



# **Gute Praxis Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen (GPEG)**

## IMPRESSUM

### Herausgeber

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

### Kontakt

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung  
Referat RS 6 „Stadt-, Umwelt- und Raumbeobachtung“  
Dr. Jutta Grohmann (Erstellung und Verantwortlichkeit)  
jutta.grohmann@bbr.bund.de

Bertelsmann | BFS health finance GmbH | arvato  
Data Science Center of Excellence  
Dr. Sebastian Völker (Erstellung und Verantwortlichkeit)  
sebastian.voelker@meinebfs.de

### Autorinnen und Autoren

PD Dr. Jobst Augustin (UKE – Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf)  
Silke Boos (KVNO – Kassenärztliche Vereinigung Nordrhein)  
PD Dr. Carsten Butsch (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn)  
Christoph Höser (UKB – Universitätsklinikum Bonn)  
Dr. Boris Kahl (AOK Nordost)  
Janina Kempchen (KVWL – Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe)  
Prof. Dr. Thomas Kistemann (UKB – Universitätsklinikum Bonn)  
Jonas Pieper (BHT – Beuth Hochschule für Technik Berlin)  
Dr. Sebastian Rauch (JMU – Julius-Maximilians-Universität Würzburg)  
Nico Reinke (KGNW – Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen e. V.)  
Pascal Schöpe (KBV – Kassenärztliche Bundesvereinigung)  
Prof. Dr. Jürgen Schweikart (BHT – Beuth Hochschule für Technik Berlin)  
Dr. Ulrike Stentzel (Universitätsmedizin Greifswald)

### Redaktion

Marius Gaßmann

### Stand

September 2023

### Gestaltung

Katrin Heimersheim

### Bildnachweis

Titelbild: Dr. Jutta Grohmann

### Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

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.

### Zitierweise

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.), 2023:  
Gute Praxis Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen (GPEG). BBSR-Online-Publikation 26/2023, Bonn.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
Hintergrund	5
Herausforderungen für Erreichbarkeitsanalysen	6
Schwellenwerte	6
Zukünftige Herausforderungen für sozialgerechtere Erreichbarkeitsanalysen	7
Erstellung der GPEG	8
Zielgruppen und Ziele der GPEG	9
Kurzfassung der Empfehlungen zu den sechs Grundsätzen	10
Geodaten	10
Standorte von Leistungserbringern	10
Start- und Zielpunkte	11
Verkehrsmittelwahl und Routing	11
Analyseeinstellungen	12
Ergebnisdarstellung	12
<b>Langfassung der Grundsätze und Empfehlungen</b>	<b>13</b>
Grundsatz 1: Geodaten	13
Empfehlung 1.1: Amtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten	13
Empfehlung 1.2: Nichtamtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten	16
Grundsatz 2: Standorte von Leistungserbringern	18
Empfehlung 2.1: Standortdaten von Leistungserbringern aus amtlichen Quellen	19
Empfehlung 2.2: Standortdaten von Leistungserbringern aus nichtamtlichen Quellen	22
Grundsatz 3: Start- und Zielpunkte	23
Empfehlung 3: Start- und Zielpunkte	23
Grundsatz 4: Verkehrsmittelwahl und Routing	26
Empfehlung 4.1: Verkehrsmittelwahl	26
Empfehlung 4.2: Routingfähige Daten	26
Empfehlung 4.3: Motorisierter Individualverkehr (MIV)	26
Empfehlung 4.4: Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	27
Grundsatz 5: Analyseeinstellungen	30
Empfehlung 5: Routing-Parameter	30
Grundsatz 6: Ergebnisdarstellung	34
Empfehlung 6.1: Transparente Darstellung der Datenquellen und Analysemethoden	34
Empfehlung 6.2: Kartographische Darstellungen	34
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>35</b>

# Einleitung

## Hintergrund

Für die Aufrechterhaltung gleichwertiger Lebensverhältnisse nach Artikel 72 Grundgesetz (GG) ist insbesondere die Erreichbarkeit von Einrichtungen und Angeboten der Daseinsvorsorge für alle Bevölkerungsgruppen unabhängig vom Wohnort sicherzustellen. Die medizinische Versorgung der Bevölkerung zu gewährleisten, ist ein essenzieller Bestandteil der Daseinsvorsorge. Die vorliegende „Gute Praxis Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen (GPEG)“ greift diese Zielsetzung einer ausreichenden und zumutbaren Erreichbarkeit medizinischer Versorgungseinrichtungen auf.

Aufgrund der zunehmenden Disparitäten der medizinischen Versorgung, insbesondere zwischen städtischen und ländlichen Regionen, werden vermehrt Erreichbarkeitsanalysen angewendet. Darüber hinaus fordert die Politik gegenwärtig das Einhalten von Erreichbarkeitsparametern in Form von Rahmenvorgaben in Richtlinien, insbesondere für verschiedene Versorgungsstrukturen im Gesundheitswesen. Die Ergebnisse solcher regionalen Erreichbarkeitsanalysen werden verstärkt als rationale Grundlage für (gesundheits-)politische Entscheidungen herangezogen (vgl. G-BA 2023, 2020).

Im Ergebnis wird anhand eines Schwellenwertes – bevorzugt in Fahrzeitminuten oder Entfernungen in Kilometern – eine gute oder schlechte Erreichbarkeit der Bevölkerung zu medizinischen Versorgungsstandorten eingeschätzt. Eine objektive und gute Erreichbarkeit definiert sich jedoch nicht nur durch die Wegezeit oder fußläufige Erreichbarkeit in Minuten, sondern ist von zahlreichen Einflussgrößen abhängig. Dazu zählen die Verfügbarkeit und Konzepte kleinräumiger Daten, die Aktualität ihrer Attribut- und Sachdaten sowie die Analysemethoden. Die Auswahl routingfähiger Daten und die gesetzten Routing-Parameter haben ebenfalls einen entscheidenden Einfluss auf die Fahrzeitergebnisse. Aufgrund der komplexen und vielfältigen Datengrundlagen und Erreichbarkeitsparameter können Erreichbarkeitsanalysen in unterschiedlicher Weise durchgeführt werden.

Die verschiedenen Zugänge sowie Interessen der einzelnen Akteure im Gesundheitswesen können Auswirkungen auf die Auswahl der Analysemethoden, die Ergebnisdarstellung sowie Interpretation haben. Neben Fahrzeitminuten fehlen zumeist weitere formulierte Richtwerte, die Regelungslücken und einen Interpretationsspielraum schaffen. Die Angaben variieren von fachspezifischen Analyseangaben bis anwendungsungehauenen Hinweisen einer Wegzeitberechnung. Die Herleitung der daraus resultierenden Anwendungsvielfalt ist häufig im Ergebnis schwer nachvollziehbar.

Ferner ist das nötige Fachwissen im Umgang mit Geographischen Informationssystemen sehr heterogen. Gleichzeitig führt die (freie) Verfügbarkeit und Anwenderfreundlichkeit von Desktop-GIS-Programmen sowie der Zugang zu umfangreichen offenen Daten (Open Data) zu einem deutlichen Anstieg der GIS-Anwendungen. Dies kann dazu führen, dass Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen auch ohne fachspezifische GIS-Vorkenntnisse durchgeführt werden.

Die Ergebnisqualitäten von Erreichbarkeitsanalysen können deshalb unterschiedlich ausfallen. Hinzu kommt, dass sich Ergebnisse aus unterschiedlichen Studien und Gutachten aufgrund einer mangelnden oder häufig fehlenden Methodenbeschreibung, verschiedener Datengrundlagen oder Aktualität kaum vergleichend bewerten lassen und es dadurch zu Fehlinterpretationen und Missverständnissen kommen kann. Die Glaubwürdigkeit und Nachvollziehbarkeit (u. a. Reliabilität und Validität) von Erreichbarkeitsanalysen wird dadurch deutlich reduziert.

## Herausforderungen für Erreichbarkeitsanalysen

Die Herausforderungen von Erreichbarkeitsanalysen ist ihre Komplexität im Wirkungsgefüge. Dazu zählt die Diskussion, eine Vielzahl weiterer Indikatoren und/oder (GIS-)Methoden in Modellen zu berücksichtigen (vgl. BBSR 2019; Grohmann 2010). Beispielsweise sind Öffnungszeiten, Qualität und Wartezeiten für die Beurteilung einer ausreichenden Kapazität oder Auslastung der Versorgung weitere wichtige Indikatoren (vgl. BMWK 2020; G-BA 2018).

Im Folgenden werden zukünftige Herausforderungen und Diskussionspunkte von Erreichbarkeit in unterschiedlichen Kontexten zusammengefasst, die in dieser Handreichung keine Berücksichtigung finden können.

### Schwellenwerte

Im Gesundheitswesen werden Schwellenwerte mittlerweile bevorzugt in Fahrzeitminuten für unterschiedliche Versorgungsbereiche definiert. Im stationären Bereich wird zum Beispiel die Voraussetzung zur Erlangung von Sicherstellungszuschlägen für Krankenhäuser ausschließlich auf Basis von Pkw-Fahrzeiten festgelegt (vgl. G-BA 2020; GKV-Spitzenverband 2017; Grohmann 2018). Nordrhein-Westfalen setzt sich zum Ziel, dass 90 % der Bürgerinnen und Bürger innerhalb von 20 Minuten ein Krankenhaus der Grundversorgung erreichen können (vgl. Ärzteblatt 8. September 2020). Ein erreichbarkeitsbasiertes Szenario für das Jahr 2030 setzt eine 30-Minuten-Mindest erreichbarkeit der Krankenhausstandorte voraus, um auch zukünftig eine wohnortnahe Versorgung sicherzustellen (vgl. Loos et al. 2019).

