadratmeter pro EW von 2013 bis 2020. Die Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ist dabei vor allem in den Stadtstaaten und in den Bundesländern Baden-Württemberg und Hessen gering, beziehungsweise in Berlin sogar rückläufig. Dies lässt sich mitunter mit dem hohen Druck auf den Wohnungsmarkt und damit einhergehenden Preissteigerungen in dicht besiedelten Stadträumen sowie einer vergleichsweise eingeschränkten Bautätigkeit begründen. Die Wohnfläche pro Kopf war in diesen Bundesländern 2020 insgesamt niedrig. Auffällig ist, dass die ostdeutschen Bundesländer, mit Ausnahme von Berlin, im Betrachtungszeitraum einen deutlichen Anstieg des Indikatorwerts verzeichnet haben. Dieser deutliche Anstieg ist zumindest in weiten Teilen aber statistisch bedingt auf den deutlichen Bevölkerungsrückgang in diesen Bundesländern bei gleichzeitig stagnierendem Wohnraumangebot zurückzuführen. Die Wohnfläche

**Abbildung 52: Kartographische Darstellung der Entwicklung der Wohnfläche pro Kopf von 2013 bis 2020 und der Wohnfläche pro Kopf im Jahr 2020 in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung




Erläuterung zur Datengrundlage: Zur Berechnung des Indikators der Wohnfläche je einwohnende Person werden die frei verfügbaren Datensätze des Statistischen Bundesamts verwendet. Hierzu wird die Fortschreibung des Wohngebäude- und Wohnungsbestandes (Tabellencode: 31231-0003) herangezogen, die fortlaufend den Stand der verfügbaren Wohnflächen je Bundesland enthält. Als Divisor wird die Bevölkerungszahl gemäß Bevölkerungsstatistik (Tabellencode 12411-0010) verwendet. Da beide Kennwerte als Zeitreihenwerte bis zum Jahr 2020 vorliegen, kann der Indikator auch in seiner dynamischen Entwicklung dargestellt werden. Geodatengrundlage: ESRI & BKG 2022

pro Kopf ist besonders hoch im Saarland, in Rheinland-Pfalz und in Niedersachsen. Dies lässt auf einen hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern (= hoher Wohnflächenverbrauch pro Person) schließen, die in der Regel ein weniger energieeffizientes Oberflächen-Volumen-Verhältnis (A/V-Verhältnis) aufweisen als beispielsweise Mehrfamilienhäuser und somit aus energetischen Gesichtspunkten negativer zu bewerten sind.

## 5.2. Ausbauziele für erneuerbare Energien 2030/2040 und Beiträge der Raumplanung

### 5.2.1 Vorgehensweise

Im Folgenden steht der Ausbau der erneuerbaren Energien und die damit zusammenhängende Raumentwicklung auf der Ebene der Länder und Regionen im Fokus. Dafür werden die aktuellen Ausbauziele der Bundesregierung für die Jahre 2030 und 2040 sowie drei unterschiedliche Projektionen des Ausbaus, durch die die Beiträge zur Raumentwicklung verdeutlicht werden, vorgestellt. Diese Inhalte wurden im Rahmen einer Werkstatt mit Fachleuten diskutiert, die Ergebnisse und die Reflexion dieser Veranstaltung für den weiteren Projektverlauf befinden sich ebenfalls innerhalb dieses Kapitels. Ziel der Projektionen ist es, die auf die Bundesländer bezogenen Ausbaubedarfe zu bestimmen, die sich aus den Bundeszielen ergeben. Hierzu wurden die Ausbauziele im Energiesektor für die Zeithorizonte 2030 bis 2050 auf Bundes- und Bundesländerebene recherchiert und zusammengefasst.

Aufgrund bestehender Defizite oder Differenzen in der Ausweisung von Zielwerten für den Ausbau erneuerbarer Energien durch die Bundesländer mussten die Zielwerte abgeschätzt werden. Es wird eine Projektion der Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien der Bundesregierung auf das Ausbauvolumen der Bundesländer für die Energieträger Wind-Onshore, Wind-Offshore, Photovoltaik und Wasserstoff vorgenommen. Dazu werden zwei unterschiedliche Ansätze verwendet:

1. Die Referenzprojektion geht davon aus, dass je Energieträger die zusätzlichen Ausbaubedarfe bis 2030 beziehungsweise 2040 entsprechend der im Jahr 2021 bestehenden Anteile der Bundesländer an der insgesamt installierten Leistung auf die Bundesländer verteilt werden. Die Anteile der Bundesländer in den Jahren 2030 und 2040 sind dieselben wie im Jahr 2021.
2. Die Schwerpunktprojektion verteilt die Ausbaubedarfe im ersten Schritt entsprechend den Flächenanteilen der Bundesländer und wendet im zweiten Schritt auf die so ermittelten, flächengewichteten Ausbaubedarfe Projektionsfaktoren an, die die in den Leitbildern für die Raumentwicklung dargestellten Schwerpunkträume für den Ausbau der erneuerbaren Energien widerspiegeln.

Basierend auf Rückmeldungen aus der Fachwerkstatt zum Thema wurde eine weitere Projektion entwickelt, die sich auf das im Mai 2023 in der Wind-an-Land-Strategie festgelegte 2-Prozent-Flächenziel für den Ausbau der Windenergie an Land bezieht (vgl. BMWK 2023c). Die Flächenbeitragswertprojektion Wind-Onshore betrachtet die Flächenbeitragswerte nach dem WindBG für die Jahre 2026 und 2032. Für die Vergleichbarkeit mit den anderen beiden Projektionen werden die Werte für 2030 interpoliert und die zu installierende Leistung wird mit diesen Werten berechnet.

## 5.2.2 Ausbauziele für erneuerbare Energien

In Tabelle 9 sind der aktuelle Stand der erneuerbaren Energien sowie die Ausbauziele der Bundesregierung dargestellt. Auffallend bei der Recherche war das Fehlen von Festsetzungen für das Jahr 2050. Lediglich die Treibhausgasneutralität stellt ein quantifizierbares Ziel bis 2050 dar (und ist bereits 2045 zu erreichen).

Darüber hinaus wird deutlich, dass für die Energieträger Solarthermie und Geothermie keine quantitativen Zielwerte identifiziert werden konnten. Im Bereich der Wasserkraft sind die Zielwerte bis 2040 bereits mit dem Ausbaustand 2021 erreicht. Erhebliche Ausbaubedarfe zur Zielerreichung gibt es jedoch bei den Energieträgern Wind (On-/Offshore), Photovoltaik sowie im Bereich der Elektrolysekapazität zur Erzeugung von Wasserstoff.

Des Weiteren wurden die Ziele der Bundesländer für die in Tabelle 9 genannten Energieträger recherchiert. Dabei wurde deutlich, dass nur wenige Bundesländer quantitative Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien festgelegt haben. Ein Abgleich zwischen den aufsummierten Bundesländerzielen mit den Bundeszielen ist daher nicht möglich. Als Konsequenz aus diesen Rechercheergebnissen wurde die Vorgehensweise zur Formulierung der Projektionen entwickelt, die die Bundesausbauziele auf die Bundesländer verteilen. Es werden die Energieträger Onshore- und Offshore-Wind, Photovoltaik und Wasserstoff auf Basis der bestehenden Datenlage zur aktuellen installierten Leistung und den Bundeszielen betrachtet.

Im Folgenden werden zwei Projektionen beschrieben, die beide die Zielwerte auf Bundesebene als normative Zielwerte für die Verteilungsprojektionen zugrunde legen, jedoch von einer unterschiedlichen Verteilung der entsprechenden Ausbau-

**Tabelle 9: Ausbau der erneuerbaren Energien und Ziele der Bundesregierung (Stand: November 2022)**
Quelle: eigene Darstellung

| | Aktueller Stand | | | Ziele | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2030 | 2040 |
| Wind Onshore [GW] | | 56,13[1] | | 71[2] | 88,8[5] |
| Wind Offshore [GW] | | 7,794 | | 20[3] | 40[3] |
| Photovoltaik [GW] | | | 59[4] | 100[2] | 125,8[5] |
| Solarthermie [GW] | 13,618[6] | | | | |
| Bioenergie [GW] | | | | 8,4[2] | |
| Geothermie [GW] | 0,0476[6] | | | | |
| Wasser [GW] | | 5,606[7] | | 5,6[5] | 5,6[5] |
| Elektrolysekapazität [GW] | | | | 5[8] | 10[8] |

[1] Strom-Report (2023): Windenergie in Deutschland – Daten, Fakten & Meinungen zu Windkraft; [2] EEG 2023; [3] WindSeeG (zuletzt geändert am 8. Oktober 2022); [4] Strom-Report (2022b): Photovoltaik in Deutschland – Daten, Fakten & Meinungen zum Solarstrom bis 2022; [5] BNetzA (2020) : Netzentwicklungsplan Strom 2035; [6] BMWi (2021): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2020; [7] AEE (o. J.) : Bundesländer-Übersicht zu erneuerbaren Energien; [8] BMWK (2020): Nationale Wasserstoffstrategie.

bedarfe auf die Bundesländer ausgehen. Projiziert werden die Jahre 2030 und 2040 basierend auf den Bundeszielsetzungen. Für Onshore-Wind wird zusätzlich mit der Windflächenbedarfsprojektion, der das Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) zugrunde liegt, eine Projektion und Veranschaulichung der Beiträge der Bundesländer zum 2-Prozent-Flächenziel der Windenergie dargelegt.

### 5.2.3 Referenzprojektion

In der Referenzprojektion werden die Ausbauziele entsprechend den prozentualen Anteilen der Bundesländer an der insgesamt installierten Leistung für die Energieträger Windkraft (On- und Offshore) und Photovoltaik auf die Bundesländer umgerechnet (Verhältnis der Bundesländer bleibt gleich). Zudem gilt es, eine Projektion für den Ausbau der Elektrolysekapazitäten zu erstellen.

Mit folgender Formel wurde der prozentuale Anteil der Bundesländer an der in Deutschland installierten Gesamtleistung je Energieträger im Jahr 2021 berechnet. Bekannt waren die installierte Gesamtleistung 2021 in Deutschland (D) sowie die Leistungen innerhalb der einzelnen Bundesländer (BL).

$$\text{Prozentanteil an Gesamtleistung} = \frac{\text{Leistung BL 2021}}{\text{Gesamtleistung D 2021}} \times 100\,\%$$

Als Beispiel zur Veranschaulichung für den Energieträger Wind-Onshore dient folgende Berechnung des prozentualen Anteils der installierten Leistung in Baden-Württemberg an der in ganz Deutschland installierten Leistung.

$$\text{Prozentanteil an Gesamtleistung} = \frac{1.730\ \text{MW}}{56.130\ \text{MW}} \times 100\,\% = 3{,}08\,\%$$

Zur Berechnung der Zielwerte für 2030 und 2040 der einzelnen Bundesländer wurde anschließend der prozentuale Anteil der jeweiligen Bundesländer mit den Zielwerten der Bundesregierung multipliziert, wie hier beispielsweise dargelegt:

$$\text{Installierte Leistung 2030 (BW)} = 71.000\ \text{MW} \times 3{,}08\,\% = 2.190\ \text{MW}$$

Somit sollte Baden-Württemberg basierend auf den hier getroffenen Annahmen mit einer gleichbleibenden prozentualen Verteilung im Jahr 2030 rund 2.190 MW Wind-Onshore-Leistung installiert haben, um seinen Anteil zur Zielerreichung zu erfüllen. Dies würde einem Zubau um rund 460 MW gegenüber 2021 entsprechen.

In der Referenzprojektion der Elektrolysekapazität (s. Abb. 56) wird die Annahme getroffen, dass sich der Ausbaubedarf für

grünen Wasserstoff, der in der Nationalen Wasserstoffstrategie festgeschrieben ist, von 5 Gigawatt bis 2030 beziehungsweise 10 Gigawatt bis 2040 auf die Bundesländer in Abhängigkeit ihrer im Jahr 2021 installierten Leistung verteilt und über Wind-Onshore und Photovoltaik bereitgestellt wird.

Da derzeit noch keine installierte Leistung als Ausgangs- und Referenzwert herangezogen werden kann, mussten Annahmen zur räumlichen Verteilung des Ausbaus der Elektrolysekapazitäten getroffen werden. Hierzu wird angenommen, dass der Ausbau von Elektrolysekapazitäten vorrangig in Regionen konzentriert wird, in denen Strom mittels Windenergie produziert wird. Im Hinblick auf die beiden im Fokus dieser Studie stehenden Energieträger fließen die 2021 installierten Leistungen an Windenergie zu 70 % in die Verteilungsberechnung und die installierten Leistungen an Solarenergie zu 30 % ein. Ausgehend vom Beispiel Baden-Württemberg beträgt die im Jahr 2021 installierte Leistung an Windenergie 1.730 MW und an Solarenergie 7.413 MW. Entsprechend der Gewichtungsfaktoren ergibt sich eine Elektrolysekapazität von 3.434 MW. Bezogen auf die Gesamtleistung in Deutschland sind dies 6 %.

Projiziert auf die Zielvorgaben 2030 müsste das Bundesland nach diesen Annahmen 300 MW an Elektrolysekapazität errichten.

$$\text{Verteilung Leistung auf BL} = P\,(\text{Wind-Onshore 2021}) \times 70\,\% + P\,(\text{PV 2021}) \times 30\,\%$$ P = Leistung in MW

Beispiel Baden-Württemberg:

$$P\,(\text{BW}) = 1.730\ \text{MW} \times 70\,\% + 7.413\ \text{MW} \times 30\,\% = 3.434\ \text{MW}$$

$$\text{Prozentanteil an Gesamtleistung (BW)} = \frac{P\,(\text{BW})}{P\,\text{BL}} \times 100\,\% = \frac{3.434\ \text{MW}}{57.230\ \text{MW}} \times 100\,\% = 6{,}00\,\%$$

$$P\,(\text{BW 2030}) = \text{Leistung } H_2\ (2030)\ \text{in D} \times \%\text{ - Anteil an Gesamtleistung (BW)} = 5.000\ \text{MW} \times 6\,\% = 300\ \text{MW}$$

Für Wind-Offshore werden, wie in Tabelle 10 zu sehen, nur die drei Bundesländer mit Küstengebieten betrachtet.

Eine Übersicht für Deutschland und die einzelnen Bundesländer zu dem aktuellen Stand, den prozentualen Anteilen und den Zielwerten 2030 und 2040 für die Energieträger On- und Offshore-Wind, Photovoltaik und Elektrolysekapazität sind in Tabelle 10 zu finden; die grafischen Darstellungen der Anteile der Bundesländer sind in Abbildung 53 bis 56 dargestellt.

**Tabelle 10: Referenzprojektion: Übertragung der Bundesziele für 2030 und 2040 auf die Bundesländer**

Quelle: eigene Darstellung

| | | Einheit | D | BW | BA | BE | BB | BR | HA | HE | MV | NS | NW | RP | SL | SN | SA | SH | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wind-Onshore | installierte Gesamtleistung 2021 | MW | 56.130 | 1.730 | 2.567 | 23 | 7.864 | 201 | 119 | 2.304 | 3.567 | 11.687 | 6.388 | 3.814 | 531 | 1.263 | 5.318 | 7.015 | 1.739 |
| | Anteil an Gesamtleistung | % | 100 | 3,08 | 4,57 | 0,04 | 14,01 | 0,36 | 0,21 | 4,10 | 6,35 | 20,82 | 11,38 | 6,79 | 0,95 | 2,25 | 9,47 | 12,50 | 3,10 |
| | Ziel 2030 | MW | 71.000 | 2.188 | 3.247 | 29 | 9.947 | 254 | 151 | 2.914 | 4.512 | 14.783 | 8.080 | 4.824 | 672 | 1.598 | 6.727 | 8.873 | 2.200 |
| | Ziel 2040 | MW | 88.800 | 2.737 | 4.061 | 36 | 12.441 | 318 | 188 | 3.645 | 5.643 | 18.489 | 10.106 | 6.034 | 840 | 1.998 | 8.413 | 11.098 | 2.751 |
| Wind-Offshore | Installierte Gesamtleistung 2021 | MW | 7.794 | | | | | | | | 1.096 | 4.906 | | | | | | 1.793 | |
| | Anteil an Gesamtleistung | % | | | | | | | | | 14 | 63 | | | | | | 23 | |
| | Ziel 2030 | MW | 20.000 | | | | | | | | 2.812 | 12.589 | | | | | | 4.601 | |
| | Ziel 2040 | MW | 40.000 | | | | | | | | 5.625 | 25.178 | | | | | | 9.202 | |
| PV | Installierte Gesamtleistung 2021 | MW | 59.783 | 7.413 | 16.403 | 135 | 4.818 | 52 | 60 | 2.650 | 3.121 | 4.961 | 6.567 | 2.763 | 611 | 2.612 | 3.510 | 2.097 | 2.010 |
| | Anteil an Gesamtleistung | % | | 12,40 | 27,44 | 0,23 | 8,06 | 0,09 | 0,10 | 4,43 | 5,22 | 8,30 | 10,98 | 4,62 | 1,02 | 4,37 | 5,87 | 3,51 | 3,36 |
| | Ziel 2030 | MW | 100.000 | 12.400 | 27.438 | 226 | 8.059 | 87 | 100 | 4.433 | 5.221 | 8.298 | 10.985 | 4.622 | 1.022 | 4.369 | 5.871 | 3.508 | 3.362 |
| | Ziel 2040 | MW | 125.800 | 15.599 | 34.516 | 284 | 10.138 | 109 | 126 | 5.576 | 6.567 | 10.439 | 13.819 | 5.814 | 1.286 | 5.496 | 7.386 | 4.413 | 4.230 |
| Elektrolyse-kapazität | Verteilung Leistung auf BL | MW | 57.230 | 3.434 | 6.717 | 56 | 6.950 | 156 | 101 | 2.407 | 3.433 | 9.669. | 6.441 | 3.498 | 555 | 1.667 | 4.775 | 5.539 | 1.820 |
| | Anteil an Gesamtleistung | % | | 6,00 | 11,74 | 0,10 | 12,15 | 0,27 | 0,18 | 4,21 | 6,00 | 16,90 | 11,26 | 6,11 | 0,97 | 2,91 | 8,35 | 9,68 | 3,18 |
| | Ziel 2030 | MW | 5.000 | 300 | 587 | 5 | 607 | 14 | 9 | 210 | 300 | 845 | 563 | 306 | 48 | 146 | 417 | 484 | 159 |
| | Ziel 2040 | MW | 10.000 | 600 | 1174 | 10 | 1215 | 27 | 18 | 421 | 600 | 1690 | 1126 | 611 | 97 | 291 | 835 | 968 | 318 |

**Abbildung 53: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2030 und 2040**

Quelle: eigene Darstellung

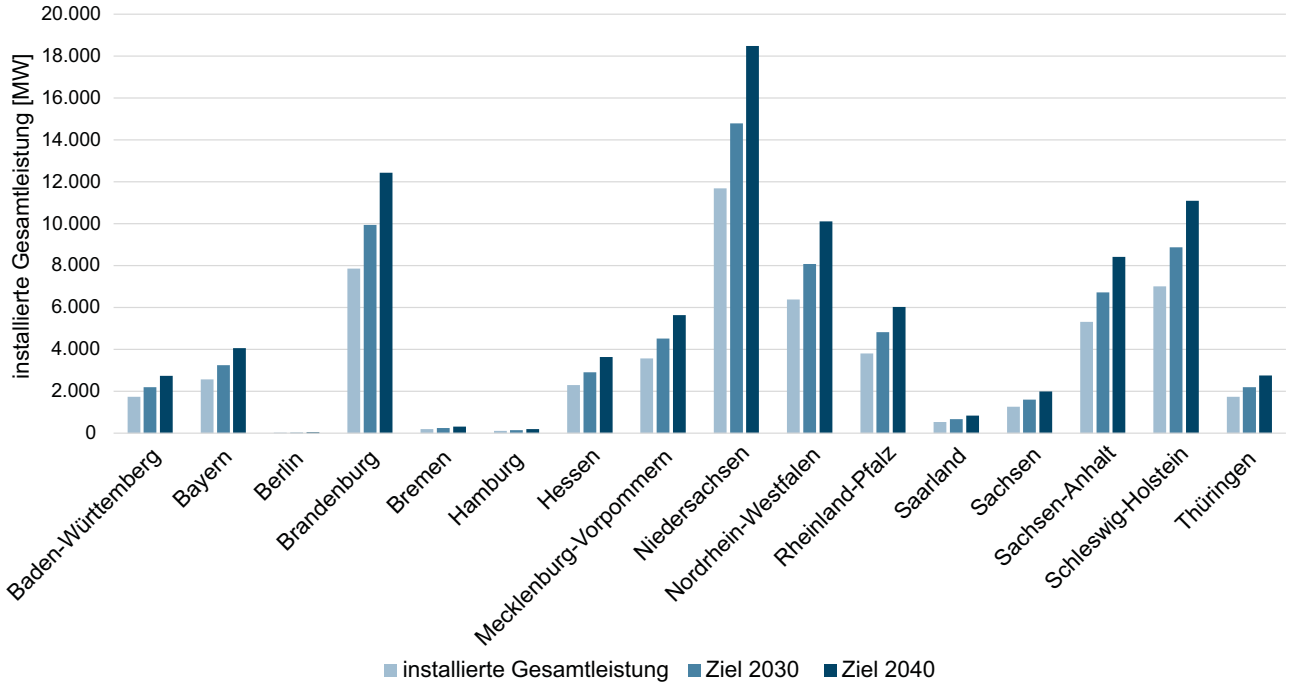



**Abbildung 54: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Offshore in den Jahren 2030 und 2040**

Quelle: eigene Darstellung

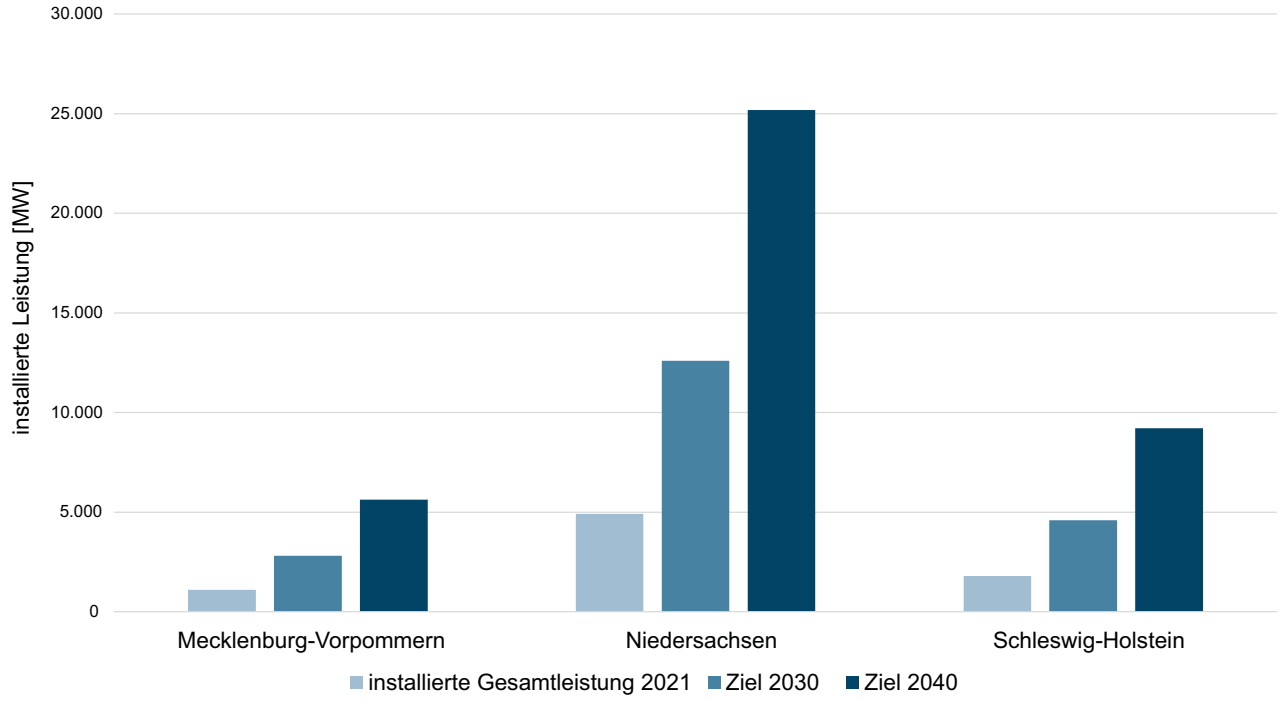


**Abbildung 55: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Photovoltaik in den Jahren 2030 und 2040**

Quelle: eigene Darstellung

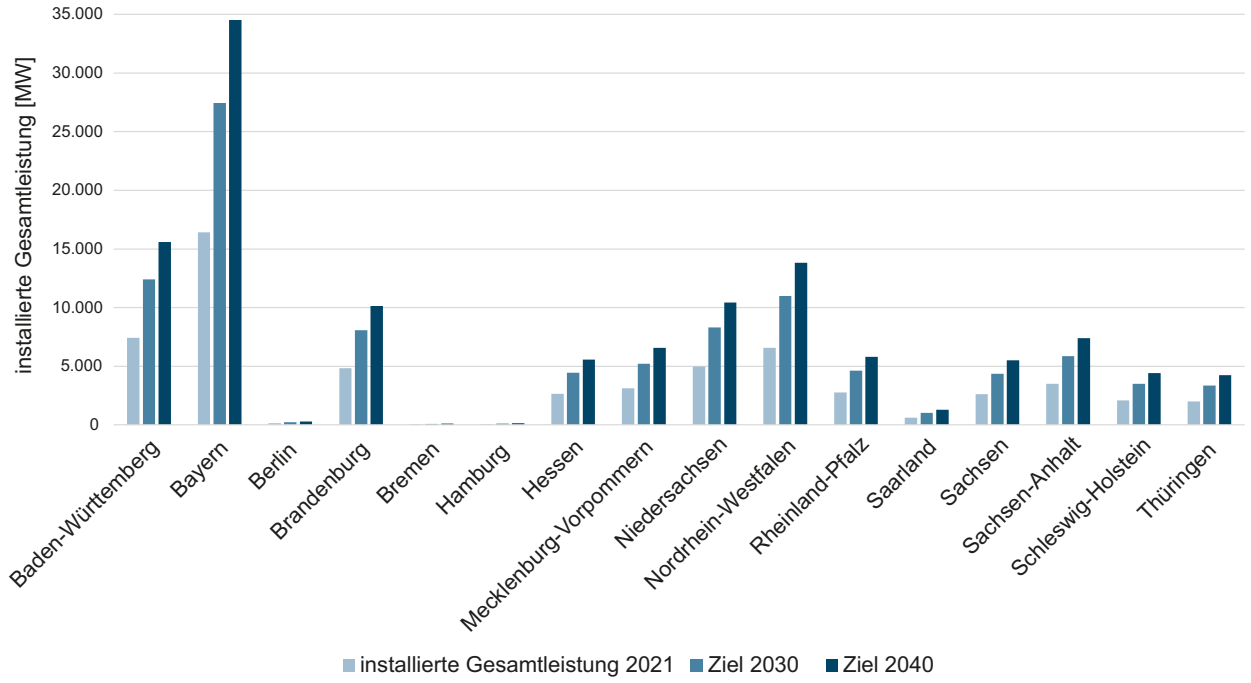
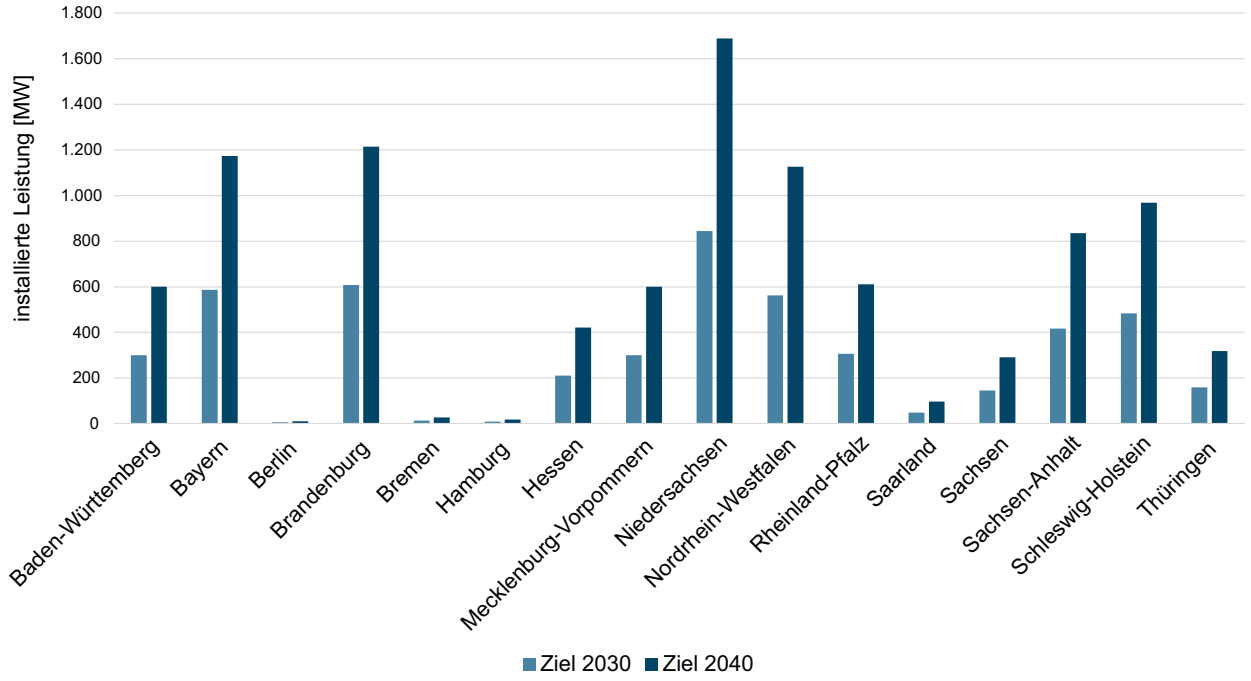



**Abbildung 56: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Aufbau von Elektrolysekapazität zur Herstellung von Wasserstoff in den Jahren 2030 und 2040**

Quelle: eigene Darstellung



### 5.2.4 Schwerpunktprojektion

Bei der Verteilungsprojektion „Schwerpunkträume“ handelt es sich um ein Policy-Szenario, das die Wirksamkeit der politischen Zielsetzungen widerspiegeln soll. In diesem Fall wird angenommen, dass die im vierten Leitbild für die Raumentwicklung dargestellten Schwerpunkträume für den Ausbau der erneuerbaren Energien sich auf die räumliche Verteilung der Ausbaubedarfe der Bundesländer auswirken.

In einem zweistufigen Verfahren wurden die notwendigen Ausbaubedarfe zur Zielerreichung der Bundesziele für Wind-Onshore und Photovoltaik für die Jahre 2030 und 2040 flächengewichtet (entsprechend der Flächenanteile der Bundesländer an der Gesamtfläche) auf die Bundesländer umgerechnet. Im zweiten Schritt folgte die Multiplikation dieser ermittelten bundesländerspezifischen Ausbaubedarfe mit einem Faktor, der Ausbauschwerpunkte aufgrund der in den Leitbildern festgelegten Schwerpunkträume widerspiegelt. Dieser Faktor wurde aus den grob berechneten Flächenanteilen der Schwerpunkträume der jeweiligen Bundeslandesflächen abgeleitet, indem die ermittelten Flächenanteile in mehrere Klassen eingeteilt wurden und diesen Klassen Faktorwerte zugeordnet wurden (s. Tab. 11 und 12), die in etwa die Relationen zwischen den Bundesländern abbilden. Von einer exakten Berechnung der Faktorwerte auf Basis der Flächenanteile der Schwerpunkträume wurde abgesehen, da angenommen wird, dass alle Bundesländer einen Beitrag zur Erreichung der Ausbauziele leisten müssen (s. Tab. 13) und die in den Leitbildern dargelegten Schwerpunkträume in ihrer Größe deutlich voneinander abweichen sowie nicht indirekt auch Ausschlussräume definieren. Die Formel zur Berechnung der anhand der Flächenanteile und Schwerpunkträume gewichteten Verteilung der Ausbaubedarfe wurde so erstellt, dass sich die verschiedenen Faktoren so ausgleichen, dass die Bundesziele in Summe der Bundesländer exakt erreicht werden.

$$P(\text{Windkraft}) = \text{Installierte Leistung 2021} + \text{Ausbaubedarf}_{ges} * \frac{\text{Faktorwerte}_{BL}}{\sum \text{Faktorwerte}}$$

**Tabelle 11: Bestimmung der Verteilungsfaktoren für den Bereich Wind-Onshore**

Quelle: eigene Darstellung

| Bundesland | Fläche Schwerpunktraum Wind-Onshore [km²] | Fläche Bundesland [km²] | Flächenanteil Schwerpunktraum [%] | Faktor/ Klasse |
|---|---|---|---|---|
| Brandenburg | 11.299 | 29.698 | 38,1 | 2 |
| Bremen | 403 | 402 | 100,1 | 4 |
| Hamburg | 7 | 742 | 1 | 1 |
| Hessen | 409 | 21.099 | 1,9 | 1 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 4.749 | 7.702 | 61,7 | 4 |
| Niedersachsen | 19.771 | 47.630 | 41,5 | 2 |
| Nordrhein-Westfalen | 4.321 | 34.095 | 12,7 | 1,5 |
| Rheinland-Pfalz | 4.919 | 19.847 | 24,8 | 1,5 |
| Sachsen | 569 | 18.478 | 3,1 | 1 |
| Sachsen-Anhalt | 12.044 | 20.554 | 58,6 | 4 |
| Schleswig-Holstein | 5.995 | 9.658 | 62,1 | 4 |
| Thüringen | 1.473 | 16.197 | 9,1 | 1 |
| **Übrige Bundesländer** | 0 | | | 0,5 |

**Klassen**

| | | | |
|---|---|---|---|
| unter 10 % | 1 | über 50 % | 4 |
| 10 % bis 25 % | 1,5 | übrige BL | 0,5 |
| 25 % bis 50 % | 2 | | |

**Tabelle 12: Bestimmung der Verteilungsfaktoren für den Bereich Photovoltaik**

Quelle: eigene Darstellung

| Bundesland | Fläche Schwerpunktraum PV [km²] | Fläche Bundesland [km²] | Flächenanteil Schwerpunktraum [%] | Faktor/ Klasse |
|---|---|---|---|---|
| Baden-Württemberg | 1.053 | 35.722 | 3 | 1,5 |
| Bayern | 27.753 | 70.553 | 39,3 | 4 |
| Brandenburg | 976 | 29.698 | 3,3 | 1,5 |
| Niedersachsen | 1.170 | 47.630 | 2,5 | 1,5 |
| Nordrhein-Westfalen | 2.414 | 34.095 | 7,1 | 2 |
| Rheinland-Pfalz | 0,41 | 19.847 | 0,0 | 1 |
| Sachsen | 287 | 18.478 | 1,6 | 1 |
| Sachsen-Anhalt | 130 | 20.554 | 0,6 | 1 |
| Schleswig-Holstein | 44 | 15.614 | 0,3 | 1 |
| **Übrige Bundesländer** | 0 | | | 0,5 |

**Klassen**

| | | | |
|---|---|---|---|
| unter 2 % | 1 | über 15 % | 4 |
| 2 % bis 5 % | 1,5 | übrige BL | 0,5 |
| 5 % bis 15 % | 2 | | |

**Tabelle 13: Schwerpunktprojektion: Übertragung der Bundesziele für 2030 und 2040 auf die Bundesländer**

Quelle: eigene Darstellung

| | | Einheit | D | BW | BA | BE | BB | BR | HA | HE | MV | NS | NW | RP | SL | SN | SA | SH | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind-Onshore** | installierte Gesamtleistung 2021 | MW | 56.130 | 1.730 | 2.567 | 23 | 7.864 | 201 | 119 | 2.304 | 3.567 | 11.687 | 6.388 | 3.814 | 531 | 1.263 | 5.318 | 7.015 | 1.739 |
| | Ziel 2030 (flächengewichtet) | MW | 71.000 | 3.217 | 5.500 | 60 | 9.097 | 218 | 150 | 3.182 | 4.536 | 13.671 | 7.807 | 4.640 | 638 | 2.030 | 6.169 | 7.672 | 2.413 |
| | Projektionsfaktor | | | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 1,50 | 1,50 | 0,50 | 1,00 | 4,00 | 4,00 | 1,00 |
| | Projektionsziel 2030 | MW | 71.000 | 1.986 | 2.823 | 279 | 8.890 | 2.252 | 632 | 2.817 | 5.618 | 12.713 | 7.157 | 4.583 | 787 | 1.776 | 7.369 | 9.066 | 2.252 |
| | Ziel 2040 (flächengewichtet) | MW | 88.800 | 4.996 | 9.012 | 104 | 10.573 | 239 | 188 | 4.233 | 5.695 | 16.046 | 9.505 | 5.628 | 766 | 2.949 | 7.188 | 8.459 | 3.219 |
| | Projektionsfaktor | | | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 1,50 | 1,50 | 0,50 | 1,00 | 4,00 | 4,00 | 1,00 |
| | Projektionsziel 2040 | MW | 88.800 | 2.293 | 3.130 | 586 | 10.117 | 4.707 | 1.246 | 3.431 | 8.073 | 13.940 | 8.078 | 5.504 | 1.094 | 2.390 | 9.824 | 11.521 | 2.866 |
| **PV** | Installierte Gesamtleistung 2021 | MW | 59.783 | 7.413 | 16.403 | 135 | 4.818 | 52 | 60 | 2.650 | 3.121 | 4.961 | 6.567 | 2.763 | 611 | 2.612 | 3.510 | 2.097 | 2.010 |
| | Ziel 2030 (flächengewichtet) | MW | 100.000 | 11.433 | 27.438 | 226 | 8.059 | 87 | 100 | 4.433 | 5.221 | 8.298 | 10.985 | 4.622 | 1.022 | 4.369 | 5.871 | 3.508 | 3.362 |
| | Projektionsfaktor | | | 1,5 | 4,0 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 |
| | Projektionsziel 2030 | MW | 100.000 | 10.764 | 25.340 | 1.252 | 8.169 | 1.169 | 1.177 | 3.767 | 4.238 | 8.312 | 11.036 | 4.997 | 1.728 | 4.846 | 5.744 | 4.331 | 3.127 |
| | Ziel 2040 (flächengewichtet) | MW | 125.800 | 14.013 | 29.426 | 299 | 10.293 | 129 | 199 | 6.548 | 7.422 | 13.769 | 12.865 | 6.429 | 1.086 | 6.018 | 7.288 | 5.015 | 5.001 |
| | Projektionsfaktor | | | 1,5 | 4,0 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 |
| | Projektionsziel 2040 | MW | 125.800 | 12.914 | 31.073 | 1.969 | 10.319 | 1.886 | 1.894 | 4.484 | 4.955 | 10.462 | 13.902 | 6.431 | 2.445 | 6.280 | 7.178 | 5.765 | 3.844 |

**Abbildung 57: Schwerpunktprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2030 und 2040**

Quelle: eigene Darstellung

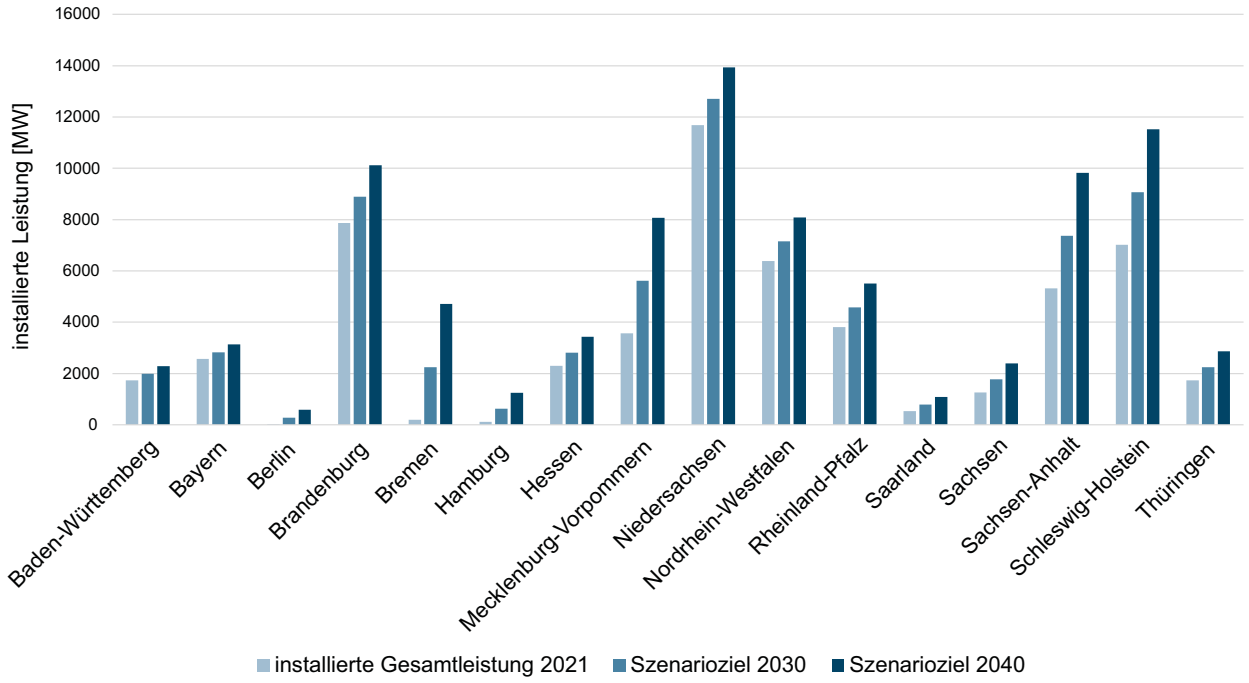
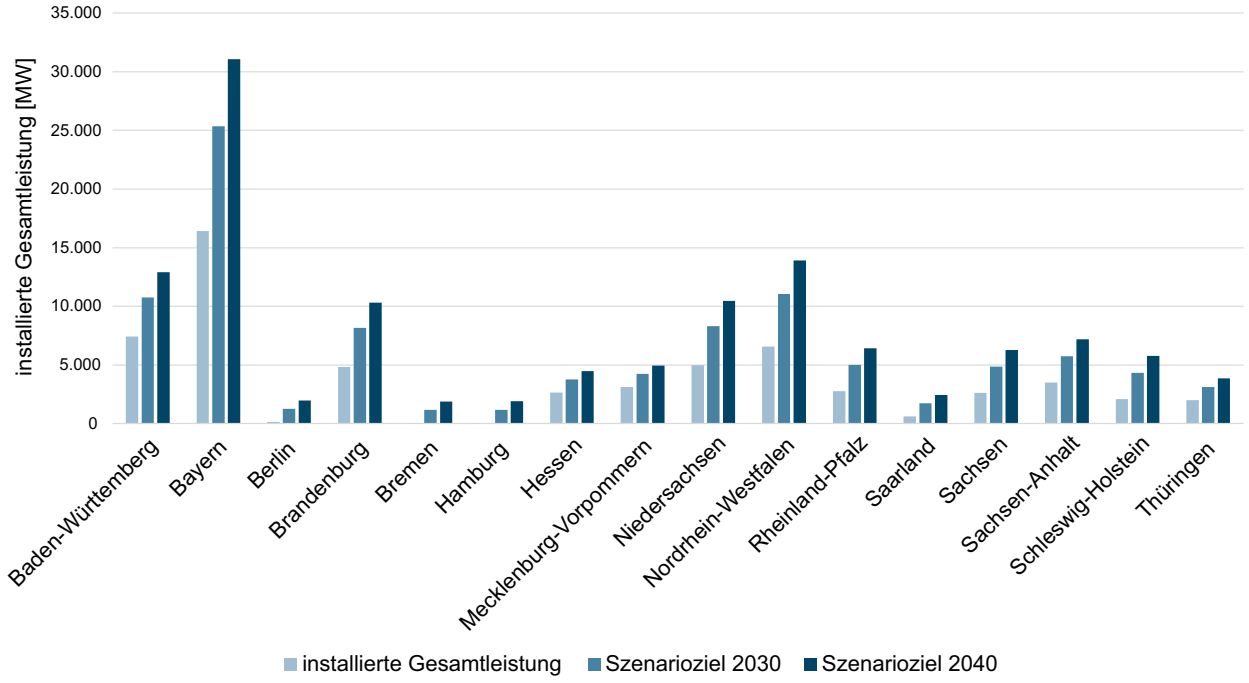



**Abbildung 58: Schwerpunktprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Photovoltaik in den Jahren 2030 und 2040**

Quelle: eigene Darstellung



## 5.2.5 Windflächenbedarfsprojektion

Das Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG), welches am 1. Februar 2023 offiziell in Kraft getreten ist, gibt den Ländern verbindliche Flächenziele (sogenannte Flächenbeitragswerte) vor. Die Flächenbeitragswerte wurden aus dem 2-Prozent-Flächenziel, welches im EEG 2023 festgelegt wurde, abgeleitet. Bei der Aufstellung dieser wurden die Zeiträume für Genehmigung und Bau der Windenergieanlagen berücksichtigt, die etwa einen Vorlauf von drei bis vier Jahren benötigen. Das 2-Prozent-Flächenziel für Deutschland wurde mithilfe eines Verteilungsschlüssels auf die Länder aufgeteilt, dabei wurden vorhandene Flächenpotenziale berücksichtigt. Das festgelegte Zwischenziel für 2026 soll die Erreichung des Gesamtziels sicherstellen. Die Forderungen bezogen auf die Menge lösen das vorher geltende „Substanzgebot" ab und koppeln die Bedarfe der Fläche an die energiewirtschaftlichen Bedarfe (vgl. BMWSB 2022).

Die Tabelle 14 zeigt für jedes Bundesland in Spalte 1 den Anteil der Landesfläche, die bis 2026 ausgewiesen sein muss, und in Spalte 2 den Flächenbeitragswert bis 2032.

**Tabelle 14: Flächenbeitragswerte Windenergie**

Quelle: eigene Darstellung nach WindBG Anlage 1

| | **Spalte 1:** Flächenbeitragswert, der bis zum 31. Dezember 2026 zu erreichen ist (Anteil der Landesfläche in Prozent) | **Spalte 2:** Flächenbeitragswert, der bis zum 31. Dezember 2032 zu erreichen ist (Anteil der Landesfläche in Prozent) | **Spalte 3:** Landesflächen in km² |
|---|---|---|---|
| Baden-Württemberg | 1,1 | 1,8 | 35.747,82 |
| Bayern | 1,1 | 1,8 | 70.541,57 |
| Berlin | 0,25 | 0,5 | 891,12 |
| Brandenburg | 1,8 | 2,2 | 29.654,35 |
| Bremen | 0,25 | 0,5 | 419,62 |
| Hamburg | 0,25 | 0,5 | 755,09 |
| Hessen | 1,8 | 2,2 | 21.115,64 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 1,4 | 2,1 | 23.295,45 |
| Niedersachsen | 1,7 | 2,2 | 47.709,82 |
| Nordrhein-Westfalen | 1,1 | 1,8 | 34.112,44 |
| Rheinland-Pfalz | 1,4 | 2,2 | 19.858,00 |
| Saarland | 1,1 | 1,8 | 2.571,11 |
| Sachsen | 1,3 | 2,0 | 18.449,93 |
| Sachsen-Anhalt | 1,8 | 2,2 | 20.459,12 |
| Schleswig-Holstein | 1,3 | 2,0 | 15.804,30 |
| Thüringen | 1,8 | 2,2 | 16.202,39 |

Basierend auf diesen Zielsetzungen zur Ausweisung von Windenergieflächen wurde die Flächenbeitragsprojektion Wind-Onshore entwickelt, die der Visualisierung des notwendigen Beitrags je Bundesland bei der Ausweisung beziehungsweise dem Zubau von Windenergieanlagen an Land dient. Die Abbildung 59 zeigt die Flächenbeitragswerte nach WindBG je Bundesland, um die jeweils auszuweisenden Flächenanteile deutlich zu machen. Die Abbildung 60 nutzt den Flächenbeitragswert aus 2017 als Vergleich, um den Stand und die notwendigen Veränderungen deutlich zu machen. Hier sind bei einigen Bundesländern Diskrepanzen zu erkennen, da der Wert für 2017 bereits höher ist als der zu erreichende Wert laut WindBG in den Jahren 2026 und 2032. Die Werte zu 2017 stammen aus der Flächenanalyse Windenergie an Land des Umweltbundesamts (vgl. UBA 2019). Dies ist in Brandenburg, Bremen, Hessen, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Schleswig-Holstein der Fall. Eine Erklärung hierzu kann jedoch nicht abgeben werden, da nicht einsehbar ist, auf welche Ausgangswerte sich das WindBG bezieht.

Die vorangegangen Referenz- und Schwerpunktprojektionen haben sich auf Ziele in den Jahren 2030 und 2040 sowie auf die zu den Zeitpunkten installierte Leistung bezogen. Um die Ausbauziele mit den bisherigen Projektionen vergleichen zu können, wird hier eine Interpolation auf das Jahr 2030 durchgeführt und die aus den ausgewiesenen Flächen resultierende zuzubauende Leistung wird berechnet.

Um die zu installierende Leistung je Bundesland und für Deutschland im Jahr 2030 in dieser Projektion identifizieren zu können, wird zunächst die Windfläche berechnet. Dafür wird der interpolierte Flächenwert für 2030 mit den jeweiligen Landesflächen multipliziert. Anschließend wird die errechnete Windfläche mit 0,165 km² als Flächenbedarf je Anlage multipliziert.

**Abbildung 59: Flächenbeitragsprojektion: Prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2026 und 2032**

Quelle: eigene Darstellung

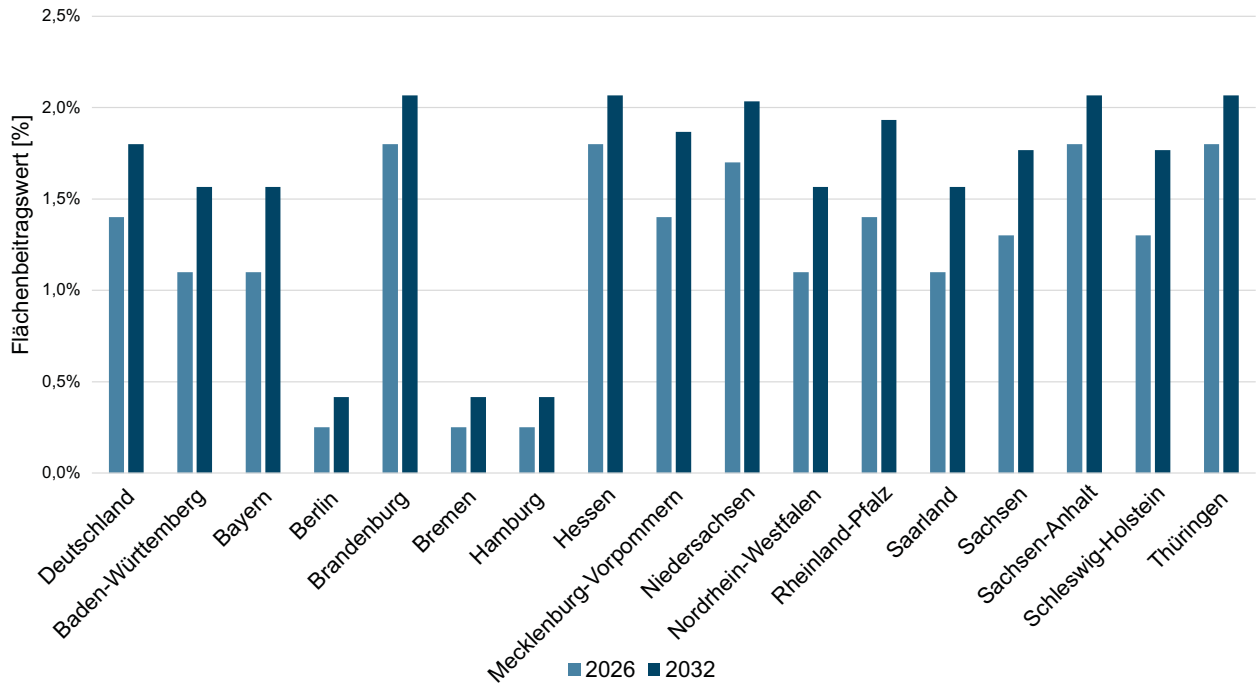


**Abbildung 60: Flächenbeitragsprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2017, 2026 und 2032**

Quelle: eigene Darstellung

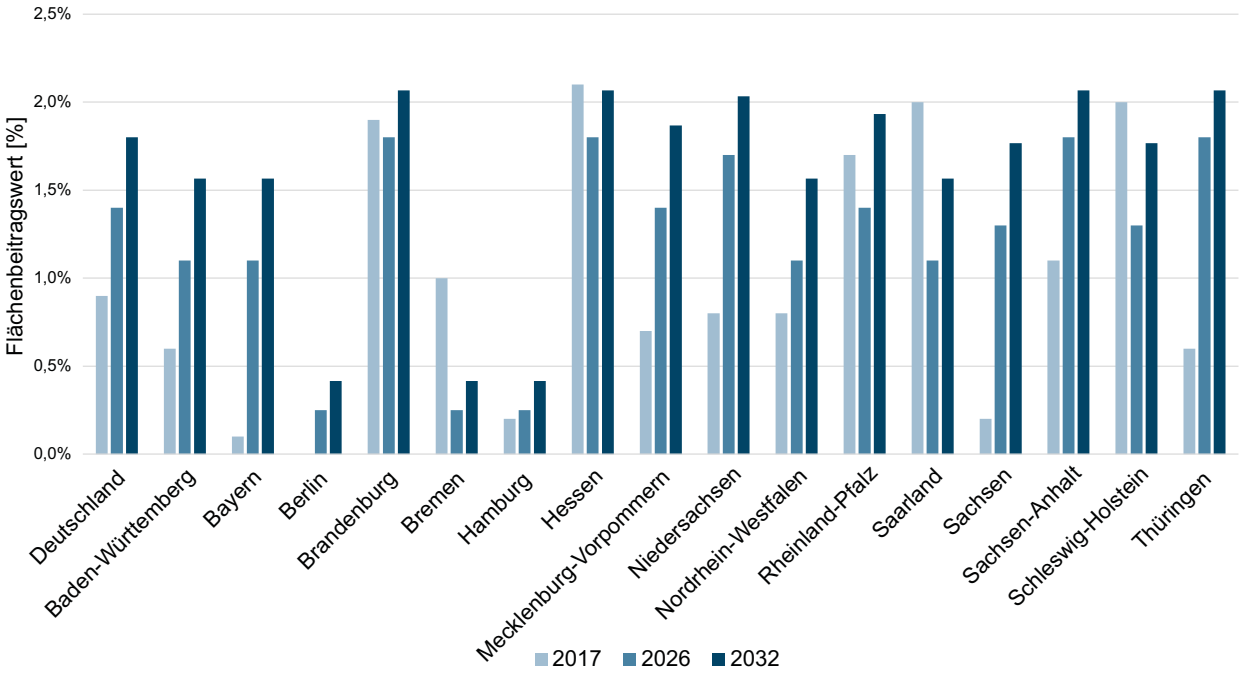



**Tabelle 15: Flächenbeitragsprojektion: Ergebnisse der Interpolation zur Identifikation des Flächenziels für 2030 in Prozent**

Quelle: eigene Darstellung

| | D | BW | BA | BE | BB | HB | HH | HE | MV | ND | NW | RP | SL | SN | SA | SH | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2026** | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 0,25 | 1,8 | 0,25 | 0,25 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,3 | 1,8 | 1,3 | 1,8 |
| **2027** | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 0,3 | 1,9 | 0,3 | 0,3 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,9 | 1,4 | 1,9 |
| **2028** | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 0,3 | 1,9 | 0,3 | 0,3 | 1,9 | 1,6 | 1,9 | 1,3 | 1,7 | 1,3 | 1,5 | 1,9 | 1,5 | 1,9 |
| **2029** | 1,7 | 1,5 | 1,5 | 0,4 | 2,0 | 0,4 | 0,4 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 1,7 | 2,0 |
| **2030** | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 0,4 | 2,1 | 0,4 | 0,4 | 2,1 | 1,9 | 2,0 | 1,6 | 1,9 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 1,8 | 2,1 |
| **2031** | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 0,5 | 2,1 | 0,5 | 0,5 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 1,7 | 2,1 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 1,9 | 2,1 |
| **2032** | 2 | 1,8 | 1,8 | 0,5 | 2,2 | 0,5 | 0,5 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 1,8 | 2,2 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 2,2 |

Die durchschnittliche im Jahr 2021 installierte Anlage hatte eine Leistung von 4 MW. Mit dieser Angabe wird die insgesamte installierte Leistung in MW berechnet. Um die installierte Leistung für Deutschland zu definieren, wird die Summe aller Leistungen der Bundesländer berechnet. Der Flächenbedarf und die Leistung einer Anlage stammen aus dem Statusbericht Windenergie 2021 der Deutschen Windguard (vgl. Deutsche Windguard 2021).

Windfläche [km² ] = Landesfläche [km² ] × Flächenbeitragswert [%]

Anlagenzahl = Windfläche [km² ] × 0,165 km²

Leistung [MW] = Anlagenzahl × 4 MW

Leistung [MW] in D = Summe der Leistungen je BL

In Tabelle 16 sind die Ergebnisse dieser Berechnung je Bundesland dargelegt. Mit den Flächenbeitragswerten nach WindBG müssen im Jahr 2030 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 156.353 MW installiert sein. Zum Vergleich dazu: Im EEG 2023 sind 71 GW beziehungsweise 71.000 MW als Ziel für die zu installierende Leistung von Windenergie an Land festgeschrieben.

**Tabelle 16: Flächenbeitragsprojektion: Berechnung der durch den Flächenbeitragswert nach WindBG vorgegebenen installierten Leistung im Jahr 2030**

Quelle: eigene Darstellung

| | Landesfläche | Flächenbeitragswert | Windfläche | Anlagenanzahl | Leistung |
|---|---|---|---|---|---|
| | [km²] | [%] | [km²] | | [MW] |
| **D** | 357.592 | 1,80 | 6.449 | 39.087 | 156.353 |
| **BW** | 35.748 | 1,60 | 560 | 3.394 | 13.577 |
| **BA** | 70.542 | 1,60 | 1.105 | 6.698 | 26.792 |
| **BE** | 891 | 0,40 | 4 | 23 | 90 |
| **BB** | 29.654 | 2,10 | 613 | 3.714 | 14.857 |
| **HB** | 419 | 0,40 | 2 | 11 | 42 |
| **HH** | 755 | 0,40 | 3 | 19 | 76 |
| **HE** | 21.116 | 2,10 | 436 | 2.645 | 10.579 |
| **MV** | 23.295 | 1,90 | 435 | 2.635 | 10.542 |
| **ND** | 47.710 | 2,00 | 970 | 5.879 | 23.518 |
| **NW** | 34.112 | 1,60 | 534 | 3.239 | 12.956 |
| **RP** | 19.858 | 1,90 | 384 | 2.327 | 9.307 |
| **SL** | 2.572 | 1,60 | 40 | 244 | 977 |
| **SN** | 18.450 | 1,80 | 326 | 1.975 | 7.902 |
| **SA** | 20.464 | 2,10 | 423 | 2.563 | 10.253 |
| **SH** | 15.804 | 1,80 | 279 | 1.692 | 6.769 |
| **TH** | 16.202 | 2,10 | 335 | 2.029 | 8.117 |

## 5.2.6 Vergleich und Auswertung der Projektionen

Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien und der dafür benötigten Flächen ist die Frage des Beitrags dieser zur Raumentwicklung auf Landes- und Regionalebene zu klären. Um die räumlichen Auswirkungen der Ausbauziele des Bundes sichtbar zu machen, wurden drei unterschiedliche Projektionen erstellt.

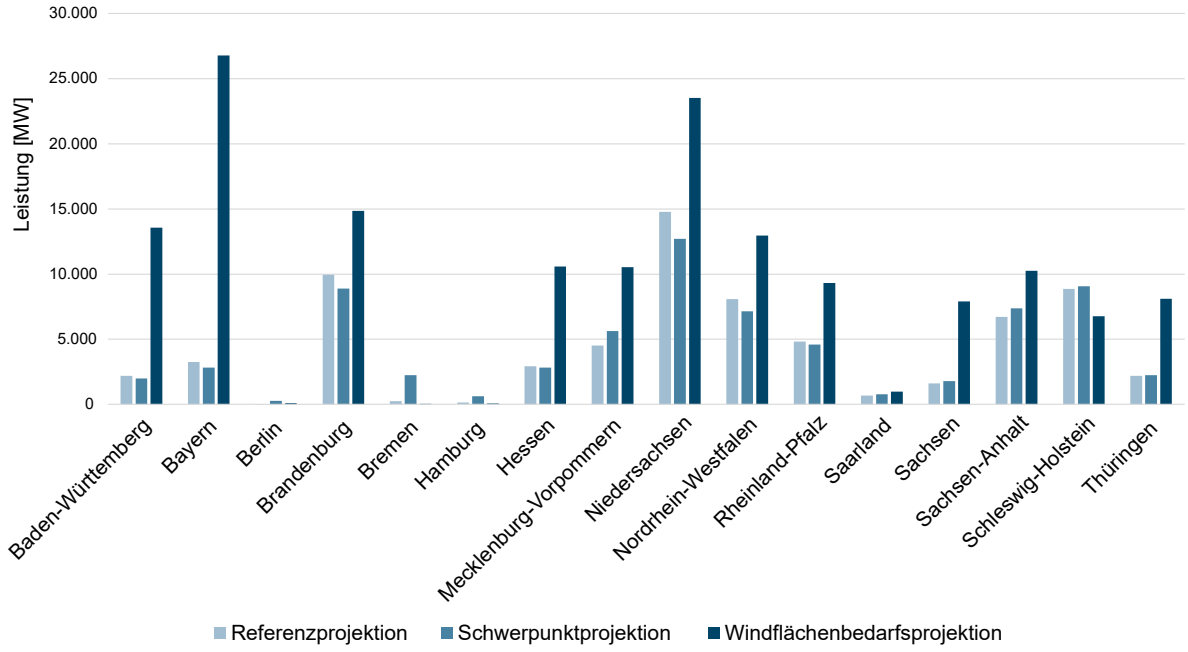
In Abbildung 61 sind die Projektionen für Wind-Onshore im Zieljahr 2030 vergleichend gegenübergestellt. Die Referenz- sowie Schwerpunktprojektion orientiert sich an dem Ausbauziel von 71.000 MW, welches im EEG 2023 festgeschrieben ist. Die Windflächenbedarfsprojektion bezieht sich auf die Flächenbeitragswerte des WindBG und den daraus berechneten Leistungen mit

einem Zielwert von 156.353 MW im Jahr 2030. Deutlich wird, dass sich der Anteil am Gesamtzubau in der Windflächenbedarfsprojektion in den meisten Bundesländern deutlich vom Trend der anderen beiden Projektionen unterscheidet. Bayern sticht besonders hervor, da hier in der Vergangenheit kaum Windausbau stattgefunden hat. Im Jahr 2021 waren in Bayern 2.567 MW installiert, das WindBG sieht 2026 eine Ausweisung von 1,1 % der Landesfläche und 2032 von 1,8 % vor. Für 2030 bedeutet dies in Bayern etwa eine installierte Leistung von 26.792 MW.

Ein Vergleich der drei Projektionen ist aufgrund der Beschränkung der Windflächenbedarfsprojektion auf eine Technologie nur für Wind-Onshore möglich. Ein Vergleich des Ausbaus von Wind-Offshore, Photovoltaik und Elektrolysekapazität ist hier nur für die Referenz- und Schwerpunktprojektion möglich. Zu reflektieren sind die getroffenen Annahmen und die Aktualität der Ausbauziele vor dem Hintergrund der derzeitigen gesetzlichen Änderungen, wie im Beispiel Wind-Onshore hinsichtlich der Differenz zwischen den Zielen im EEG und den Flächenzielen im WindBG. Im Falle der Elektrolyse ist eine räumliche Planung anhand von Ausbauzielen für Wind und Photovoltaik als unrealistisch anzusehen. Die Technologien rund um Wasserstofferzeugung mittels Elektrolyse und Wasserstoffverbrauch befinden sich derzeit teilweise noch in der Forschung beziehungsweise haben vereinzelt Pilotanlagen-Status. Die Anlagen werden sich in Zukunft dort ansiedeln, wo entweder eine hohe Erzeugung von grünem Strom besteht oder der Bedarf an grünem Wasserstoff besonders hoch ist. Durch die Projektionen werden jedoch in jedem Fall die Auswirkungen auf die räumliche Inanspruchnahme erneuerbarer Energien und den Anstieg des Flächenverbrauchs deutlich, der notwendig ist, um die Klimaziele zu erreichen.

**Abbildung 61: Vergleich der Projektionen für Wind-Onshore im Jahr 2030**

Quelle: eigene Darstellung



### 5.2.7 Fachwerkstatt

Die Ergebnisse der Referenz- sowie Schwerpunktprojektion wurden am 6. Dezember 2022 im Rahmen einer Fachwerkstatt mit Fachleuten der Energiewirtschaft diskutiert und reflektiert. An dieser Diskussion nahmen 14 externe Teilnehmende sowie 13 Personen aus den Reihen des Auftraggebenden und der Begleitforschung teil.

Die Begleitforschung präsentierte die Referenz- sowie Schwerpunktprojektionen zu den Ausbauzielen 2030/2040 anhand zahlreicher Diagramme, ordnete die dargestellten Projektionen ein und stellte heraus, dass diese unter verschiedenen Annahmen erstellt worden seien und einen ersten Zwischenstand darstellen. Sie sollten als Impulsgeber und Ausgangspunkt für die Kleingruppendiskussionen im Rahmen der Fachwerkstatt dienen. Die zugrundeliegenden Annahmen und Ergebnisse sollten explizit kritisch diskutiert werden, um so das Feedback der Fachleute bereits frühzeitig einfließen zu lassen und somit zu plausiblen Grundlagen für die konkretere Ausarbeitung der Projektionen zu gelangen. Die Windflächenbedarfsprojektion wurde erst nach der Fachwerkstatt basierend auf den Anmerkungen entwickelt.

#### Zentrale Erkenntnisse

Als zentrale Erkenntnisse der Fachwerkstatt besonders hervorzuheben ist die Frage der Aktualität von Schwerpunkträumen und deren Ausweisung. Die Fachleute schätzten Schwerpunkträume als nicht zielführend ein, da es zukünftig darum gehen wird, erneuerbare Energien in die Fläche zu bringen. Die Schwerpunkträume, die 2016 im MKRO-Leitbild festgesetzt wurden und den damaligen Stand (ökonomischer Potenziale erneuerbarer Energien) widerspiegeln, seien so nicht mehr umsetzbar und derartige Vorgaben würden die Umsetzung der Energiewende mittlerweile eher behindern als sie voranzutreiben. Ebenso könne die Akzeptanz bei den Einwohnenden durch die Konzentration auf Schwerpunkträume beeinträchtigt werden, da so das Gefühl einer ungerechten Verteilung der Ausbaulasten entstehe. Ein gewisses Maß an Schwerpunktsetzungen werde dennoch als notwendig erachtet, da eine räumliche Verteilung beispielsweise von Windkraftanlagen nach dem „Gießkannenprinzip“ aufgrund unterschiedlicher räumlicher Gegebenheiten nicht sinnvoll erscheine. Auch Raumwiderstände sowie eine wirtschaftlich effiziente Umsetzbarkeit seien entscheidend für die Wahl der Anlagenstandorte.

Sowohl die Referenz- also auch die Schwerpunktprojektion beziehen sich auf das im EEG 2023 festgeschriebene Windausbauziel. Mit dem Wind-an-Land-Gesetz existieren jedoch bereits aktuellere Flächenziele für die einzelnen Bundesländer. Der Hintergrund dieser gesetzlichen Festlegungen ist das Bestreben, die bisherige Verteilung des Ausbaus der erneuerbaren Energien nicht nur zu reproduzieren. Basierend auf diesen Anmerkungen der Fachleute wurde in Nachgang die Windflächenbedarfsprojektion erstellt.

Hinsichtlich der Raumwiderstände sollte eine neue weiterführende Diskussion dazu erfolgen, ob die Schutzgebietskategorien den geänderten Anforderungen und Rahmenbedingungen anzupassen sind beziehungsweise welche schützenswerten Räume freizuhalten sind. Unter dem Aspekt der Ernährungssicherheit sollten beispielsweise landwirtschaftliche Flächen als Schwerpunktkategorie in das Raumordnungsgesetz aufgenommen werden und im Hinblick auf die Erholungsfunktion ist zu prüfen, welche Räume von optisch beeinträchtigender Anlagenbebauung freigehalten werden können.

Die hohen rechtlichen Anforderungen an die Regionalplanung führen zu einer sehr langen Dauer der Planungsprozesse. Explizit bezieht sich das nicht auf die Dauer der notwendigen Partizipationsprozesse, sondern auf die hohen Hürden zur Erstellung

rechtssicherer Plandokumente. Potenziale der Planungsbeschleunigung liegen in der besseren Abstimmung zwischen der Ebene der Regionalplanung und der kommunalen Ebene. Dies gelte beispielsweise für die Kernthemen der Solar- und Windenergienutzung. So könnten durch die Verknüpfung der Ausweisung von Vorranggebieten für Photovoltaik-Nutzung in einem Regionalplan mit der Privilegierung gemäß BauGB kommunale Planungsprozesse wie Flächennutzungsplanänderungen oder die Aufstellung von Bebauungsplänen eingespart werden.

Es wurde festgestellt, dass sich eine raumordnerische Steuerung der Wasserstoffproduktion schwierig gestaltet. Es sei eher die Infrastruktur von Erzeugenden und Verbrauchenden entscheidend und auch die Raumwirksamkeit sei von der Größe der Anlage beziehungsweise von der dezentralen oder zentralen Verteilung abhängig. Die räumliche Verteilung wird auch dadurch bestimmt, wie der Leitungsausbau geschehen soll und ob ausreichende Flächen dafür zu Verfügung stehen. Grundsätzlich sei an der Bedarfsseite anzusetzen, um die räumliche Ausgestaltung der Wasserstoffproduktion zu organisieren.

Bezüglich der konkreten Umsetzung der Zielvorgaben brauche es vor allem eine stringentere Argumentation gegenüber der Öffentlichkeit und eine klare Storyline: Wo kommen die Ziele her, welchen Hintergrund haben diese, was bedeutet das räumlich und welchen Beitrag müssen alle Teilräume leisten? Das alles müsse klarer und verständlicher ausformuliert werden, um die Einwohnenden frühzeitig und transparent einzubinden. Es müsse insgesamt von der abstrakten Planungsebene bis zur Genehmigung und Umsetzung gedacht werden. Das derzeitig noch vorhandene „Wohlwollen" der Bevölkerung habe seine Grenzen und könne langfristig bei einem intensivierten Ausbau nicht vorausgesetzt werden.

## Schlussfolgerung für weiteren Projektverlauf

Im Rahmen der ersten Fachwerkstatt innerhalb des MORO wurden die räumlichen Effekte der Energiewende anhand der entwickelten Projektionen mit den Fachleuten zu einem möglichst frühen Zeitpunkt diskutiert.

Die Fachleute übten konstruktive Kritik an den vorgestellten Projektionen und die Diskussion zeigte, dass retrospektive Fortschreibungen Verteilungsmuster aufzeigen, aber nicht immer sinnvoll sind, gleichzeitig aber auch auf Notwendigkeiten von Justierungen hinweisen. Darüber hinaus wurde in den Diskussionsgruppen festgestellt, dass die Festlegung landes- und bundesweiter Schwerpunkträume auf Bundesebene künftig nicht zielführend ist, es jedoch nicht mit einem „Gießkannenprinzip" gelingen kann, die Energiewende umzusetzen. Dabei müssen dennoch die unterschiedlichen Raumansprüche berücksichtigt werden. Auch das 2-Prozent-Flächenziel ist ein wichtiger Ausgangspunkt, um zu einem Ausbau der erneuerbaren Energien zu gelangen, an dem sich alle Länder in vergleichbarem Maße beteiligen. Neben der Diskussion vieler Detailfragen wurde auch konstatiert, dass die Raumordnung einen hohen Stellenwert als Hilfesteller für den Ausbau der erneuerbaren Energien hat. Letztlich geht es darum, Hemmnisse abzubauen und Verfahrenskompetenzen zu verbessern. Dabei soll nicht nur auf Karten und Abbildungen zurückgegriffen werden, sondern es besteht ein Bedarf an abgestimmten „Storylines", die eine klare regionale Vorgehensweise vorgeben und eine stringentere Argumentation, wie die Ausbauziele räumlich umgesetzt und für die Öffentlichkeit kommuniziert werden können.

### 5.2.8 Zwischenfazit

Die Betrachtung der Ausbauziele und die Entwicklung der Projektionen geben einen Überblick zum Stand der Umsetzung des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Zudem wurde exemplarisch der mögliche Einfluss auf die Raumentwicklung aufgezeigt. Mit den gewählten Projektionen konnten die kommenden Entwicklungen basierend auf unterschiedlichen Parametern und Annahmen abgeschätzt werden.

Vor allem hob die Erstellung der Projektionen Schwachstellen wie die unzureichende Ausweisung von Ausbauzielen auf Länderebene und die variierenden Einheiten, Kenngrößen und Jahreszahlen bei der Formulierung der Ziele hervor. Durch diese Unterschiede ist eine Vergleichbarkeit und Prognose der Zielerfüllung auf den ersten Blick schwierig; erst nach weiteren Berechnungen lassen sich belastbare Aussagen treffen. Auch wurden große Unterschiede in der Betrachtung der einzelnen Technologien zur regenerativen Energieerzeugung deutlich. Zu Solarthermie und Geothermie konnten keine Bundesziele identifiziert werden, die Bioenergie wurde lediglich bis 2030 fortgeschrieben. Im Gegensatz dazu wird Wind-Onshore vor allem durch das neue Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) geregelt. Auch Wind-Offshore hat durch das Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG), welches am 1. Januar 2023 in Kraft getreten ist, eine belastbare Gesetzesgrundlage für den weiteren Ausbau. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) veröffentlichte am 20. Januar 2023 bereits einen neuen Flächenentwicklungsplan, passend zu dem angepassten WindSeeG (vgl. BMWK 2023). Der Ausbau der Photovoltaik ist mit Ausbaumengen für die Jahre 2030 im EEG 2023 und für 2040 im Netzentwicklungsplan Strom 2035 der BNetzA festgeschrieben; hier fehlten Ende 2022 jedoch noch räumliche Pläne zur Umsetzung dieser.

Die Diskussion der Projektionen mit Fachleuten hat weitere Einblicke in die tatsächliche Umsetzung auf der Bundes-, Landes- und Regionalebene geliefert. Die geäußerte Kritik wurde im weiteren Verlauf des Projekts berücksichtigt und mit eingearbeitet. Die Hinweise und Anmerkungen der Fachleute wurden als raumordnungspolitische Empfehlungen in Kapitel 7 aufgenommen und reflektiert.

## 5.3 Ausbau-Monitoring für erneuerbare Energien

Neben bestehenden Energieinfrastrukturen und dem Status quo des Energiesystems muss sich die Raumordnung mit Blick auf eine langfristig nachhaltige Raumentwicklung im Sinne des §1 ROG auch mit den absehbaren künftigen Entwicklungen des Energiesystems auseinandersetzen, da diese maßgeblich Anforderungen an die Raumnutzung stellen werden. Dies umfasst neben dem Netzausbau mit bereits konkret absehbaren Ausbauvorhaben (s. Kap. 5.1) auch weitergehende Ausbaubedarfe, die in Zukunft raumwirksam werden können. Ebenso muss im Zuge der Energiewende auch der Aus- und Umbau der Energieproduktionsstrukturen (insb. Kraftwerke) berücksichtigt werden.