In der Notfallversorgung steht die schnelle Erreichbarkeit der nächsten für die Behandlung spezialisierten Versorgungseinrichtung im Vordergrund (vgl. Lackmann et al. 2020). Rettungsdienstbedarfspläne empfehlen eine flächendeckende und reaktionsschnelle Abdeckung mit Rettungsfahrzeugen auf Basis von Fahrzeitminuten als planerische Grundlage. Häufig soll der Rettungsdienst den Unfallort in städtischen Räumen innerhalb von acht und in ländlichen Gebieten innerhalb von zwölf Minuten erreicht haben (vgl. BASt 2019). In der ambulanten Bedarfsplanung und -prüfung sowie Zulassung werden ebenfalls Entfernungsschwellenwerte für die Arztzulassungen herangezogen. Demnach sollen Hausärzte in weniger als 20, Kinder- und Jugendärzte in weniger als 30 und Frauenärzte weniger als 40 Minuten Pkw-Fahrzeit erreichbar sein (vgl. GBA 2023).

Tabelle 1  
Überblick ausgewählter Schwellenwerte in Fahrzeitminuten im Gesundheitswesen

Gesundheitsbereiche	Erreichbarkeiten in Pkw-Fahrzeitminuten
Hausärzte	10 bis 20
Kinderärzte	15 bis 30
allgemeine und spezialisierte fachärztliche Versorgung	30 bis 45
gesonderte fachärztliche Versorgung	bis max. 60
Krankenhäuser der Grundversorgung	30 bis 45
Rettungsdienst	8 (städtisch) bis 12 (ländlich)

Quelle: Eigene Darstellung nach Ärzteblatt 2020; BASt 2019; G-BA 2023; GKV-Spitzenverband 2017; Lackmann et al. 2020; Loos et al. 2019

## Zukünftige Herausforderungen für sozialgerechtere Erreichbarkeitsanalysen

- Die Festlegung von Schwellenwerten wird als vorausgesetzt angenommen. Untersuchungen zur Entwicklung und Entscheidung liegen kaum vor. Für die Einschätzung von Ergebnissen wäre dies aber elementar, da geringe Fahrzeitunterschiede bereits vielfach gerichtlich diskutiert werden.
- Beim Umgang mit Gesundheitsdaten ist die Auseinandersetzung mit dem Thema Datenschutz besonders wichtig. Alle Daten sind dann vom Datenschutz umfasst, wenn ein Bezug zu einer natürlichen Person hergestellt werden kann. Ein Problem von Geodaten besteht darin, dass die Abgrenzung und die Frage, wann es sich um datenschutzrechtlich nicht geschützte Angaben handelt und in welchen Fällen ein Personenbezug vorliegt, nicht immer eindeutig zu klären ist (vgl. Forgo/Krügel 2010). Der Personenbezug, das heißt die Frage, ob die Daten dazu genutzt werden können, um Rückschlüsse auf einzelne Personen zu ziehen, ist vielfach das eigentliche Problem. Hier kann ein Spannungsfeld zwischen Datenschutz und der gebotenen räumlichen und sachlichen Granularität bestehen, die im Einzelfall geprüft werden müssen.
- Viele kleinräumige Geodaten (unterhalb der Gemeindeebene) sind kostenpflichtig, da hier wenig amtliche Daten vorliegen und daher auf kommerzielle Anbieter zurückgegriffen werden muss, deren Methoden und Grundlagen meist „Unternehmensgeheimnis“ sind und nicht ausreichend offengelegt werden. Für amtliche Belange wird somit häufig eine „Daten-Blackbox“ gekauft.
- Für normative Bedarfsplanungen wie im Gesundheitswesen oder andere Daseinsvorsorgen werden jedoch zunehmend kleinräumige Geodaten verwendet, sodass amtliche Daten auf administrativen Ebenen vielfach nicht mehr ausreichen und die Politikberatung zunehmend Daten von nicht-behördlichen Institutionen benötigt. Damit begibt sie sich in ein Abhängigkeitsverhältnis zu kommerziellen Anbieter und läuft Gefahr, dass bei Veränderung oder Einstellung von Produkten keine Kontinuität gewährleistet werden kann.
- Ferner ist der Zugang zu kleinräumigen Gesundheitsdaten (Adressen, Fallzahlen, Diagnosen etc.) nur ausgewählten Institutionen und Personenkreisen vorbehalten, was zu einer eingeschränkten und unterschiedlichen Datenverfügbarkeit und -qualität führt. Das im Aufbau befindliche Forschungsdatenzentrum Gesundheit (FDZ Gesundheit) soll zukünftig mehr pseudonymisierte Abrechnungsdaten der gesetzlich Krankenversicherten für Forschungszwecke zur Verfügung stellen.
- Die bundesweiten Rahmenvorgaben für die stationäre und ambulante medizinische Versorgungsplanung bieten viel Interpretationsraum für die einzelnen Bundesländer und die 17 Kassenärztlichen Vereinigungen. Dies kann teilweise zu gravierenden Unterschieden bei der Umsetzung der Richtlinien kommen, sodass im Ergebnis gegebenenfalls einige Regionen und Standorte einen bevorzugten Status haben.
- Öffnungszeiten, Qualität und Wartezeiten sind für die Beurteilung einer ausreichenden Kapazität oder Auslastung der Versorgung zu beachten (vgl. BMWK 2020). Insbesondere sind Wartezeiten bei der Bedarfsplanung und -prüfung (z. B. lange Wartezeiten für Terminen bei Psychotherapeuten) für eine realitätsnahe Widerspiegelung der tatsächlichen Versorgung notwendig (vgl. G-BA 2018).
- Bevölkerungsgruppenspezifische Erreichbarkeitsanalysen sollten berücksichtigt werden, zum Beispiel vulnerable Bevölkerungsgruppen, die kein Auto fahren können (Ältere, Jugendliche, alleinlebende Kranke) (vgl. Titheridge et al. 2013). Die Berücksichtigung von Ein-Personen-Haushalten und/oder Pkw-Dichten sind weitere mögliche Spezifizierungen.
- Darüber hinaus ist die Beachtung von Zeitaufschlägen für Auf- und Abrüstzeiten (z. B. Weg zum abgestellten Pkw, Parksuchzeit, Abstellen des Fahrzeugs am Ziel) realitätsnah (vgl. BBSR 2019).

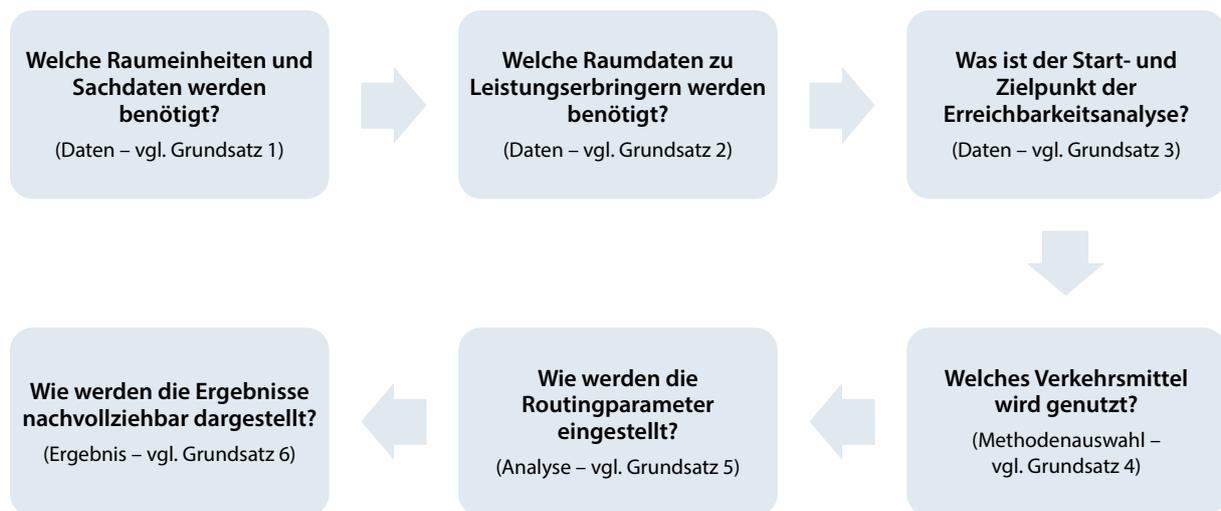
- Die Kombination von verschiedenen Verkehrsträgern (Park and Ride, zu Fuß, Fahrrad, Bahn etc.) wird bisher wenig diskutiert und angewendet.
- Im Zuge der Klimaanpassungsstrategie sollte der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) grundsätzlich mehr Bedeutung erlangen (vgl. BBSR 2022b). Insbesondere können die CO<sub>2</sub>-Werte in städtischen Regionen durch die Nutzung des ÖPNV enorm herabgesetzt werden. In hochverdichteten, innerstädtischen Gebieten sollte auch eine Anwendung der Erreichbarkeitsstandards für Fußwege in Betracht gezogen werden.
- Die Verbesserung der (ÖPNV-)Mobilität in ländlichen Räumen ist ein wichtiger Baustein zur Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse (vgl. BBSR 2023, 2022a). Die schlechtere Anbindung an den ÖPNV ist ein zentrales Thema. Bedarfsprüfungen auf Basis der ÖPNV-Erreichbarkeit werden im Gesundheitswesen bisher nur für urbane Regionen angedacht und fokussieren damit die Pkw-Erreichbarkeit für städtische Regionen. Bundesweite ÖPNV-Vergleichsanalysen auf Basis unterschiedlicher ÖPNV-Daten sind für die Einschätzung regionaler ländlicher Chancengleichheit wichtig.
- Neben flächendeckenden normativen Erreichbarkeitsanalysen ist die Unterscheidung zwischen Zugang oder Zugänglichkeit (access vs. accessibility) zur Verkehrsinfrastruktur und dem Gesundheitssystem für vulnerable Bevölkerungsgruppen ebenfalls Gegenstand von Studien (vgl. Brussel et al. 2019; Chowdhury et al. 2016; Scheepers et al. 2016; Müller 2017; Titheridge et al. 2013). Viele Zugangsmöglichkeiten und Zugangsbarrieren sind dabei systemrelevant. Ob ein Standort tatsächlich in Anspruch genommen wird, ergibt sich aus einer Wechselwirkung zwischen Barrieren und Anreizen in den Dimensionen räumliche Erreichbarkeit, Verfügbarkeit, Erschwinglichkeit, Akzeptanz, Organisation und Informiertheit (vgl. Butsch 2011) sowie der Qualität der Gesundheitsversorgung und Verkehrsinfrastruktur (vgl. Kamalasudhan et al. 2010; Chowdhury et al. 2016). Dabei können Zugangsbarrieren wie am Beispiel Ernährungssicherheit zwischen „physisch-räumlicher“ und „sozioökonomischer Einbettung“ eingeordnet werden (vgl. Augustin/Rosol 2023).
- Darüber hinaus ist ein vertiefter Diskurs über die Definitionen und Weiterentwicklung von ländlichen und städtischen sowie strukturschwachen Regionen und aktuell auch sogenannte resiliente Regionen wichtig (vgl. BBSR 2012), um Erreichbarkeitsbesonderheiten für diese Raumabgrenzungen besser herausarbeiten zu können.

## Erstellung der GPEG

Startpunkt aller Guten Praxen ist der Kodex „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (vgl. DFG 2019). Die 19 Leitlinien umfassen zwei Ebenen mit unterschiedlichen Abstraktionsniveau (1. Leitlinien, 2. Erläuterungen). Im Jahr 2020 wurde mit einem Onlineportal „Wissenschaftliche Integrität“ der Kodex um eine dritte Ebene ergänzt. Sie kommentiert die einzelnen Leitlinien sowie ihre jeweilige Erläuterung und bietet vertiefte, fachspezifische Beiträge (vgl. DFG 2020). Der Kodex der DFG richtet sich an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Hochschulen und außerhochschulische Forschungseinrichtungen sowie wissenschaftliche Fachgesellschaften. Demnach haben wissenschaftliche Fachgesellschaften ebenfalls die Verantwortung eine gute wissenschaftliche Praxis zu erarbeiten, diese öffentlich bekannt zu geben und ihre Mitglieder zu verpflichten, diese Leitlinien einzuhalten (vgl. DFG 2020).

Der Anlass für eine „Gute Praxis Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen (GPEG)“ war ein Vortrag zum Thema „Erreichbarkeitsanalysen in der medizinischen Versorgung liegen im Trend“ (Grohmann 2018) im Rahmen der Jahrestagung 2018 des Arbeitskreises Medizinische Geographie und Geographische Gesundheitsforschung in der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG). Ein Kick-Off-Treffen der Initiative „Gute Praxis Erreichbarkeitsanalysen“ erfolgte 2019 auf dem Deutschen Kongress für Geographie (DKG) in Kiel, bevor im Jahr 2020 interne Arbeitsgruppen zu den sechs Grundsätzen der GPEG gebildet wurden (vgl. Abb. 1):

Abbildung 1  
Workflow einer Guten Praxis von Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen



Quelle: Eigene Darstellung

- Grundsatz 1: Geodaten
- Grundsatz 2: Standorte von Leistungserbringern
- Grundsatz 3: Start- und Zielpunkte
- Grundsatz 4: Verkehrsmittelwahl und Routing
- Grundsatz 5: Analyseeinstellungen
- Grundsatz 6: Ergebnisdarstellung

Die GPEG folgt den mittlerweile zahlreichen Guten Praxen: So wurde die „Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen (GKPiG)“ (vgl. Augustin et al. 2017) in einer Zusammenarbeit von der Arbeitsgruppe „Health Geography“ und dem Arbeitskreis „Medizinische Geographie und Geographische Gesundheitsforschung“ entwickelt. Andere Leitlinien zur guten wissenschaftlichen Praxis sind die „Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS)“ (Swart et al. 2015), das Positionspapier „Gute Praxis Gesundheitsinformation“ (EbM-Netzwerk 2016) oder die Empfehlungen zur Sicherung von „Guter Epidemiologischer Praxis (GEP)“ (Hoffmann et al. 2018). Die „Gute Praxis Gesundheitsberichterstattung“ (Starke et al. 2019) und die Leitlinien zum personenbezogene Verknüpfen verschiedener Datenquellen in Form einer „Gute Praxis Datenlinkage (GPD)“ (March et al. 2019) sind die jüngsten Veröffentlichungen dieser Reihe.

Bedeutenderweise vereinen alle hier genannten Grundsätze einer guten Praxis mehrere Aspekte: Inhaltlich geht es fast ausschließlich um räumliche Datenanalysen im Bereich des Gesundheitswesens. Vielfach waren und sind diese Themen historisch gewachsene und klassische Inhalte der Medizinischen Geographie. Ferner verdeutlichen sie die zunehmende Interdisziplinarität der Geographischen Gesundheitsforschung aus räumlicher Perspektive sowohl in der Wissenschaft und außeruniversitären Einrichtungen als auch bei gesundheitlichen Behörden.

## Zielgruppen und Ziele der GPEG

Die Handlungsempfehlungen der GPEG richten sich insbesondere an Personen aus den Bereichen der Gesundheits- und Versorgungsforschung, Kostenträger, Akteure der ärztlichen Selbstverwaltung und Leistungserbringer, Entscheidungstragende aus der Politik, Epidemiologie, öffentlichen Gesundheitsdiensten sowie

Verkehrsunternehmen und Akteure des ÖPNV, die sich mit der Planung, Vorbereitung, Durchführung, Auswertung, Beurteilung sowie Interpretation von Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen befassen, jedoch nur wenige bis keine GIS- und fachspezifischen Vorkenntnisse aufweisen.

Bei den publizierten Erreichbarkeitsanalysen mangelt es bisher häufig an Replizierbarkeit der Arbeitsschritte sowie einer detaillierten Daten- und Methodenbeschreibung. Die GPEG bietet eine systematische Übersicht, Beschreibung und Erläuterung zu den vielfältigen Datengrundlagen und räumlichen Analysemethoden. Ferner soll sie eine Anleitung zur wissenschaftlichen Umsetzung von GIS-Analysen liefern, die in Richtwerten häufig unpräzise formuliert werden, und Hilfestellungen für eine Begründung der geeigneten Methodenauswahl liefern. Die GPEG ist eine Handreichung für die Umsetzung einfacher und strukturierter Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen. Sie geht in dieser Version explizit nicht auf erweiterte Erreichbarkeitsanalysen ein (z. B. Gravitationsmodelle/Floating-Catchment-Area-Analysen (FCA), die mittels „gleitender Einzugsgebiete“ Versorgungsrelationen zwischen Bevölkerung und Anbietern berücksichtigen). Im Rahmen der Guten Praxis kann keine Bewertung oder Neuadjustierung bestehender und zukünftiger Schwellenwerte vorgenommen werden. Zusammenfassend soll die GPEG stattdessen eine Orientierungshilfe in Form von Empfehlungen zur Erstellung und Interpretation von Erreichbarkeitsanalysen nach aktuellen wissenschaftlichen Standards bieten. Die Empfehlungen zur Guten Praxis schaffen die Möglichkeit, Erreichbarkeitsanalysen sachlich diskutieren zu können.

## Kurzfassung der Empfehlungen zu den sechs Grundsätzen<sup>1</sup>

### Geodaten

Für die Durchführung von Erreichbarkeitsanalysen ist die Auswahl der Datengrundlagen explizit zu begründen. Die Datengrundlage ist maßgebend für die Qualität der Ergebnisse.

#### ■ Empfehlung 1.1: Amtliche<sup>2</sup> Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten

Alle verwendeten amtlichen Raumeinheiten sollten aus der gleichen Quelle stammen und möglichst aktuell sein. Bei raumbezogenen Sachdaten ist der korrekte amtliche Verwaltungsschlüssel für die Verknüpfung zu nutzen.

#### ■ Empfehlung 1.2: Nichtamtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten

Für kleinräumige nichtamtliche Raumeinheiten existieren wenige Anbieter. Die Auswahl hängt vom gewünschten und verfügbaren Maßstab der Sachdaten und der Qualität des Produktes ab. Die raumbezogenen Sachdaten sind als kleinräumige Schätzungen zu verstehen. Zur Qualitätsbeurteilung können amtliche Sachdaten herangezogen werden.

### Standorte von Leistungserbringern

Die Standorte, an denen Leistungen erbracht werden, sind für die Qualität von Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen grundlegend. Diese Standortangaben müssen vollständig und korrekt sein (z. B. Positionsgenauigkeit der Adresskoordinaten). Zusätzlich werden gesundheitsbezogene Sachdaten benötigt. Das An-

<sup>1</sup> Zu den einzelnen Arbeitsschritten zur Erstellung einer Erreichbarkeitsanalyse im Gesundheitswesen siehe Abbildung 1

<sup>2</sup> Die Begrifflichkeiten „amtlich“ und „nichtamtlich“ meinen die Unterscheidung der Datenquellen: Im Fokus behördlicher Diskussionen war für Entscheidungen elementar, ob es sich um Daten einer Behörde oder eines kommerziellen Anbieters handelt. Mit „amtlich“ sind nicht ausschließlich administrative Raumeinheiten gemeint: diese und dazugehörige Sachdaten gibt es sowohl aus amtlichen als auch nichtamtlichen Quellen.

bieterspektrum von Daten ist breit gefächert, sodass sowohl amtliche als auch nichtamtliche Datenquellen nutzbar sind.