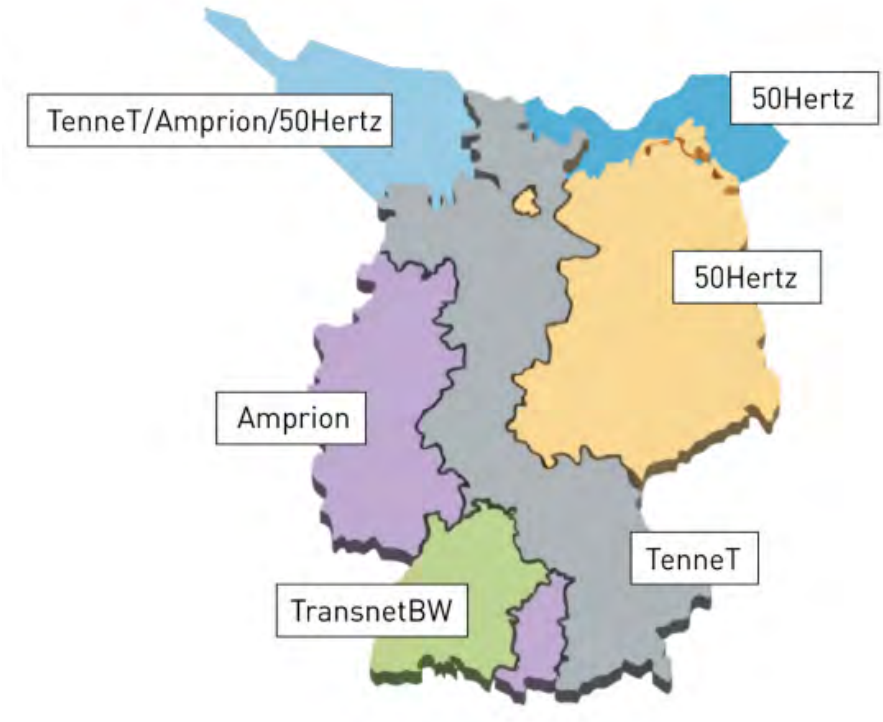
Das nachfolgende Kapitel legt die bereits festgelegten Aus- und Umbaubedarfe dar, die in den kommenden Jahren voraussichtlich umgesetzt werden. Am Ende des Kapitels werden hinsichtlich der zu erwartenden weitergehenden Ausbaubedarfe im Bereich der erneuerbaren Energieproduktion auf Basis einer Clusteranalyse potenzielle Schwerpunkträume identifiziert, in denen es sich anbietet, den Fokus aufgrund der georäumlichen Gegebenheiten auf bestimmte Erzeugungstechnologien zu legen.

## 5.3.1 Ausbaubedarfe und Szenariorahmen des Energienetzes

Die langfristigen Ausbaubedarfe des Energienetzes legen die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber (s. Abb. 62) koordiniert im Netzentwicklungsplan (NEP) Strom dar (vgl. BNetzA 2020). Dabei basiert die Ermittlung der Ausbaubedarfe im Übertragungsnetz auf drei Szenarien zur erwarteten Entwicklung des künftigen Strombedarfs. Diese drei Szenarien umfassen die Annahme einer fortschreitenden Dekarbonisierung unter verstärktem Wasserstoffeinsatz (Szenario A), die Dekarbonisierung auf Grundlage einer umfassenden Elektrifizierung (Szenario B) sowie einer ebenfalls fortschreitenden Dekarbonisierung auf Basis einer verstärkten Elektrifizierung, allerdings mit geringeren Fortschritten in der Energieeffizienz (Szenario C) (vgl. NEP 2023–2037). Der künftig zu erwartende Stromverbrauch in diesen Szenarien ist im NEP für die Jahre 2037 und 2045 vorausberechnet und nach Verbrauchssektoren gegenübergestellt (s. Abb. 63). Es zeigt sich in allen Szenarien ein steigender Strombedarf bis 2045, wobei insbesondere in den Sektoren Industrie und Verkehr ein besonders starker Anstieg erwartet wird. Im Sektor der privaten Haushalte ist der zu erwartende Anstieg des Stromverbrauchs vorwiegend auf die Elektrifizierung der Wärmeversorgung (s. Zuwachs Wärmepumpen) zurückzuführen. Auch von einer deutlich zunehmenden Elektrolysekapazität zur notwendigen Wasserstoffbereitstellung muss ausgegangen werden. Insgesamt wird in den Szenarien von einem Anstieg des Nettostromverbrauchs zwischen 123 % und 150 % bis 2045 gegenüber dem Basisjahr 2019 ausgegangen. Wenn demzufolge eine mehr als doppelt so große Energiemenge in einem zunehmend dezentralen Energiesystem zwischen Produktionsstandorten und Verbrauchern transportiert werden muss, bringt dies zwangsläufig enorme Aus- und Umbaubedarfe im Energienetz mit sich.

**Abbildung 62: Regelzonen der Übertragungsnetzbetreiber**

Quelle: BNetzA 2022b



**Szenario A (Dekarbonisierung durch höheren Anteil an Wasserstoff):** Dieses Szenario zeichnet sich gemäß dem genehmigten Szenariorahmen durch den vergleichsweise höchsten Wasserstoffbedarf in allen Szenarien aus. In einigen industriellen Bereichen, in denen heute die Unsicherheit bezüglich einer potenziellen Elektrifizierung noch groß erscheint, kommt verstärkt Wasserstoff zum Einsatz. Zur Deckung dieser Nachfrage wird in diesem Szenario eine hohe inländische Erzeugungskapazität unterstellt. Der Bruttostromverbrauch steigt gemäß Genehmigung der BNetzA auf rund 1.050 TWh im Jahr 2045. Die erneuerbaren Kapazitäten stimmen mit den Zielsetzungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) beziehungsweise WindSeeG überein.

**Szenario B (Dekarbonisierung durch intensive Elektrifizierung):** Szenario B setzt auf eine verstärkte direkte Elektrifizierung in allen Endenergieverbrauchssektoren. Wasserstoff kommt nur bei den Anwendungen zum Einsatz, in denen aus heutiger Sicht eine solche Direktelektrifizierung unwahrscheinlich erscheint. Effizienz auf der Nachfrageseite wirkt einem starken Anstieg des Stromverbrauchs entgegen. Der Anstieg wird so auf knapp 1.100 TWh begrenzt. Der erneuerbare Ausbaupfad entspricht den Zielsetzungen im EEG beziehungsweise WindSeeG.

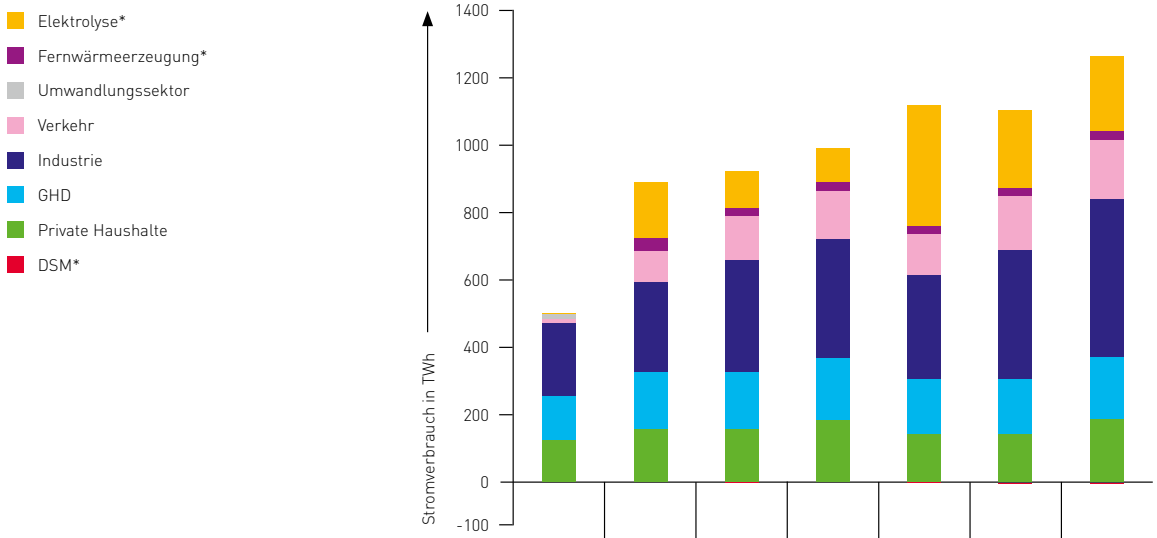
**Szenario C (Dekarbonisierung trotz geringerer Effizienz):** Szenario C unterstellt ebenfalls eine verstärkte direkte Elektrifizierung in allen Endenergieverbrauchssektoren. Eine geringere Effizienz als im Szenario B sorgt für einen höheren Stromverbrauch von knapp 1.300 TWh. Damit einher geht auch die Notwendigkeit eines stärkeren Ausbaus der erneuerbaren Energien.

Die Übertragungsnetzbetreiber zeigen weiterhin die zukünftig anzunehmenden Verbrauchsschwerpunkte im Stromsektor auf (s. Abb. 63). Dies liefert eine zentrale Grundlage für die Ausrichtung des Stromnetzes und die Priorisierung der Ausbaumaßnahmen, woraus sich mittelbar auch die raumplanerische Relevanz der Flächenausweisung ergibt. Energieverbrauchsschwerpunkte werden in den urbanen Zentren und Großstadtagglomerationen wie der Metropolregion Rhein-Ruhr, den Stadtstaaten oder der Städteregion Rhein-Main erwartet (s. Abb. 64).

Dass das Bestandsübertragungsnetz keine ausreichenden Kapazitäten besitzt, um die zusätzlichen Energiemengen – auch unter Berücksichtigung der Versorgungssicherheit – zu transportieren, lässt sich aus einer Analyse der Übertragungsnetzbetreiber ableiten. Abbildung 65 zeigt den Auslastungsgrad des Bestandsnetzes bei Ausfall eines Netzelements – wenn also die Bestandsleitungen zusätzlich die Energie für andere Leitungsabschnitte transportieren müssen. Hier zeigt sich nahezu flächendeckend ein Auslastungsgrad über 100 %, wodurch die Ausfallwahrscheinlichkeit erhöht und somit die Versorgungssicherheit gefährdet werden würde. Vor allem in Mitteldeutschland erreicht der Auslastungsgrad kritische Bereiche von 150 % und mehr, was die Dringlichkeit der derzeit stattfindenden Netzausbauvorhaben (z. B. Suedlink, SuedOstLink) verdeutlicht.

**Abbildung 63: Nettostromverbrauch nach Sektoren/Anwendungsbereichen – Stromverbrauchsszenarien**

Quelle: BNetzA 2023b




| Stromverbrauch in TWh | 2019 | A 2037 | B 2037 | C 2037 | A 2045 | B 2045 | C 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Private Haushalte** | **125,7** | **157,1** | **157,1** | **183,4** | **143,3** | **143,3** | **185,7** |
| davon Geräte | 123,0 | 104,0 | 104,0 | 114,3 | 90,4 | 90,4 | 114,3 |
| davon Wärmepumpen | 2,7 | 53,1 | 53,1 | 69,1 | 52,9 | 52,9 | 71,4 |
| **GHD** | **128,0** | **167,9** | **167,9** | **185,7** | **161,1** | **161,1** | **186,0** |
| davon Geräte | 128,0 | 153,1 | 153,1 | 166,6 | 146,7 | 146,7 | 166,6 |
| davon Wärmepumpen | 0,0 | 14,8 | 14,8 | 19,1 | 14,4 | 14,4 | 19,5 |
| **Industrie** | **218,5** | **267,4** | **334,0** | **352,0** | **311,3** | **382,9** | **469,0** |
| **Verkehr** | **11,9** | **93,5** | **131,3** | **141,0** | **119,3** | **161,1** | **173,0** |
| davon Elektromobilität | 0,6 | 80,5 | 116,8 | 125,0 | 104,3 | 144,1 | 156,0 |
| **Umwandlungssektor** | **13,8** | **0,0** | **0,0** | **0,0** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **Fernwärmeerzeugung*** | **0,5** | ***37,7*** | **21,4** | ***26,5*** | **23,5** | **23,7** | **27,2** |
| **Elektrolyse*** | **0,4** | ***164,9*** | **108,0** | ***101,8*** | **357,8** | **229,6** | **220,1** |
| **DSM*** | **-** | ***-0,5*** | **-1,0** | ***-1,3*** | **-1,0** | **-1,4** | **-2,1** |
| **Nettostromverbrauch*** | **498,8** | ***888,0*** | **918,6** | ***989,1*** | **1.115,3** | **1.100,4** | **1.259,1** |
| Netzverluste im Verteilnetz** | 17,4 | ***34,8*** | 34,8 | ***34,8*** | 34,8 | 34,8 | 34,8 |
| **Nettostromverbrauch zzgl. Verteilnetzverluste*** | **516,2** | ***922,8*** | **953,4** | ***1.023,9*** | **1.150,1** | **1.135,2** | **1.293,9** |

Bei der Aufsummierung der Einzelwerte können sich Rundungsabweichungen ergeben.

* Diese Angaben enthalten bereits Ergebnisse aus der Strommarktmodellierung.

** Nicht berücksichtigt sind in dieser Darstellung Netzverluste im Übertragungsnetz.

**Abbildung 64: Erwartete Stromverbrauchsschwerpunkte in drei verschiedenen Szenarien des NEP**

Quelle: BNetzA 2020

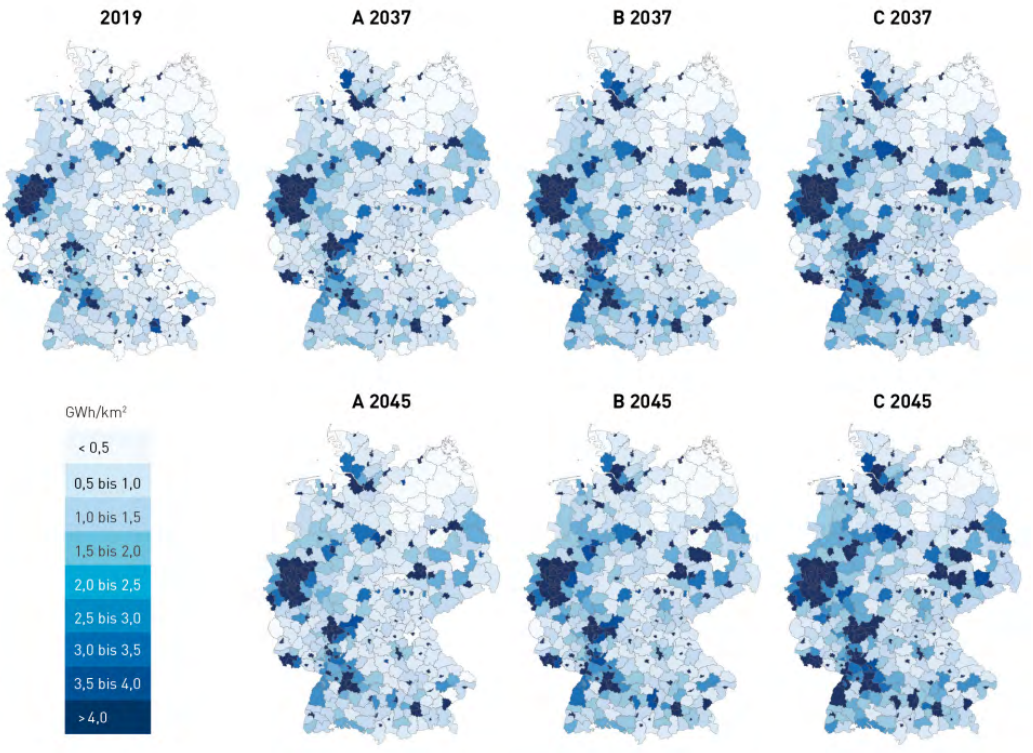
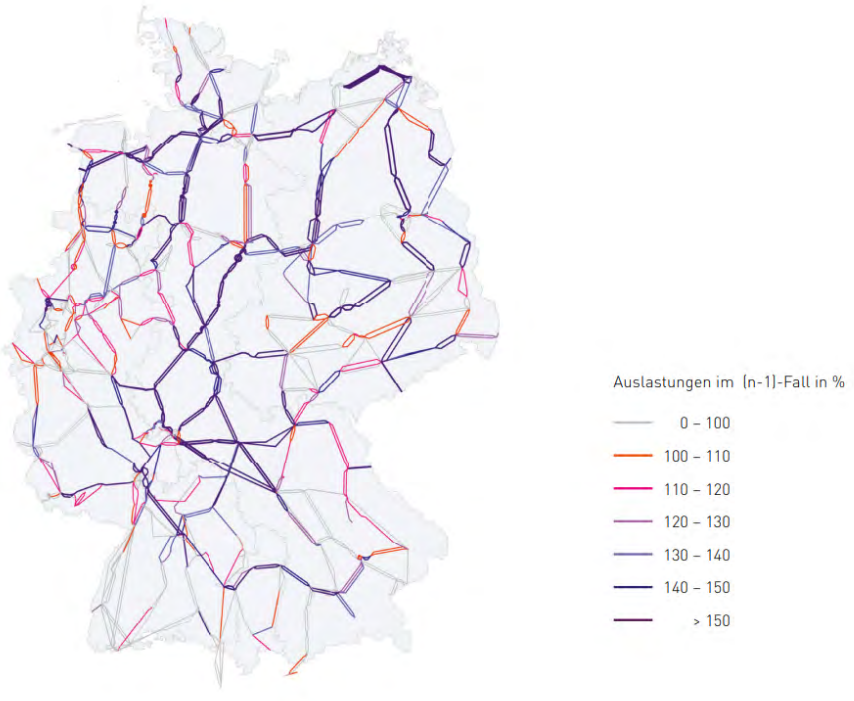



**Abbildung 65: Auswertung der aufgetretenen Auslastung bei Ausfall eines Netzelements ((n-1)-Fall) eines gesamten Jahres im BBP-Netz**

Quelle: BNetzA 2020



## 5.3.2 Ausbaubedarfe und Planungsvorhaben Strom

Ausgangspunkte zur Weiterentwicklung von Handlungsstrategien und kartographischen Leitbildern sind neben dem Status quo des Stromnetzausbaus (s. Kap. 5.1) auch konkret absehbare Planungsvorhaben. Dass der Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strommix allein von rund 29 % im Jahr 2016 auf inzwischen 51,6 % im ersten Halbjahr von 2022 angestiegen ist, verdeutlicht die hohe aktuelle Dynamik des Ausbauprozesses (vgl. Strom-Report 2022a).

Im Bereich der Planungsvorhaben können konkrete raumbedeutsame Vorhaben mit kurz- bis mittelfristiger Umsetzungsperspektive unter anderem dem Bundesbedarfsplan (Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz) entnommen werden. Aktuelle Informationen über den Planungsstand des Netzausbaus liefern zudem die Website der Bundesnetzagentur sowie www.netzentwicklungsplan.de der vier Übertragungsnetzbetreiber. Eine ausführliche Liste der Vorhaben des Bundesbedarfsplangesetzes kann der Website www.netzausbau.de entnommen werden.

### Vergleich zum Ausbaustand 2016

Neben dem Blick in die Zukunft lässt auch das Monitoring des aktuellen Fortschritts des Netzausbaus Rückschlüsse auf den Umsetzungsstand der Energiewende und die Effizienz der Planungsprozesse zu. Hierzu wird im Rahmen dieses Berichts ein Vergleich zum Ausbaustand 2016, also vor Einführung der Leitbilder für die Raumentwicklung, vorgenommen (s. Tab. 17).

Das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) und das Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) sind entscheidend für den Netzausbau in Deutschland. Das Energieleitungsausbaugesetz wurde 2009 verabschiedet, um den Netzausbau auf Höchstspannungsebene zu beschleunigen. Dabei enthielt das Gesetz anfänglich 24 Ausbauprojekte, die als notwendig für die zukünftige Energieversorgung in Deutschland eingestuft wurden. Zwei Vorhaben wurden nach Prüfungen im Rahmen der Erstellung von den Netzentwicklungsplänen 2022 und 2024 gestrichen. Von den 22 aktuell im EnLAG enthaltenen Ausbauprojekten sind sechs Erdkabel-Pilotprojekte. Für die Durchführung der Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren sind die jeweiligen Landesbehörden in den Bundesländern verantwortlich, beziehungsweise bei Bundesfachplanungsverfahren die Bundesnetzagentur. Die Verantwortung für Planung, Errichtung und Betrieb liegt bei den Übertragungsnetzbetreibern Amprion, TenneT, 50Hertz und TransnetBW. Im Jahr 2016 waren im Rahmen des EnLAG 22 Vorhaben und insgesamt rund 1.800 Leistungskilometer geplant. Davon waren bereits 650 km realisiert und 900 km genehmigt. Zum Stichtag 30. Juni 2022 war die Leitungskilometerlänge für die 22 Projekte mit 1.821 km geringfügig angestiegen. Die Differenz war vermutlich auf veränderte Trassenverläufe im Rahmen der Planungsverfahren zurückzuführen. Von diesen insgesamt 1.821 km befanden sich 8 km im Raumordnungsverfahren, 205 km im Planfeststellungsverfahren, 360 km waren bereits genehmigt und vor oder im Bau und 1.248 km waren bereits fertiggestellt, also 598 km mehr als im Jahr 2016. Insofern hat sich die Zahl der fertiggestellten Leitungskilometer innerhalb von sechs Jahren nahezu verdoppelt.

Neben dem EnLAG enthält das Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG), welches 2013 verabschiedet wurde, Vorhaben, die zur Beschleunigung des Ausbaus von Höchstspannungsleitungen beitragen. Dabei stellte es im Jahr 2016 für 43 Vorhaben eine energiewirtschaftliche Notwendigkeit und den vordringlichen Bedarf zur Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebs fest. Die geplanten Leistungskilometer waren insgesamt 6.100 km lang,

wovon 400 km genehmigt und 80 km realisiert waren. Zum Stichtag am 30. Juni 2022 sind nach einer Novelle des BBPIG im Februar 2021 36 neue Vorhaben hinzugekommen, so dass nun 79 Vorhaben enthalten sind. Die Gesamtlänge dieser Vorhaben liegt bei 10.413 km. Von diesen befinden sich 2.662 km vor dem Genehmigungsverfahren, 394 km im Raumordnungs- oder Bundesfachplanungsverfahren, 5.815 km vor dem oder im Planfeststellungs- oder Anzeigeverfahren, 656 km sind genehmigt und vor dem oder im Bau und 886 km waren fertiggestellt. In den sechs Jahren wurden folglich über 800 km fertiggestellt. Schreibt man diese Ausbaugeschwindigkeit in die Zukunft fort, würde es gut 70 Jahre dauern, bis die derzeit vorgesehenen Ausbauvorhaben vollständig umgesetzt sind. Es ist allerdings zu beachten, dass die ersten Schritte eines Planungsprozesses in der Regel deutlich zeitaufwändiger sind als die tatsächliche Genehmigung und Umsetzung. Insofern kann von einer deutlichen Beschleunigung des Ausbauprozesses ausgegangen werden.

Insgesamt hat sich die Zahl der in den beiden Gesetzen enthaltenen Vorhaben von 2016 auf 2022 von 65 auf 101 erhöht, insbesondere aufgrund der Novellierung des BBPIG. Somit stieg auch die Gesamtzahl der Leistungskilometer von 7.900 km auf 12.234 km. Die Länge der realisierten Leitungskilometer stieg in diesem Zeitraum von 730 km auf 2.134 km.

**Tabelle 17: Ausbaustand Vergleich der Jahre 2016 und 2022**

Quelle: BNetzA 2022a

| | EnLAG 2016 | EnLaG 2022 | BBPIG 2016 | BBPIG 2022 | EnLAG + BBPIG 2016 | EnLAG + BBPIG 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anzahl Vorhaben** | 22 | 22 | 43 | 79 | 65 | 101 |
| **Leitungskilometer insgesamt** | 1.800 | 1.821 | 6100 | 10,413 | 7.900 | 12.234 |
| **vor dem Genehmigungsverfahren (in km)** | | | | 2.662 | | 2.662 |
| **im Raumordnungsverfahren (in km)** | | 8 | | 394 | | 402 |
| **vor/im Planfeststellungsverfahren (in km)** | | 205 | | 5.815 | | 6.020 |
| **genehmigt und vor dem oder im Bau (in km)** | 900 | 360 | 400 | 656 | 1.300 | 1.016 |
| **Fertiggestellt (in km)** | 650 | 1.248 | 80 | 886 | 730 | 2.134 |

### 5.3.3 Ausbaubedarfe und Planungsvorhaben Gasnetzinfrastrukturen

Vergleichbar zum Stromnetz veröffentlicht die Bundesnetzagentur in ihren Monitoringberichten auch regelmäßig die Netzstrukturdaten zum Gasnetz, differenziert nach den verschiedenen Druckbereichen, die mit den Spannungsebenen im Stromnetz vergleichbar sind. Tabelle 18 zeigt diese Gasnetzstrukturdaten und enthält sowohl die Anzahl von Fernleitungsnetzbetreibern (FNB) und Verteilnetzbetreibern (VNB) als auch die jeweiligen Netzlängen und Ausspeisepunkte sowie die Marktlokationen von Letztverbrauchenden. Es ist zu erkennen, dass das Fernleitungsnetz mit über 16 bar knapp 40.000 km umfasst, aber nur etwa 500 Letztverbraucher anschließt, die ausschließlich dem Gewerbe- und Industriesektor entstammen. Der deutlich

größere Anteil des Netzes befindet sich im Verteilnetzbereich mit 529.000 km, die über 11.000 Ausspeisepunkte anschließen. Insgesamt weisen FNB und VNB zusammen eine Netzlänge von 571.400 km auf.

Die Abbildung 66 zeigt den geplanten Ausbau der Wasserstoff-Infrastrukturen in Europa gemäß der European Hydrogen Backbone Initiative, der 39 europäische Fernleitungsbetreiber angehören. Es sind sowohl die geplanten neuen als auch die umfunktionierten Pipelines an Land und Unterwasser abgebildet. Zudem sind verschiedene Speicher wie Salzkavernen, Aquifere, Felskavernen und erschöpfte Gebiete abgebildet sowie Energy Hubs und existierende oder geplante Gas-Import-Terminals. Die Karte stellt folglich dar, wie die Entwicklung der Wasserstoffversorgung in Europa bis 2040 vorgesehen ist. Ein gut ausgebautes Netz ist wichtig, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Der Netzausbau beziehungsweise die Netzdichte ist vor allem in der Mitte Europas hoch. Dabei lässt sich primär in Westdeutschland ein sehr dichtes geplantes Netz an Gaspipelines erkennen, wobei hier bereits bestehende umgewidmete Pipelines überwiegen. Hier befindet sich auch eine hohe Anzahl an Salzkavernen-Speichern. Zudem besonders wichtig für die Gasversorgung in Europa sind die Unterwasserleitungen, von denen einige nach Deutschland führen. In Deutschland befinden sich an der Küste außerdem viele Gas-Import-Terminals. In Skandinavien und dem Baltikum sind vor allem Unterwasser- und neu geplante Leitungen abgebildet. Für das Vereinigte Königreich ist die Planung einer

**Tabelle 18: Gas – Netzstrukturdaten 2021**

Quelle: BNetzA 2022b: 359

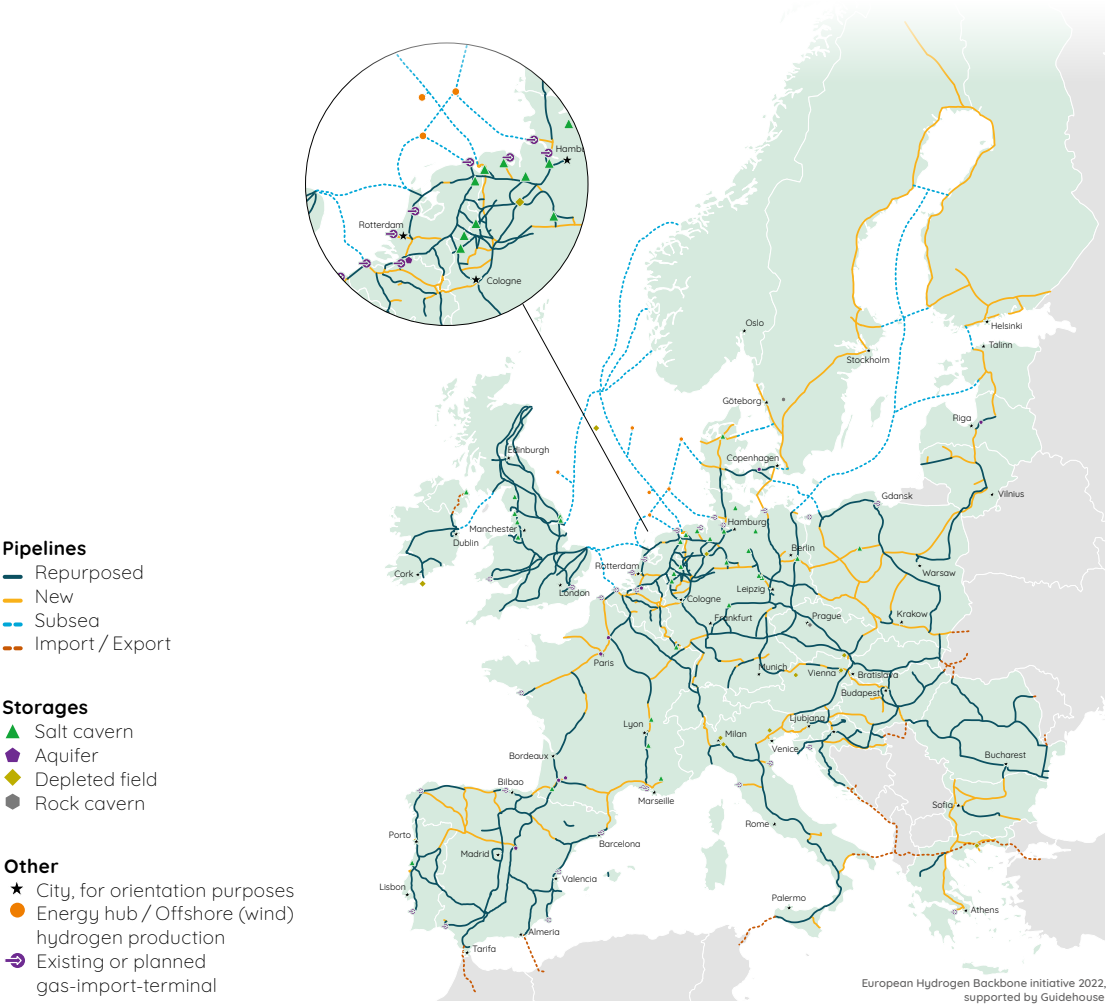
| Gas: Netzstrukturdaten 2021 | | | |
|---|---|---|---|
| | FNB | VNB | Summe FNB und VNB |
| Netzbetreiber (Anzahl) | 16 | 650 | 666 |
| Netzlänge (in Tsd. Km) | 42,4 | 529,0 | 571,4 |
| < 0,1 bar | 0,0 | 189,8 | 189,8 |
| > 0,1 bis 1 bar | 0,0 | 264,0 | 264,0 |
| > 1 bis 5 bar | 0,1 | 27,2 | 27,3 |
| > 5 bis 16 bar | 2,8 | 27,2 | 30,0 |
| > 16 bar | 39,5 | 20,8 | 60,3 |
| Ausspeisepunkte Gesamt (in Tsd.) | 3,5 | 11.253,4 | 11.256,9 |
| < 0,1 bar | 0,0 | 6.152,9 | 6.152,9 |
| > 0,1 bis 1 bar | 0,0 | 4.882,6 | 4.882,6 |
| > 1 bis 5 bar | 0,1 | 206,3 | 206,4 |
| > 5 bis 16 bar | 1,2 | 9,3 | 10,5 |
| > 16 bar | 2,2 | 2,3 | 4,5 |
| Marktloaktionen von Letztverbrauchern (in Tsd.) | 0,5 | 14.571,3 | 14.571,8 |
| Industrie- und Gewerbekunden sowie weitere Nichthaushaltskunden | 0,5 | 1.820,7 | 1.821,2 |
| Haushaltskunden | 0,0 | 12.750,6 | 12.750,6 |

Pipeline dargestellt, wobei der genaue Ausbau von den Wasserstoffclustern abhängt. Für den Westen Europas sind vor allem in Frankreich weniger Pipelines dargestellt. Insgesamt stellt sich ein breit gefächertes Netz dar, bei dem aus vielen Ländern Leitungen nach Deutschland führen, wobei sich die Entwicklung besonders im Nordwesten Deutschlands konzentriert.

Eine neu etablierte Infrastruktur hierzulande ist das Flüssigerdgas (LNG), welches bereits längere Zeit in Deutschland diskutiert wurde und vor allem im Zusammenhang mit dem Wunsch der Unabhängigkeit von russischem Gas infolge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine an Bedeutung gewonnen hat (vgl. BMWK 2019, Deutscher Bundestag 2022). Im Zeitraum von Ende 2022 bis Anfang 2023 entstanden drei deutsche schwimmende LNG-Importterminals als Übergangslösung bis zur Fertigstellung der drei geplanten festen LNG-Terminals in Wilhelmshaven, Brunsbüttel und Stade 2025 (vgl. NDR 2023).

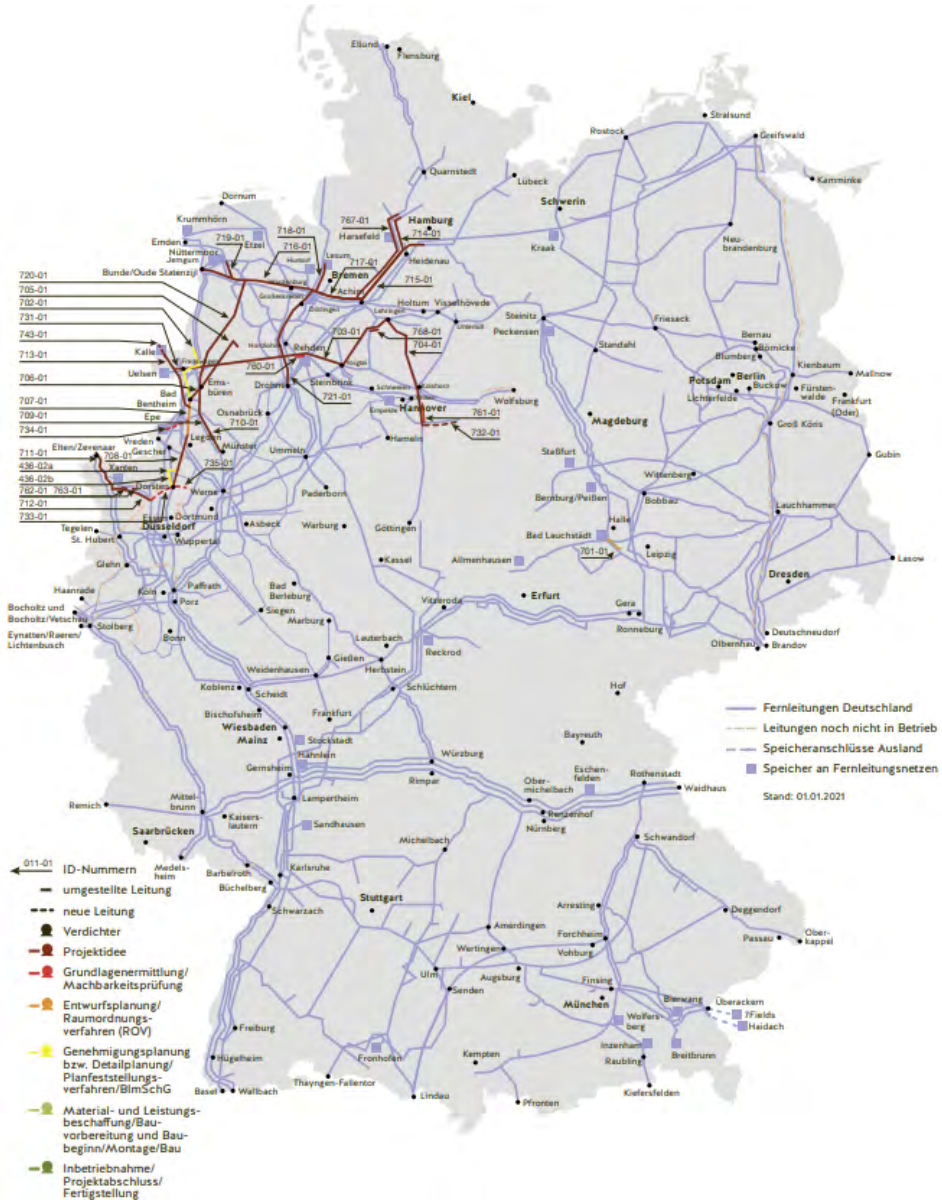
Die Abbildung 67 zeigt den Umsetzungsstand der Maßnahmen des Netzentwicklungsplans Gas in der Grüngasvariante [Ausbaubedarfe zum Anschluss gemeldeter Grüngasprojekt (Wasserstoff, Biogas, synth. Methan)] sowie bestehende Fern-

**Abbildung 66: Geplanter Ausbau der Wasserstoff-Infrastrukturen in Europa gemäß der European Hydrogen Backbone Initiative**
Quelle: verändert nach van Rossum et al. 2022: 13



leitungen, noch nicht in Betrieb genommene Leitungen und Speicher an Fernleitungsnetzen in Deutschland wie auch im grenznahen Ausland. Für die Maßnahmen des Netzentwicklungsplans ist sowohl der Verlauf als auch der aktuelle Planungsstand dargestellt. Die Darstellung bezieht sich auf den Stand vom 1. Januar 2021 und zeigt, wo das Leitungsnetz in Deutschland verstärkt wird. Besonders hoch ist die Leitungsdichte im Nordwesten. In der Mitte befinden sich am wenigsten Leitungen, während der Süden und Osten ebenfalls viele Leitungen aufweisen. Im Nordwesten, wo das Fernleitungsnetz bereits sehr dicht ist, sind die meisten Maßnahmen des NEP geplant; einige Leitungen sind bis jetzt nur Projektideen oder befinden sich aktuell in der Genehmigungsplanung.

**Abbildung 67: Umsetzungsstand der Maßnahmen des Netzentwicklungsplans Gas 2020–2030 (Grüngasvariante)**
Quelle: Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. 2021



### 5.3.4 Strategien der Bundesländer zum Ausbau der Energieinfrastruktur

Neben den Strategien auf Bundesebene wurden auch die Strategien der Bundesländer zu den Themen Energie, Energienetze und Gasnetze betrachtet. Im Folgenden wird die wichtigste Strategie für dieses Thema je Bundesland genauer betrachtet (s. Tab. 19).

**Tabelle 19: Strategien der Bundesländer zu den Themen Energie, Energienetze und Gasnetze**

Quelle: eigene Darstellung

| Bundesland | Name der Strategie | Herausgeber | Jahr |
|---|---|---|---|
| **Baden-Württemberg** | Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK) | Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg | 2014 |
| **Bayern** | Bayerisches Energieprogramm | Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie | 2018 |
| **Berlin** | Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030) Umsetzungszeitraum 2017 bis 2021 | Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz | 2016 |
| **Brandenburg** | Energiestrategie 2040 | Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg (MWAE) | 2022 |
| **Bremen** | Klimaschutz- und Energieprogramm (KEP) 2020 – Erste Fortschreibung | Senat für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau | 2018 |
| **Hamburg** | Erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplans | Hamburger Senat | 2019 |
| **Hessen** | Verteilnetzstudie Hessen 2024–2034 | Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung | 2018 |
| **Mecklenburg-Vorpommern** | Energie- und $CO_2$-Bericht 2019–2020 | Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern | 2020 |
| **Niedersachsen** | Energiewendebericht 2020 | Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz | 2021 |
| **Nordrhein-Westfalen** | Fortschreibung der Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen | Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen | 2021 |
| **Rheinland-Pfalz** | Verteilnetzstudie Rheinland-Pfalz | Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität | 2014 |
| **Saarland** | Energiefahrplan für das Saarland 2030 | Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr | 2021 |
| **Sachsen** | Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021 | Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft | 2021 |
| **Sachsen-Anhalt** | Klima und Energiekonzept Sachsen-Anhalt | Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie | 2019 |
| **Schleswig-Holstein** | Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein – Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2021 | Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung | 2021 |
| **Thüringen** | Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie | Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz des Freistaats Thüringen | 2019 |

**Baden-Württemberg:** Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK) wurde 2014 vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg veröffentlicht. Es werden die energie- und klimapolitischen Ziele und die Instrumente, um diese zu erreichen, erläutert. Zudem werden die Handlungsbereiche Strom, Wärme, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft, Landnutzung und Stoffströme betrachtet. Stromerzeugung und -verteilung sollen nicht restringiert werden und sicher sein. Dafür wird eine ausreichende Erzeugungs-, Speicher- und Netzkapazität angestrebt. Dabei gehen sie von einem sinkenden Stromverbrauch bis zum Jahr 2020 aus. Der Anteil an erneuerbaren Energien soll steigen, dabei wird vor allem Nachholbedarf beim Ausbau der Windenergie gesehen. Beim Stromnetzausbau sollen die Übertragungskapazitäten nicht nur erhöht, sondern besonders die Verteilnetze intelligenter werden und die Stromproduktion dezentraler Anlagen steuern können, um Nachfrage und Erzeugung zu verknüpfen. Dieses intelligente Management soll den erforderlichen Netzausbau reduzieren. Die Übertragungsnetze sollen ebenfalls ausgebaut werden; zentral sind dabei die nach Bundesbedarfsplangesetz geplanten Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Leitungen, die nach Baden-Württemberg führen. (vgl. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2014)

**Bayern:** Das Bayerische Energieprogramm wurde 2018 vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie veröffentlicht. Es werden die Energiewende in Bayern sowie energiepolitische Ziele und Herausforderungen behandelt. Dabei bildet der notwendige Netzausbau die dritte Säule des Bayerischen Energieprogramms. Der Netzausbau soll auf das notwendige Maß reduziert werden. Dazu sollen die Möglichkeiten der Digitalisierung, wie intelligente Netze und Stromspeicherung, sowie eine Flexibilisierung der Nachfrage durch bedarfsgerechtes Zu- und Abschalten von Lasten beitragen. Sowohl der Ausbau der Übertragungsnetze als auch der Verteilnetze soll verringert werden. Der Netzausbau soll nicht der Produktion folgen, sondern die Produktion soll sich an vorhanden Netzen orientieren. Im Namen der Bürgerfreundlichkeit sollen Erdverkabelungen sowie Bestandstrassen genutzt werden und für den SuedLink werden verschiedene Trassenalternativen vorgeschlagen. (vgl. StMWi 2018)

**Berlin:** Das Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (vgl. BEK 2030) wurde 2016 von der Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz veröffentlicht. Es behandelt die Berliner Energie- und Klimaschutzpolitik und angestrebte Maßnahmen und Wirkungen in den Handlungsfeldern Energieversorgung, Gebäude und Stadtentwicklung, Wirtschaft, Verkehr und Private Haushalte und Konsum. Für das Handlungsfeld Energie wird festgehalten, dass die Energieversorgung zukünftig primär auf dezentralen und Erneuerbaren-Energie-Anlagen beruhen soll. Die Energieinfrastrukturen Strom, Wärme, Gas und Mobilität sind bereits verknüpft, was eine intelligente Steuerung der Energieerzeugung, Verbrauch und Speicherung von Überschussstrom ermöglicht. Ein einfacher Zugang für Kleinstprosumer im Verteilnetz soll gewährleistet werden, um auch Bürger und Bürgerinnen von dem Ausbau erneuerbarer Energien zu überzeugen. Dabei wird die Ausgangslage für ein nachhaltiges Energieversorgungssystem insgesamt positiv eingeschätzt, da neben kleinen Netzten auch die deutschlandweit größten Gas- und Stromverteilnetze sowie Fernwärmenetze genutzt werden. (vgl. Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz 2016)

**Brandenburg:** Die Energiestrategie 2040 wurde 2022 vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg veröffentlicht und stellt die Fortschreibung der Energiestrategie 2030

dar. Es werden zunächst der Umsetzungszustand der Energiestrategie 2030 sowie Zielkonflikte und Chancen für weitere Entwicklungen betrachtet. Danach wird das Energieland Brandenburg im Jahr 2040 mit Zielen sowie einem Handlungskonzept vorgestellt. Aufgrund zunehmender Elektrifizierung und dem Ausbau der dezentralen erneuerbaren Energien sowie der Verzahnung der Sektoren im Energiebereich soll der Netzausbau gesteigert werden. Gleichzeitig soll durch Flexibilitätsmärkte der Netzausbaubedarf reduziert und die Kosteneffizienz erhöht werden. Damit der Netzausbau gelingt und energieintensive Industrie angesiedelt werden kann, wird eine Verkürzung der Planungs- und Genehmigungszeiträume angestrebt. Besonderes Ausgenmerk liegt auf der Verstärkung der Netzinfrastruktur auf Hoch- und Höchstspannungsebene, aufgrund des Ausbaus von Wind- und Solarparks. (vgl. MWAE 2022)

**Bremen:** Das Klimaschutz- und Energieprogramm (KEP) 2020 – Erste Fortschreibung 2018 wurde vom Senat für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau veröffentlicht. Es werden bereits umgesetzte und geplante Maßnahmen für den Klimaschutz in den Bereichen Stromerzeugung, Strom- und Wärmeversorgung, energieeffiziente Gebäude, Wirtschaft und Wissenschaft und Verkehr und Mobilität betrachtet. Windkraft- sowie Solarstromanlagen sollen weiter ausgebaut werden; ein Wasserkraftwerk an der Weser wurde bereits errichtet. Die Neuaufstellung des Flächennutzungsplans ermöglicht den weiteren Ausbau der Windenergienutzung. Die zukünftige Solarstromerzeugung soll sich vor allem auf den Eigenverbrauch konzentrieren, anstatt auf große Photovoltaik-Anlagen mit hoher Netzeinspeisung, da die Gestehungskosten häufig über den Strombezugspreisen liegen. Eine 2008 begonnene Fernwärmeleitung wird erweitert, um neue Gebäude anzuschließen. Zum Stromnetzausbau an sich werden keine konkreten Aussagen getroffen. (vgl. Senat für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau 2018)

**Hamburg:** Die erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplans wurde 2019 vom Hamburger Senat veröffentlicht. Es werden die aktuellen Rahmenbedingungen des Klimawandels in Hamburg, die Weiterentwicklung der Hamburger Klimaziele sowie strategische Schwerpunkte zum Erreichen der Klimaziele und ein handlungsfeldübergreifendes Vorgehen beleuchtet. Dabei wird ein Netzausbau sowie eine Netzverstärkung als notwendig angesehen, um Strom aus erneuerbaren Energien nutzen zu können. Dabei sollen Energiebedarf und -verbrauch an das volatile Stromangebot aus Windenergieanlagen angepasst werden, um den Nutzungsgrad von Strom aus erneuerbaren Quellen zu erhöhen. Dabei fordert der Senat sowohl den Ausbau von Onshore- als auch Offshore-Windenergie und die Aufweichung von Abstandsregelungen, welche den Windenergieausbau einschränken. (vgl. Hamburger Senat 2019)

**Hessen:** Die Verteilnetzstudie Hessen 2024–2034 wurde 2018 vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung veröffentlicht. Es werden Energieszenarien für Hessen im Jahr 2024 und 2034 sowie die Auswirkungen auf den Netzausbau auf Hoch-, Mittel- und Niederspannungsebene betrachtet. Dabei wird mit einer deutlichen Zunahme der Einspeisung aus erneuerbaren Energieanlagen gerechnet. Es wird von einem Rückgang des konventionellen Verbrauchs ausgegangen, wobei dieser durch neue Verbraucher im Rahmen der Digitalisierung, sowie aus der Sektorenentkoppelung aufgewogen und mit einem leichten Wachstum des Gesamtverbrauchs an elektrischer Energie gerechnet wird. Ein großer Teil der Verteilnetze muss bereits bis 2024 und bis 2034 deutlich erhöht

ausgebaut werden. Bis 2034 wird im unteren Verteilnetz mit einem Ausbaubedarf von 630 Millionen Euro, im mittleren mit 1.050 Millionen Euro und im oberen mit 760 Millionen Euro gerechnet. Durch den Einsatz innovativer Maßnahmen in den Netzen kann der Verteilnetzausbau reduziert werden. Prosumer-Anwendungen können den Netzausbaubedarf, wenn sie netzdienlich eingesetzt werden, reduzieren oder durch einen nicht die Netzauslastung beachtenden Einsatz den Ausbaubedarf erhöhen. (vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2018)

**Mecklenburg-Vorpommern:** Der Energie- und $CO_2$-Bericht 2019 – 2020 wurde 2020 vom Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern veröffentlicht. Der Bericht setzt sich zusammen aus einem Teil über den Klimaschutz und den energiewirtschaftlichen Rahmen, mit Berichten zu Bevölkerung, Wirtschaft, Arbeitsplätzen und Daten zur Energieversorgung. Der Netzausbaubedarf in Deutschland steigt aufgrund eines prognostizierten Mehrverbrauchs von Strom. Mit der Novellierung des Bundesbedarfsplangesetzes wurden auch zusätzliche Hochspannungsleitungen sowie eine Höchstspannungsgleichstromübertragungsleitung, die Hansa Power Bridge, als weitere Vorhaben in Mecklenburg-Vorpommern aufgenommen. Dabei werden die Netzausbaumaßnahmen nicht nur von den beiden Flächenverteilnetzbetreibern (WEMAG Netz GmbH und E.DIS Netz GmbH), sondern auch von den Stadtwerken und anderen stromnetzbetreibenden Energieunternehmen durchgeführt. (vgl. Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern 2022)

**Niedersachsen:** Der Energiewendebericht 2020 wurde 2021 vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz veröffentlicht. Es werden neben verschiedenen Energieträgern die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren und die Infrastruktur, der Netzausbau und die Netzregulierung betrachtet. Dabei wird betont, dass ein gut ausgebautes Stromnetz benötigt wird, um eine sichere Stromversorgung zu gewährleisten. Die Netzausbaumaßnahmen werden besonders in Regionen, in denen es hohe Zuwächse an erneuerbaren Energien gibt, benötigt, da beispielsweise in windstarken Regionen mehr Strom produziert wird, als genutzt werden kann. Stromnetze sollen digitalisiert werden, um den Ausbaubedarf im Verteilnetz zu reduzieren. Um diese intelligenten Stromnetze zu fördern, wurde das Förderprogramm SINTEG („Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“) durchgeführt. Im Fokus stehen beim Ausbau die Erweiterung von 380-kV-Höchstspannungsleitungen in der sogenannten Höchstspannungs-Drehstrom-Übertragungstechnik (HDÜ) in Erdkabelbauweise, sowie Nord-Süd-Gleichstromleitungen mit Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) in Freileitungsbauweise mit teilweise Teilerdverkabelungsprojekten. Zusätzlich werden Netzanbindungsleitungen geplant, die die Einspeisung der Offshore-Windenergie in das Übertragungsnetz ermöglichen. (vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2021)

**Nordrhein-Westfalen:** Die Fortschreibung der Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen wurde 2021 vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen veröffentlicht. Es werden der Umsetzungszustand der alten Energieversorgungsstrategie NRW sowie neue Ziele behandelt und dabei wird unter anderem auf den Kohleausstieg, den Ausbau erneuerbarer Energien, klimaverträgliche Mobilität sowie den Netzausbau geschaut. Zum Netzausbau wird festgehalten, dass der Ausbau der Energieinfrastruktur durch

eine Rechtswegeverkürzung bei Offshore-Anbindungsleitungen beschleunigt wurde. Zudem wurde die erste Höchstspannungs-gleichstrom-Erdkabel-Leitung zwischen Deutschland und Belgien in Betrieb genommen und ein Gutachten zur Weiterentwicklung der Strom-Verteilnetze erstellt. Dies ergab einen erheblichen Umfang an notwendigem Netzausbau, insbesondere in städtischen Niederspannungsnetzen. Zunehmende Elektrifizierung und der Ausbau erneuerbarer Energien fordern einen starken Um- und Ausbau der Energieinfrastrukturen, vor allem bei Übertragungs- und Verteilnetzen. Deshalb wird der Gesetzesrahmen weiterhin auf mögliche Beschleunigungsmöglichkeiten bei Planung und Genehmigung von Energieinfrastrukturen geprüft. Insgesamt sollen die Energieinfrastrukturen systemübergreifend entwickelt werden. (Strom, Gas, Wasserstoff, Wärme und Kälte), um Synergieeffekte zu nutzen. (vgl. MWIDE NRW 2021)

**Rheinland-Pfalz:** Die Verteilnetzstudie Rheinland-Pfalz wurde 2014 vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität veröffentlicht. Es werden der notwendige Netzausbau, der Ausbau von Photovoltaik- und Windenergieanlagen, mögliche Szenarien unter anderem zur Speicherung sowie Smart Grids betrachtet und Handlungsempfehlungen formuliert. Rheinland-Pfalz hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 die Stromversorgung 100 % aus erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Der notwendige Ausbau von erneuerbaren Energien bedingt auch einen Aus- und Umbau der Verteilnetze. Dabei sollen Netzausbaukosten durch ein intelligentes Netzeinspeisemanagement reduziert werden. Vor allem in vorhandenen Verteilnetzen können Kapazitätsreserven durch Technologieoptionen wie Dynamic Line Rating und Hochtemperaturleiterseile günstig erschlossen werden. Die Spannungshaltung wird durch den Einsatz von Ortsnetztransformatoren ermöglicht. Der Rechtsrahmen für den Netzausbau soll durch die Anpassung der Anreizregulierungsverordnung verbessert werden, um Investitionen der Verteilnetzbetreiber anzuregen. (vgl. MKUEM RLP 2014)

**Saarland:** Der Energiefahrplan für das Saarland 2030 wurde 2021 vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr veröffentlicht. Der Anteil erneuerbarer Energien im Saarland soll ausgebaut werden, dabei werden vor allem Windenergie, Photovoltaik-Anlagen und Biomasseverwendung betrachtet. Die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 36 % bis 2030 wird als realistisch eingeschätzt. Grundvoraussetzungen bilden dabei die Schaffung von Rechtssicherheit für Windenergie und die Verfügbarkeit von Flächen. Bei Photovoltaik-Anlagen soll die Möglichkeit zur Errichtung auf Agrarflächen, Dachanlagen und bei Neubauten forciert werden. Zu dem im Rahmen des Ausbaus der erneuerbaren Energien notwendigen Netzausbaus wird in der Studie keine direkte Aussage getroffen. (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr des Landes Saarland 2021)

**Sachsen:** Das Energie- und Klimaprogramm (vgl. EKP 2021) für den Freistaat Sachsen wurde 2021 vom Sächsischen Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft veröffentlicht. Zunächst werden die Leitlinien und Grundlagen der sächsischen Energie- und Klimapolitik vorgestellt. Anschließend werden konkrete Ziele für Klimaschutz und Klimaanpassung mit Handlungsfeldern der Energie- und Klimapolitik Sachsens verknüpft. Um eine stabile Stromversorgung bei steigendem Anteil volatil eingespeister Strommengen aus erneuerbaren Energien zu gewährleisten, muss die Erzeugung und der Verbrauch von Strom stärker koordiniert werden. Anstelle von Aus- beziehungsweise Neubaumaßnahmen von Netzen sollen intelligente, durch Technologien gesteuerte Netze eine effiziente Nutzung

der Bestandsnetze ermöglichen. Große und kleine Stromspeicher werden vom Freistaat Sachsen gefördert, um die Erzeugung und Eigennutzung selbst erzeugten Stroms zu erhöhen und so die lokalen Stromnetze zu entlasten. (vgl. SMEKUL 2021)

**Sachsen-Anhalt:** Das Klima und Energiekonzept Sachsen-Anhalt wurde 2019 vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie Sachsen-Anhalt veröffentlicht. Es wird zunächst der aktuelle Stand von Klimaschutz- und Energiepolitik behandelt, anschließend werden detailliert Handlungsfelder, Anforderungen und Maßnahmen im Energie- und Klimaschutzsektor betrachtet. Sachsen-Anhalt hat einen Erzeugungsüberschuss und ist Durchleitungsland für Strom aus windreichen Gebieten hin zu Verbrauchszentren. Um Netzengpässe zu vermeiden, wird auf Netzausbau im Übertragungsnetz gesetzt. Als größtes Vorhaben ist dabei der Sued-OstLink von Wolmirstedt aus geplant. Zur Beschleunigung und Vereinfachung des Netzausbaus wird eine Novellierung des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes (vgl. NABEG) angestrebt. Das Bestandsnetz soll durch Netzoptimierungsmaßnahmen wie Freileitungsmonitorings sowie Hochtemperaturleiterseile ebenfalls besser ausgelastet werden. Die Verteilnetze auf Mittel- und Niederspannungsnetzebene sollen aufgrund der notwendigen Integration erneuerbarer Energien ausgebaut werden. Zudem sollen Leitungsnetze in intelligente Netze umgewandelt werden. (vgl. MULE 2019)

**Schleswig-Holstein:** Der Bericht Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein – Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2021 wurde 2021 vom Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung veröffentlicht. Es werden zunächst Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik vorgestellt. Daran anschließend werden Strategien und Maßnahmen im Rahmen des Kilmaschutzes und der Energiewende in verschiedenen Sektoren, beispielsweise dem Strom-, Wärme und Verkehrssektor, erläutert. Dabei wurden bereits wichtige Schritte bei Netzausbauprojekten im Höchstspannungs-Übertragungsnetz, unter anderem bei NordLink, der Westküstenleitung und SuedLink, erreicht. Des Weiteren soll das Stromnetz auf Verteilnetzebene weiter ausgebaut werden. Aufgrund der Novelle des Bundesbedarfsplans werden auch in Schleswig-Holstein weitere Stromleitungen geplant. Der Netzausbau ist notwendig, um den Ausbau der erneuerbaren Energien, besonders der Offshore-Windkraftanlagen zu ermöglichen. (vgl. MELUND 2021)

**Thüringen:** Die Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie wurde 2019 vom Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz des Freistaats Thüringen veröffentlicht. Es werden zunächst Ziel und Zweck der Strategie sowie klima- und energiepolitische Ziele thematisiert, danach werden verschiedene Sektoren wie Strom, Wirtschaft und Verkehr betrachtet und Maßnahmen formuliert. Um mit der schwankenden Stromerzeugung und somit Einspeisung aus erneuerbaren Energien umzugehen, muss das Stromsystem flexibler werden. Auf der Nachfrageseite muss der Stromverbrauch der Produktion angepasst werden, und kann auch aus Stromspeichern gedeckt werden. Zudem soll über Netze Strom aus anderen Regionen bezogen werden. Die Zahl an dezentralen Erzeugern, die an die Verteilnetze angeschlossen werden, nimmt zu. Deshalb sind Informations- und Kommunikationstechnologien notwendig, die eine intelligente Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch ermöglichen. (vgl. TMUEN 2019)

## 5.3.5 Entwicklung der Kraftwerksstandorte in Deutschland

Nachdem in Kapitel 5.1 analysiert wurde, wie sich die Situation der Energieversorgung in Deutschland im Hinblick auf den Strommix und den Beitrag der verschiedenen Energieträger dazu darstellt, wird im nachfolgenden Kapitel die Entwicklung der Kraftwerksstandorte herausgearbeitet. Hier ist zu untersuchen, ob im Zuge der Energiewende bereits Tendenzen in Richtung Dezentralisierung und Defossilisierung des Energiesystems erkennbar sind.

Eine Auflistung aller Kraftwerke stellt die Bundesnetzagentur auf ihrer Website frei zugänglich zu Verfügung. In der Kraftwerksliste sind alle Stromerzeugungseinheiten (SEE) in Deutschland aufgeführt, die eine elektrische Nettonennleistung von mindestens 10 MW pro Standort (Einzelnennung, in Summe > 10 MW) haben, sowie die Kraftwerksleistungen aus Dänemark, Luxemburg, Österreich und der Schweiz, die in das deutsche Netz einspeisen. Außerdem in dieser Liste zu finden sind die Erzeugungsanlagen kleiner 10 MW, die einen Zahlungsanspruch nach dem EEG haben (Summe nach Bundesland und Energieträger) sowie die nach Energieträger und Bundesland zusammengefassten Wind- und Photovoltaik-Anlagen und die Erzeugungsanlagen kleiner 10 MW, die keinen Zahlungsanspruch nach dem EEG haben (nach Energieträger zusammengefasst) (vgl. BNetzA 2022c).

Insgesamt erzeugen die Energieerzeugungsanlagen zusammen zum Stand November 2022 eine Nettonennleistung von 238,7 GW, wovon 231,3 GW am Strommarkt abgesetzt werden (s. Tab. 20). Von der insgesamten Nettonennleistung werden 143,2 GW aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt und 18,8 GW davon weisen einen Zahlungsanspruch gemäß EEG auf (s. Tab. 20) (vgl. ebd.).

**Tabelle 20: Zusammenfassung Energieerzeugungsanlagen (Stand: 25. November 2022)**

Quelle: BNetzA 2022a

| | GW |
|---|---|
| Nettonennleistung gesamt | 238,7 |
| davon am Strommarkt | 231,3 |
| davon erneuerbare Energieträger | 143,2 |
| davon mit Zahlungsanspruch gemäß EEG (zum 30. Juni 2022) | 138,8 |

Abbildung 68 stellt verschiedene Kraftwerksstandorte nach Energieträger für Deutschland sowie die Nettoleistung dieser Standorte in MW dar. Im Rahmen der Energiewende ist eine hohe Produktion aus erneuerbaren Energieträgern wünschenswert sowie eine Konzentration der Standorte in dicht besiedelten Bereichen beziehungsweise Bereichen mit hohen Verbräuchen, um Transportwege zu verringern. Es ist zu erkennen, dass vor allem in NRW, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg noch große Mengen Strom in den verbleibenden Braunkohlerevieren produziert werden. In NRW sind zudem viele Erdgaskraftwerke vorhanden, wie auch in den anderen Bundesländern in geringeren Mengen. In NRW konzentriert sich eine große Menge an Kraftwerken in der Rhein-Ruhr-Region, wobei hier neben Braunkohle und Erdgas vor allem Steinkohle und einige Kraftwerksstandorte mit dem Energieträger nichtbiogener Abfall zu finden sind. In Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein ist die Zahl der Kraftwerksstandorte gering. Besonders viele verschiedene Kraftwerke auf engem Raum befinden sich in den dicht besiedelten Stadtstaaten. Biomasse als Energieträger ist insgesamt mehr in ländlichen Regionen verbreitet, vor allem in der nördlichen Hälfte Deutschlands. Wasser als Energieträger wird nur in wenigen Bundesländern genutzt und hat jeweils nur eine geringe Nettoleistung. Besonders verbreitet

ist Wasser als Energieträger in Bayern und Rheinland-Pfalz. Aufgrund des Stands der zugrundeliegenden Tabelle finden sich in der Karte auch die drei verbliebenen deutschen Kernkraftwerke mit ihren entsprechend hohen Leistungen, die jedoch zum 15. April 2023 vom Netz genommen wurden. Wenig verbreitete Energieträger mit einer geringen Nettoleistung sind Mineralölprodukte, Wärme und Speicher. Pumpspeicher sind ebenfalls wenig verbreitet, weisen aber eine höhere Nennleistung auf. Insgesamt zeigt sich in Deutschland ein sehr gemischtes Bild an Energieträgern der Kraftwerksstandorte. Dabei weisen die wenigen Braunkohlestandorte eine große Nettoleistung auf, während Erdgasstandorte häufig geringere Nettoleistungen aufweisen, dabei jedoch sehr oft verbreitet sind. Als sogenannte Brückentechnologie sind sie im Zuge der Energiewende zentrale Bausteine, da sie sehr flexibel steuerbar sind und somit die volatile Energieproduktion aus erneuerbaren Energien ausgleichen können. Damit dominieren bei den abgebildeten Kraftwerken noch die fossilen Energieträger. Im Rahmen der Energiewende wäre eine Zunahme bei den erneuerbaren Energieträgern wie beispielsweise Biomasse wünschenswert. Zu beachten ist, dass in der Karte keine dezentralen Kleinkraftwerke auf Haushalts- oder Quartiersebene mit entsprechend geringen Nettoleistungen dargestellt sind. Diese tragen jedoch bereits jetzt einen erheblichen Teil zum Strommix bei und werden im Zuge der Dezentralisierung des Energiesystems einen zunehmenden Anteil am Strommix ausmachen.

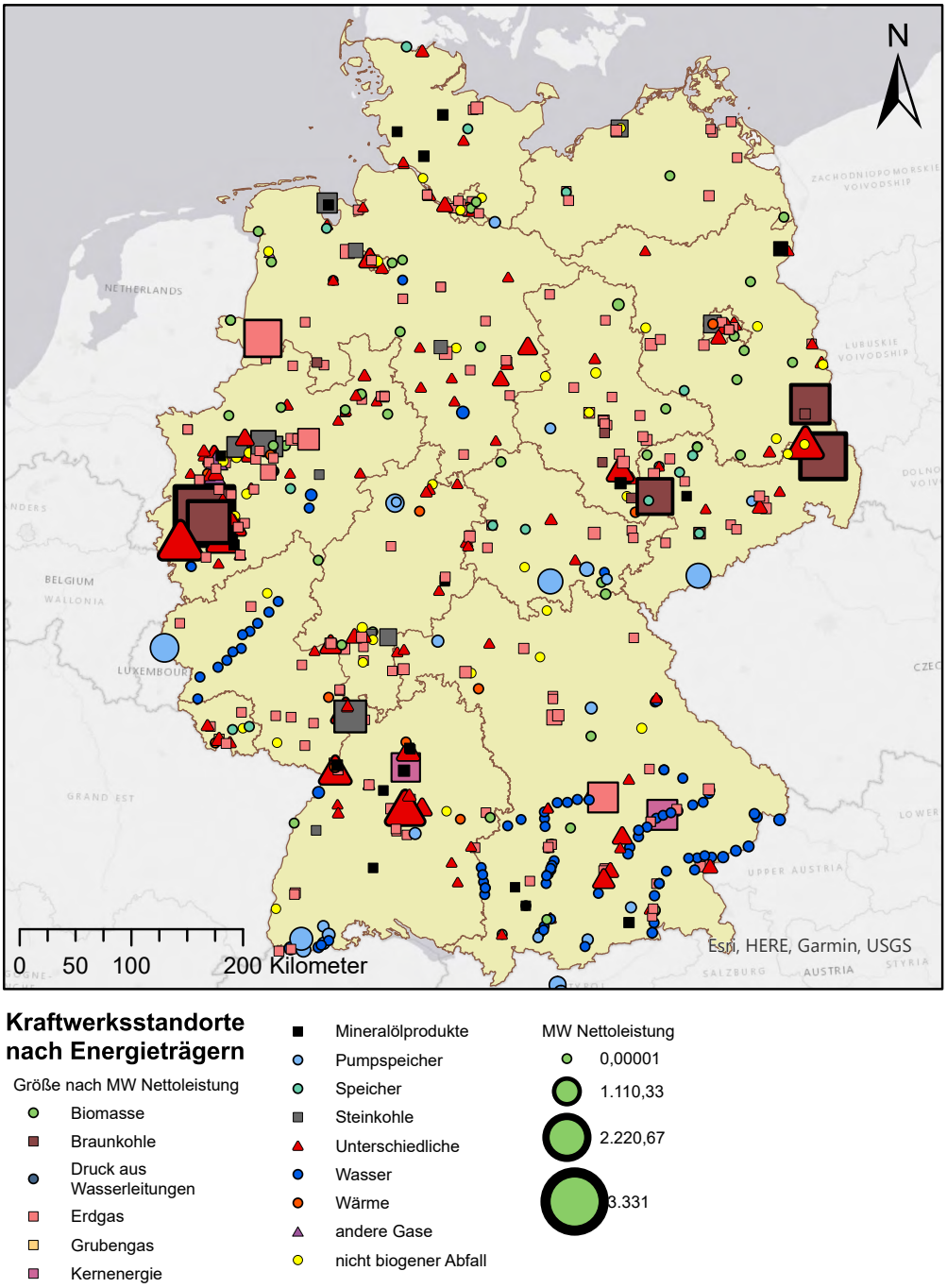
Die Abbildung 69 zeigt die Standorte von Kraftwerken in Deutschland zum Stand November 2021, sowie ihre jeweilige Nettonennleistung in Megawatt (MW). Dabei wird in seit 2013 stillgelegte Kraftwerke, ab 2013 hinzugekommene Kraftwerke und weitere Kraftwerksstandorte, die in Betrieb oder in Reserve sind, unterschieden. Dabei ist im Rahmen der Energiewende durch die Abkehr von fossilen Energieträgern von der Stilllegung einiger Kraftwerke auszugehen. Diese sollten jedoch durch neu hinzukommende Kraftwerke ausgeglichen werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Es lässt sich ein leichtes Ost-West-Gefälle mit etwas mehr stillgelegten Kraftwerken seit 2013 im Westen Deutschlands und dort vor allem im Nordwesten Deutschlands erkennen. Dabei hatten die stillgelegten Kraftwerke überwiegend eine hohe Nettonennleistung. Besonders viele Kraftwerke wurden in NRW und dort vor allem im Ruhrgebiet geschlossen, was auf den Ausstieg aus Kohle und Kernenergie als Energieträger zurückgeführt werden kann. Hier sind jedoch auch einige Kraftwerke mit einer großen Nettonennleistung seit 2013 hinzugekommen, wodurch der Verlust der Nettonennleistung durch die geschlossenen Kraftwerke ungefähr ausgeglichen wird. Am wenigsten Kraftwerke geschlossen oder dazu gekommen sind in Mecklenburg-Vorpommern. Insgesamt sind mehr Kraftwerke seit 2013 hinzugekommen als stillgelegt worden. Die hinzugekommenen Kraftwerke weisen dabei durchschnittlich jedoch eine geringere Nettonennleistung als die geschlossenen auf. Dies kann auf die Verwendung anderer Energieträger zurückgeführt werden. Es kann jedoch von einer ungefähr gleichbleibenden, wenn nicht sogar zunehmenden Nettonennleistung in Deutschland und somit einer gesicherten Versorgung ausgegangen werden.

Die Abbildung 70 zeigt Standorte mit erwartetem Zubau und Marktaustritten von Kraftwerksblöcken bis 2025, sortiert nach fossilen Energieträgern sowie Netto-Nennleistung in Megawatt. Im Rahmen der Energiewende ist eine Stilllegung dieser Kraftwerke wünschenswert. Insgesamt überwiegt die Stilllegung sowohl von der Anzahl als auch der Nettonennleistung den Zubau. Es ist ein Ost-West-Gefälle erkennbar, mit deutlich mehr Aktivitäten sowohl bei der Stilllegung als auch beim Zubau

im Westen. Besonders viele Stilllegungen gibt es in NRW, wobei im Norden vor allem die Steinkohle betroffen ist, während im Süden dieses Bundeslandes vor allem Braunkohlestandorte stillgelegt werden. Der Zubau findet vor allem bei dem Energieträger Erdgas statt, die Stilllegung vor allem bei der Steinkohle. Der Zubau von Kraftwerken mit dem Energieträger Erdgas findet primär in Bundesländern statt, in denen auch Stilllegungen zu verzeichnen sind. Zudem wird sowohl in Baden-Würt-

**Abbildung 68: Kartographische Darstellung der Kraftwerksstandorte nach Energieträgern in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf BNetzA 2022a



temberg, Bayern und Niedersachsen je ein Kernkraftwerk stillgelegt. Mecklenburg-Vorpommern und Berlin sind als einzige Bundesländer von keinen Stilllegungen oder Zubauten betroffen. Nur Zubauten gibt es in Sachsen, Schleswig-Holstein und Hamburg. Insgesamt ist das hier überwiegende Bild von Stilllegung von Kraftwerken mit fossilen Energieträgern im Rahmen der Energiewende wichtig und notwendig.

**Abbildung 69: Kartographische Darstellung der seit 2013 stillgelegten Kraftwerke, der ab 2013 hinzugekommenen Kraftwerke sowie weiterer Kraftwerksstandorte in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf BNetzA 2022a

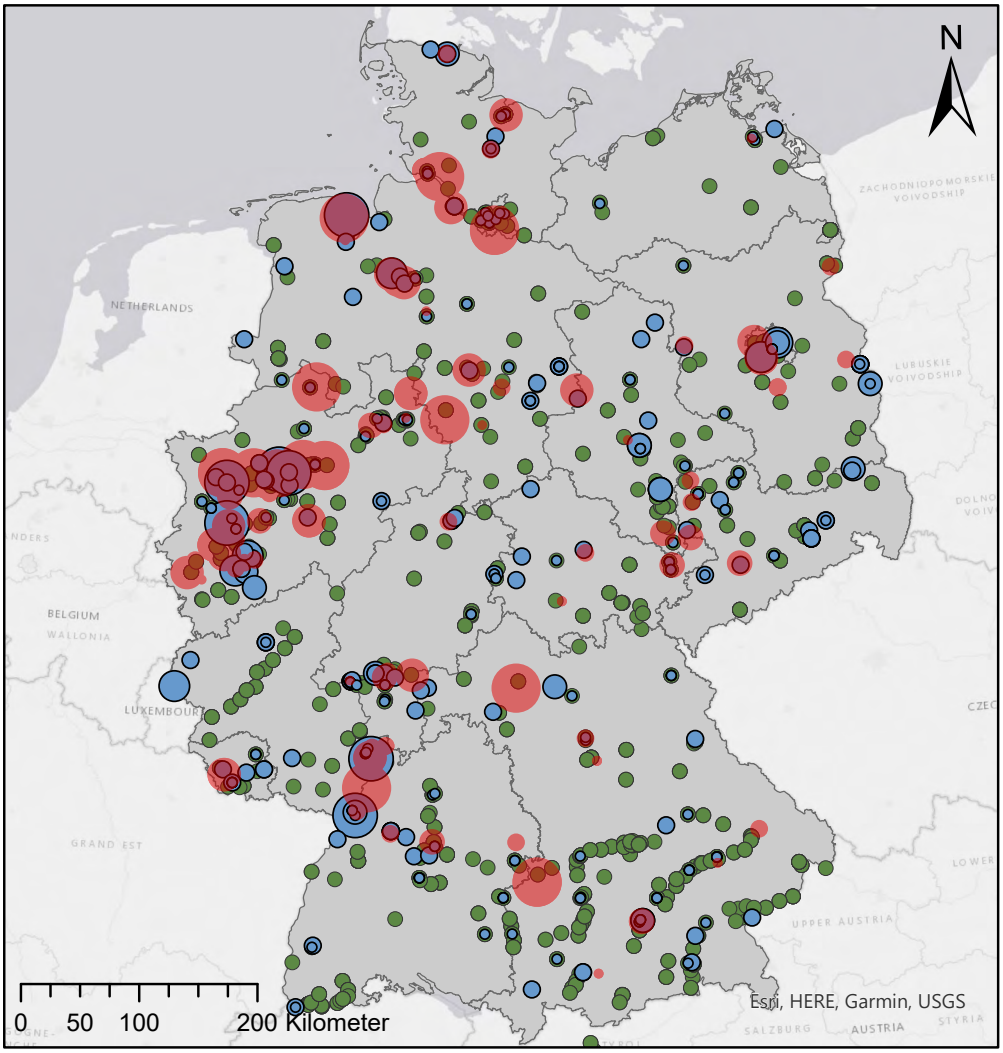
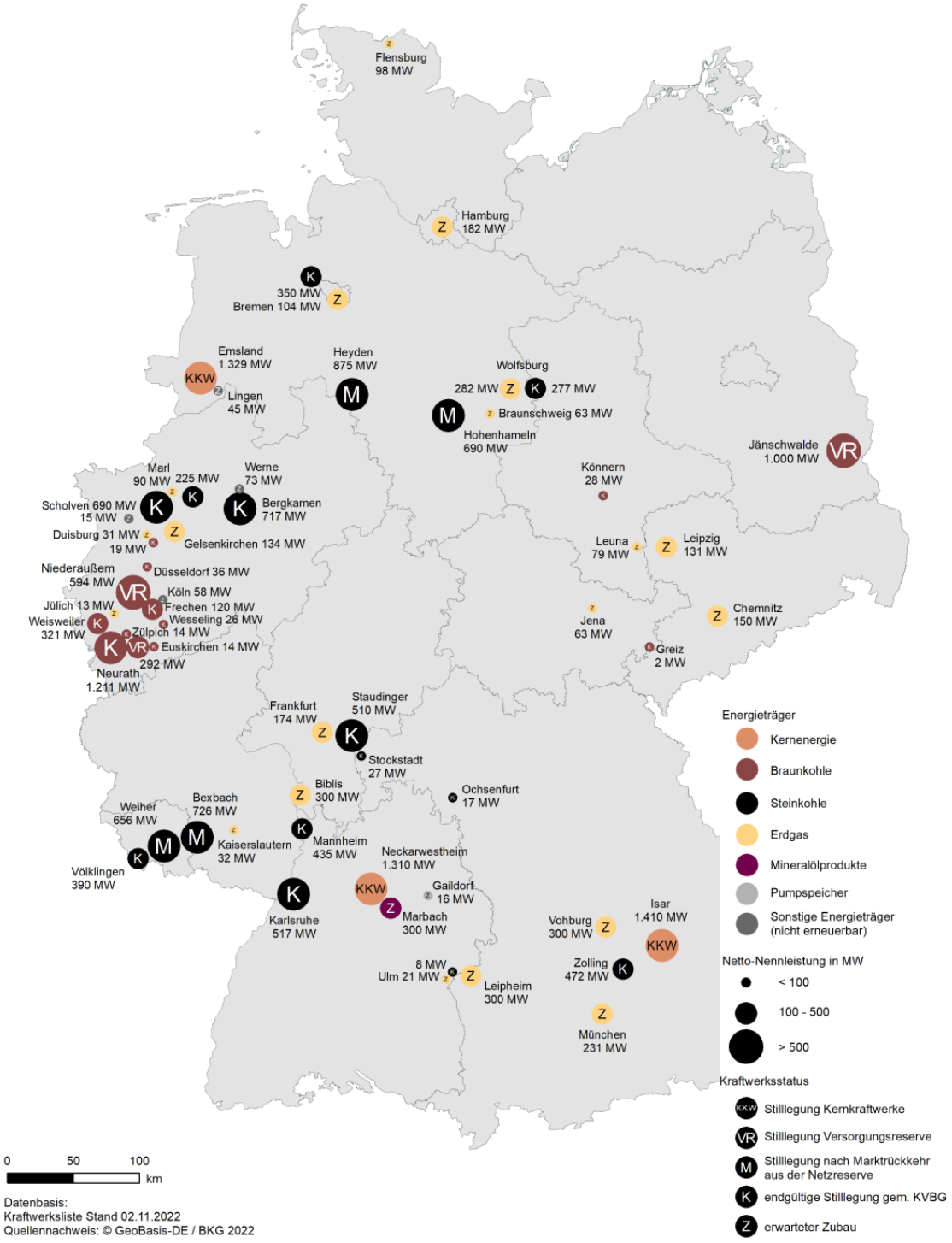


**Abbildung 70: Kartographische Darstellung der seit 2013 stillgelegten, der von 2013 bis 2022 hinzugekommenen sowie weiterer Kraftwerksstandorte in Deutschland**

Quelle: BNetzA 2022b: 87



## 5.3.6 Clusteranalyse Potenzialräume für erneuerbare Energien

Um für eine etwaige Weiterentwicklung der Leitbildkarte 4b „Erneuerbare Energien und Netze“ bundesweite Schwerpunkträume für den künftigen Ausbau der erneuerbaren Energien identifizieren zu können, bedarf es zunächst einer Potenzialanalyse. Hierzu sollen flächendeckend die gegebenen Potenziale für die Nutzung regenerativer Energien in einem clusterbildenden Verfahren zusammengeführt werden, um so herauszuarbeiten, welche Teilräume sich vorwiegend für die Nutzung welcher Art der Energieproduktion aus erneuerbaren Energien eignet. Diese Analyse ist explizit zur Herausarbeitung möglicher Schwerpunkträume und nicht zur Identifikation von Ausschlussräumen gedacht. Sie schließt keine Restriktionen oder vorhandene Raumnutzungen ein, sondern basiert ausschließlich auf der räumlichen Verteilung der meteorologisch-geologischen (Solar- und Windenergie bzw. Hydrothermie) Potenziale sowie der Biomassenpotenziale.