#### ■ Empfehlung 2.1: Standortdaten aus amtlichen Quellen von Leistungserbringern

Zur Validierung von Gesetzen sind Standortdaten von amtlichen Leistungsdatenerbringern vorzuziehen. Ihre Verfügbarkeit ist jedoch häufig an restriktive Datenschutzbelange geknüpft. Vielfach verfügen die Quellen auch über detailliertere Sachdaten zu den einzelnen Standorten (z. B. Fachabteilungen, Bettenanzahl). Verlässliche Fallzahlen können somit häufig nur durch amtliche Leistungsdatenerbringer bereitgestellt werden.

#### ■ Empfehlung 2.2: Standortdaten von Leistungserbringern aus nichtamtlichen Quellen

Für Standortdaten existieren gute Alternativen zu amtlichen Quellen. Unterschiede finden sich dabei häufig in der Anzahl der Standorte (z. B. zusätzliche private Standorte) und/oder Ergänzungen wie dem Spezialisierungsgrad und der Fachrichtung der Einrichtungen.

### **Start- und Zielpunkte**

Für eine Erreichbarkeitsanalyse muss ein Start- und Zielpunkt definiert werden. Diese können sowohl die Wohnstandorte der Bevölkerung als auch die Standorte sein, an denen Leistungen erbracht werden.

#### ■ Empfehlung 3: Start- und Zielpunkte

Für die Bevölkerung sollte der Punkt gewählt werden, der ihre räumliche Verteilung am besten repräsentiert. Bevölkerungsschwerpunkte sind daher den Flächenmittelpunkten grundsätzlich vorzuziehen. Die Start- und Zielpunkte von Leistungserbringern sollten dagegen bevorzugt als adressgenaue Standorte gewählt werden.

### **Verkehrsmittelwahl und Routing**

Die Verkehrsmittelwahl bestimmt, welche routingfähigen Daten benötigt werden.

#### ■ Empfehlung 4.1: Verkehrsmittelauswahl

Die Auswahl der geeigneten Verkehrsmittel wird von der Fragestellung bestimmt. Dabei sind die Daten- und Parameterlimitationen der einzelnen Verkehrsmittel zu berücksichtigen.

#### ■ Empfehlung 4.2: Routingfähige Daten

Die Auswahl geeigneter routingfähiger Daten erfolgt im Spannungsfeld zwischen Zeitressourcen und finanziellem Aufwand auf der einen Seite sowie von Qualität und Vollständigkeit der Routingdaten auf der anderen Seite. Eine hohe Qualität und maximale Vollständigkeit sind immer zu bevorzugen.

#### ■ Empfehlung 4.3: Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Idealerweise sollte eine jährliche Aktualisierung der Routingdaten des MIV vorliegen. Die Routingdaten müssen eine Unterscheidung der Straßentypen ermöglichen. Es müssen realitätsnahe Geschwindigkeitsprofile vorhanden sein, die sich gegebenenfalls an den gesetzlichen Schwellenwerte von Geschwindigkeiten im MIV orientieren.

#### ■ Empfehlung 4.4: Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Flächendeckende und aktuelle ÖPNV-Daten sind derzeit schwer zugänglich. Bei ihrer Nutzung sollten die gängigsten Verkehrsträger verfügbar sein (z. B. Bus und Bahn). Für eine hinreichende Erreichbarkeitsanalyse sollten darüber hinaus möglichst auch die aktuellen Abfahrtspläne nach Haltestellen enthalten sein.

### Analyseinstellungen

Für Erreichbarkeitsanalysen wird die Route anhand von Parametern definiert. Die Wahl der Parameter hat den größten Einfluss auf die Analyseergebnisse. Sie sollten deshalb sorgfältig und nachvollziehbar erläutert werden.

#### ■ Empfehlung 5: Routing-Parameter

Für die Durchführung von Routinganalysen ist das Wissen über die zahlreichen Einstellungsmöglichkeiten in der verwendeten Software und ihre Auswirkungen anzueignen. Personelle, technische und finanzielle Ressourcen haben Einfluss auf die Qualität des Routings.

### Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse von Erreichbarkeitsanalysen sollen transparent und nachvollziehbar dargestellt werden. Dies kann in Textform, einer Tabelle, einer Grafik und/oder einer Karte mit Erläuterungen zu Methoden und Datenquellen erfolgen.

#### ■ Empfehlung 6.1: Transparente Darstellung der Datenquellen und Analysemethoden

Die Offenlegung der Datenquellen und Analysemethoden ist bedeutsam, um die Ergebnisse bewerten und einschätzen zu können. Eine detaillierte Erläuterung ist daher für die Nachvollziehbarkeit der Analyse empfehlenswert.

#### ■ Empfehlung 6.2: Kartographische Darstellungen

Bei der Auswahl und Aufbereitung der darzustellenden Erreichbarkeitsanalyse in einer Karte soll die Leitlinie „Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen (GKPIG)“ (Augustin et al. 2017) angewandt werden.

# Langfassung der Grundsätze und Empfehlungen

## Grundsatz 1: Geodaten

**Für die Durchführung von Erreichbarkeitsanalysen ist die Auswahl der Datengrundlagen explizit zu begründen. Die Datengrundlage ist maßgebend für die Qualität der Ergebnisse.**

Hierzu gehören insbesondere die amtlichen Raumeinheiten (z. B. Kreis- oder Gemeindegrenzen) und deren raumbezogenen Sachdaten (z. B. Bevölkerung, Fallzahlen, sensible Patientendaten) sowie die Standorte der Einrichtungen von Leistungserbringern (z. B. Krankenhäuser und Arztpraxen) und routingfähige Straßendaten (Grundsatz 4 mit Empfehlungen 4.1 bis 4.4).

### Empfehlung 1.1: Amtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten

**Alle verwendeten amtlichen Raumeinheiten sollten aus der gleichen Quelle stammen und möglichst aktuell sein. Bei raumbezogenen Sachdaten ist der korrekte amtliche Verwaltungsschlüssel für die Verknüpfung zu nutzen.**

#### *Geodaten (Raumdaten)*

Geodaten sind digitale oder analoge Informationen, die als wesentliches Merkmal einen Raumbezug haben, sich also direkt oder indirekt auf einen bestimmten Standort oder ein geografisches Gebiet beziehen (§ 3 Abs. 1 GeoZG). Umgangssprachlich werden sie daher auch als Raumdaten bezeichnet. Sie können eine Fläche, eine Linie oder einen Punkt darstellen und die daran anknüpfbaren Sachinformationen (indirekter Raumbezug) enthalten.

In verschiedenen Metadatenkataloge werden Geodaten, Dienste und gegebenenfalls komplette Fachinformationssysteme beschrieben. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor einer Geodateninfrastruktur (GDI) ist es, die in der GDI vorhandenen Geodatenressourcen aufzufinden. Hier lassen sich öffentlich vorhandene Geodaten für verschiedene Themenkomplexe (z. B. Gesundheit, Sicherheit, Bevölkerungsverteilung) durch entsprechende Filterfunktionen abfragen. Der Datensatz „Points of Interest Bund“ beinhaltet insgesamt 28 Themenbereiche (u. a. Krankenhäuser, Arztpraxen und Apotheken).

#### *Administrative Verwaltungsebenen*

Die Verwaltungsebenen in Deutschland gliedern sich in Bundesländer, Regierungsbezirke, kreisfreie Städte und Kreise sowie Gemeindeverbände und Gemeinden. Diese Abgrenzung administrativer Raumeinheiten resultiert aus ihren Funktionalitäten und der Verteilung der Gesetzgebungskompetenzen. Kreisfreie Städte und Kreise sind im gesamten Kreisgebiet beispielsweise für die Landschaftsplanung zuständig, während die Gemeinden in ihrem jeweiligen Gemeindegebiet für die Bauleitplanung zuständig sind.

#### *Amtlicher Gemeindeschlüssel*

Alle Statistiken mit regionalem Bezug verwenden einen Amtlichen Gemeindeschlüssel (AGS), eine achtstellige Zahlenfolge zur Identifizierung politischer Einheiten in Deutschland. Dieser wird von den statistischen Ämtern in Deutschland vergeben und setzt sich aus Angaben zum Bundesland, Regierungsbezirk, Landkreis oder der kreisfreien Stadt und zur Gemeinde zusammen. Der AGS ist für die Verknüpfung (Linkage) von Geo- und Sachdaten von besonderer Bedeutung.

### ***Administrative kleinräumige Raumeinheiten***

Stadt- oder Gemeindegebiete werden zum Zweck der Datenerhebung in kleinräumige Gebietseinheiten eingeteilt. Die Gliederungssystematik auf Stadtebene umfassen zumeist vier administrative Ebenen: Stadtbezirke, Ortsteile, statistische Bezirke, Baublöcke und deren Blockseiten. Die gewählten Begrifflichkeiten können in einzelnen Städten differieren, bezeichnen aber sinngemäß die gleichen Einheiten und stellen das statistische Raumbezugssystem der Kommunen dar. Weitere statistische Gebiete wie zum Beispiel Stimmbezirke für Wahlen, Postleitzahlgebiete, Schulbezirke, Planungsräume und Sozialgebiete werden ebenfalls aus Elementen der kleinräumigen Gliederung zusammengesetzt.

Derzeit gibt es in Deutschland rund 2,2 Mio. bewohnte Baublöcke, die in geschlossener Bauweise durch mehrgeschossige Mietshäuser, Wohn- und Geschäftshäuser oder Reihenhäuser gebildet werden. Die Baublockebene (häufig auch Siedlungsblöcke/Häuserblöcke/Wohnblöcke) beziehen sich letztlich auf Straßen und Hausnummern (Adressen). Ein Baublock bezeichnet in einem Siedlungsgebiet eine bebaute Fläche, die vom Wege- und Straßennetz oder von topographischen Gegebenheiten (z. B. Eisenbahnlinie, Fluss) umschlossen wird. Blockseiten dienen der lokalen Zuordnung und Aggregation der Erhebungsmerkmale von amtlichen Statistiken, da aus Datenschutzgründen keine Kommunalstatistik auf Baublockebene veröffentlicht wird.

### ***Hauskoordinaten, Gebäude***

Die amtlichen Hauskoordinaten (HK), auch georeferenzierte Gebäudeadressen genannt, definieren die genaue räumliche Position von rund 22 Mio. Gebäuden bundesweit. Alle amtlichen Objekte beinhalten den Objekttyp dieser Gebäude und dienen vor allem Versorgungsanalysen wie zum Beispiel der Identifikation des nächstgelegenen Krankenhauses und der nächstgelegenen Schule.

### ***Amtliche Raster (geographische Gitter)***

Raster sind räumliche, geometrische Bezugseinheiten, die in ihrer Größe und Form einheitlich sind (quadratisch). Ein Raster ist ein geographisches Gitter, das über ein Gebiet gelegt wird. Es besteht aus einer Matrix von Zellen (oder Pixeln), die auch in einem Geographischen Informationssystem selber erzeugt werden können. Jede dieser Zellen enthält einen Wert, der Informationen darstellt, beispielsweise zur Bevölkerung oder Temperatur.

Raster existieren in verschiedenen Größen: häufig Dimensionen von 5 x 5 und 1 x 1 Kilometern oder 500 x 500 Metern. Eine Zellengröße von 100 x 100 Metern stellt die kleinste, derzeit verfügbare Rastereinheit dar.

**i****Zusammenfassung Empfehlung 1.1 „Amtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten in der guten Praxis“**

- Daten und Statistiken auf der amtlichen Verwaltungsebene der Kreise und Gemeinden stehen kostenlos und flächendeckend zur Verfügung. Die Raumeinheiten sind jedoch hinsichtlich ihrer Fläche zu heterogen und zu groß und eignen sich daher eher wenig als Startpunkt der potenziellen Bevölkerung für flächendeckende Erreichbarkeitsanalysen (Empfehlung 3).
- Generell sind Gebietsabgrenzungen in möglichst hoher räumlicher Genauigkeit für Erreichbarkeitsanalysen zu verwenden (größter verfügbarer Maßstab, z. B. VG250 statt VG5000).
- Für regionale Erreichbarkeitsanalysen für Großstädte wie Berlin und Köln eignen sich kleinräumige Raumeinheiten unterhalb der Stadtebene. Allerdings sind nur für bestimmte Großstädte entsprechende Gliederungssystematiken vorhanden und stehen deshalb bundesweit nicht flächendeckend und einheitlich zur Verfügung. Das betrifft zum Beispiel raumbezogene Sachdaten der Gliederungssystematiken wie Arbeitslosigkeit oder die Anzahl der Haushalte (HH).
- Kleinräumige Rasterzellen und die in ihnen enthaltenen Sachdaten stehen zum Teil kostenlos zur Verfügung (z. B. Rasterzellen nach INSPIRE-Richtlinie). Diese können Bevölkerungszahlen oder weitere Kennzahlen (z. B. Durchschnittsalter und Haushaltsgröße) beinhalten. Die amtlichen Bevölkerungszahlen für Rasterzellen basieren aktuell zumeist auf den Zensusdaten der Statistischen Ämter aus dem Jahr 2011.
- Je nach Fragestellung haben Rasterdaten (nach INSPIRE-Richtlinie) gegenüber anderen Raumeinheiten folgende Vorteile: Bei der Berechnung spezifischer Erreichbarkeitspotentiale liefern Rasterdaten aus räumlicher Perspektive ein valideres Ergebnis. Rasterzellen mit einer einheitlichen Definition (räumliche und zeitliche Deckungsgleichheit) haben eine unveränderbare, feste und vergleichbare Bezugsgröße. Zeitreihenanalysen im geographischen Kontext sind möglich und unabhängig von Gebietsänderungen administrativer Grenzen.
- Bei der Verwendung von Rasterzellen inklusive ihrer Sachdaten und insbesondere Hauskoordinaten können die Anforderungen an die Hardware steigen, beispielsweise durch einen hohen Speicher- und Berechnungsaufwand. Bei der Erreichbarkeit ist vermutlich die Menge der Start- und Zielpunkte sowie die Granularität des Netzwerks entscheidend für eine höhere Rechnerleistung.
- Zwar sind Hauskoordinaten theoretisch die präziseste Datengrundlage für Erreichbarkeitsanalysen, jedoch stehen sie größtenteils nicht kostenfrei und flächendeckend für alle Bundesländer zur Verfügung. Darüber hinaus beinhalten sie keine Einwohnerdaten.

Tabelle 2  
Weiterführenden Informationen zu amtlichen Raumeinheiten und raumbezogenen Sachdaten

Informationen	Links
INSPIRE	<a href="http://www.gdi-de.org/INSPIRE">www.gdi-de.org/INSPIRE</a>
Geoportal/Geodaten Deutschland	<a href="http://www.geoportal.de">www.geoportal.de</a>
INKAR	<a href="http://www.inkar.de">www.inkar.de</a>
GOVDATA Deutschland	<a href="http://www.govdata.de">www.govdata.de</a>
AdV Metadateninformationssystem	<a href="https://advmis.geodatenzentrum.de">https://advmis.geodatenzentrum.de</a>
Geodatenzentrum des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG)	<a href="https://gdz.bkg.bund.de">https://gdz.bkg.bund.de</a>
Statistisches Bundesamt	<a href="http://www.destatis.de">www.destatis.de</a>
Zensusdaten der Statistischen Ämter 2011	<a href="http://www.zensus2011.de">www.zensus2011.de</a>
Zensusdaten der Statistischen Ämter 2022	<a href="http://www.zensus2022.de">www.zensus2022.de</a>
Regionaldatenbank	<a href="http://www.regionalstatistik.de">www.regionalstatistik.de</a>
Kommunale Statistische Informationssystem (KOSIS)	<a href="http://www.kosis.de">www.kosis.de</a>

Quelle: Eigene Darstellung

## Empfehlung 1.2: Nichtamtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten

**Für kleinräumige nichtamtliche Raumeinheiten existieren wenige Anbieter. Die Auswahl hängt vom gewünschten und verfügbaren Maßstab der Sachdaten und der Qualität des Produktes ab. Die raumbezogenen Sachdaten sind als kleinräumige Schätzungen zu verstehen. Zur Qualitätsbeurteilung können amtliche Sachdaten herangezogen werden.**

Neben dem amtlichen Angebot an Geodaten stehen auch nichtamtliche, sogenannte mikrogeographische Raumeinheiten zur Verfügung. Die Mikrogeographie unterteilt den Raum in möglichst gleiche, feine Teilstücke, die wiederum mit einer Vielzahl soziodemographischer, sozioökonomischer sowie psychographischer Sachdaten angereichert werden. Dabei stammen die mikrogeographischen Daten aus unterschiedlichen Quellen wie amtlichen Statistiken, Katasterdaten (amtlich erfasste Gebäude, Hauskoordinaten), anonymisierten Adressquellen, Auswertungen von Luftbildern sowie Datenerhebungen durch Befragungen, insbesondere auf Hausebene. Mittels mathematischer Methoden werden die amtlichen Daten auf Verwaltungsebene mit den mikrogeografischen Informationen zusammengeführt.

Die Vorgehensweise der Zuordnung amtlicher Sachdaten und weiterer Datenquellen auf die mikrogeographischen Einheiten wird allerdings nicht uneingeschränkt offengelegt. Eine Reproduzierbarkeit der Berechnungsmethodik, insbesondere das Herunterbrechen auf die sogenannten Marktzellen, ist schwer nachvollziehbar. Diesbezüglich sind konkrete Standards von nichtamtlichen Anbietern zu fordern.

In jüngster Zeit werden Daten aus dem Geomarketing, die überwiegend zu Marketingzwecken verwendet wurden, vermehrt im Rahmen wissenschaftlicher und praxisbezogener Untersuchungen verwendet. Insbesondere in der politischen Beratung wachsen die Anforderungen an kleinräumige Analysen mit umfangreichen soziodemographischen und ökonomischen Daten, da amtlichen Daten häufig die nötige regionale und inhaltliche Tiefe fehlt. Dementsprechend werden in der Politikberatung vermehrt nichtamtliche kleinräumige Geodaten genutzt, zum Beispiel für die Prüfung der medizinischen Versorgung oder in der Sozialberichterstattung.

### ***Postleitzahlgebiete (PLZ) und Mikrogeographische Raumeinheiten***

Die sogenannten PLZ-5-Gebiete und ihre zugehörigen Sachdaten zählen zu den häufigsten nichtamtlichen Gliederungen, die für unterschiedlichste Marketing-, Planungszwecke verwendet werden. Postleitzahlgebiete

te sind die offizielle Einteilung der Deutschen Post AG und dienen der Optimierung der Postzustellung. Die PLZ-5-Gebiete wurden 2008 um die sogenannten PLZ-8-Gebiete ergänzt. Diese sind für alle Regionen so generiert, dass sie aggregiert mit den Gemeinden- und PLZ-5-Gebieten deckungsgleich sind. Zusätzlich steht auf Postleitzahlebene eine Vielzahl soziodemographischer und sozioökonomischer Sachdaten zur Verfügung.

Darüber hinaus gibt es weitere mikrogeographische Raumeinheiten, die amtlichen Raumeinheiten mit postalischen Gebietsstrukturen verknüpfen. Marktzellen sind eine der jüngsten mikrogeographischen Raumeinheiten, die kleinräumiger als die Postleitzahlgebiete sind. Unter Einhaltung des nationalen Datenschutzes können sie Gebäude, Straßenabschnitte, Haushaltszellen, Raster, Siedlungsblöcke, Wohnquartiere oder flächendeckende generierte Raumeinheiten zur Unterteilung des Markts sein. Allerdings folgen sie den Grenzen von Gemeinden und Postleitzahlgebieten. Hier werden kleinste Teilsegmente als räumliche Einheiten für Marktsegmentierungen verwendet. Kriterien sind dabei demographische, geographische und psychographische Merkmale, die sich unter anderem am Kaufverhalten und den Werteeinstellungen orientieren. Deutschlandweit kann es bis zu 160.000 kleinräumige Marktzellen geben. Dabei kann eine Marktzelle 300 bis 500 Haushalte umfassen (vgl. Tab. 3).