### Methodik der Clusteranalyse

Ziel einer Clusteranalyse ist es, große Datensätze im Hinblick auf Ähnlichkeiten zwischen den einzelnen Daten zu analysieren. Sie zählt zu den explorativen Verfahren und teilt einzelne Datenpunkte in eine bestimmbare Anzahl an Gruppen ein, die möglichst ähnliche Dateneigenschaften aufweisen, die sogenannten Cluster. Ziel der Gruppeneinteilung ist in der Regel, dass die Datenpunkte im Hinblick auf die einbezogenen Indikatoren innerhalb eines Clusters möglichst homogen sind, die Cluster im Vergleich aber möglichst heterogen ausfallen. So lassen sich Besonderheiten und Ähnlichkeiten der Datenstruktur herausarbeiten. In der vorliegenden Studie beziehen sich diese clusterbildenden Dateneigenschaften auf das Vorliegen unterschiedlicher Eignungsgrade für die Nutzung verschiedener erneuerbarer Energien im Raum. Je nach Datenstruktur und Zielstellung können unterschiedliche Methoden und Vorgehensweisen für die Durchführung einer Clusteranalyse gewählt werden.

Datengrundlagen für die durchgeführte Clusteranalyse waren die auf Rasterflächenebene (1 km² INSPIRE-Grid) vorliegenden georäumlichen Potenziale für die Nutzung von Solarenergie (Globalstrahlung in kWh/m²), Windenergie (mittlere Windgeschwindigkeit in m/s), Geothermie (hydrothermisches Potenzial in °C) sowie Biomasse (theoretisches Biomassenpotenzial in t/a). Da die verwendeten Datengrundlagen unterschiedliche Einheiten und dementsprechende Größen der Werte aufweisen, wurde eine z-Standardisierung durchgeführt, um die Indikatorenwerte in einen dimensionslosen z-Wert umzurechnen und somit im Rahmen der Clusteranalyse vergleichbar zu machen.

Vor dem Hintergrund der verfügbaren Rechenleistung sowie der Zielstellung einer Identifikation großräumiger Schwerpunkte wurden die vorliegenden Datengrundlagen auf Durchschnittswerte für das 5x5-Kilometer-INSPIRE-Grid umgerechnet. Auch für diese Datenmenge, immerhin knapp 16.000 Rasterflächen deutschlandweit, sowie vor dem Hintergrund der Analyse einer räumlichen Verteilung von Datenpunkten bietet sich das hierarchische Clusterverfahren an, da es die Clusterbildung so berechnet, dass bei einer zunehmenden Zahl an Clustern die Unterschiede zwischen den Clustern trotzdem möglichst groß bleiben und die Cluster in sich homogen sind. Die Berechnung der Cluster erfolgte nach der Methode Ward’s Linkage, die der Varianzanalyse ähnelt und bei hierarchischen Clusteranalysen zu den Standardmethoden zählt.

Die Berechnung der Cluster erfolgte mit der Software GeoDa in einem iterativen Prozess. Es wurden mehrere Varianten mit einer unterschiedlichen Zahl an Clustern berechnet und miteinander verglichen.

In Abstimmung mit dem Auftraggebenden wurde die nachfolgend dargestellte Variante ausgewählt, da sie nach Ansicht der Verfassenden die Variante darstellt, die den besten Kompromiss aus charakteristischen Clustern und der kognitiven Erfassbarkeit der Cluster sowie einer angemessenen Großräumigkeit der Cluster darstellt. Dieser optische Eindruck wird auch durch die statistischen Kennwerte der „sum of squares" bestätigt. Der Wert „sum of squares" gibt die Summe der quadrierten Abstände der Datenpunkte an. Ähnlich der Methode der kleinsten Quadrate bei Regressionsanalysen wird dieses Vorgehen verwendet, um die Streuung der Datenpunkte in einem Kennwert zu erfassen. Da größere Abstände durch die Quadrierung stärker einfließen, liefert der Kennwert einen schnellen Eindruck über die Streuung der Daten. Im konkreten Fall werden von GeoDa für jede Clusteranalyse die „sum of squares" innerhalb der Cluster sowie zwischen den Clustern angeben. So lässt sich schnell erschließen, wie homogen die Cluster in sich sind („within-clusters sum of squares" sollte möglichst klein sein) beziehungsweise wie deutlich die verschiedenen Cluster voneinander abweichen („between-clusters sum of squares" sollte möglichst groß sein).

Um die Lesbarkeit und Anschaulichkeit der Karte zu verbessern und nicht aufgrund der Grid-Zellen basierten Analyse den Eindruck einer Scheingenauigkeit durch spezifisch verortbare Grid-Zellen zu vermitteln, wurde in einer GIS-Software ein Glättungsverfahren angewendet. Dieses gleicht kleinräumige Ausreißer aus und bildet aus den Rasterzellen eines Clusters natürlichere großräumigere Regionen.

## Potenziale für Solar, Wind, Biomasse und Geothermie/Hydrothermie in Deutschland

In Fortführung der vorhandenen Leitbildkarte werden dazu die Energieträger Solarstrahlung, Windenergie und Biomasse aufgegriffen und um die hydrothermischen Potenziale ergänzt. Datengrundlagen hierfür waren im Hinblick auf die Solarenergie die auf dem Open-Data-Portal des Deutschen Wetterdiensts (DWD) bereitgestellten Rasterdaten zur jährlichen Globalstrahlung im Jahr 2021 (vgl. DWD 2021a). Für die Bestimmung der Potenziale der Windkraftnutzung wurde ebenfalls ein Datensatz des Open Data-Portals des DWD verwendet (vgl. DWD o. J.b). Die geothermischen Potenziale basieren auf dem „Geothermie-Atlas", den das Leibnitz-Institut für Angewandte Geophysik über das Geothermische Informationssystem online zur Verfügung stellt (vgl. LIAG o. J.) und für die Potenziale zur Nutzung von Biomasse zur regenerativen Energieerzeugung wird der Datensatz des Deutschen Biomassenforschungszentrum (DBFZ) als Basis herangezogen (vgl. DBFZ o. J.). Die verwendeten Karten sind in Abbildung 71 kurz dargestellt. Da, wie bereits in den vorausgehenden Analysen aufgezeigt, die Potenziale zur Nutzung der Wasserkraft in Deutschland weitgehend ausgeschöpft sind, wurde dieser Energieträger im Vergleich zur bestehenden Leitbildkarte nicht in die Analyse aufgenommen. Etwaige Potenziale durch die Nutzung von Gezeitenkraftwerken an der deutschen See sind gegebenenfalls gesondert zu prüfen.

Die bundesweiten Cluster zur Identifikation von Schwerpunkträumen zur Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer hierarchischen Clusteranalyse mit einer Vorgabe von fünf unterschiedlichen Clustern. Da die Datengrundlage des INSPIRE-Grids die deutsche Hoheitszone in Nord- und Ostsee miteinschließt, hierfür jedoch keine Datengrundlagen vorliegen, hat sich in der Clusteranalyse ein Cluster für die Grid-Zellen ergeben, welches die deutsche See abdeckt. Dieses fünfte Cluster wird daher nicht weiter analysiert und auch nicht mit einem eigenen Buchstaben benannt. Die übrigen vier Cluster sind mit

den dimensionslosen Buchstaben A bis D bezeichnet und weisen gemäß der Daten spezifische Eigenschaften auf, die unterschiedliche Potenziale zur Erzeugung regenerativer Energie bieten. In Tabelle 21 sind diese Potenziale in qualitativer Beschreibung gegenübergestellt. Für die Clusteranalyse wurden die Potenziale zur Nutzung von Windenergie, Solarstrahlung, Biomassenströmen sowie Hydrothermie herangezogen. Weitere Indikatoren oder Restriktionen wurden nicht berücksichtigt.

**Abbildung 71: Grundlagenkarten der Potenziale für Solar, Wind, Biomasse und Geothermie/Hydrothermie in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf DWD 2021a, DWD o. J.b, LIAG o. J., DBFZ o. J.

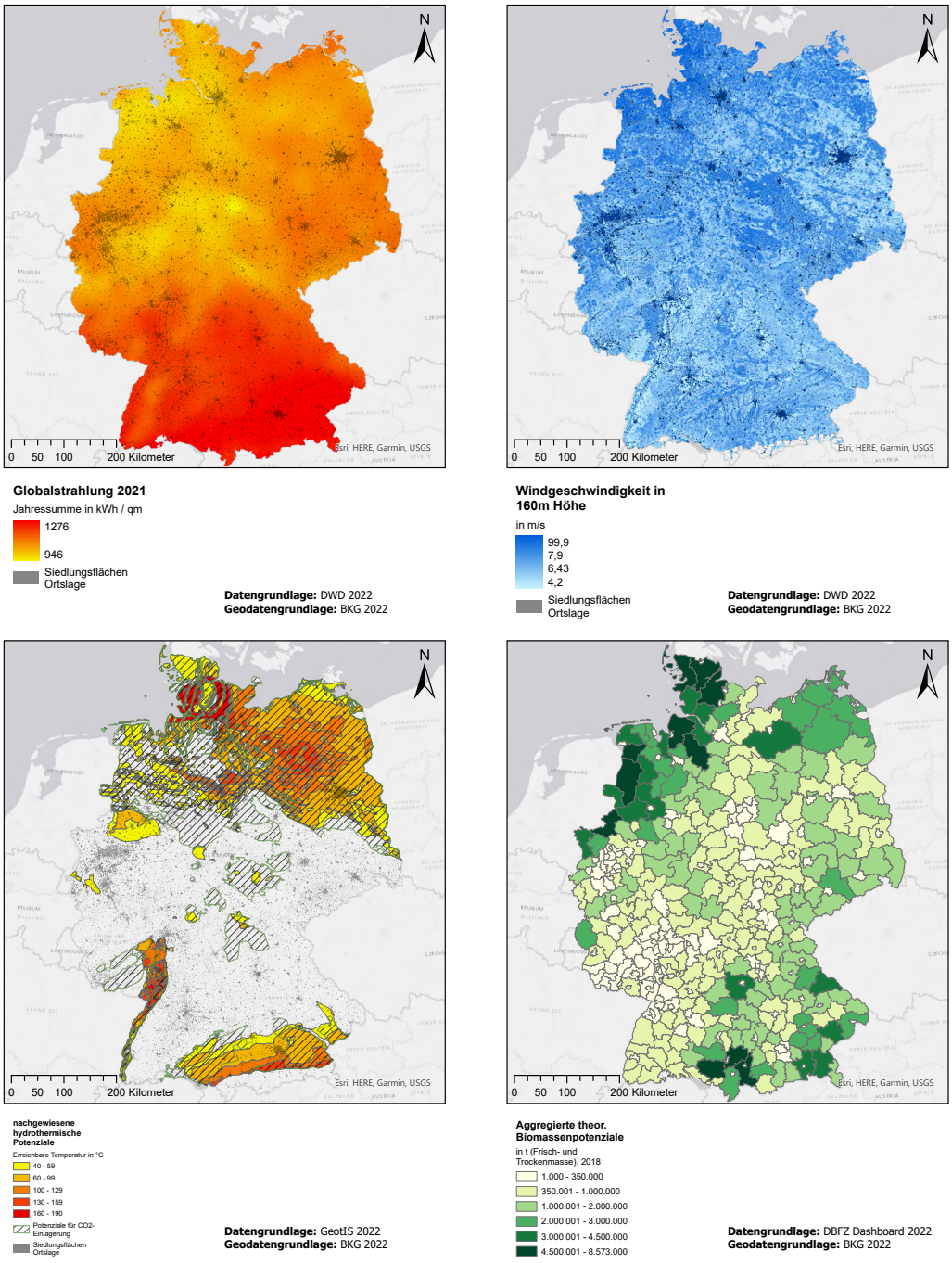


**Tabelle 21: Charakteristika der vier Cluster**

Quelle: eigene Darstellung

| Cluster | Windpotenzial | Solarpotenzial | Biomassenpotenzial | Hydrothermiepotenzial |
|---|---|---|---|---|
| A | gering | hoch | gering | keines |
| B | mittel | hoch | mittel | hoch |
| C | hoch | mittel | hoch | mittel |
| D | hoch | gering | sehr hoch | hoch |

Cluster A zeichnet sich durch ein hohes Potenzial zur Nutzung von Solarenergie aus, wohingegen nur geringe Potenziale zur Nutzung von Windkraft oder Biomasse vorliegen. Cluster B bietet für alle vier untersuchten Energieträger zumindest mittlere Potenziale, bei Solarenergie und Hydrothermie jedoch hohe Potenziale, sodass diese Formen der Energiegewinnung in den entsprechenden Räumen die höchsten Energiegewinne versprechen. Bei Cluster C verhält es sich spiegelverkehrt zu Cluster B – es weisen alle Energieträger Potenziale auf, doch bieten Windkraft und Biomasse die höchsten Potenziale. Cluster D bietet die breitesten Potenziale, da bis auf die Solarenergie die übrigen Energieträger hohe bis sehr hohe Potenziale bieten. Das Biomassenpotenzial ist im Vergleich zu den übrigen Clustern in Cluster D im Durchschnitt so hoch, dass diesem deutlichen Abstand durch die Ausweisung eines sehr hohen Potenzials Rechnung getragen wird.

Im Hinblick auf die räumliche Verteilung der Cluster (s. Abb. 72) ist festzustellen, dass das durch sein Solarpotenzial geprägte Cluster A weite Teile Mittel- und Süddeutschlands einnimmt. Als mögliche Restriktionen sind in der Karte die Siedlungsflächen (Ortslagen gem. CORINE Land Cover) leicht grau hinterlegt. Hinsichtlich der potenziellen Nutzung von Solarenergie sollten jedoch womöglich Dachflächen und Abstandsflächen an Autobahnen zur Errichtung von Photovoltaik-Anlagen genutzt werden, sodass die Siedlungsflächen in diesem Cluster nur eine eingeschränkte Restriktion darstellen.

Cluster B ist in seiner räumlichen Verteilung sehr stark an den Geothermiepotenzialflächen orientiert, da es neben den Solarpotenzialen vor allem durch die geothermischen Potenzialen charakterisiert ist. Vor allem im Nordosten Deutschlands sowie entlang des Oberrheingrabens und im Alpenvorland liegen die Schwerpunkträume, die sich für eine derartige Nutzung eignen würden. Auch für dieses Cluster stellen die Siedlungsflächen nur eine geringe Restriktion dar, da hier ebenfalls Dachflächen genutzt werden sollten und die Tiefengeothermie nur punktuelle Raumbedarfe stellt, bei gleichzeitig potenziell hohem energetischem Output je Standort. Insofern stehen die beiden potenziellen Energieträger in diesem Cluster nicht in räumlicher Konkurrenz zueinander. Auch die mittleren Windenergiepotenziale- und Biomassenpotenziale können gegebenenfalls noch parallel genutzt werden (z. B. über Agri-Photovoltaik-Anlagen).

Cluster C ist durch hohe Windkraft- sowie Biomassenpotenziale gekennzeichnet und vorwiegend im Nordwesten Deutschlands und im äußersten Nordosten verortet sowie in einigen Räumen in Süddeutschland. Die Lage dieses Clusters ist sehr stark von den hohen Windenergiepotenzialen in Norddeutschland beeinflusst.

Cluster D wiederum bietet mit Ausnahme der Solarenergie hohe Potenziale für verschiedenartige erneuerbare Energien und ist vor allem an den norddeutschen Küstenregionen verortet sowie vereinzelt im Alpenvorland. Auch in diesem Cluster schließt sich die Nutzung der verschiedenen Energieträger nicht gegenseitig aus, sodass die Hebung der Potenziale durch multifunktionale Flächennutzung gesteigert werden kann. In diesem Cluster sollten die bestehenden Siedlungsstrukturen jedoch als Restriktionsflächen verstanden werden, zum einen aufgrund der geltenden Abstandsregelungen zwischen Windenergieanlagen und Siedlungsflächen sowie zum anderen aufgrund der sich weitgehend ausschließenden gleichzeitigen Nutzung von Flächen für Siedlungszwecke und landwirtschaftliche Zwecke. Treffenderweise sind die identifizierten Schwerpunkträume weitgehend dünn besiedelt.

In Anknüpfung an die bestehende Leitbildkarte sind neben den Clusterräumen schraffiert die geologischen Potenziale zur $CO_2$-Einlagerung dargestellt. Diese Potenziale finden sich vorwiegend in Norddeutschland, einigen Flächen in Mitteldeutschland sowie am Oberrheingraben und im Alpenvorland. Die dargestellten Flächen wurden aus der Datenquelle übernommen und nicht weitergehend verarbeitet.

Neben der Einteilung der Grid-Zellen in die fünf Cluster gibt das Analysetool GeoDa auch die statistischen Kenn- und Lagewerte zu den identifizierten Clustern aus. Diese ermöglichen es, die Cluster zu charakterisieren und einzuschätzen, ob sie die Ansprüche an innere Homogenität und Heterogenität zwischen den Clustern erfüllen.

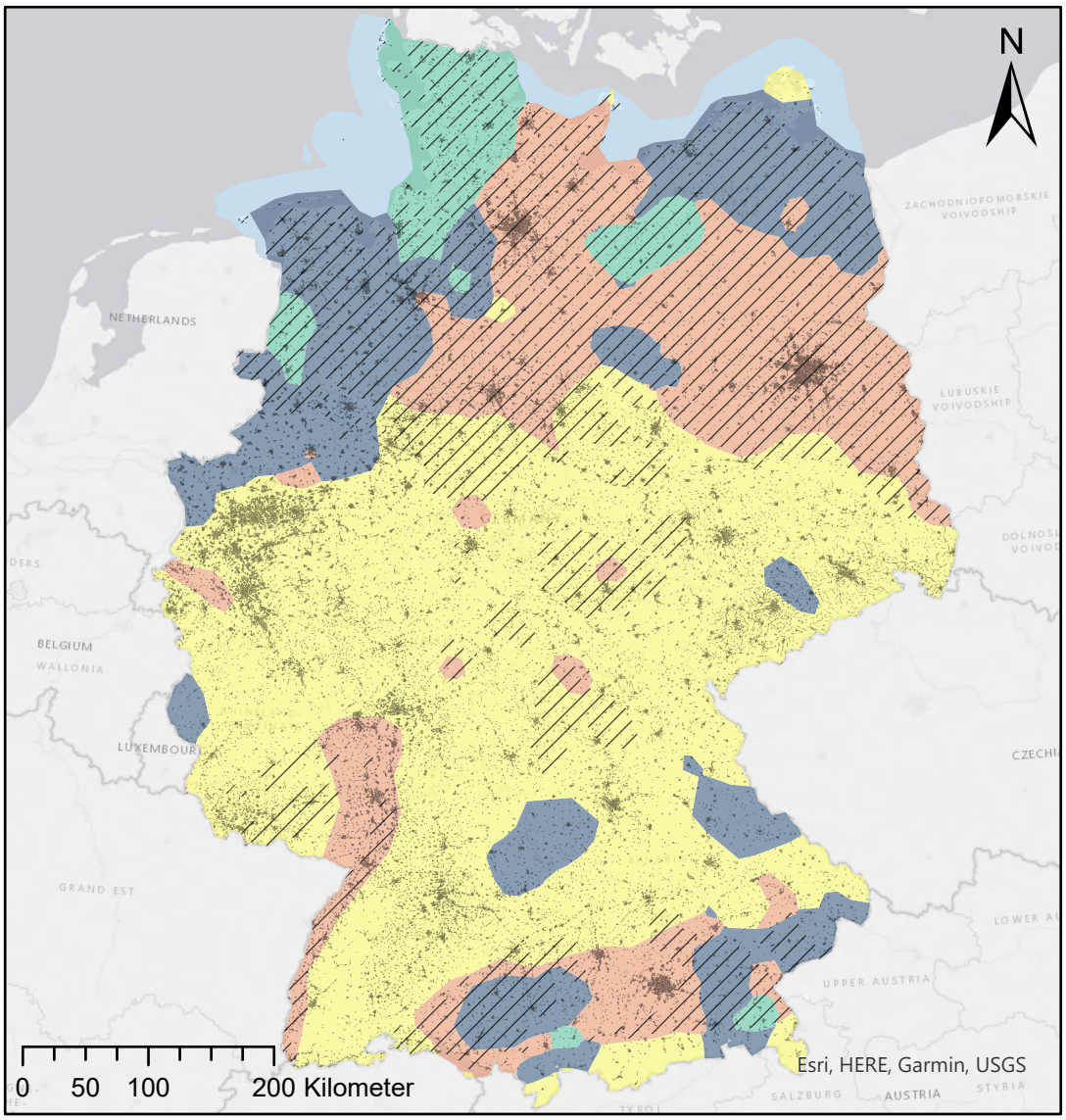
Im nachfolgend in Abbildung 72 dargestellten Ergebnis der Clusteranalyse kann von statistisch aussagekräftigen Clustern ausgegangen werden, da die identifizierten Cluster die zuvor definierten Zielsetzungen weitestgehend erfüllen. Der entsprechende Kennwert („ratio of between to total sum of squares“) liegt mit 0,76 vergleichsweise nah am Optimum von 1,0, was einer theoretisch perfekten Verteilung der Messwerte auf die Cluster entsprechen würde.

Anhand der Kennwerte zur Lage der Cluster im Datenraum lassen sich die Cluster charakterisieren und gegeneinander abgrenzen. Diese Lagemaße (Cluster-Mittelpunkte) wurden herangezogen, um die in Tabelle 21 dargestellte Charakterisierung der vier Cluster abzuleiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in der Tabelle dargestellte qualitative Bewertung der Potenziale eine relative Bewertung in Bezug auf die in die Analyse eingeflossenen Daten darstellt. Es handelt sich also um eine Charakterisierung, ob die analysierten erneuerbare Energie-Potenziale in einem Cluster im Vergleich zur gesamten Datengrundlage relativ hoch oder gering ausfallen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Clusteranalyse muss berücksichtigt werden, dass es sich um ein exploratives Verfahren zur Datenanalyse handelt, das allein aufgrund der statistischen Zusammenhänge Cluster bildet. Diese leiten sich nur mittelbar über die einfließenden Kennwerte aus realen Gegebenheiten ab. Die Auswahl der Datensätze, die gewählte Clustermethode sowie die gewählte Anzahl der Cluster haben einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis. Dementsprechend sollten die Ergebnisse kritisch hinterfragt werden und konkrete Potenziale sind aufgrund der ortsspezifischen Gegebenheiten stets zu prüfen. Im Hinblick auf eine erste flächendeckende Analyse großer Datenmengen und zur groben Identifikation großräumiger Potenzialräume auf raumordnerischer Ebene kann die Methodik jedoch zielführende Ergebnisse liefern.

**Abbildung 72: Potenzialräume für erneuerbare Energien als Ergebnis der Clusteranalyse**

Quelle: eigene Darstellung




**Potenziale Erneuerbare Energien**

Cluster

- A
- B
- C
- D
- See
- Potenziale für $CO_2$ Einlagerung
- Siedlungsflächen Ortslage

## 5.4 Fazit zu Kapitel 5

- Hinsichtlich des **Netzausbaus** wurden in erster Linie der aktuelle Stand sowie absehbare Planungsvorhaben des Stromnetzausbaus betrachtet. Die Übertragungsnetzbetreiber haben 2021 ein Höchstspannungsnetz mit einer Länge von 37.000 km betrieben. Um dieses Netz weiter auszubauen, damit das System für die volatile Stromerzeugung durch erneuerbare Energieträger ausgelegt ist, wurde die Zahl der in den Gesetzen enthaltenen Vorhaben zum Ausbau des Höchstspannungsnetzes im Zeitraum zwischen 2016 und 2022 von 65 auf 101 erhöht. Ursache hierfür war die Novellierung des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPlG). Dadurch stieg die Gesamtzahl der aus dem Gesetz abgeleiten Leistungskilometer von 7.900 auf 12.234. Die Länge der realisierten Leitungskilometer stieg von 730 km auf 2.134 km im Jahr 2022. Dies zeigt den enormen infrastrukturellen Aufwand, der mit der Energiewende einhergeht. Gleichzeitig stellt dies enorme Flächenbedarfe dar, die planerisch abzuwägen und zu realisieren sind. Dass bislang nur etwa ein Viertel der geplanten Leitungskilometer genehmigt, im Bau oder fertig sind, verdeutlicht die Komplexität dieser Aufgabe. Hier ist nicht allein die Energiewirtschaft für eine Beschleunigung der Transformation verantwortlich, sondern auch die Planungsakteure spielen dabei eine Rolle.

- Diese Entwicklungen zeigen, dass es große Anstrengungen gibt, die **Energiewende** umzusetzen. Vor dem Hintergrund der gewonnenen Kenntnisse ist aber auch anzumerken, dass die Maßnahmen für den Ausbau der Energieerzeugungsanlagen sowie des Netzausbaus nicht ausreichen, um das bundespolitische Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen.

- Im Hinblick auf den Fortschritt der Energiewende im Raum zeigt die **Geodatenanalyse**, dass zahlreiche Ausbaubedarfe im Energienetz bestehen und der Strommix noch weit weg von der angestrebten Klimaneutralität (§ 3 KSG) ist. Auch die Siedlungsstrukturen haben nicht flächendeckend den Charakter verkehrs- und energiesparsamer Strukturen, wie im MKRO-Leitbild „Raumnutzung steuern und nachhaltig entwickeln“ gefordert wird. Der Wohnflächenverbrauch ist in einigen Bundesländern sehr hoch, noch weiter steigend und damit sehr energieineffizient. Das Monitoring des Netzausbaus zeigt nur schleichende Fortschritte und ist damit zu langsam in Anbetracht der aktuellen Netzauslastung und künftiger Bedarfe. Allerdings wird in Zukunft mit einer Beschleunigung gerechnet, da derzeit große Ausbauvorhaben im Planungsprozess schon weit fortgeschritten sind und die Realisierung somit näher rückt. Trotzdem besteht großer Handlungsbedarf für die Raumordnung vor allem in den Bereichen Flächenbereitstellung, Abwägung und der Koordination der Raumbedarfe. Auch der Gasnetzausbau muss in der aktuellen geopolitischen Situation vorangetrieben werden, was auch die aktuelle nochmalige Überarbeitung des Netzentwicklungsplans (NEP) Gas zeigt. Dabei ist der Gasnetzausbau auch für Wasserstoff im Rahmen der Sektorenkopplung als künftiger Energieträger und -speicher wichtig. Die Potenzialflächen für den Ausbau der erneuerbaren Energien haben aufgezeigt, dass in naher Zukunft eine Flächenaktivierung notwendig ist.

- Der **Strommix der Bundesländer** zeigt die Disparitäten zwischen ebendiesen im Hinblick auf die Fortschritte in der Energiewende. Während die norddeutschen Bundesländer offensichtlich schon einen größeren Teil ihres Strommixes auf erneuerbare Energien umgestellt haben, setzen andere Bundesländer noch sehr stark auf fossile Energieträger

(insbesondere Bundesländer mit Braunkohlerevieren). Auch in diesen Bundesländern wird sich mit dem angestrebten Kohleausstieg bis 2030 – spätestens jedoch bis 2038 – zusätzlicher Handlungsbedarf zum Umbau des Energiesystems ergeben, der sich auch raumordnerisch niederschlagen wird.

- Die Recherchen haben ergeben, dass erneuerbare Energieträger Ende November 2022 bereits 60 % der insgesamt installierten Nettoleistung im Stromsektor ausgemacht haben (s. Tab. 20). Seit 2013 ist eine zunehmende Stilllegung fossiler Kraftwerke zu erkennen. Diese überwiegt den Zubau sowohl hinsichtlich Anzahl als auch der Nettonennleistung. Um den Anforderungen der Energiewende und dem trotz Energieeinsparmaßnahmen steigenden Energiebedarf gerecht zu werden, ist ein **Ausbau erneuerbarer Energietechnologien** unausweichlich. Um dies voranzutreiben, werden auf Bundes- und Landesebene in den vergangenen Jahren verstärkt Gesetze novelliert sowie Maßnahmen, Strategien und Programme entwickelt. Kapitel 5.3.4 zeigt die Bemühungen dazu auf Ebene der Bundesländer: In 10 von 16 Bundesländern wurden Strategien seit 2019 verfasst oder erneuert. Da die politischen Klimaneutralitätsziele in der angestrebten Kurzfristigkeit nicht allein durch den Ausbau der erneuerbaren Energien erreicht werden können, braucht es ganzheitliche Ansätze zur Restrukturierung des Energiesystems, die die Potenziale der Steigerung der Energieeffizienz durch Sektorkopplung (unter anderem Power-to-X) und synthetischer Energiespeicherung (unter anderem Wasserstoffproduktion) mit einschließen.

- Zum weiteren Ausbau erneuerbarer Energien wurde innerhalb dieses Leistungsbausteins ein umfangreiches **Clusterverfahren** durchgeführt, um die Potenziale der Energieträger Wind-Onshore, Solar, Biomasse und Geo- beziehungsweise Hydrothermie zu identifizieren. Wie den Ergebnissen der Clusteranalyse zu entnehmen ist, ergeben sich in Deutschland großflächige Potenzialräume, die sich aufgrund der geoklimatischen Gegebenheiten zur Schwerpunktsetzung für einen oder mehrere erneuerbare Energieträger anbieten. Dabei ist bei der Verwendung der Ergebnisse zu beachten, dass die identifizierten Cluster nicht als Fokussierung auf nur einen Energieträger zu verstehen sind. Im Sinne einer effizienten Flächennutzung sollten stets multifunktionale Nutzungspotenziale ausgeschöpft werden. Diesbezüglich ist für die Cluster ausgewiesen, wie hoch die theoretischen Potenziale für die unterschiedlichen regenerativen Energieträger jeweils sind, ohne dass mit dieser Bewertung (s. Tab. 21) ein Vergleich der tatsächlichen energetischen Potenziale der unterschiedlichen Energieträger verbunden ist. Vielmehr sollen die Ergebnisse so verstanden werden, dass sich in Zeiten steigender Flächenkonkurrenzen und mit dem Ziel einer Diversifizierung der Energieversorgung daraus prioritäre Suchräume für den Ausbau der Erzeugungsanlagen für die verschiedenen erneuerbaren Energien ableiten lassen. Eine standortspezifische Analyse der tatsächlichen energetischen Potenziale und Restriktionen ersetzt diese Clusteranalyse explizit nicht.

# 6

# Fokusthemen: Klimawandel und Energiewende

## 6.1 Risikovorsorge gegenüber Hochwasser am Beispiel der Regionen Oberes Elbtal/Osterzgebirge und Leipzig-Westsachsen

Vorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregenereignissen ist aufgrund des Flächenbezugs ein wichtiges Thema in der Raumordnung. Seit den zum Teil verheerenden Hochwasserkatastrophen in Deutschland haben sich auf allen Ebenen gesetzliche Änderungen ergeben, die in den Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz gemündet sind. Nun kommt es darauf an, diese neuen Rahmenbedingungen für den raumordnerischen Hochwasserschutz deutschlandweit umzusetzen und dazu auch bereits bestehende gute Ansätze und Beispiele zu nutzen.

Die zwei Planungsregionen im Freistaat Sachsen zeichnen sich durch ihre Hochwassergefährdung, vor allem aber durch die Adressierung der Hochwasservorsorge durch besonders weitreichende Festlegungen in den Regionalplänen aus. Das Hochwasser von 2002 forderte in Sachsen 21 Menschenleben und verursachte Schäden in Höhe von über sechs Milliarden Euro (Interview LfULG). Das damals für die Raumordnung zuständige Sächsische Staatsministerium erkannte nach dem Hochwasser 2002, dass die Themenkomplexe Hochwasser und Starkregen im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen bisher nicht (ausreichend) reflektiert wurden. Die regionalen Planungsverbände und die Landesplanung suchten gemeinsam nach Möglichkeiten, um die Themen intensiver zu berücksichtigen. So wurden in sächsischen Regionalplänen erstmals Vorbehalts- und Vorranggebiete für den Hochwasserschutz eingeführt. Zuvor wurde das Thema Hochwasser in Verbindung mit Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Natur und Landschaft bearbeitet. (vgl. ebd.)

Unter anderem nimmt sich die Region Oberes Elbtal/Osterzgebirge – anders als bislang die Mehrheit der übrigen Planungsregionen – zum Ziel, Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz am Extremhochwasserereignis zu bemessen statt am hundertjährlichen Hochwasserszenario. Darüber hinaus führte sie im Jahr 2020 in Kraft getretenen Regionalplan neue festzulegende Gebietskategorien ein, darunter Vorrang- und Vorbehaltsgebieten mit den Funktionen „Abfluss“, „Herstellung Abfluss“ und „Rückhalt“ sowie Vorbehaltsgebiete vorbeugender Hochwasserschutz mit der Funktion „Anpassung von Nutzungen“. Die Planungsregion Leipzig-Westsachsen führte 2021 in ihrem Regionalplan die beiden neuen Ansätze „Festlegung von Gebieten mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser“ sowie „Regionale Schwerpunktbereiche zur Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall“ ein.

## 6.1.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas

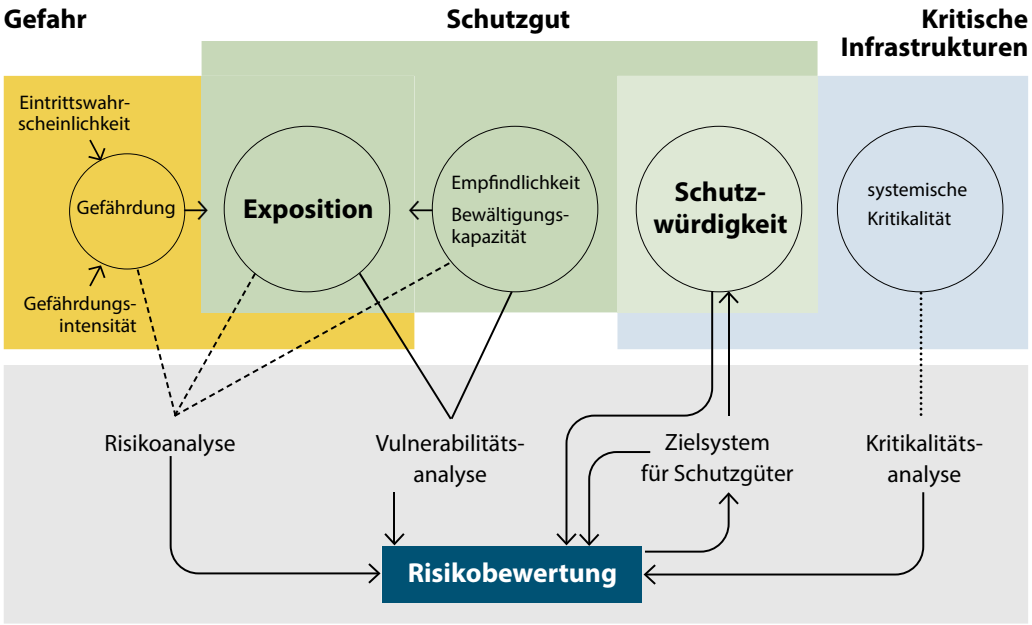
In den vergangenen 30 Jahren haben Hochwasserereignisse an fast allen großen Flüssen in Deutschland erhebliche Schäden angerichtet; teilweise waren dabei mehrere Todesopfer zu beklagen. Hinzu kommen bedeutende Hochwasserereignisse auch in kleineren Flusseinzugsgebieten, wie zum Beispiel im Juli 2021 das verheerende Starkregen- und Hochwasserereignis an Ahr und Erft mit mehr als 180 Todesopfern und Gesamtschäden von rund 40 Milliarden Euro (vgl. Prognos AG 2022: 7).

Hochwasserereignisse sind im Grunde natürliche Phänomene, die meistens durch langanhaltende und großflächige Regenfälle sowie durch Schneeschmelzen oder Sturmfluten ausgelöst werden. Zur Gefahr werden derartige Ereignisse, wenn sie in einer Intensität auftreten, dass Menschen verletzt werden oder zu Tode kommen können beziehungsweise Siedlungen und Infrastruktur geschädigt werden. Das Hochwasserrisiko wird aber nicht nur durch die Gefahr, sondern auch die Verwundbarkeit der Gesellschaft und deren Exposition gegenüber der Hochwassergefahr bestimmt (s. Abb. 73). Insbesondere die Verwundbarkeit der Gesellschaft hat sich in den vergangenen Jahrzehnten durch die Ausweitung von Siedlungsgebieten und Infrastrukturen in Flusslagen deutlich erhöht, sodass die Höhe der Hochwasserschäden selbst bei gleichbleibender Hochwassergefahr zunimmt. Hinzu kommt, dass über viele Jahrzehnte vorgenommene menschliche Eingriffe, wie die Begradigung und Eindeichung von Flüssen sowie der damit verbundene Verlust an Retentionsräumen, zu weitreichenden Konsequenzen für das Hochwassergeschehen geführt haben.

Der technische Hochwasserschutz, beispielsweise in Form von Deichen, Mauern,

**Abbildung 73: Vorsorgendes Risikomanagement in der Regionalplanung**

Quelle: eigene Darstellung nach BBSR 2020: 25, verändert; siehe dort auch Definitionen der Begriffe



Rückhaltebecken oder Talsperren, wird in Deutschland seit Jahrhunderten eingesetzt, um die Bevölkerung und die Infrastruktur vor den Auswirkungen des Hochwassers zu schützen. Der Umgang mit Hochwasser war somit in erster Linie von der Gefahrenabwehr gekennzeichnet und ein Aufgabenfeld der wasserwirtschaftlichen Fachplanung.

Zunehmend wurde jedoch auch die Rolle der Raumordnung erkannt, mittels geeigneter Festlegungen zur Hochwasservorsorge die Gefährdung im Ereignisfall abzumildern. Ein erster wichtiger Ansatzpunkt war hierbei **die Sicherung und Rückgewinnung von Retentionsräumen sowie Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche.** Den Flüssen sollte also durch den Erhalt und die Renaturierung von Auenlandschaften, beispielsweise mittels Deichrückverlegungen, aber auch durch den Verzicht auf zusätzliche Siedlungstätigkeit, wieder mehr Raum gegeben werden. Auch für das infolge von Starkregen anfallende Niederschlagswasser werden (mehr) Flächen für den Rückhalt und die Versickerung benötigt.

Auch aktuelle Trends weisen in Richtung einer weiteren Risikoverschärfung. So ist davon auszugehen, dass sich zukünftig die Hochwasser- und Starkregengefahren aufgrund des Klimawandels und der damit verbundenen Veränderungen der Niederschlagsregime verschärfen werden. Die Verwundbarkeit der Gesellschaft erhöht sich durch den anhaltenden Ausbau der Siedlungs- und Infrastrukturen, auch im Bereich der Hochwasserkulissen. Vor allem die immer komplexer werdende Organisation und gegenseitige Abhängigkeit von wichtigen Infrastrukturen untereinander verschärfen die Risiken. Der Ausfall oder die Unterbrechung von Infrastrukturen führt häufig zu räumlich und zeitlich weitreichenden Auswirkungen. Dies ist insbesondere bei Kritischen Infrastrukturen der Fall, die für die Funktionsfähigkeit moderner Gesellschaften von hoher Bedeutung sind und deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltige Störungen im Gesamtsystem zur Folge hat. Hierdurch entsteht ein zunehmender Schutzbedarf Kritischer Infrastrukturen im Gesamtkontext der Infrastrukturnetze.

Diese aktuellen Trends sind insbesondere deshalb problematisch, weil Maßnahmen zum Hochwasserschutz auf ein bestimmtes Bemessungsereignis ausgerichtet sind. Dies ist zumeist das sogenannte $HQ_{100}$, also ein Ereignis, das statistisch gesehen alle 100 Jahre auftritt. Dies kann jedoch nicht selten zu einem falschen Sicherheitsgefühl führen: Nach einer Deichertüchtigung auf $HQ_{100}$ kann im ehemaligen Überschwemmungsgebiet unmittelbar neues Baurecht etabliert werden, da § 78 WHG, wonach die Ausweisung neuer Baugebiete in festgesetzten Überschwemmungsgebieten nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig ist, nicht mehr gilt. Das Risikobewusstsein nimmt in den deichgeschützten Bereichen ab, allerdings schützen diese Deiche eben nur bis zum Bemessungsfall, zumal es – wie in vergangenen Flutkatastrophen – auch zu Deichbrüchen kommen kann. Im Falle von Hochwasserereignissen, die das $HQ_{100}$ in ihrer Intensität und Reichweite übersteigen, erhöhen sich damit signifikant die Schäden, da infolge der Errichtung von Hochwasserschutzanlagen nun auch in den zuvor unbebauten Bereichen Siedlungs- und Infrastrukturen entstanden sind (vgl. Seifert 2012).

Die großen Flutkatastrophen wie beispielsweise das Elbhochwasser im August 2002, von dem aufgrund des weitreichenden Versagens technischer Schutzanlagen zwei Drittel des Landes Sachsen betroffen waren, haben zu einem Umdenken in der Raumordnung geführt. So soll das Restrisiko extremer Hochwasserereignisse stärker in den Blick genommen und die Hochwasservorsorge auch an den größten wahrscheinlichen Hochwasserereignissen ($HQ_{extrem}$)

ausgerichtet werden und nicht, wie bisher, nur am Jahrhunderthochwasser ($HQ_{100}$). Extremhochwasser erfuhren zuvor keine planerische Relevanz (vgl. Seifert 2012).

In diesem Zusammenhang wird zudem eine **Anpassung und Verlagerung vulnerabler Raumnutzungen, insbesondere Siedlungsgebiete und Kritischer Infrastrukturen**, aus den auch bei einem Extremereignis überschwemmungsgefährdeten Bereichen in den Blick genommen. Auf diese Weise kann die Entstehung neuer Schadenspotenziale, insbesondere durch den Verzicht auf neue Siedlungsflächen oder eine risikoangepasste Bauweise, die Anpassung des Siedlungsbestands oder sogar durch die Verlagerung von Siedlungsbereichen und Infrastruktur („Siedlungsrückzug“) verhindert werden (vgl. UBA 2020).

Hinzu kommt die Notwendigkeit eines Umdenkens in der Raumordnung auch in Bezug auf **Starkregen**. Nach den Starkregenereignissen im Jahr 2021 veröffentlichte die Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“ die Ergebnisse des Projekts "KlamEx" zum Zusammenhang von Klimawandel und Starkregen. Da sich bei steigenden Temperaturen der Erdatmosphäre auch die Niederschläge verändern, sind die folgenden zukünftigen Entwicklungen zu erwarten: „Statt großflächigem Dauerregen wird es häufiger kleinräumigen Starkregen geben. Außerdem wird kurzer extremer Starkregen deutlich großflächiger und etwas intensiver werden“ (DWD 2021b). Bislang wurde Starkregen vor allem im kommunalen Zusammenhang diskutiert, da der Umgang mit Niederschlagswasser in den kommunalen Zuständigkeitsbereich fällt. Neben den Flusshochwassern haben aber auch Starkregenereignisse an Bedeutung gewonnen, wie das Starkregen-Hochwasserereignis an Ahr und Erft im Jahr 2021 gezeigt hat. Dort wurde deutlich, dass die Folgen von Starkregen auch eine bedeutende überörtliche Dimension einnehmen können, das heißt, die raumplanerische Risikovorsorge auch diesbezüglich ansetzen kann.

## Programmatiken auf Ebene der EU, des Bundes und der Länder

Die großen Hochwasserkatastrophen der vergangenen Jahrzehnte, unter anderem an der Elbe, Oder und Donau sowie zuletzt an Ahr und Erft haben die Sensibilität in Politik, Verwaltung und Bevölkerung erhöht und zu strategischen Überlegungen für eine verbesserte Hochwasservorsorge sowie einer Novellierung von Fachplanungs- und Raumplanungsgesetzen geführt.

Die **Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG)** der Europäischen Union befasst sich in erster Linie mit dem Schutz und der nachhaltigen Bewirtschaftung von Oberflächengewässern und Grundwasser. Obwohl die Richtlinie primär auf Belange der Wasserqualität ausgerichtet ist, gibt es auch Bezüge zum Thema Hochwasser und Starkregen. So fördert die WRRL einen integrierten Ansatz bei der Bewirtschaftung von Gewässern, einschließlich des Schutzes vor Hochwasser und Starkregen. Zudem wird die Bedeutung der Identifizierung und Bewertung von Überschwemmungsgebieten betont, um ein angemessenes Risikomanagement zu ermöglichen.

Die **Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG)** der Europäischen Union verpflichtet die Mitgliedstaaten dazu, in naturräumlich definierten Verwaltungseinheiten Hochwasserrisikomanagement zu betreiben. Die Richtlinie zielt darauf ab, die Hochwasserrisiken aufzuzeigen und die Hochwasservorsorge sowie das Risikomanagement zu verbessern. Dabei stehen die vier Schutzgüter menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten im Fokus der Risikominimierung. Dazu müssen in Hochwasserrisikomanagement-Plänen neben baulichen Maßnahmen, zum Beispiel in Form von Deichen und Hochwasserrückhaltebecken, auch vorsorgende Maßnahmen wie eine angemessene Berücksichtigung dieser Belange in der Bauleitplanung, hochwasserangepasste

Bauweisen oder die Verbesserung bei den Warndiensten und des Katastrophenschutzes Berücksichtigung finden.

In Deutschland setzte die Bundesebene nach dem Hochwasserereignis 2013 mit dem **Nationalen Hochwasserschutzprogramm (NHWSP)** zusätzliche deutliche Impulse (vgl. LAWA 2014). In Bezug auf die Novellierung der Gesetzeslagen spielten neben der HWRM-RL insbesondere die Änderungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) 2005 beziehungsweise 2017 mit der Einführung der „Risikogebiete außerhalb von Überschwemmungsgebieten" (§ 78 b) eine große Rolle im vorbeugenden Hochwasserschutz.

In der Vergangenheit hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) verschiedene **Empfehlungen zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie** veröffentlicht, zuletzt die Empfehlungen zur Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung von Hochwasserrisikomanagementplänen. Die LAWA betont dabei die Rolle der Raumordnung und Bauleitplanung bei der Vermeidung und Verringerung von Hochwasserschäden (vgl. LAWA 2019: 28). Zudem wurde die LAWA-Strategie für ein effektives **Management von Starkregenrisiken** in Anlehnung an die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie entwickelt. Die LAWA-Strategie behandelt neben der Verbesserung von Vorhersage- und Frühwarnsystemen, der Bewertung und Kommunikation von Risiken sowie der Aufklärung der Bevölkerung auch Aspekte der vorsorgenden Raum- und Stadtplanung sowie der Flächennutzung (vgl. LAWA 2018: 9).

In Bezug auf vulnerable Raumnutzungen haben insbesondere die Kritischen Infrastrukturen in den vergangenen Jahren eine erhöhte Aufmerksamkeit erfahren. Zunächst wurden in der **KRITIS-Strategie des Bundes** aus dem Jahr 2009 bereits die möglichen Folgen von Naturereignissen für Kritische Infrastrukturen behandelt. Angesichts der Vielzahl von Bedrohungen, denen Kritische Infrastrukturen ausgesetzt sein können, wird betont, dass diese sowohl bei der Risiko- und Gefährdungsanalyse, als auch bei der Auswahl von Handlungsoptionen gleichermaßen berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus wird auf das Risiko hingewiesen, dass aufgrund der hohen Interdependenzen zwischen den verschiedenen Infrastruktursystemen durch Störungen oder Ausfälle sogenannte Domino- und Kaskadeneffekte auftreten können, die weitreichende gesellschaftliche und ökonomische Auswirkungen haben können (vgl. BMI 2009: 7).

Auf Ebene der EU hat die **Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen (CER-RL, 2022/2557/EG)** aus dem Jahr 2022 die Funktionsverluste von KRITIS stärker in den Vordergrund gerückt. Das Verständnis sogenannter „significant disruptive effects" (s. Art. 7 § 2 CER-RL) unterstreicht mit Blick auf die zu berücksichtigenden Kriterien die Bedeutsamkeit von Kaskadeneffekten. Die Umsetzung in nationales Recht wird über das sogenannte KRITIS-Dachgesetz erfolgen, zu dem das BMI bereits Eckpunkte vorgelegt hat (vgl. BMI 2022a). Einer dieser Eckpunkte bezieht sich auf den Schutz Kritischer Infrastrukturen als eine ressort- und akteursübergreifende und demnach gesamtstaatliche Aufgabe. Allerdings sind die in der CER-RL vorgesehenen Risikobewertungen Aufgabe der Betreibenden. Der Raumordnung ist hierbei keine spezielle Rolle zugewiesen. Sie könnte aber die Ergebnisse der Risikobewertungen von in ihrem Planungsraum tätigen Betreibenden für den Umgang mit Resilienzanforderungen nutzen.

In der im Jahr 2022 von der Bundesregierung beschlossenen **Deutschen Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen** werden im Handlungsfeld 3 („In die Katastrophenvorsorge investieren, um die Resilienz zu stärken") Bauwesen, Kulturerbe, Stadtentwicklung, Dorf-/Regionalentwicklung/ländliche Entwicklung

und Raumplanung als Bereiche genannt, die wesentlich zur Stärkung der Resilienz beitragen. Um die Resilienz zu erhöhen, soll die Ausgestaltung raumordnerischer Instrumente für ein vorsorgendes Risikomanagement vorangetrieben werden, zum Beispiel durch allgemeine und übergreifende, das heißt möglichst die gesamten räumlichen Gefahren abdeckende risikobezogene Festlegungen sowie Festlegungen zum Schutz Kritischer Infrastrukturen. Gefordert werden

- die zielgerichtete Sicherung von Hochwasserentstehungs- beziehungsweise Retentionsgebieten, der Schutz vor Überflutung infolge Starkregens durch Stärkung des Wasserrückhalts in der Fläche, etwa durch naturbasierte Lösungen wie die Renaturierung von Auen und Mooren, und die Stärkung hochwasserangepasster Bauweisen,
- die Gestaltung von Städten und Gemeinden gemäß dem Prinzip der sogenannten Schwammstadt sowie zum Zweck der Überflutungs- und Hitzevorsorge eine wassersensible Gestaltung und der gezielte Ausbau baulicher Schutzmaßnahmen wie beispielsweise Hochwasserschutzmaßnahmen (Polder beziehungsweise Hochwasserrückhaltebecken oder Deichrückverlegungen). (vgl. BMI 2022b: 43 ff., 63)

Zudem wird im Abschnitt zu Kritischen Infrastrukturen darauf hingewiesen, dass deren Resilienz und die Daseinsvorsorge stärker zusammenzudenken seien, „da sie deutliche Überschneidungen hinsichtlich ihrer Dienstleistungen und der an ihrer Bereitstellung beteiligten Infrastrukturen aufweisen, wofür sich unter anderem Prozesse der räumlichen Planung anbieten“ (ebd.: 63).

## Bedeutung des Themas für die Raumordnung

Das Raumordnungsgesetz (ROG) greift den vorbeugenden Hochwasserschutz unter anderem in den Grundsätzen der Raumordnung (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 5 ROG 2017) auf: Sowohl für den Hochwasserschutz an der Küste als auch im Binnenland soll Sorge getragen werden; in Bezug auf das Binnenland sollte der Schutz insbesondere durch die Sicherung oder Rückgewinnung von Auen, Rückhalteflächen und Entlastungsflächen erfolgen. Darüber hinaus gibt das ROG in § 13 Abs. 5 Satz 2d vor, dass landesweite Raumordnungspläne, Regionalpläne und regionale Flächennutzungspläne „Freiräume zur Gewährleistung des vorbeugenden Hochwasserschutzes“ enthalten sollen. Wasserwirtschaft und Raumplanung bilden gemeinsam den raumordnungsrechtlichen und fachgesetzlichen Rahmen für die Kommunalplanung.

Die Leitbilder der Raumentwicklung in Deutschland treffen Aussagen zur Erhaltung und Verbesserung des vorsorgenden Hochwasserschutzes (vgl. MKRO 2016a). Die Leitbilder beziehen sich explizit auf die Umsetzung des Handlungskonzepts der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels der MKRO (2013a). Das dort aufgerufene Handlungsfeld **„Hochwasservorsorge in Flussgebieten“** umfasst unterschiedliche raumordnungsrelevante Aspekte, im Schwerpunkt sind dies:

- Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum
- Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum
- Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche der Einzugsgebiete der Flüsse
- Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsgebieten
- Siedlungsrückzug
- Sicherung der Leistungs-/Funktionsfähigkeit Kritischer Infrastruktur
- Starkregenrisikomanagement

Hinzu kommen die Sicherung potenzieller Standorte für Hochwasserschutzmaßnahmen, die Abstimmung zwischen Ober- und Unterlieger sowie Maßnahmen, die

ein integriertes Hochwasserrisikomanagement fördern. Eine Analyse der derzeitigen Umsetzung der genannten Aspekte in der Raumordnung findet sich im Rahmen der Auswertung der Raumordnungspläne in Kapitel 4.1.

In den vergangenen Jahren gewinnt neben der Gefahrenreduktion vor allem die Komponente „Schutzgut/Vulnerabilität" in der raumordnerischen Risikovorsorge an Bedeutung. In erster Linie bedeutet dies, neben der Sicherung und Rückgewinnung von Retentionsräumen sowie einer Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche, die **Anpassung und Verlagerung vulnerabler Raumnutzungen**, insbesondere von Siedlungsgebieten und kritischen Infrastrukturen, in den Fokus zu nehmen. Dies gilt auch für die bei einem Extremereignis überschwemmungsgefährdeten Bereiche: Auch hier besteht Regelungsbedarf durch die Raumordnung sowie der Auftrag, in diesem Themenfeld aktiv zu werden. Zum einen aufgrund der Steuerungsmöglichkeiten von Siedlungs- und Infrastruktur und zum anderen aufgrund des überörtlichen Charakters insbesondere beim Ausfall von (Kritischen) Infrastrukturen, der sich durch Kaskadeneffekte auch auf weit entfernte Gebiete auswirken und erhebliche gesellschaftliche und wirtschaftliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen kann.

Zudem stellt das ROG die besondere **Schutzwürdigkeit kritischer Infrastruktursysteme** heraus (vgl. Greiving et al. 2016; Kruse/Schmitt/Greiving 2021): „Dem Schutz Kritischer Infrastrukturen ist Rechnung zu tragen" (§ 2 Abs. 2 Nr. 3 Satz 4 ROG).Dabei ist die Kritikalität das relative Maß für die Bedeutsamkeit einer Infrastruktur in Bezug auf die Konsequenzen, die eine Störung oder ein Funktionsausfall für die Versorgungssicherheit der Gesellschaft mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen hat. Die Störungen werden insbesondere durch Kaskadeneffekte ausgelöst, die als Beeinträchtigungen oder Ausfälle einer Infrastruktur zu verstehen sind, die sich weit über das eigentlich betroffene Schadensgebiet stufenweise auf weitere Infrastrukturbereiche auswirken (vgl. Schmitt 2019: 49; BBK 2021: 77).

## Neuausrichtung der Hochwasservorsorge durch den Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz

Auf Grundlage des § 17 Abs. 2 des Raumordnungsgesetzes entstand der erste länderübergreifende Raumordnungsplan auf Bundesebene. Der im Jahr 2021 verabschiedete **Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz** (BRPH) zielt darauf ab, das Hochwasserrisiko allgemein und im Besonderen für Siedlungs- und Verkehrsflächen zu minimieren und Schadenspotenziale zu begrenzen, insbesondere durch die Anwendung und Weiterentwicklung raumordnerischer Verfahrensweisen, aber auch mittels Verbesserung der Kooperation mit der Wasserwirtschaft im Hochwasserrisikomanagement. Raumordnerische Instrumente und Vorgaben, die komplementär zu den Maßnahmen der Wasserwirtschaft als zuständige Fachplanung zu sehen sind und Wege zu einer risikobasierten Planung eröffnen, stehen im Fokus des BRPH (vgl. BMI/BBSR 2019: 4). Der BRPH sieht insbesondere

- eine bundesweite Harmonisierung raumplanerischer Standards (Unterliegerschutz, einheitliche Definition von Hochwasserrisiken),
- die Einführung eines risikobasierten Ansatzes in der Raumordnung zur Berücksichtigung differenzierter Aspekte unter Sicherheits- und Schutzaspekten (nicht alle Nutzungen sind gleich risikobehaftet) sowie
- Regelungen zu „Kritischen Infrastrukturen" zur Verbesserung des Schutzes von Anlagen von nationaler oder europäischer Bedeutung vor.

Zudem sollen raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen zum Hochwasserschutz in mittelfristigen Zeiträumen im Hinblick auf

die Auswirkungen des Klimawandels überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Mit dem Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz wird somit in vielerlei Hinsicht ein Paradigmenwechsel und eine Neuausrichtung der Hochwasservorsorge in der Raumordnung eingeleitet.

### Methodisches Vorgehen bei der Bearbeitung der Fokusthemen in den Fallregionen

Im ersten Schritt erfolgte die Festlegung der Untersuchungsfragen beziehungsweise Gliederung für die Darstellung der Fokusthemen anhand der Fallregionen, gefolgt von einer detaillierten Auswertung der aktuellen Regionalpläne sowie weiterer, mittels einer Literaturrecherche ermittelter Quellen. Ergänzt wurden diese Informationen durch Interviews mit Vertretenden der Regionalplanungsbehörden und der jeweils zugehörigen Fachplanung. Dies trug insbesondere bei den raumordnerisch noch nicht so etablierten Themen dazu bei, die Ergebnisse der Dokumentenauswertung zu vertiefen und abzurunden. Aussagen von Interviewten sind als solche gekennzeichnet, eine Liste derer findet sich im Quellenverzeichnis (s. Quellenverzeichnis, Liste Interviews). Die Aussagen wurden von den Interviewten autorisiert.

## 6.1.2 Fallregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge

### Über die Region

Die Planungsregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge ist die flächenmäßig kleinste und zugleich die am dichtesten besiedelte Planungsregion in Sachsen. Da sich die Bevölkerungszunahme im Verdichtungsraum und die Einwohnerverluste im ländlichen Raum gegenseitig ausgleichen, ist die Einwohnerzahl über die Jahre stabil. Während der Norden der Region Oberes Elbtal/Osterzgebirge vom Tiefland dominiert wird und der Süden sich durch die Gebirgslandschaften des Osterzgebirges auszeichnet, zieht sich das Elbtal in Richtung Südosten durch die gesamte Region. Weiterhin wird die Region durch bedeutende Gewerbeansiedlungen geprägt, besonders in Dresden und Umgebung sowie Nünchritz an der Elbe (vgl. RPV OEOE o. J.)

| | |
|---|---|
| **Region:** | Oberes Elbtal/Osterzgebirge |
| **Bundesland:** | Sachsen |
| **Fläche:** | 3.437 km² |
| **Einwohnerzahl:** | 800.000 EW |
| **Einwohnerdichte:** | 303 EW/km² |
| **Website:** | https://rpv-elbtalosterz.de/ |

Der Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2009 wurde elf Jahre nach seinem Beschluss durch den aktuellen Regionalplan 2020 abgelöst. Dieser bildet den verbindlichen Rahmen für die räumliche Ordnung und Entwicklung in der Planungsregion. Er steuert die raumstrukturelle Entwicklung, die Regional-, Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung, die Verkehrs- und Freiraumentwicklung und die Technische Infrastruktur durch Ziele und Grundsätze der Raumordnung. Dem Thema Vorbeugender Hochwasserschutz wird im Kapitel zur Freiraumentwicklung ausführlich Rechnung getragen. (vgl. RPV OEOE 2020)

### Regionale Herausforderungen

Die Hochwassergefährdung der Region Oberes Elbtal/Osterzgebirge ergibt sich aus ihrer topographischen und geographischen Lage an der Elbe sowie den Elbzuflüssen insbesondere aus dem östlichen Erzgebirge

(z. B. Müglitz, Weißeritz) und dem Elbsandsteingebirge (z. B. Wesenitz, Kirnitzsch). Es ist zu beobachten, dass die Schäden durch Hochwasserereignisse tendenziell wachsen, obwohl die Hochwasserintensität und das Ausmaß der Überschwemmungsflächen nicht wesentlich angestiegen sind. Dies liegt daran, dass die Siedlungsflächenentwicklung in den Auenbereichen zugenommen hat, nicht aber die Berücksichtigung von hochwasserangepassten Bauweisen (vgl. Interview RPV OEOE). Da aber die Hochwasserschutzanlagen dimensioniert sind, um Hochwasser mit hoher und solche mit mittlerer Wahrscheinlichkeit zurückzuhalten, trügt das Gefühl der Sicherheit und die Schadenspotenziale erhöhen sich (vgl. Interview LfULG).

Das Bundesland Sachsen blickt auf verschiedene Hochwasserereignisse zurück, die teils starke Schäden verursacht haben. Vom Augusthochwasser 2002 waren zwei Drittel des Landes betroffen (vgl. Interview LfULG). Die Infiltration von Niederschlägen und Flusswasser in überschwemmte Talauen verursachte Schäden an der Gebäudesubstanz und einen Anstieg des Grundwassers, der sich noch bis in den Frühling des nächsten Jahres bemerkbar machte (vgl. LfUG 2003: 4). Von Februar bis April 2006 kam es durch plötzliche Eisaufbrüche und verstärkte Schneeschmelzen zu vier Hochwasserphasen in den sächsischen Einzugsgebieten der Nebenflüsse der oberen Elbe, der Schwarzen Elster, der Mulde, der Weißen Elster, der Spree und der Lausitzer Neiße (vgl. LfUG 2006: 28). Im August 2010 traten im Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße aufgrund von intensivem Starkregen Sturzfluten auf, die Täler überschwemmten und Infrastrukturen zerstörten (vgl. LfULG 2010: 3). Im Juni 2013 verursachten starke Niederschläge, verstärkt durch eine hohe Bodenfeuchte, ein Hochwasser mit einer Intensität, die in weiten Teilen des Einzugsgebiets der Weißen Elster seit 1954 nicht beobachtet wurde. Abgesehen von der Weißen Elster waren besonders die Einzugsgebiete der Mulde und der Elbe betroffen (vgl. LfULG 2015: 7).

Die drängendste Flächenkonkurrenz bei der Umsetzung der Maßnahmen des Regionalplans ist diejenige zwischen Siedlungsfläche und freizuhaltenden potenziellen Überflutungsflächen. Hier können leicht Nutzungs- und Interessenkonflikte entstehen (vgl. Interview RPV OEOE). Um Flächenkonkurrenzen bestmöglich zu umgehen, wurde in Sachsen bereits ein fachübergreifendes Flächenmanagement eingeführt. Dieses steht allerdings noch an den Anfängen (vgl. Interview LfULG). Problematisch sei weiterhin, dass Ausnahmeregelungen für die Bebauung in Überflutungsbereichen häufig die konsequente Umsetzung der Pläne beeinträchtigen (vgl. ebd.).

## Akteurskonstellationen

Spätestens seit den aktuellsten großen Hochwasserereignissen in Sachsen ist bei den Entscheidungsträgern ein Grundbewusstsein für die Belange des vorbeugenden Hochwasserschutzes vorhanden. So hat das Land Sachsen über 2,5 Milliarden Euro in Hochwasserschutz investiert, besonders in den technischen Hochwasserschutz sowie ein Frühwarn- und Hochwasserinformations- und -managementsystem (vgl. Interview LfULG). Die Bedeutung der Hochwasservorsorge und die Einführung neuer Konzepte in der Region Oberes Elbtal/Osterzgebirge wurde auch durch die Forschung an und mit der Region vorangetrieben. Hier ist vor allem das KlimaMORO 2014 (vgl. BMVBS 2014) zu nennen, im Rahmen dessen innovative Ansätze entwickelt wurden, die den heutigen Regionalplan auszeichnen. Im Wesentlichen betrifft dies die Weiterentwicklung des raumordnerischen Instrumentariums zur Anpassung von Nutzungen an die Hochwassergefahr unter Berücksichtigung des Siedlungsbestands, die Abkopplung regio-

nalplanerischer Festlegungen von statistischen Wiederkehrwahrscheinlichkeiten und die Dimensionierung zeichnerischer Festlegungen auf Basis des Extremhochwassers anstelle des hundertjährlichen Bemessungsereignisses. Auch die Abgrenzung der Vorranggebiete nach Gefahrenintensität (und nicht nach gegenwärtiger Nutzung), die Ausdehnung der Vorranggebiete auf den Siedlungsbestand sowie die Verwendung des Begriffs „Hochwasservorsorge" statt „Hochwasserschutz" entstammen dem MORO (vgl. BMVBS 2014: 34 f.). Impulsgebend war zudem die Broschüre „Mit Sicherheit wächst der Schaden" (vgl. Seifert 2012), die darlegt, warum der Bemessungsfall $HQ_{100}$ mitnichten ausreicht.

Als wirksamste Steuerungsmöglichkeiten werden Raumordnungsplanung und Hochwasserrisikomanagementpläne angesehen, deren Umsetzung allerdings rechtlich nicht unproblematisch sei (vgl. Interview LfULG). Die regionale Ebene sei zwar gut geeignet, um die Probleme der Hochwasservorsorge anzugehen (vgl. Interview RPV OEOE), allerdings sei die Umsetzung in den verschiedenen Regionen sehr differenziert (vgl. Interview LfULG). Darüber hinaus seien Konflikte zwischen der regionalen und der kommunalen Ebene aufgetreten, da einige Kommunen durch den regionalplanerischen Ausschluss der Ausweitung der Bebauung in Risikobereichen eine Limitierung der Optionen einer kommunalen Siedlungsentwicklung sehen (vgl. Interview RPV OEOE).

## Impulse für die Raumordnung

In der Region Oberes Elbtal/Osterzgebirge wird das Thema Hochwasservorsorge besonders seit zwei Jahrzehnten mit hoher Priorität behandelt. Aufgrund der verheerenden Schäden des Hochwassers im Jahr 2002 beinhaltet bereits der Regionalplan 2009 Aussagen zum vorbeugenden Hochwasserschutz. Weitreichende Ansätze zum Hochwasserschutz finden sich jedoch erst in dem aktuellen Regionalplan aus dem Jahr 2020. Dabei habe das Hochwasser 2013 nicht direkt als Impuls für die Einführung neuer Ansätze, sondern eher als indirekte Argumentationshilfe fungiert (vgl. Interview RPV OEOE). Wichtig für die Implementation des Hochwasserschutzes in der Region seien auch die vielen Forschungsprojekte gewesen, die im Oberen Elbtal/Osterzgebirge angesiedelt wurden, so beispielsweise das KlimaMORO 2014 (vgl. BMVBS 2014), das Strategiekonzept REGKLAM in der Region Dresden 2013 (BMBF KLIMZUG) und das KlimaMORO KLIMAfit 2011.

## Konzeptionelle und strategische Ansätze in der Region

Der sächsische Landesentwicklungsplan beinhaltet die Zielfestlegung, dass in den Regionalplänen Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen (potenzielle Überflutungsbereiche) sowie Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz und Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes festzulegen sind (vgl. RPV OEOE 2020: 104). Der Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2020 enthält dem folgend verschiedene Festsetzungen zum vorbeugenden Hochwasserschutz, die in ein regionalplanerisches Gesamtkonzept eingebettet sind. Der Plan definiert vier Stufen der Vorsorge, die sich jeweils in Zielfestsetzungen niederschlagen:

- Natürlicher Wasserrückhalt im Einzugsgebiet (Stufe 1)
- Technischer Rückhalt durch Stauanlagen (Stufe 2)
- Wasserrückhalt in den Auen (Stufe 3)
- Anpassung von Nutzungen in hochwassergefährdeten Bereichen (Stufe 4)

Die Stufen 1 bis 3 bedienen das Schwerpunktthema „Sicherung und Rückgewinnung von Retentionsräumen sowie Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche", wohingegen Stufe 4 das Themenfeld „An-

passung und Verlagerung vulnerabler Raumnutzungen, insbesondere Siedlungsgebiete und Kritischer Infrastrukturen“ adressiert.

Die ersten beiden Stufen, **„Natürlicher Wasserrückhalt im Einzugsgebiet“** und **„technischer Rückhalt durch Stauanlagen“** sollen dazu beitragen, die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Hochwassers zu verringern. Auf der ersten soll dazu mithilfe der Festlegung von Gebieten zur Verbesserung des Wasserrückhalts die natürliche Speicherfähigkeit der Böden erhöht werden. Auf der zweiten Stufe soll diese durch die Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Hochwasserrückhaltebecken weiter gesteigert werden (vgl. RPV OEOE 2020: 105). Die dritte und vierte Stufe, „Wasserrückhalt in den Auen“ und „Anpassung von Nutzungen in hochwassergefährdeten Bereichen“ stellen die Festlegungen mit weitreichendem und auch innovativem Charakter dar, die den Plan unter anderen aktuellen Regionalplänen hervorhebt. Auf Stufe 3 sollen mithilfe der Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten mit den Funktionen „Abfluss“, „Herstellung Abfluss“ und „Rückhalt“ größere Wassermengen, die von den natürlichen und technischen Speichern nicht aufgenommen werden können, in den Auen gespeichert werden. Stufe 4 betrifft die Bereiche, die im Falle des Versagens aller vorherigen Stufen überschwemmungsgefährdet sind. Diese Bereiche sind als Vorbehaltsgebiete vorbeugender Hochwasserschutz mit der Funktion „Anpassung von Nutzungen“ auszuweisen. Alle Vorrang- und Vorbehaltsgebiete sind an den Anforderungen zu bemessen, die von extremen Hochwassern ausgehen (vgl. RPV OEOE 2020: 106).

Mit der Aufnahme der oben genannten Festlegungen ist die regionale Planungsbehörde Oberes Elbtal/Osterzgebirge im Jahr 2020 die erste in Sachsen, die die Empfehlungen des MORO „Regionalentwicklung und Hochwasserschutz in Flussgebieten“ (vgl. BMVI 2017a) in die Praxis umgesetzt hat. In diesem Fall war das KlimaMORO 2014 ausschlaggebend, im Rahmen dessen die Weiterentwicklung des raumordnerischen Instrumentariums angestoßen wurde. Neu ist dabei einerseits die Bemessung von Maßnahmen am Extremhochwasser-Szenario, um Schadenspotenziale auf ein möglichst geringes Maß zu bringen – damit ist die Festlegung der Gebiete umgreifender als die der wasserrechtlichen Überschwemmungs- und Risikogebiete. Andererseits ist die Ausweisung von Vorranggebieten „Abfluss“ und „Rückhalt“ , auch im Siedlungsbestand, sowie die Einführung von Vorbehaltsgebieten „Anpassung von Nutzungen an Hochwasser“ in der ungefähren Ausdehnung des im jeweiligen Einzugsgebiet größten anzunehmenden Hochwassers hervorzuheben (s. Abb. 74).

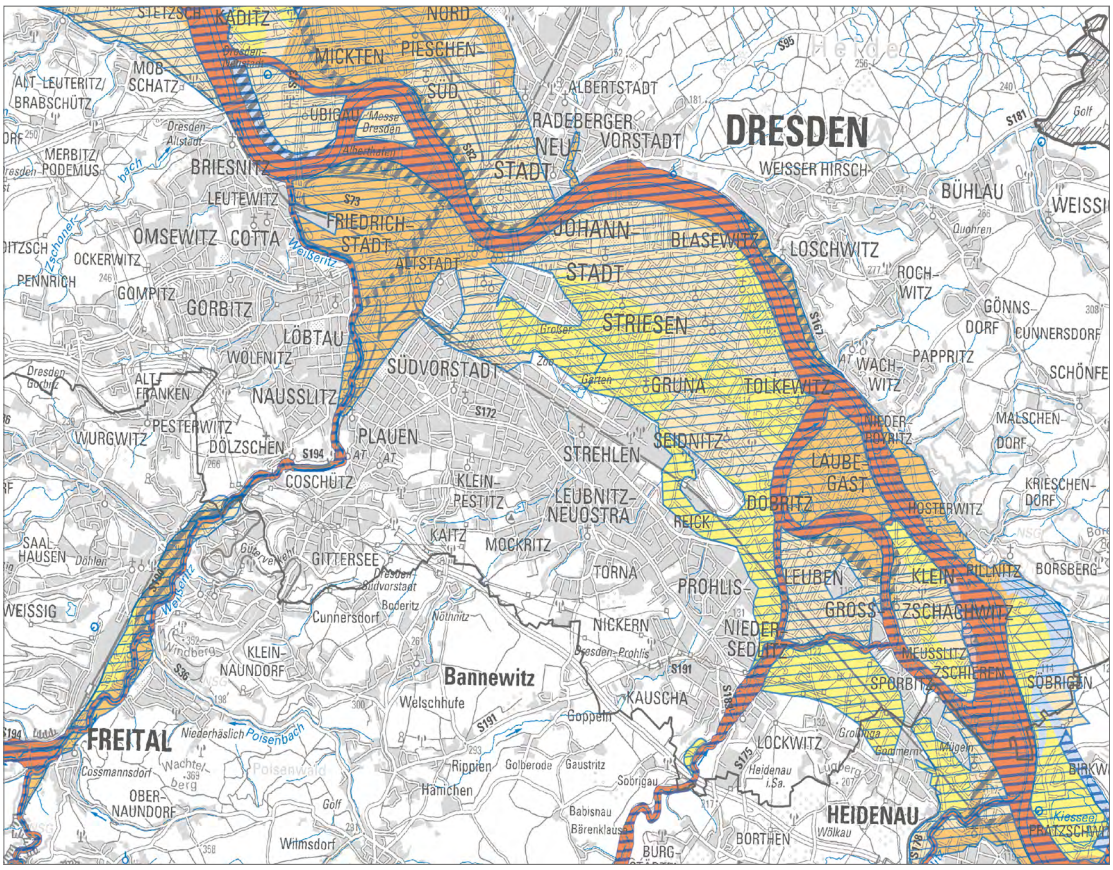
Auf der Landesebene lassen sich weitere innovative Maßnahmen zur Thematik der Hochwasservorsorge verorten. So ist Sachsen das erste Bundesland, in dem die Kategorie der **Hochwasserentstehungsgebiete** eingeführt wurde – im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist diese Option zwar allen Ländern gegeben, jedoch wird sie bisher noch in keinem anderen Land umgesetzt. Die Raumkategorie soll Flächen mit hohen Niederschlägen und schnellen Abflüssen kennzeichnen (vgl. Interview LfULG).