**i****Zusammenfassung Empfehlung 1.2 „Nichtamtliche Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten in der guten Praxis“**

- Die Verwaltungsebene der kreisfreien Städte und Kreise sowie der Gemeinden und ihr repräsentativer Bevölkerungsschwerpunkt ist als Startpunkt für Erreichbarkeitsanalysen nur sehr begrenzt nutzbar, weil sie eine realitätsnahe Erreichbarkeit verzerren. Allerdings sind die administrativen Gebiete als Berichterstattungsebene durchaus wichtig.
- Eine feinere Auflösung führt in der Regel zu besserer Planung und genaueren Analysen.
- Im Geoportal des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) stehen den Bundesbehörden viele Geodaten kostenlos zur Verfügung. Das können die PLZ-5-Gebiete oder administrative Gebiete sowie verschiedene Points of Interest (POI) sein.
- Angaben aus der amtlichen Statistik werden auf PLZ-5-Ebene allerdings kaum geführt.
- Flächendeckende mikrogeographische Raumeinheiten und Sachdaten sind für kleinräumige Analysen häufig alternativlos. Verschiedene Geomarketingunternehmen bieten unterschiedliche Marktzellen kostenpflichtig an, wie zum Beispiel Daten auf Nachbarschafts-, Straßen- oder Hausebene.
- Ein besonderes Merkmal mikrogeographischer Raumeinheiten ist die Differenzierung innerhalb von Gemeinden- und Stadtteilgrenzen. Die Qualität der Daten ist nicht flächendeckend und für alle Indikatoren überprüfbar, da die Methodik des „Herunterbrechens“ nicht veröffentlicht wird. Darüber hinaus können Gebietsstände von Marktzellen jährlich neu geclustert und zum Beispiel an veränderte Siedlungsflächen oder ähnliches angepasst werden. Die Aktualisierung kann demnach zu komplett neuen Grenzziehungen der Flächeneinheiten führen.

Tabelle 3  
Granularität ausgewählter amtlicher und nichtamtlicher Raumeinheiten in Deutschland 2021

Raumeinheiten	Anzahl Deutschland	Maximale Einwohnerzahl	durchschnittliche Einwohnerzahl	durchschnittliche Anzahl der Haushalte	durchschnittliche Fläche in km <sup>2</sup>
Kreisfreie Städte und Kreise	400	3.677.472	88.996	51.672	313,10
Gemeinden	10.994	3.677.472	7.571	28.651	38,70
PLZ-5-Gebiete	8.140	65.000	10.000	5.000	39,90
Marktzelle Beispiel 1	85.000	4.400	1.000	500	5,00
Marktzelle Beispiel 2	160.000	4.000	500	300	3,00
Raster 500 x 500 Meter	540.000*	7.000	150	80	0,25
Raster 100 x 100 Meter	3.700.000*	2.000	20	10	0,01

\* inkl. unbewohnte Gebiete

Hinweis: Marktzellen sind anonymisiert.

Quelle: Eigene Darstellung und Zusammenfassung aus amtlichen und nichtamtlichen Datenquellen

## Grundsatz 2: Standorte von Leistungserbringern

**Die Standorte, an denen Leistungen erbracht werden, sind für die Qualität von Erreichbarkeitsanalysen im Gesundheitswesen grundlegend. Die Standortangaben müssen vollständig und korrekt sein (z. B. Positionsgenauigkeit der Koordinaten der Adressen). Zusätzlich werden gesundheitsbezogene Sachdaten benötigt. Das Anbieterspektrum von Daten ist breit gefächert, sodass sowohl amtliche als auch nichtamtliche Datenquellen nutzbar sind.**

Als Leistungserbringer sind alle (Personen-)Gruppen sowie Einrichtungen zu verstehen, die Leistungen in der Gesundheitsversorgung von Versicherten der gesetzlichen Krankenkassen erbringen. Hierzu zählen laut Sozialgesetzbuch V (SGB V):

- an der vertragsärztlichen Versorgung teilnehmende Ärzte (§§ 72 ff. SGB V)
- Krankenhäuser (§§ 107 ff. SGB V)
- Heilmittelerbringer (§§ 124 ff. SGB V)
- Hilfsmittelerbringer (§§ 126 ff. SGB V)
- Apotheken und pharmazeutische Unternehmer (§§ 129 ff. SGB V)
- sonstige Leistungserbringer (§§ 132 ff. SGB V)

Zu den Leistungserbringern können auch Institutionen zählen, die für Prävention und Gesundheitsförderung nach § 20 SGB V (Art. 1 Nr. 4 Präventionsgesetz (PrävG)) zuständig sind. Die Angebote richten sich nach den Zielen der Gesundheitsförderung in den unterschiedlichen Lebenswelten und sind daher sehr vielfältig. Deshalb folgt an dieser Stelle nur ein beispielhafter Auszug von Leistungserbringern:

- Schulen und Kitas
- Alten- und Behindertenhilfe
- Kindertagesstätten
- Beratungsdienste und -einrichtungen
- Suchtberatungsstellen

## **Empfehlung 2.1: Standortdaten von Leistungserbringern aus amtlichen Quellen**

**Zur Validierung von Gesetzen sind Standortdaten von amtlichen Leistungsdatenerbringern vorzuziehen. Ihre Verfügbarkeit ist jedoch häufig an restriktive Datenschutzbelange geknüpft. Vielfach verfügen die Quellen auch über detailliertere Sachdaten zu den einzelnen Standorten (z. B. Fachabteilungen, Bettenanzahl). Verlässliche Fallzahlen können somit häufig nur durch amtliche Leistungsdatenerbringer bereitgestellt werden.**

### ***Standorte niedergelassener Ärztinnen und Ärzte***

An der vertragsärztlichen Versorgung nahmen Ende 2021 bundesweit rund 183.300 Ärztinnen und Ärzte sowie Psychotherapeutinnen und Psychotherapeuten teil. Die vertragsärztliche Versorgung umfasst dabei die Vertragsärztinnen und -ärzte (früher als „Kassenärzte“ bezeichnet), angestellte Ärztinnen und Ärzte, persönlich ermächtigte Ärztinnen und Ärzte sowie ermächtigte Einrichtungen. Vertragsärztinnen und -ärzte sind in Deutschland im Rahmen der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) zur Behandlung von sozialversicherten Patienten zugelassen und freiberuflich in eigener Niederlassung tätig sind. Angestellte Ärztinnen und Ärzte sind in den freien Praxen der Vertragsärztinnen und -ärzte oder in Einrichtungen wie medizinischen Versorgungszentren (MVZ) angestellt. Ermächtigungen sind eine besondere Form der Teilnahme an der vertragsärztlichen Versorgung, bei der zum Beispiel eigentlich in Krankenhäusern tätige Ärztinnen und Ärzte oder ganze Einrichtungen unter bestimmten Voraussetzungen ermächtigt werden.

Zusätzlich nehmen Privatärztinnen und -ärzte an der Versorgung teil, die im Unterschied zu Vertragsärztinnen und -ärzten unabhängig von den Vorgaben des Sozialgesetzbuchs sind, zum Beispiel in Bezug auf Sprechstundenzeiten. Die Zahl der „reinen“ Privatärztinnen und -ärzte ist mit etwa 10.000<sup>3</sup> in Deutschland im Vergleich zu den Vertragsärztinnen und -ärzten gering. Zudem ist die Datenlage aufgrund der gesetzlich weniger stark geregelten Rahmenbedingungen eingeschränkter als im vertragsärztlichen Bereich. Darüber hinaus kann die Funktion der Arztsuche bei Ärztekammern für diesen Zweck genutzt werden.

### ***Bundesarztregister/Landesarztregister***

Die 17 Kassenärztlichen Vereinigungen (KVen) in Deutschland nehmen alle Ärztinnen und Ärzte sowie Psychotherapeutinnen und Psychotherapeuten, die an der vertragsärztlichen Versorgung teilnehmen, in das jeweilige Landesarztregister auf. Die KVen übersenden ihre Registerdaten an das von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) geführte Bundesarztregister, das somit das amtliche und aktuelle Verzeichnis in der vertragsärztlichen Versorgung darstellt. Demnach sind die aktuellsten Daten über Anschriften und Qualifikationen aller Ärztinnen und Ärzte sowie aller niedergelassenen Psychotherapeutinnen und Psychotherapeuten in Deutschland in den Landes- und Bundesarztregistern verzeichnet. Die Stammdaten des Bundesarztregisters bestehen insgesamt aus rund 60 Attributen. Inhalte sind neben Namen und Anschrift der oder des Praktizierenden unter anderem auch der Beschäftigungsumfang und ob die Person in einer Einzelpraxis, einer Gemeinschaftspraxis oder einem Medizinischen Versorgungszentrum (MVZ) arbeitet. Außerdem sind Fachgebiete, Schwerpunkte und Zusatz-Weiterbildungsmaßnahmen vermerkt.

### ***Krankenhausverzeichnisse***

In Deutschland versorgen die etwa 1.900 nach § 108 SGB V zugelassenen Krankenhäuser die Patientinnen und Patienten stationär und ambulant in den nach § 301 SGB V ausgewiesenen Fachabteilungen (z. B. Innere Medizin, Chirurgie, Pädiatrie, Frauenheilkunde). Viele Krankenhäuser betreiben neben ihrem Hauptstandort noch weitere, ergänzende Standorte, wie Betriebsstellen oder Tageskliniken (z. B. Psychiatrie, Geriatrie).