Der Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge knüpft in seinen zeichnerischen Festlegungen zum vorbeugenden Hochwasserschutz an die nach Wasserrecht festgesetzten Überschwemmungsgebiete, überschwemmungsgefährdeten Gebiete und Hochwasserentstehungsgebiete an.

Seit dem Inkrafttreten des Regionalplans Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2020 wird die Festlegungskategorie **„Vorbehaltsgebiete Anpassung von Nutzungen“** vermehrt in der kommunalen Bauleitplanung berücksichtigt, was für den Erfolg des Regionalplans spricht. So ist neuerdings das hochwasserangepasste Bauen im Bebau-

**Abbildung 74: Differenzierung zeichnerischer raumordnerischer Festlegungen zum vorbeugenden Hochwasserschutz**

Quelle: RPV OEOE 2020: Karte 4




ungsplan einiger Flächen in Dresden verankert. In verschiedenen Stellungnahmen wird regelmäßig auf die Festlegungen des Regionalplans verwiesen. Die Neuerungen zum Hochwasserschutz im Regionalplan werden von den Akteuren in der Region im Allgemeinen positiv aufgefasst. Allein durch die intensive Beschäftigung mit der Thematik und der Implementation neuer, „innovativer" Ansätze in die Planwerke ist die Region hinsichtlich der Risikovorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregen gewappnet. Handlungsbedarf wird derzeit vor allem noch bezüglich Freiflächen-Photovoltaikanlagen gesehen, die zwar in den Vorranggebieten Hochwasserschutz nicht zielkonform sind, für die aber noch kein Verbot besteht. Hier gibt es noch Schadenspotenziale, die die Planung verhindern könnte (vgl. Interview RPV OEOE).

## 6.1.3 Fallregion Leipzig-Westsachsen

### Über die Region

Die Planungsregion Leipzig-Westsachsen liegt im Freistaat Sachsen und setzt sich zusammen aus der kreisfreien Stadt Leipzig und den beiden umgebenden Landkreisen Leipzig und Nordsachsen. An sie grenzen sowohl die Bundesländer Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Thüringen sowie die Planungsregionen Oberes Elbtal/Osterzgebirge und Region Chemnitz. Viele der Gemeinden in der Planungsregion sind im ländlichen Raum angesiedelt. Dieser weist insbesondere im östlichen Teil strukturschwache Gebiete auf (vgl. RPV LW o. J.). Das Verbandsgebiet erstreckt sich von der Dübener und Dahlener Heide im Norden bis zum Überhang zum Erzgebirgsvorland im Süden und vom Leipziger Neuseenland im Westen bis zur Elbe im Osten. Naturräumlich prägend sind die vielfältige Flusslandschaft sowie die Bergbaufolgelandschaften im Norden und Süden Leipzigs. Bedeutende Flüsse sind die Elbe, Mulde, Weiße Elster, Pleiße und Parthe. Durch den ehemaligen Braunkohleabbau entstanden großflächige Tagebaurestlöcher, Abraumhalden und stillgelegte Bergbauanlagen. Diese Landschaften haben sich im Laufe der Zeit teilweise zu einzigartigen Lebensräumen entwickelt (vgl. RPV LW o. J.). Innerhalb des Verbandsgebiets gibt es deutliche strukturelle Unterschiede auf vergleichsweise kurzer Distanz. So reicht die Einwohnerdichte vom Verdichtungsraum im Umland der Stadt Leipzig mit über 250 EW je Quadratkilometer bis zu den ländlichen Räumen um Torgau mit weniger als 50 EW je Quadratkilometer (vgl. ebd.). In den vergangenen zehn Jahren ist die Bevölkerungszahl in Sachsen insgesamt leicht gesunken, während die Planungsregion Leipzig-Westsachsen einen deutlichen Anstieg der Bevölkerungszahl verzeichnete (vgl. 2011: rund 971.000 EW) (vgl. Statistisches Landesamt 2023: 10). Der Bevölkerungszuwachs innerhalb des Verbandsgebiets entfällt jedoch ganz wesentlich auf die Stadt Leipzig und den umgebenen Verdichtungsbereich (vgl. ebd.). Wichtige Wirtschaftsbranchen in der Region sind die Automobilindustrie, die Branchen Mikroelektrotechnik, Metallerzeugung, Maschinen- und Anlagenbau sowie Logistik (vgl. WFS 2023).

Ende 2021 ist der Regionalplan Leipzig-Westsachsen in Kraft getreten und löst damit den seit 2008 bestehenden Regionalplan Westsachsen ab. Der Regionalplan Leipzig-Westsachsen stellt damit den „verbindlichen Rahmen für die räumliche Ordnung und Entwicklung“ in der Planungsregion dar, „insbesondere in den Bereichen der Ökologie, der Wirtschaft, der Siedlung und der Infrastruktur“ (RPV LW 2021: 5). Ziel ist es, grundsätzliche Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Regionalentwicklung zu schaffen. Dabei soll sichergestellt werden, dass die räumlich unterschiedlichen Leistungspotenziale in der Region ausgeschöpft werden können. Zudem soll auf die Herstellung gleichwertiger Lebensbedingungen in allen Teilen der Region hingewirkt und die natürlichen Lebensgrundlagen sollen dauerhaft gesichert werden (vgl. ebd.).

| | |
|---|---|
| **Region:** | Leipzig-Westsachsen |
| **Bundesland:** | Sachsen |
| **Fläche:** | 3978 km² |
| **Einwohnerzahl:** | 1.052.438<br>(Stand: 30. November 2022) |
| **Einwohnerdichte:** | 265 EW/km² |
| **Website:** | https://www.rpv-westsachsen.de/ |

## Regionale Herausforderungen

Trotz immer wieder auftretender Hochwasserereignisse in der Region in den vergangenen Jahrhunderten war das Thema des Hochwasserschutzes nach dem großen Hochwasserereignis im Jahr 1954 für lange Zeit nicht besonders präsent (vgl. Interview RPV LW). Insbesondere in den 1990er-Jahren spielten Hochwassergefahr und Hochwasserschutz in der kommunalen Planung, beispielsweise bei der Baugebietsentwicklung, keine Rolle. In den vergangenen zwei Jahrzehnten versandeteten viele Vorhaben zu Deichrückverlegungen aufgrund fehlender Akzeptanz in der Planung. Planungskonzepte aus den frühen 2000er-Jahren werden derzeit wieder aufgegriffen und erst jetzt (in veränderter Form) umgesetzt. Eines der größten Probleme der Region im Kontext des Hochwasserschutzes ist die Flächenverfügbarkeit. Hochwasserschutz ist zudem nicht nur eine Frage der konzeptionellen Planung, sondern auch des Vollzugs. Abweichungen von den Zielen und Grundsätzen in Regionalplänen lassen sich nicht immer vermeiden, beispielsweise im Falle politisch motivierter Vorhaben, bei denen trotz Festlegungen des Regionalplans Versuche unternommen werden, in Auen oder Überschwemmungsbieten zu bauen. Hierbei gelang es dem Planungsverband nicht in jedem Fall, solche Vorhaben abzuwenden. (vgl. ebd.)

Besonders prägend für die Region Leipzig-Westsachsen waren die Hochwasser 2002 und 2013. Im August 2002 drangen außergewöhnlich große Wassermengen in den Boden ein, verursacht durch die Einsickerung von Niederschlägen und Flusswasser in überschwemmten Talauen (vgl. LfUG 2003: 5). Dies führte zu feuchten oder überfluteten Kellern, Schäden an der Bausubstanz und zu einer Minderung der Stabilität von Gebäuden, dem oberirdischen Austritt von Grundwasser und einer erhöhten Zufuhr von Fremdwasser in Kläranlagen. Landwirtschaftlich genutzte Gebiete waren zeitweise überflutet. Aufgrund von Rückstau in den Talauen und der dichten Bebauung sanken die Grundwasserstände nur langsam. Im Februar 2003 stiegen sie infolge der hohen Niederschläge von November bis Januar teilweise sogar über die Werte vom August hinaus an. (vgl. ebd.)

Das Hochwasser im Juni 2013 wurde durch starke Niederschläge in Verbindung mit außerordentlich hoher Bodenfeuchte verursacht (vgl. LfULG 2015: 9). Besonders betroffen waren neben dem Elbestrom das Einzugsgebiet der Mulde und der Weißen Elster. In der Zwickauer Mulde wurden dabei zum Teil Wasserstände erreicht, die die Werte des Augusthochwassers 2002 übertrafen. In weiten Teilen des Einzugsgebiets der Weißen Elster kam es zu einer extremen und so in den bisherigen hydrologischen Beobachtungen seit 1954 nicht mehr aufgetretenen Hochwassersituation. (vgl. ebd.)

Bisher kam es noch zu keinen Planungsvorhaben innerhalb der neuen Gebietskategorien, die den Festlegungen der Ansätze im Regionalplan widersprochen haben (vgl. Interview RPV LW). Daher sind künftige Flächenkonkurrenzen nur zu vermuten. Grundsätzlich besteht immer eine Flächenkonkurrenz zwischen dem Freiraumerhalt und der Flächenversiegelung. Größere Konkurrenzen und Konflikte können dementsprechend vor allem dann entstehen, wenn es zu Bauvorhaben in den neuen, festgelegten Gebietskategorien kommt. Weiteres Konfliktpotenzial besteht bei der Flächenbereitstellung für den Hochwasserschutz oder die Hochwasservorsorge durch die Landwirtschaft. Hierbei kommt es häufig zu konfliktreichen Fragen nach entsprechenden Entschädigungen. Zudem besteht ein immerwährender Konflikt zwischen dem technischen Hochwasserschutz und dem Naturschutz. Der Planungsverband vertritt den Standpunkt, dass vorsorgender Hochwasserschutz immer auch einen Beitrag zum Naturschutz leistet. In diesem Kontext gibt es jedoch häufig auch andere Ansichten, beispielsweise wenn es in Flora-Fauna-Habitat-Gebieten infolge

von Hochwasserschutzmaßnahmen zu Veränderungen der Lebensraumtypen kommt. (vgl. ebd.)

## Akteurskonstellationen

Treibende Kraft für die Einführung der beiden neuen Ansätze des Hochwasserschutzes im Regionalplan war der Planungsverband selbst (vgl. Interview RPV LW). Die im Rahmen des KlimaMORO Leipzig-Westsachsen (vgl. RPV LW 2013, siehe auch weiter unten) erarbeiteten Handlungsempfehlungen wurden in den Verbandsgremien der Region besprochen und schließlich angenommen. Mit Rückhalt vonseiten der Landesplanung sowie der Verbandsgremien wurden daraufhin die Handlungsempfehlungen des KlimaMORO in den Plansätzen des Regionalplans umgesetzt. Förderlich war dabei auch, dass die Themen Risikovorsorge und Kritische Infrastrukturen während der Erarbeitung des Regionalplans besonders aktuelle und relevante Themen in der Raumforschung waren. Zudem hatte die Regionalplanung in Leipzig-Westsachsen einen großen Handlungsspielraum, da die sächsische Landesplanung ebenfalls in das KlimaMORO eingebunden war. Der Planungsverband hat es als große Bereicherung wahrgenommen, dass mit der Landesplanung ein Partner bestand, der es ermöglichte, solche innovativen Festlegungen zum Hochwasserschutz zu treffen. (vgl. ebd.)

Innerhalb der Region gab es kaum Konflikte bei der Einführung der Ansätze (vgl. Interview RPV LW). Andere, politisch „konfliktträchtigere" Themen wie die abschließende Planung der Windenergienutzung, der Rohstoffabbau, die Gewerbeflächenvorsorge oder die Einstufung Zentraler Orte bestimmten den Diskurs im Rahmen des Erarbeitungsprozesses des Regionalplans 2021. Die Betroffenheit durch diese Themen überlagerte die des vorsorgenden Hochwasserschutzes. Möglicherweise wären die Beteiligung und gegebenenfalls der Widerstand zu den neuen Ansätzen im Hochwasserschutz größer gewesen, wenn es keine Gesamtfortschreibung des Regionalplans gegeben hätte, sondern nur eine Teilfortschreibung zum Thema Risikovorsorge. (vgl. ebd.)

## Impulse für die Raumordnung

Das Hochwasser 2002 hat das Bewusstsein für die Hochwassergefahr und den Hochwasserschutz innerhalb der Region deutlich gestärkt, insbesondere innerhalb der kommunalen Verwaltungen und bei den Trägern der Fachplanungen (vgl. Interview RPV LW). Der Regionalplan aus dem Jahr 2008 fußt maßgeblich auf den Geschehnissen und gewonnenen Erkenntnissen des Hochwasserereignisses von 2002. Förderlich war hierbei, dass bezogen auf das Hochwasser 2002 sehr gute fachliche Grundlagen in Form von Ereignisanalysen des Sächsischen Landesamts für Umwelt und Geologie bereitgestellt wurden. Zudem wurden für alle Gewässer erster Ordnung in Sachsen Hochwasserschutzkonzepte erarbeitet. Aufbauend auf diesen Analysen und Konzepten konnte der Regionalplan 2008 hinsichtlich des Themas Hochwasserschutz im Vergleich zum Regionalplan 2001 deutlich nachgeschärft werden. (vgl. ebd.)

Ausschlaggebend für die Einführung weitreichender Ansätze zum Hochwasserschutz im Regionalplan 2021 war jedoch das KlimaMORO („Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel"), an dem die sächsische Landesplanung sowie der Regionale Planungsverband Leipzig-Westsachsen von 2009 bis 2013 beteiligt waren (vgl. Interview RPV LW). Im Rahmen des KlimaMORO wurden unter anderem Vulnerabilitätsanalysen zu den Themen Hochwasser und Starkregen durchgeführt. Forschungsergebnisse und Handlungsempfehlungen aus dem KlimaMORO flossen im Anschluss auch in den Erarbeitungsprozess des sächsischen Landes-

entwicklungsplans 2013 ein. Im Ergebnis formulierte die Landesplanung konkrete Handlungsaufträge für die sächsische Regionalplanung, die im Falle der Region Leipzig-Westsachsen in der Einführung weitreichender Ansätze zur Risikovorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregen im Regionalplan 2021 mündeten. Im Wesentlichen betraf dies die Sicherung von „Gebieten mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser" sowie von „regionalen Schwerpunktbereichen zur Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall" über Grundsätze. (ebd.)

## Konzeptionelle und strategische Ansätze in der Region

Da sich aufgrund des Klimawandels die Hochwasserwahrscheinlichkeiten verändern und mit einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen zu rechnen ist, sieht der Regionale Planungsverband Leipzig-Westsachsen eine verstärkte Betrachtung des Aspekts der Hochwasserrisikovorsorge in der Raumordnung auch im Sinne der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (vgl. HWRM-RL) als erforderlich an (vgl. Interview RPV LW). In der Begründung des Regionalplans zu den beiden neuen Gebietskategorien zum Hochwasserschutz wird ein direkter Bezug zu dem von der MKRO 2016 verabschiedeten Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten" hergestellt, nach dem unter anderem die Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsbereichen im Mittelpunkt der planerischen Hochwasserversorge steht. Des Weiteren wird an die Grundsätze der Raumordnung nach dem Raumordnungsgesetz angeknüpft, gemäß derer unter anderem dem Schutz Kritischer Infrastrukturen (§ 2 Abs. 2 Nr. 3 ROG) und den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes Rechnung zu tragen ist. Letzteres sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG).

Der Regionale Planungsverband Leipzig-Westsachsen stellt in seinem Regionalplan aus dem Jahr 2021 fest, dass Nutzungen, die im Sinne des Schutzes von Leib und Leben eine besondere Bedeutung besitzen, sowie Infrastrukturen von überregionaler und regionaler Bedeutung, die durch Hochwasser erheblichen Schaden erleiden können, einen besonderen Schutzbedarf rechtfertigen (vgl. RPV LW 2021: 147). Begründet wird dies damit, dass der (zeitweilige) Verlust oder die Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit dieser Nutzungen und Infrastrukturen nicht nur erhebliche negative Folgewirkungen für die Region birgt, sondern beispielsweise auch überregionale Auswirkungen auf verkehrliche Erreichbarkeiten sowie regionsübergreifende Versorgungsgebiete (unter anderem für die Trinkwasserversorgung) hat. Insbesondere von Nutzungen, Infrastrukturen oder Anlagen, die gesundheitsgefährdende und umweltbelastende Stoffe produzieren, verarbeiten, lagern oder transportieren, geht im Überflutungsfall ein erhebliches Schadensrisiko und Gefährdungspotenzial aus. Die Gefährdung ergibt sich dabei nicht nur aus der Beschädigung selbst, sondern auch aus den durch die Beschädigung entstehenden Gefahren für die Umwelt (z. B. durch die Freisetzung wassergefährdender Stoffe). Um dem besonderen Schutzbedarf dieser Nutzungen, Infrastrukturen und Anlagen im Rahmen des Hochwasserschutzes Rechnung zu tragen, wurden im Regionalplan Leipzig-Westsachsen 2021 zwei innovative Gebietskategorien eingeführt.

Nach dem Grundsatz 4.1.2.22 sollen in „Gebieten mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser" sensitive Nutzungen und Kritische Infrastrukturen durch Maßnahmen des vorsorgenden und technischen Hochwasserschutzes vor überschwemmungsbedingten Beeinträchtigungen geschützt werden. In „Regionalen Schwerpunktbereichen zur Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall" sollen hochwasserexponierte

Anlagen zurück- oder umgebaut werden beziehungsweise der Neubau von Anlagen angepasst an die Hochwassergefährdungsintensität erfolgen. Die beiden Gebietskategorien sind Grundsätze der Raumordnung. Im Regionalplan erfolgt die Verortung der Gebietskategorien im Themenbereich „Freiraumentwicklung" unter den Aspekten „Grundwasser-, Oberflächenwasser-, Hochwasserschutz" (vgl. RPV LW 2021: 132; s. Abb. 75).

Die Abgrenzung der Hochwasserrisikobereiche mit hohem Schutzbedarf beziehungsweise mit erheblichem Gefahrenpotenzial wird durch die räumliche Überlagerung der naturräumlichen Exposition (Hochwasserrisiko) auf Grundlage der aktuellen sowie potenziellen Überschwemmungsgebiete (Eintrittswahrscheinlichkeit und Überschwemmungsintensität) sowie der sozioökonomischen Empfindlichkeit von Nutzungen und Anlagen (Bereiche mit hohem Schutzbedarf) beziehungsweise dem Schadensrisiko von Nutzungen und Anlagen im Hochwasserfall (Bereiche mit hohem Gefahrenpotenzial) vorgenommen.

Unter der Verwendung einer Dichteanalyse („Kernel-Density-Verfahren") wurden Konzentrationsbereiche von Nutzungen und Anlagen mit hoher sozioökonomischer Empfindlichkeit in Gebieten mit hoher naturräumlicher Exposition gegenüber Hochwasser sowie Konzentrationsbereiche von Nutzungen und Anlagen mit hohem Gefahrenpotenzial in Gebieten mit hoher naturräumlicher Exposition gegenüber Hochwasser abgegrenzt. Jene Konzentrationsbereiche sind zeichnerisch als „Gebiete mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser" sowie als „Regionale Schwerpunktbereiche für die Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall" festgelegt.

Festlegungskriterien für „Gebiete mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser" sind demnach Nutzungen und Infrastrukturen von regionaler und überregionaler Bedeutung beziehungsweise mit hoher Bedeutsamkeit für den Schutz von Leib und Leben und hoher Sensitivität gegenüber Hochwasser in Gebieten mit potenziell hohem Hochwasserrisiko. Festlegungskriterien für „Regionale Schwerpunktbereiche für die Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall" sind Nutzungen, Infrastrukturen oder Anlagen mit erheblichem Schadensrisiko im Hochwasserfall in Gebieten mit potenziell hohem Hochwasserrisiko.

Neben den Gebietskategorien „Gebiete mit hohem Schutzbedarf gegenüber Hochwasser" und „Regionalen Schwerpunktbereichen für die Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall" werden im Regionalplan Leipzig-Westsachsen 2021 weitere Handlungsansätze im Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz und der Hochwasservorsorge verfolgt:

**Vorranggebiete vorbeugender Hochwasserschutz (Überschwemmungsbereich) (ebd.: 132)**

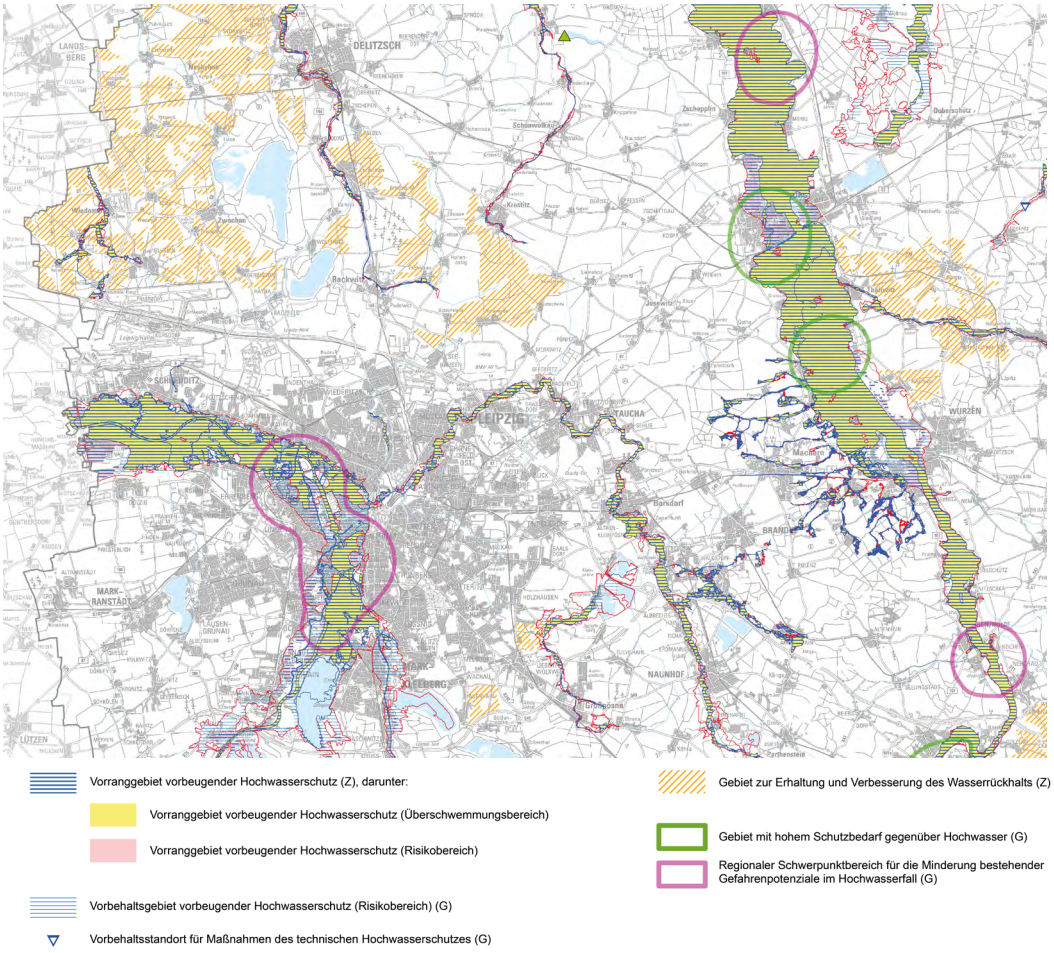
**Z 4.1.2.16:** Die Gebiete sind von Bebauung freizuhalten. Innerhalb der Gebiete soll die Errichtung von Anlagen der Infrastrukturen, die den Wasserabfluss behindern können, oder Rückhalteraum nicht ausgleichbar einschränken, ausgeschlossen sein.
**Z 4.1.2.17:** Es ist darauf hinzuwirken, dass die Abflussbereiche der Gebiete als Grünland genutzt oder durch Aufforstung geeigneter Gebiete in ihrem Retentionsvermögen gestärkt werden.

**Vorranggebiete vorbeugender Hochwasserschutz (Risikobereich) (ebd.)**

**Z 4.1.2.18:** In den Gebieten sollen nur Bauleitplanungen erfolgen, die der Erhaltung, der Erneuerung, der Anpassung oder dem Umbau vorhandener Ortsteile dienen. Dabei sind hochwasserangepasste Maßnahmen vorzusehen.

**Abbildung 75: Ausschnitt der Karte 12 (Festlegungskarte Hochwasserschutz) im Regionalplan Leipzig-Westsachsen 2021**

Quelle: RPV LW 2021




### Vorbehaltsgebiete vorbeugender Hochwasserschutz (Risikobereich) (ebd.)

**G 4.1.2.19:** Bei Planungen und Maßnahmen in den Gebieten sollen das bestehende Überschwemmungsrisiko einschließlich der Gefahren des Versagens bestehender Schutzeinrichtungen sowie die Rückgewinnung ehemaliger Retentionsflächen berücksichtigt werden.

**G 4.1.2.20:** In den Gebieten soll eine dem Hochwasserrisiko angepasste Nutzung erfolgen. Bei der Sanierung bestehender Bebauung sowie bei neuer Bebauung sind geeignete bautechnische Maßnahmen zur Vermeidung des Eintrags wassergefährdender Stoffe im Überschwemmungsfall vorzusehen.

### Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts (ebd.)

**Z 4.1.2.23:** In den Gebieten sind Beeinträchtigungen des Wasserrückhaltevermögens durch großflächige Bodenversiegelungen, die Beseitigung abflusshemmender Vegetationsbestände, nutzungsbedingte schädliche Bodenverdichtungen und Verringerung des natürlichen Retentionsraums der Fließgewässer zu vermeiden. Nutzungen und Maßnahmen, die eine Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens in diesen Gebieten begünstigen, sind zu befördern.

### Wirkung in der Region

Aufgrund der heftigen und schadensreichen Hochwasserereignisse, von denen Sachsen in den vergangenen zwei Jahrzehnten mehrmals betroffen war, zielen die zwei neuen Gebietskategorien im aktuellen Regionalplan Leipzig-Westsachsen insbesondere auf die Steigerung des Problembewusstseins bei den für die Genehmigung beziehungsweise den Betrieb Kritischer Infrastrukturen, hochwasserempfindlicher Nutzungen und Anlagen zuständigen Behörden beziehungsweise Akteuren ab (vgl. RPV LW 2021: 148). Die Wirkung der neu eingeführten Plansätze in der Region ist bisher noch nicht absehbar. Seit dem Inkrafttreten des Regionalplans im Dezember 2021 kam es innerhalb der festgelegten Gebiete nicht zu Neubauvorhaben, sondern nur zu einem Ersatzneubau (vgl. Interview RPV LW). Da durch dieses Vorhaben das Schadenspotenzial nicht erhöht wurde, erfolgte keine Anwendung der Plansätze. Mitarbeitende des Planungsverbands weisen allerdings darauf hin, dass es sich bei den neuen Plansätzen um Grundsätze und nicht um Ziele des Regionalplans handelt, sodass die Plansätze „nur“ in die Abwägung nachrangiger Planungen einzubeziehen sind. Je nachdem wie der künftige Vollzug der Plansätze gehandhabt wird, ist es durchaus möglich, dass sich bei Planungen und Vorhaben über die Plansätze hinweggesetzt wird. Dennoch gelangen Mitarbeitende des Planungsverbands zu der Einschätzung, dass das Instrumentarium ihrer Regionalplanung nun ausreichende Möglichkeiten bietet, um räumlich verortete Festlegungen zum Hochwasserschutz und zur Hochwasservorsorge zu treffen, sofern das Potenzial der Instrumente vollends ausgenutzt wird. Die Wirkung auf das Problembewusstsein der zuständigen Behörden beziehungsweise Akteure in Bezug auf Genehmigung beziehungsweise Betrieb Kritischer Infrastrukturen, hochwasserempfindliche Nutzungen und Anlagen ist zum aktuellen Zeitpunkt für die Mitarbeitenden des Planungsverbandes **noch nicht einschätzbar.** (vgl. ebd.)

## 6.1.4 Weitere Aspekte der Hochwasservorsorge

### Flankierende Ansätze

#### Fachzentrum Klima

Im Sächsischen Landesamt wurde das Fachzentrum Klima eingerichtet, das sich der Beratung von der Planungs- bis auf die Fachebene sowie dem Sammeln und Generieren von Daten annimmt. Auf Basis dieser Daten wurde das Wasserhaushaltsportal Sachsen entwickelt, welches Daten, Berechnungen und Prognosen bis 2100 öffentlich zur Verfügung stellt. Auch die Raumordnung profitiert von den bereitgestellten Informationen (vgl. Interview LfULG).

#### Förderung der Eigenvorsorge

In Sachsen werden Grundstückskäuferinnen und -käufer spätestens beim Gang zum Grundbuchamt darüber informiert, dass das zu erwerbende Grundstück im Überflutungsbereich liegt. Zweimal im Jahr werden den Liegenschaftsämtern vom Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) die aktuellen Überschwemmungsgebiete gemeldet. Die Liegenschaftsämter sind verpflichtet, die Information zur Lage des Grundstücks im Überschwemmungsgebiet an Kaufinteressenten weiterzugeben. In anderen Ländern ist der Käufer oder die Käuferin darauf angewiesen, sich selbst darüber zu informieren (vgl. Interview LfULG). Im Bildungs- und Demonstrationszentrum Leipzig wurde das Kompetenzzentrum Eigenvorsorge geschaffen: Dort wird ein Hochwasservorsorgeausweis ausgestellt (vergleichbar mit dem Hochwasserpass in Köln, HKC 2023). Zudem gibt es ein elektronisches Tool (flood.bi), mit dem eine Selbstauskunft für Ein- und Zweifa-

milienhäuser ausgestellt werden kann, auf Grundlage derer ein Fachgutachter beziehungsweise eine Fachgutachterin dann bei einem Hausbesuch Maßnahmen zur Eigenvorsorge benennen kann. Das Land Sachsen fördert ein solches Gutachten sowie die Umsetzung der darin aufgeführten Maßnahmen und ist damit aktuell das einzige Bundesland mit Fördermaßnahmen zur Eigenvorsorge.

### Verbesserung der Kooperation

Um Entscheidungsträger zusammenzubringen und es ihnen zu ermöglichen, Entscheidungen auf derselben Informationsgrundlage zu treffen, sollen zwischen 2023 und 2026 die Akteure der sächsischen Planungsregionen durch das Projekt RegioNet WasserBoden (Regionale Netzwerke für ein nachhaltiges Wasser- und Bodenmanagement) vernetzt werden (vgl. LfULG 2023). Außerdem erhalten die Kommunen in Sachsen eine höhere Förderung zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie, wenn alle Kommunen an einem Gewässer zusammenarbeiten. Ziel ist es, das Verhältnis zwischen Ober- und Unterliegern stärker zu berücksichtigen (vgl. Interview LfULG).

## Weitergehende Befunde aus den Fallstudienanalysen

### Abstimmungsbedarf Raumordnung und Fachplanung

In Deutschland existiert kein übergeordnetes Umweltgesetzbuch wie in anderen Staaten. Die zahlreichen Einzelgesetze beziehen sich dagegen nur auf einzelne Bereiche und sind nicht hinreichend aufeinander abgestimmt (vgl. Interview LfULG). Zudem wurde berichtet, dass es zwischen der Fachplanung und der Raumordnung keinen ausreichenden Austausch gibt (vgl. ebd.). Die Fachplanung berücksichtige zwar in ihren Planungs- und Genehmigungsprozessen die Festlegungen der Regionalpläne, darüber hinaus bestehen aber wenige Berührungspunkte zwischen der Raumordnung und der Fachplanung.

### Wirksamkeit der Hochwasserschutzmaßnahmen in Sachsen

2002 waren zwei Drittel der Landesfläche Sachsens von Hochwasser betroffen. Es kam zu Schäden in Höhe von rund sechs Milliarden Euro und 21 Todesopfern. Das theoretisch berechnete Gesamtschadenspotenzial des Hochwassers von 2002 (für den Fall der Betroffenheit der gesamten Landesfläche) lag bei 7,2 Milliarden Euro. 2013 war in ähnlicher Intensität fast das gesamte Bundesland von Hochwasser betroffen, es kam jedoch „nur“ zu Schäden in Höhe von zwei Milliarden Euro. Dies kann als Hinweis interpretiert werden, dass viele Maßnahmen bereits umgesetzt wurden und eine messbare Wirkung entfalten (vgl. Interview LfULG).

### Bedeutung der MKRO-Leitbilder

Die von der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) formulierten Leitbilder der Raumentwicklung spielen im Alltag der Regionalplanung nur eine untergeordnete Rolle und treten fast ausschließlich während der Erarbeitung von Regionalplänen in Erscheinung (vgl. Interview RPV LW). Sie dienen als Planrechtfertigung, wenn sich diese nicht über Festlegungen im Raumordnungsgesetz oder Landesentwicklungsplan herstellen lässt. Einige Leitbilder wurden jedoch als Begründung für die Ziele und Grundsätze des Regionalplans herangezogen. (vgl. ebd.).

### 6.1.5 Fazit

- Aus dem Umgang mit der Hochwasserrisikovorsorge in Sachsen lassen sich Schlüsse und Handlungsempfehlungen für die Raumordnung im Allgemeinen ableiten. So ist insbesondere vor dem Hintergrund der erwartbaren extremeren Wetterlagen, die sich als Folge des Klimawandels verstehen, eine Bemessung sämtlicher Maßnahmen zum Hochwasserschutz am **Extremhochwasser** vonnöten, um die Schadenspotenziale einzugrenzen. Dies betrifft nicht nur die Dimensionierung von Anlagen des technischen Hochwasserschutzes, sondern auch die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Hochwasservorsorge sowie den Siedlungsrückzug beziehungsweise die Vermeidung von neuer Siedlungstätigkeit im Einzugsbereich der Flüsse. In diesem Zusammenhang sollten insbesondere Hochwasserentstehungskarten häufiger verwendet werden. Diese weisen Hochwasserentstehungsgebiete aus, also Gebiete, in denen bei Starkregenereignissen oberirdische Abflüsse entstehen können, die zu Hochwassern führen können.

- Die Regionalplanung kann überwiegend durch die Beteiligung in formellen Verfahren eine Steuerungswirkung entfalten. Dort, wo es aufgrund einer textlichen oder zeichnerischen Festlegung eine Beachtens- oder Berücksichtigungspflicht der raumordnerischen Festlegungen gibt (beispielsweise in der Bauleitplanung oder in Planfeststellungsverfahren), kann die Regionalplanung als Träger öffentlicher Belange förmliche Stellungnahmen abgeben, in denen sie auf Zielkonflikte mit regionalplanerischen Festlegungen hinweist. Solche **Stellungnahmen der Regionalplanung** führen teilweise dazu, dass gewisse Vorhaben nicht genehmigungsfähig sind. Im Sonder- oder Zweifelsfall wird ein Zielabweichungsverfahren durchgeführt, in dem die Regionalplanung erneut Stellungnahmen abgibt. Über die Beteiligung und Stellungnahme in solchen formalen Verfahren versucht die Regionalplanung darauf hinzuwirken, bestimmte Bereiche von gewissen Nutzungen freizuhalten oder raumbedeutsame Kompensationsmaßnahmen in bestimmten Gebieten zu konzentrieren. Im Ergebnis ist die Steuerungswirkung der Regionalplanung daher eher verhinderungsbezogen. Allerdings muss beachtet werden, dass die Verhinderung von Vorhaben durch die Regionalplanung stets darin begründet liegt, raumordnerisch relevante Funktionen oder Nutzungen eines Raums vor Einschränkungen oder Verlust zu schützen.

- Grundsätzlich sollte auch berücksichtigt werden, dass selbst die innovativsten Ansätze und Planungen nahezu wirkungslos bleiben können, wenn die **(Risiko-)Kommunikation** zwischen den verschiedenen Planungsebenen und Akteuren nicht gestärkt wird, um die effektive Umsetzung zu gewährleisten. Vielfach bestehen zum Themenkomplex der Risikovorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregen bereits ausreichende fachliche Grundlagen sowie das notwendige Wissen. Problematisch ist, dass das bereits vorhandene Wissen nicht bekannt ist oder nicht abgerufen wird. Vor diesem Hintergrund sollten Strategien zur (Risiko-)Kommunikation und zur Verbreitung des bestehenden Fachwissens entwickelt werden. Die Uneinheitlichkeit der planungs-, umwelt- und wasserrechtlichen Grundlagen stellt hierbei eine zusätzliche Herausforderung dar. Neben der Verbesserung von Kommunikation und Informationsaustausch könnte hier auch eine Schärfung der MKRO-Leitbilder im Hinblick auf den Umgang mit Hochwasserrisiken hilfreich sein.

- Hochwasservorsorge ist ein bedeutendes Thema in der Raumordnung, wurde bislang jedoch vorwiegend von der Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum geprägt. Künftig bedarf es weiterer Festlegungen wie Rückgewinnung von Retentionsräumen, Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche und Starkregenrisikomanagement. Die größten Impulse für die Raumordnung in den Ländern und Regionen sind zukünftig durch die **Umsetzung des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz** zu erwarten.

## 6.2 Umgang mit Hitze in der Stadt am Beispiel der Region Köln/Bonn

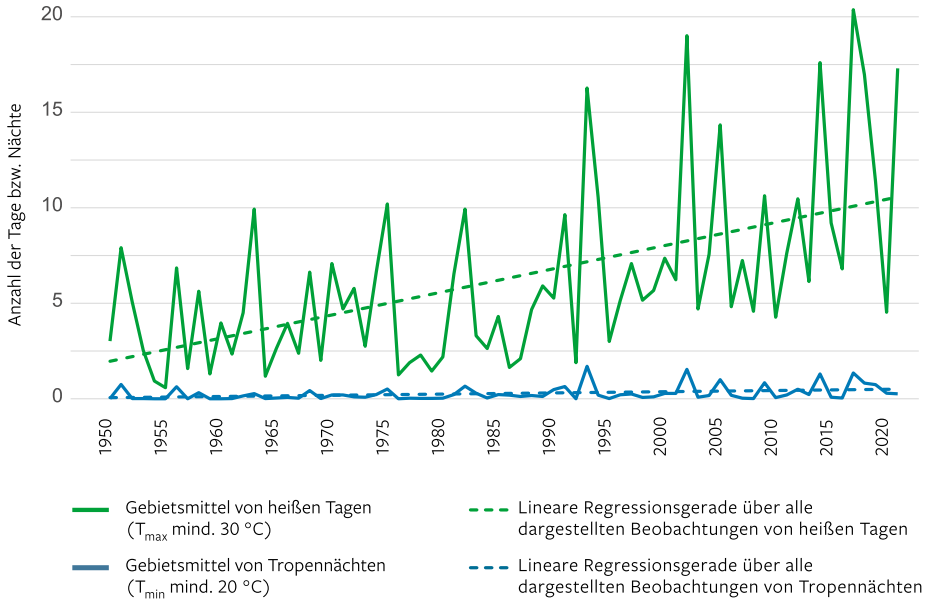
Die globale Erwärmung und die damit verbundene Erhöhung der Durchschnittstemperaturen haben weitreichende Folgen: Höhere Lufttemperaturen beeinflussen beispielsweise die Niederschlagsverhältnisse und damit sowohl Starkregenereignisse als auch Trockenperioden; sie begünstigen die Ozonbildung und führen in Verbindung mit Luftschadstoffen zu negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (vgl. UBA 2021; RKI 2023; SRU 2023). Hinzu kommen Hitzewellen als Extremereignisse, die in den vergangenen Jahrzehnten wie auch im Jahr 2023 die Mortalitätsraten insbesondere in den Städten deutlich erhöht haben (vgl. ebd.). Auch feuchte unversiegelte Flächen (Böden) tragen insbesondere tagsüber zur Abkühlung der Landschaft und der Städte bei. Die Austrocknung der Landschaft, insbesondere während Trockenperioden, sollte daher durch Wasserrückhalt minimiert werden (vgl. BMUV 2023a; BMUV 2023b).

### 6.2.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas

Auf Grundlage zahlreicher Klimamodellierungen ist damit zu rechnen, dass zukünftig länger anhaltende Hitzewellen in einer erhöhten Frequenz auftreten werden (vgl. UBA 2022a). Diese sind mit teilräumlich unterschiedlich starken Belastungen, insbesondere in bioklimatischen Belastungsgebieten, verbunden (vgl. MKRO 2016a: 31). Die Zunahme der Hitzebelastung durch den Klimawandel zeigt sich bei Betrachtung der Anzahl an Heißen Tagen mit einem Temperaturmaximum von über 30 °C im Verlauf der vergangenen 70 Jahre (s. Abb. 76).

**Abbildung 76: Anzahl der Tage und Tropennächte im Gebietsmittel in Deutschland zwischen 1951 und 2022 mit einem Lufttemperatur-Maximum über 30 °C (Gebietsmittel)**

Quelle: SRU 2023: 81



Auch wenn zwischen den einzelnen Jahren teils starke Schwankungen zu erkennen sind, so ist der Trend insgesamt deutlich steigend. Dabei waren die Jahre 2003, 2015, 2018 und 2022, gemittelt über die Gesamtfläche Deutschlands, die Jahre mit der höchsten Zahl Heißer Tage (vgl. UBA 2022a). So gab es zuletzt im Jahr 2022 etwa 17,3 Heiße Tage (vgl. ebd.). Im Gegensatz zu den Heißen Tagen ist das Gebietsmittel der Tropennächte weitgehend konstant. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die meisten Wettermessstationen des Deutschen Wetterdiensts (DWD) in ländlichen Gebieten liegen und die vor allem in städtischen Gebieten auftretenden Tropennächte dadurch statistisch nicht angemessen in Erscheinung treten (vgl. SRU 2023: 81 f.). Die Anzahl der Hitzetage pro Jahr in Deutschland ist bei einer Spannbreite von kleiner 3 bis größer 21 Tagen unterschiedlich verteilt, was angesichts geographisch differenzierter klimatischer und topographischer Bedingungen nicht verwunderlich ist (vgl. RKI 2023: 20).

Aufgrund des Klimawandels ist vor allem in den Sommermonaten der nächsten Jahrzehnte von einer weiteren Zunahme der Anzahl an Heißen Tagen auszugehen (vgl. UBA 2022a). Allerdings gibt es bislang keine einheitliche Definition zu Hitzewellen – weder bezüglich der Anzahl der Tage und Nächte mit hoher Temperatur noch hinsichtlich der Schwellenwerte zu Temperaturwerten oder anderen bioklimatischen Indizes (vgl. Schillo et al. 2018).

Hitze tritt dabei großräumig auf. Gerade in den urbanen Räumen kann eine steigende Hitzebelastung weitreichende Folgen nach sich ziehen. Das Lokalklima in Städten wird durch einen hohen Versiegelungsgrad, wärmespeichernde Baumaterialien, einen verringerten Luftaustausch sowie Luftschadstoffe und anthropogene Wärmequellen geprägt. Diese Faktoren führen zu dem sogenannten Wärmeinseleffekt, das heißt zu einer deutlich höheren bodennahen Lufttemperatur im städtischen Ballungsraum im Vergleich zu dem ländlichen Umland (vgl. DWD o. J.c). Die Ausprägung der städtischen Wärmeinseln wird stark durch die bioklimatischen Bedingungen der Region beeinflusst. Zum Beispiel führen die bioklimatischen Umgebungsbedingungen im Oberrheingraben oder im Raum Rhein-Main zu deutlich stärkeren Wärmebelastungen, als es beispielsweise in Norddeutschland der Fall ist. Eine große Wirkung auf das Makroklima von Städten entfalten die lokalen beziehungsweise regionalen Windsysteme. Diese bilden sich in topographisch bewegtem Gelände durch Kaltluftabflüsse und Bergwinde und können so zu einer Abkühlung beziehungsweise Verminderung der Wärmebelastung führen. Aufgrund dessen ist es wichtig, diejenigen Flächen als bioklimatische Entlastungsgebiete zu erhalten, die für den Luftaustausch relevant sind, indem sie für die Kaltluftproduktion sorgen und als Luftleitbahnen den Transport der Kaltluft in die Stadt gewährleisten (vgl. BMVBS/BBSR 2013: 103; MKRO 2013a: 26).

Die gesundheitlichen Folgen hoher Lufttemperaturen sind besonders in den urbanen Räumen spürbar. Neben negativen Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden zeigen sich durch anhaltende Hitzeperioden Gesundheitsbelastungen bis hin zu einem deutlichen Anstieg der Todesfälle. Die geschätzte Anzahl der hitzebedingten Sterbefälle in Deutschland zwischen 1992 und 2021 weist die Jahre 1994, 2003, 2006, 2015, 2018 und 2019 mit jeweils mindestens 6.000 Sterbefällen als extreme Jahre aus (vgl. Winklmayr et al. 2022). Besonders betroffen sind vulnerable Bevölkerungsgruppen wie ältere Menschen, chronisch Kranke und Kinder (vgl. DStGB/Difu 2022: 7). Dabei kommt es nicht nur zu einer direkten Belastung des menschlichen Körpers durch Hitze, beispielsweise in Form von Kreislaufproblemen. Eine heiße Witterung kann auch zu Verunreinigungen der Atemluft beitragen, die wiederum Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verstärken (vgl. SRU 2023; RKI 2023; UBA 2022a).

Für die menschliche Gesundheit spielt auch die Temperatur in Innenräumen eine wesentliche Rolle, da die meisten Menschen den größten Teil des Tages in Innenräumen verbringen (vgl. Hartz et al. 2020: 7). Insbesondere in Abhängigkeit der Bausubstanz ist es bedeutsam, dass sich die Gebäude erst über mehrere Tage hinweg aufheizen und dann die Wärme nach innen abgeben. Insofern spielen mehrtägige Hitzewellen eine wichtigere Rolle als einzelne Hitzetage oder Tropennächte (ebd.).

Der fortschreitende Klimawandel in Kombination mit Urbanisierungstendenzen in vielen deutschen Städten offenbart die Dringlichkeit der Thematik und den angezeigten Handlungsbedarf auf allen Planungsebenen.

## Programmatiken auf Ebene der EU, des Bundes und der Länder

Auf EU-Ebene ist die EU-Anpassungsstrategie 2021 „Ein klimaresilientes Europa – die neue EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel" verabschiedet worden. Diese richtet sich an die Mitgliedsstaaten und alle öffentlichen und privaten Akteure. Sie zielt mit Blick auf Hitzefolgen auf eine schnelle, systemische Anpassung, die alle relevanten Politikbereiche adressiert. Anpassungslösungen sind dabei auf allen Planungsebenen zu entwickeln und sollen auf soliden Datengrundlagen und Risikobewertungsinstrumenten beruhen.

Auf Bundesebene wurden die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008" sowie der erste Fortschrittsbericht 2015 und der zweite Fortschrittsbericht 2020 vorgelegt. Die Umsetzung erfolgt über die Aktionspläne Anpassung 2011, 2015 und 2020, in die zahlreiche weitere Grundlagenstudien und Strategien eingeflossen sind. 2021 wurde zudem die „Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland" vorgelegt (UBA 2021).

Die Bundesregierung veröffentlichte 2019 den „Masterplan Stadtnatur" und würdigte hierin den Beitrag von Stadtnatur und grüner Infrastruktur zur Anpassung an den Klimawandel durch ihre klimatische Ausgleichswirkung. Es wird darüber hinaus ein breites Maßnahmenprogramm beschrieben, um die Naturausstattung in den Städten zu verbessern. Dazu gehören zum Beispiel die Schaffung neuer Förderschwerpunkte oder die Identifizierung von Entsiegelungspotenzialen in den Städten zur Entwicklung von Grünräumen (vgl. BMU 2019).

Das Fachgutachten „Bundeskonzept Grüne Infrastruktur" des Bundesamts für Naturschutz aus dem Jahr 2017 greift die Initiative der EU-Kommission zur grünen Infrastruktur auf, fasst vorhandene Fachkonzepte des Naturschutzes auf Bundesebene zusammen und liefert damit für bundesrelevante Entscheidungen mit Raumbezug wichtige Grundlageninformationen (vgl. BfN 2017). In Bezug auf grüne Infrastrukturen in städtischen Räumen und Siedlungsgebieten werden drei zentrale Zielsetzungen formuliert. Eine davon betrifft die Anpassung an die Folgen des Klimawandels und zwar in erster Linie die klimatischen Regulationsleistungen zur Minderung des städtischen Hitzeinseleffekts sowie die Funktion als Retentionsraum bei Starkregenereignissen und Überschwemmungen. Ein Handlungserfordernis wird unter anderem in der Sicherung und Erhaltung bedeutsamer Kaltluftentstehungsgebiete und Luftleitbahnen gesehen (vgl. BfN 2017: 213 ff.). Das Thema Urbane Grüne Infrastruktur etablierte sich infolgedessen als fester Bestandteil von Planungskonzepten auf regionaler und städtischer Ebene sowie als wesentlicher Baustein in Förderprogrammen des Bundes wie beispielsweise „Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel. Auch das „Weißbuch Stadtgrün" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit enthält konkrete Handlungsempfehlungen des Bundes für mehr Grün in den Städten Deutschlands (vgl. BMUB 2017).

Um dem Problem der zunehmenden gesundheitlichen Belastung durch Hitze und Hitzefolgen zu begegnen, wurde durch das Bundesministerium für Gesundheit noch im Jahr 2023 ein nationaler Hitzeschutzplan veröffentlicht (vgl. BMG 2023). Ziel dessen ist die Verbesserung der Warnung und Reaktion bei Hitzewellen. Ein Impulspapier beschreibt die Grundlagen für einen umfassenden Hitzeschutz (vgl. Springer Medizin Verlag GmbH 2023; BMG 2023).

## Bedeutung des Themas für die Raumordnung

Klimaanpassung und damit auch die Anpassung an thermische Belastungen ist im Raumordnungsgesetz 2008, zuletzt geändert am 22. März 2023, sowie den Leitbildern der Raumentwicklung 2016 verankert (vgl. MKRO 2016a). Die räumlichen Erfordernisse des Klimas sind insbesondere in § 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG gefasst. Für das Themenfeld „thermische Belastung" gibt es keine spezifische Fachplanung, sodass hier die Raumordnung eine Auffangfunktion und auf Basis von § 1 Abs. 1 Satz 2 Nr. 2 ROG Vorsorge für einzelne Nutzungen und Funktionen des Raums übernimmt.

Die Reduktion des Wärmeinseleffekts in stadtregionalen Kontexten fällt damit in das Aufgabenspektrum der Raumordnung. Dies kann unter anderem durch Festlegungen zu einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung, zur Sicherung von Frischluftschneisen, Freiräumen und multifunktionaler Flächennutzung oder zur Entwicklung blau-grüner Infrastrukturen erfolgen (vgl. MKRO 2013a, 2016a). Darüber hinaus kann sich die Raumordnung um eine Sensibilisierung von Akteuren auf kommunaler Ebene für dieses Thema bemühen.

In den Leitbildern der Raumentwicklung wird auf die im Zuge des Klimawandels vermehrt auftretenden länger anhaltende Hitzewellen hingewiesen und insofern der Dringlichkeit des Handlungsfelds Schutz vor Hitzefolgen Nachdruck verliehen (vgl. MKRO 2016a: 20). Die Leitbilder beziehen sich explizit auf die Umsetzung des Handlungskonzepts der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels der MKRO (2013), das den Schutz vor Hitzefolgen vor allem auf städtische Gebiete bezieht (vgl. MKRO 2013a: 25 ff.). Raumordnungsrelevante Aspekte im Kontext des Schutzes vor Hitzefolgen betreffen im Wesentlichen

- den Schutz überörtlich bedeutsamer klimawirksamer Freiräume, Ausgleichsflächen und Luftaustauschflächen,
- die räumliche Steuerung der Siedlungsflächen- und Infrastrukturentwicklung sowie
- Maßnahmen zum Schutz vor (Wald-)Brandgefahr.

Eine Analyse der derzeitigen Umsetzung der raumordnungsrelevanten Aspekte des Handlungsfelds Schutz vor Hitzefolgen auf Ebene der Regional- und Landesplanung findet sich im Rahmen der Auswertung der Raumordnungspläne in Kapitel 4.1.

Um der Herausforderung von Hitzebelastungen in verdichteten Siedlungsbereichen und dem städtischen Wärmeinseleffekt zu begegnen, ist die Kenntnis über die bioklimatischen Bedingungen der Region, wie Windsysteme oder Topographie, Grundvoraussetzung. So benennt auch die MKRO für das Leitbild 4.1 „Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen" eine verbesserte Kenntnis über die regionalen Klimate als Grundlage für raumordnerische Festlegungen im Bereich des Schutzes von Siedlungsbereichen vor Hitzefolgen (vgl. MKRO 2016a: 31). Um die spezifische Klimawirksamkeit beispielsweise von regionalen Grünzügen zu erfassen, bedarf es im Vorfeld der Ausweisung gezielter fachplanerischer Analysen. Eine Umsetzung klimawirksamer Maßnahmen, die den Festlegungen zur Erhaltung beziehungsweise Schaffung klimawirksamer

Freiräumen auf der regionalen Raumordnungsebene Rechnung tragen, obliegt der Bauleit- und Fachplanung. Daher ist ein hoher Kooperationsbedarf zwischen Regionalplanung, Bauleitplanung und Landschaftsplanung angezeigt (vgl. BMVBS/BBSR 2013: 103f.).

Weiterhin gilt es, die Leitvorstellungen einer durchgrünten, klimaangepassten und gleichzeitig kompakten, flächensparenden Stadt im Sinne einer doppelten Innenentwicklung zu vereinbaren. Hierzu sind regionale und lokale Lösungsstrategien notwendig, um mögliche Zielkonflikte zu vermeiden. Eine stadtregionale Klimafolgenbewertung kann hierbei die Dringlichkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen begründen und in Abwägungsprozessen der Regionalplanung und Stadtentwicklung Berücksichtigung finden (vgl. BMVBS/BBSR 2013: 104; MKRO 2013a: 28; BfN 2017: 217).

## 6.2.2 Fallregion Köln/Bonn

### Über die Region

Der Regierungsbezirk Köln liegt im Südwesten Nordrhein-Westfalens und grenzt an das Bundesland Rheinland-Pfalz. Mit einer Fläche von 7.365 km² ist er der zweitgrößte Regierungsbezirk in Nordrhein-Westfalen mit einer Einwohnerzahl von über 4,4 Millionen. Die vier kreisfreien Städte im Regierungsbezirk sind Aachen, Bonn, Köln und Leverkusen. Die Stadt Köln ist dabei mit einer Einwohnerzahl von über einer Million die größte Stadt Nordrhein-Westfalens. (vgl. Bezirksregierung Köln o. J.)

Die Fallstudienregion umfasst jedoch nicht den Regierungsbezirk, sondern den Umgriff des Vereins Köln/Bonn e.V. Mitglieder sind die kreisfreien Städte Köln, Bonn und Leverkusen sowie die Kreise Rhein-Sieg-Kreis, Rhein-Erft-Kreis, Rhein-Kreis Neuss, Oberbergischer Kreis und Rheinisch-Bergischer Kreis. Die Stadt Aachen und die Kreise Düren und Euskirchen sind nicht Mitglied im Verein, dafür jedoch der Rhein-Kreis Neuss, der im Regierungsbezirk Düsseldorf liegt. Die Fallstudienregion umfasst eine Fläche von 4.415 km². In der Region wohnten im Jahr 2021 rund 3,6 Millionen Menschen bei einer Einwohnerdichte von 831 EW/km². Die Einwohnerdichte ist daher deutlich höher als in Nordrhein-Westfahlen und im Regierungsbezirk. (vgl. Region Köln/Bonn e.V. o. J.a)

| | |
|---|---|
| **Region:** | Köln/Bonn |
| **Bundesland:** | Nordrhein-Westfalen |
| **Fläche:** | 4.400 km² |
| **Einwohnerzahl:** | 3.600.000 |
| **Einwohnerdichte:** | 831 EW/km² |
| **Website:** | https://www.region-koeln-bonn.de/ |

### Regionale Herausforderungen

Die Region Köln/Bonn gehört zu den wärmsten Regionen in Deutschland (s. Abb. 6). Im Ballungsraum Köln liegen die mittleren Temperaturen der Klimanormalperiode (KNP) 1981 – 2010 mit 11 °C bis 12 °C deutlich über den Durchschnittstemperaturen der umgebenden Höhenlagen (zum Vergleich: Höhen der Eifel mit 7 °C bis 8 °C) (vgl. LANUV 2018: 20). Die jährliche Durchschnittstemperatur im Regierungsbezirk Köln ist im Vergleich der KNP 1951–1980 zu 1981–2010 von 8,9 °C auf 9,7 °C, das heißt um 0,8 °C, angestiegen (vgl. ebd.: 21). Die erhöhte Wärmebelastung aufgrund von Stadtklimata ist hierbei noch nicht berücksichtigt.

In der KNP 1981 – 2010 gab es im räumlichen Mittel über die gesamte Region rund sechs Heiße Tage pro Jahr, was einem Anstieg um drei zusätzliche Tage im Vergleich zur KNP 1951 – 1980 entspricht. Die Werte der Heißen Tage in der KNP 1981 – 2010 unterscheiden sich für die Teilräume der Region je nach räumlicher Lage und liegen zwischen null und zwei Tagen in der Eifel und acht bis zehn Tagen im Bereich des Rheins. (vgl. LANUV 2018: 23)

In der nahen Zukunft (2021 – 2050) und in der fernen Zukunft (2051 – 2100) werden nach den RCP 4.5-Projektionen Veränderungen der Durchschnittstemperatur um +1,5 °C (85. Perzentilwert; 2021 – 2050), beziehungsweise +2,6 °C (2051 – 2100) angegeben. Auf Grundlage der SRES-A1B Modelle erhöht sich die Anzahl der Heißen Tage bis 2050 um 7,8 und bis 2100 um 23,6 Tage (85. Perzentil). (vgl. LANUV 2018: 47 ff.)

## Akteurskonstellation

Der 1992 gegründete Verein Region Köln/Bonn e.V. versteht sich als Regionalmanagement für die Region Köln/Bonn; er ist Konzept- und Strategieentwickler, Initiator und Moderator von Kooperationen und Projekten, Vernetzer von Akteuren sowie Sprachrohr der Region in Richtung Land und Bund. Vor dem Hintergrund zahlreicher Transformationsprozesse in der Region werden diverse konzeptionelle, programmatische und projektorientierte Arbeiten in den Themenfeldern Raumentwicklung, Energie und Klima, Innovation und Wirtschaft sowie Lebensqualität angestoßen und durchgeführt. Ein Fördermittelmanagement unterstützt die Mitglieder des Vereins bei der Inanspruchnahme geeigneter Programme und Instrumente. (vgl. Region Köln/Bonn e.V. o. J.b)

Neben den acht Gebietskörperschaften gehören zu den Mitgliedern weitere Institutionen wie die Industrie- und Handelskammern zu Köln und Bonn/Rhein-Sieg sowie der Landschaftsverband Rheinland. Zudem sind weitere umliegende Kreise sowie die Bezirksregierung als Gäste in die Entscheidungs- und Arbeitsgremien des Vereins involviert. (vgl. Region Köln/Bonn e.V. o. J.b)

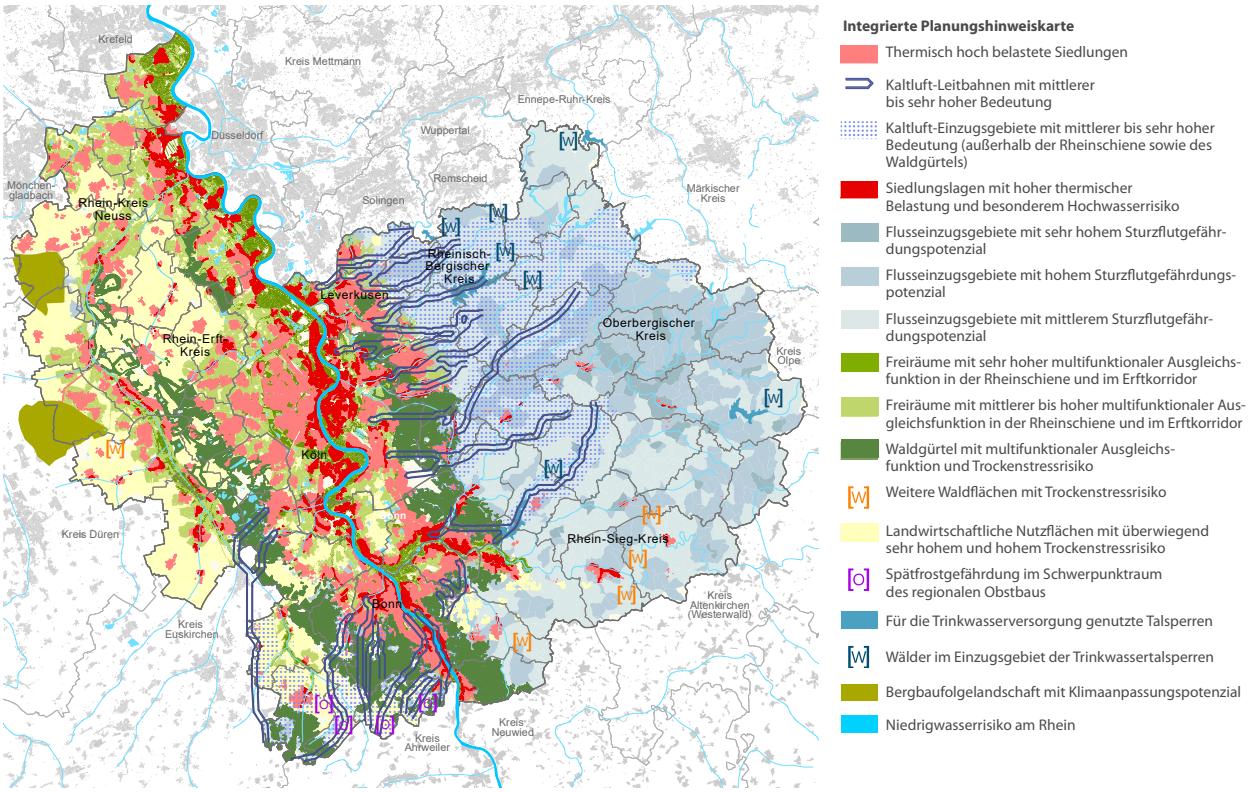
## Konzeptionelle und strategische Ansätze in der Region

Die Region zählt zu den am dichtesten besiedelten Regionen in Deutschland. Die dynamische demografische und wirtschaftliche Entwicklung führt zu einem erhöhten Bedarf an Wohn- und gewerblichen Flächen sowie an Infrastrukturen. Die vielfältigen Entwicklungsaufgaben boten dem Regionalmanagement Anlass, mit der Erarbeitung eines Agglomerationskonzepts Lösungen für eine nachhaltige Raumentwicklung im regionalen Maßstab vorzulegen (vgl. Region Köln/Bonn e.V. 2020). Aufbauend auf dem Agglomerationskonzept entstand das Agglomerationsprogramm, das neue Herausforderungen wie den Klimawandel stärker aufgreift, strategische Schwerpunkte („Programmlinien“) setzt und konkrete Umsetzungswege aufzeigt (vgl. Region Köln/Bonn e.V. 2022).

Parallel zum Agglomerationskonzept wurde 2019 eine Klimawandelvorsorgestrategie (KWVS) vorgelegt (vgl. Region Köln/Bonn e.V. 2019). Die KWVS greift die klimatischen Einflüsse und ihre Veränderungen in der Region auf. Im Rahmen einer Klimawirkungsanalyse wurden sowohl die Veränderungen der Klimasignale als auch die Klimawirkung in verschiedenen Handlungsfeldern modelliert. In den Szenarien (starker und schwacher Klimawandel) wurden auch sozio-ökonomische und raumstrukturelle Wandlungsprozesse berücksichtigt, unter anderem für die Bevölkerung (Bevölkerungsvorausberechnung) sowie für die Wohn- und Mischbauflächen (Siedlungsmodell) und für die Modellierung der

**Abbildung 77: Integrierte Planungshinweiskarte**

Quelle: Region Köln/Bonn e.V. 2019




Klimawirkungen genutzt. Auf Grundlage der Klimawirkungsanalyse und in Abstimmung mit weiteren regionalen Plänen und Fachkonzepten erfolgte eine Ableitung räumlich differenzierter Planungshinweiskategorien für die Region Köln/Bonn (s. Abb. 77).

Diese mündeten in Maßnahmenvorschlägen, die einen Beitrag zur Klimawandelanpassung der Region und in den einzelnen Kommunen leisten. Im Rahmen der KWVS wurden dabei auch Aussagen zu thermisch belasteten Gebieten sowie zu regional wirksamen Luftleitbahnen und Kaltluft-Einzugsgebieten getroffen. Entsprechende Maßnahmenvorschläge adressieren in einer konkreten Praxishilfe sowie über weitere verfügbare Materialien (u. a. Karten, GIS-fähige Daten) vorwiegend die kommunale und die Kreisebene (s. Tab. 22 und 23).

Die Ergebnisse der KWVS wurden in kommunalen Räten und Ausschüssen vorgestellt und darauf aufbauend konkrete Maßnahmen zur räumlichen Anpassung vor Ort gemeinsam diskutiert. Der Verein Region Köln/Bonn e.V. beteiligt sich hierzu unter anderem an fachübergreifenden Verwaltungsworkshops zur Klimaanpassung in den Kreisen und Kommunen der Region. Auf der regionalen Ebene hat der Austausch zum Thema mit dem Fachdialog Klimawandelvorsorge seine Fortsetzung gefunden. Das von der Region Köln/Bonn e.V. initiierte Format der Fachworkshops dient dem Austausch über aktuelle Entwicklungen und gute Umsetzungsbeispiele, die von Kommunen aufgegriffen werden können. Regionale Vorbildprojekte der Klimawandelanpassung werden zudem im Rahmen des Agglomerationsprogramms umgesetzt. (vgl. Region Köln/Bonn e.V. o. J.c)

**Tabelle 22: Maßnahmen zur Anpassung an thermische Belastung im Siedlungsbereich – Auszug**

Quelle: Region Köln/Bonn e.V. 2019

| Maßnahme | Erläuterung | T1 | T2 | T3 |
|---|---|---|---|---|
| **Aufklären und beraten** | | | | |
| **Aufklärung zu Gesundheitsgefahren und Verhalten bei Hitzewellen** | Bevölkerung und relevante Institutionen zu Auswirkungen thermischer Belastung, vor allem auf sensitive Bevölkerungsgruppen, informieren und zu Verhaltens- und Minderungsmaßnahmen beraten (z. B. über Kampagnen, Broschüren, Internet und Social Media) | ○ | ● | ● |
| **Beratung zur klimaangepassten Gestaltung der Siedlungslagen** | Beratung zu städtebaulichen Maßnahmen zur Verringerung des Hitzeinseleffekts und insbesondere zur Stärkung der klimaökologischen Funktion der grün-blauen Infrastruktur | ○ | ● | ● |
| **Grundlagenwissen verbessern** | | | | |
| **Klima- und Vulnerabilitätsanalysen zur thermischen Belastung erstellen** | - räumlich hochauflösende Modellierung der Klimaanalysen zur thermischen Belastung<br>- Betrachtung der Bevölkerungsdichte und unterschiedlicher Risikogruppen<br>- ggf. Analyse des Innenraumklimas<br>- Modellierung von Szenarien zu Klimawandel und Siedlungsentwicklung | ○ | ◉ | ◉ |
| **Klimarelevanz von Freiräumen bestimmen** | - auf stadtregionaler Ebene in Bezug auf die Kalt- und Frischluftdynamik (Entstehung, Transport)<br>- auf lokaler Ebene hinsichtlich der Trittsteine für Kühlung und Durchlüftung der Siedlungslagen sowie in Bezug auf den Klimakomfort am Tag | ○ | ● | ● |
| **Potenzialflächen für grüne Infrastruktur erkunden** | „graue" Flächenpotenziale, die sich vor allem für eine Begrünung und Verschattung durch Bäume anbieten | ○ | ● | ◉ |
| **Instrumente anwenden bzw. anpassen** | | | | |
| **Bauleitplanerische Sicherung kleinräumiger klimarelevanter Freiräume** | Sicherung bzw. Schaffung klimarelevanter Freiräume im Rahmen der Erstellung von Bebauungsplänen, z. B.<br>- Erhalt und Schaffung von Grün- und Freiflächen nach § 9 Abs. 1 Nrn. 4, 10, 15 oder 18 Baugesetzbuch (BauGB)<br>- von Bebauung freizuhaltende Schutzflächen und ihre Nutzung, z. B. Grünflächen, Wasserflächen, Flächen für Land- und Forstwirtschaft nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB | ○ | ● | ◉ |
| **Stadt(teil-)entwicklungspläne mit Schwerpunkt Klimaanpassung** | - städtebauliche Rahmenpläne mit Empfehlungen zur ober- und unterirdischen Flächenausnutzung, zur klimaoptimierten Bebauung, Innenentwicklung, Freiflächengestaltung und zum Ausschluss von Bebauung auf Freiflächen<br>- offensive Beteiligung der Bevölkerung im Rahmen der Erarbeitung von Klimaanpassungsmaßnahmen<br>- Herbeiführen politischer Beschlüsse, um die Wirksamkeit der Pläne zu erhöhen | ○ | ● | ◉ |

**Planungshinweiskategorien**

**(T1)**
Hot Spots der Wärmebelastung der Wohnbevölkerung

**(T2)**
Thermisch hoch belastete Siedlungen in der Rheinschiene

**(T3)**
Thermisch hoch belastete Siedlungen außerhalb der Rheinschiene

**Priorität:** ● sehr hoch ◉ hoch ○ mittel

**Tabelle 23: Maßnahmen zur Klimaanpassung in regional wirksamen Luftleitbahnen und Kaltluft-Einzugsgebieten – Auszug**

Quelle: Region Köln/Bonn e.V. 2019

| Maßnahme | Erläuterung | L1 | L2 | L3 | K1 | K2 | K3 | P1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Instrumente anwenden bzw. anpassen** | | | | | | | | |
| **Formelle Instrumente zur Sicherung der Kaltluft-Leitbahnen und -Einzugsgebiete nutzen** | - Regionalplanung, Flächennutzungsplanung und Landschaftsplanung sowie naturschutzrechtliche Instrumente (Natur-/Landschaftsschutzgebiete) zur Sicherung der Kaltluft-Leitbahnen und -Einzugsgebiete nutzen<br>- in den prioritären Kaltluft-Einzugsgebieten Acker- und Grünlandflächen vorrangig sichern | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Sicherung der Funktionalität von Kaltluftproduktion und -transport in der verbindlichen Bauleitplanung** | Sicherung der Funktionalität prioritärer Kaltluft-Leitbahnen und des Kaltluftabflusses in den prioritären Kaltluft-Entstehungsgebieten im Rahmen der Erstellung von Bebauungsplänen:<br>- Erhalt von Grün- und Freiflächen nach § 9 Abs. 1 Nrn. 4, 10, 15 oder 18 Baugesetzbuch (BauGB)<br>- von Bebauung freizuhaltende Schutzflächen und ihre Nutzung, z. B. Grünflächen, Wasserflächen, Flächen für Land- und Forstwirtschaft nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB<br>- Festlegung der Gebäudestellung nach § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB, der Gebäudehöhe nach § 18 BauNVO und Bebauungsdichte (Maß der baulichen Nutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. §§ 16–21 BauNVO) | ● | ● | ● | ◉ | ◉ | ◉ | |
| **Konkrete Maßnahmen umsetzen** | | | | | | | | |
| **Barrieren für den Kaltlufttransport reduzieren** | in für den Kaltlufttransport relevanten Bereichen, vor allem an den Siedlungsrändern und im Bereich der Transportbahnen, auf eine Beseitigung von Barrieren und eine Erhöhung der Durchlässigkeit hinwirken | ● | ● | ● | ◉ | ◉ | ◉ | |
| **Offenhaltung der für die Kaltluftproduktion wichtigen Landwirtschaftsflächen unterstützen** | - Ausgleichsmaßnahmen in Bereiche zur Offenhaltung relevanter Landwirtschaftsflächen lenken<br>- Vertragsnaturschutz zur Offenhaltung landwirtschaftlicher Nutzflächen<br>- kommunale Projekte zur Offenhaltung auf Pflegeflächen starten bzw. weiterführen | ● | ● | ● | | | | ● |
| **Beitrag zu regionalen und sektorübergreifenden Handlungsansätzen leisten** | | | | | | | | |
| **Interkommunale Projekte zur Sicherung und Entwicklung der Kaltluft-Leitbahnen initiieren** | gemeinsame Initiative mit den Nachbarkommunen und den Kommunen des Wirkraums starten, um die prioritären Kaltluft-Leitbahnen zu sichern und klimaangepasst zu entwickeln | ● | ● | ● | | | | |

**Planungshinweiskategorien**

**(L1)** Kaltluft-Leitbahn mit sehr hoher Bedeutung

**(L2)** Kaltluft-Leitbahn mit hoher Bedeutung

**(L3)** Kaltluft-Leitbahn mit mittlerer Bedeutung

**(K1)** Kaltluft-Einzugsgebiet mit sehr hoher Bedeutung

**(K2)** Kaltluft-Einzugsgebiet mit hoher Bedeutung

**(K3)** Kaltluft-Einzugsgebiet mit mittlerer Bedeutung

**(P1)** Acker- und Grünlandflächen innerhalb der Kaltluft-Einzugsgebiete

**Priorität:** ● sehr hoch ◉ hoch ○ mittel

### Berücksichtigung in der Raumordnung

Der Regionalplanentwurf für den Regierungsbezirk Köln (2021) nimmt Bezug auf die thermische Belastung sowie die Räume mit Ausgleichsfunktion und formuliert dazu zahlreiche Festlegungen (Grundsätze). Hierbei greift die Bezirksregierung auf Daten des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW zurück. (vgl. Bezirksregierung Köln 2021a)

**G1 Erfordernisse des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel berücksichtigen:** Dazu wird erläutert, dass weitere Regelungen in den Fachkapiteln Bezug zu diesem Grundsatz nehmen und dort ebenfalls Festlegungen getroffen werden. So wird im Kapitel Regionale Grünzüge [RG] das Ziel „(Z.18) RG sichern und vor Inanspruchnahme schützen" festgelegt, im Kapitel Siedlung das Ziel „(Z.4) Flächenüberhänge vermeiden und abbauen" sowie im Kapitel Wald der Grundsatz „(G.42) Klimaschutz und Klimaanpassung bei der Waldbewirtschaftung berücksichtigen" und im Kapitel Freiraumsicherung und -entwicklung der Grundsatz „(G.19) Zusammenhängendes Freiraumsystem erhalten, Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Freiraums sichern und entwickeln" (vgl. Bezirksregierung Köln 2021a: 44)

**G2 Bereiche mit klimaökologischer Bedeutung sichern und entwickeln:** Die Bereiche mit klimaökologischer Bedeutung im Regierungsbezirk Köln sind in der Erläuterungskarte „Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel" (vgl. Bezirksregierung Köln 2021b) dargestellt. Die Datenbasis ist dieselbe wie in der KWVS (vgl. Datenbasis: LANUV 2018).

**G3 Grün- und Freiflächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion sichern und entwickeln:** Hier sollen Grün- und Freiflächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion im Siedlungsraum erhalten und entwickelt sowie mit den Bereichen klimaökologischer Bedeutung verknüpft werden.

**G4 Thermische Belastungen abbauen:** Auch hier wird dieselbe Datenbasis wie bei der KWVS herangezogen. Die Belastungsräume sind ebenfalls in der Erläuterungskarte „Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel" (vgl. Bezirksregierung Köln 2021b) dargestellt. Zur Bewertung der klimatischen Belange sollen der Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln und das Fachinformationssystem Klimaanpassung des LANUV NRW genutzt werden.

**G5 Klimatische Ausgleichsfunktion beim Flächentausch berücksichtigen:** Erfolgt die kommunale Siedlungsentwicklung auf Grundlage eines Flächentausches im Siedlungsraum gemäß (Z.4 „Flächenüberhänge vermeiden und abbauen") sollen vorrangig Reserveflächen mit einer siedlungsklimatischen Ausgleichsfunktion zurückgenommen werden, um zur Verbesserung der klimaökologischen Situation im Siedlungsraum beizutragen.

## 6.2.3 Weitere Umsetzungsaspekte in der Raumordnung

Ein positives Beispiel für die Integration von Festlegungen zur Reduzierung von Hitze in verdichteten Siedlungsbereichen auf der regionalen Ebene ist der **Entwurf des Regionalplans Arnsberg** (Räumlicher Teilplan Märkischer Kreis, Kreis Olpe, Kreis Siegen-Wittgenstein) von 2020. In Ziel 2.2.1 werden hier Kernbereiche von Kaltluft-Leitbahnen mit sehr hoher und hoher Priorität gesichert. Dort heißt es: „Die Kernbereiche von Kaltluft-Leitbahnen mit überörtlicher Bedeutung mit sehr hoher und hoher Priorität dürfen bei raumbedeutsamen Planungen und

Maßnahmen nicht in ihren klimaökologischen und lufthygienischen Funktionen beeinträchtigt werden." (Bezirksregierung Arnsberg 2020: 35)

Weitere Beispiele für regionalplanerische Festlegungen zum Schutz vor Hitzefolgen finden sich in Kapitel 4.1.8.

In Bezug auf den Schutz überörtlich bedeutsamer klimawirksamer Freiräume beziehungsweise Ausgleichsflächen können sowohl multifunktionale als auch monofunktionale Festlegungen in Regionalplänen getroffen werden. Zu den multifunktionalen Festlegungen zählt vor allem die Ausweisung regionaler Grünzüge oder Grünzäsuren (vgl. BMVI 2017b: 43). Die Multifunktionalität begründet sich hierbei in der Bündelung verschiedener Landschaftsfunktionen (z. B. Biotop- und Artenschutz, Erholung, Kaltluftproduktion oder Retention). Als Zielfestlegung in einem Raumordnungsplan dienen regionale Grünzüge neben dem Schutz der Landschaftsfunktionen vor allem der Sicherung und Erhaltung des unbebauten Freiraums und des überörtlichen Freiraumzusammenhangs (vgl. Weidenbacher 2018: 884). Die meisten Regionalpläne enthalten Festlegungen zu Grünzügen – ohne eine explizite Benennung der Klimaanpassungsfunktion. Zur Sicherung dieser Flächen besteht in den Raumordnungsgebieten ein Bauverbot. Bestimmte Freiraumnutzungen können dabei dennoch der Kaltluftentstehung und dem -transport entgegenstehen; Festlegungen mit Fokus auf die klimatische Ausgleichsfunktion der zu sichernden Flächen schließen dies aus (vgl. BMVI 2017b: 47; Schmitt 2016: 17; Knieling et al. 2015: 8).

Weiterhin können auch Vorrang- beziehungsweise Vorbehaltsgebiete für die Kaltluftentstehung oder den -transport zum Schutz der Funktionsfähigkeit entsprechender Flächen in den Regionalplänen festgelegt werden. Ziel solcher Festlegungen ist die Erhaltung ausreichend großer, un- oder nur gering zerschnittener und damit funktionsfähiger Freiräume (vgl. BMVBS/BBSR 2013: 103).

Zur räumlichen Steuerung der Siedlungsflächen- und Infrastrukturentwicklung stehen als raumordnerische Instrumente die Ausweisung von Vorranggebieten für Siedlungszuwachsflächen und Infrastrukturtrassen beziehungsweise -standorte in den Regionalplänen zur Verfügung. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Darstellung thermischer Belastungsgebiete zur Sicherung von Freiflächen in bestehenden Siedlungsgebieten (vgl. BMVI 2017b: 43). Daneben können auch textliche Vorgaben für die Bauleitplanung zur Berücksichtigung klimatischer Auswirkungen bei der Siedlungsflächenentwicklung und anderer raumbedeutsamer Planungen, Maßnahmen und Nutzungen formuliert werden (vgl. BMVBS/BBSR 2013: 104; MKRO 2013a: 27).

Informelle Instrumente in Bezug auf grüne Infrastrukturen zur Reduzierung von Hitze in Siedlungsbereichen sollten insbesondere dann Anwendung finden, wenn es um spezifische Fragestellungen geht oder wenn kurzfristig gehandelt werden muss und die Änderung von Planwerken zu viel Zeit in Anspruch nimmt (vgl. BfN 2017: 218).

### 6.2.4 Fazit

- Hitze besitzt in Abhängigkeit der Intensität und Dauer (Hitzewellen) direkte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit – sowohl auf die Morbidität als auch auf die Mortalität. Die Exposition und das Schadensausmaß wird dabei durch zahlreiche weitere Faktoren moduliert, im regionalen Maßstab insbesondere durch die Siedlungsentwicklung (städtische Wärmeinsel) sowie durch regional wirksame Luftleitbahnen und Kaltluft-Einzugsgebiete, die die thermische Belastung mindern können. Mangels einer Fachplanung übernimmt die Raumordnung eine **Auffangfunktion für die Vorsorge** gegenüber thermischer Belastung in den Regionen.

- Festlegungen der Regionalplanung konzentrieren sich meist auf die multifunktionale Sicherung von **Flächen mit thermischer Ausgleichsfunktion** außerhalb des Siedlungsbestands. Monofunktionale Festlegungen sind eher selten, haben aber den Vorteil, auch klimawirksame Flächen außerhalb regionaler Grünzüge als Bereiche mit Zielfestlegung sichern zu können. Ohne expliziten Schutz der Klimafunktion (auch im Kontext regionaler Grünzüge und Grünzäsuren) ist der funktionale Schutz etwa des Kaltlufttransports nicht gewährleistet, da auch Freiraumnutzungen wie beispielsweise Wald die Funktion mindern können. Zudem werden Zielvorgaben für die Bauleitplanung zur Berücksichtigung klimatischer Auswirkungen bei der Siedlungsflächenentwicklung und anderen raumbedeutsamen Planungen kaum angewendet. Bezogen auf die Raumordnung liegen die Optionen daher in der konsequenteren Anwendung und Ausgestaltung der vorhandenen Instrumente.

- Einen erheblichen Mehrwert kann die Raumplanung darüber hinaus durch ein **Regionalmanagement** erzielen, wenn es wie in der Region Köln/Bonn gelingt, das Bewusstsein, die Managementkompetenzen und die Fördermittellenkung auf (inter)kommunaler Ebene aktiv und maßgeblich zu befördern. Die Arbeiten des Regionalmanagements wurden durch einen intensiven Dialog während der Erarbeitung der Klimawandelvorsorgestrategie begleitet. Auch im Nachgang wurde der Dialog fortgeführt, an dem in den Jahren 2021 bis 2022 über 600 regionale und kommunale Akteure teilnahmen. Das Regionalmanagement kann so in Zusammenarbeit mit der Regionalplanung wirksame Prozesse zur Minderung der thermischen Belastung anstoßen und umsetzen. Die Vielzahl der Akteure in der Region wird zur Zusammenarbeit motiviert. Die kommunalen Anpassungsmaßnahmen werden in eine Strategie eingebunden, die einerseits auf den örtlichen Handlungserfordernissen und Belangen beruht, andererseits aber auch die regionalen Anpassungserfordernisse im Blick hat.

## 6.3 Umgang mit Wasserknappheit am Beispiel der Region Südhessen (Hessisches Ried)

Das Thema Wasserknappheit gewinnt angesichts der aktuellen Dürreperiode seit 2018 und der tendenziell zunehmenden Erwärmung zunehmend an Relevanz. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge sind die mit Wasserknappheit und Dürren verbundenen Themenstellungen in Deutschland sehr heterogen. Die ökologischen Herausforderungen und Nutzungskonkurrenzen, die Sicherung der Daseinsgrundversorgung zur Trink- und Brauchwasserversorgung sowie der sparsame und schonende Umgang mit Wasser (Reduktion des Wasserverbrauchs, Gewährleistung ausreichender Wasserqualität) bedürfen einer systemischen Perspektive auf das Themenfeld. Diese existiert derzeit nur in Ansätzen oder nur für einzelne Sektoren.

### 6.3.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas

Die Auswirkungen von Wassermangel betreffen zahlreiche Schutzgüter. Raumrelevant sind dabei Engpässe in der Trinkwasserversorgung, Probleme bei der Kühlwasserentnahme und der Energieversorgung (Stromausfälle), Ernteausfälle durch vermindertes Pflanzenwachstum, ein steigendes Waldbrandrisiko oder auch Einschränkungen beziehungsweise ein Totalausfall der Frachttransporte in der Binnenschifffahrt mit Produktionsausfällen in von den Frachtgütern abhängigen Betrieben (vgl. Deutscher Bundestag 2019: 10 ff.). Ein umfassender kohärenter Risikoansatz in Zusammenhang mit Wassermangel und den damit verbundenen Auswirkungen auf unterschiedliche Schutzgüter wurde bislang nicht operationalisiert. Meist beschränken sich die Untersuchungen auf einzelne Themen oder Schutzgüter (vgl. agl/prc 2020: 66 ff.).

Der zeitliche Verlauf des Aufbaus wie auch des Abbaus von Wasserressourcen variiert sehr stark in unterschiedlichen Systemen wie den Fließ- und Stillgewässern sowie dem Landschaftswasserhaushalt (vgl. Deutscher Bundestag 2019). Grundsätzlich wird daher unterschieden zwischen

- der **meteorologischen Dürre**, die lediglich ein Niederschlagsdefizit beschreibt (mindestens ein bis zwei Monate trockener als üblich),
- der **landwirtschaftlichen Dürre** (zwei Monate und länger), die infolge geringer Bodenfeuchte zu Ernteeinbußen führt,
- der **hydrologischen Dürre** (ab vier Monaten) mit Niedrigwasser in Flüssen und Stillgewässern oder künstlichen Wasserspeichern, aber auch des Grundwasserspeichers sowie
- der **sozio-ökonomischen Dürre** (ab einem Jahr) mit Auswirkungen auf die produzierende Wirtschaft (vgl. Deutscher Bundestag 2019: 48).

Ein zentrales Element innerhalb des Wasserkreislaufs ist das Grundwasser, welches die Existenzgrundlage eines funktionsfähigen Naturhaushalts darstellt. Für die langjährige mittlere Grundwasserneubildung sind die klimatischen Faktoren entscheidend. Ein funktionales System zur Bildung des Grundwasserhaushalts wird im Wesentlichen beeinflusst von der Niederschlagsmenge, Intensität und saisonalen Verteilung der Niederschläge sowie Abfluss, Verdunstung und vegetationsbedingter Evapotranspiration. Hinzu kommen Faktoren wie das Relief sowie der Aufbau des Bodens und der Gesteinsschichten. (vgl. Niedersächsische Regierungskommission Klimaschutz 2012)

Bei einer negativen Tendenz der Summe der Zu- und Abflüsse in einem Grundwasserleiter kommt es zu sinkenden Grundwasserständen. Zu den wichtigsten Abflüssen zählen der Austritt von Grundwasser in andere Gewässer, die Entnahme aus Brunnen (z. B. zur Trinkwassergewinnung, zur landwirtschaftlichen Bewässerung oder zur Trockenlegung von Bergbaustandorten) und die Nutzung durch Pflanzen mit bis an das Grundwasser heranreichenden Wurzeln. (vgl. Science Media Center 2022: 3)

Wasserknappheit führt – bezogen auf den Landschaftswasserhaushalt – zur Beeinträchtigung zahlreicher Lebensräume von Pflanzen und Tieren, sofern diese nicht an wechselfeuchte Bedingungen angepasst sind. Verlieren Wälder oder landwirtschaftliche Kulturen über längere Zeit den Kontakt zum Boden- und Grundwasser, kommt es zum Absterben der Kulturen und damit auch zu hohen ökonomischen Einbußen. Gleiches gilt für das Trockenfallen von Gewässern. Bei Flüssen, die auch Binnenwasserstraßen darstellen, treten Einschränkungen des Güterverkehrs auf. Insbesondere Massengüter wie Kohle, Erze, Agrargüter, Erdöl und Erdölprodukte, Sand und Kies, Stahl und Schrott, Container und Gefahrgüter sind betroffen. Dabei sind die Waren oft wenig empfindlich gegenüber längeren Transportzeiten – im Gegensatz zur Wirtschaft, die diese Güter als Produktionsmittel benötigt. (vgl. UBA 2021)

Das Thema der Wasserknappheit ist in Deutschland nicht neu. Die Dürrejahre in den 1970er- und 1990er-Jahren hatten starke regionale Beeinträchtigungen in Bezug auf die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser zur Folge. In jüngerer Vergangenheit haben der Hitzesommer 2003 und die extremen Trockenjahre 2018, 2019, 2020 und 2022 die mit Wasserknappheit und Trockenheit verbundenen Herausforderungen bundesweit in den Fokus gerückt. (vgl. ebd.)

Die Klimamodelle prognostizieren für die Zukunft eine leichte Zunahme der Niederschläge im Winter/Frühjahr – die für die Grundwasserneubildung entscheidende Zeit zur Auffüllung des Grundwasserdargebots. Demgegenüber steht in vielen Regionen die Zunahme von Trockenperioden im Sommer, wobei auch die erhöhte Verdunstung und Evapotranspiration sowie wasserverbrauchende Nutzungen (Kühlungszwecke) in den Sommermonaten steigen (vgl. ebd.). Bei Deckung des zunehmenden Wasserbedarfs im Sommer aus den Grundwasserleitern besteht ein erhöhtes Risiko für sinkende Grundwasserspiegel (vgl. Science Media Center 2022: 3).

Insgesamt verfügt Deutschland über ein großes Wasserdargebot. So ist in Deutschland seit 2017 der **Grundwasserspiegel** in vielen Regionen (außer im Umfeld von Trinkwassergewinnungsanlagen) „nur“ um einige Zentimeter bis Dezimeter gesunken (vgl. UBA 2021; Science Media Center 2022: 3). Mit Blick auf die Privathaushalte verbindet sich damit in den nächsten Jahren zunächst eine Kostenfrage in Bezug auf die Umlage der Finanzierung von Aufbau und Unterhaltung einer Wasserinfrastruktur, die im Verbund ausreichend Wasser liefern kann, anstatt einer Knappheit des Wassers an sich. Dies gilt jedoch ausdrücklich nicht für den Landschaftswasserhaushalt und die von diesem abhängigen Lebensgemeinschaften beziehungsweise Kulturen (Wald, Landwirtschaft). Da die Wassernutzung auch an die Qualität des Wassers gebunden ist, bestehen zudem Abhängigkeiten in der Verfügbarkeit sauberen Wassers beziehungsweise bezüglich der Kosten für die Aufbereitung von Grundwasser für unterschiedliche Wassernutzungen. (vgl. ebd.)

## Programmatiken auf Ebene der EU, des Bundes und der Länder

Auf europäischer Ebene ist die Ende 2000 in Kraft getretene Europäische Wasserrah-

menrichtlinie (EG-WRRL) rahmengebend für den Gewässerschutz. Zu den zentralen übergeordneten Zielen der Richtlinie gehören der Schutz und die Verbesserung des Zustands aquatischer Ökosysteme und des Grundwassers, die Förderung einer nachhaltigen Nutzung der Wasserressourcen, die schrittweise Reduzierung prioritärer Stoffe und die Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers. Die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht erfolgte am Mitte 2009 im Rahmen der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes des Bundes (WHG) (vgl. Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz 2022: 12).

Ergänzt wird die EU-Wasserrahmenrichtlinie durch die EU-Grundwasserrichtlinie (vgl. GWRL, 2006/118/EG), die hinsichtlich des Grundwassers Qualitätskriterien festlegt, Kriterien zur Beurteilung des chemischen Zustands definiert und Maßnahmen zur Begrenzung des Eintrags von Schadstoffen verlangt. Auf Bundesebene wurde die Richtlinie mit der Grundwasserverordnung (GrwV) von 2010 in nationales Recht umgesetzt.

Die vom BMUV initiierte **Nationale Wasserstrategie** wurde 2023 vom Bundeskabinett beschlossen. Daher stehen alle Ressorts einschließlich der Raumordnung in der Pflicht, sich den strategischen Zielen anzunehmen. Die Beseitigung der Wasserknappheit ist dabei ein zentrales Thema der Strategie. Von den insgesamt zehn Zielen betreffen sieben Ziele das Thema Wasserknappheit unmittelbar. In der Strategie werden unter anderem die aktuellen Herausforderungen im Hinblick auf Grundwasserneubildung und Niedrigwasser sowie eine Vision für das Jahr 2050 bezüglich des Umgangs mit den Problemlagen beschrieben. Ebenso beinhaltet die Strategie Maßnahmen, die es zu ergreifen gilt, um dieser Vision näher zu kommen. (vgl. BMUV 2023)

Auch auf der Landesebene wird die Thematik in der Regel über Strategien der Fachplanung aufgegriffen, so beispielswiese im Kontext der Niedrigwasserstrategie Brandenburg, dem Wasserkonzept Niedersachsen, dem bayerischen Programm Wassersicherheit 2050 oder dem Konzept Zukunft Wasser in Hessen.

## Bedeutung des Themas für die Raumordnung

In § 2 ROG (Grundsätze der Raumordnung) wird (unter anderem) der Schutz der Grundwasservorkommen als Aufgabe der Raumordnung beschrieben (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG). Zur Erfüllung dieses Auftrags werden im ROG entsprechende planerische Instrumente definiert, wie beispielsweise die Festlegung von Vorrang- beziehungsweise Vorbehaltsgebieten zur Grundwassersicherung in Raumordnungsplänen.

Die Raumordnung hat darüber hinaus einen Integrations- und Harmonisierungsauftrag gemäß § 7 Abs. 4 ROG, nachdem Raumordnungspläne auch Festlegungen zu raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen von öffentlichen Stellen und Personen des Privatrechts nach § 4 Absatz 1 Satz 2 ROG enthalten können, die zur Koordinierung von Raumansprüchen erforderlich sind und die durch Ziele oder Grundsätze der Raumordnung gesichert werden können. Die Durchsetzungskraft der Raumansprüche wird insbesondere durch Zielfestlegungen verbessert (vgl. ebd.). Dies kann auf Landes- und auf Regionalebene erfolgen. Dabei regeln die Landesplanungsgesetze neben Verfahrens- und Zuständigkeitsvorschriften auch, zu welchen Nutzungsarten in den Raumordnungsplänen Stellung zu nehmen ist und Festlegungen getroffen werden. So ist beispielsweise im bayerischen Landesplanungsgesetz verankert, die räumlichen Voraussetzungen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft zu schaffen (Art. 6 Abs. 2 Nr. 5 BayLplG). Dem folgend wird im bayerischen Landesentwicklungsprogramm das Ziel eines guten mengenmäßigen und

chemischen Zustands des Grundwassers, darunter auch die Schonung des Tiefengrundwassers, festgelegt (vgl. UBA 2022b).

Der Umgang mit Wasserknappheiten ist ein Handlungsfeld des MKRO-Leitbilds 4.1 „Räumliche Strukturen an den Klimawandel anpassen", in welchem unter anderem die Sicherung von Grundwasserressourcen thematisiert wird. Den Beitrag der Regionalplanung zur Sicherung des Grundwassers hat die Ministerkonferenz für Raumordnung dabei wie folgt konkretisiert (vgl. MKRO 2013a, 2016a):

- Verstärkte Sicherung von Wasserressourcen über die Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten zum Grundwasserschutz und zur Grundwasserversorgung sowie die Standortsicherung wasserwirtschaftlich raumbedeutsamer Infrastrukturen
- Unterstützung des Erhalts beziehungsweise der Verbesserung des Wasserhaushalts der Böden (Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit, Verbesserung des Infiltrationsvermögens) über Festlegungen zur grundwasserschonenden Flächennutzung, einer Reduktion der Flächenversiegelung oder Förderprogramme zur Unterstützung einer konservierenden Bodenbearbeitung und ganzjährig ausreichenden Bodenbedeckung durch die Landwirtschaft
- Vorausschauende Lenkung stark wasserverbrauchender Nutzungen über die Festlegung von Ausschlussbereichen für diese Nutzungen

Eine Analyse der derzeitigen Umsetzung der genannten Aspekte in der Raumordnung findet sich im Rahmen der Auswertung der Raumordnungspläne in Kapitel 4.1.

## 6.3.2 Fallregion Südhessen (Hessisches Ried)

### Über die Region

Die Region Südhessen bildet den südlichen Teil Hessens ab und entspricht dem Gebietsumgriff des Regierungsbezirks Darmstadt. Dieser hat eine Fläche von 7.444 km² und eine Einwohnerzahl von rund vier Millionen Menschen bei einer Einwohnerdichte von 541 EW/km². Damit zählt die Region zu den am dichtesten besiedelten Gebieten in Deutschland (vgl. Statistisches Bundesamt 2022; Regierungspräsidium Darmstadt o. J.). Neben der Landeshauptstadt Wiesbaden prägt die Metropolregion Rhein-Main einen wesentlichen Teil der Region. Südhessen mit seinen 184 Städten und Gemeinden gilt als eine der wirtschaftsstärksten Regionen Deutschlands (vgl. Regierungspräsidium Darmstadt o. J.).

Das Hessische Ried ist ein etwa 60 km langer und 15 km bis 20 km breiter Teil des nördlichen Oberrheingrabens. Im Norden wird der Naturraum durch den Main, im Süden durch die die Landesgrenze zu Baden-Württemberg begrenzt. Der geologisch durch Sand- und Kiesschichten geprägte Naturraum zwischen Odenwald/Sprendlinger Horst und Rhein bildete eine ausgedehnte Flussauenlandschaft, die durch die Rheinbegradigungen seit Beginn des 19. Jahrhunderts und die Trockenlegung Mitte der 1930er-Jahre zu einer Kultur- und Agrarlandschaft umgewandelt wurde. Die etwa 100 m mächtigen Sand- und Kiesschichten bilden einen sehr guten Porengrundwasserleiter, abhängig von den Niederschlägen und den Zuflüssen aus dem Odenwald (vgl. WHR o. J.). Die Wassergewinnung im Hessischen Ried begann bereits 1880 mit der Trinkwasserversorgung der Stadt Darmstadt und später der Metropolregion Rhein-Main. Drei Großwasserkraftwerke wurden in den 1960er- und 1970er-Jahren in Betrieb genommen, was zu stark absinkenden Grundwasserständen – auch im Vergleich zu den natürlichen Schwankungen von Nass- und Trockenphasen geführt hat (vgl. ebd.).

## Regionale Herausforderungen

Das Hessische Ried dient bereits seit den 1960er-Jahren als Versorgungsgebiet für den Bereich der heutigen Metropolregion Rhein-Main. Obwohl die öffentliche Wasserversorgung nach Art. 28 GG eine Pflichtaufgabe der Kommunen im Kontext der Daseinsvorsorge darstellt und nach Wasserhaushaltsgesetz beziehungsweise Landeswassergesetzen die ortsnahe Wassergewinnung Vorrang vor dem Fernwasserbezug besitzt, ist eine rein kommunal basierte Wasserversorgung im Rhein-Main-Gebiet nicht möglich. Die Gewährleistung der Wasserversorgung erfolgt daher über interkommunale Verbände. Das Hessische Ried versorgt mit der Riedleitung seit 1964 die Region Frankfurt und Wiesbaden. Hinzu kommen inzwischen weitere Leitungen (Vogelsberg-Leitungen seit 1911, Kinzig-Leitung seit 1873 sowie die Leitungen im Rheingau-Taunus-Kreis seit den 1970er-Jahren), die im Wesentlichen von Hessenwasser GmbH & Co. KG betrieben werden (vgl. Hähnlein/Roth 2018: 78; s. Abb. 78). Steigende Bevölkerungszahlen und zunehmende wirtschaftliche Tätigkeiten führten im Laufe der Zeit zu höheren Wasserbedarfen – allein zwischen 2010 bis 2017 von 100 Millionen Kubikmetern auf 107 Millionen Kubikmeter (vgl. ebd.). Die Auslegung beziehungsweise Dimensionierung der Trinkwasserversorgungsinfrastruktur ist dabei abhängig von den Tagesspitzenwasserbedarfen. Die Trockenjahre in der Rhein-Main-Region in den Jahren 1976, 1990, 1991, 2003 und 2018 führten dabei ebenfalls zu erhöhten Versorgungsbedarfen, was den Ausbau der Wasserinfrastruktur (u. a. zweite Riedleitung) erforderlich machte. (vgl. Interview Hessenwasser GmbH & Co. KG)

Die zunehmende Wassergewinnung führte jedoch auch zu Problemen in den Wassergewinnungsgebieten infolge des teilweise mehrere Meter absinkenden Grundwasserspiegels. Zahlreiche Wälder (Bürstädter Wald, Jägersburger Wald, Gernsheimer Wald und Darmstädter Westwald) in der Größenordnung von rund 13.700 ha sowie Feuchtgebiete (z. B. Pfungstädter Moor) und Natura 2000-Gebiete erlitten erhebliche Schäden, da der Anschluss der Vege-

**Abbildung 78: Schema des regionalen Trinkwasserleitungs-Verbunds Südhessen**

Quelle: Wasserverband Hessisches Ried, Hessenwasser GmbH & Co. KG 2022



tation an das Grundwasser verloren ging. Zudem fielen landwirtschaftliche Brunnen trocken, die der Bewässerung von Kulturen dienten. (vgl. Kummer et al. 2015)

Im Zuge der Siedlungsentwicklungen seit den 1970er-Jahren wurden Siedlungserweiterungen in Bereichen mit erheblichen Grundwasserabsenkungen genehmigt. Ein Wiederanstieg des Grundwassers ist damit mit der Gefahr der Vernässung der Keller sowie Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Setzungen verbunden. Derartige Schäden sind aus mehrjährigen Perioden mit niederschlagsbedingt hohen Grundwasserständen bekannt, wie sie beispielsweise in den Jahren 2001 bis 2003 auftraten. In über 19 Kommunen und über 600 Häusern wurden erhebliche Schäden festgestellt (vgl. HMULV Hessen 2005: 14).

Aktuelle Untersuchungen (vgl. BGS 2021) beschreiben anhand von Klimaprojektionen des EURO-CORDEX die Entwicklung der Grundwasserneubildung im Hessischen Ried und anderen Gewinnungsgebieten der Wasserversorgung Rhein-Main (WRM). Die Spanne der mittleren Neubildungsrate in der nahen Zukunft zeigt im Vergleich zur Referenzperiode eine mittlere Zu- oder Abnahme von 50 mm/a, in der fernen Zukunft eine Zunahme von 70 mm/a bis zu einer Abnahme von 80 mm/a (vgl. BGS 2021). Damit verbunden sind Grundwasserflurabstandsschwankungen von +/- 1 m in der nahen und +/- 2 m in der fernen Zukunft. Dabei verstärken sich die Schwankungen von mehrjährigen Nass- und Trockenperioden.

Infolge der zu erwartenden Temperaturerhöhung wird zudem von einer erhöhten Verdunstung/Evapotranspiration ausgegangen – und damit von einem zukünftig ansteigenden Bewässerungsbedarf für die Landwirtschaft (vgl. ebd.). Zu Auswirkungen auf die Wälder, die gegenüber einer landwirtschaftlichen Nutzung deutlich mehr Wasser benötigen, werden keine Aussagen getroffen.

## Akteurskonstellation

Zentrale Akteure im Zusammenhang mit der Wasserversorgung der Metropolregion Rhein-Main über den Leitungsverbund sind die WRM mit der Hessenwasser GmbH und Co. KG sowie zehn Wasserversorgungsunternehmen zur Versorgung der Kommunen. Zudem sind der Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e.V., der Regionalverband FrankfurtRheinMain sowie der Verband Kommunaler Unternehmen (VKU), Landesgruppe Hessen Mitglieder. Die WRM sieht sich dabei als Plattform für die Zusammenarbeit zu den wichtigen Fragen der regionalen Wasserbeschaffung, insbesondere zur Abstimmung der Interessenlagen der Wasserdargebotsgebiete und des Wasserbedarfsraums. (WHR o. J.)

Der Wasserverband Hessisches Ried (WHR) ist zentraler Akteur bei der Wasserbeschaffung und Regelung von Nutzungskonflikten. Er wurde 1979 als Reaktion auf die Nutzungskonflikte infolge der Wasserknappheit gegründet. Mitglieder sind der Beregnungswasserverband Hessisches Ried, die Hessenwasser GmbH & Co. KG, der Wasserbeschaffungsverband Riedgruppe Ost (Einhausen), der Landkreis Darmstadt-Dieburg, der Landkreis Groß-Gerau, der Landkreis Bergstraße sowie die Städte Frankfurt, Wiesbaden, Darmstadt und Biebesheim, zudem die EWR Netz GmbH als öffentlicher Netzbetreiber für Strom, Gas und Wasser in Rheinland-Pfalz und in Teilen Hessens. (vgl. ebd.)

Aufgrund der Waldschäden wurde 2006 auf Beschluss des Hessischen Landtages ein Runder Tisch „Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried“ gegründet, in dem neben den Landesverwaltungen (Abteilungen des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) sowie des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL)) sechs Kommunen,

drei Landkreise sowie Interessenvertretenden der Wasserversorger, des Forsts der Naturschutzverbände und des Bauernverbands (vgl. Kummer et al. 2015: 80 f.).

## Konzeptionelle und strategische Ansätze in der Region

Die wesentlichen strategischen Ansätze bestehen in der Entwicklung einer **Governancestruktur** zur Lösung sowohl der Wasserversorgungsbedarfe der Rhein-Main-Region mit Trinkwasser als auch zur Steuerung der Nutzungskonflikte im Hessischen Ried als Folge der Grundwasserabsenkungen. Konzeptionell konnte für das Hessische Ried eine Kompensationsregelung getroffen werden, wobei mithilfe aufbereiteten Rheinwassers Bereiche mit Grundwasserabsenkungen infiltriert und somit eine kontrollierte Aufspiegelung des Grundwassers (in Teilbereichen) erreicht wird. (vgl. Kummer et al. 2015)

Die Gründung des WHR 1979 ermöglichte dabei die Umsetzung des Konzepts der Grundwasserbewirtschaftung des Hessischen Rieds durch Infiltration, wobei seit 1989 über das Wasserwerk Biebesheim aufbereitetes Rheinwasser zur Infiltration verwendet wird. Nach Entnahme des Wassers aus dem Rhein wird dieses über ein Brauchwasserverteilungsnetz zu den Infiltrationsbereichen transportiert. Der **Grundwasserbewirtschaftungsplan** Hessisches Ried 1999 des Landes Hessen legte **Grundwassermindest- und -höchststände** fest, die als Grundlage für die Steuerung des Grundwasserstands dienten. 2003 wurden neue Werte festgeschrieben. Diese gelten als ermessensleitende Verwaltungsvorschrift. Eine rechtsverbindliche Konkretisierung der Grundwasserstandsvorgaben erfolgt dabei durch die Wasserwirtschaftsbehörden über die **Wasserrechtsbescheide**. (vgl. Manger 2018; Kummer et al. 2015)

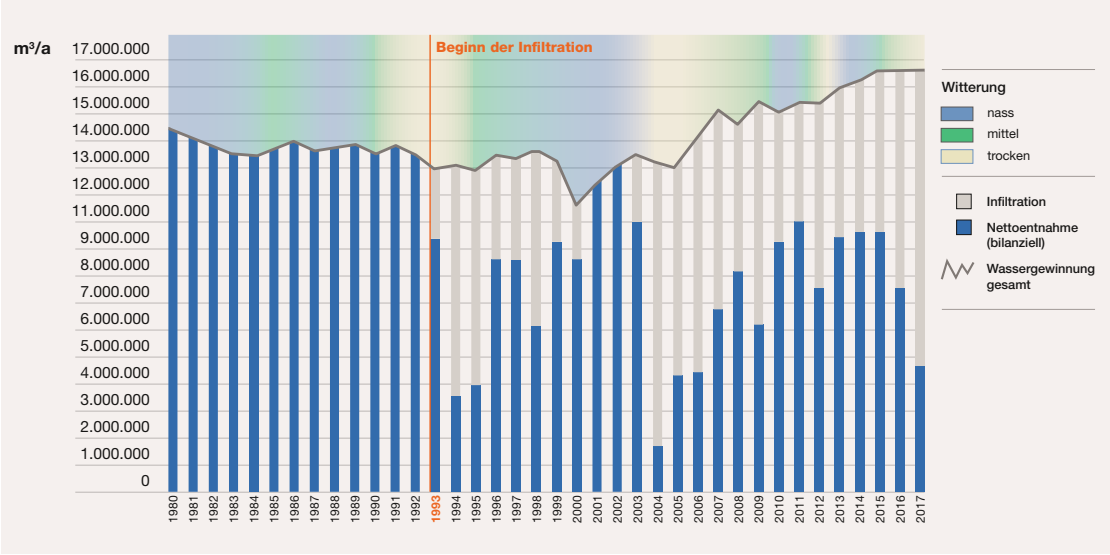
Das Integrierte Wasser-Ressourcen-Management (IWRM) ermöglicht einen Mengenausgleich der Grundwasserentnahme für die Trinkwasserversorgung der Metropolregion durch die Infiltration aufbereiteten Rheinwassers in den Porengrundwasserleiter im Umfeld der Wasserwerke, insbesondere der Großwasserwerke im Hessischen Ried. Nach Angaben von Hessenwasser können jährlich bis zu 38 Millionen Kubikmeter Wasser für die Grundwasseranreicherung und bis zu fünf Millionen Kubikmeter für die landwirtschaftliche Beregnung aus dem Brauchwasserwerk in Biebesheim am Rhein bereitgestellt werden (vgl. WHR 2008). Eine klimaabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmen und Infiltration geschieht nach dem Nettoentnahmeprinzip, bei dem die Infiltration die Entnahmemengen eins zu eins ausgleicht (s. Abb. 79). Die staatlichen Grundwasserstandsauflagen der Wasserrechtsbescheide können so eingehalten werden.

Eine unmittelbare Nutzung des aufbereiteten Rheinwassers als Trinkwasser wird nicht verfolgt, da aufgrund der vergleichsweise höheren Wassertemperaturen (in den Sommermonaten) im Verhältnis zum Grundwasser von mehr als 10 °C die Gefahr der mikrobiellen Verkeimung besteht. Eine Kühlung ist dabei sehr energieintensiv. Daher ist es wirtschaftlicher, das aufbereitete Rheinwasser zunächst in den Porengrundwasserleiter zu infiltrieren (s. Abb. 80). (vgl. Interview Obere Wasserbehörde Südhessen)

Ein **interstationär kalibriertes Grundwassermodell** dient der Steuerung. Ein monatliches **Grundwasserstandsmonitoring** ermöglicht die Bewertung der Grundwasserstandsentwicklung in Echtzeit, sodass die Leitzentrale des Wasserversorgers den Betrieb der Anlagen steuern kann. Über die Internetplattform www.grundwasser-online.de erfolgt ein Datenaustausch mit den zuständigen Behörden und stellt auch für die Bevölkerung sowie Interessengruppen Transparenz her. Die Grundwasserbewirtschaftung ist somit abhängig vom Wasserdargebot des Rheins. Über eine Steuerung der Wasserentnahmen entschei-

**Abbildung 79: Klimaabhängige Steuerung der Grundwasserentnahme**

Quelle: Wasserverband Hessisches Ried, Hessenwasser GmbH & Co. KG 2022



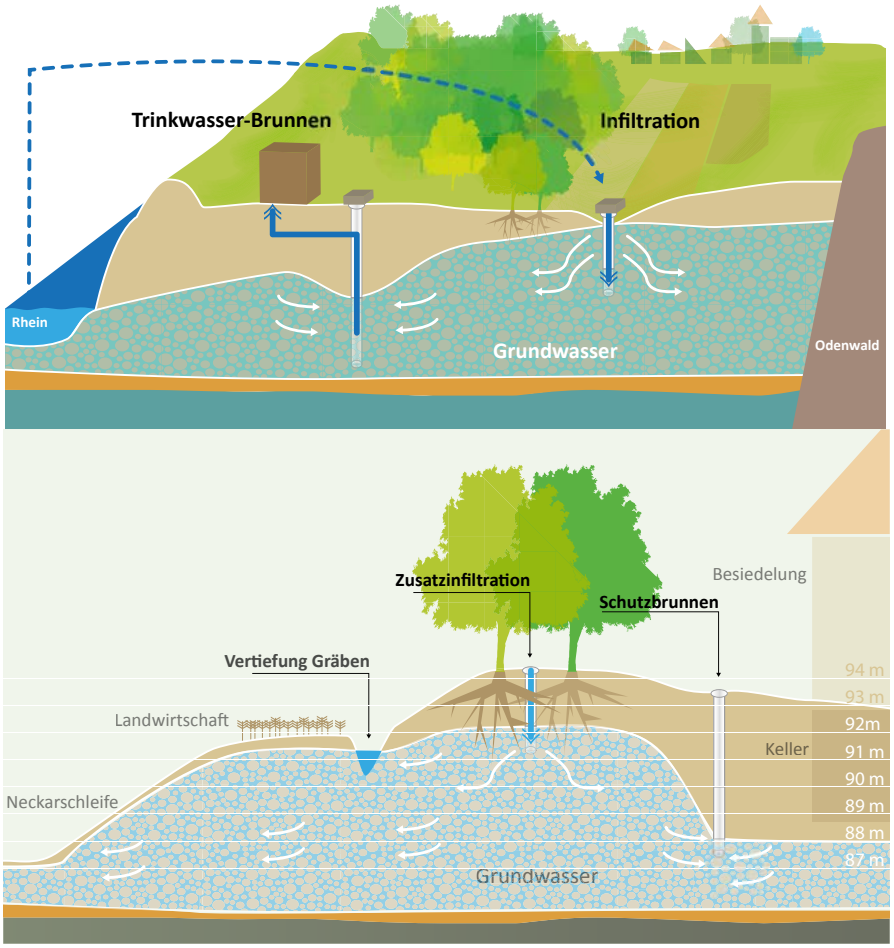

den dabei die Länder. Nach Angaben von Hessenwasser (vgl. Interview Hessenwasser GmbH & Co. KG, Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung RheinMain) sind die Entnahmemengen im Verhältnis zum Wasserdurchfluss so gering, dass auch bei Niedrigwasser die Entnahme gewährleistet ist.

Trotz der Möglichkeit, über die Infiltration die Grundwasserstände im Hessischen Ried zu regulieren (s. Abb. 80), konnten viele Nutzungskonkurrenzen nicht gelöst werden. Die zuletzt 2003 festgeschriebenen Vorgaben für die Grundwasserstände berücksichtigten insbesondere Vorgaben zur Verhinderung eines Grundwasserabfalls in Trockenphasen und einer grundwasserbedingten Vernässung landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie von Siedlungen in Nassphasen. Hintergrund sind die Siedlungserweiterungen seit den 1970er-Jahren, die auch in topographisch tiefergelegenen Gebieten erfolgten. Die nicht an die natürlicherweise hohen Grundwasserstände angepasste Bauweise führte in nassen Jahren (1981 bis 1983 sowie 1999 bis 2003) zu Vernässungen von Kellern in zahlreichen Häusern. In Trockenjahren kam es zudem in Gebieten mit torfigem Untergrund zu Setzrissen infolge schrumpfender Torfschichten (vgl. Kummer et al. 2015). Insbesondere in Waldbeständen und in naturschutzrelevanten Gebieten (Natura 2000-Gebieten) konnten Schäden nicht beseitigt werden, da die festgeschriebenen Grundwasserhöchststände dennoch keinen Grundwasseranschluss vieler Wälder und Feuchtgebiete gewährleisten konnten. Auf eine parlamentarische Initiative hin wurde schließlich ein **Runder Tisch** initiiert, bei dem auch die Waldwirtschaft und der Naturschutz als Interessengruppen vertreten waren. (vgl. ebd.)

Als Ergebnis des Runden Tischs wird empfohlen, nur in ausgewählten Wäldern beziehungsweise Natura 2000-Gebieten das Grundwasser stärker aufzuspiegeln – beginnend mit Bereichen, in denen der größte ökologische Effekt erzielt werden kann. Darüber hinaus sollen viele geschädigte Flächen mittels Waldumbau und Waldsanierung gestützt werden, um den ökologischen Schaden zu begrenzen. Ergänzend wird empfohlen, die Aufspiegelungen mit einem Vernässungsschutz für die Siedlungslagen (Schutzbrunnen) zu verknüpfen (vgl. Kummer et al. 2015: 76). Da diese Maßnahmen jedoch sehr kostenintensiv sind, wurde der Vorschlag bislang noch nicht umgesetzt.

**Abbildung 80: Prinzipienskizze der Grundwassersituation im Hessischen Ried mit Grundwasserbewirtschaftung durch Infiltration**

Quelle: Wasserverband Hessisches Ried, Hessenwasser GmbH & Co. KG 2022




## Anknüpfungspunkte zur Raumordnung

In der Nationalen Wasserstrategie ist verankert, dass die Datengrundlagen vonseiten der wasserwirtschaftlichen Planung so aufzubereiten sind, dass die räumliche Gesamtplanung diese besser nutzen kann: „Um die Belange der öffentlichen Wasserversorgung und der Wasserressourcenbewirtschaftung bei der Landesentwicklung und räumlichen Planung, bei Ansiedlungsentscheidungen und Ausweisung von neuen Baugebieten angemessen berücksichtigen zu können, werden das Planungs-, Bau- und Wasserrecht auf Kohärenz geprüft und ggf. angepasst (Aktion 8 Belange der öffentlichen Wasserversorgung und der Wasserressourcen-Bewirtschaftung im Planungsprozess stärken)“ (BMUV 2023: 85).

Ziel der Wasserwirtschaft ist es zudem, die Anschlussfähigkeit der wasserwirtschaftlichen Planungen an die räumliche Gesamtplanung (Raumordnungsplanung und Bauleitplanung) zu optimieren und dazu die rechtlichen und wissenschaftlichen Grundlagen zu erarbeiten. Die Möglichkeit zur Festlegung von Vorranggebieten für die Grundwasserneubildung sowie für die zukünftige Wasserversorgung (sowohl überir-

disch als auch unterirdisch) wird angestrebt und sollte daher auch von der Raumordnung aufgegriffen werden. (vgl. BMUV 2023: 85; HMUKLV 2022; Interview Regionalplanung Südhessen)

Eine Beteiligung der Raumordnung ist zudem bei der beabsichtigten bundesweit abgestimmten Leitlinie für den Umgang mit Wasserknappheit gefordert. Ziel ist auf nationaler Ebene die Erarbeitung eines einheitlichen Orientierungsrahmens für lokale oder regionale Priorisierungsentscheidungen von Wassernutzungen im Fall regionaler, temporärer Wasserknappheit und Bodentrockenheit. Sowohl die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser, kritische Bereiche der Daseinsvorsorge wie die Lebensmittel- und Gesundheitsversorgung (ggfs. auch Energieerzeugung) als auch ökologische und ökonomische Wasserbedarfe sind dabei zu berücksichtigen. Die Schaffung der räumlichen Voraussetzungen zur Umsetzung von fachplanerisch erstellten landesweiten und regionalen Wasserversorgungskonzepten wird dabei eine Zukunftsaufgabe für die Raumordnung werden (vgl. BMUV 2023). Auch der Zukunftsplan Wasser in Hessen als landesweite Wasserstrategie stützt dieses Vorgehen (vgl. HMUKLV 2022).

In der dritten Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 wird dem Schutz des Grundwassers als wesentlichem Bestandteil des Naturhaushalts eine besondere Bedeutung unter anderem für die öffentliche Trinkwasserversorgung beigemessen. Obwohl die landesplanerischen Festlegungen etwa nur Vorranggebiete für die nach Wasserrecht festgesetzten Trinkwasserschutzgebiete der Zonen I und II sowie Vorbehaltsgebiete für die bestehenden und geplanten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete der Zonen III/IIIA vorsieht, steht dem nicht entgegen, in den Regionalplänen weitere Flächen als Vorbehaltsgebiete für den Grundwasserschutz festzulegen.

### Regionalplan Südhessen 2010

Der Regionalplan Südhessen 2010 nimmt Bezug auf die wasserwirtschaftliche Situation und formuliert einige Festlegungen. Diese sind jedoch fast ausschließlich als Grundsätze beziehungsweise Vorbehaltsgebiete formuliert oder dargestellt. Lediglich in Trinkwasserschutzgebieten I und II erfolgt eine Zielfestlegung. In der Begründung wird erläutert: „Als ‚Vorbehaltsgebiete für den Grundwasserschutz' sind neben den Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten (Zonen I bis III/IIIA) Flächen mit geringer natürlicher Schutzwirkung gegenüber Grundwasserverschmutzung ausgewiesen." (Regierungspräsidium Darmstadt 2011) Hintergrund für die Festlegung lediglich als Vorbehaltsgebiet ist der große Flächenumgriff der ausgewiesenen beziehungsweise geplanten Wasserschutzgebiete. (vgl. ebd.)

Bei der geplanten Neuaufstellung des Regionalplans ist vorgesehen (Planungsstand) dem Belang des Grund- und Trinkwasserschutzes ein hohes Gewicht beizumessen. Große Wassergewinnungsbiete mit mehr als einer Millionen Kubikmeter Wasserförderung und Lage in einer Wachstumsregion sowie bei Vorhandensein konkurrierender Nutzungen sollen als Vorranggebiete für den Grundwasserschutz (Zonen I und II der Trinkwasserschutzgebiete) festgelegt werden. Daneben sollen Vorbehaltsgebiete für den Grundwasserschutz für die Zone IIIA ausgewiesen werden. Zudem werden geplante Infrastrukturtrassen (redundante zweite Riedwasserleitung) regionalplanerisch gesichert. (vgl. Interview Regionalplanung Südhessen)

Insgesamt werden derzeit auf Initiative des Umweltministeriums und vor dem Hintergrund des Zukunftsplans Wasser in einer Arbeitsgruppe zwischen Wasserwirtschaft und Raumplanung Optimierungen zum mengenseitigen und stofflichen Grundwasserschutz erarbeitet.

### Regionalplan Südhessen von 2010

**G 6.1.3** Soweit fachlich sinnvoll, ist zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung ein Gleichgewicht zu gewährleisten.
**G 6.1.4** In durch Grundwasserentnahmen besonders beanspruchten Gebieten sollen Bewirtschaftungspläne oder vergleichbare Fachpläne eine nach ökologischen und hydrologischen Maßstäben standortangepasste Bewirtschaftung des Grundwassers durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Grundwasseranreicherung (Infiltration von aufbereitetem Oberflächenwasser), sicherstellen und zu einer Stabilisierung des örtlichen und regionalen Grundwasserhaushaltes beitragen
**G 6.1.6** In Gebieten mit periodisch stark schwankenden und zu erwartenden flurnahen Grundwasserständen ist auf eine angepasste Bebauung zu achten. Insbesondere sind hier frühzeitig im Zuge der Erstellung von Bebauungsplänen die Grundwasserverhältnisse und die maximal zu erwartenden Grundwasserstände näher zu untersuchen und entsprechende Bemessungsgrundwasserstände festzulegen.
**G 6.1.7** Zum Schutz des Grundwassers in qualitativer und quantitativer Hinsicht sind in besonders schützenswerten Bereichen der Planungsregion Südhessen „Vorbehaltsgebiete für den Grundwasserschutz" ausgewiesen und in der Karte dargestellt. Der Schutz des Grundwassers hat hier einen besonders hohen Stellenwert bei der Abwägung gegenüber Planungen und Vorhaben, von denen Grundwasser gefährdende Wirkungen ausgehen können. Neben den bestehenden und geplanten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten (Zonen I – III/IIIA) sind dies Flächen mit geringer natürlicher Schutzwirkung gegenüber Grundwasserverschmutzung.
**G 6.1.8** Die für die Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasserressourcen sind für diesen Zweck langfristig zu sichern und vor qualitativen Beeinträchtigungen zu schützen.
**Z 6.1.9** In den Zonen I und II der Trinkwasserschutzgebiete hat die Nutzung des Grundwassers für die Trinkwasserversorgung Vorrang vor anderen, entgegenstehenden oder einschränkenden Nutzungsansprüchen.

## 6.3.3 Weitere Umsetzungsaspekte in der Raumordnung

Auch die **Region Unterfranken** hat ein Konzept zum Niedrigwassermanagement seitens der Wasserwirtschaft erarbeitet, das auf Datengrundlagen einer regionalen Wasserbilanz zurückgreifen kann (vgl. Regierung von Unterfranken 2020). Dieses wasserwirtschaftliche Konzept beinhaltet eine Operationalisierung eines Gebietswassermanagements. Im Kern werden Risiken für Wassernutzungskonflikte analysiert und bewertet.

Die Risiken werden in drei Klassen kategorisiert – dargestellt in Ampelfarben. Es werden sowohl Risikoklassen für das gesamte Bilanzgebiet als auch getrennt hiervon für Einzelgenehmigungen von Wassernutzungsanträgen analysiert (s. Abb. 81). Daraus werden Maßnahmen für einen möglichen **Grundwassermanagementplan** abgeleitet, der auch Schutz- und Entwicklungsziele aufzeigt. Als Schutzziele werden etwa die Vermeidung der Übernutzung von Grundwasservorkommen, der Schutz der öffentlichen Trinkwasserversorgung oder aber von Feuchtgebieten aufgeführt. Entwicklungsziele können beispielsweise die Verbesserung der Infrastruktur für die landwirtschaftliche Bewässerung, die gemeinschaftliche Wassergewinnung und Verteilung oder der Aufbau von Trinkwasserspeicherkapazitäten in Form von Speicherbecken sein.

Maßnahmenbeispiele betreffen die räumliche Steuerung von Wasserentnahmen, etwa durch Festlegung von Zonierungen für die Wassernutzung (Zonen mit nutzbaren

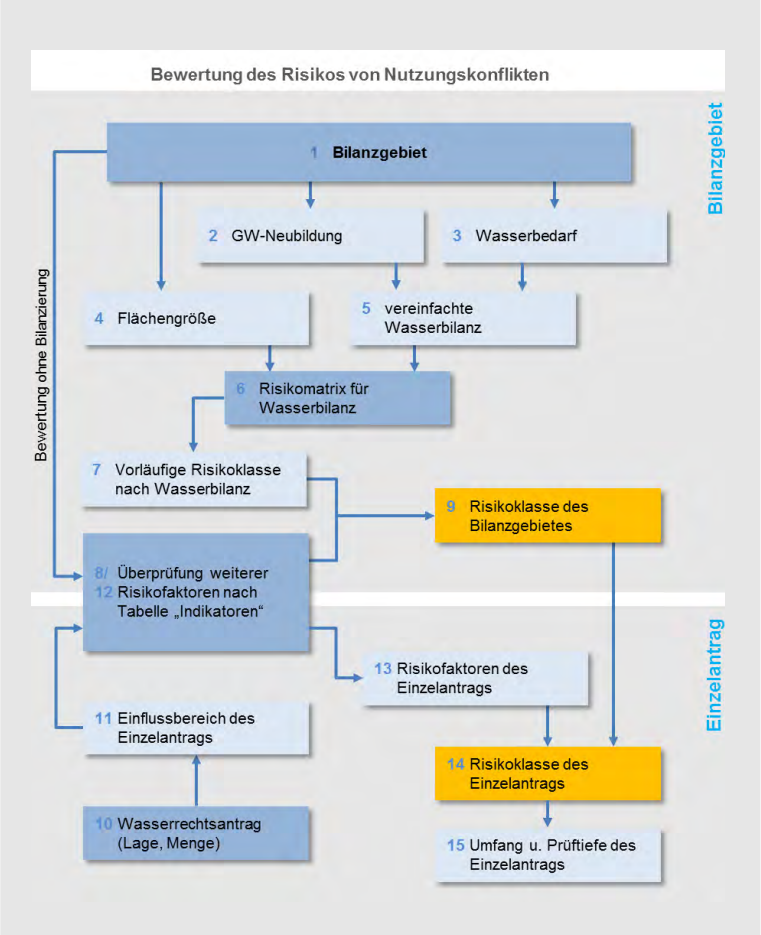
Grundwasserreserven, Ausschlussgebiete für die Bewässerung in Wasser- und Naturschutzgebieten). Zudem werden Maßnahmenvorschläge für die Mengensteuerung von Wasserentnahmen vorgeschlagen. (vgl. Regierung von Unterfranken 2020)

Der für die Region Würzburg gültige Regionalplan von 1985 enthält bereits Zielfestlegungen zur Thematik (vgl. Regionalplanungsstelle bei der Regierung von Unterfranken 1985). So soll der übergebietliche Wasserhaushalt „durch einen großräumigen Ausgleich mit anderen bayerischen Regionen unter Berücksichtigung der Entwicklungsmöglichkeiten der wasserabgebenden Räume“ (ebd.) konsolidiert [1 (Z)] sowie zur Sicherung der künftigen Trinkwasserversorgung die Region dem Versorgungsverbund Nordbayern angeschlossen werden [2 (Z)]. Zudem sollen die zentralen Trinkwasserversorgungsinfrastrukturen und die Anlagen der Fernwasserversorgungen Mittelmain und Franken ausgebaut werden [1.2 und 2.4 (Z)]. Auch der Niedrigwasserabfluss wird thematisiert 1.3 (Z): „Der Niedrigwasserabfluss des Maines soll durch die Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet erhöht werden“ (ebd.).

Vor dem Hintergrund, dass etwa 44,2 % der Wassernutzung in Deutschland für die Energieversorgung, zudem 26,8 % durch das verarbeitende Gewerbe inklusive Bergbau und Industrie entnommen wird (vgl. BMUV 2023) ist zudem bemerkenswert, dass der Regionalplan der Region Würzburg diesen Aspekt seit den 1980er-Jahren als Zielfestlegung aufgreift [2.6 (Z)]: „Es soll auch zukünftig darauf hingewirkt werden, dass Industrie und Gewerbe ihren Betriebswasserbedarf – soweit keine Trinkwasserqualität gefordert ist – weitgehend aus oberirdischen Gewässern decken. Die Möglichkeiten, das Wasser durch innerbetriebliche Kreisläufe mehrfach zu verwenden, sollen weitgehend genutzt werden“ (Regionalplanungsstelle bei der Regierung von Unterfranken 1985). Deutlich wird, dass das jetzt bundesweit aktuelle Thema Wasserknappheit regional schon seit Längerem thematisiert wird und insbesondere in Südhessen und Unterfranken auch raumordnerisch aufgegriffen wurde.

**Abbildung 81: Ablaufschema zur Bewertung des Risikos von Nutzungskonflikten für das Bilanzgebiet (oben) und Einzelanträge (unten) anhand einer vereinfachten Wasserbilanz und weiterer Indikatoren**

Quelle: Regierung von Unterfranken 2020: 52




Die Auswertung der aktuellen Regionalpläne (s. Kap. 4.1.9) sowie das klimREG-Projekt (vgl. BMVI 2017b) zeigen weitere gute Beispiele zum raumordnerischen Umgang mit Wasserknappheit auf. Dies betrifft die Aspekte Schonung der Grundwasserressourcen und die Ausrichtung von Siedlungserweiterungen auf die vorhandenen Wasserkapazitäten sowie die Sicherung von Grundwasserressourcen und deren mögliche Beeinträchtigungen.

So legt der **Regionalplan Region Stuttgart** (2009) als Grundsatz fest, dass im Rahmen der Aufstellung von Bauleitplänen jeweils individuell geprüft werden soll, „inwieweit unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten Maßnahmen zur Wassereinsparung, zur Reduzierung und Verlangsamung des oberirdisch abfließenden Wassers und zur Sicherung der Grundwasserneubildungsrate verbindlich für neue Siedlungsbereiche festgelegt werden können“ (Verband Region Stuttgart 2009: 203). Bei Siedlungserweiterungen, neuen Infrastrukturanlagen oder Rohstoffabbaustätten soll ein Fachgutachten nachweisen, dass es nicht zu zeitweiligen oder dauerhaften Beeinträchtigungen des Wasservorkommens in qualitativer oder quantitativer Hinsicht kommt.

Der **Regionalplanentwurf für den Regierungsbezirk Köln** (2021) legt für Bereiche mit Grundwasser- und Gewässerschutzfunktionen als Ziel fest, dass diese dauerhaft vor konkurrierenden Nutzungen, die zu Beeinträchtigungen oder Gefährdungen des Grundwassers beziehungsweise der Oberflächengewässer führen können, zu sichern sind. Bei Nutzungskonflikten ist den Erfordernissen des Gewässerschutzes Vorrang einzuräumen. Dem Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer wird damit ein Vorrang eingeräumt.

Nach Einschätzungen der Interviewten sind die im klimREG-Projekt genannten Beispiele dann sinnvoll, wenn diese verbindlich als Zielfestlegungen erfolgen. Andererseits bestehen gerade aufgrund der Größe von WSG-Zone IIIb Akzeptanzprobleme bei der Festlegung von Vorranggebieten. Derzeit wird in Südhessen geprüft, ob über die Schutzbedürftigkeit des Grundwassers zur Trinkwasserversorgung hinaus weitere einschränkende Kriterien für eine Priorisierung potenzieller Wasserschutzgebiete nützlich sind, um Festlegungen in Form von Voranggebieten treffen zu können. Ein diskutiertes Kriterienset beinhaltet die Parameter „Große Wassergewinnungsbiete mit mehr als eine Millionen m³ Wasserförderung“, „Lage in Wachstumsregionen“ und „Vorhandensein konkurrierender Nutzungen“. Nur wenn alle drei Kriterien erfüllt sind, soll ein Vorranggebiet ausgewiesen werden.

## Weitere mögliche Regelungen

In Gebieten mit Wasserknappheit könnten **„Räume mit besonderem Koordinierungs-/Handlungsbedarf“ zur Installation eines Grundwasser-/Fließgewässermanagements** festgelegt werden. Diese können etwa das Ziel verfolgen, durch Aufstellung wasserwirtschaftlicher Grundwassermanagementpläne für Niedrigwasserphasen und/oder Alarmplänen Gewässerökologie für Fließgewässer Maßnahmen der Siedlungsentwicklung, Gewerbeansiedlung sowie der Grundwasserbewirtschaftung und Trinkwasserversorgung und weiterer Nutzungen zu koordinieren. Eine Priorisierung der Nutzungen, insbesondere Kritischer Infrastrukturen, bei Wasserknappheit sollte über die Vergabe von Wasserrechten beziehungsweise deren zeitweilige Beschränkungen erfolgen, bei der Priorisierung sollten aber auch die überörtliche und überfachliche Perspektive berücksichtigt werden, da die Auswirkungen von Beschränkungen nicht nur örtlicher oder sektoraler Natur sind. Die Raumplanung sollte daher in den Priorisierungsprozess eingebunden werden.

Vor diesem Hintergrund können auch länderübergreifende Aspekte eine wichtige Rolle spielen. Die Bewirtschaftung von Grundwasserspeicher und Oberflächengewässer besitzen – auch vor dem Hintergrund länderübergreifender Fernwasserverbünde für die Trinkwasserversorgung – einen länderübergreifenden Kontext, ebenso die Priorisierung von Wassernutzungen bei eingeschränkter Wasserverfügbarkeit.

Räume mit besonderem Koordinierungsbedarf könnten auch dazu beitragen, den **Wasserverbrauch besser zu steuern**. Wasserversorger sind privatrechtlich an Lieferverträge gebunden. In den Lieferbedingungen steht eine Lieferung „nach Können und Vermögen", was eine Einschränkung für den Katastrophenfall legitimiert. Die Versorgungsunternehmen sind ansonsten verpflichtet, Wasser im Sinne der Daseinsvorsorge stets zu liefern. Bei Neuverträgen können jedoch Obergrenzen der Abgabemengen in die Verträge eingebaut werden. Ein Beispiel ist hier der **Wasserverband Strausberg-Erkner (WSE)**. Bei Neuverträgen mit Privatkunden wurden nach einer Satzungsänderung vom 1. Dezember 2021 (in Kraft getreten am 1. Januar 2022) die Abgabemenge des Wassers auf 105 l/d beziehungsweise 37 m³ im Jahr beschränkt. Zudem wurden auch mit Industriekunden Verträge mit Deckelungen abgeschlossen. Bei Überschreitung darf aus rechtlicher Sicht die Wasserlieferung nicht unterbrochen werden, jedoch können Ordnungs- oder Bußgelder verhängt werden (vgl. ZfK 2022; WSE 2021).

Seitens vieler Fachleute wird bei der Trink- und Brauchwasserversorgung die **stoffliche Belastung** als entscheidender Faktor angenommen und weniger die Grundwassermenge, da diese über Verbünde letztlich gewährleistet werden kann. Die Trinkwasseraufbereitung ist dabei mit steigenden Kosten verbunden. In Wasserschutzgebieten reichen die normalen Aufbereitungsstufen von Kläranlagen nicht aus; es sind zusätzliche Stufen nötig, um die Qualität zu verbessern. Daher steht ein wirksamer Schutz vor stofflicher Belastung – auch durch Vorranggebiete für den Grundwasserschutz – an erster Stelle der vonseiten der Wasserversorger gerichteten Bedarfe an die Raumordnung. (vgl. Interviews Regionalplanung Südhessen; Obere Wasserbehörde Südhessen; Hessenwasser GmbH & Co. KG)

### 6.3.4 Fazit

- Aus Sicht der Wasserwirtschaft und der Wasserversorger sollte eine **frühzeitige Einbindung** der Wasserwirtschaft in die Prozesse der Raumplanung erfolgen, da im Zuge des Klimawandels nicht mehr von einer ausreichenden Verfügbarkeit von Wasser(-infrastrukturen) ausgegangen werden kann.

- Da die Konsequenzen über rein wasserwirtschaftliche Fragen hinausgehen, würde der Raumordnung durchaus die Aufgabe einer Steuerung zumindest der Priorisierung von Wassernutzungen zufallen. Für eine **differenzierte Nutzungspriorisierung** müssten für jede Nutzung die Konsequenzen infolge des Wassermangels abgeschätzt und Kriterien entwickelt werden, nach denen eine Rangfolge definiert werden kann.

- Allerdings wurde in den Recherchen und Diskussionen deutlich, dass die Raumordnung derzeit vielfach nicht über die erforderlichen Planungsgrundlagen verfügt, um eine valide Steuerung vornehmen zu können. Auch die Fachplanung hat aktuell in vielen Bundesländern erst mit der Erstellung von Wasserbilanzen begonnen. Hier besteht demnach noch ein **erheblicher Forschungsbedarf.**

## 6.4 Moore/$CO_2$-Senken am Beispiel der Region Hannover

Der Schutz der Moore und weiterer natürlicher $CO_2$-Senken ist essenziell, um die Klimaschutzziele zu erreichen. In den vergangenen Jahren hat das Thema Moorschutz auch in Verbindung mit der Reduktion der Emission von Treibhausgasen an Relevanz gewonnen. 2022 wurde die Nationale Moorschutzstrategie beschlossen, welche Maßnahmen enthält, die die Treibhausgasemissionen bis 2030 deutlich reduzieren sollen. Auf europäischer Ebene gibt es keine übergreifende Moorschutzstrategie, jedoch setzt sich die Biodiversitätsstrategie des European Green Deals mit Torferhaltung und Wiederherstellung auseinander und einige Förderprogramme der EU können Moorschutzprojekte fördern.

### 6.4.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas

Moore sind Lebensraum für viele seltene Tier- und Pflanzenarten (vgl. Pieper/Baumann o. J.) und haben eine kühlende Verdunstungswirkung, die sich positiv auf das lokale Klima auswirken kann (vgl. BMUV 2022b: 4). Moore können darüber hinaus große Mengen Wasser aufnehmen und somit zum Hochwasserschutz beitragen (vgl. Grützmacher/Schulte-Eickholt 2017: 12). Die im Moor enthaltenen Pflanzen können Schadstoffe filtern (vgl. ebd.). Gleichzeitig speichern Moore über Jahrtausende große Mengen an $CO_2$, die bei Trockenlegung der Moore und Torfabbau wieder freigesetzt werden. In Deutschland werden jährlich 44 Millionen Tonnen $CO_2$-Äquivalent durch Entwässerung von Moorböden freigesetzt (vgl. Pieper/Baumann o. J.). Eine weitere Anreicherung von $CO_2$ in der Atmosphäre führt zu einer voranschreitenden Erderwärmung (vgl. ebd.: 110). Als eine Möglichkeit, $CO_2$ aus der Atmosphäre rückzuführen, wird eine Wiedervernässung von Mooren besprochen (vgl. Neumann et al. 2020: 108). Weltweit bedecken Moore 3 % der Erdoberfläche und speichern 20 % bis 30 % des Kohlenstoffs, der in der Erde gebunden ist (vgl. ebd.: 109). In Deutschland bedecken sie circa 5 % der Fläche und verursachen 7,5 % der Treibhausgasemissionen (vgl. BMUV 2022a). Um die Freisetzung zu stoppen, müssen Wasserstände wieder angehoben werden (vgl. ebd.). Trotz dieses Wissens werden in Deutschland weiterhin jährlich vier Millionen Kubikmeter Torf abgebaut (vgl. Neumann et al. 2020: 109). Dabei ist im Klimaschutzgesetz für das Sektoralziel „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ (§3a) festgesetzt, dass bis 2045 in diesen Bereichen 40 Millionen Tonnen $CO_2$ eingespart werden sollen. Einen wichtigen Beitrag könnte dabei der Schutz und die Wiedervernässung von Mooren darstellen, sodass dies als drängendes öffentliches Interesse anzusehen ist.

#### Entwicklung des Themas – Meilensteine

Im 19. Jahrhundert hatte Moorschutz noch keinen großen Stellenwert in Deutschland (vgl. Saathoff/Schmatzler 2020). Moore wurden als lebensfeindlicher Raum angesehen, es gab nur wenig Moorschutzbestrebungen. Abbau, Entwässerung, Kultivierung und Besiedelung von Hochmooren wurden lange gefördert, etwa durch das Bodenabbaugesetz. Jedoch wurde der Begriff „Moorschutz“ bereits 1846 bei einer Protestaktion gegen eine Moorkultivierung verwendet. Im Jahr 1914 wurde in Berlin von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege eine Moorschutz-Konferenz veranstaltet, eine Diskussion über Schaffung von Moorschutzgebieten hatte jedoch noch keinen Erfolg. In den darauffolgenden Jahrzehnten wurden Gebiete sukzessive unter Schutz gestellt. In den 19070er-Jahren gab

es dann Forderungen nach mehr Naturschutz und mehr Gebiete wurden unter Schutz gestellt. (vgl. ebd.)

Im Jahr 1992 wurde die Biodiversitätskonvention unterschrieben, wodurch der Schutz von Mooren weiter stark an Bedeutung gewann (vgl. BfN o. J.). In den 2000er-Jahren gewann der Klimaschutz und damit auch die Treibhausgasemissionen aus entwässerten Mooren weiter an Relevanz (vgl. Saathoff/Schmatzler 2020). Im Jahr 2007 wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) eine Strategie zur biologischen Vielfalt mit Ideen zur Erhaltung der Biodiversität der Moore veröffentlicht (vgl. BfN o. J.). Der länderübergreifende Arbeitskreis Moorschutz der moorreichen Bundesländer Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg, Bayern und Baden-Württemberg wurde 2010 gegründet und betonte in einem Positionspapier die Verantwortung, die sie zur Verminderung von Treibhausgasemissionen tragen (vgl. Saathoff/Schmatzler 2020).

## Programmatiken auf Ebene der EU und des Bundes

Am 9. Mai 2022 hat das Bundeskabinett die **Nationale Moorschutzstrategie** beschlossen. Diese gibt Maßnahmen vor, die bis 2030 die jährlichen Treibhausgasemissionen um fünf Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente senken sollen (vgl. BMUV 2022a). Die wichtigsten Themen der Moorschutzstrategie sind der Erhalt und die Wiederherstellung von Mooren, die Wiedervernässung entwässerter Moorböden, die Entwicklung angepasster Bewirtschaftungsformen für wiedervernässte Moorböden und Maßnahmen auf Bundesflächen sowie der Ausstieg aus der Torfnutzung (vgl. ebd.). Die Maßnahmen aus der Strategie sollen aus dem Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz vom BMUV finanziert werden (vgl. BMEL 2022). Zudem entwickelte das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) eine Torfminderungsstrategie, die im Juli 2022 veröffentlicht wurde. Darüber hinaus gibt es eine Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz (vgl. ebd.).

Im Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz ist festgehalten, dass sich der Zustand der Ökosysteme deutlich verbessern soll (vgl. BMUV 2023b), dabei zählen der Schutz intakter Moore und die Wiedervernässung zu den zentralen Handlungsfeldern (vgl. BMUV 2023a: 9). Im Klimaschutzplan 2050 aus dem Jahr 2016 wird Moorschutz als Maßnahme in den Zielsetzungen verankert; das Klimaschutzprogramm 2030 zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 liefert ein konkretes Maßnahmenbündel zum Schutz von Moorböden (vgl. BMUB 2016; BMUV 2019). Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (vgl. NBS 2007) enthält Zielsetzungen zum Moorschutz, die bislang jedoch nicht erreicht worden sind (vgl. BMUV 2007). Rechtlich ist der Schutz der naturnahen Moore im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und in den Naturschutzgesetzen der Länder sowie im Anhang I der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) und den Wasserrahmenrichtlinien geregelt (vgl. Fachbehörden der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein 2012). Finanzierungsmöglichkeiten sind länderspezifische Moorschutzprogramme und Bundesprogramme, wie das Bundesprogramm biologische Vielfalt mit dem Förderschwerpunkt Ökosystemdienstleistungen (vgl. Grützmacher/Schulte-Eickholt 2017: 24). Zudem fördert das Bundesprogramm chance.natur den Erhalt von Landschaften mit repräsentativer Bedeutung (vgl. BMUV 2020).

Es gibt keine europäische Moorschutzstrategie, aber es existieren Überlegungen, in der Zukunft eine entsprechende Strategie zu entwickeln. Auf nationaler Ebene setzen das Vereinigte Königreich und Irland be-

reits ihre nationalen Moorschutzstrategien um und weitere Länder entwickeln derzeit entsprechende Strategien (vgl. Peters et al. 2020: 6). Der European Green Deal enthält hingegen die Biodiversitätsstrategie, in der die EU-Kommission die Wiederherstellung und den Schutz von Torfgebieten bis 2030 fordert (vgl. European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency 2021). Des Weiteren können Moore durch das EU-Förderprogramm LIFE Nature and Biodiversity (vgl. ebd.) sowie aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) oder dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) gefördert werden (vgl. Hirschelmann et al. o. J.: 3). Um die Moornutzung zu steuern, ist zudem die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU ein wichtiges Instrument (vgl. Berghöfer et al. 2023). In der Förderperiode 2023 bis 2027 wurde festgelegt, dass Paludikultur-Flächen als förderfähig gelten (vgl. ebd.), wobei die Paludikultur ein Verfahren zur nassen Bewirtschaftung von Mooren ist (vgl. BfN o. J.). Zudem sind die EU Habitatrichtlinie und das Natura 2000-Netzwerk zentral für den Schutz von Moorgebieten (vgl. European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency 2021).

## Bedeutung des Themas für die Raumordnung

Die Raumordnung spielt im Rahmen des Klimawandels eine tragende Rolle und hat auch eine hohe Relevanz für den Moorschutz. Es braucht vorsorgeorientierte Planung und Maßnahmen zum Klimaschutz und der Anpassung an den Klimawandel, denn die notwendigen Maßnahmen zum Schutz und zur Wiedervernässung großer Moorgebiete gehen mit umfassender Raumwirkung und gegebenenfalls Eingriffen in Eigentumsrechte einher (vgl. Kufeld 2013: 1). Generell muss die Raumordnung die Interessen der Land- und Forstwirtschaft sowie des Ausbaus von Siedlungs- und Infrastrukturen gegen den Naturschutz abwägen, denn wiedervernässte Flächen lassen sich beispielsweise nicht mit schweren Maschinen befahren (vgl. Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen 2012: 11) Das Anheben des Wasserspiegels auf der wiederzuvernässenden Fläche kann zudem auch Auswirkungen auf benachbarte genutzte Flächen haben (vgl. ebd.: 15). Dabei ist Moorschutz aufgrund der räumlichen Gegebenheiten bundesweit nicht gleichermaßen als planerisches Handlungsfeld gegeben, sondern hat entsprechend der Verteilung der Moorböden (s. Abb. 17) regionale Schwerpunkte. Dennoch ist das Planen von Maßnahmen von bundesweit hoher Relevanz: Es müssen entwässerte Flächen, die aktuell beispielsweise für die Landwirtschaft genutzt werden, zurückgenommen und bestehende Moorflächen geschützt werden. Eine Wiedervernässung von Mooren kann durch den Klimawandel bedingte volkswirtschaftliche Schäden reduzieren (vgl. Neumann et al. 2020: 11). Außerdem müssen bestehende rechtliche und förderrechtliche Bedingungen angepasst werden, um einen effektiveren Moorschutz zu ermöglichen (vgl. Hirschelmann et al. o. J.: 3). Insgesamt müssen Moore als Orte hoher Biodiversität in den überregionalen Naturschutz (vgl. Natura 2000) eingebunden werden.

Die Leitbilder der Raumentwicklung in Deutschland treffen Aussagen zur Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale (vgl. MKRO 2016a). Die Leitbilder beziehen sich explizit auf die Umsetzung des Handlungskonzepts der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels der MKRO (2013). Das Handlungsfeld umfasst unterschiedliche, raumordnungsrelevante Aspekte:

- Sicherung beziehungsweise Hinwirkung auf eine Revitalisierung beziehungsweise Renaturierung natürlicher Kohlenstoff-Senken

- Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Speicherfähigkeit von Moorböden
- Raumordnerische Vorgaben zur Verringerung der Inanspruchnahme kohlenstoffhaltiger Böden
- Sicherung von Gebieten für die Waldmehrung beziehungsweise die Waldsanierung
- Hinwirkung auf angepasste Flächennutzungen, die dem Humusabbau entgegenwirken

Eine Analyse der derzeitigen Umsetzung der raumordnungsrelevanten Aspekte des Schutzes von Mooren und weiterer $CO_2$-Senken auf Ebene der Regional- und Landesplanung findet sich im Rahmen der Auswertung der Raumordnungspläne in Kapitel 4.1. Insgesamt korrelieren die Festlegungen zur natürlichen $CO_2$-Bindung relativ schwach mit den Moorgebieten in Deutschland. Ein Grund für die Befunde liegt sicherlich darin, dass in den Regionalplänen meist eine Integration des Schutzes von Mooren, Wäldern und Feuchtgebieten im Rahmen von (Ziel-)Festlegungen zum Landschafts- und Naturschutz erfolgt.

## 6.4.2 Fallregion Hannover

### Über die Region

Die Region Hannover liegt in Niedersachsen, hat eine Größe von 2.290 km² und umfasst 21 Kommunen, in denen im Jahr 2022 1,17 Millionen Menschen mit einer Einwohnerdichte von 496 EW/km² wohnten (vgl. Wirtschaftsförderung in der Region Hannover o. J.; Hannover Marketing und Tourismus GmbH o. J.a). In den vergangenen zehn Jahren konnten fast alle Kommunen der Region ein Wachstum verzeichnen (vgl. Wirtschaftsförderung in der Region Hannover o. J.a). Gerade die Kernregion Hannovers, aber auch einige Umlandgemeinden stehen unter einem erheblichen Wohnraumdruck (vgl. Göbler 2020: 295). Gleichzeitig sinken die Bevölkerungszahlen in einigen ländlichen Räumen, sodass es hier gilt, die Daseinsvorsorge langfristig zu sichern. Eine besondere Herausforderung sind zudem die enormen Pendlerverflechtungen von Hannover mit seinem Umland. Da es in vielen Landkreisen noch an regionalen Busverbindungen mangelt, findet diese vor allem über den motorisierten Individualverkehr (MIV) statt und führt zu hohen Verkehrsbelastung (vgl. ebd.: 297).