---

<sup>3</sup> Eigene Schätzung nach Abgleich der Bundesarztregisterstatistik mit der Arztstatistik der Bundesärztekammer

Für die Erfassung der Krankenhausstandorte werden in Deutschland verschiedene Verzeichnisse geführt und angeboten. Die Standortangaben sowie ihre standortbezogenen, fachlichen Leistungseinteilungen können sich dabei bezüglich der Angaben und Datenqualitäten (Datentiefe) unterscheiden. Nachfolgend werden exemplarisch drei Datenquellen mit Informationen zu Krankenhausstandorten aufgeführt.

#### ***Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus GmbH (InEK GmbH)***

Das Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK GmbH) ist mit der Erfassung und Pflege eines bundesweiten Standortverzeichnisses der zugelassenen Krankenhäuser (gemäß § 108 KHEntgG) und ihrer Ambulanzen beauftragt. Dabei müssen die Krankenhäuser ihre Leistungsdaten jährlich an das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK GmbH) übermitteln (gemäß § 21 KHEntgG).

Grundlage für die Abrechnung der Krankenhauskosten bildet das sogenannte G-DRG-System (German-Diagnosis-Related-Groups-System), wodurch jeder stationäre Behandlungsfall mittels einer entsprechenden DRG-Fallpauschale vergütet wird. Nach der internationalen Klassifikation der Krankheiten (ICD-Systematik) werden Angaben über die Anzahl der behandelten Fälle und Daten zur Prozedur und Operationen (OPS-Systematik) in den einzelnen Fachabteilungen gemacht. Ferner sind Patientendaten (z. B. Fälle nach Aufnahmen, Entlassungen, Verweildauer, aber auch Todesfälle, Geburten etc.) sowie Plan- und Versorgungsdaten (z. B. Kapazitäten, Ausbildungsstätten) der Krankenhausstandorte vorhanden.

Die Krankenhausstandorte (gemäß § 2a Abs. 1 KHG vom 29. August 2017) werden durch eine Geokoordinate räumlich verortet. Für eine Zuordnung der InEK-Daten an einen Krankenhausstandort oder eine Betriebsstelle ist ein eindeutiger Primärschlüssel (eindeutige Identifizierung eines Datensatzes) grundlegend. Bei den bisher verwendeten Institutionskennzeichen (IK) und ihren Standortnummern werden der Hauptstandort und weitere Betriebsstellen häufig als ein zusammengehöriger Krankenhausstandort abgebildet. Eine standortbezogene fachliche Leistungseinteilung ist dabei nicht flächendeckend möglich.

#### ***Statistisches Bundesamt (DESTATIS)***

Das Statistische Bundesamt (DESTATIS) veröffentlicht jährlich das Verzeichnis der Krankenhäuser und Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen (KHV), das für einen Preis von etwa 50 Euro erworben werden kann. Die Einrichtungen werden getrennt nach Krankenhäusern und Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen erfasst. Die vorhandenen Datensätze enthalten für jeden genannten Standort jeweils die postalische Adresse (Straße, Hausnummer, PLZ, Ort) und können mittels entsprechender Software und Hauskoordinaten geokodiert und als Start- oder Zielpunkte für Erreichbarkeitsanalysen genutzt werden. Anhand verschiedener Attribute (Träger, Bettenklassen, Fachabteilungen, Bundesland, Gemeinde) können Standorte selektiert und dargestellt werden. Grundsätzlich ist die Eintragung in das KHV freiwillig.

#### ***Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA): Qualitätsberichte (Qb)***

Alle zugelassenen Krankenhäuser (nach § 108 SGB V) sind verpflichtet, für jeden Standort jährlich den sogenannten strukturierten Qualitätsbericht (Qb) zu veröffentlichen. Krankenhäuser mit mehr als einem Standort müssen zudem einen Gesamtbericht erstellen und veröffentlichen. Die Qualitätsberichte enthalten ausgewählte standortbezogene Kennzahlen und Darstellungen zum Leistungsgeschehen, zur strukturellen Ausstattung sowie zu den Daten aus der Qualitätssicherung.

## i

## Zusammenfassung Empfehlung 2.1 „Standortdaten der Leistungserbringer aus amtlichen Quellen in der guten Praxis“

- Inhalte des Bundesarztregisters sind nur teilweise öffentlich einsehbar (z. B. Arztsuche) und werden nur auf Anfrage und in sehr begrenztem Umfang durch die KVen/KBV zur Verfügung gestellt (z. B. Forschungsanfragen). Aufgrund des Datenschutzes stellen KVen und KBV daher vorwiegend auf Raumeinheiten aggregierte Standortdaten zur Verfügung. Hierdurch ist das Arztregister derzeit nur bedingt für Erreichbarkeitsanalysen durch Dritte geeignet. Für wissenschaftliche Zwecke stellt die KBV mitunter eigene Erreichbarkeitsanalysen zur Verfügung.
- Bei der Auswahl eines geeigneten Krankenhausverzeichnisses sind Indikatoren wie Aktualität (Datenjahr), Vollständigkeit der Standorte (amtliche und nicht amtliche Eintragung), Detailangaben der Fachabteilungen, Angaben über Fallzahlen und andere Kennzahlen sowie das Vorhandensein eines eindeutigen Standortschlüssels (Primärschlüssel) für die Zuordnung von Haupt- und Betriebsstellen entscheidend.
- Ferner fehlt bisher eine lebenslange Standortnummer in den diversen Berichten. Diese würde die Möglichkeit offerieren, Daten aus anderen Quellen zu verknüpfen und somit einen Mehrwert zu generieren.
- Bei Zeitreihenanalysen sind gegebenenfalls jährliche Anpassungen der Berichte, Verzeichnisse oder Standortnummern zu beachten. Dies betrifft auch die zukünftigen Überlegungen zu neuen Krankenhaus-Standortnummern.
- Das Fehlen einzelner Leistungserbringer kann zu Verzerrungen der Erreichbarkeitsergebnisse führen.
- Die Qualitätsberichte der Krankenhäuser werden alle zwei Jahre mit einem dreijährigen alten Datenbestand veröffentlicht (z. B. enthalten die Berichte aus 2021 Daten aus 2019).

Tabelle 4

Weiterführenden Informationen zu Standorten der Leistungserbringer aus amtlichen Quellen:

Informationen	Links
Bundesarztregister	<a href="http://www.kbv.de/html/bundesarztregister.php">www.kbv.de/html/bundesarztregister.php</a>
Arztsuche	<a href="http://www.kbv.de/html/arztsuche.php">www.kbv.de/html/arztsuche.php</a>
Übersicht Krankenhäuser/DESTATIS	<a href="http://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/_inhalt.html">www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/_inhalt.html</a>
Qualitätsberichte (QB)	<a href="http://www.g-ba-qualitaetsberichte.de">www.g-ba-qualitaetsberichte.de</a>
InEK-Institut	<a href="https://daten.inek.org/DataPortal">https://daten.inek.org/DataPortal</a>
Bundesweites Verzeichnis der zugelassenen Krankenhausstandorte	<a href="https://krankenhausstandorte.de">https://krankenhausstandorte.de</a>

Quelle: Eigene Darstellung

## Empfehlung 2.2: Standortdaten von Leistungserbringern aus nichtamtlichen Quellen

**Für Standortdaten existieren gute Alternativen zu amtlichen Quellen. Unterschiede finden sich dabei häufig in der Anzahl der Standorte (z. B. zusätzliche private Standorte) und/oder Ergänzungen wie dem Spezialisierungsgrad und der Fachrichtung der Einrichtungen.**

### *Kommerzielle Adressenanbieter*

Aufgrund des limitierten Zugangs zu amtlichen Standortverzeichnissen für die stationäre und ambulante Versorgung sind kostenpflichtige Adressenquellen häufig alternativlos. Im Internet finden sich unterschiedliche Anbietende von Adressen aus dem Healthcare-Bereich, zum Beispiel über Stiftungen, Adressendiscouter oder Geomarketing-Unternehmen.

Für Heil- und Hilfsmittelerbringer, Apotheken und pharmazeutische Unternehmen existieren keine gesetzlichen Vorgaben, amtliche Verzeichnisse zu führen. Insofern basiert die Recherche auch hier in der Regel auf kommerziellen Anbietenden angewiesen. Das Bundes-Apotheken-Register umfasst beispielweise alle Apotheken in Deutschland differenziert nach Haupt- und Filial-Apotheke.

Mit Blick auf Vollständigkeit, Korrektheit und Aktualität der Adressdaten bestehen zum Teil erhebliche Unterschiede. Die Qualität der Adressen der Leistungserbringer von Drittanbietern kann allenfalls nur stichprobenartig überprüft werden.

### *Open Data von Leistungserbringern aus Online-Kartendiensten*

Als eine prominente Open-Data-Quelle ist das community-basierte OpenStreetMap-Projekt (OSM) zu nennen. Über die punktförmigen Standortinformationen, den POI, sind auch Daten medizinischer Leistungserbringer erhältlich. Viele Einrichtungen des Gesundheitswesens werden hierbei in Verbindung mit dem Schlüssel „amenity=\*“ oder dem Schlüssel „healthcare=\*“ in der OSM-Datenstruktur geführt. Als Ableger des OSM-Projektes ist das „Healthsites Mapping Project“ zu nennen, welches das Ziel verfolgt, eine globale, offene Datenbank von Standortdaten von Gesundheitseinrichtungen zu erzeugen (vgl. Saameli et al. 2018). OSM-Daten unterliegen einer großen räumlichen, zeitlichen und inhaltlichen Heterogenität. Die Flächendeckung der POI ist im Gegensatz zum sehr guten OSM-Straßennetzwerk sehr ungleichmäßig verteilt (vgl. Barrington-Leigh et al. 2017; Neis et al. 2012).