Die Region Hannover stellt naturräumlich ein Übergangsgebiet zwischen dem Norddeutschen Tiefland und den Ausläufern des südniedersächsischen Berg- und Hügellands im Süden dar (vgl. Region Hannover o. J.b). Im Süden befinden sich bewaldete Schichtkämme, an die sich großflächig landwirtschaftlich genutzte Fläche anschließt. Nördlich des Mittellandkanals grenzt der Landstrich Hannoversche Moorgeest an, der von eiszeitlichen Ablagerungen geprägt ist und sowohl sandige als auch vernässte Böden aufweist (vgl. ebd.). In der Region Hannover gibt es 41 Naturschutzgebiete (vgl. Landeshauptstadt Hannover und Region Hannover o. J.). Von touristischer Bedeutung in der Region sind vor allem die Höhenzüge Deister und Osterwald sowie das Steinhuder Meer mit den angrenzenden Mooren und Niederungen (vgl. Land Niedersachsen o. J.).

| | |
|---|---|
| **Region:** | Hannover |
| **Bundesland:** | Niedersachsen |
| **Fläche:** | 2.290 km² |
| **Einwohnerzahl:** | 1.170.000 EW |
| **Einwohnerdichte:** | 496 EW/km² |
| **Website:** | https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Verwaltungen-Kommunen/Die-Verwaltung-der-Region-Hannover |

In der Region befinden sich mit 7.050 ha Hochmoorflächen und 7.901 ha Niedermoorflächen besonders viele Moore. Im Nordwesten der Region befindet sich die Hannoversche Moorgeest, ein Moorgebiet, das aus diversen Mooren besteht und größtenteils als Naturschutzgebiet gesichert ist (vgl. Region Hannover o. J.c). Die Hochmoore Helstorfer, Otternhagener, Schwarzes und Bissendorfer Moor im Gebiet sollen wiedervernässt werden (vgl. ebd.).

Für die Region Hannover wurde 2016 ein Regionales Raumordnungsprogramm (RROP Hannover) aufgestellt, das das Raumordnungsprogramm von 2005 ablöst (vgl. Region Hannover o. J.b). Das RROP Hannover legt für einen Zeitraum von zehn Jahren die räumliche und strukturelle Entwicklung für die Region fest und bildet den Rahmen für Bauleitplanung sowie weitere raumbezogene Fachplanungen (vgl. ebd.).

## Regionale Herausforderungen

In der Vergangenheit wurden viele Moore entwässert, um sie als Weide- und Ackerland zu nutzen und Torf zu stechen. Dadurch wurden große Mengen $CO_2$ freigesetzt; viele Lebensräume für verschiedene Tier- und Pflanzenarten gingen verloren. Es finden zwar bereits viele Renaturierungsmaßnahmen statt, gleichzeitig wird jedoch beispielsweise im Gebiet Totes Moor noch Torf abgebaut. Es werden zwar keine neuen Torfabbaurechte erteilt, die bestehenden Abbaurechte können jedoch bis zur Ausbeutung noch weitergenutzt werden (vgl. NLWKN 2022). Die Genehmigungen laufen einige Jahre, teilweise sogar Jahrzehnte. Es muss sich dafür eingesetzt werden, diese Rechte abzulösen und sinnvoll mit Anträgen auf Vertiefung und Erweiterung der Flächen umzugehen, um den Abbau zu beenden.

Flächenkonkurrenzen bestehen vor allem zwischen dem Moorschutz und der Landwirtschaft. In der Vergangenheit wurden viele Moore entwässert, um sie landwirtschaftlich zu nutzen. Diese landwirtschaftliche Nutzung steht heute vielerorts in Konkurrenz mit einer Wiedervernässung dieser Flächen, denn wiedervernässte Flächen lassen sich beispielsweise nicht mit schweren Maschinen befahren (vgl. Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen 2012: 11). Das Anheben des Wasserspiegels auf der wiederzuvernässenden Fläche kann zudem auch Auswirkungen auf darum befindliche, genutzte Flächen haben (vgl. ebd.: 15). In Niedersachsen ist zudem die Forstwirtschaft ein Konkurrent, da viele Flächen entwässert und mit Fichte aufgeforstet wurden. Eine Wiedervernässung würde den wirtschaftlichen Nutzen gefährden.

Es gibt Gemeinden in Niedersachsen mit einem sehr hohen Anteil an organischen Böden, sodass dort im Prinzip alle raumrelevanten Nutzungen, insbesondere die Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, mit dem Moorbodenschutz konkurrieren. Im Zuge der Energiewende kommen zudem neue Herausforderungen, wie die Flächenbereitstellung für Photovoltaik- und Windenergieanlagen, hinzu.

## Konzeptionelle und strategische Ansätze in der Region

### Programm Niedersächsische Moorlandschaften

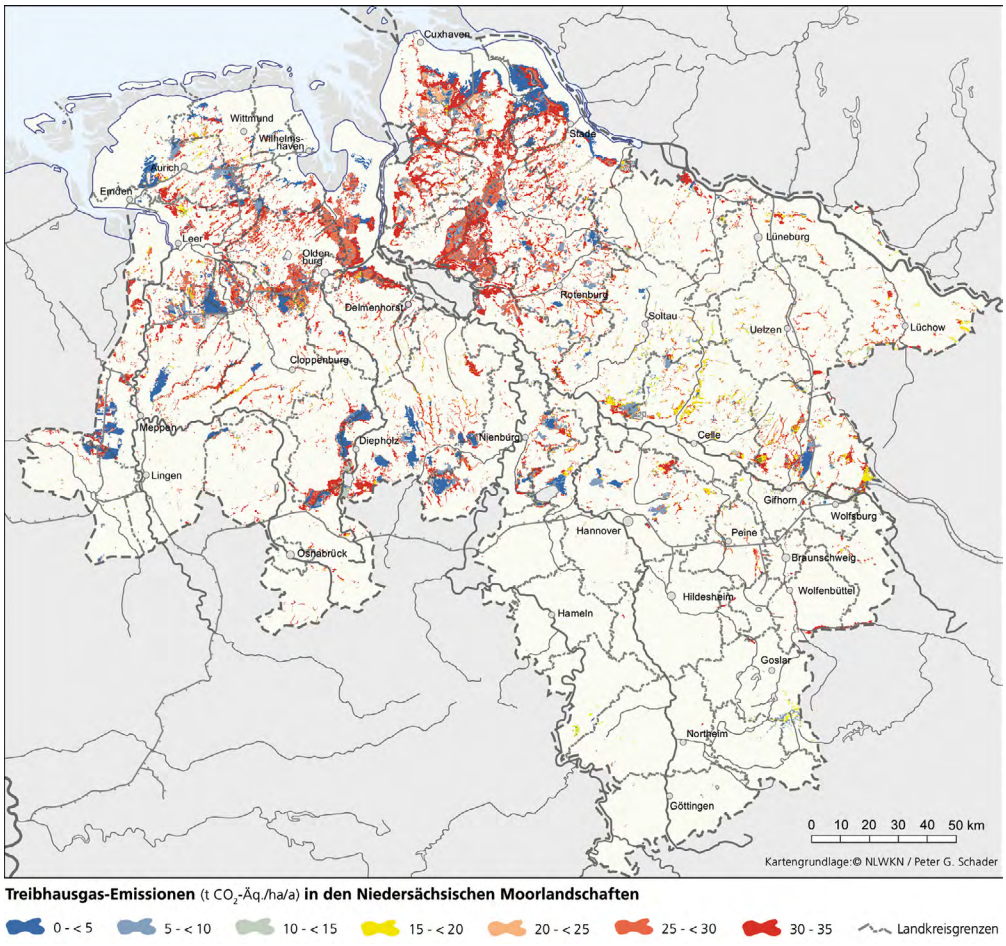
Das Programm Niedersächsische Moorlandschaften (s. Abb. 82) wurde 2016 vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz veröffentlicht. Es schreibt das Niedersächsische Moorschutzprogramm (MSP I und II) von 1981/1986 fort, welches bereits Maßnahmen zur Sicherung, Renaturierung und Wiedervernässung enthielt. Das Programm soll dem Schutz und der Entwicklung der Niedersächsischen Moore dienen, um die natürlichen Funktionen und Leistungen des Moors zu verbessern. Im

Fokus stehen dabei Klimaschutz, biologische Vielfalt, Gewässerschutz und Bodenschutz. Es werden sowohl Hochmoore als auch Niedermoore und mit diesen Mooren vergesellschaftete kohlenstoffreiche Böden betrachtet. Dabei wurde ein ressort- und fachübergreifender Ansatz entwickelt, der verschiedene Interessen bündeln soll. Anlass des Programms ist die hohe Moordichte dieses Bundeslandes und die daraus folgende große Verantwortung für den Schutz dieser Moore und die Senkung der Treibhausgasemissionen, die durch entwässerte Moore freigesetzt werden (vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2016).

Es wurden Rahmenbedingungen für ein Moormanagement und Maßnahmen zur Umsetzung des Programms formuliert. Zu den Rahmenbedingungen zählt unter anderem, dass das MSP I und II weiterhin relevant bleibt, dass die Klimapolitische Umsetzungsstrategie Niedersachsen eine Grundlage für das Niedersächsische Moorschutzprogramm bildet, ebenso das Landesnaturschutzrecht, das Moore unter einen besonderen Schutz stellt. Dabei sind vor allem die Anforderungen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie relevant. Zudem gehören naturnahe Hoch- und Niedermoore zu gesetzlich geschützten Biotopen nach § 30 BNatSchG in Verbindung mit § 24

**Abbildung 82: Niedersächsische Moorlandschaften: Jährliche Treibhausgas-Emissionen als Summe der Gase Kohlendioxid, Methan und Lachgas unter Berücksichtigung des globalen Treibhausgaspotenzials der einzelnen Gase (LBEG)**

Quelle: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2016: Programm Niedersächsische Moorlandschaften: 2016: 31



des Niedersächsischen Ausführungsgesetzes zum Bundesnaturschutzgesetz (NAGBNatSchG). Weitere Grundlagen sind die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, das Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen und das Bodenschutzgesetz.

Die Ziele des **Moormanagements** werden in Klimaschutz, biologische Vielfalt, Gewässerschutz und Landschaftswasserhaushalt, Bodenschutz, Landwirtschaft, Wald/Forstwirtschaft sowie den Torfabbau unterteilt. Für den Bereich Klimaschutz wird das Ziel gesetzt, die Treibhausgas-Emissionen aus Moorböden zu reduzieren und die natürliche Senkenfunktion der Moore für Kohlenstoff wiederherzustellen. Des Weiteren werden Ziele für den Gartenbau, Kulturlandschaften und Archivfunktion, Erholung und Landschaftserleben und für Umweltbildung formuliert. Zudem werden für verschiedene Moornutzungstypen unterschiedliche Anforderungen und Maßnahmenoptionen entwickelt, wobei viele der Maßnahmen eine Vernässung oder Optimierung des Wasserhaushalts vorsehen. Es werden verschiedene Optionen zur Flächenbereitstellung aufgeführt, zur Etablierung moorschonender Bewirtschaftung in Modellprojekten sowie zur Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation der Ziele zum Moorschutz. Möglichkeiten der Projektfinanzierung werden benannt, beispielsweise Förderinstrumente des Landes, des Bundes und der EU, aber auch sonstige Fördermöglichkeiten, unter anderem über Stiftungen.

Für wichtige Moore sollen Moormanagementpläne erstellt werden, um Planung und Abstimmung konkreter Ziele und Maßnahmen zu erleichtern. Dafür wird auch eine Arbeitshilfe sowie ein Handbuch zum Moormanagement erscheinen. Zudem sollen von der Landesbehörde Pilotprojekte durchgeführt werden, um die Umsetzung von Moormanagementmaßnahmen zu erproben (vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2016).

Ein weiteres Ziel ist es, alle Informationen zu den Niedersächsischen Mooren gebündelt in einer Datenbank zur Verfügung zu stellen. Hierfür wurde das Niedersächsische Moorinformationssystem „MoorIS“ entwickelt (mooris-niedersachsen.de). Es führt alle vorhandenen Informationen für die zuständigen Behörden, Planungsbüros und interessierte Bürgerinnen und Bürger zusammen. Ein Moorkataster informiert über Moormanagementaufgaben und zeigt Potenziale auf. Das Moorinformationssystem befindet sich weiterhin im Aufbau und wird sukzessive vervollständigt. Darüber wird in Zukunft eventuell ein Monitoring möglich sein, bei dem die Entwicklung einzelner Moorkomplexe und die Wirkung von Maßnahmen betrachtet werden können. Insgesamt ist das Programm jedoch nicht so aufgebaut, dass strukturiert dargestellt werden kann, wie die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt.

Bei Erstellung des Moorschutzprogramms wurde festgehalten, dass es nach fünf oder sechs Jahren evaluiert werden sollte; dies wurde in der vorangegangenen Legislaturperiode begonnen. Die Arbeitsgruppe, die das Programm konzipiert hat, hat dessen Umsetzung evaluiert und sowohl gut funktionierende Vorgehen als auch Verbesserungspotenzial identifiziert. Es existiert dazu noch kein Monitoringbericht mit genauen Parametern; es liegen jedoch Bedarfsanalysen und Erfahrungsauswertungen zur Funktionalität des Programms vor. Auf dieser Basis soll das Programm weiterentwickelt werden.

## Akteurskonstellation im Bereich des Moorschutzes

Niedersachsen ist ein Bundesland mit 73 % der Hochmoore und circa 18 % der Niedermoore Deutschlands. Mit dem Moorschutzprogramm erkennt das Land seine sich daraus ergebende besondere Verantwortung für den Moorschutz an (vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,

Energie und Klimaschutz 2016: 8) und will damit vor Ort etwas gegen das Voranschreiten des Klimawandels tun (vgl. ebd.: 4). Das Programm soll die Grundlage für ein aktives Moormanagement bilden und die Zusammenarbeit der relevanten Akteure stärken (vgl. ebd.).

In der folgenden Tabelle sind die Akteure und ihre zugehörigen Rollen in Bezug auf den Moorschutz am Beispiel von Niedersachsen und der Region Hannover dargestellt (s. Tab. 24).

**Tabelle 24: Akteurskonstellation des Fokusthemas Moore/$CO_2$-Senken am Fallbeispiel der Region Hannover**

Quelle: eigene Darstellung

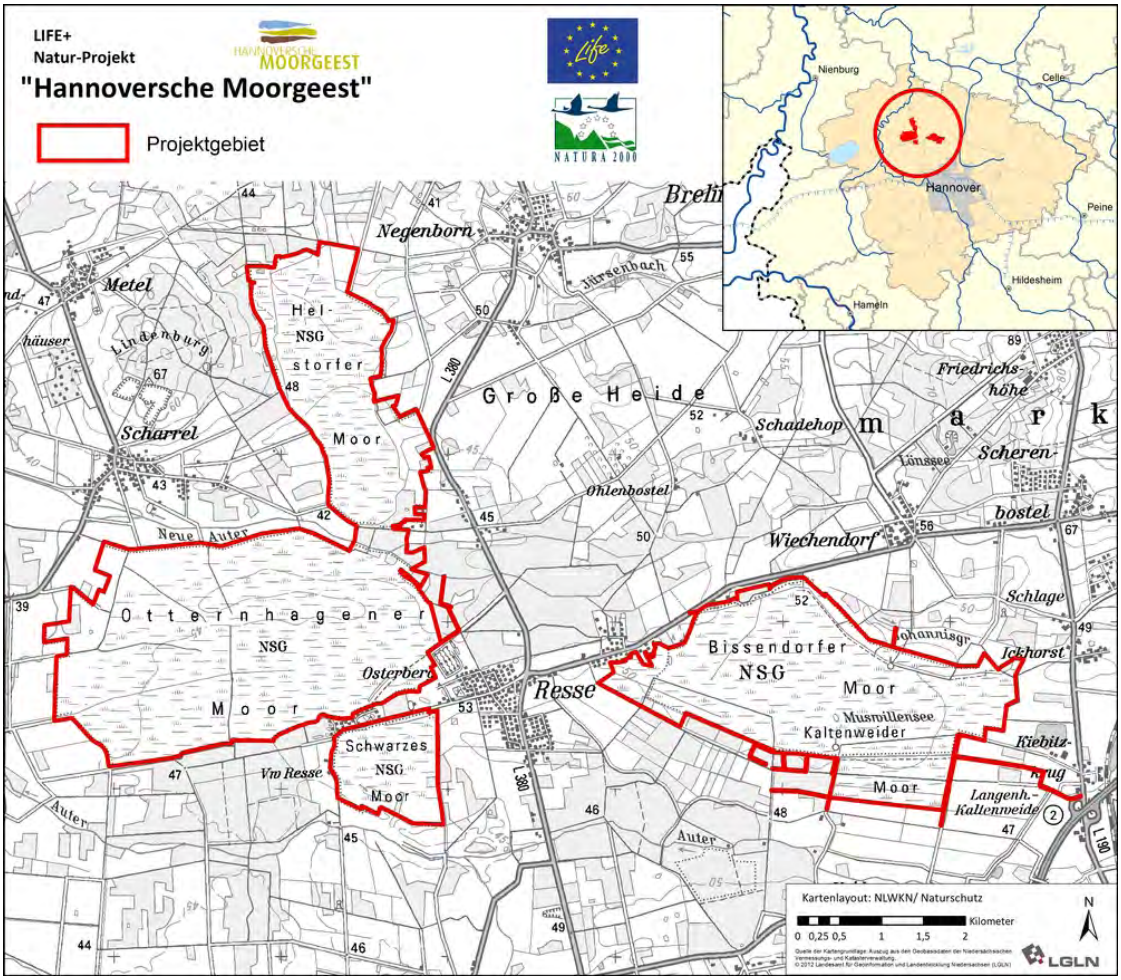
| Akteure | Rolle |
|---|---|
| **Planungsrelevante Akteure** | |
| Niedersächsische Landesregierung | Landesraumordnung formuliert übergreifende Ansprüche an den Schutz der Moore |
| Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz | Entwickelte 2016 Programm Niedersächsische Moorlandschaften, dieses soll möglichst torfschonende Bewirtschaftungsformen und die Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure für den Schutz der Moore fördern. |
| Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) | Setzt zusammen mit der Region Hannover Projekte wie das Life+ Projekt Hannoversche Moorgeest mit dem Ziel der Wiedervernässung von Mooren um. |
| Region Hannover/Regionalplanung | Regionalplanung: Steuerung über Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur und Landschaft, Vorranggebiete Torferhaltung festgelegt. Region Hannover erwarb Moorflächen, um eine Wiedervernässung umsetzen zu können. |
| Kommunen | Flächenbesitzend und zuständig für Bauleitplanung, können Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete für Moore und Kompensationsmaßnahmen in Mooren festsetzen, erstellen kommunalen Landschaftsplan |
| Untere Naturschutzbehörde | Weist Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete aus und erweitert diese, ist somit essenziell für den Schutz der Moore sowie die Wiedervernässung und setzen Mindeststandards zur Bewirtschaftung von Mooren |
| Niedersächsisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) | Beratende Funktionen |
| Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK) | Beratende Funktionen |
| Politik | Beschließt rechtliche Rahmenbedingungen zum Moorschutz |
| **Fördermittel Akteure** | |
| Europäische Union | LIFE+ stellt Projektmittel für Wiedervernässungsprojekte zur Verfügung |
| Bundesumweltministerium | Fördert verschiedene Vorhaben zum Moorschutz |
| **Gesellschaftliche Akteure** | |
| Naturschutzverbände (z. B. BUND oder NABU) | Klären über Moorschutz auf; initiieren und setzen eigene Projekte um, bei denen Moorflächen wiedervernässt werden |
| Bürgerinitiativen | Üben Druck auf Politik und Planung aus, wollen Moorabbau verhindern |
| Landwirtschaft | Interesse an Bewirtschaftung von Moorböden als Weide oder Ackerland |
| **Forschungsakteure** | |
| Hochschulakteure | Beispielsweise Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität, betreibt Forschung zu Moorschutz und -pflege |
| Moorschutzzentren | Sind den verschiedenen jeweiligen Mooren zugeordnet (bspw. Moorinformationszentrum Wedemark-Resse in der Hannoverschen Moorgeest), wollen ein Bewusstsein für den Schutz der Moore schaffen und übernehmen Pflegeaufgaben |

## Konkrete Umsetzungsprojekte

Zu den Best Practices zählt vor allem das große LIFE+–Renaturierungsprojekt in der Hannoverschen Moorgeest (s. Abb. 83). Es wird mit Mitteln der EU unter Federführung des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) durchgeführt (vgl. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, o. J.). Projektträger ist das Land Niedersachsen (Niedersächsisches Umweltministerium), welches die Umsetzung des Projekts dem NLWKN übertragen hat. Projektpartnerin ist die Region Hannover, beziehungsweise die untere Naturschutzbehörde der Region. Zeitgleich startete 2012 ein Flurbereinigungsverfahren, welches vom Amt für regionale Landesentwicklung (ArL Leine-Weser) durchgeführt wurde und fast abgeschlossen ist. Eine weitere wichtige Partnerin ist die Untere Wasserbehörde der Region Hannover als Genehmigungsbehörde, da das Projekt umfangreiche Planfeststellungsverfahren, durchlaufen musste. Über einen Projektbeirat werden alle Schlüsselakteure beteiligt. In dem Beirat sind beispielsweise die Wasser- und Bodenverbände, die Unterhaltungsverbände, die Realverbände, die Jagdgenossenschaft, die Landwirtschaftskammer, der ehrenamtliche Naturschutz, die niedersächsischen Landesforsten (die große Flächen-

**Abbildung 83: LIFE+ Projekt „Hannoversche Moorgeest" - Projektgebiet**

Quelle: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz o. J.



anteile im Gebiet haben), die Gemeinden, die Bundeswehr (ebenfalls Flächeneigentümer), die Teilnehmergemeinschaft im Flurbereinigungsverfahren sowie ein Bürgerverein.

Das LIFE+–Projekt Hannoversche Moorgeest zeigt, dass es für eine erfolgreiche Projektumsetzung ausreichend finanzielle Mittel benötigt. Außerdem spielt die professionelle Flächenbeschaffung für eine schnelle Umsetzung eine Schlüsselrolle. Sobald landwirtschaftliche oder vergleichbare Flächen betroffen sind, müssen ausreichend attraktive Tauschflächen angeboten werden können, wofür eine rechtzeitige Flächenbevorratung notwendig ist. Je später dies umgesetzt wird, desto schwieriger wird es, bei steigendenden Flächenkonkurrenzen und Bodenpreisen entsprechende Flächen zu sichern. Dafür muss frühzeitig mit Flächenagenturen wie der Niedersächsischen Landgesellschaft (NLG) und den Flurbereinigungsbehörden zusammengearbeitet und vorausschauend Flächen erworben werden, um Tauschflächen anbieten zu können.

Des Weiteren müssen die Genehmigungsverfahren beschleunigt werden. Bei großflächigen Wiedervernässungsprojekten wird in die Vorflut eingegriffen, wodurch in der Regel wasserrechtliche Planfeststellungsverfahren notwendig werden, die teilweise mehrere Jahre dauern. Die eigentliche Umsetzung der Projekte läuft nach dem langen Prozess der Flächenbeschaffung und Genehmigung in der Regel problemlos. In Niedersachsen gibt es ausreichend Baufirmen, die auf die Wiedervernässung und Renaturierung von Mooren spezialisiert sind, sodass auch bei den Ausschreibungen genügend Angebote eingehen. Rechtlich ist die Umsetzung in Naturschutz- und FFH-Gebieten ebenfalls unproblematisch, da das Ziel „Wiedervernässung“ den Entwicklungszielen entspricht. Es ist jedoch essenziell, die Schlüsselakteure rechtzeitig einzubeziehen und auf eventuelle Probleme rechtzeitig hinzuweisen, da eine breite Unterstützung unter anderem in der Politik notwendig ist, um ein solches Projekt umsetzen zu können.

## Anknüpfungspunkte zur Raumordnung

Das Moorschutzprogramm soll unter anderem mithilfe der niedersächsischen Raumordnung umgesetzt werden. Flächen für den Moorschutz, die Renaturierung und die Wiedervernässung werden in Raumordnungsplänen als Vorranggebiete für Natur und Landschaft gesichert. Im **Landesraumordnungsprogramm**, welches 2021 neu aufgestellt wurde, gibt es zudem Vorranggebiete für den Torferhalt. Die Flächenkategorie „Vorranggebiete und Vorbehaltsgebiete für den Grünlanderhalt“ kommt eher selten zur Anwendung. Es ist geplant, in das „Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen“ (LROP) weitgehende Ziele zur Erhaltung der Moore in Niedersachsen und Vorgaben für den Torfabbau aufzunehmen. Diese Zielformulierungen sollen über die Regionalplanung weiter konkretisiert werden. Es gibt außerdem Regionalpläne in Niedersachsen, die regeln, dass die Kompensationsmaßnahmen in bestimmte Bereiche, beispielsweise die Moorflächenrenaturierung, gelenkt werden. Dies wirkt sich auch fort auf die gemeindliche Flächennutzungsplanung aus.

Im RROP Hannover wird betont, dass durch eine Renaturierung aller Moorflächen in der Region 373.775 t $CO_2$-Äquivalente pro Jahr eingespart werden können; es werden jedoch nicht direkt Flächen zur Renaturierung ausgewiesen (vgl. Region Hannover 2016: 113). Im RROP Hannover werden die meisten Moorflächen als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete Natur und Landschaft dargestellt und Vorranggebiete Torferhaltung ausgewiesen. Diese Flächen sollen vor Maßnahmen, die das Moor entwässern oder anderweitig schädigen könnte, geschützt werden.

In einer Erläuterungskarte Torferhaltung werden sowohl die Vorranggebiete für die Torferhaltung als auch generell Hochmoore und Niedermoore als kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz dargestellt. Dabei wird deutlich, dass nur ein geringer Teil der Moore der Region Hannover als Vorranggebiete Torferhaltung gesichert sind. Raumbedeutsame Maßnahmen, die die Torfzehrung beschleunigen könnten, sind in diesen Vorranggebieten untersagt. Vorranggebiete Torferhaltung befinden sich im Schneerener Moor, Hanlaxmoor, Niedermoor bei Mariensee, Ehlerhausener Moor und Niedermoor bei Häningsen. Für besonders sensible Gebiete wird festgelegt, dass der Torfabbau frühzeitig beendet werden soll. Es werden zudem keine Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete Rohstoffgewinnung für Torf im RROP Hannover festgelegt.

In einer weiteren Erläuterungskarte werden klimaökologisch bedeutsame Freiflächen mit hoher und sehr hoher Kaltluftlieferung dargestellt. Dazu zählen auch Moorgebiete wie beispielsweise große Teile des Otternhagener Moors oder des Toten Moors. Viele Moorflächen und auch die Hannoversche Moorgeest sind darüber hinaus in der Erläuterungskarte Biotopverbund als Kernfläche eingezeichnet. Das Biotopverbundkonzept wurde für den Landschaftsrahmenplan entwickelt. Der Themenbereich Biotopverband wurde in das RROP Hannover aufgenommen, was für naturnahe Moore (Hochmoore als auch Niedermoore) eine Rolle spielt, da sich hieraus planungsrechtliche Verpflichtungen ergeben. Die naturschutzrelevanten Moore sind sowohl im Rahmen des Biotopverbundkonzepts als auch Vorranggebiete Natur und Landschaft gesichert, was in einer Beikarte zum RROP Hannover dargestellt ist.

Die Raumordnung hat somit eine hohe Relevanz für den Moorschutz. Insgesamt ist eine übergeordnete Steuerung und Koordinierung der Flächenkonkurrenzen zwischen dem Schutz und der Wiedervernässung von Moorböden und den entgegenstehenden Nutzungen über die Raumordnung möglich und sinnvoll. Moorflächen können planungsrechtlich gesichert werden, um zu verhindern, dass eine Flächeninanspruchnahme im Rahmen des Siedlungs- und Infrastrukturausbaus erfolgt. Die Raumordnung kann auch eingesetzt werden, um Wiedervernässungsmaßnahmen in den Mooren im Rahmen vom Kompensationsmaßnahmen zu unterstützen. Dafür werden im Raumordnungsprogramm Flächen zur Verbesserung des Landschaftsschutzes und des Naturhaushalts dargestellt, die im Rahmen eines Kompensationsflächenpools genutzt werden können.

Darüber hinaus gibt es in Niedersachsen die raumordnerische Gebietskategorie Vorranggebiet Moorerhalt, die auf regionaler Ebene ebenfalls eine gute Möglichkeit ist, um moormächtige Bereiche als besonders erhaltenswert einzustufen. Die Vorrangkategorie legt jedoch keine konkreten Maßnahmenkonzepte für diese Flächen fest. Konkrete Maßnahmen/Projekte werden eher über das Moorschutzprogramm Niedersächsische Moorlandschaften, die Managementplanung für die FFH-Gebiete und Förderkulissen angestoßen.

Raumordnung ist insbesondere dort nur eingeschränkt wirksam, wo die aktuelle land- oder forstwirtschaftliche Nutzung dem Bestandschutz unterliegt. Hier können Maßnahmen zum Schutz oder zur Renaturierung der Moore allenfalls auf Basis des Naturschutzrechts oder im Rahmen von Fördermaßnahmen des Naturschutzes umgesetzt werden.

### 6.4.3 Weitere Umsetzungsaspekte in der Raumordnung

Das niedersächsische Osterholz in der Nähe von Bremen ist gleichfalls eine moorreiche Region. Hoch- und Niedermoorböden machen 44 % der Fläche des Landkreises Osterholz aus (vgl. Landkreis Osterholz 2023). Im Raumordnungsprogramm 2011 für den Landkreis Osterholz wird die Bedeutung der Moorstandorte für den Klimaschutz betont (vgl. Landkreis Osterholz 2011). Die Ziele aus dem Landesraumordnungsprogramm werden übernommen und es wird dargestellt, dass eine landwirtschaftliche Nutzung von Hoch- und Niedermoorstandorten klimaverträglich erfolgen soll. Der Erhalt und die Wiederherstellung der Moore sowie Maßnahmen auf neu abgetorften Flächen sollen zur Hochmoorregeneration durchgeführt werden. Auswirkungen auf bestimmte Moore durch Trinkwasserentnahme sollen vermieden, Ackerland auf Moorstandorten in Grünland umgewandelt sowie landwirtschaftlich genutzte Moorstandorte nicht mehr weiter entwässert werden. Es werden jedoch keine konkreten Vorgaben gemacht und es wird darauf verwiesen, dass die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung auf Moorstandorten nur kleinflächig möglich sein wird. In einer Beikarte, die als fachliche Grundlage zum Bodenschutz dienen soll, werden alle Hochmoor- und Niedermoorböden eingezeichnet sowie Bereiche mit regional seltenen Böden vermerkt (vgl. Landkreis Osterholz, 2011a: 6). In einer weiteren Karte, die als fachliche Grundlage für Vorranggebiete Natur und Landschaft dient, werden Flächen für den Naturschutz gemäß dem niedersächsischen Moorschutzprogramm Teil I und II dargestellt (vgl. ebd.: 12). Insgesamt werden einige der Moorböden, jedoch bei weitem nicht alle, als Vorranggebiete für Natur und Landschaft festgehalten.

### 6.4.4 Fazit

- Die Vorgehensweise der Region Hannover kann in andere Regionen mit großen Flächenanteilen entwässerter Moore übertragen werden. Hier greifen Raumordnung, Moorprogramme und Projektumsetzung gut ineinander. Die Steuerungswirkung der Raumordnung wird über **Zielfestlegungen** und die **Ausweisung von Vorranggebieten** genutzt. Allerdings zeigt sich die beschränkte Wirksamkeit dort, wo aktuell Land- und Forstwirtschaft auf entwässerten Moorböden stattfindet oder auch wo Torfabbau über bestehende Abbaurechte noch (länger) fortgeführt werden kann und erst danach eine Renaturierung der Moore möglich wird. Dennoch werden in der Region viele Renaturierungsprojekte angestoßen.

- Insgesamt sollten Moorgebiete in Raumordnungsplänen explizit als **Vorranggebiete für Natur und Landschaft** gesichert werden, um ihrer Bedeutsamkeit für den Klimawandel stärker Rechnung zu tragen. Wünschenswert ist eine Vorgabe der Landesplanung an die Regionalplanung zur Sicherung aller Torfauflagen von mindestens 30 cm als Vorbehaltsgebiete und der Festlegung aller naturnahen Moorgebiete als eigene Vorranggebiete Moorschutz beziehungsweise als Vorranggebiete für Natur und Landschaft.

- Für eine schnelle $CO_2$-Einsparung wäre auf übergeordneter Ebene zudem ein zusätzlicher Handlungsrahmen sinnvoll. So wäre beispielsweise ein **bundesweites Moorschutzgesetz** wie in der Schweiz vorstellbar. Aktuell gibt es viele unterschiedliche Regelungen, vor allem in den Fachgesetzen wie dem Naturschutzrecht. Für die Bewirtschaftung der organischen Böden gibt es Empfehlungen, gute planerische Praxis und Bestimmungen des Wasserrechts. Diese Regelungen laufen aber nicht konkret zusammen. Ein Moorschutzgesetz könnte all diese Aspekte zusammenfassen.

## 6.5 Ausbau von Infrastrukturen für erneuerbare Energien am Beispiel der Region Lausitz-Spreewald

Insgesamt ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix von 2000 bis 2022 von 6 % auf 46,2 % gestiegen (vgl. BMWK 2023; Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2023a). In den Sektoren Wärme und Verkehr sind die Anteile erneuerbarer Energien mit 17,4 % und 6,8 % noch deutlich geringer (vgl. UBA 2023b). Gemäß § 1 Abs. 2 EEG 2023 ist es ein ausgewiesenes Ziel, bis 2030 mindestens 80 % des Stroms in Deutschland durch erneuerbare Energien zu erzeugen und nach § 3 Abs. 2 KSG bis zum Jahr 2045 klimaneutral zu sein (vgl. BMWK 2023). Um die europäischen und nationalen Klimaschutzziele zu erreichen, ist demnach ein beschleunigter Ausbau von Infrastrukturen für erneuerbare Energien erforderlich.

### 6.5.1 Dringlichkeit und Raumrelevanz des Themas

Durch die UN-Konferenz in Rio de Janeiro und das Kyoto-Protokoll gewann der Ausbau der erneuerbaren Energien zur Förderung des Klimaschutzes seit den 1990er-Jahren an Bedeutung; insbesondere der Ausbau der Windenergie wurde gefördert (vgl. Held/Winkler 2022). Impulse setzte das 2015 verabschiedete Übereinkommen von Paris, welches 2018 bereits von 180 Staaten ratifiziert wurde (vgl. BMWK o. J.).

Wichtige Meilensteine in Deutschland sind der 2011 beschlossene Atomausstieg (vgl. Energie Baden-Württemberg AG o. J.) sowie der 2020 mit einem Gesetzespaket verabschiedete Kohleausstieg (vgl. Bundesregierung 2023c). Im Jahr 2000 wurde das erste Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) beschlossen, welches das Stromeinspeisungsgesetz ablöste und erneuerbare Energien förderte (vgl. Energie Baden-Württemberg AG o. J.). Die Einführung des Gesetzes ermöglichte den schnelleren Ausbau von Wind- und Solarenergie sowie Energiegewinnung aus Biomasse (vgl. Haas/Gürtler 2019: 207). Ein wichtiger Meilenstein ist die letzte Novelle des **EEG**, welche zu Beginn des Jahres 2023 in Kraft trat. Seit dem 29. Juli 2022 gilt zudem ein **gesetzlicher Vorrang für erneuerbare Energien**, da deren Ausbau überwiegend im öffentlichen Interesse liegt (vgl. Bundesregierung 2022). Dies soll dazu dienen, die Abwägungsprozesse in Planungsverfahren und damit den Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschleunigen. Diese Beschleunigung ist notwendig, um die mit der EEG-Novelle deutlich angehobenen Ausbaupfade für erneuerbare Energien einhalten zu können (siehe § 2 EEG 2023).

Das **Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG)** wurde bereits 2009 verabschiedet, um den Netzausbau auf Höchstspannungsebene zu beschleunigen (vgl. BNetzA o. J.a). Es enthält aktuell 22 Ausbauprojekte, die als notwendig für die zukünftige Energieversorgung in Deutschland eingestuft wurden (vgl. ebd.). Neben dem EnLAG enthält das 2013 verabschiedete Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) Vorhaben, die zur Beschleunigung des Ausbaus von Höchstspannungsleitungen beitragen (vgl. BNetzA o. J.b). Nach einer Novelle im Jahr 2021, bei der 35 neue Ausbauvorhaben aufgenommen wurden, stellt es aktuell für 99 Vorhaben eine energiewirtschaftliche Notwendigkeit und den vordringlichen Bedarf zur Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebes fest (vgl. ebd.). Einen wichtigen Rahmen für den Netzausbau setzt das zuerst 2005 in Kraft getretene Energiewirtschaftsgesetz (EnWG); hier werden unter anderem die Verantwortlichkeiten für den Netzausbau geregelt (vgl. BMWK o. J.). Für die Be-

schleunigung der länderübergreifenden und grenzüberschreitenden Höchstspannungsleitungen wurde das Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG) verabschiedet. Es regelt sowohl das Planungsverfahren auf Ebene der Bundesfachplanung als auch das Zulassungsverfahren mit der Planfeststellung (vgl. BNetzA o. J.c). 2019 wurde das Gesetz novelliert, um Genehmigungsverfahren zu vereinfachen und weiter zu beschleunigen (vgl. BMWK 2019a).

Für den Ausbau der Windenergie entscheidend sind das Windenergieflächenbedarfsgesetz (Wind-an-Land-Gesetz) **(WindBG)** und das Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG). Das Wind-an-Land-Gesetz trat zum 1. Februar 2023 in Kraft und soll mehr verfügbare Flächen für einen beschleunigten Ausbau der Windenergie an Land sichern (vgl. BMWSB 2022). Bis 2032 sollen 2 % der Bundesfläche für Windkraftanlagen ausgewiesen werden (vgl. ebd.). Die Novelle des Windenergie-auf-See-Gesetzes trat Anfang 2023 in Kraft (vgl. Bundesregierung 2023b). Ziel ist die Steigerung der installierten Leistung von Off-shore-Windenergieanlagen schrittweise auf 70 Gigawatt bis 2045 (§1 Abs. 1 WindSeeG).

Ein Energieträger, der ebenfalls gerade in jüngster Zeit eine wichtige Rolle bei Überlegungen zur Energiewende spielt, ist Wasserstoff. Wasserstoff wurde 1776 als Element entdeckt und bereits früh gab es ersten Überlegungen, die in dem Element gespeicherte Energie zu gewinnen und in Strom zu wandeln. Bereits 1895 wurde der erste Windelektrolyseur entwickelt (vgl. FfE 2021). Dabei wurde der von den Windkraftanlagen zusätzlich erzeugte Strom in Form von Wasserstoff gespeichert (vgl. ebd.). Im 20. Jahrhundert stand dann zunächst vor allem die nicht energetische Verwendung von Wasserstoff im Vordergrund und bis heute wird ein Großteil des produzierten Wasserstoffs zur Ammoniaksynthese verwendet. Angestoßen durch die Ölkrise in den 1970er-Jahren gab es zahlreiche Forschungsvorhaben, um Wasserstoff als Energieträger zu erschließen (vgl. ebd.). Darauf folgten in den 1980er-Jahren erste Solar-Wasserstoffprojekte und in den 1990er- und 2000er-Jahren ein Fokus auf die Entwicklung von wasserstoffgetriebenen Brennstoffzellenautos (vgl. ebd.).

Mit der **nationalen Wasserstoffstrategie** der Bundesregierung und zwei Rechtsakten der EU-Kommission wird dem Thema Wasserstoff im Energiesystem größere Bedeutung beigemessen. Mit der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung 2020 erstmals eine eigene Strategie beschlossen, die zentrale Zielsetzungen und Maßnahmenansätze für den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur enthält (vgl. Bundesregierung 2022b). Des Weiteren gibt es Strategien der Bundesländer zum Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur (z. B. Bayerische Wasserstoffstrategie, Norddeutsche Wasserstoff-Strategie).

**Flüssigerdgas** (engl.: Liquefied Natural Gas – kurz: LNG) wurde ebenfalls bereits längere Zeit in Deutschland diskutiert, eine LNG-Infrastruktur existierte in Deutschland jedoch lange Zeit nicht; stattdessen war das deutsche Gasnetz direkt mit Importterminals in Nachbarländern verbunden (vgl. BMWK 2019b). LNG rückte vor allem im Zusammenhang mit der Unabhängigkeit von russischem Gas infolge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine in den Vordergrund (vgl. Deutscher Bundestag 2022). Im Zeitraum von Ende 2022 bis Anfang 2023 entstanden mehrere deutsche LNG-Importterminals (vgl. NDR 2023). Flüssigerdgas erhält Deutschland bisher vor allem aus den USA, 2022 wurde jedoch auch ein Vertrag mit Katar zur Lieferung von Flüssiggas beschlossen (vgl. ebd.). Dabei ist die Umweltfreundlichkeit von LNG jedoch sehr umstritten (vgl. ebd.).

Um LNG voranzubringen, wurde im Mai 2022 das LNG-Beschleunigungsgesetz erlassen (LNGG). Es soll die Errichtung von

LNG-Importinfrastrukturen vorantreiben (vgl. Deutscher Bundestag 2022). Dabei dürfen Genehmigungsbehörden bestimmte Verfahrensanforderungen, beispielweise die Umweltverträglichkeitsprüfung, außer Acht lassen. Diese Regelungen für LNG-Anlagen sind bis zum 31. Dezember 2043 befristet (vgl. ebd.).

Auf Landesebene liegen ebenfalls spezifische Klimaschutzgesetze mit entsprechenden Zielwerten sowie Strategien und Programme zur Erreichung der Klimaschutzziele vor. Diese Programme sind in der Regel mit Forschungs- und Investitionsprogrammen verbunden, um die finanzielle Förderung der angestrebten Maßnahmen zu realisieren. Das Bundesforschungsministerium fördert Initiativen, die Wasserstoff und seine Erzeugung, Speicherung und Transport betrachten (vgl. Bundesregierung 2022b). Darüber hinaus entwickelte das Bundesverkehrsministerium das Nationale Investitionsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (vgl. ebd.). Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative hat das Bundesforschungsministerium zudem ein zentrales Förderprogramm aufgesetzt, das langfristig zahlreiche Fördervorhaben zu strategischen und investiven Klimaschutzmaßnahmen umsetzen soll.

## Bedeutung des Themas für die Raumordnung

**Erneuerbare Energien besitzen aufgrund der häufig geringen Energiedichte einen hohen Flächenbedarf** (vgl. Bruns et al. 2016: 17). Der Ausbau der erneuerbaren Energien geht mit einer dispersen Verteilung der Erzeugungsanlagen einher und kann nicht ohne Eingriffe in die Landschaft erfolgen. Es werden längere Transportwege mit großen Trassen benötigt, um die Energie von den eher peripheren Standorten zu den urbanen Verbrauchsschwerpunkten zu leiten. Zudem sind die Standorte für erneuerbare Energien von den georäumlichen Gegebenheiten abhängig, wodurch die Auswahl an geeigneten Standorten einschränkt ist. Die Flächen, die für den Ausbau der Infrastrukturen bereitgestellt werden müssen, sind nur bedingt mit Raumnutzungen wie Wohnen, Naturschutz, Landwirtschaft, Tourismus oder auch Flugsicherung vereinbar (vgl. ebd.). Häufig werden Flächen in ländlichen, zum Teil strukturschwächeren Regionen in Anspruch genommen (vgl. ebd.: 11). Durch den verstärkten Ausbau und die zunehmenden Flächenkonkurrenzen können eine fehlende gesellschaftliche Akzeptanz und Proteste zu langen Verzögerungen der Projekte führen (vgl. ebd.: 246).

Die Energiewende weist damit einen hohen Steuerungs- und Koordinationsbedarf auf, den die Raumordnung mit einer sinnvollen und gerechten räumlichen Verteilungssteuerung gewährleisten muss (vgl. Bruns et al. 2016: 1f.). Der Ausbau von Infrastrukturen für erneuerbare Energien stellt dabei eine Herausforderung für die Raumordnung dar und erfordert eine Weiterentwicklung der vorhandenen Planungsinstrumente. Formalrechtliche Regelungen werden vor allem im EnWG und dem bundesrechtlichen EEG getroffen, welches das Setzen von ökonomischen Anreizen ermöglicht (vgl. ebd.: 17 f., 4). Für die Raumordnung ist – bezogen auf den Ausbau der Infrastrukturen – zunächst das Planungsrecht des Bundes, also das Raumordnungsgesetz (ROG) und das BauGB maßgeblich (vgl. ebd.). Auf Ebene der Länder sind die Landesplanungsgesetze und auf Ebene der Gemeinden Bauleitpläne sowie das Ortsrecht rahmengebend. Zudem ist das Genehmigungsrecht des Bundes (BImSchG, BauGB) und das Genehmigungsrecht der Länder (Landesbauordnungen) entscheidend für die Planung und Umsetzung des Ausbaus (vgl. ebd.). Dabei können Planungen von Anlagen und Konzentrationszonenplanungen sowohl auf Regionalplanungsebene als auch auf der kommunalen Ebene im Flächennutzungsplan verankert werden, wobei im Flächennutzungsplan nur eine Feinsteuerung erfolgt, wenn die

Anlage bereits in der Regionalplanung festgesetzt wurde (vgl. ebd.: 64).

Die **Steuerung von Windenergie** erfolgt vor allem über die Festsetzung von Vorrang-, Vorbehalts- und Eignungsgebieten gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 1 – 3 ROG. In der ROG-Novelle, die am 28. September 2023 in Kraft tritt, entfällt die Möglichkeit der Festlegung von Eignungsgebieten. Auf der kommunalen Ebene geht es primär um die Vorhabenzulassung und Standortsteuerung (vgl. Bruns et al. 2016: 6). Dabei kann eine Flächenausweisung sowohl über positiv- als auch negativplanerische Ausweisungen in der Regional- und Bauleitplanung erfolgen. Informelle Instrumente können zum Beispiel Energiekonzepte oder Plattformen für erneuerbare Energien darstellen (vgl. ebd.).

Auf potenziell geeigneten Flächen für die Errichtung erneuerbarer Energieanlagen kommt es vermehrt zu Nutzungskonflikten, unter anderem mit der Landwirtschaft, dem Naturschutz oder Bedarfen der Siedlungsentwicklung. Eine weitere Herausforderung birgt die Volatilität der Erzeugung, die den Transport- und Speicherbedarf erhöht. In diesem Kontext gewinnt Wasserstoff als synthetischer Speicher, der auch für die Industrie nutzbar ist, an Bedeutung. **Wasserstoff gilt dabei als essenzieller synthetischer Energiespeicher für die Sektorenkopplung** (vgl. Flath et al. 2022). Vor allem aus regenerativen Energien produzierter Wasserstoff (grüner Wasserstoff) kann einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz und zu einer sicheren, klimaneutralen Energieversorgung leisten.

Um passende Flächen sowohl für die Leitungs- als auch die Erzeugungs- sowie die Speicherinfrastrukturen zu finden, ist folglich eine planerische Steuerung notwendig, die die verschiedenen Nutzungsansprüche gegeneinander abwägt. Die Raumordnung spielt dabei eine zentrale Rolle für die sozial- und umweltverträgliche Steuerung der räumlichen Entwicklung der erneuerbaren Energien und eine sinnvolle Verknüpfung von Produktion, Speicherung und Verbrauch.

## 6.5.2 Fallregion Lausitz-Spreewald

Neben der Transformation des Energiesystems selbst geht mit dem Kohle- und Atomausstieg in einigen Regionen auch ein wirtschaftlicher Strukturwandel einher, der durch neue Unternehmen und Arbeitsplätze in Planung, Errichtung und Betrieb der Infrastrukturen für erneuerbare Energien sowie für LNG und Wasserstoff bewältigt werden muss. Als Beispiel für diesen tiefgreifenden Wandel im Zuge der Energiewende wird im Folgenden das Beispiel der Braunkohleregion Lausitz-Spreewald eingehender beleuchtet, da sich hier ein Wandel von fossiler Energieproduktion hin zur Energieproduktion aus regenerativen Quellen (insbesondere Windenergie) sowie der Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur vollzieht.

### Über die Region

Die Region Lausitz-Spreewald liegt in Brandenburg und hat eine Fläche von 7.220 km² (vgl. Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg o. J.). Die Region umfasst die Landkreise Dahme-Spreewald, Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz und Spree-Neiße sowie die kreisfreie Stadt Cottbus (vgl. Martinsen et al. 2014: 10).

| | |
|---|---|
| **Region:** | Lausitz-Spreewald |
| **Bundesland:** | Brandenburg |
| **Fläche:** | 7.200 km² |
| **Einwohnerzahl:** | 590.000 EW |
| **Einwohnerdichte:** | 82 EW/km² |
| **Website:** | https://www.region-lausitz-spreewald.de/ |

In der Region wohnten im Jahr 2020 nahezu 590.000 Menschen mit einer Einwohnerdichte von rund 82 EW/km² (vgl. Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg o. J.). Dabei konzentriert sich die Bevölkerung vor allem auf den berlinnahen Raum im Norden, während im strukturschwachen und vom demographischen Wandel betroffenen ländlichen Raum die Bevölkerung rückläufig ist (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2023a). Insgesamt liegt der Schwerpunkt der Siedlungsentwicklung auf dem Oberzentrum Cottbus und den Mittelzentren. Die Region ist mit vielen Agrarunternehmen im Feldanbau als auch in der Tierzucht und Milchwirtschaft vorwiegend ländlich geprägt (vgl. ebd.). Die Forstwirtschaft ist vor allem auf die Waldkiefer ausgelegt, wobei in den vergangenen Jahren ein Umbau von Monokulturen zu Mischwäldern begonnen hat (vgl. ebd.). Die Region ist zu 40 % mit Wald bedeckt und weist sowohl durch den Tagebau stark veränderte Landschaften als auch naturnahe Landschaften auf (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald o. J.a). Durch die Flutung früherer Tagebauten entsteht zudem das Lausitzer Seenland (vgl. ebd.).

In der Energiewirtschaft hat die Braunkohle weiterhin eine große Bedeutung; die Montanindustrie sowie Stromerzeuger sind die größten regionalen Arbeitgeber (vgl. ebd.). Daneben sind ganz Brandenburg und die Region Lausitz-Spreewald bereits seit vielen Jahren im Bereich erneuerbare Energien erfolgreich; der weitere Ausbau erneuerbarer Energien fokussiert vor allem die Windenergie (vgl. ebd.; MWAE 2021: 3). Im Bundesvergleich steht Brandenburg gut da: Der Anteil der erneuerbaren Energie am Bruttostromverbrauch lag 2018 bei 84,5 % und damit am zweithöchsten deutschlandweit (vgl. MWAE 2022: 20 f.). Dies macht die Region besonders interessant für eine genauere Betrachtung des Ausbaus der Infrastrukturen der erneuerbaren Energien.

2016 wurde ein informelles regionales Energiekonzept und ein sachlicher Teilregionalplan „Windenergienutzung“ veröffentlicht. Letzterer wurde jedoch aufgrund von Verfahrensfehlern für unwirksam erklärt. Aktuell wird ein neuer sachlicher Teilregionalplan aufgestellt, über dessen Aufstellung die Öffentlichkeit im März 2023 informiert wurde. Zudem sollen auch Photovoltaik- und Biomasseanlagen einen Beitrag zur Energiewende hin zu erneuerbaren Energien leisten. Um den Wegfall der Braunkohlereviere auszugleichen, sollen zudem Standorte zur Erzeugung und Weiterentwicklung von grünem Wasserstoff entstehen (vgl. Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie o. J.). Dafür hat sich 2019 das Wasserstoffnetzwerk Lausitz „DurcH2atmen“ gegründet, welches Projekte initiieren und begleiten will (vgl. DurcH2atmen o. J.). Das Netzwerk wird von der Industrie- und Handelskammer (IHK) Cottbus, dem CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg e.V. und dem Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) geführt (vgl. ebd.).

## Regionale Herausforderungen

Die Kohleindustrie war in der Lausitz lange Zeit wichtigster Teil der Stromversorgung für die DDR, was zu einer großen Zuwanderung in der Region führte (vgl. Haas/Gürtler 2019: 213). Im Jahr 1990 waren 80.000 Menschen direkt in der Kohleindustrie beschäftigt, doch mit der Wiedervereinigung setzte die Deindustrialisierung ein und eine starke Abwanderung vor allem junger Menschen begann (vgl. ebd.). Aktuell wird mit einem weiteren Bevölkerungsrückgang bis 2040 um 11,5 % im Vergleich zum Stand 2018 gerechnet. (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald o. J.a). Dies kann zu erheblichen Herausforderungen in den Bereichen Infrastrukturen, Daseinsvorsorge und Mobilität führen (vgl. ebd.).

Mit dem angestrebten Ausstieg aus der Kohleenergie kommt auf die Region ein weiterer großer Transformationsprozess zu. Es müssen neue Arbeitsplätze geschaffen werden, die die wegfallenden aus den Kohlerevieren ausgleichen. Gleichzeitig wird jedoch auch betont, dass die Region aufgrund ihrer Bergbautradition über vorhandene Infrastrukturen und Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen verfügt, die auch im Rahmen der Energiewende genutzt werden können (vgl. Hirschl et al. 2022).

Das Thema erneuerbare Energien ist in den Kommunen teilweise konfliktbehaftet, da sowohl Windenergie- als auch Photovoltaik-Freiflächenanlagen von der Bevölkerung zunehmend als störend empfunden werden. Durch die Zuständigkeit der kommunalen Ebene bei der Koordinierung von Photovoltaik-Freiflächenlagen entsteht ein Ungleichgewicht bei der Flächenausweisung. Manche Regionen produzieren bereits 800 % der Energie, die sie verbrauchen, wodurch die Akzeptanz langsam abnimmt.

In der Region Lausitz-Spreewald kommt es, wie in den meisten Regionen, beim Ausbau der erneuerbaren Energien zu vielfältigen **Flächenkonkurrenzen**. Dies trifft in der Region vor allem für den Naturschutz zu. So sind beispielsweise Schutzabstände zwischen Windenergieanlagen und Naturschutzgebieten einzuhalten (vgl. Hentschel 2018: 12). Dabei ist es vielfach strittig, welche Naturschutzgebiete als harte Tabukriterien gelten (vgl. ebd.). Darüber hinaus müssen auch Flächenkonkurrenzen mit der Landwirtschaft berücksichtigt werden (vgl. Hirschl et al. 2022: 185). Für Photovoltaik-Freiflächenanlagen wurden bereits 2,5 % der landwirtschaftlichen Flächen in Brandenburg in Anspruch genommen. Lösungen wie Agri-Photovoltaik, also Photovoltaikanlagen über landwirtschaftlichen Flächen, bieten jedoch die Möglichkeit der Doppelnutzung dieser Flächen. Der Biomasseanbau für Bioenergie stand zudem in der Vergangenheit oftmals in Konkurrenz mit dem Anbau von Futter- und Nahrungsmitteln, wodurch die Akzeptanz für Bioenergie zurückgegangen ist. Die aktuellen Strategien setzen jedoch nicht mehr auf den Ausbau von Energiepflanzenanbau, sondern auf die Verwertung von Rest- und Abfallstoffen. Diese fallen sowieso an und sollten energetisch genutzt werden.

Als limitierender Faktor für den Ausbau der Windenergie wirken die Mindestabstände zu Siedlungen, die eingehalten werden müssen. In Brandenburg wurde mit dem Brandenburgischen Windenergieanlagenabstandsgesetz (BbgWEAAbG) im Mai 2022 ein Abstand von 1.000 Metern festgelegt, wodurch die potenziellen Flächen für Windenergieanlagen eingeschränkt werden. Allgemein können beim Ausbau erneuerbarer Energien und ihrer Infrastrukturen durch eine veränderte Raumwirkung Konflikte mit der Landschaftswahrnehmung (Landschaftsbild) und mit (Natur-)Denkmälern entstehen (vgl. KNE 2018: 74 f.) Hohe Windenergieanlagen können beispielsweise die Raumwirkung verändern und Sichtachsen behindern (vgl. ebd.: 80).

Eine weitere Herausforderung ist, dass Brandenburg eine sehr trockene Region ist, in der wenig Wasser zur Verfügung steht (vgl. Martinsen et al. 2014 : 10). Die Energiewirtschaft verschärft diese wasserwirtschaftlichen Probleme in der Region (vgl. ebd.).

Zudem kann es Flächenkonkurrenzen zwischen den einzelnen Arten von erneuerbaren Energien geben, wie zwischen Photovoltaik und Windenergie. Hier gibt es in der Region Lausitz-Spreewald jedoch Ansätze und auch Beispiele, bei denen Windenergie und Photovoltaik auf denselben Flächen parallel betrieben werden. Auch die Abwägung zwischen den erneuerbaren Energien und anderen Maßnahmen für Klimaschutz und Klimaanpassung ist durchaus nicht immer konfliktfrei. Teile der Region sind bereits stark thermisch be-

lastet. Kühleffekte lassen sich insbesondere durch Verschattung mit hoher Vegetation, vor allem Bäumen, erzielen, was wiederum die Leistungen der Photovoltaik-Freiflächenanlagen einschränken kann.

## Konzeptionelle und strategische Ansätze in der Region

Das regionale Energiekonzept ist eine zentrale Grundlage für die Entwicklung der Energieregion Lausitz-Spreewald (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2021). Die überwiegend formelle Planung der Planungsgemeinschaften wird durch die informelle Planung des regionalen Energiemanagements fachspezifisch ergänzt. Somit entwickelten sich die regionalen Planungsgemeinschaften zu einem wichtigen Akteur bei der Umsetzung der Energiewende auf regionaler Ebene. Die regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald will mit dem regionalen Energiekonzept für kommunale und regionale Akteure Ansätze zur klimapolitischen Entwicklung aufzeigen (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2023b). Das Strategiedokument soll als Arbeitsgrundlage für eine kommunale Entwicklung energie- und klimarelevanter Maßnahmen genutzt werden, um die Erreichung von Energie- und Treibhausgaszielen zu ermöglichen (vgl. ebd.). Entscheidende Grundlage für das Konzept war die Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg, deren Ziele bei der Entwicklung des Konzepts einbezogen wurden (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2021: 34).

Das Anliegen bestand darin, die Landesziele auf die Region zu übersetzen, die Potenziale für erneuerbare Energien zu ermitteln sowie einen Abgleich zu den Zielen des regionalen Energiekonzepts 2013 vorzunehmen. Es wurden die Potenziale verschiedener erneuerbarer Energien analysiert. Dabei wird vor allem der Windenergie großes Potenzial zugesprochen, wobei für die Potenzialberechnung der Teilregionalplan Windenergie zugrunde gelegt wurde. Zudem wird für die Solarenergie ein hohes Potenzial ermittelt, das bis jetzt kaum ausgeschöpft wird. Die Region erzeugt bereits jetzt bilanziell so viel Energie, wie sie verbraucht, jedoch wird in der Region auch ein Teil der Energie für Berlin zur Verfügung gestellt. Zukünftige Überschüsse für die Sektorenkopplung sollen zur Erzeugung von Wärme und Wasserstoff genutzt werden, da vor allem im Wärme- und Verkehrssektor noch große Defizite bestehen (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2021).

Nach der Ermittlung der Energieeffizienz privater Haushalte sowie von Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und des Mobilitätssektors wurden Energie- und Treibhausgasszenarien entwickelt. Dabei wurde sowohl ein Trendszenario als auch ein Klimaschutzszenario aufgestellt. Das Trendszenario würde gegen die aktuelle Bundesgesetzgebung verstoßen, dies zeigt den dringenden Handlungsbedarf. Beim Klimaschutzszenario kann dagegen mit einer Einsparung von knapp 50 % der Endenergie und 90 % der Treibhausgase gerechnet werden (vgl. ebd.).

Abschließend wurde im Energiekonzept ein umfangreicher Maßnahmenkatalog entwickelt, der sich auf verschiedene Handlungsfelder bezieht: Übergeordnete Aufgaben und Entwicklung, Siedlungsentwicklung, Planung und Gebäude; Kommunikation und Netzwerkarbeit, erneuerbare Energien, Verkehr und Mobilität (vgl. ebd.). Das Handlungsfeld „Übergeordnete Aufgaben und Entwicklung“ bezieht sich auf die Eigenverantwortung des Energiemanagements. Es müssen die analytischen Energiedaten der Region bearbeitet werden und es sollen Weiterbildungen stattfinden, um die Kompetenzen kontinuierlich anzupassen.

Zudem soll das Energiemanagement an sich ausgebaut und eine Fördermittelbera-

tung sowie Projekt- und Vernetzungsbörse eingerichtet werden. Im Handlungsfeld „Erneuerbare Energien" bezieht sich eine der Maßnahmen auf die Steuerung von Windenergie, wobei dies gekoppelt mit der Regionalplanung erfolgen soll. Das Energiemanagement prüft, inwieweit sich die Vorstellungen aus dem Energiekonzept zu Wasserstoff-, Speicher-, Photovoltaik- und Windanlagen in den Regionalplan übertragen lassen. Grüner Wasserstoff soll als zusätzlicher Energieträger und -speicher erschlossen werden. Zudem sollen Beratungsangebote und Informationsveranstaltungen zur Förderung von Photovoltaik-Anlagen durchgeführt werden. Im Handlungsfeld „Verkehr und Mobilität" umfassen die Maßnahmen die strategische Unterstützung und Beratung zur Mobilitätswende, Förderung der E-Mobilität durch Ladeinfrastruktur, Unterstützung beim Aufbau eines Runden Tischs zum Thema Mobilität und eine Förderung von Carsharing-Modellen.

Für die Siedlungsentwicklung, Planung und Gebäude sind eine Kompetenzförderung energiesparender Siedlungs- und Gewerbeentwicklung, eine Beratung und Unterstützung bei Gebäudesanierungen sowie eine Verankerung der erneuerbaren Energien in formellen und informellen Planungsprozessen vorgesehen. Es sollen relevante Flächen für die Energieerzeugung und -versorgung identifiziert und dargestellt werden. Das Energiemanagement soll diesbezüglich verschiedene Fachplanungen koordinieren. Im Handlungsfeld „Kommunikation und Netzwerkarbeit" zielen die Maßnahmen auf die Vernetzung wichtiger Akteure (s. Tab. 25) und die Verbreitung relevanter Informationen.

Eine Anpassung des Konzepts ist vorgesehen, wenn die **neue Energiestrategie 2040** mit den Maßnahmen und dem Klimaplan Brandenburg vorgelegt wird. Mit der Fortschreibung sollen bisher realisierte Maßnahmen und damit auch die Effektivität des bisherigen Vorgehens ermittelt werden (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2021: 7). Dadurch sollen erfolgreiche Umsetzungswege aufgezeigt werden (vgl. ebd.). Im Vergleich zur Energie- und $CO_2$-Bilanz des Energiekonzepts aus dem Jahr 2013 wurde die Bilanzierung mittlerweile vereinheitlicht, sodass eine deutlich bessere Vergleichbarkeit möglich ist. Zudem werden weitere treibhausrelevante Gase erfasst (vgl. ebd.: 52). Neue methodische Ansätze der Potenzialermittlung haben teilweise zu deutlich höheren Flächenpotenzialen im aktuellen Energiekonzept geführt, beispielsweise bei der Geothermie (vgl. ebd.: 69).

Als eine Maßnahme für die interne Organisation wird die Erstellung regionaler Monitoringberichte formuliert (vgl. ebd.: 183). Diese soll zusammen mit allen Planungsregionen in Brandenburg entwickelt werden (vgl. ebd.). Dabei sollen nicht nur Struktur- und Energiedaten beobachtet werden, sondern es soll ein Controlling des Energiemanagements geben. Die Aktivitäten des Managements sollen regelmäßig beobachtet und bewertet werden, um Potenziale der Qualitätssteigerung zu ermitteln (vgl. ebd.: 116). Dafür sollen konkrete Ziele festgelegt werden, deren Einhaltung überprüfbar ist (vgl. ebd.). Die Monitoringberichte versuchen folglich, aufzuweisen, inwiefern Fortschritte erzielt wurden. Dies ist bei Maßnahmen, die nicht messbar sind, jedoch schwierig.

Die Umsetzung der Maßnahmen wird die Aufgabe des regionalen Energiemanagements sein, welche das Energiekonzept auch weiter fortschreiben soll. Das Energiemanagement soll darüber hinaus bei der Umsetzung von Maßnahmen der landesweiten Energiestrategie 2030/40 mitwirken.

### Anknüpfungspunkte zur Raumordnung

Teile des regionalen Energiekonzepts sollen in die Neuaufstellung des Regional-

**Tabelle 25: Akteurskonstellation des Fokusthemas „Schlüsselakteure im Bereich erneuerbare Energien und Wasserstoff" am Fallbeispiel der Region Lausitz-Spreewald**

Quelle: eigene Darstellung

| Akteur | Rolle |
|---|---|
| **Planungsrelevante Akteure** | |
| Kommunale Behörden | • Ausweisung von Flächen für erneuerbare Energien und ihre Infrastrukturen |
| Kommunale Politik | • Zustimmung zu Vorhaben |
| Regionalplanung<br>Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald | • Erarbeitung unter anderem des Sachlichen Teilregionalplans Windenergienutzung<br>• Ausweisung von Vorranggebieten für erneuerbare Energien |
| Landesebene<br>Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie | • Veröffentlichung Energiekonzept 2030 und 2040 |
| Landesebene<br>Gemeinsame Landesplanung<br>Berlin-Brandenburg | • Netzausbau<br>• Aufstellung Landesentwicklungspläne<br>• Durchführung Raumordnungsverfahren |
| Energieagentur Brandenburg | • Beratung Kommunen und Unternehmen zum Ausbau erneuerbarer Energien und zu Fördermöglichkeiten |
| Bundesebene<br>Bundesnetzagentur | • Prüfung und Bestätigung Netzentwicklungsplan<br>• Entscheidend für Trassenverlauf |
| Bundesfachplanungsbeirat | • Bindeglied zwischen Landes- und Bundesplanung<br>• Austausch und Beratung der Bundesnetzagentur |
| **Energiewirtschaft** | |
| Übertragungsnetzbetreiber (v. a. 50 Hertz) | • Umsetzung und Betrieb des Netzausbaus |
| Anlagenbetreibende<br>(z. B. UKA Der Energieparkentwickler) | • Planung, Bau und Betrieb von Anlagen für erneuerbare Energien |
| Energieunternehmen<br>(z. B. ENERTRAG) | • Erzeugung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien und Gewinnung Grünen Wasserstoffs aus Windenergie |
| Braunkohleindustrie | • Einbindung in Strukturwandel nötig |
| **Gesellschaftliche Akteure** | |
| Bürger und Bürgerinnen, Initiativen und Verbände | • Möglichkeit, Einwände gegen Vorhaben zu erheben |
| Lausitzrunde | • Zusammenschluss von Bürgervertretenden verschiedener Gebietskörperschaften<br>• Interessenvertretung der Bürger und Bürgerinnen |
| **Forschungsakteure** | |
| Forschungseinrichtungen (z. B. DeCarb Lausitz, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg oder Fraunhofer Institute IKTS und IFAM) | • Forschung zu Wasserstoffausbau oder einer sektorübergreifenden Energieversorgung |
| Energiecluster (EnergySaxony) | • Zusammenschluss Forschungseinrichtungen und Unternehmen<br>• Lösungssuche für eine klima- und ressourcenschonende Energieversorgung |
| Netzwerke (z. B. HZwo e.V., Hypos und Durch$H_2$atmen) | • Arbeit an Projektideen zur Umgestaltung des Energiesektors mit Wasserstofftechnologien |

plans einfließen. Im Maßnahmenkatalog der Fortschreibung des Regionalen Energiekonzepts Lausitz-Spreewald werden Aufgaben für die Regionalplanung und für die Kommunen formuliert. Dabei wird auch herausgestellt, wenn es für eine erneuerbare Energie wie Photovoltaik noch keine regionalplanerische Steuerung gibt (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2021).

Das regionale Energiekonzept und der Teilregionalplan „Windenergienutzung" konkretisieren die Aussagen der Landesplanung im Bereich Energie. Die gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg hat für die Hauptstadtregion Berlin Brandenburg einen Landesentwicklungsplan aufgestellt, der 2019 veröffentlicht wurde (vgl. Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg o. J.). Für den Bereich Energie wurde auf Ebene des LEP festgelegt, dass eine räumliche Vorsorge für eine klimaneutrale Energieversorgung durch erneuerbare Energien getroffen und die Windenergienutzung in den Regionalplänen festgelegt werden soll (vgl. Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg 2019: 46).

### Regionalplan Lausitz-Spreewald – Sachliche Teilregionalpläne „Windenergienutzung"

Die Steuerung raumbedeutsamer Windenergieanlagen wird als eine Kernaufgabe der Raumordnung betrachtet (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald o. J.). Die Planungsgemeinschaft will einem räumlich ungesteuerten Zubau an Anlagen entgegenwirken und einen sozial- sowie umweltverträglichen Ausbau ermöglichen. Dabei erkennen sie die Relevanz der Windenergienutzung für eine zukünftige sichere Stromversorgung an und betonen, dass sie sich an geeigneten Stellen gegen konkurrierende Nutzungen durchsetzen soll (vgl. ebd.). Dabei wird jedoch gleichzeitig betont, dass der Eingriff in das Orts- und Landschaftsbild minimal sein soll, wodurch dieser Vorrang von Windenergie wieder eingeschränkt wird.

Am 25. März 2004 wurde der sachliche Teilregionalplan III „Windkraftnutzung" genehmigt, dieser wurde jedoch 2007 für unwirksam erklärt (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald o. J.b). Danach gab es einige Änderungen in der Datengrundlage. Unter anderem eine Datenaktualisierung der durch Windenergienutzung gefährdeten Arten, eine neue Waldfunktionenkartierung aus dem Jahr 2011 und die Anwendung des 1.000-Meter-Abstandskriteriums zu Siedlungen (vgl. ebd.). Zudem gab es neue rechtliche Rahmenbedingungen aufgrund ergangener OVG-Urteile. Diese Kriterien flossen in den 2015 erneuerten Teilregionalplan ein (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2015: 6). Dabei wurden Kriterien für Tabubereiche formuliert (vgl. ebd.: 15 f.).

Für den Teilregionalplan 2015 wurde eine **Festlegungskarte mit Eignungsgebieten für die Windenergienutzung** erstellt. Die Entwicklung raumbedeutsamer Windenergieanlagen sollte sich in diesen Eignungsgebieten konzentrieren, außerhalb ist die Errichtung von Windenergieanlagen ausgeschlossen (vgl. ebd.: 10). Es wurden 41 Eignungsgebiete auf 1,85 % der Regionsfläche (13.378 ha) festgelegt (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald o. J.). Die Mindestgröße für ein Eignungsgebiet wurde dabei auf 40 ha gesetzt, sodass mindestens drei Windenergieanlagen auf der Fläche Platz finden. Die konkrete Standortplanung sollte auf Ebene der kommunalen Bauleitplanung erfolgen (vgl. ebd.: 11).

2016 wurde der sachliche Teilregionalplan „Windenergienutzung" genehmigt; 2020 wurde er jedoch wieder für unwirksam erklärt. Eine Ausweisung von Eignungsgebieten mit Ausschlusswirkung ist nach der aktuellen Rechtsprechung

(§ 249 Abs. 1 BauGB) nicht mehr zulässig. Im neuen noch nicht beschlossenem Teilregionalplan sollen deshalb Vorranggebiete für Windenergienutzung festgelegt werden.

Nach dem am 1. Februar 2023 in Kraft getretenen Wind-an-Land-Gesetz muss Brandenburg bis Ende 2026 1,8 % und bis 2032 2,2 % seiner Landesflächen für die Windenergienutzung ausweisen. Im neuen überarbeiteten Teilregionalplan sollen hierzu Vorranggebiete ausgewiesen werden, da das neue Wind-an-Land-Gesetz dazu verpflichtet (vgl. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald 2023: 2). Diese dienen auch einer Reduktion von Nutzungskonflikten durch eine räumliche Steuerung; dabei wird eine umwelt- und sozialverträgliche Steuerung angestrebt (vgl. ebd.). Im Februar 2023 begann das Scoping für einen neuen sachlichen Teilregionalplan „Windenergienutzung“ und am 1. März wurde der Aufstellungsbeschluss im Amtsblatt für Brandenburg veröffentlicht und somit die Öffentlichkeit unterrichtet.

## Rolle der Raumordnung

Für den Ausbau von Infrastrukturen für erneuerbare Energien und dabei vor allem für Flächen für Windenergie ist die Raumordnung besonders bedeutend. In Brandenburg werden für die fünf Planungsregionen spezifische Raumordnungspläne erstellt. Diese Pläne konkretisieren die raumordnerischen Festlegungen des umfassenden Landesentwicklungsprogramms und der Landesentwicklungspläne für die jeweilige Region. Dabei werden überörtliche und überfachliche Entscheidungen getroffen, ohne in die Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft einzugreifen, da diese innerhalb der gesetzlichen Vorgaben ihre eigene Verantwortung tragen. Die Regionalplanung ist Teil der umfassenden Landesplanung für eine bestimmte Region. (vgl. Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg o. J.)

Die Regionalpläne sollen sämtliche Inhalte umfassen, die auf regionaler Ebene gesteuert werden können und werden als Integrierte Regionalpläne (IRP) bezeichnet. Diese beinhalten Regelungen für Siedlungen, Freiräume und Infrastruktur. In den vergangenen Jahren wurde die Erstellung integrierter Regionalpläne in den meisten Regionen zugunsten von Teilplänen zur Nutzung von Windenergie zurückgestellt. Gegenwärtig werden in allen fünf Regionen integrierte Regionalpläne erarbeitet. Der Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg (LEP HR) legt den Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) folgende **Themen** zur Bearbeitung fest (vgl. ebd.):

1. Grundfunktionale Schwerpunkte
2. Gewerblich-industrielle Vorsorgestandorte
3. Windenergienutzung
4. Oberflächennaher Rohstoffe
5. Vorbeugender Hochwasserschutz

Die Energiewende benötigt einen hohen Steuerungs- und Koordinationsbedarf, den die Raumordnung mit einer sinnvollen und gerechten räumlichen Verteilungssteuerung gewährleisten muss. Um passende Flächen sowohl für die Leitungs- als auch die Erzeugungsinfrastrukturen zu finden, ist folglich eine planerische Steuerung notwendig, die die verschiedenen Ansprüche an die Flächen gegeneinander abwägt. Die Raumordnung ist dabei essenziell für die zentrale sozial- und umweltverträgliche Steuerung der räumlichen Entwicklung der erneuerbaren Energien und der sinnvollen Verknüpfung von Produktion und Verbrauch.

## 6.5.3 Fazit

- Das Vorgehen der Region Lausitz-Spreewald mit der Entwicklung des „sachlichen Teilregionalplans Windenergienutzung“ und der „Fortschreibung Regionales Energiekonzept Lausitz-Spreewald 2021“ zeigt auf, **wie Raumordnung und Ansätze der Regionalentwicklung** ineinandergreifen können.

- Das **Regionale Energiekonzept der Region Lausitz-Spreewald** legt entscheidende Grundlagen durch die Ermittlung von Flächenpotenzialen für erneuerbare Energien sowie die Erarbeitung von Energie- und Treibhausszenarien, die die Notwendigkeit eines Ausbaus erneuerbarer Energien aufzeigen. Wichtiger Bestandteil des Konzepts ist der Maßnahmenkatalog, der verschiedene Bereiche der räumlichen Entwicklung, den Ausbau erneuerbarer Energien sowie kommunikative und administrative Bereiche mit einbezieht. Insofern kann es sinnvoll sein, neben einem formellen Regionalplan auch ein Energiekonzept aufzustellen, das sich vertieft mit der Energiewende in der Region auseinandersetzt und Wege aufzeigt, um Ausbauziele konkret zu erreichen.

- Eine essenzielle Handlungsempfehlung aus dem Energiekonzept stellt die Einrichtung eines **Energiemanagements** dar. Dieses kann dabei helfen, die Koordination des Ausbaus der Infrastrukturen auf regionaler Ebene zu unterstützen und Maßnahmen aus der landesweiten Energiestrategie umzusetzen.

- **Teilregionalpläne**, die sich auf **einzelne Energieträger fokussieren**, können diese Energieträger gezielt nach vorn bringen. Das Ziel eines solchen Plans darf dabei generell nicht nur die Eingrenzung des Ausbaus auf wenige Bereiche sein, sondern vor allem die Förderung des Ausbaus. Insofern stellt die Ausweisung von Vorranggebieten, beispielsweise für Windkraft, einen vielversprechenden Weg dar, um die Steuerungswirkung der Raumordnung auszuschöpfen.

- Wichtig ist es, auf regionaler Ebene den **Ausgleich zwischen ländlichen und städtischen Räumen** zu thematisieren, da der ländliche Raum zumeist weitaus mehr Fläche zur Verfügung stellen kann als der städtische Raum. Hier gilt es Wege aufzuzeigen, wie ein Ausgleich erfolgen und schlussendlich auch umgesetzt werden kann.

- Das aktuelle **Tempo** der Bundesregierung hinsichtlich gesetzlicher Änderungen zur Beschleunigung des weiteren Ausbaus stellt die Raumordnung jedoch vor das Problem, mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten. Um die Änderungen umsetzen und ihnen angemessen Rechnung tragen zu können, müssen der Raumordnung **genügend Ressourcen auf allen Ebenen zur Verfügung** stehen.

# 7

# Fazit und raumordnungspolitische Empfehlungen

Zur Vorbereitung des Raumordnungsberichts 2024 zum Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“ fasst der vorliegende Endbericht die Analyseergebnisse der Vorstudie zusammen. Im Mittelpunkt stand die Frage, wie das Leitbild „Klimawandel und Energiewende gestalten“ der MKRO von 2016 im Rahmen der Raumordnung der Länder und der Regionen umgesetzt wurde.

Das Leitbild 4 ruft zwei Leitbildkarten auf: Die Leitbildkarte 4.1 „Klimawandel“ bezieht sich sowohl auf Strategien der Klimaanpassung als auch auf Aspekte des Klimaschutzes. Klimaschutzstrategien betreffen unter anderem die Entwicklung verkehrsreduzierender Siedlungsstrukturen sowie die Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale. Die Leitbildkarte 4.2 ist dem Ausbau der erneuerbaren Energien und der Steuerung des Netzausbaus gewidmet. Dementsprechend gliedert sich das Kapitel 7 innerhalb der Unterkapitel wiederum in die Themen Klimaanpassung (Bezug zu Leitbildkarte 4.1), Klimaschutzbelange (Bezug zu Leitbildkarte 4.1) und Energiewende (Bezug zu Leitbildkarte 4.2).

In Kapitel 7.1 geht es um die neuen Herausforderungen, die sich mit einem beschleunigten Klimawandel sowie neuen politischen und programmatischen Impulsen zur Energiewende in Deutschland ergeben. Kapitel 7.2 gibt einen Überblick zu den Ergebnissen der Vorstudie: Es werden Kernergebnisse der Analyse von Strategiedokumenten, der Auswertung der Raumordnungspläne, der Analyse von Ausbauzielen zur Umsetzung der Energiewende sowie der Fokusthemen, die im Rahmen der Vorstudie vertieft wurden, dargestellt. In Kapitel 7.3 werden auf Basis dieser Ergebnisse die Empfehlungen für die Raumordnung zusammengefasst. Kapitel 7.4 bezieht sich explizit auf Empfehlungen zur Fortschreibung der MKRO-Leitbilder.

## 7.1 Die (neuen) Herausforderungen

### Strategien der Klimaanpassung

Der Bereich der Klimaanpassung unterscheidet sich insofern fundamental von der Energiewende, als dass es keine konkreten quantitativen oder raumspezifischen Ziele gibt – weder durch Bundes- noch durch Landesrecht. Damit obliegt es der plangebenden Institution, auf regionaler wie kommunaler Ebene im Rahmen der Gesamtabwägung aller öffentlichen und privaten Belange über Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung zu befinden. Erschwerend kommt die zunehmende



Quelle: von Bru-nO über Pixabay

Dynamik des Klimawandels und seiner Auswirkungen hinzu, vor allem mit Blick auf Wassermangellagen, Starkregenereignisse und Hitzewellen.

Um räumliche Vorsorge für überörtlich relevante Klimawirkungen treffen zu können, ist eine valide Evidenzbasis eine notwendige Voraussetzung. Es bedarf geeigneter fachlicher Grundlagen, etwa in Form regionaler Klimaanalysen, die es ermöglichen, klimatisch relevante Bereiche, beispielsweise für Kaltluftentstehung, Luftleitbahnen und Wasserrückhalt, vor konfligierenden Raumnutzungen zu sichern. Positiv hervorzuheben ist der Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz, der neue methodische und prozedurale Standards setzt, aber zwei Jahre nach seinem Inkrafttreten in der Praxis immer noch zu wenig bekannt ist.

Die erforderliche Evidenzbasis leitet sich einerseits aus Analysen zum Status quo ab; gleichwohl muss auch einer ungewissen Zukunft in Bezug auf die klimatischen und sozioökonomischen Entwicklungen Rechnung getragen werden. Der Umgang mit Ungewissheit erfordert die Arbeit mit „Szenariokorridoren“ und die Ausübung der sogenannten Einschätzungsprärogative durch die plangebende Institution (vgl. BMVI 2017b).

Eine besondere Herausforderung stellt der Schutz Kritischer Infrastrukturen dar, deren Schutzwürdigkeit sich erst in der Gesamtschau der bestehenden Interdependenzen innerhalb der Infrastruktursysteme und der Kaskadeneffekte bei Funktionsverlusten erkennen lässt. Diese Aspekte lassen sich am ehesten vorhabenbezogen im Rahmen von Raumverträglichkeitsprüfungen abbilden. Geeignet erscheint auf Ebene der Raumordnungspläne daneben ein Vorgehen, das an der Resilienzsteigerung räumlicher Strukturen ansetzt – etwa über die Erhöhung von Redundanzen bei Standorten und deren Erreichbarkeit. Daseinsvorsorge muss auch in Krisenzeiten erbracht werden können (vgl. Greiving et al. 2023).



Quelle: envato/photocreo

## Strategien des Klimaschutzes

Nicht zuletzt wird der natürliche Klimaschutz einen erheblichen Beitrag zur Erfüllung der bundesweiten Klimaneutralitätsziele leisten müssen. Insbesondere angesichts der notwendigen Geschwindigkeit zum Einhalten des Zielkorridors müssen Lösungen zum Umgang mit den unvermeidbaren Restemissionen gefunden werden. Neben technischen Lösungen zur Abscheidung von Treibhausgasemissionen (u. a. Carbon Capture and Utilization) bietet vor allem der natürliche Klimaschutz umfassende Potenziale, wie auch im Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz der Bundesregierung dargestellt wird. Insbesondere Moore leisten als langfristige $CO_2$-Speicher hierzu einen oft unterschätzen Beitrag (siehe auch „Nationale Moorschutzstrategie"). Die Raumordnung muss dieser Relevanz Rechnung tragen und Gebiete für den natürlichen Klimaschutz durch spezifische Schutzkategorien sichern.

Moore binden durch die dort beheimateten Pflanzen nicht nur $CO_2$ aus der Atmosphäre, sondern speichern dieses auch langfristig als Kohlenstoff in der Biomasse der vernässten Torfschicht. Durch die Entwässerung der Moorböden wird der gebundene Kohlenstoff allerdings wieder freigesetzt und verursacht in Deutschland 7,5 % der jährlichen Treibhausgasemissionen. Daher gilt es, durch die Wiedervernässung der Moore einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu leisten und dem Sektorziel der Einsparung von 40 Millionen Tonnen $CO_2$ in den Bereichen „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft" (§ 3a KSG 2023) näher zu kommen. Die notwendigen Maßnahmen zum Schutz und zur Wiedervernässung großer Moorgebiete gehen mit einer umfassenden Raumwirkung einher, was eine vorsorgeorientierte Planung erforderlich macht. Aufgabe der Raumordnung ist es, die Interessen der Land- und Forstwirtschaft sowie des Ausbaus von Siedlungs- und Infrastrukturen mit den Belangen der Klimaschutzfunktion natürlicher Kohlenstoffsenken abzuwägen.

Auch über eine energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsentwicklung kann die Raumordnung dazu beitragen, Treibhausgasemissionen zu reduzieren beziehungsweise zu vermeiden. Eine Heraus-

forderung besteht in der Koordination und Abwägung konkurrierender Nutzungsansprüche, beispielsweise zwischen verkehrsvermeidender Siedlungsentwicklung und Freiraumschutz (Trassensicherung für den öffentlichen Personenverkehr) oder dem Siedlungsbestand (Ausbau der Radinfrastruktur). Gleichzeitig können kompakte Siedlungsstrukturen mit höheren Nutzungsdichten zur Erhöhung der Effizienz der Energienutzung beitragen.

## Steuerung der Energiewende

Eine zentrale Herausforderung bei der raumordnerischen Gestaltung der Energiewende besteht in den Auswirkungen der Dezentralisierung der Energiesysteme: Hierzu zählen dispers im Raum verteilte Produktionsstandorte abseits der Verbrauchsschwerpunkte, die Volatilität der Erzeugung, die den Transport- und Speicherbedarf erhöht, der höhere Flächenbedarf für die Energiewirtschaft und die längeren Transportwege auf großräumigen Trassen. All dies resultiert in der zunehmenden Anforderung an die Raumordnung, geeignete Standorte über Vorrang- und Eignungsgebiete zu sichern. Dabei gilt es, die bestehenden Raumwiderstände zu würdigen, ohne die gesetzlich definierten Ausbauziele zu gefährden. Zu nennen sind hier Flächenkonkurrenzen insbesondere mit Wohnen, Naturschutz, Klimaanpassung, Landwirtschaft, Tourismus oder Flugsicherung, aber auch die Veränderungen des Landschaftsbilds. In diesem Kontext rückt auch die Multicodierung von Flächen immer mehr in den Fokus der Raumordnung.

Sowohl die Aufstellung sachlicher Teilpläne, insbesondere für Windenergie an Land, aber auch die Gesamtfortschreibung von Raumordnungsplänen sind sehr komplexe und daher zeitaufwändige planerische Verfahren. Etwa die Hälfte der Änderungen, die erneute Offenlegungen von Regionalplänen erfordern, gehen auf die inhaltliche Bearbeitung von Planungen zum Thema erneuerbare Energien, vor allem Windenergie, zurück. Dieser Themenkomplex ist auch der häufigste Auslöser für thematische Teilfortschreibungen und entscheidend für den inhaltlichen Umfang und damit die lange Dauer der Planverfahren (vgl. BMI 2021: 17, 22). Die hohen Anforderungen an die Regionalplanung zur Erstellung rechtssicherer Plandokumente gefährden daher die Umsetzung der Ausbauplanungen in der notwendigen Geschwindigkeit, die unter anderem das Windenergieflächenbedarfsgesetz (Windenergie-an-Land-Gesetz) (WindBG) vorschreibt.

Das WindBG trat zum 1. Februar 2023 in Kraft und soll mehr verfügbare Flächen für einen beschleunigten Ausbau der Windenergie an Land sichern (vgl. BMWSB 2022). Bis 2032 sollen 2 % der Bundesfläche für Windkraftanlagen ausgewiesen werden (vgl. ebd.). In § 3 Absatz 2 WindBG heißt es: „Die Länder erfüllen die Pflicht [zur Ausweisung des prozentualen Anteils der Landesfläche nach Maßgabe der Anlage (Flächenbeitragswert)], indem sie die […] notwendigen Flächen selbst in landesweiten oder regionalen Raumordnungsplänen ausweisen oder eine Ausweisung […] durch von ihnen abweichende regionale oder kommunale Planungsträger sicherstellen; dabei legt das jeweilige Land hierzu regionale oder kommunale Teilflächenziele fest, die in Summe den Flächenbeitragswert erreichen, und macht diese durch ein Landesgesetz oder als Ziele der Raumordnung verbindlich.“ Werden die jeweiligen Ausbauziele nicht erreicht, können nach § 249 Abs. 7 Nr. 2 BauGB Darstellungen in Flächennutzungsplänen, Ziele in Raumordnungsplänen und Mindestabstände nach Landesrecht Vorhaben nach § 35 Abs. 2 Nr. 5 BauGB nicht entgegengehalten werden.

Für den weiteren Ausbau der Photovoltaik hat das Kabinett am 16. August 2023 das Solarpaket I beziehungsweise den „Ent-



Quelle: Andrea Hartz, agl/Saarbrücken

wurf eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung“ als Bestandteil der deutschen Photovoltaik-Strategie beschlossen. Dieses enthält umfassende Anpassungen und Maßnahmen für den Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen, auf landwirtschaftlichen Flächen (Agri-PV) sowie auf (Gewerbe-)Dächern und die Stärkung der Teilhabe von Einwohnenden. Bis 2030 soll so eine installierte Leistung von 215 GW in Deutschland erreicht werden (vgl. BMWK 2023).

Ein weiterer Baustein auf Weg zur Erreichung der Klimaneutralitätsziele ist der Einsatz von grünem Wasserstoff. Im Juni 2020 hat Deutschland die Nationale Wasserstoffstrategie veröffentlicht, die als Aktionsplan mit Zielen und Handlungsfeldern dient. Die Nutzung von Wasserstoff ist grundsätzlich nichts Neues, da er im fossilen Energiesystem als sekundärer Energieträger für Raffinerieprozesse sowie die chemische Industrie eingesetzt wird (vgl. UBA 2023b). Die Herausforderung ist nun der Marktan- und -hochlauf der notwendigen Technologien und Infrastrukturen zur Erzeugung, zum Transport sowie zur Nutzung von Wasserstoff im größeren Maßstab. Dazu muss die Rolle von Wasserstoff als künftig zentraler Energieträger in den Sektoren Strom, Wärme, Verkehr und Industrie definiert werden, sodass die notwendige Umstellung von Prozessen auf verlässlicher Basis vorangetrieben werden kann.

Die Geschwindigkeit, mit der die Bundesregierung derzeit Gesetzesänderungen zur Beschleunigung des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie der zugehörigen Infrastrukturen vorantreibt, stellt die Raumordnung vor die Herausforderung, mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten. Um diese Änderungen erfolgreich umzusetzen und angemessen zu berücksichtigen, müssen der Raumordnung ausreichende Ressourcen auf allen Ebenen zur Verfügung gestellt sowie Planungsverfahren und -methoden an die geänderten Anforderungen angepasst werden.

## 7.2 Die Ergebnisse der Analysen im Rahmen der Vorstudie

### Strategien der Klimaanpassung

Die **Auswertung relevanter Strategiedokumente** erbrachte, dass sich raumbezogene Strategien, Maßnahmen und Instrumente am häufigsten in den Handlungsfeldern Wasserknappheit und Hochwasservorsorge in Flussgebieten finden. Auch klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen werden in fast allen analysierten Dokumenten berücksichtigt. Die am häufigsten genannte Maßnahme ist die Entwicklung und Sicherung übergreifender ökologischer Verbundsysteme.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Handlungsaspekte zur Klimaanpassung in strategischen Dokumenten sehr ungleich repräsentiert sind, was zu einem großen Teil deren Dringlichkeit und politische Bedeutung widerspiegeln dürfte. Eine stärkere Berücksichtigung auch weiterer Themen der Klimaanpassung in wichtigen Strategiedokumenten – zum Beispiel der Schutz in Berggebieten, der Schutz vor Hitzefolgen oder klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen – könnte ein Wegbereiter für ein verstärktes Aufgreifen dieser Themen in der Raumplanung sein.

Aus den Interviews zu ausgewählten Strategien im Bereich Klimaanpassung lässt sich zur Rolle der MKRO-Leitbilder ableiten, dass diese inhaltlich bekannt sind, aber mehrheitlich indirekt in die Planungspraxis sowie die Erstellung von Strategien einfließen. Sie werden überwiegend positiv wahrgenommen, insbesondere im Rahmen politischer und argumentativer Prozesse. Durch Konkretisierungen und thematisch-fachliche Aktualisierungen könnte die Relevanz der Leitbilder jedoch erhöht werden.

Die **Auswertung der Raumordnungspläne auf regionaler Ebene** ergab für die einzelnen Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung sehr differenzierte Befunde. So ist die Hochwasservorsorge ein bedeutendes Thema in der Raumordnung, wurde bislang jedoch vorwiegend von der Sicherung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsräume geprägt. Eine Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsgebieten, demnach im Umgriff des $HQ_{extrem}$, wird als Zielfestlegung nur in kleineren Teilen der Flusseinzugsgebiete aufgegriffen. Insgesamt erfolgt die raumordnerische Hochwasservorsorge nur in wenigen Regionen risikobasiert (z. B. in Leipzig-Westsachsen und in der Region Oberes Elbtal-Osterzgebirge), weil weder die Gefährdungsintensität noch die Sensitivität und Schutzwürdigkeit von Schutzgütern bei der räumlichen Abgrenzung und inhaltlichen Ausgestaltung der Plansätze eingehen. Hier besteht weiterer Handlungsbedarf, ähnlich wie beim Starkregenrisikomanagement, welches nur in wenigen Regionalplänen über Ziele und Grundsätze aufgegriffen wird.

Da weniger als die Hälfte der analysierten Regionalpläne im Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“ explizite Festlegungen vornimmt, wird deutlich, dass das Thema durch die Raumordnung noch nicht angemessen adressiert wird. Dabei gilt es, zu berücksichtigen, dass die Ausweisung multifunktionaler Grünzüge und Grünzäsuren oftmals implizit auch dem Schutz vor Hitzefolgen dient, ohne dass diese Funktion explizit erwähnt wird.

Die Sicherung von Wasserressourcen wird in den Regionalplänen sehr häufig über Zielfestlegungen geregelt. Einen deutlich geringeren Stellenwert besitzt hingegen die Verbesserung des Wasserhaushalts der Böden. Auch die Lenkung wasserverbrauchender Nutzungen im Sinne eines regionalen Wassermanagements wird nur selten aufgegriffen. Es ist davon auszugehen, dass dieses Handlungsfeld in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird, da die ver-

gangenen Dürresommer gezeigt haben, dass nahezu alle Wirtschaftsbereiche vom Wassermangel betroffen waren.

Zu klimabedingten Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen werden in der Mehrzahl der Regionalpläne Zielfestlegungen formuliert beziehungsweise Vorranggebiete ausgewiesen, die sich überwiegend auf den Freiraumverbund oder die Minimierung weiterer Zerschneidungen beziehen.

Zielfestlegungen zu den Handlungsfeldern „Schutz in Berggebieten" und „Klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen" spielen bisher eine untergeordnete Rolle in den Regionalplänen, obwohl die zunehmende Raumbedeutsamkeit dieser Aspekte angesichts der mit Starkregenereignissen einhergehenden Massenbewegungen bzw. der zunehmenden Lagegunst von Nord- und Ostseeküsten für den Sommertourismus unstrittig ist. Ebenso gehen nur wenige Regionalpläne mit spezifischen Festlegungen auf Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei ein, was aufgrund der begrenzten Steuerungswirkung der Raumordnung im Bereich der Bodennutzung zu erwarten war.

Bei der **Auswertung der Raumordnungspläne auf Landesebene** zeigen sich in Bezug auf die Klimaanpassung bei einigen Handlungsfeldern (Hochwasservorsorge Küsten, Schutz in Berggebieten, Tourismus) deutliche regionalspezifische Ausprägungen. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Hochwasservorsorge in Flussgebieten, der Umgang mit Wasserknappheit, der Umgang mit klimabedingten Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen sowie Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft bzw. die Fischerei überwiegend flächendeckend durch Festlegungen in den Plänen abgebildet werden. Die restlichen Kategorien sind eher noch „Stückwerk" und werden folglich in vielen Ländern durch Grundsätze oder kartographische Darstellungen abgebildet, nicht aber durch Zielfestlegungen. Hier gilt es, zu prüfen, ob und wie eine verstärkte Festlegung von Zielen – insbesondere bei sehr drängenden Herausforderungen – zukünftig gelingen kann. Ein Lernen von guten Beispielen aus den Landesplanungen, die hier bereits Festlegungen getroffen haben und auf Erfahrungen zurückblicken können, wäre zielführend.

Für den Bereich Klimaanpassung wurden einige Fokusthemen vertiefend betrachtet. Beim **Fokusthema „Risikovorsorge gegenüber Hochwasser"** lassen sich aus dem Umgang mit der Hochwasserrisikovorsorge in Sachsen Schlüsse und Handlungsempfehlungen für die Raumordnung ableiten. So ist insbesondere vor dem Hintergrund der erwartbaren extremeren Wetterlagen als Folge des Klimawandels eine Bemessung sämtlicher Maßnahmen zum Hochwasserschutz am Extremhochwasser vorgesehen, um Schadenspotenziale einzugrenzen. Vorsorgender Hochwasserschutz umfasst neben dem technischen Hochwasserschutz und der Sicherung und Rückgewinnung von Retentionsräumen sowie Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche auch die Anpassung und Verlagerung vulnerabler Raumnutzungen, insbesondere von Siedlungsgebieten und Kritischen Infrastrukturen. Gerade letzterer Aspekt ist in der Raumordnung bislang unterrepräsentiert, wird aber in den Regionalplänen Oberes Elbtal/Osterzgebirge und Leipzig-Westsachsen bereits aufgegriffen, zum Teil sogar in Form von Zielfestlegungen. Allerdings fehlt die erforderliche Festlegung regionaler Schwellenwerte für KRITIS, da die BSI KRITIS-VO die Schwellenwerte für Anlagen aus Bundesperspektive so hoch ansetzt, dass KRITIS von regionaler Bedeutung häufig formal gar nicht als solche definiert wird und sich deshalb der raumordnerischen Steuerung weitgehend entzieht.

Bezüglich des **Fokusthemas „Schutz vor Hitzefolgen"** übernimmt die Raumordnung aufgrund der fehlenden Fachplanung

eine Auffangfunktion für die Vorsorge gegenüber thermischen Belastungen in den Regionen. Vorwiegend erfolgt in den Regionalplänen eine multifunktionale Sicherung von Flächen mit thermischer Ausgleichsfunktion außerhalb des Siedlungsbestands. Ohne explizite Adressierung der Klimafunktion ist die funktionale Sicherung etwa des Kaltlufttransports jedoch nicht gewährleistet, da auch Freiraumnutzungen wie beispielsweise Wald die Funktion abschwächen können. Multifunktionale Sicherungen bedürfen daher einer Listung der relevanten, zu sichernden Funktionen. Nur dann lässt sich überprüfen, ob die Multifunktionalität tatsächlich gewährleistet werden kann. Ansonsten sind monofunktionale Festlegungen zu bevorzugen. Ferner zeigt das Fallbeispiel der Region Köln/Bonn, dass ein erheblicher Mehrwert bei der Umsetzung von Klimaanpassungsstrategien durch ein Regionalmanagement erzielt werden kann. So konnte das Regionalmanagement in Zusammenarbeit mit der Regionalplanung wirksame Prozesse zur Reduzierung der thermischen Belastung initiieren. Erfolgsfaktoren waren und sind der aktive Dialog und die Vernetzung der (kommunalen) Akteure, die Managementkompetenzen und die Fördermittellenkung auf (inter)kommunaler Ebene.

Aus den Erkenntnissen zum **Fokusthema „Umgang mit Wasserknappheit“** lässt sich schlussfolgern, dass eine frühzeitige Einbindung der Wasserwirtschaft in die Prozesse der Raumplanung entscheidend ist. Konsequenzen eines Wassermangels sind weitreichend und betreffen nahezu alle Sektoren. Sowohl bei der Trink- und Brauchwasserversorgung als auch beim Wasserverbrauch wird der Steuerungsbedarf zunehmen. Ein wasserwirtschaftliches Management bildet hierzu die Grundlage, um die bislang häufig entkoppelten Belange zu steuern. Dieses Management dient als Basis für eine notwendige raumordnerische Steuerung und differenzierte Priorisierung der Wassernutzungen, um etwa Festlegungen zum Umgang mit Sied-

## Ergebnis-Steckbriefe




Quelle: BBSR 2023




Quelle: BBSR 2023

lungsentwicklungen oder stark wasserverbrauchenden Nutzungen in Räumen mit Wassermangellagen treffen zu können. Allerdings bedarf es dafür valider Planungsgrundlagen, über die die Raumordnung derzeit vielfach nicht verfügt. Jedoch vermag die Raumordnung hier auch Entwicklungen anzustoßen, zum Beispiel durch Festlegung von Räumen mit Koordinierungsbedarfen. In diesem für die zukünftige Entwicklung maßgeblichen Themenfeld ist ein erheblicher Forschungsbedarf zu erkennen.

## Strategien des Klimaschutzes

Die **Auswertung relevanter Strategiedokumente** zeigt für die Belange des Klimaschutzes, dass das Hinwirken auf energiesparende und verkehrsreduzierende Siedlungsstrukturen als Handlungsfeld unterrepräsentiert ist. Eine stärkere Berücksichtigung dieses Themas – insbesondere ergänzt um individual- und bestandsorientierte Konzepte – könnte dazu beitragen, dass es stärker von der Raumplanung aufgegriffen wird. Die Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale hat hingegen in den vergangenen Jahren einen bedeutenden Aufschwung erfahren, wie die Nationale Moorschutzstrategie (2022) zeigt. Ein fördernder Aspekt könnte hierbei ein verstärkter Fokus auf raumbezogene Aussagen, inklusive entsprechender kartographischer Darstellungen, sein. Zu den Strategiedokumenten ist im Übrigen anzumerken, dass deren Konzipierung und Verabschiedung einem dynamischen politischen Prozess unterworfen ist und jegliche diesbezügliche Aussage immer nur eine Momentaufnahme sein kann.

Auf Basis der **Auswertung der Raumordnungspläne auf regionaler Ebene** lässt sich feststellen, dass der Fokus der Festlegungen zu energieeffizienten und verkehrsvermeidenden Siedlungsstrukturen in den Regionalplänen derzeit auf einer an den ÖV-Achsen orientierten Siedlungs- sowie Industrie- und Gewerbeentwicklung, dem Ausbau der Radinfrastruktur sowie dem Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung liegt. Nur selten werden Vorgaben zur Siedlungsflächeninanspruchnahme oder zu Siedlungsdichten gemacht. Festlegungen hierzu finden sich vorwiegend in Bundesländern mit positiv-allokativer Steuerung in der Raumordnung.

Zur Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale werden in weniger als der Hälfte der Regionalpläne explizite Festlegungen getroffen. Eine plausible Begründung hierfür ist sicherlich die weit verbreitete Integration des Schutzes von Mooren, Wäldern und Feuchtgebieten in (Ziel-)Festlegungen zum Landschafts- und Naturschutz in den Regionalplänen. Teilweise erfolgt auch eine Steuerung über andere Pläne und Programme, wie beispielsweise in Brandenburg über das „Gesamtkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Politikfeld Wasser“ (vgl. Land Brandenburg 2022).

Die Ergebnisse der **Auswertung der Raumordnungspläne auf Landesebene** zeigen, dass die weiteren Handlungsaspekte des Klimaschutzes insgesamt flächendeckend in den Plänen aufgenommen und auch oft durch Zielfestlegungen konkretisiert werden. Gleicht man die Ergebnisse mit den Ergebnissen der Auswertung der Regionalpläne ab, so fällt auf, dass insbesondere bei den Handlungsfeldern zum Klimaschutz grundsätzliche räumliche Kongruenzen feststellbar sind: Wird ein Handlungsfeld im Landesentwicklungsplan eines Bundeslandes durch Zielfestlegungen adressiert, so werden zumindest in vielen Regionalplänen des Landes auch Vorrangflächen ausgewiesen oder Ziele festgelegt.

Die Ausführungen zum **Fokusthema „Moore/$CO_2$-Senken“** machen deutlich, dass die Steuerungswirkung der Raumordnung über die Festlegung von Zielen und Vorranggebieten in Situationen, in denen

derzeit Land- und Forstwirtschaft auf entwässerten Moorflächen betrieben wird, begrenzt ist. Gleiches gilt für Gebiete, in denen der Torfabbau aufgrund bestehender Abbaurechte noch (längere Zeit) fortgesetzt werden kann und die Renaturierung der Moore erst danach möglich wird. Trotzdem werden in den betroffenen Regionen bereits vermehrt Renaturierungsprojekte initiiert. Kritisch zu betrachten ist in diesem Kontext auch, dass die Regelungen zum Moorschutz bislang in unterschiedlichen Fachgesetzen festgelegt und somit nicht in allen Belangen stringent aufeinander abgestimmt sind. Bereits in der Umsetzung befindliche Moorschutzprogramme zeigen, dass auch über die Festlegung von Maßnahmen im Kontext einer Gesamtstrategie wesentliche Fortschritte im langfristigen Moorschutz auf regionaler Ebene erreicht werden können. Auf Landesebene wird durch die Aufnahme des Moorschutzes in Landesraumordnungsprogramme (z. B. in Niedersachsen) auch eine übergeordnete Steuerungswirkung angestrebt, um der Relevanz der Thematik Rechnung zu tragen. So können auf dieser Ebene bereits Nutzungskonkurrenzen gegeneinander abgewogen und Schwerpunkte für den natürlichen Klimaschutz gesetzt werden. Der Raumordnung kommt hierbei die zentrale Rolle zu, die aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive bedeutenden Flächenbelange des Natürlichen Klimaschutzes (insb. Moorschutz) zu sichern. Diesbezüglich kann die Raumordnung auch durch Flächenkompensationsmaßnahmen (z. B. Kompensationsflächenpool) Anreize setzen und zur Wiedervernässung trockengelegter Moorböden beitragen.

## Steuerung der Energiewende

Ende November 2022 waren erneuerbare Energieträger bereits für 60 % der insgesamt installierten Nettostromleistung verantwortlich. Seit 2013 nimmt der Trend zur Stilllegung fossiler Kraftwerke zu. Die Auswirkungen übertreffen sowohl hinsichtlich

### Ergebnis-Steckbriefe




Quelle: BBSR 2023




Quelle: BBSR 2023

der Anzahl als auch der Nettonennleistung den Zubau erneuerbarer Quellen. Um den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden und dem trotz Energieeinsparungen steigenden Energiebedarf entgegenzuwirken, ist eine Erweiterung der erneuerbaren Energietechnologien unvermeidbar. Um diesen Prozess voranzutreiben, wurden auf nationaler und regionaler Ebene in den vergangenen Jahren vermehrt Gesetze überarbeitet sowie Maßnahmen, Strategien und Programme entwickelt. So wurden seit 2019 in 10 von 16 Bundesländern hierzu Strategien erstellt oder aktualisiert, was den Handlungsdruck offenlegt. Da die kurzfristigen politischen Ziele zur Erreichung der Klimaneutralität allein durch den Ausbau erneuerbarer Energien nicht erreichbar sind, werden umfassende Ansätze zur Neugestaltung des Energiesystems erforderlich. Diese Ansätze sollten die Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz durch Sektorenkopplung (einschließlich Power-to-X) und synthetische Energiespeicherung (einschließlich Wasserstoffproduktion) umfassen.

In Bezug auf den **Fortschritt der Energiewende in den Regionen** legt die Geodatenanalyse im Rahmen des MORO offen, dass im Energienetz reichlich Ausbaubedarf besteht und der Energiemix noch weit entfernt von der angestrebten Klimaneutralität gemäß § 3 des Klimaschutzgesetzes (KSG 2023) ist. Der Strommix in den Bundesländern zeigt deutliche Unterschiede: Während die norddeutschen Bundesländer bereits einen signifikanten Anteil ihrer Stromversorgung auf erneuerbare Energien umgestellt haben, setzen andere Bundesländer weiterhin stark auf lokale Ressourcen in Form fossiler Brennstoffe (besonders solche mit Braunkohlevorkommen). Auch in diesen Ländern wird der geplante Ausstieg aus der Kohleverstromung bis 2030 – spätestens jedoch bis 2038 – zusätzlichen Bedarf an Maßnahmen zur Transformation des Energiebereichs mit sich bringen. Die Transformationsprozesse gehen mit teilweise weitreichenden und großräumigen Auswirkungen auf den Raum einher und betreffen somit die Raumordnung unmittelbar.

Hinsichtlich der **Siedlungsstrukturen** legt die Geodatenanalyse offen, dass der Forderung einer ressourcenschonenden und energiesparenden Entwicklung (vgl. MKRO 2016a) nicht flächendeckend Rechnung getragen wird. Insbesondere in einigen Bundesländern ist der Siedlungsflächenverbrauch sehr hoch und steigt weiter an, was zu einer ineffizienten Energienutzung führt.

Das **Monitoring des Netzausbaus** zeigt einen nur langsamen Fortschritt; dieser wird der aktuellen Auslastung des Netzes und den zukünftigen Anforderungen nicht gerecht. Im Jahr 2021 betrieben die Übertragungsnetzbetreiber ein Hochspannungsnetz mit einer Länge von 37.000 km. Um dieses Netz gezielt zu erweitern und so anzupassen, dass es den Anforderungen der volatilen Stromerzeugung durch erneuerbare Energiequellen entspricht, wurde die Anzahl der Vorhaben zur Hochspannungsnetz-Erweiterung, die in den gesetzlichen Vorschriften verankert sind, im Zeitraum von 2016 bis 2022 von 65 auf 101 erhöht. Diese Zunahme ist auf die Überarbeitung des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPIG) zurückzuführen. In der Folge gab es einen Zuwachs der gesamten Streckenlänge gemäß BBPlG und EnLAG von 7.900 km auf 12.234 km (Summe der Streckenkilometer in allen Umsetzungsstadien). Gleichzeitig erhöhte sich die Länge der tatsächlich fertiggstellten Leitungskilometer von 730 km auf 2.134 km. Diese Entwicklung verdeutlicht die beträchtliche infrastrukturelle Herausforderung, die mit der Umstellung auf erneuerbare Energien einhergeht, sowie die daraus resultierenden Flächenbedarfe, die abgewogen und umgesetzt werden müssen. Die Tatsache, dass bisher lediglich etwa ein Viertel der geplanten Leitungskilometer genehmigt, im Bau oder abgeschlossen sind, unterstreicht die Komplexität dieser Aufgabe. Hierbei liegt die Verantwortung für die

Beschleunigung der Transformation nicht nur allein bei der Energiebranche, sondern auch bei den Akteuren der Planung. Dringender Handlungsbedarf in der Raumordnung besteht insbesondere hinsichtlich der Bereitstellung von Flächen sowie der sorgfältigen Abwägung und Koordination der Raumbedarfe.

Auch der **Ausbau des Gasnetzes** muss angesichts der aktuellen geopolitischen Lage vorangetrieben werden, was durch die jüngste Überarbeitung des Netzentwicklungsplans Gas (NEP Gas) erneut betont wird. Dabei hat der Gasnetzausbau auch für zukünftige Energieträger und -speicher wie Wasserstoff im Kontext der Sektorenkopplung eine wichtige Bedeutung. Die identifizierten Flächen mit Potenzial für den Ausbau erneuerbarer Energien verdeutlichen die Notwendigkeit einer zukünftigen Aktivierung von Flächenressourcen.

Die im Rahmen der Vorstudie erstellten **Projektionen** haben die unzureichenden Ausbauziele auf Länderebene sowie die variierenden Einheiten, Kenngrößen und Zieljahre bei der Formulierung der Ziele hervorgehoben. Durch den Austausch mit Fachleuten der Raumordnung und der Energiewirtschaft ist deutlich geworden, dass die Festlegung landes- und bundesweiter Schwerpunkträume für den Ausbau erneuerbarer Energien auf Bundesebene künftig nicht zielführend erscheint, da derartige übergeordnete Festlegungen die regional dispersen Herausforderungen und Belange kaum berücksichtigen können. Gleichzeitig scheint ein Ausbau der erneuerbaren Energien durch Festlegungen nach dem „Gießkannenprinzip" jedoch genauso wenig erfolgversprechend, da sich hieraus ebenfalls erhebliche Konfliktpotenziale ergeben würden (z. B. Erhalt natürlicher Landschaftsräume). Trotz der breit akzeptierten Notwendigkeit der Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien müssen die unterschiedlichen Raumansprüche weiterhin berücksichtigt werden. Die regionalplanerische Umsetzung bundesweiter Ziele scheint daher das geeignete Vorgehen zu sein.

Die **Auswertung relevanter Strategiedokumente** zeigt für das Themenfeld der Energiewende, dass auf der einen Seite über 70 % der Fundstellen in den Dokumenten konkrete Handlungsansätze und Maßnahmen enthalten, anderseits jedoch Aussagen zur räumlichen Planung des Ausbaus erneuerbarer Energien fehlen. Der Fokus liegt eher auf den Bereichen der technischen Umsetzung, der Wirtschaftlichkeit und auf vorhandenen Potenzialen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Steuerung des Netzausbaus werden in 10 von 11 Dokumenten mehrfach thematisiert. Dabei zählen die Partizipation und Erhöhung der Akzeptanz zu den am häufigsten genannten Maßnahmen. Die Sicherung der Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie die Sicherung raumverträglicher Gebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden in den Dokumenten am zweithäufigsten thematisiert.

Aus den Ergebnissen lässt sich tendenziell schließen, dass die MKRO-Entschließungen im Hinblick auf die Gestaltung der Energiewende eher grundsätzlich und programmatisch Eingang in nahezu alle untersuchten Dokumente beziehungsweise Programmatiken gefunden haben. Insofern bleibt weitestgehend ungeklärt, ob die Fundstellen auf einem bewussten Aufgreifen der Inhalte der MKRO-Entschließungen beruhen oder eher aus einer allgemein gesteigerten gesamtgesellschaftlichen Themenrelevanz entstanden sind. Auf Letzteres deuten auch einige Aussagen aus den durchgeführten Interviews hin. Weiterhin lässt sich feststellen, dass die untersuchten Entschließungen zumeist ohne konkreten Raumbezug in den Dokumenten aufgegriffen werden. Es finden sich vorwiegend allgemeine Zielvorstellungen oder – sofern die Zielvorstellungen konkretisiert werden – primär ingenieurtechnische Ziele, die Aus-

bauziele im Energiesystem fokussieren. Planerisch konkrete Zielsetzungen (z. B. Flächenkennwerte, konkrete Verortungen, Zielwerte zu Planungsverfahren) sind in den analysierten Strategiedokumenten jedoch weitestgehend nicht zu finden.

Die **Auswertung der Raumordnungspläne auf regionaler Ebene** zeigt in Bezug auf das Handlungsfeld der Energiewende, dass viele Aspekte der Leitbilder und Empfehlungen der MKRO zum Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze bisher nur vereinzelt aufgegriffen werden. Hauptsächlich werden Ziele beziehungsweise Vorrangflächen zur Sicherung raumverträglicher Gebiete für die Windenergienutzung oder für Photovoltaik-Freiflächenanlagen festgelegt. Die neuen gesetzlichen Vorgaben zum Ausbau der erneuerbaren Energien setzen starke Impulse in den Ländern und Regionen, vor allem für den weiteren Ausbau von Windkraft und Photovoltaik. Folglich ist zukünftig von einer veränderten Rolle der Raumordnung auszugehen. So erfordern die raumverträgliche Flächensicherung und die zunehmenden Nutzungskonflikte eine umsichtige Koordinierung und Abwägung aller Raumnutzungen und Raumfunktionen, was eine Kernaufgabe der Raumordnung darstellt.

Bei der **Auswertung der Raumordnungspläne auf Landesebene** lässt sich festhalten, dass alle drei Handlungsfelder zur Energiewende, also die Sicherung der Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergienutzung, die bedarfsgerechte Koordinierung und der raumverträgliche Ausbau der Stromübertragungs- und -verteilnetze sowie der Stromspeicherkapazitäten und schließlich die Synchronisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien, mit dem Ausbau der Stromnetze nahezu flächendeckend adressiert werden. Die Themen Energiewende und Klimaschutz (siehe nachfolgender Punkt) haben demnach auch auf Ebene der Landesplanung aufgrund des früheren Aufgreifens dieser Themen durch politische Weichenstellungen ihren „Vorsprung“ auch in der Raumordnung nutzen können.

Am Beispiel des **Fokusthemas Energiewende** wurde in der Fallregion Lausitz-Spreewald nachvollzogen, dass es von Vorteil sein kann, neben einem formellen Regionalplan auch ein Energiekonzept zu erstellen. Informelle Konzepte können sich vertieft mit der Umsetzung der Energiewende in der Region befassen und konkrete Wege aufzeigen, wie die Ausbauziele tatsächlich erreicht werden können. Ein Energiekonzept kann wertvolle Grundlagen bereitstellen, indem es potenzielle Flächen für erneuerbare Energien ermittelt und Energie- sowie Treibhausgasszenarien ausarbeitet, die die Notwendigkeit eines verstärkten Ausbaus erneuerbarer Energien verdeutlichen. Ein zentraler Bestandteil ist ein Maßnahmenkatalog, der verschiedene Aspekte der räumlichen regionalen Entwicklung, den Ausbau erneuerbarer Energien sowie kommunikative und administrative Bereiche miteinbezieht. Eine wesentliche Empfehlung aus dem Regionalen Energiekonzept Lausitz-Spreewald betrifft die Schaffung eines Energiemanagements. Dieses Instrument kann dazu beitragen, die Koordinierung des Infrastrukturausbaus auf regionaler Ebene zu fördern und Maßnahmen gemäß der landesweiten Energiestrategie umzusetzen.

Für die Raumordnung zeigt die Planungspraxis, dass Teilregionalpläne, die sich auf spezifische Energieträger fokussieren, einen Mehrwert entfalten können. Damit wird eine gezielte Förderung dieser Energieträger erreicht. Dabei sollten die Pläne nicht nur darauf abzielen, den Ausbau auf bestimmte Gebiete zu begrenzen, sondern vielmehr, den Ausbau zu unterstützen. In dieser Hinsicht erweist sich die Identifizierung von Vorranggebieten, beispielsweise für Windenergie, als vielversprechender Ansatz, um die lenkende Wirkung der Raumordnung optimal zu nutzen.

## 7.3 Empfehlungen für die Raumordnung

### Allgemeine Empfehlungen

#### Eine valide Evidenzbasis für die Raumordnung schaffen

Die Raumordnung braucht geeignete fachliche Grundlagen, um eine belastbare Abwägung aller Belange durchführen und Zielfestlegungen vornehmen zu können. Diese Grundlagen müssen entweder über Beiträge der entsprechenden Fachplanungsträger oder – sofern es keine Fachplanung gibt, wie etwa im Bereich der Energiewende, der Klimaanpassung oder der Rohstoffgewinnung – durch die Träger der Raumordnung selbst erstellt beziehungsweise beauftragt werden. Ein Zusammenspiel mit den Fachpolitiken ist hierfür zentrale Voraussetzung.

#### Integriert(er) denken, Zielkonflikte klarer benennen, auf Ausgleich hinwirken

Gemäß § 1 Abs. 1 ROG sind der Gesamtraum der Bundesrepublik Deutschland und seine Teilräume zu entwickeln, zu ordnen und zu sichern: „Dabei sind unterschiedliche Anforderungen an den Raum aufeinander abzustimmen und die auf der jeweiligen Planungsebene auftretenden Konflikte auszugleichen und Vorsorge für einzelne Nutzungen und Funktionen des Raums zu treffen." Die raumordnungspolitischen Leitbilder, aber auch die Raumordnungspläne auf den unterschiedlichen Planungsebenen müssen dafür integriert(er) gedacht sowie Zielkonflikte klarer benannt und auf Ebene der Regionalplanung ausgeglichen werden. Der Ausgleich der Belange erfordert in der Regel Festlegungen in Zielqualität.

#### Flächen sparen und klug nutzen, Multikodierung und Mehrfachnutzung von Flächen erleichtern

Großer Handlungsbedarf für die Raumordnung besteht vor allem in den Bereichen Flächenbereitstellung, Abwägung und Koordination teilweise konkurrierender Raumbedarfe. Gerade die Multikodierung und Mehrfachnutzung von Flächen, um verschiedene Flächenansprüche wahrzunehmen, erscheint dabei zielführend, da multifunktionale Nutzungen auch vielfältige Begründungskontexte ermöglichen.

#### Den Resilienzgedanken in die raumordnerischen Leitvorstellungen einbetten

Vor dem Hintergrund zunehmend komplexer werdender Siedlungs- und Infrastrukturen und aktueller Krisensituationen kommt dem Resilienzaspekt eine steigende Bedeutung zu. Hier gilt es, die zunächst abstrakte Leitvorstellung einer resilienten Raumentwicklung in raumplanerische Handlungsoptionen und raumordnungspolitisches Handeln zu übersetzen. Als Stellschraube bietet es sich hier zum einen an, die Vulnerabilität von Einrichtungen, Einrichtungsclustern und (Netz-)Infrastrukturen zu reduzieren (risikobasierter Ansatz) und zum anderen, deren Redundanz zu erhöhen.

#### Risikobasierte Planung als Grundlage für die raumordnerische Risikovorsorge einführen

Beim Resilienzgedanken setzt auch die risikobasierte Planung an, indem Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität spezifischer Gefahren mit der Sensitivität und Schutzwür-

digkeit der Raum- und Infrastrukturen verknüpft werden. Dieser Planungsansatz, dem im Jahr 2021 über den Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz Verbindlichkeit verliehen worden ist, lässt sich perspektivisch auch auf andere Themen der Klimaanpassung und der räumlichen Risikovorsorge anwenden.

### Redundanz vor allem in Bezug auf die Daseinsvorsorge und KRITIS erhöhen

Die Erhöhung redundanter funktionaler Einheiten kann vielfach über eine „Vermaschung" erfolgen. So können Einrichtungen der Daseinsvorsorge (z. B. medizinische Einrichtungen) oder Versorgungsinfrastrukturen Aufgaben für ausgefallene Strukturen übernehmen. Trinkwasserspeicher können im Krisenfall beispielsweise durch leitungsgebundene Vernetzung für andere Versorgungsbereiche genutzt werden. Auch zwischen unterschiedlichen Handlungsfeldern ist eine Vermaschung erforderlich. Dies wird deutlich, wenn etwa Polder zur Hochwasserrückhaltung im Falle von Wassermangelregionen als (Brauch-) Wasserspeicher herangezogen werden sollen oder die Siedlungsflächenentwicklung stärker auf die Wasserversorgung (Wasserdargebot) ausgerichtet werden soll.

### Ausgleichsmechanismen und Zusammenarbeit fördern

Mit der Bewältigung des Klimawandels eingehende Umweltlasten sind Teil von Gleichwertigkeitsbeurteilungen, soweit Risiken, Kosten und Nutzen räumlich auseinanderfallen (Ausbau der Windenergie, Wärmewende, Stadtklima, Hochwasser) und erfordern räumliche Stadt-Land-Ausgleichsmechanismen. Dazu sollte flankierend zu Festlegungen in formellen Raumordnungsplänen, die den Teilräumen, die überproportionale Umweltlasten zu tragen haben, Entwicklungsspielräume eröffnen, auch raumordnerisch besser zusammengearbeitet werden (§ 14 Abs. 1 ROG: „Zur Vorbereitung oder Verwirklichung von Raumordnungsplänen […] sollen die Träger der Landes- und Regionalplanung mit […] öffentlichen Stellen und Personen des Privatrechts […] zusammenarbeiten […]"). Eine instrumentelle Lösung bieten vor allem raumordnerische Verträge.

### Zivilgesellschaft mitnehmen

Insgesamt bleibt die Öffentlichkeitsbeteiligung in der Raumordnung eine große Herausforderung, da es erforderlich ist, abstrakte Sachverhalte über eine klare Storyline beziehungsweise Erzählung so zu vermitteln, dass die Bevölkerung mitgenommen wird: Wo kommen die Ziele her, welchen Hintergrund haben diese, was bedeutet das räumlich und welchen Beitrag müssen alle Teilräume leisten?

### Ressourcen für die Regionalplanungsinstitutionen bereitstellen

Für die zunehmende Aufgabenvielfalt und -komplexität sind die Personal- und Finanzressourcen gerade kommunal organisierter Regionalplanungsinstitutionen häufig nicht hinreichend. Daher sollten hier die Länder stärker finanziell unterstützend wirken, um die Regionalplanungsinstitutionen in die Lage zu versetzen, ihre Aufgaben sachgerecht und ohne zeitliche Verzögerungen wahrnehmen zu können. Bundesseitig könnte ein Umsetzungsprogramm helfen, das finanziell jene Projekte und Maßnahmen fördert, die einen Beitrag zur Erfüllung übergeordneter Leitbilder leisten (Mittel für Regionalentwicklung, die an die Raumordnung gekoppelt sind). Dies können die bisherigen Modellvorhaben der Raumordnung nicht leisten, da diese nicht in die Fläche wirken.

### Die Raumordnung auf allen Ebenen stärken

Insgesamt geht von den Leitbildern ein indirekter Einfluss auf den politisch-planerischen Abwägungsprozess in den Ländern und Regionen aus, ohne dass diese bereits Ziele der Raumordnung enthalten könnten. Derartige Letztabwägungen bleiben auf nationaler Ebene bislang den Bundesraumordnungsplänen nach § 17 Abs. 1 (für die AWZ) und 2 ROG (BRPH) vorbehalten. Erfordernis und auch Nutzen hat insbesondere der Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz untermauert, den aber § 17 Abs. 2 ROG auch explizit zur Festlegung von Zielen ermächtigt hat. So könnte ein Bundesraumordnungsplan „Gleichwertige Lebensverhältnisse" zwar die gleichwertigkeitsbezogenen Zusammenhänge zwischen den Leitbildthemen aufgreifen, aber eben keine Kollisionsnormen enthalten, da er Teil der Öffnungsklausel des § 17 ROG ist und daher bisher „nur" Grundsätze enthalten darf. Bereits 2012 hatte Spannowsky festgestellt, dass „eine Konkretisierungsfähigkeit des allgemeinen raumordnerischen Ausgleichsauftrags angesichts der Folgen des demographischen Wandels, die auch ein gesamtstaatliches Handlungsfeld betreffen, gegeben sein dürfte" (Spannowsky 2012: 87). So könnten zum Beispiel entsprechende Standards und Indikatoren festgelegt werden, die von den nachfolgenden Planungsebenen und bei raumbedeutsamen Maßnahmen im Interesse der Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland zu berücksichtigen wären. Eine solche Mindestversorgung ist zumindest für grundlegende Leistungen aus den Bereichen Brand- und Katastrophenschutz, Gesundheit, Bildung, Mobilität, Post und Telekommunikation zu gewährleisten (vgl. ARL 2016; MKRO 2016b). Im Zusammenhang mit der Gewährleistung gleichwertiger Lebensverhältnisse ist auch auf die Bezüge zu einer resilienten Raumentwicklung und zu Umweltzielen zu verweisen. So sieht der sogenannte Gleichwertigkeits-Check, der an Gesetzesvorhaben des Bundes angelegt wird (Stand 20.4.2020) eine Integration von Umweltbelangen bei Gleichwertigkeitsbetrachtungen über den Prüffaktor „Natürliche Lebensgrundlagen" vor (vgl. BMI 2020: 4). Zudem sind Sicherheitsbedürfnisse (Ordnung, Sicherheit, Gesundheit, Schutz vor Naturgewalten) Gegenstand von Daseinsvorsorge (vgl. ARL 2016).

## Raumordnerische Strategien der Klimaanpassung

### Schutzziele für Klimaanpassung definieren

Die größte Herausforderung bei der Anpassung an den Klimawandel ist nicht die bestehende Ungewissheit über das Ausmaß und die räumlichen Muster künftiger Klimawirkungen, sondern das Erfordernis, trotz dieser Ungewissheiten auf Grundlage der Ausübung der Einschätzungsprärogative politisch-normativ definierte Schutzziele zu formulieren und daraus räumlich konkrete Anpassungserfordernisse abzuleiten. Hierzu bedarf es zukünftig erheblicher Anstrengungen in fachlicher und politischer Hinsicht.

### Den Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz konsequent umsetzen

In den Handlungsfeldern der Hochwasservorsorge und des Küstenschutzes sind zukünftig die größten Impulse für die Raumordnung in den Ländern und Regionen durch die Umsetzung des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz (2021) zu erwarten. Dadurch wäre insbesondere eine Hinwendung zu einem raumbezogenen Risikomanagement unter Einbeziehung bestehender und zukünftiger Vulnerabilitäten und Kritikalitäten von

Siedlungs- und (Kritischer) Infrastruktur verbunden. Dabei kann der im Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz konzipierte risikobasierte Planungsansatz handlungsleitend auch für andere Klimawirkungen sein.

### Starkregen, Hitze in Siedlungsbereichen und Wassermangellagen als raumordnerische Handlungsfelder offensiv etablieren

Der überörtliche Umgang mit Starkregen, Hitze in Siedlungsbereichen und Wassermangellagen wird zu den zukünftig stärker zu beachtenden Herausforderungen zählen und somit auch die Raumordnung konzeptionell und instrumentell stärker fordern. Dafür sind entsprechende fachliche Grundlagen zu schaffen.

### Den Wasserrückhalt in der Fläche über die Instrumente der Raumordnung stärker adressieren

Aufgrund des Klimawandels wird es zukünftig häufiger kleinräumigen Starkregen geben, und kurzer extremer Starkregen wird deutlich großflächiger und etwas intensiver werden. Somit werden die Folgen von Starkregen zunehmend eine überörtliche Dimension annehmen. Raumplanerische Risikovorsorge muss also auch hier ansetzen: Für das infolge von Starkregen anfallende Niederschlagswasser werden (mehr) Flächen für den Rückhalt und die Versickerung benötigt, um Schäden an Leib und Leben sowie Siedlungs- und Infrastruktur zu vermeiden oder zu minimieren. Zwar fällt der Umgang mit Niederschlagswasser in den kommunalen Zuständigkeitsbereich, jedoch führen großräumig auftretende Starkregenereignisse zu einem überörtlichen Handlungsbedarf (regionale Starkregenanalysen, regionale Retentionsraumkonzepte). Eine wichtige Grundlage stellen in diesem Zusammenhang Hochwasserentstehungskarten dar. Diese weisen Gebiete aus, in denen bei Starkregenereignissen oberirdische Abflüsse entstehen können, die zu Hochwassern führen können. Die raumordnerische Festlegung von Hochwasserentstehungsgebieten kann den Wasserrückhalt in der Fläche und damit ein überörtliches Starkregenmanagement maßgeblich unterstützen.

### Raumordnerische und fachplanerische Instrumente besser koordinieren, um Wassermangellagen zu begegnen

Wassermangellagen gehören heute nur in einigen Regionen wie im hessischen Ried oder in Unter- und Oberfranken sowie Brandenburg zu den großen Herausforderungen infolge des Klimawandels. Wassermangellagen zeichnen sich jedoch mittlerweile in zahlreichen Regionen ab, bei denen das Wasserdargebot knapp beziehungsweise die Wasserqualität beeinträchtigt wird. Eine bessere Koordinierung der Instrumente von Wasserwirtschaft (Wassermanagement) und Raumordnung (Steuerung wasserverbrauchender sowie die Grundwasserqualität beeinträchtigender Flächennutzungen) ist erforderlich. Dazu bedarf es hinreichend konkreter Datengrundlagen der Wasserwirtschaft. Zudem müssen die Handlungsfelder zusammengedacht werden: Wasserrückhalt in der Fläche etwa ist nicht nur ein Thema im Bereich Hochwasserschutz, sondern auch beim Thema Wassermangel, um das oberflächennahe Grundwasser für den Landschaftswasserhaushalt zu sichern. Feuchte Böden tragen darüber hinaus zur Reduzierung von Hitze bei, wenn über die Evapotranspiration Verdunstungskälte entsteht.

### Für den thermischen Ausgleich relevante Flächen raumordnerisch sichern

Die für die Kaltluftproduktion sowie einen wirksamen Kaltlufttransport in thermisch belastete Siedlungsflächen relevanten Bereiche sollen im überörtlichen Maßstab über raumordnerische Instrumente gesichert werden. Dazu gilt es, insbesondere die multifunktionalen Instrumente der Grünzüge und Grünzäsuren zu qualifizieren und die Bodenfeuchte zu sichern. Darüber hinaus können insbesondere in Ballungsräumen eigene Vorranggebiete für thermisch relevante Ausgleichsflächen festgelegt werden.

### Strategien der Klimaanpassung stärker verschränken

Auch räumlich ist eine Verschränkung von Festlegungen für den Freiraum und die Siedlungsflächen erforderlich, um etwa einen wirksamen Kaltlufttransport zur Reduzierung der Hitzebelastung in die thermisch belasteten Siedlungsflächen oder einen effizienten Überflutungsschutz bei Hochwasser- und Starkregengefahren über Flächensicherungen gewährleisten zu können.

Bei Ausformung raumordnerischer Instrumente sollten Doppelnutzungen und multifunktionale Nutzungen gefördert werden. Wesentlich dabei ist es jedoch, die jeweilige Einzelfunktion gewährleisten zu können. Daher bedarf es der Adressierung und Darstellung von Begründungszusammenhängen der zu sichernden Einzelunktionen, auch bei multifunktionalen Festlegungsinstrumenten wie Grünzügen.

## Raumordnerische Strategien zum Klimaschutz

### Den Schutz natürlicher $CO_2$-Senken mit den Instrumenten der Raumordnung stärker unterstützen

Zu den natürlichen $CO_2$-Senken zählen Wälder, Feuchtgebiete und insbesondere Moore. Generell sollten Moore in Raumordnungsplänen explizit als Vorranggebiete für Naturschutz und Landschaftsschutz gesichert werden, um ihrer Bedeutung im Kontext des Klimawandels angemessen Rechnung zu tragen. Wünschenswert ist, dass die Landesplanung konkrete Vorgaben für die Regionalplanung macht, um alle Torfauflagen von mindestens 30 cm als Vorranggebiete zu schützen und sämtliche naturnahen Moorgebiete als eigenständige Zonen für den Schutz der Moore oder als Zonen für Naturschutz und Landschaftsschutz festzulegen.

Die Etablierung eines zusätzlichen Handlungsrahmens auf übergeordneter Ebene zur Wiedervernässung organischer Böden ist notwendig, um schnellstmöglich die $CO_2$-Emissionen zu reduzieren. Eine Möglichkeit hierzu wäre die Einführung eines bundesweiten Gesetzes zum Schutz von Mooren, ähnlich wie in der Schweiz. Gegenwärtig existieren verschiedene Regelungen, besonders in spezialisierten Gesetzen wie dem Naturschutzrecht. Empfehlungen, bewährte planerische Vorgehensweisen und Wasserrechtsbestimmungen gibt es auch für die Bewirtschaftung organischer Böden. Diese Vorschriften laufen jedoch nicht in einer konzertierten Weise zusammen. Ein Moorschutzgesetz könnte all diese Aspekte zusammenführen und konsolidieren.

### Durch Vorgaben zur Siedlungsflächeninanspruchnahme oder -dichten stärker steuern

Im Hinblick auf eine transportorientierte und verkehrsvermeidende Siedlungsentwicklung kann das raumordnerische Instrument der Zentralen Orte einen wichtigen strukturellen Rahmen setzen, um Verkehre zu reduzieren, indem eine Konzentration und Durchmischung von Daseinsgrundfunktionen zur Verbesserung der Fahrrad- und fußläufigen Erreichbarkeiten erfolgt. Stärkere Steuerungswirkung kann durch Vorgaben zur Siedlungsflächeninanspruchnahme oder zu Siedlungsdichten erzeugt werden. Die individuellen Entscheidungen der Verkehrsteilnehmenden bestimmen jedoch letztlich das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsmittel-Wahl. Daher bedarf es als Ergänzung zu einer raumordnerischen Steuerung der Siedlungsflächenentwicklung auch bestands- und zielgruppenorientierter Konzepte zur Verkehrsvermeidung – und somit zur Verringerung von $CO_2$-Emissionen. Derartige Konzepte könnten beispielsweise Teil eines regionalen Mobilitätsmanagements sein, das von oder mit den Akteuren der Raumordnung entwickelt wird.

## Raumordnerische Steuerung der Energiewende

### Die Raumordnung muss ihrem Steuerungsauftrag beim Ausbau der erneuerbaren Energien gerecht werden

Die Energiewende erzeugt einen hohen Steuerungs- und Koordinationsbedarf. Diesem Anspruch muss die Raumordnung mit einer sinnvollen und räumlich gerechten Verteilungssteuerung entsprechen. Dabei wird zunächst durch die sektorspezifische parametrische Steuerung der Ausbauziele der Energiewende in den Handlungsspielraum der Raumordnung eingegriffen. Gleichwohl werden keine bestimmten Flächenkulissen vorgegeben und die Raumordnung verfügt über ausreichende Möglichkeiten, innerhalb der parametrischen Leitplanken eine bedarfsgerechte räumliche Steuerung vorzunehmen. Um passende Flächen sowohl für die Leitungs- als auch Erzeugungsinfrastrukturen zu finden, ist folglich eine planerische Steuerung notwendig, die auf eine vorausschauende Flächensicherung ausgelegt ist. Im Vordergrund steht, bestmöglichste Standorte zu finden, die verschiedenen Ansprüche an die Flächen gegeneinander abzuwägen und Raumnutzungskonkurrenzen zu entflechten. Die Raumordnung ist dabei essenziell für eine sozial- und umweltverträgliche Steuerung der räumlichen Entwicklung der erneuerbaren Energien. Sie sollte – soweit möglich – mit ihren Instrumenten auf eine sinnvolle Verknüpfung von Produktion und Verbrauch hinwirken.

### Die Potenziale einer Doppelnutzung von Flächen beim Ausbau der erneuerbaren Energien besser nutzen

Für die Energiewende liegt ein erhebliches Potenzial in der Doppelnutzung von Flächen. Windenergie im Wald ist hier ein bereits etablierter Ansatz in einigen Bundesländern. Weitere erhebliche Potenziale ergeben sich auch aus anderen Kombinationen, so der Doppelnutzung von Wind- und Solarparks, insbesondere aber der Doppelnutzung von Landwirtschaft und Photovoltaik in Form von Agri-Photovoltaik-Anlagen. Dabei ist die Effizienz der Flächennutzung hervorzuheben, da auf einem Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche 28-mal mehr Strom erzeugt werden kann als durch die Verstromung von Biogas aus Mais. Bei einer Windenergie-Anlage beträgt der Faktor 1 zu 720 (vgl. Böhm 2023: 16). Die Flächenbereitstellung zur Erzeugung erneuerbarer Energien für die Energiewende

kann somit dann gut gelingen, wenn die gesetzlichen Rahmenbedingungen angepasst werden, um Doppelnutzungen zu ermöglichen. Die Steuerungswirkung der Raumordnung ist in diesem Kontext aufgrund unzureichender Instrumente allerdings bisher begrenzt. Derzeit führen vorwiegend wirtschaftliche Interessen der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer zu Doppelnutzungen im Rahmen der aktuellen rechtlichen Möglichkeiten. Eine aktive Steuerung durch die Raumordnung ist allerdings nicht zu erkennen, obwohl gerade diese notwendig erscheint. Zum einen werden bisher nicht alle Möglichkeiten mit der gleichen Priorität betrachtet. Zum anderen bedeutet Doppelnutzung oft auch, dass Erneuerbare Energien auf Kosten empfindlicher Schutzgüter ausgebaut werden. Insbesondere Waldökosysteme und hochwertige Böden für die Landwirtschaft müssen zum Teil erhebliche Beeinträchtigungen durch den Ausbau hinnehmen. Neben den notwendigen Steuerungsinstrumenten sollten hierbei auch partizipative Maßnahmen stärker herangezogen werden. Informationen zur Vielfalt möglicher Doppelnutzungen sowie zu den Auswirkungen auf die Umwelt und eine stärkere Beteiligung betroffener Akteure in regionalplanerische Prozesse können die Akzeptanz für die unterschiedlichen Formen der multikodierten Flächennutzung erhöhen und so bereits auf informellem Wege eine Steuerungswirkung erzielen.

## 7.4 Empfehlungen zur Fortschreibung der Leitbilder

### Leitbilder der MKRO geben Orientierung

Die Leitbilder der MKRO stellen eine grundlegende Orientierung für die Raumentwicklung dar, definieren die Agenden und sind damit wichtig für die Ableitung von Begründungen im Rahmen von Raumordnungsplänen. Um diese Rolle wahrnehmen zu können, sollten die Leitbilder regelmäßig aktualisiert werden. Nur so können neuere Entwicklungen und Herausforderungen aufgegriffen und in einer integrierten Perspektive planerisch gestaltend umgesetzt werden. In Bezug auf das Leitbild 4 zeigt sich die Notwendigkeit besonders deutlich: Der Klimawandel beschleunigt sich, die Auswirkungen werden immer spürbarer. Gleichzeitig werden für die Energiewende neue Rahmenbedingungen gesetzt, die für den räumlichen Koordinierungsauftrag der Raumordnung von entscheidender Bedeutung sind. Bei der Gliederung der Leitbilder sollte der wissenschaftlichen und der Planungspraxis insofern Rechnung getragen werden, als dass Klimaschutz- und Klimaanpassungsbelange in getrennten Leitbildern behandelt und vertieft werden, dabei aber jeweils explizit auf die bestehenden Synergien und auch Konflikte eingegangen wird.

### Konflikte zwischen den Leitbildern und Handlungsfeldern klarer benennen, Lösungswege aufzeigen

Die Zusammenstellung von Synergien und Konflikten im Rahmen der Vorstudie verdeutlicht, dass zwischen allen Leitbildern sowohl inhaltliche als auch räumliche Synergien und Konflikte auftreten beziehungsweise auftreten können. Während Synergien positiv zu werten sind und insofern gegebenenfalls gefördert werden sollten, gilt es, bei der zukünftigen Ausgestaltung der Leitbilder ein stärkeres Augenmerk darauf zu legen, ob sich Konflikte im konkreten planerischen Handeln offenbaren.

Leitbild 2 „Daseinsvorsorge sichern“ adressiert die Gewährleistung gleichwertiger Lebensverhältnisse. Die fortlaufende Bevölkerungsverschiebung zulasten ländlich geprägter Räume trägt unter anderem durch den Siedlungsausbau in Ballungsräumen zum Verbrauch von Umweltressourcen bei, während periphere ländliche Räume Leerstand aufweisen (Leitbild 3 „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“). Die Befriedigung der Wohnraumbedürfnisse in urbanen Räumen führt zu Verstärkung von Wärmeinseleffekten und Starkregenereignissen (Leitbild 4.1). Zudem ist die Daseinsvorsorge eng an Mobilitätsfragen gekoppelt und damit an Klimaschutzfragen: Ein erheblicher Anteil der Treibhausgasemissionen geht auf den Verkehrssektor und hier auf Pendlerbewegungen zurück (Leitbild 4.1). Eine bessere Erreichbarkeit von Infrastrukturen der Daseinsvorsorge und Erwerbsmöglichkeiten in ländlichen Räumen dient damit auch den Zielen von Leitbild 4. Leitbild 1 „Wettbewerbsfähigkeit stärken“ würdigt Wachstumsräume außerhalb metropolitaner Kernräume, etwa über die Förderung von Regiopolen, und trägt so zur Gleichwertigkeit bei. Insgesamt dürfte die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse eine potenziell sehr effiziente und effektive Maßnahme zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung darstellen. Umweltlasten sind Teil von Gleichwertigkeitsbeurteilungen, soweit Risiken, Kosten und Nutzen räumlich auseinanderfallen; deshalb sollten erforderliche Stadt-Land-Ausgleichsmechanismen in den Leitbildern angesprochen werden.

Seit Mitte der 2010er-Jahre haben sich die Dynamik des Klimawandels und die Konflikte um die Energiewende deutlich verschärft. Vor diesem Hintergrund stellt sich zu Recht die Frage, welche Beiträge die Raumordnung zur Vermeidung oder Minderung von Flächenkonkurrenzen im Sinne einer nachhaltigen und resilienten Raumentwicklung leisten kann. Bei der Weiterentwicklung der Leitbilder sollte dies explizit adressiert werden. Dies gilt insbesondre für die vielfältigen und zunehmenden Zielkonflikte zwischen unterschiedlichen Leitvorstellungen und Handlungsfeldern. Benötigt werden Ausnahmeregelungen für Ziele der Raumordnung beziehungsweise „Kollisionsnormen“. Diese stoßen aber an Grenzen, wenn gesetzliche Ausbauziele nicht eingehalten werden und die in § 249 Abs. 7 BauGB festgelegten Folgen vermieden werden sollen.

## Aussagen der Leitbilder stärker regionalisieren

Die Befragung von Vertreterinnen und Vertretern der Raumordnung im Rahmen der Vorstudie hat gezeigt, dass die Leitbilder der Raumentwicklung die Herausforderungen der Raumentwicklung thematisch fokussieren, für deren planerische Bewältigung letztlich jedoch zu unkonkret und allgemein bleiben. Im Rahmen der gegebenen Maßstäblichkeit wurden zwar bisher bereits teilräumlich differenzierte Darstellungen in die Leitbildkarten aufgenommen, die die unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten aufgreifen. Diese könnten zum Beispiel auf Basis von Siedlungstypen, Klimaraumtypen oder Naturräumen stärker weiterentwickelt und regionalisiert werden, auch über die textlichen Aussagen. So könnten auch teilraumspezifische Konflikte angesprochen werden, die in den Landesraumordnungsplänen und vor allem Regionalplänen auszugleichen sind. Überlegenswert ist es, die Aussagen der Leitbilder mit positiven regionalen Beispielen zu unterlegen.

## Kernaussagen

- Der Klimawandel stellt Deutschland vor außerordentlich große Herausforderungen. Das ist politisch und gesellschaftlich klar erkannt und hat zu dem ambitionierten bundesweiten Ziel geführt, **Klimaneutralität bis 2045** zu erreichen. Das erfordert insbesondere eine Energiewende, welche die fossilbasierte Energieversorgung aller Sektoren, also Strom und Wärme sowie Kraftstoffe und Grundstoffe, damit auch die Sektoren Verkehr und Industrie, vollständig auf regenerative Energieträger umstellt. Die Ergebnisse dieser Vorstudie verdeutlichen jedoch, dass die bisherigen Anstrengungen zum vollständigen Übergang auf erneuerbare Energien bei weitem noch nicht ausreichen, um das angestrebte Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Es ist zweifelsohne eine zunehmende Ausbaudynamik erforderlich.

- Die auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung schlägt sich insbesondere in einer **deutlich höheren Flächeninanspruchnahme** nieder. Dezentralität und Volatilität der regenerativen Energieversorgung erfordern signifikant mehr Standorte für die Energieerzeugung selbst, aber auch für die notwendigen Infrastrukturen wie Netze und Speicher sowie die Weiterentwicklung der Siedlungs- und Verkehrsstrukturen. Damit nehmen zwangsläufig auch einschlägige Konkurrenzen und Konflikte zu, was zu einem höheren Steuerungs- und Koordinierungsbedarf führt. Die Bedeutung der Raumordnung nimmt somit ebenfalls deutlich zu und damit der Bedarf an finanziellen und personellen Ressourcen.

- Die zunehmende Dynamik des Klimawandels erfordert über die Bemühungen um die Energiewende hinaus weitere Klimaschutzmaßnahmen und ebenso **ambitionierte Maßnahmen zur Klimaanpassung**. Eine Stärkung der natürlichen Klimaschutzpotenziale, zum Beispiel Moore, ist ebenso unabdingbar wie die Etablierung von Maßnahmen in den Bereichen Hitze und Wasser. Auch dadurch steigt die Bedeutung der Raumordnung und daher muss diese auf allen Ebenen gestärkt werden. Das gilt umso mehr, da vorsorgendes Planen und Handeln im Klimawandel unter großen Ungewissheiten stattfinden.

- Grundsätzlich sollte berücksichtigt werden, dass selbst die innovativsten Ansätze und Planungen nahezu wirkungslos bleiben können, wenn die **(Risiko-)Kommunikation** zwischen den verschiedenen Planungsebenen und Akteuren nicht gestärkt wird, um die effektive Umsetzung zu gewährleisten.

- Der Klimaschutz und die Energiewende benötigen sowohl **starke und regional umsetzbare Leitbilder als auch klare Ausbauziele auf Länder- und Regionalebene**. Eine Schärfung der MKRO-Leitbilder im Hinblick auf die Gestaltung der Energiewende und den Umgang mit Auswirkungen des Klimawandels könnte hilfreich sein, um neue Impulse für eine Umsetzung in der Raumordnung zu setzen. Die Raumentwicklungsministerkonferenz (RMK) in der Nachfolge der bisherigen Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) hat damit eine wichtige und zukunftsweisende Aufgabe.

# Literaturverzeichnis


50Hertz Transmission GmbH; Amprion GmbH; TenneT TSO GmbH; TransnetBW GmbH, 2023: Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2023: Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Zugriff: https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/2023-06/NEP_2037_2045_V2023_2_Entwurf_Teil1_1.pdf [abgerufen am 21.06.2023].

AEE – Agentur für Erneuerbare Energien, o. J.: Bundesländer-Übersicht zu Erneuerbaren Energien. Zugriff: https://www.foederal-erneuerbar.de/uebersicht/bundeslaender/BW|BY|B|BB|HB|HH|HE|MV|NI|NRW|RLP|SL|SN|ST|SH|TH|D/kategorie/top+10 [abgerufen am 16.02.2023].

agl Hartz • Saad • Wendl; prc plan + risk consult – Prof. Dr. Greiving & Partner, 2020: Vorsorgendes Risikomanagement in der Regionalplanung. Modellvorhaben der Raumordnung (MORO). Endbericht (unveröffentlicht).

Alpenkonvention, 1991: Rahmenkonvention. Leitprinzipien für ein nachhaltiges Leben in den Alpen. Zugriff: https://www.alpconv.org/fileadmin/user_upload/Convention/DE/Framework_Convention_DE.pdf [abgerufen am 05.05.2023].

Aring, J., 2018: Leitbilder der Raumordnung. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Hannover: 1389–1398.

ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), 2016: Daseinsvorsorge und gleichwertige Lebensverhältnisse neu denken. Perspektiven und Handlungsfelde. Zugriff: https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/pospaper_108.pdf [abgerufen am 24.08.2023].

BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2021: 10 Jahre Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Hintergründe, Ergebnisse und Ausblick. Bonn. Zugriff: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/PiB/PiB-22-10-jahre-risikoanalyse.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [abgerufen am 10.03.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2017: Raumordnungsbericht 2017. Daseinsvorsorge sichern. Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2019: Stadtklimalotse. Zugriff: https://plan-risk-consult.de/stadtklimalotse/handlungsfelder [abgerufen am 17.02.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2021: Raumordnungsbericht 2021. Wettbewerbsfähigkeit stärken. Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2023: Klimawandel und Energiewende gestalten – Vorbereitungsstudie zum Raumordnungsbericht 2024. Steckbriefe zu Fokusthemen der Raumordnung für Klimaschutz und Klimaanpassung. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/moro/jahr/2022/klimawandel-energiewende-gestalten/01-start.html?pos=2 [abgerufen am 25.10.2023].

Berghöfer, U.; Hüpperling, S.; Peters, J., 2023: Die große Moor-Transformation: Wie Moorschutz für das Klima gelingen kann. Zugriff: https://www.boell.de/de/2023/01/10/die-grosse-moor-transformation-wie-moorschutz-fuer-das-klima-gelingen-kann [abgerufen am 13.04.2023].

Bezirksregierung Köln, o. J.: Regierungsbezirk. Zugriff: https://www.bezreg-koeln.nrw.de/behoerde/regierungsbezirk [abgerufen am 11.07.2023].

BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), 2017: Bundeskonzept Grüne Infrastruktur Fachgutachten. Zugriff: https://www.bfn.de/sites/default/files/2023-07/Skript457.pdf [abgerufen am 20.02.2023].

BfN – Bundesamt für Naturschutz, 2023: Paludikultur. Zugriff: https://www.bfn.de/paludikultur [abgerufen am 13.04.2023].

BfN – Bundesamt für Naturschutz, o. J.: Handlungsbedarf zum Moorschutz. Zugriff: https://www.bfn.de/handlungsbedarf-zum-moorschutz [abgerufen am 26.01.2023].

BMBau – Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1993: Raumordnungspolitischer Orientierungsrahmen. Leitbild für die räumliche Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/themen/_alt/Raumentwicklung/RaumentwicklungDeutschland/Projekte/Leitbilder2006/ORA_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [abgerufen am 09.02.2023].

BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022: Klimaschutz - Moore schützen - Klimaanpassungen erleichtern. Zugriff: https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/moorbodenschutz.html [abgerufen am 26.01.2023].

BMG – Bundesministerium für Gesundheit, 2023: Hitzeschutzplan für Gesundheit – Impuls des BMG. Stand 27. Juli 2023. Zugriff: https://www. bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/H/Hitzeschutzplan/230727_BMG_Hitzeschutzplan.pdf [abgerufen am 10.08.2023].

BMI – Bundesministerium des Innern, 2009: Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). Zugriff: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [abgerufen am 21.08.2023].

BMI – Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat; BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2019: Länderübergreifender Raumordnungsplan für den Hochwasserschutz. Anlage zur Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz vom 19. August 2021. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/artikel/brp-hochwasserschutz/brp-hochwasserschutz-anlage-verordnung.pdf;jsessionid=2269A066045A88E5C5F7BF62A717C996.live11293?__blob=publicationFile&v=2 [abgerufen am 21.08.2023].

BMI – Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, 2020: Leitfaden zur Durchführung des „Gleichwertigkeits-Checks“ bei Gesetzesvorhaben des Bundes. Stand 20.04.2020. Zugriff: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/heimat-integration/gleichwertige-lebensverhaeltnisse/gleichwertigkeits-check.html [abgerufen am 28.08.2023].

BMI – Bundesministerium des Innern und für Heimat, 2022a: Eckpunkte für das KRITIS-Dachgesetz. Zugriff: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/nachrichten/2022/eckpunkte-kritis.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 21.08.2023].

BMI – Bundesministerium des Innern und für Heimat, 2022b: Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen. Umsetzung des Sendai-Rahmenwerks für Katastrophenvorsorge (2015-2030) – Der Beitrag Deutschlands 2022-2030. Zugriff: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/BMI22017-resilienz-katastrophen.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [abgerufen am 21.08.2023].

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2019: Masterplan Stadtnatur. Maßnahmenprogramm der Bundesregierung für eine lebendige Stadt. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/masterplan_stadtnatur_bf.pdf [abgerufen am 01.03.2023].

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012: Bundesprogramm Wiedervernetzung. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/bundesprogramm_wiedervernetzung_bf.pdf [abgerufen am 15.02.2023].

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2015: Grünbuch Stadtgrün. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmub/verschiedene-themen/2015/gruenbuch-2015-dl.pdf;jsessionid=BDA8054DB464A275A081F9B22004DF6F.live11294?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 15.02.2023].

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2016: Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1. [abgerufen am 02.08.2023].

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.), 2017: Weißbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Berlin.

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2007: Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2019: Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Zugriff: https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1679914/48c179c7e1912bb2143f1fd9277fdfe0/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1 [abgerufen am 02.08.2023].

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2020: chance.natur – Bundesförderung Naturschutz. Zugriff: https://www.bmuv.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/foerderprogramme/chance-natur-bundesfoerderung-naturschutz [abgerufen am 07.02.2023].

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2022a: Moorschutz. Zugriff: https://www.bmuv.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/moorschutz [abgerufen am 26.01.2023].

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2022b: Nationale Moorschutzstrategie. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutzstrategie_bf.pdf [abgerufen am 19.02.2023]. vielfalt/foerderprogramme/chancenatur-bundesfoerderung-naturschutz [abgerufen am 07.02.2023].

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2023a: Nationale Wasserstrategie. Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewaesser/nationale_wasserstrategie_2023_bf.pdf [abgerufen am 12.07.2023].

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2023b: Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_2023_kabinett_lang_bf.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2010: Klimawandel als Handlungsfeld der Raumordnung: Ergebnisse der Vorstudie zu den Modelvorhaben „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel". Forschungen, Heft Nr. 144. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/forschungen/2010/Heft144_DL.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 15.02.2023].

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2013: Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung. Berlin/Bonn.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2014: Regionale Fragestellungen – regionale Lösungsansätze. Ergebnisbericht der Vertiefungsphase des Modellvorhabens der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel" (KlimaMORO). BMVBS-Online-Publikation 01/2014. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/bmvbs-online/2014/DL_ON012014.pdf;jsessionid=CF36EDCBAD84C785316164F0FFBB2EB9.live21321?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 21.08.2023].

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017a: Handbuch zur Ausgestaltung der Hochwasservorsorge in der Raumordnung. MORO Regionalentwicklung und Hochwasserschutz in Flussgebieten. MORO Praxis (10). Berlin.

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017b: klimREG. Klimawandelgerechter Regionalplan. BMVI-Online-Publikation 02/2017. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvi/bmvi-online/2017/bmvi-online-02-17-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 05.05.2023].

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020: Nationale Wasserstoffstrategie. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20 [abgerufen am 17.02.2023].

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2021: Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2020. Zugriff: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/erneuerbare-energien-in-zahlen-2020.pdf;jsessionid=7C3D5ED2341F752AE5779DCED0E4BEA3?__blob=publicationFile&v=9 [abgerufen am 11.02.2022].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2019a: Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/Gesetzesvorhaben/gesetz-zur-beschleunigung-des-energieleitungsausbaus.html [abgerufen am 19.04.2023].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2019b: Der LNG-Markt und LNG-Infrastruktur in Deutschland. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2019/05/kapitel-1-7-lng.html [abgerufen am 07.06.2023].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023a: 30 Gigawatt bis 2030: BSH veröffentlicht Flächenentwicklungsplan zum Ausbau der Offshore-Windenergie. Pressemitteilung vom 20.01.2023. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redak-tion/DE/Pressemitteilungen/2023/01/20230120-30-gigawatt-bis-2030-bsh-veroeffentlicht-flaechen-entwicklungsplan-zum-aus-bau-der-offshore-windenergie.html [abgerufen am 14.02.2023].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023b: Erneuerbare Energien. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html [abgerufen am 30.03.2023].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023c: Windenergie-an-Land-Strategie - Wir stellen die Weichen für 160 Gigawatt Wind an Land bis 2035. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/windenergie-an-land-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=11 [abgerufen am 11.08.2023].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, o. J.: Rahmenbedingungen für den Netzausbau. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/stromnetze-und-netzausbau-regulierung-rahmenbedingungen.html [abgerufen am 19.04.2023].

BMWSB – Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2022: Gesetz zur Erhöhung und Beschleunigung des Ausbaus von Windenergieanlagen an Land (sog. Wind-an-Land-Gesetz). Zugriff: https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/ExterneLinks/wind-an-land-gesetz.html [abgerufen am 19.04.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2020: Netzentwicklungsplan Strom 2035. Zugriff: https://www.netzentwicklungsplan.de/archiv/netzentwicklungsplan-2035-2021 [abgerufen am 11.02.2022].

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2022a: Monitoring des Stromnetzausbaus – Drittes Quartal 2022. Zugriff: https://data.netzausbau.de/Vorhaben/Monitoring/Monitoringbericht_Q3-22.pdf [abgerufen am 17.02.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2022b: Monitoringbericht 2022. Zugriff: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Monitoringberichte/MonitoringberichtEnergie2022.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [abgerufen am 16.02.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2022c: Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur (Stand: 25. November 2022). Zugriff: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/Kraftwerksliste_2022.xlsx [abgerufen am 16.02.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2023a: Monitoring des Stromnetzausbaus – Erstes Quartal 2023. Zugriff: https://data.netzausbau.de/Vorhaben/Monitoring/Monitoringbericht_Q1-23.pdf [abgerufen am 11.08.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2023b: Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045,Version 2023. Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Zugriff: https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/2023-07/NEP_2037_2045_V2023_2_Entwurf_Teil1_1.pdf [abgerufen am 11.08.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, o. J.a: Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (EnLAG). Zugriff: https://www.netzausbau.de/Wissen/GesetzeVerstehen/EnLAG/de.html;jsessionid=C89322CCE1F66730B73ED627054514FD [abgerufen am 30.03.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, o. J.b: Gesetz über den Bundesbedarfsplan (BBPlG). Zugriff: https://www.netzausbau.de/Wissen/Ausbaubedarf/Bundesbedarfsplan/de.html [abgerufen am 30.03.2023].

BNetzA – Bundesnetzagentur, o. J.c: Netzausbau - NABEG. Zugriff: https://www.netzausbau.de/Wissen/GesetzeVerstehen/NABEG/de.html [abgerufen am 19.04.2023].

Böhm, J., 2023: Vergleich der Flächenenergieerträge verschiedener erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlichen Flächen – für Strom, Wärme und Verkehr. Berichte über die Landwirtschaft, Band 101.

Bruns, E.; Futterlieb, M.; Grüner, A.; Ohlhorst, D.; Sailer, F.; Wegner, N.; Wenzel, B., 2016: Instrumente für eine verbesserte räumliche Steuerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Endbericht zum Forschungsvorhaben „Instrumente für eine verbesserte räumliche Steuerung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien (IRSEE)“. Zugriff: https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2016/09/stiftung_umweltenergierecht_endbericht_irsee_2017.pdf [abgerufen am 10.08.2023].

Bundesregierung, 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Zugriff: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaanpassung/das_gesamt_bf.pdf [abgerufen am 07.02.2023].

Bundesregierung, 2022: Ausbau erneuerbarer Energien massiv beschleunigen. EEG 2023. Zugriff: https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972 [abgerufen am 02.08.2023].

Bundesregierung, 2023a: Anteil der Erneuerbaren Energien steigt weiter. Zugriff: https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/faq-energiewende-2067498 [abgerufen am 03.03.2023].

Bundesregierung, 2023b: Beschleunigter Ausbau Offshore-Windenergie. Zugriff: https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/windenergie-auf-see-gesetz-2022968 [abgerufen am 19.04.2023].

Bundesregierung, 2023c: Von der Kohle zur Zukunft. Zugriff: https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/kohleausstieg-1664496 [abgerufen am 19.04.2023].

DAV – Deutscher Alpenverein, o. J.: Der Alpenplan - seit 50 Jahren Schutz für die Bayerischen Alpen. Zugriff: https://www.alpenverein.de/natur/alpine-raumordnung/alpenplan/einmaliges-instrument-zum-schutz-der-berge-der-alpenplan-seit-50-jahren-schutz-fuer-die-bayerischen-alpen_aid_11794.html [abgerufen am 05.05.2023].

DBFZ – Deutsches Biomassenforschungszentrum, o. J.: Datensatz Biomassepotentiale. Zugriff: https://datalab.dbfz.de/home/Datentabelle_DBFZ-Dashboard_NUTS-3.csv [abgerufen am 19.02.2023].

DEHST – Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt, 2022: Factsheet Moore Zugriff https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/ [abgerufen am 13.04.2023].

Destatis, 2022: Daten aus dem Gemeindeverzeichnis. Regierungsbezirke nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte. Gebietsstand: 31.12.2021.

Destatis – Statistisches Bundesamt, o. J.: Flächenerhebung.
Zugriff: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online [abgerufen am 17.02.2023].

Deutsche Windguard, 2021: Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland – Jahr 2021. Zugriff: https://www.wind-ener-gie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/06-zahlen-und-fakten/Factsheet_Status_Windenergie-ausbau_an_Land_2021.pdf [abgerufen am 08.02.2023].

Deutscher Bundestag, 2019: Drucksache 19/9521. Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018. Zugriff: http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/095/1909521.pdf [abgerufen am 29.11.2019].

Deutscher Bundestag, 2021: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Lisa Badum, Dr. Bettina Hoffmann, Christian Kühn (Tübingen), weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 19/32030 – Sturzregen und Hochwasser – Auswirkungen der Klimakrise in Deutschland. Drucksache 19/32386 vom 09.09.2021. Zugriff: https://dserver.bundestag.de/btd/19/323/1932386.pdf [abgerufen am 15.02.2023].

Deutscher Bundestag, 2022: Beschleunigung des Einsatzes von Flüssiggas beschlossen. Zugriff: https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2022/kw20-de-lng-beschleunigungsgesetz-894668 [abgerufen am 06.06.2023].

Difu – Deutsches Institut für Urbanistik, 2015: Klimaschutz & Klimaanpassung - Wie begegnen Kommunen dem Klimawandel? Beispiele aus der kommunalen Praxis. Köln.

DStGB – Deutscher Städte- und Gemeindebund; Difu – Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.), 2022: Hitze, Trockenheit und Starkregen. Klimaresilienz in der Stadt der Zukunft. Dokumentation Nr. 166. Berlin.

DurcH2atmen, 2023: Über uns – Durchatmen. Zugriff: https://durchatmen.org/ueber-uns/ [abgerufen am 07.06.2023].

DWD – Deutscher Wetterdienst, 2021a: Rasterdaten jährliche Globalstrahlung in Deutschland. Zugriff: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/annual/radiation_global/grids_germany_annual_radiation_global_2021.zip [abgerufen am 18.02.2023].

DWD – Deutscher Wetterdienst, 2021b: Pressemitteilung - Studie der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel". Zugriff: https://www.dwd.de/DE/presse/pressekonferenzen/DE/2021/PK_26_08_2021/pm_zur_pk.pdf?__blob=publicationFile&v=5 [abgerufen am 21.08.2023].

DWD – Deutscher Wetterdienst, 2022: Klimastatusbericht Deutschland. Jahr 2022. Zugriff: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2022.pdf?__blob=publicationFile&v=5 [abgerufen am 11.8.2023].

DWD – Deutscher Wetterdienst, o. J.a: Klimawandel – ein Überblick. Zugriff: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/ueberblick/ueberblick_node.html [abgerufen am 05.07.2023].

DWD – Deutscher Wetterdienst, o. J.b: Windparamater – Projekt QuWind100. Zugriff: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/multi_annual/wind_parameters/Pro-ject_QuWind100/ref_1981_2010/re_ff_mean_year_201902280000_l160.nc.bz2 [abgerufen am 18.02.2023].

DWD – Deutscher Wetterdienst, o. J.c: Stadtklima – die städtische Wärmeinsel. Zugriff: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_warmeinseln/projekt_waermeinseln_node.html [abgerufen am 11.07.2023].

Elmer, C.-F.; Badke, H.; Faulstich, M.; Nabitz, L., 2016: Klimaschutz und industrielle Wettbewerbsfähigkeit – Synergien nutzen, Konflikte entschärfen. Wirtschaftsdienst, 96. Jg. (9): 667–673.

Energie Baden-Württemberg AG, o. J.: Gesetz zur Energiewende. Zugriff: https://www.enbw.com/energie-entdecken/energiewirtschaft-und-politik/politik/gesetze/gesetzlicher-rahmen-fuer-die-energiewende.html [abgerufen am 30.03.2023].

European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, 2021: Protecting our precious peat. Zugriff: https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/protecting-our-precious-peat-2021-05-12_en [abgerufen am 17.05.2023].

Fachbehörden der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein, 2012: Eine Vision für Moore in Deutschland. Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz; gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden. Schleswig-Holstein. Schriftenreihe LLUR SH Natur. Flintbek. Zugriff: https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/Positionspapier.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 26.01.2023].

Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V., 2021: Netzentwicklungsplan Gas 2020–2030. Umsetzungsbericht. Zugriff: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Gas/NEP_2020/Umsetzungsbericht_FNB_Gas_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [abgerufen am 24.02.2023].

FfE – Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., 2021: Beitragsreihe Wasserstoff: Historie des Wasserstoffs. Zugriff: https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/beitragsreihe-wasserstoff-historie-des-wasserstoffs/ [abgerufen am 07.06.2023].

Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, 2019: Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg (LEP HR). Zugriff: https://gl.berlin-brandenburg.de/landesplanung/landesentwicklungsplaene/lep-hr/ [abgerufen am 20.04.2023].

Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, o. J.: Region Lausitz-Speewald. Zugriff: https://gl.berlin-brandenburg.de/regionalplanung/regionalplaene/regionen/strukturdaten-region-lausitz-speewald-901543.php [abgerufen am 30.03.2023].

Göbler, T., 2020: Region Hannover - ein funktionierendes Stadt-Umland-Modell. In: Wechselwirkungen von Mobilität und Raumentwicklung im Kontext gesellschaftlichen Wandels. Hannover: 290–307.

Greiving, S., Fleischhauer, M., Hartz, A., Terfrüchte, T., 2023: Resiliente Raum- und Infrastrukturen gestalten - Neue Flächenansprüche in der Zeitenwende: In: IzR – Informationen zur Raumentwicklung, 50. Jg. (1): 30–42.

Greiving, S.; Hartz, A.; Saad, S.; Hurth, F.; Fleischhauer, M., 2016: Developments and Drawbacks in Critical Infrastructure and Regional Planning: Case Study on Region of Cologne, Germany. Journal of Extreme Events, 3. Jg. (4).

Grützmacher, F.; Schulte-Eickholt, A., 2017: Entwicklung und Schutz unserer Moore, 4. Auflage. NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V. Berlin. Zugriff: https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/naturschutz/moorschutz/190502-broschuere-moorschutz-2017.pdf [abgerufen am 26.01.2023].

Gunkel, C., 2013: Die vergessene Jahrhundertkatastrophe. Zugriff: https://www.spiegel.de/geschichte/jahrhundertsommer-2003-eine-der-groessten-naturkatastrophen-europas-a-951214.html [abgerufen am 12.05.2023].

Haas, T.; Gürtler, K., 2019: Der Kohleausstieg als Gemeinschaftsaufgabe für Bund und Länder: der Fall Lausitz. In: EZFF – Europäisches Zentrum für Föderalismus-Forschung Tübingen (Hrsg.): Jahrbuch des Föderalismus 2019. Tübingen: 203–216.

Hähnlein, Christian; Roth, Ulrich, 2018: Sichere Trinkwasserversorgung. Aktuelle Aspekte der Versorgungssicherheit am Beispiel der Rhein-Main-Region. Transforming Cities, 4/2018: 78–82.

Hamburger Senat, 2019: Erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplans. Zugriff: https://www.hamburg.de/contentblob/13287332/bc25a62e559c42bfaae795775ef1ab4e/data/d-erste-fortschreibung-hamburger-klimaplan.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Hannover Marketing und Tourismus GmbH, o. J.: Daten & Fakten im Überblick. Zugriff: https://www.visit-hannover.com/view/content/486522/full/1/524149 [abgerufen am 03.05.2023].

Hartz, A.; Saad, S.; Schaal-Lehr, C.; Manderla, B.; Langenbahn, E.; Lichtenberger, E.; Bastian, A.; Bächle, S.; Pfafferott, J., 2020: Vulnerabilitätsanalyse „Hitzestress und menschliche Gesundheit" am Beispiel der Stadt Reutlingen. Herausgeber: LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg 2020. Karlsruhe.

Held, A.; Winkler, J., 2022: Erneuerbare Energien seit den 1970ern bis heute - Fraunhofer ISI. Zugriff: https://www.isi.fraunhofer.de/de/50-jahre-isi/sammelband-50-jahre-isi/erneuerbare-energien.html [abgerufen am 30.03.2023].

Hentschel, A., 2018: Muss es soweit kommen? Naturschutz und Energiewende vor Gericht. In: Konflikte in der Energiewende. Jahrbuch für naturverträgliche Energiewende 2018. Berlin.

Hessenwasser GmbH & Co. KG, 2022: Trinkwasser-Infrastruktur für die Metropolregion– ein verborgener Schatz. Zugriff: https://www.hessenwasser-infrastruktur.de/ [abgerufen am 30.03.2023].

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, 2018: Verteilnetzstudie Hessen 2024 – 2034. Zugriff: https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/gf/npb/Verteilnetzstudie_Hessen_2024_bis_2034.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Hirschelmann, S.; Raschke, I.; Stübner, M.; Wichmann, S.; Peters, J., 2020: Anzeige von Instrumenten für klimaverträgliche Moorbodennutzung: Moorschutz in der Gemeinsamen Agrarpolitik. Berichte über Landwirtschaft Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft (98). Zugriff: https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/320/527 [abgerufen am 07.02.2023].

Hirschl, B.; Heinbach, K.; Salecki, S.; Bode, A.; Leuner, B.; Bergmann, J.; Wiesenthal, J., 2022: Energiewende in der Lausitz – regionalökonomische Effekte relevanter Technologien. Schriftenreihe des IÖW, 223. Jg.: 22.

HKC – HochwasserKompetenzCentrum, 2023: Hochwasser-Pass. Zugriff: https://hkc-online.de/de/Projekte/Hochwasserpass [abgerufen am 21.08.2023].

HMUKLV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2005: Das Hessische Ried – zwischen Vernässung und Trockenheit. Zugriff: https://pressearchiv.hessen.de/hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/das_hessische_ried_zwischen_vernaessung_und_trockenheit.pdf [abgerufen am 10.07.2023].

HMUKLV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), 2022: Zukunftsplan Wasser Hessen. Wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen. Zugriff: https://hessen.de/sites/hessen.hessen.de/files/2022-10/zukunftsplan_wasser.pdf [abgerufen am 12.07.2023].

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, 2012: Moorschutz Mal praktisch. Kleiner Leitfaden für Moorschützer. Nürtingen.

Holz-Rau, C., 2001: Verkehr und Siedlungsstruktur – eine dynamische Gestaltungsaufgabe. Raumforschung und Raumordnung. Heft 4/2001. Zugriff: https://doi.org/10.1007/BF03183026 [abgerufen am 27.08.2023].

KNE - Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende gGmbH, 2018: K 18 – Konflikte in der Energiewende, Jahrbuch für naturverträgliche Energiewende. Berlin. Zugriff: https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/K-18-Konflikte-in-der-Energiewende_webversion.pdf [abgerufen am 30.05.2023].

Knieling, Jörg; Kretschmann, Nancy; Reitzig, Frank; Zimmermann, Thomas, 2015: Diskussionspapier. Regionalplanerische Festlegungen: Möglichkeiten und Grenzen zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels. Hamburg/Berlin. BMVI/BBSR-Modellvorhaben der Raumordnung „klimREG – Klimawandelgerechter Regionalplan". Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/moro/forschungsfelder/2014/KlimREG/DL_Diskussionspapier.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 01.03.2023].

Kruse, P.; Schmitt, H.; Greiving, S., 2021: Systemic criticality – A new assessment concept improving the evidence basis for CI protection. Climatic Change, 165. Jg. (2).

Kufeld, W., 2013: Klimawandel, Energiewende und Raumordnung. Eine Einführung. In: Kufeld, W. (Hrsg.): Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung. Arbeitsberichte der ARL, Bd. 7. Hannover.

Kummer, B., Ewen, C., Meyer, L., Alt, S., Gerdes, H., 2015: Runder Tisch. Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried. Abschlussbericht, April 2015. Darmstadt.

Land Brandenburg, 2022: Gesamtkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Politikfeld Wasser. Zugriff: https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Gesamtkonzept-Wasser.pdf [abgerufen am 24.08.2023].

Land Niedersachsen, 2003: Region Hannover. Zugriff: https://www.mk.niedersachsen.de/download/57146/Michael_Arndt_u.a._Die_Region_Hannover._Niedersaechsische_Landeszentrale_fuer_politische_Bildung._Niedersachsen_-_vom_Grenzland_zum_Land_in_der_Mitte._Folge_7_._Hannover_2003._PDF_2.083_KB_162_Seiten_.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Landeshauptstadt Hannover und Region Hannover, 2022: Naturschutzgebiete: Die Naturschutzgebiete in der Region Hannover und in der Landeshauptstadt Hannover. Zugriff: https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Naturschutz/Schutzgebiete/Naturschutzgebiete [abgerufen am 03.05.2023].

Landkreis Osterholz, 2011a: Regionales Raumordnungsprogramm 2011. Zugriff: https://www.landkreis-osterholz.de/downloads/datei/b2AYV6tDJ6HvlbJ6Qmbf1010bXkyWG5MTnQwQmZSK1U4aUZETXYzOWtYUm1IQWNLMGc5bXFDbFM1azFlUnBuQ3VaK3BFWURRR05XL0lHZkZyNStOQ2RUaXJSTDluZ2RhV0JvdldSa0VWSys0bWYyd3hlNjhtWWx4UTd4UzR2UHBKVkMyQUFQSjJpd1p6L2tk [abgerufen am 10.08.2023].

Landkreis Osterholz, 2011b: RROP 2011 - Beikarten zu Kapitel 3 der Begründung. Zugriff: https://www.landkreis-osterholz.de/downloads/datei/bUF64ZT1XmGNs4QXjmtCildxK2JaNzhBeWdZQlZiU3VFbXI5SnZzUUNqNmt6SXB5WjhpSTdCM0poRjdhSG5ZVkNVM3NQSEdlWTN0S0VuZnpqQjZlYnphNkpGUFBGTVR4NzVRd3RKcEdtTHRzN2RDSDVtbkgzbW10OWRYRE9Rdnlmb2VDNldHalhZdHNjbjFRYnRLM0s2Q1BXektOODRPUGVLVEFNZz09 [abgerufen am 10.08.2023].

Landkreis Osterholz, 2023: Moore als wichtige Klimaschützer. Pressemitteilung vom 04.05.2023. Zugriff: https://www.landkreis-osterholz.de/portal/pressemitteilungen/moore-als-wichtige-klimaschuetzer-901007717-21000.html [abgerufen am 10.08.2023].

LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 2018: Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln. Recklinghausen. Zugriff: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/6_sonderreihen/Fachbeitrag_Klima_K%C3%B6ln_gesichert.pdf [abgerufen am 10.07.2023].

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2014: Nationales Hochwasserschutzprogramm. Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen sowie ein Vorschlag für die Liste der prioritären Maßnahmen zur Verbesserung des präventiven Hochwasserschutzes – beschlossen auf der Sonderkonferenz der LAWA-VV am 29. September 2014 in Berlin. Zugriff: https://www.lawa.de/documents/nhwsp_bericht_priorisierung_14_10_20_1552299256.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2018: LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Zugriff: https://www.lawa.de/documents/lawa-starkregen_2_1552299106.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2019: Empfehlungen zur Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung von Hochwasserrisikomanagementplänen – beschlossen auf der 158. LAWA-Vollversammlung am 18./19. September 2019 in Jena. Zugriff: https://www.lawa.de/documents/lawa-empfehlung-hwrmp_1588147036.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2003: Einfluss des August Hochwassers 2002 auf das Grundwasser. Dresden. Zugriff: https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/HWBericht.pdf [abgerufen am 22.08.2023]

LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2006: Meteorologische und hydrologische Analyse des Frühjahrshochwassers 2006 in den sächsischen Fließgewässern. Stand Juli 2006. Zugriff: https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/Abschlussbericht_060718.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

LfULG – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2010: Hochwasser im Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße 07.-10. August 2010. Gemeinsamer polnisch-deutsch-tschechischer Bericht zum Hochwasser vom 07. bis 10. August 2010 an der Lausitzer Neiße als Bestandteil der vorläufigen Risikobewertung gemäß Artikel 4 der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (2007/60/EG). Zugriff: https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/06-12-10_LN_dt.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

LfULG – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2015: Ereignisanalyse Hochwasser Juni 2013. Zugriff: https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15180/documents/35720 [abgerufen am 21.08.2023].

LfULG – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2023: Projektübersicht RegioNet WasserBoden. Zugriff: https://www.regionet.sachsen.de/projektuebersicht.html [abgerufen am 21.08.2023].

Manger, V., 2018: Integriertes Wasser-Ressourcen-Management im Hessischen Ried. Wasser und Abfall, 11/2018: 10–14.

Martinsen, M.; Knothe, S.; Thur, P.; Steinhardt, Prof. Dr. U., 2014: Klimaadaptierte Regionalplanung in den Regionen Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald. Zugriff: https://www.region-lausitz-spreewald.de/visioncontent/mediendatenbank/doku_inkabb_tp04_web_klein0.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

MEKUN SH – Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), 2015: Küstenschutz Fachpläne. Zugriff: https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/kueste-wasser-meer/kuestenschutz-fachplaene/kuestenschutz-fachplaene_node.html [abgerufen am 13.04.2023].

MELUND – Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung, 2021: Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein – Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2021. Zugriff: https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/03000/drucksache-19-03063.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

MEKUN SH – Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), 2022: Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2022. Zugriff: https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/K/kuestenschutz/Downloads/Generalplan.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [abgerufen am 13.04.2023].

Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern, 2020: Energie- und $CO_2$-Bericht 2019 – 2020. Zugriff: https://www.regierung-mv.de/serviceassistent/download?id=1650233 [abgerufen am 02.08.2023].

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2014: Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK). Zugriff: https://www.energieatlas-bw.de/documents/24384/24483/integriertes_Energie_und_Klimaschutzkonzept_BW/237b8fd3-85d0-4444-9287-f35124add081 [abgerufen am 02.08.2023].

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr des Landes Saarland, 2021: Energiefahrplan für das Saarland 2030. Zugriff: https://www.saarland.de/mwide/DE/downloads/energie/dld_Energiefahrplan_Erneuerbare.pdf?__blob=publicationFile&v=5 [abgerufen am 02.08.2023].

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (Hrsg.), 2000: Handlungsempfehlungen der Ministerkonferenz für Raumordnung zum vorbeugenden Hochwasserschutz. Berlin.

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (Hrsg.), 2006: Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland. Berlin.

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (Hrsg.), 2013a: Raumordnung und Klimawandel. Umlaufbeschluss vom 06.02.2013.

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (Hrsg.), 2013b: Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels. Anlage zum Umlaufbeschluss Raumordnung und Klimawandel vom 06.02.2013. Zugriff: http://www.klimamoro.de/fileadmin/Dateien/Transfer_KlimaMORO/Beratungsmodul/Leitf%C3%A4den/Leitf%C3%A4den%20mit%20Ma%C3%9Fnahmenvorschl%C3%A4gen%20in%20relevanten%20Handlungsfeldern/MKRO-Handlungskonzept%20der%20Raumordnung%20.pdf [abgerufen am 29.10.2019].

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (Hrsg.), 2016a: Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/themen/_alt/Raumentwicklung/RaumentwicklungDeutschland/Leitbilder/leitbildbroschuere-deutsch.pdf;jsessionid=E4B2D2A10517C58AA234DE9BBD14DE4D.live21324?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 17.02.2023].

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung, 2016b: Entschließung „Zentrale Orte". 41. Ministerkonferenz für Raumordnung am 9. März 2016 in Berlin. Anlage 7.

MKUEM RLP – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität, 2014: Verteilnetzstudie Rheinland-Pfalz. Zugriff: https://mwkel.rlp.de/fileadmin/mwkel/Abteilung_6/Energie/Verteilnetzstudie_RLP.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

MULE – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie Sachsen-Anhalt, 2019: Klima und Energiekonzept Sachsen-Anhalt. Zugriff: https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Klimaschutz/00_Startseite_Klimaschutz/190205_Klima-_und_Energiekonzept_Sachsen-Anhalt.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

MWAE – Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg, 2021: Länderbericht zum Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie zu Flächen, Planungen und Genehmigungen für die Windenergienutzung an Land. Potsdam. Zugriff: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/EEG-Kooperationsausschuss/2021/laenderbericht-brandenburg-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 14.06.2023].

MWAE – Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg, 2022: Energiestrategie 2040, Land Brandenburg. Potsdam. Zugriff: https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Energiestrategie2040.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

MWIDE NRW – Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2021: Fortschreibung der Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen. Zugriff: https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/2021-12-16_fortschreibung_evs_nrw_veroeffentlichung.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, o. J.: HyStarter I: Wasserstoffregion Lausitz. Zugriff: https://www.hy.land/hystarter-wasserstoffregion-lausitz/ [abgerufen am 15.06.2023].

NDR – Norddeutscher Rundfunk, 2023: LNG: Fakten zu Flüssigerdgas und Projekten in Norddeutschland. NDR. Zugriff: https://www.ndr.de/nachrichten/info/LNG-Fakten-zu-Fluessigerdgas-und-Projekten-in-Norddeutschland,lnghintergrund100.html [abgerufen am 07.06.2023].

Neumann, K.; Richter, M. Rohleder, L., 2020: Vom Klimagas zum Wertstoff: $CO_2$. In: Wittpahl, V. (Hrsg.): Klima. Politik & Green Deal, Technologie & Digitalisierung, Gesellschaft & Wirtschaft. iit-Themenband. Berlin: 108–127.

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2021: Energiewendebericht 2020. Zugriff: https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/168771/Energiewendebericht_2020.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2016: Programm Niedersächsische Moorlandschaften. Zugriff: https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/88926/Niedersaechsische_Moorlandschaften_Juli_2014_.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2012: Empfehlung für eine niedersächsische Klimaschutzstrategie. Zugriff: www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=2237&article_id=103147&_psmand=10 [abgerufen am 16.02.2022].

NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, o. J.: Naturschutzgebiet "Totes Moor". Zugriff: https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/schutzgebiete/die_einzelnen_naturschutzgebiete/naturschutzgebiet-totes-moor-39510.html [abgerufen am 17.05.2023].

Pannicke-Prochnow, N.; Albrecht, J.; Ferber, U.; Eckert, K.; Krohn, C.; Thinius, K., 2021: Entsiegelungspotenziale zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen und zur Klimaanpassung: Vorschläge für eine verbesserte Nutzung aus fachlicher, rechtlicher und förderpolitischer Sicht. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIII: Flächenpolitik - Konzepte Analysen - Tools. Berlin: 29–36.

Peters, J.; Hirschelmann, S.; Krüger, S.; Hedden-Dunkhorst, B; Salathé, T; Kopansky, D., 2020: Peatland Strategies in Europe. Zugriff: https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-06/policybrief-peatland-strategies-bfn.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Pieper, B.; Baumann, L, o. J.: Moore - Der unterschätze Klimaschützer. Zugriff: https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/moore-und-klimawandel/13340.html [abgerufen am 26.01.2023].

Prognos AG, 2022: Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland. Eine ex-post Analyse. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“. Zugriff: https://www.prognos.com/sites/default/files/2022-07/Prognos_KlimawandelfolgenDeutschland_Detailuntersuchung%20Flut_AP2_3b_.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

Regierung von Unterfranken (Hrsg.), 2020: Niedrigwassermanagement zur Steuerung von Grundwasserentnahmen am Beispiel der landwirtschaftlichen Bewässerung. Informationsband. Würzburg.

Regierungspräsidium Darmstadt, o. J.: Zuständigkeit Regierungsbezirk Darmstadt. Zugriff: https://rp-darmstadt.hessen.de/ueber-uns/regierungsbezirk-darmstadt [abgerufen am 11.07.2023].

Region Hannover; 2016: Regionales Raumordnungsprogramm Region Hannover 2016. Hannover. Zugriff: https://www.hannover.de/content/download/544444/file/RROP2016_BeschreibendeDarstellung_Lesefassung_inkl_1.-3.%C3%84nderung.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Region Hannover, o. J.a: RROP 2016. Das Planungsinstrument. Zugriff: https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Planen,-Bauen,-Wohnen/Raumordnung-Regionalentwicklung/Regionalplanung/RROP-2016 [abgerufen am 17.05.2023].

Region Hannover, o. J.b: Hannoversche Moorgeest. Zugriff: https://www.hannover.de/Kultur-Freizeit/Naherholung/Natur-entdecken/Moore/Hannoversche-Moorgeest [abgerufen am 03.05.2023].

Region Köln/Bonn e.V. (Hrsg.), 2019: Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn. Praxishilfe. Zugriff: https://www.region-koeln-bonn.de/fileadmin/region-koeln-bonn/tx_dam/2019_Klimawandelvorsorgestrategie_RegionKoelnBonn_Praxishilfe.pdf [abgerufen am 28.02.2023].

Region Köln/Bonn e.V. (Hrsg.), o. J.a: Region in Zahlen. Verfügbar unter https://www.region-koeln-bonn.de/region/region-in-zahlen [abgerufen am 11.07.2023].

Region Köln/Bonn e.V. (Hrsg.), o. J.b: Verein. Zugriff: https://www.region-koeln-bonn.de/verein [abgerufen am 10.07.2023].

Region Köln/Bonn e.V. (Hrsg.), o. J.c: Aufgaben. Klimawandelvorsorgestrategie. Zugriff: https://www.region-koeln-bonn.de/aufgaben/energie-klima/klimawandelvorsorgestrategie [abgerufen am 10.07.2023].

Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald, 2015: Sachlicher Teilregionalplan „Windenergienutzung“, unwirksam. Zugriff: https://www.region-lausitz-spreewald.de/de/regionalplanung/teilplaene/artikel-sachlicher-teilregionalplan-windenergienutzung-veroeffentlicht-am-16-06-2016.html [abgerufen am 02.08.2023].

Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald, 2021: Fortschreibung Regionales Energiekonzept Lausitz-Spreewald. Cottbus. Zugriff: https://www.region-lausitz-spreewald.de/vision-content/mediendatenbank/regionales_energiekonzept_lausitz-spreewald_2021.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald, 2023a: Region. Zugriff: https://www.region-lausitz-spreewald.de/de/region/demografie.html [abgerufen am 30.03.2023].

Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald, 2023b: Fortschreibung des Regionalen Energiekonzeptes Lausitz-Spreewald abgeschlossen. Zugriff: https://www.region-lausitz-spreewald.de/de/projekte/regionales-energiemanagement/regionales-energiekonzept.html [abgerufen am 06.04.2023].

RKI – Robert Koch-Institut, 2023: Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit, 2023. Teil 1. Auswirkungen des Klimawandels auf Infektionskrankheiten und antimikrobielle Resistenzen. Journal of Health Monitoring S3/2023.

Rosenstiel, A.; Vehse, M.; Kost, C.; Voglstätter, C.; Peterssen, F.; Kolb, T.; Musonda, F.; Thrän, D., 2022: Wasserstoff als zentraler Baustein der Sektorenkopplung. Zugriff: https://elib.dlr.de/191697/1/th2021_01_04.pdf [abgerufen am 10.08.2023].

RPV LW – Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen, 2013: KlimaMORO Phase II Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel – Leipzig-Westsachsen. Modellvorhaben der Raumordnung (MORO). Endbericht. Leipzig. Zugriff: https://www.wasser.sachsen.de/download/21_2013_Klimamoro_Endbericht.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

RPV LW – Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen, 2021: Regionalplan Leipzig-Westsachsen. Beschlossen durch Satzung des Regionalen Planungsverbandes vom 11.12.2020 genehmigt durch das Sächsische Staatsministerium für Regionalentwicklung am 02.08.2021 in Kraft getreten mit der Bekanntmachung nach § 10 Abs. 1 ROG am 16.12.2021. Leipzig. Zugriff: https://www.rpv-westsachsen.de/wp-content/uploads/regionalplan/2021/Regionalplan_Verbindlich/Teil1_Festlegungen/01_Festlegungen.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

RPV LW – Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen, o.J.: Die Planungsregion Leipzig-Westsachsen im Überblick. Zugriff: https://www.rpv-westsachsen.de/planungsregion/ [abgerufen am 21.08.2023].

RPV OEOE – Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge, o. J.: Die Planungsregion. Zugriff: https://rpv-elbtalosterz.de/planungsregion [abgerufen am 21.08.2023].

Saathoff, W.; Schmatzler, E., 2020: Moor-Naturschutz in Niedersachsen. Zugriff: https://mooris-niedersachsen.de/?pgId=137 [abgerufen am 13.04.2023].

Schillo, S.; Weschenfelder, A.-K.; Wasem, J., 2018: Einfluss von Hitze auf die Leistungsinanspruchnahme als Indikator für hitzebedingte Morbidität. Das Gesundheitswesen, 80. Jg. (8): 775–776.

Schmitt, H., 2019: Systemisches Kaskadenpotenzial von KRITIS-Teilsektoren. Informationen zur Raumentwicklung. Heft 4/2019. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2019/4/downloads/kaskadenpotenzial-kritis.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [abgerufen am 21.08.2023].

Schmitt, H. C., 2016: Klimaanpassung in der Regionalplanung – Eine deutschlandweite Analyse zum Implementationsstand klimaanpassungsrelevanter Regionalplaninhalte. Raumforschung und Raumordnung, 74. Jg. (1): 9–21.

Science Media Center (Hrsg.), 2022: Das Grundwasser in Deutschland sinkt – wie passen wir uns an? Science Response vom 13.08.2022.

Seifert, P., 2012: Mit Sicherheit wächst der Schaden? Überlegungen zum Umgang mit Hochwasser in der räumlichen Planung. Zugriff: https://rpv-elbtalosterz.de/wp-content/uploads/mit_sicherheit_waechst_der_schaden.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

Senat für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau, 2018: Klimaschutz- und Energieprogramm (KEP) 2020 – Fortschreibung. Zugriff: https://www.bremische-buergerschaft.de/drs_abo/2018-12-19_Drs-19-1974_fe4b8.pdf?fbclid=IwAR1SnNUXm8O1a-2BED168ZxEo8M51wMYX8Cf5QYZFoJ9hsdRIuL9zl0hwOVU [abgerufen am 02.08.2023].

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz, 2016: Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030): Umsetzungszeitraum 2017 bis 2021 - Konsolidierte Fassung. Zugriff: https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/das-berliner-energie-und-klimaschutzprogramm-bek/bek-2030-beschlussfassung.pdf?ts=1649931234 [abgerufen am 02.08.2023].

SMEKUL – Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, 2021: Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021. Zugriff: https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/40015/documents/61472 [abgerufen am 02.08.2023].

Spannowsky, W., 2012: Konkretisierung der Grundsätze der Raumordnung durch die Bundesraumordnung. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/refo/raumordnung/2010/Grundsaetze/Download_Handbuch.pdf;jsessionid=D981DD6C557F214C14094F66592F1C40.live21324?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 02.08.2023].

Springer Medizin Verlag GmbH (Hrsg.), 2023: Hitzeschutz. Lauterbach: Hitzeaktionsplan noch dieses Jahr. Meldung vom 27.06.2023. Zugriff: https://www.springerpflege.de/klima/politik/hitzeaktionsplan---/25540634 [abgerufen am 10.07.2023].

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2023: Umwelt und Gesundheit konsequent zusammendenken. Sondergutachten.

Stadt Hamburg – Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg, 2021: Wegweiser „clever kombiniert“ - Wie Erneuerbare Energien und Grünplanung einen Beitrag für das Klima und zur effizienten Flächennutzung leisten. Zugriff: https://www.hamburg.de/contentblob/15204308/4f766aed8902dcc6989d62c7b4543f36/data/d-wegweiser.pdf [abgerufen am 08.02.2023].

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2023: 8. Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für den Freistaat Sachsen 2022 bis 2040. Datenblatt Planungsregion Leipzig-Westsachsen. Zugriff: https://www.bevoelkerungsmonitor.sachsen.de/RBV%20Planungsregionen/rbv_planungsregion_leipzig-westsachsen.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

StMWi – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2018: Bayerisches Enenergieprogramm. Zugriff: https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/publikationen/pdf/2018-06-20_Bayerisches_Energieprogramm_2018.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

Strom-Report, 2022a: Strommix und Stromerzeugung. Zugriff: https://strom-report.de/strom/ [abgerufen am 08.02.2022].

Strom-Report, 2022b: Photovoltaik in Deutschland - Daten, Fakten & Meinungen zum Solarstrom bis 2022. Zugriff: https://strom-report.de/photovoltaik/ [abgerufen am 11.02.2022].

Strom-Report, 2023: Windenergie in Deutschland – Daten, Fakten & Meinungen zu Windkraft. Zugriff: https://strom-report.com/windenergie/ [abgerufen am 16.07.2023].

Tegetmeyer, C.; Barthelmes, K.-D.; Busse, S.; Barthelmes, A., 2021: Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe, 01/ 2021. Zugriff: https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/2021-01_Tegetmeyer%20et%20al.pdf [abgerufen am 16.02.2023].

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz, 2022: Thüringer Niedrigwasserstrategie. Ergänzungsband zum Landesprogramm Gewässerschutz. Erfurt.

TMUEN – Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz des Freistaats Thüringen, 2019: Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie. Zugriff: https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/001_TMUEN/Unsere_Themen/Klima/Klimastrategie/20191015_Klimaschutzstrategie.pdf [abgerufen am 02.08.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2011: Synergien und Konflikte von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. (= Climate Change 18/2011). Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4178.pdf [abgerufen am 16.02.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2017: Synergien und Konflikte von Maßnahmen des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel zwischen Ländern unterschiedlicher Entwicklungsphasen (Climate Change 19/2017). Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-25_climate-change_19-2017_synergies.pdf [abgerufen am 01.02.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2019: Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate_change_38_2019_flae-chenanalyse_windenergie_an_land.pdf [abgerufen am 08.02.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2020: Rücknahme von Siedlungsbereichen als Anpassungsstrategie. Praxishilfe zur Anpassung von Siedlungsstrukturen an den Klima- und demografischen Wandel. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1/publikationen/uba_srz_praxishilfe_20210224_barrierefrei.pdf [abgerufen am 21.08.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2021a: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Kurzfassung. Climate Change 26/2021. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_zusammenfassung_bf_211027_0.pdf [abgerufen am 10.09.2022].

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.), 2021b: Niedrigwasser, Dürre und Grundwasserneubildung – Bestandsaufnahme zur gegenwärtigen Situation in Deutschland, den Klimaprojektionen und den existierenden Maßnahmen und Strategien. Dessau-Roßlau.

UBA – Umweltbundesamt, 2022a: Indikator: Heiße Tage. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-heissetage#die-wichtigsten-fakten [abgerufen am 01.03.2023].

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.), 2022b: Kohärenz der flächenbezogenen Gewässerentwicklungsplanung gemäß WRRL mit der Raumplanung. Wissenschaftlich-fachliche Unterstützung der Nationalen Wasserstrategie. Abschlussbericht. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-03-15_texte_71-2022_kohaerenz_der_flaechenbezogenen_gewaesserentwicklungsplanung_gemaess_wrrl_mit_der_raumplanung.pdf [abgerufen am 16.05.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2023a: Paludikultur: Wiedervernässte Moore für mehr Klimaschutz. Pressemitteilung vom 25.05.2023.. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/paludikulturwiedervernaesste- moore-fuer-mehr [abgerufen am 25.05.2023].

UBA – Umweltbundesamt, 2023b: Erneuerbare Energien in Zahlen. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick [abgerufen am 19.04.2023].

WFS – Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, 2023: Starke Branchen – Starkes Sachsen. Zugriff: https://standort-sachsen.de/de/branchen [abgerufen am 19.05.2023].

WHR – Wasserverband Hessisches Ried, 2008: Landwirtschaftliche Beregnung. Grundwasseranreicherung. Biebesheim am Rhein.

WHR – Wasserverband Hessisches Ried, o. J.: Geologie der Region. Zugriff: https://www.whr-infiltration.de/das-ried/geologie [abgerufen am 15.4.2023].

Winklmayr, C.; Muthers, S.; Niemann, H.; Mücke, H.G.; an der Heiden, M., 2022: Heat-related mortality in Germany from 1992 to 2021. Deutsches Ärzteblatt International, 119. Jg. (26): 451–457.

Wirtschaftsförderung in der Region Hannover, o. J.: Bevölkerungsentwicklung in der Region Hannover. Zugriff: https://www.wirtschaftsfoerderung-hannover.de/de/Microsites/Trends_und_Fakten_2022/bevoelkerung/index.php [abgerufen am 03.05.2023].

WRM – Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (Hrsg.), 2021: Auswirkungen des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt – Abschlussbericht. Zugriff: https://www.ag-wrm.de/fileadmin/user_upload/5789-Abschlussbericht.pdf [abgerufen am 10.07.2023].

WSE – Wasserverband Strausberg-Erkner, 2021: Satzungsänderung zur Deckelung der Verbrauchsmengen. Meldung vom 09.12.2021. Zugriff: https://www.w-s-e.de/aktuelles/news-detail?tx_news_pi1%5Bnews%5D=78&cHash=96ef644cf4767da58f9580c99382237a [abgerufen am 12.07.2023].

van Rossum, R.; Jens, J.; La Guardia, G.; Wang, A.; Kühnen, L.; Overgaag, M., 2022: European Hydrogen Backbone map – A European Hydrogen Infrastructure Vision covering 28 countries. Zugriff: https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf [abgerufen am 23.06.2023].

ZfK – Zeitung für kommunale Wirtschaft, 2022: WSE deckelt Abnahmemenge bei Neukunden. Meldung vom 19.02.2022. Zugriff: https://www.zfk.de/wasser-abwasser/wse-deckelt-bei-neukunden-abnahmemenge [abgerufen am 12.07.2023].

## Regionalpläne

Bezirksregierung Arnsberg, 2020: Regionalplan Arnsberg (Entwurf). Räumlicher Teilplan Märkischer Kreis, Kreis Olpe, Kreis Siegen-Wittgenstein. Festlegungen und Erläuterungen.

Bezirksregierung Detmold, 2004: Gebietsentwicklungsplan für den Regierungsbezirk Detmold – Teilabschnitt Oberbereich Bielefeld.

Bezirksregierung Düsseldorf, 2018: Regionalplan Düsseldorf (RPD) für die Planungsregion Düsseldorf.

Bezirksregierung Münster, 2014: Regionalplan Münsterland.

Landkreis Cloppenburg, 2005: Regionales Raumordnungsprogramm 2005 für den Landkreis Cloppenburg.

Landkreis Cuxhaven, 2012: Regionales Raumordnungsprogramm für den Landkreis Cuxhaven 2012.

Landkreis Friesland, 2021: Regionales Raumordnungsprogramm für den Landkreis Friesland 2020.

Landkreis Harburg, 2019: Regionales Raumordnungsprogramm 2025 für den Landkreis Harburg.

Landkreis Lüneburg, 2003: Regionales Raumordnungsprogramm für den Landkreis Lüneburg 2003.

Regierungspräsidium Darmstadt als Geschäftsstelle der Regionalversammlung Südhessen/ Regionalverband FrankfurtRheinMain, 2011: Regionalplan Südhessen/Regionaler Flächennutzungsplan 2010.

Regierungspräsidium Gießen – Obere Landesplanungsbehörde, 2011: Regionalplan Mittelhessen 2010.

Region Hannover, 2017: Regionales Raumordnungsprogramm Region Hannover 2016.

Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald, 2015b: Sachlicher Teilregionalplan „Windenergienutzung“.

Regionale Planungsgemeinschaft Südwestthüringen, 2011: Regionalplan Südwestthüringen.

Regionaler Planungsverband Allgäu, 2007: Verordnung zur Neufassung des Regionalplans der Region Allgäu.

Regionaler Planungsverband Main-Rhön, 2008: Regionalplan Region Main-Rhön.

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal / Osterzgebirge, 2020: Regionalplan Oberes Elbtal/ Osterzgebirge – 2. Gesamtfortschreibung 2020.

Regionaler Planungsverband Vorpommern, 2010: Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern 2010.

Regionaler Planungsverband Westsachsen, 2021: Regionalplan Leipzig-Westsachsen.

Regionalplanungsstelle bei der Regierung von Unterfranken, 1985: Regionalplan Region Würzburg.

Regionalverband Mittlerer Oberrhein, 2003: Regionalplan Mittlerer Oberrhein 2003.

Regionalverband Neckar-Alb, 2015: Regionalplan Neckar-Alb 2013.

Regionalverband Südlicher Oberrhein, 2017: Regionalplan Südlicher Oberrhein 3.0 Gesamtfortschreibung.

Verband Region Stuttgart, 2009: Regionalplan. Satzungsbeschluss vom 22. Juli 2009.

## Entwürfe

Bezirksregierung Detmold, 2020: Regionalplan Ostwestfalen-Lippe für den Regierungsbezirk Detmold – Entwurf 2020.

Bezirksregierung Köln, 2021: Textliche Festlegungen zur Neuaufstellung des Regionalplans Köln – Entwurf 2021.

Landkreis Hameln-Pyrmont, 2021: Regionales Raumordnungsprogramm für den Landkreis Hameln-Pyrmont – Entwurf 2021.

Planungsgemeinschaft Region Trier, 2014: Regionaler Raumordnungsplan Region Trier – Entwurf Januar 2014.

Planungsverband Region Chemnitz, 2021: Regionalplan Region Chemnitz – Entwurf des Regionalplans Region Chemnitz mit Umweltbericht zur erneuten öffentlichen Auslegung und Beteiligung des Planentwurfes gemäß § 9 in Verbindung mit § 6 des Landesplanungsgesetzes vom 4. Juni 2021.

Regierungspräsidium Gießen – Obere Landesplanungsbehörde, 2019: Regionalplan Mittelhessen – Teilregionalplan Energie, geändertes Kapitel 2.2, Windenergienutzung.

Regionale Planungsgemeinschaft Magdeburg, 2020: Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Magdeburg 2. Entwurf.

Regionale Planungsgemeinschaft Mittelthüringen, 2019: Regionalplan Mittelthüringen – Änderung 1. Entwurf.

Regionale Planungsgemeinschaft Nordthüringen, 2018: Regionalplan Nordthüringen.

Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, 2021: Regionalplan Bodensee-Oberschwaben – Fortschreibung des Regionalplans ohne Kap. 4.2 Energie, 2. Beteiligung.

Regionalverband Donau-Iller, 2019: Region Donau-Iller Regionalplan – Gesamtfortschreibung des Regionalplans Donau-Iller.

Regionalverband Ruhr, 2021: Regionalplan Ruhr – Regionalplan für das Verbandsgebiet des Regionalverbands Ruhr. Entwurf Stand Juli 2021.

## Rechtsquellen

BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 12. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 184) geändert worden ist.

BBPlG – Bundesbedarfsplangesetz vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22. Mai 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 133) geändert worden ist.

BGBI II – Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil II Nr. 30, ausgegeben zu Bonn am 20. August 2002. BGBI II – Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil II Nr. 30, ausgegeben zu Bonn am 20. August 2002.

BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2240) geändert worden ist.

BSI KRITISV – BSI-Kritisverordnung vom 22. April 2016 (BGBl. I S. 958), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 23. Februar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 53) geändert worden ist.

CER-RL – Richtlinie (EU) 2022/2557 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 über die Resilienz kritischer Einrichtungen und zur Aufhebung der Richtlinie 2008/114/EG des Rates.

EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist.

EnLAG –Energieleitungsausbaugesetz vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 des Gesetzes vom 2. Juni 2021 (BGBl. I S. 1295) geändert worden ist.

EnWG – Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970; 3621), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist.

FFH-RL – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

GWRL –Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.

HWRM-RL – Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken.

KSG – Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist.

LNGG – LNG-Beschleunigungsgesetz vom 24. Mai 2022 (BGBl. I S. 802), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 184) geändert worden ist.

NABEG – Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist.

NAGBNatSchG – Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. S. 104 - VORIS 28100 -), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. November 2020 (Nds. GVBl. S. 451) geändert worden ist.

OBG – Gesetz über Aufbau und Befugnisse der Ordnungsbehörden – Ordnungsbehördengesetz – in der Fassung der Bekanntmachungvom 13. Mai 1980.

ROG – Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist.

WHG – Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist.

WindBG – Windenergieflächenbedarfsgesetz vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1353), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist.

WindSeeG – Windenergie-auf-See-Gesetz vom 13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258, 2310), das zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist.

WRRL – Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

# Liste der Interviews

| Landesplanung | Interviewte | Organisatorische Zuordnung zum Zeitpunkt des Interviews | Datum des Interviews | Kapitel-bezug |
|---|---|---|---|---|
| Baden-Württemberg | Andrea Lagemann | Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg, Referat 11 Landesentwicklungsplanung (LEP) | 23.06.2022 | 2.3 |
| Bayern | Dr. Gerd von Laffert | Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, Referat Allgemeine Angelegenheiten, Raumbeobachtung | 03.06.2022 | 2.3 |
| Berlin-Brandenburg | Uwe Rühl | Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, Referat GL 6, Raumentwicklung/Landesraumordnungspläne | 24.06.2022 | 2.3 |
| Hessen | Karin Krökel | Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, Referat Raumordnung und Regionalplanung | 17.06.2022 | 2.3 |
| Mecklenburg-Vorpommern | Tanja Blankenburg | Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit, Abteilung Energie und Landesentwicklung, Referat Raumordnerische Belange von Wirtschafts-, Siedlungs- und Freiraumentwicklung, Instrumente zur raumordnerischen Abstimmung | 17.06.2022 | 2.3 |
| | Jörn Hollenbach | Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit, Abteilung Energie und Landesentwicklung, Referat Raumstruktur Daseinsvorsorge, Rauminformation | | |
| Niedersachsen | Dr. Stephan Löb | Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Referat 303 Raumordnung und Landesplanung | 14.06.2022 | 2.3 |
| | Holger Gnest | Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Referat 303 Raumordnung und Landesplanung | | |
| Nordrhein-Westfalen | Dr. Alexandra Renz | Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie Nordrhein-Westfalen, Landesplanung | 22.06.2022 | 2.3 |
| Rheinland-Pfalz | Roland Johst | Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie Nordrhein-Westfalen, Landesplanung | 15.07.2022 | 2.3 |
| Saarland | Ulrich Groß | Ministerium für Inneres, Bauen und Sport des Saarlandes, Referat OBB11, Landesplanung, Bauleitplanung | 28.06.2022 | 2.3 |
| Sachsen | Frank Michler | Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung, Referat 43 \| Landes- und Regionalplanung | 24.06.2022 | 2.3 |
| | Jörg Kellermann | Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung, Referat 43 \| Landes- und Regionalplanung | | |
| Sachsen-Anhalt | Dr. Martin Stötzer | Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt, Referat Landesentwicklungsplanung, Europäische Raumentwicklung | 24.06.2022 | 2.3 |
| | Alexandra Greiner | Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt, Referat Landesentwicklungsplanung, Europäische Raumentwicklung | | |
| Schleswig-Holstein | Frank Liebrenz | Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein, Grundlagen der Landesentwicklung und Rauminformation, IV 60 | 14.06.2022 | 2.3 |
| Thüringen | Thomas Walter | Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft, Referat 51 \| Raumordnung und Landesplanung | 03.06.2022 | 2.3 |

| Strategiedokument | Interviewte | Organisatorische Zuordnung zum Zeitpunkt des Interviews | Datum | Kapitelbezug |
|---|---|---|---|---|
| Bayerische Klima-Anpassungsstrategie | Susann Schwarzak | Bayerisches Landesamt für Umwelt, Klima-Zentrum | 18.11.2022 | 3.2.4 |
| BESTKLIMA – Umsetzung der Regionalen Klima-Anpassungsstrategie im Bergischen Städtedreieck | Sabine Ibach | Stadt Remscheid, Fachdienst Umwelt | 23.11.2022 | 3.2.4 |
| Bundeskonzept Grüne Infrastruktur – Fachgutachten | Prof. Dr.-Ing. Kersten Hänel † | Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur | 15.11.2022 | 3.2.4 |
| | Florian Mayer | Bundesamt für Naturschutz, Fachgebiet II 4.1 „Landschaftsplanung räumliche Planung", Bonn | 21.11.2022 | |
| Handlungshilfe Klimawandelgerechter Regionalplan | Dr. Thomas Zimmermann | HafenCity Universität Hamburg, Stadtplanung und Regionalentwicklung | 17.11.2022 | 3.2.4 |
| Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn – Praxishilfe | Thomas Kemme | REGIONALE 2025 Agentur GmbH, Bergisch Gladbach | 30.11.2022 | 3.2.4 |
| Regionales Energie- und Klimakonzept Südwestthüringen, Teil II – Raumentwicklungsstrategie Klimawandel | Kai-Uwe Margraf | Regionale Planungsgemeinschaft Südwestthüringen – Regionale Planungsstelle Südwestthüringen beim Thüringer Landesverwaltungsamt/Referat 300, Suhl | 17.11.2022 | 3.2.4 |
| Wassersensible Siedlungsentwicklung Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern | Jan Benden | MUST Städtebau GmbH BDA, Köln | 16.11.2022 | 3.2.4 |
| Weißbuch Stadtgrün | Dr. Gregor Langenbrinck | Urbanizers Büro für städtische Konzepte, Berlin | 11.11.2022 | 3.2.4 |
| Zweiter Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (APA III) | Andreas Vetter | Umweltbundesamt, UBA I 1.6 – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung, Dessau-Roßlau | 18.11.2022 | 3.2.4 |
| Regionales Energiekonzept Südostbayern | Prof. Dr. Petra Denk | Hochschule Landshut, Institut für Systemische Energieberatung | 24.11.2022 | 3.3.4 |
| Energiestrategie 2040 des Landes Brandenburg | Dr. Theresa Stahlke | Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg; Referat 31 - Grundsatz, Energierecht, Netze, Energieaufsicht; Potsdam | 01.12.2022 | 3.3.4 |

| Institution | Interviewte | Organisatorische Zuordnung zum Zeitpunkt des Interviews | Datum | Kapitel-bezug |
|---|---|---|---|---|
| Nationale Moorschutzstrategie | Ulf Hauke | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz; Referat N III 4 Vorsorgender Bodenschutz, Moorschutz; Berlin | 22.12.2022 | 3.3.4 |
| LfULG | Dr.-Ing. habil. Uwe Müller | Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 4: Wasser, Boden, Kreislaufwirtschaft | 16.05.2023 | 6.1 |
| RPV LWS | Katrin Klama | Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen; Fachbereich Landschaftsrahmenplanung, Freiraumschutz, Land- und Forstwirtschaft, Hochwasservorsorge, Rohstoffabbau, Tourismus | 04.05.2023 | 6.1 |
| RPV OE/OE | Daniela Hein | Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge; Fachbereich Landschaftsrahmenplanung, Freiraumschutz, Land- und Forstwirtschaft, Hochwasservorsorge | 15.05.2023 | 6.1 |
| Regionalplanung Südhessen | Udo Hennig | Dezernat III 31.1 – Regionalplanung | 26.04.2023 | 6.3 |
| Obere Wasserbehörde Südhessen | Ralf Hofmann | Dezernat IV/Da 41.1 – Grundwasser | 03.05.2023 | 6.3 |
| Hessenwasser GmbH & Co. KG | Volker Manger | Leiter Ressourcenmanagement | 24.04.2023 und 17.05.2023 | 6.3 |
| | Hubert Schreiber | Leiter Kommunikation | | |
| Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung RheinMain, WRM | Nadja Dohmen | Geschäftsführerin | | |
| Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) | Susanne Brosch | Aufgabenbereichsleitung Natura 2000 und Fachbeiträge und Projektmanagement Hannoversche Moorgeest | 29.06.2023 | 6.4 |
| | Alexander Harms | Aufgabenbereichsleitung „Landschaftsplanung, Beiträge zu anderen Planungen“ | | |
| Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald | Toni Loitsch | Regionaler Energiemanager | 08.05.2023 | 6.5 |

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Recherche- und Analysearbeiten im Rahmen des MORO sowie interaktive Formate

Abbildung 2: Übersicht zu den Leitbildkarten von 2016

Abbildung 3: Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“ – Klimawandel

Abbildung 4: „Klimawandel und Energiewende gestalten“ – Erneuerbare Energien und Netze

Abbildung 5: 30-Jahresmittel der 2-Meter-Temperatur für den historischen Zeitraum, die nahe und die ferne Zukunft

Abbildung 6: Kartendarstellung der sieben Klimaraumtypen als Ergebnis der k-Means-Clusteranalyse der 14 Klima-indikatoren für den Bezugszeitraum (1971–2000)

Abbildung 7: Summe der erfüllten Kriterien „Räumliche Strukturen und Klimawandel“ in der Auswertung von 52 Strategiedokumenten zum Klimawandel (absolute Werte)

Abbildung 8: Summe der erfüllten Kriterien „Planungsprozesse und Partizipation“ in der Auswertung von 52 Strategiedokumenten zum Klimawandel (absolute Werte)

Abbildung 9: Summe der erfüllten Kriterien „Räumliche Strukturen und Energiewende“ in der Auswertung von 74 Strategiedokumenten zur Energiewende (absolute Werte)

Abbildung 10: Summe der erfüllten Kriterien „Planungsprozesse und Partizipation“ in der Auswertung von 74 Strategiedokumenten zur Energiewende (absolute Werte)

Abbildung 11: Planungsregionen in Deutschland und Zeitintervalle des Inkrafttretens der Regionalpläne (RP) beziehungsweise der Teilfortschreibungen (TF)

Abbildung 12: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“

Abbildung 13: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Energieeffiziente und verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen“

Abbildung 14: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale“

Abbildung 15: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale “

Abbildung 16: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne

Abbildung 17: Verbreitung der organischen Böden in Deutschland

Abbildung 18: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“

Abbildung 19: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern“

Abbildung 20: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für Windkraft, Photovoltaik, Wasserkraft und Energietrassen

Abbildung 21: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne

Abbildung 22: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Hochwasservorsorge in Flussgebieten“

Abbildung 23: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfort-schreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Hochwasservorsorge in Flussgebieten“

Abbildung 24: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für Überschwemmungsbereiche und potenzielle Überflutungsbereiche

Abbildung 25: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne

Abbildung 26: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Küstenschutz“ in Küstengebieten gemäß UBA (2021:103)

Abbildung 27: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Schutz in Berggebieten“ in Raumordnungsregionen mit Gebieten über 800 m NN (= Berggebiete gemäß MKRO 2016a: 35)

Abbildung 28: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“

Abbildung 29: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Schutz vor Hitzefolgen“

Abbildung 30: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne

Abbildung 31: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen zum Schutz vor Hitzefolgen im Bereich der wärmsten Regionen in Deutschlan gemäß UBA (2021: 103)

Abbildung 32: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Umgang mit Wasserknappheit“

Abbildung 33: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für ausgewählte Aspekte zum Handlungsfeld „Umgang mit Wasserknappheit“

Abbildung 34: Zeitliche Entwicklung der Integration der MKRO-Teilziele in die Regionalpläne

Abbildung 35: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen zu Wasserknappheit im Bereich der trockensten Regionen in Deutschland gemäß UBA (2021: 103)

Abbildung 36: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) für die Sicherung der Wasserressourcen, den Wasserhaushalt der Böden sowie stark wasserverbrauchende Nutzungen

Abbildung 37: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in Tourismusregionen“

Abbildung 38: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfort-schreibungen) zum Handlungsfeld „Klimabedingte Veränderungen in den Lebensräumen von Tieren und Pflanzen“

Abbildung 39: Ziel- und Grundsatzfestlegungen in den Regionalplänen (Regional- und Teilpläne sowie Teilfortschreibungen) zum Handlungsfeld „Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei“

Abbildung 40: Stand der Landesentwicklungspläne (LEP)

Abbildung 41: Statistische Auswertung der Landesentwicklungspläne

Abbildung 42: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zum Klimaschutz (alle Festlegungen)

Abbildung 43: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zum Klimaschutz (Zielfestlegungen)

Abbildung 44: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zur Klimaanpassung (alle Festlegungen)

Abbildung 45: Räumliche Auswertung – Handlungsfelder zur Klimaanpassung (Zielfestlegungen)

Abbildung 46: Stand der Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) und dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) nach dem ersten Quartal 2023

Abbildung 47: Fortschritt der Vorhaben (in km) nach dem EnLAG und BBPIG

Abbildung 48: Kartographische Darstellung der Stromproduktion nach Energieträger und der Entwicklung der Bruttostromproduktion in Deutschland

Abbildung 49: Kartographische Darstellung des Verhältnisses von Stromerzeugung zu -verbrauch sowie des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung im Jahr 2018 in Deutschland

Abbildung 50: Siedlungsdichte sowie das Verhältnis von Verkehrs- zu Siedlungsflächen im Jahr 2019 in Deutschland

Abbildung 51: Stromverbrauch je Siedlungsfläche – prozentuale Entwicklung von 2013 bis 2018 und absolute Werte im Jahr 2018 in Deutschland

Abbildung 52: Kartographische Darstellung der Entwicklung der Wohnfläche pro Kopf von 2013 bis 2020 und der Wohnfläche pro Kopf im Jahr 2020 in Deutschland

Abbildung 53: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2030 und 2040

Abbildung 54: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Offshore in den Jahren 2030 und 2040

Abbildung 55: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Photovoltaik in den Jahren 2030 und 2040

Abbildung 56: Referenzprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Aufbau von Elektrolysekapazität zur Herstellung von Wasserstoff in den Jahren 2030 und 2040

Abbildung 57: Schwerpunktprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2030 und 2040

Abbildung 58: Schwerpunktprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Photovoltaik in den Jahren 2030 und 2040

Abbildung 59: Flächenbeitragsprojektion: Prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2026 und 2032

Abbildung 60: Flächenbeitragsprojektion: Aktueller Stand und prognostizierte Ziele für den Ausbau von Wind-Onshore in den Jahren 2017, 2026 und 2032

Abbildung 61: Vergleich der Projektionen für Wind-Onshore im Jahr 2030

Abbildung 62: Regelzonen der Übertragungsnetzbetreiber

Abbildung 63: Nettostromverbrauch nach Sektoren/Anwendungsbereichen – Stromverbrauchsszenarien

Abbildung 64: Erwartete Stromverbrauchsschwerpunkte in drei verschiedenen Szenarien des NEP

Abbildung 65: Auswertung der aufgetretenen Auslastung bei Ausfall eines Netzelements ((n-1)-Fall) eines gesamten Jahres im BBP-Netz

Abbildung 66: Geplanter Ausbau der Wasserstoff-Infrastrukturen in Europa gemäß der European Hydrogen Backbone Initiative

Abbildung 67: Umsetzungsstand der Maßnahmen des Netzentwicklungsplans Gas 2020–2030 (Grüngasvariante)

Abbildung 68: Kartographische Darstellung der Kraftwerksstandorte nach Energieträgern in Deutschland

Abbildung 69: Kartographische Darstellung der seit 2013 stillgelegten Kraftwerke, der ab 2013 hinzugekommenen Kraftwerke sowie weiterer Kraftwerksstandorte in Deutschland

Abbildung 70: Kartographische Darstellung der seit 2013 stillgelegten, der von 2013 bis 2022 hinzugekommenen sowie weiterer Kraftwerksstandorte in Deutschland

Abbildung 71: Grundlagenkarten der Potenziale für Solar, Wind, Biomasse und Geothermie/Hydrothermie in Deutschland

Abbildung 72: Potenzialräume für erneuerbare Energien als Ergebnis der Clusteranalyse

Abbildung 73: Vorsorgendes Risikomanagement in der Regionalplanung

Abbildung 74: Differenzierung zeichnerischer raumordnerischer Festlegungen zum vorbeugenden Hochwasserschutz

Abbildung 75: Ausschnitt der Karte 12 (Festlegungskarte Hochwasserschutz) im Regionalplan Leipzig-Westsachsen 2021

Abbildung 76: Anzahl der Tage und Tropennächte im Gebietsmittel in Deutschland zwischen 1951 und 2022 mit einem Lufttemperatur-Maximum über 30 °C (Gebietsmittel)

Abbildung 77: Integrierte Planungshinweiskarte

Abbildung 78: Schema des regionalen Trinkwasserleitungs-Verbunds Südhessen

Abbildung 79: Klimaabhängige Steuerung der Grundwasserentnahme

Abbildung 80: Prinzipienskizze der Grundwassersituation im Hessischen Ried mit Grundwasserbewirtschaftung durch Infiltration

Abbildung 81: Ablaufschema zur Bewertung des Risikos von Nutzungskonflikten für das Bilanzgebiet (oben) und Einzelanträge (unten) anhand einer vereinfachten Wasserbilanz und weiterer Indikatoren

Abbildung 82: Niedersächsische Moorlandschaften: Jährliche Treibhausgas-Emissionen als Summe der Gase Kohlendioxid, Methan und Lachgas unter Berücksichtigung des globalen Treibhausgaspotenzials der einzelnen Gase (LBEG)

Abbildung 83: LIFE+ Projekt „Hannoversche Moorgeest" - Projektgebiet

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland 2006 und 2016

Tabelle 2: Das Leitbild 4 „Klimawandel und Energiewende gestalten“

Tabelle 3: Übersicht der Klimarisiken ohne Anpassung auf Ebene der Handlungsfelder

Tabelle 4: 18 Strategiedokumente zum Klimawandel

Tabelle 5: Elf Strategiedokumente zur Energiewende

Tabelle 6: Übersicht zu den Handlungsfeldern

Tabelle 7: Ausgewertete Landesentwicklungspläne (LEP)

Tabelle 8: Strom – Netzstrukturdaten 2021 gemäß Abfrage Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Verteilnetzbetreiber (VNB) Strom

Tabelle 9: Ausbau der erneuerbaren Energien und Ziele der Bundesregierung (Stand: November 2022)

Tabelle 10: Referenzprojektion: Übertragung der Bundesziele für 2030 und 2040 auf die Bundesländer

Tabelle 11: Bestimmung der Verteilungsfaktoren für den Bereich Wind-Onshore

Tabelle 12: Bestimmung der Verteilungsfaktoren für den Bereich Photovoltaik

Tabelle 13: Schwerpunktprojektion: Übertragung der Bundesziele für 2030 und 2040 auf die Bundesländer

Tabelle 14: Flächenbeitragswerte Windenergie

Tabelle 15: Flächenbeitragsprojektion: Ergebnisse der Interpolation zur Identifikation des Flächenziels für 2030 in Prozent

Tabelle 16: Flächenbeitragsprojektion: Berechnung der durch den Flächenbeitragswert nach WindBG vorgegebenen installierten Leistung im Jahr 2030

Tabelle 17: Ausbaustand Vergleich der Jahre 2016 und 2022

Tabelle 18: Gas – Netzstrukturdaten 2021

Tabelle 19: Strategien der Bundesländer zu den Themen Energie, Energienetze und Gasnetze

Tabelle 20: Zusammenfassung Energieerzeugungs-anlagen (Stand: 25. November 2022)

Tabelle 21: Charakteristika der vier Cluster

Tabelle 22: Maßnahmen zur Anpassung an thermische Belastung im Siedlungsbereich – Auszug

Tabelle 23: Maßnahmen zur Klimaanpassung in regional wirksamen Luftleitbahnen und Kaltluft-Einzugsgebieten – Auszug

Tabelle 24: Akteurskonstellation des Fokusthemas Moore/$CO_2$-Senken am Fallbeispiel der Region Hannover

Tabelle 25: Akteurskonstellation des Fokusthemas „Schlüsselakteure im Bereich erneuerbare Energien und Wasserstoff” am Fallbeispiel der Region Lausitz-Spreewald

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| A/V-Verhältnis | Oberflächen-Volumen-Verhältnis |
| ArL | Amt für regionale Landesentwicklung |
| ASB | Allgemeine Siedlungsbereiche |
| AWZ | Ausschließliche Wirtschaftszone |
| BBSR | Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung |
| BfN | Bundesamt für Naturschutz |
| BL | Bundesländer |
| BMU | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit |
| BMUB | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit |
| BMUV | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz |
| BMVI | Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur |
| BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie |
| BMWSB | Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen |
| BNetzA | Bundesnetzagentur |
| BRPH | Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz |
| BSH | Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie |
| BUND | Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland |
| BW | Baden-Württemberg |
| D | Deutschland |
| DAS | Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel |
| DBFZ | Deutsches Biomasseforschungszentrum |
| DWD | Deutscher Wetterdienst |
| EE | Erneuerbare Energien |
| EFRE | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung |
| EKP 2021 | Energie- und Klimaprogramm 2021 |
| ELER | Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes |
| EU | Europäische Union |
| EW | Einwohnende |
| FFH | Flora-Fauna-Habitat |
| FNB | Fernleitungsnetzbetreibern |
| G | Grundsatz |
| GAK | Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz |

| | |
|---|---|
| GAP | Gemeinsame Agrarpolitik |
| GIB | Gewerbe- und Industriebereiche |
| GrwV | Grundwasserverordnung |
| GW | Gigawatt |
| HDÜ | Höchstspannungs-Drehstrom-Übertragungstechnik |
| HGÜ | Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik |
| HMUKLV | Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz |
| IEKK | Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg |
| IHK | Industrie- und Handelkammer |
| IPCC | International Panel on Climate Change |
| ISB | Lehrstuhl und Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen University |
| IWU | Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik |
| K | in Plankarte dargestellt |
| KEP | Klimaschutz- und Energieprogramm |
| klimREG | Klimawandelgerechter Regionalplan |
| KNP | Klimanormalperiode |
| KRITIS | Kritische Infrastrukturen |
| KWRA | Klimawirkungs- und Risikoanalyse |
| KWVS | Klimawandelvorsorgestrategie |
| LAWA | Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser |
| LBEG | Niedersächisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie |
| LEP | Landesentwicklungsprogramm |
| LEP HR | Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg |
| LNG | Liquefied Natural Gas |
| LROP | Landes-Raumordnungsprogramm |
| LWK | Landwirtschaftskammer Niedersachsen |
| MELUND | Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung |
| MIV | Motorisierter Individualverkehr |
| MKRO | Ministerkonferenz für Raumordnung |
| MORO | Modellvorhaben der Raumordnung |
| MSP | Moorschutzprogramm |
| MW | Megawatt |
| MWAE | Ministerium für Wirschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg |
| NABU | Naturschutzbund Deutschland |
| NEP | Netzentwicklungsplan |

| | |
|---|---|
| NHWSP | Nationales Hochwasserschutzprogramm |
| NLG | Niedersächsische Landesgesellschaft |
| NLWKN | Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz |
| NRW | Nordrhein-Westfalen |
| PV | Photovoltaik |
| RCP | Representative Concentration Pathways |
| RMK | Raumentwicklungsministerkonferenz |
| ROB 24 | Raumordnungsbericht „Klimawandel und Energiewende“ 2024 |
| RPG | Regionale Planungsgemeinschaft |
| RPG SWT | Regionale Planungsgemeinschaft Südwestthüringen |
| RROP | Regionales Raumordnungsprogramm |
| SEE | Stromerzeugungseinheiten |
| SIN-TEG | Schaufenster intelligente Energie Digitale Agenda für die Energiewende |
| SSP | Shared |
| StMUG | Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit |
| StMUV | Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz |
| StMWi | Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie |
| TMUEN | Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz |
| UBA | Umweltbundesamt |
| ÜNB | Übertragungsnetzbetreiber |
| VA | Vulnerabilitätsanalyse |
| VNB | Verteilnetzbetreiber |
| WHR | Wasserverband Hessisches Ried |
| WRM | Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main |
| WSE | Wasserverband Strausberg-Erkner |
| Z | Ziel |
| zASB | Zentralörtlich bedeutsame Allgemeine Siedlungsbereiche |

www.bbsr.bund.de

ISBN 978-3-87994-547-4