Online-Kartendienste der Firmen Google, Microsoft oder HERE verfügen ebenso wie OSM neben dem Straßennetz auch über einen umfangreichen POI-Datenbestand an Standorten von Leistungserbringern im Gesundheitswesen. Die Informationen dieser Standortdaten stammen aus unterschiedlichen Quellen. Hierzu gehören sowohl öffentlich verfügbare Informationen von Webseiten, lizenzierte Daten von Drittanbieter als auch Informationen, die von Nutzenden oder Eigentümerinnen und Eigentümern von Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Der Zugriff auf die Daten erfolgt mittels einer API-Programmierschnittstelle<sup>4</sup>, über die sich zum Beispiel Krankenhäuser oder Arztpraxen abfragen lassen. Die Datenqualität ist jedoch aufgrund der heterogenen Datenquellen und schlecht dokumentierter Quellinformationen nur schwierig zu prüfen.

---

<sup>4</sup> API steht für Application Programming Interface und meint eine Programmierschnittstelle zwischen verschiedenen Anwendungen (Geräten, Anwendungen und Programme).

**i****Zusammenfassung Empfehlung 2.2 „Standorte der Leistungserbringer aus nichtamtlichen Quellen in der guten Praxis“**

- Vielfach stellen für Nutzer wie Forschungseinrichtungen aufgrund der restriktiven Datennutzungsvorschriften der Behörden Daten von Leistungserbringern aus nichtamtlichen Quellen die einzige nutzbare Möglichkeit dar.
- Die Qualität der kostenpflichtigen Adressen für Gesundheitseinrichtungen kann je nach Anbietendem sehr unterschiedlich sein.
- Die OSM-Daten liegen im XML-Format vor. Der Download der gesamten Datenbank oder regionaler Datenausschnitte kann direkt über die OSM-Homepage erfolgen. Die Qualität der OSM-Daten (Vollständigkeit, Korrektheit und Aktualität) ist aufgrund des community-basierten Erfassungskonzeptes kritisch zu prüfen.
- Die Vollständigkeit des „Healthsites Mapping Projects“ liegt für die Standortdaten von Krankenhäusern, Arztpraxen und Apotheken für Deutschland bei deutlich unter 50 %.
- Die Nutzung von API-Kartendienste ist innerhalb eines gewissen Umfangs an Abfragen oder Datenmengen kostenfrei. Bei Google Maps dürfen beispielsweise bis zu 150.000 Abfragen am Tag auf die Standortdaten der Places API kostenfrei erfolgen.
- Den Daten der Kartendienste-Anbieter fehlen konkrete Informationen über Aktualität, Vollständigkeit und die thematische Qualität der Daten.

**Grundsatz 3: Start- und Zielpunkte**

**Für eine Erreichbarkeitsanalyse muss ein Start- und Zielpunkt definiert werden. Diese können sowohl die Wohnstandorte der Bevölkerung als auch die Standorte sein, an denen Leistungen erbracht werden.**

**Empfehlung 3: Start- und Zielpunkte**

**Für die Bevölkerung sollte der Punkt gewählt werden, der ihre räumliche Verteilung am besten repräsentiert. Bevölkerungsschwerpunkte sind daher den Flächenmittelpunkten grundsätzlich vorzuziehen. Die Start- und Zielpunkte von Leistungserbringern sollten dagegen bevorzugt als adressgenaue Standorte gewählt werden.**

Um (Fahr-)Distanzen zu gesundheitlichen Einrichtungen zu berechnen, wird für eine Netzwerkanalyse ein räumlicher Start- und Zielpunkt benötigt. Relevant ist die potenzielle Bevölkerung, die die Einrichtungen des Gesundheitswesens oder anderen Daseinsvorsorgeeinrichtungen erreichen sollen. Als Wohnort der potenziellen Patienten können entweder der geographische Flächenmittelpunkt (Zentroid) oder der Bevölkerungsschwerpunkt in einer Raumeinheit als Startpunkt der Fahrzeitberechnung verwendet werden. Vorhandene Bevölkerungsschwerpunkte können auf Basis von Geodaten zu Siedlungsflächen oder Straßendichte abgeleitet werden. Dies hat insofern eine Relevanz, da beispielsweise ein berechneter Bevölkerungsschwerpunkt, abgeleitet aus einer Vielzahl von raumbezogenen Einwohnerdaten, in einer unbesiedelten Fläche, abseits des Straßennetzes, auf Feldwegen, Autobahnen oder in unzugänglichen Gebieten (mitten in einem See) liegen kann.

### **Geographische Flächenmittelpunkte (Zentroid)**

Der geometrische Schwerpunkt kann als Mittelpunkt einer Fläche interpretiert werden (Flächenschwerpunkt bzw. Zentroid). Der Vorteil geometrischer Schwerpunkte ist, dass diese die kürzeste (Luftlinien-)Distanz zu allen anderen Punkten derselben Fläche darstellen. Damit ist die Wahrscheinlichkeit eines räumlichen Fehlers kleiner als an jeder anderen Position.

Geographische Flächenmittelpunkte (Zentroide) lassen sich mithilfe von GIS-Anwendungen für vorhandene Raumeinheiten (Polygone) wie Kreise, Gemeinden und PLZ-5-Gebiete schnell und unkompliziert berechnen. Im einfachsten Fall können eingebundene Flächen als Startpunkt der Fahrzeitberechnung gewählt werden, da viele GIS-Programme automatisch den Flächenmittelpunkt als Ausgangspunkt wählen.

Der Zentroid bezieht sich ausschließlich auf die räumlich-geodätischen Informationen. Andere Informationen, wie zum Beispiel die Verteilung der Bevölkerung innerhalb der Raumeinheit, werden bei dieser Methodik nicht berücksichtigt. Für ein Routing kann dies Probleme aufwerfen, da der Zentroid auch fernab von Wohnorten und Straßen liegen kann und die berechnete Fahrtdauer somit methodenbedingt verlängert wird. Je kleineräumiger die Raumeinheiten, desto sinnvoller kann ein Flächenmittelpunkt eine angemessene Repräsentation der Bevölkerung als Startpunkt darstellen.

### **Bevölkerungsschwerpunkte**

Um diesen Limitationen zu entgehen, sind idealerweise Bevölkerungsschwerpunkte anzuwenden.<sup>5</sup> Bevölkerungsschwerpunkte unterstellen, dass an diesen zentralen und klar definierten Startpunkten die meisten potenziellen Patientinnen und Patienten losfahren, um eine nächstgelegene medizinische Einrichtung aufzusuchen. Eine Raumeinheit und ihr Flächenmittelpunkt können gerade in ländlichen Regionen auch unbewohntes Gebiet umfassen, welches als Startpunkt für eine Fahrzeitberechnung kaum repräsentativ ist. Die Bevölkerung, gemessen an ihren Wohnorten, wird durch die Ermittlung von Bevölkerungsschwerpunkten repräsentativer abgebildet. Dies ist vor allem in peripheren Regionen der Fall, in denen sich die Bevölkerung oft auf ein kleines Gebiet konzentriert. Durch die Gewichtung des Bevölkerungsschwerpunkts werden Erreichbarkeitsanalysen realitätsnäher abgebildet als beim geometrischen Schwerpunkt und sind deshalb für Distanzberechnungen von Vorteil.

Berechnungen von Bevölkerungsschwerpunkten sind vor allem auf Verwaltungsebene wie kreisfreien Städten und Kreisen sowie Gemeinden aufgrund ihrer „Großflächigkeit“ (und damit Ungenauigkeit des Flächenmittelpunktes) zweckmäßig. Eine gute Basis für die Berechnung auf Verwaltungsebene bilden Bevölkerungsdaten aus kleineräumigeren Raumeinheiten, wie Raster- oder Marktzellen. Die Angaben über Einwohnerdaten können dabei zum Beispiel bei Altersklassen und Datenjahr variieren. Dies ist für die Durchführung einer zielgruppenspezifischen Analyse wichtig. Dabei stehen amtliche sowie nichtamtliche Datenquellen zur Verfügung (s. Grundsatz 1). Viele GIS-Anwendungen bieten Möglichkeiten, solche Bevölkerungsschwerpunkte zu berechnen.

### **Erweiterte Bevölkerungsschwerpunkte**

Die Berechnung des Bevölkerungsschwerpunkts einer Raumeinheit auf Basis attributierter Daten (z. B. Siedlungsflächen) ergibt einen Bevölkerungsschwerpunkt pro Raumeinheit. Allerdings gibt es für eine solche Raumeinheit vielfach mehrere Siedlungen, die sich von ihrer Größe (z. B. Fläche und Bevölkerungszahl) unter-

---

<sup>5</sup> So verlangt der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) seit 2020 für die Prüfung von Sicherstellungszuschlägen für Krankenhäuser, dass Pkw-Fahrtzeiten nicht mehr vom „geographischen Mittelpunkt“, sondern vom „Punkt mit der größten Besiedlungsdichte“, einer sogenannten Marktzeile, zu berechnen ist. Siehe: § 7 (5) im Beschluss des G-BAA über die Erstfassung der Regelungen für die Vereinbarung von Sicherstellungszuschlägen gemäß § 136c Absatz 3 SGB V, BAnz AT 08. Dezember 2020 B2.

scheiden können. Deshalb kann es vorkommen, dass berechnete Bevölkerungsschwerpunkte weit entfernt von Siedlungen oder Straßen liegen.

Für die Ermittlung von erweiterten Bevölkerungsschwerpunkten können deshalb zusätzliche Geodaten verwendet werden. Zur genaueren Identifizierung des Bevölkerungsschwerpunktes werden vorzugsweise Siedlungsflächen, Straßennetze oder weitere Informationen aus kleinräumigen Daten herangezogen.

Für diese Berechnungsmethodik spricht, dass sie die Lebenswirklichkeit der zu versorgenden Bevölkerung besser abbildet. Allerdings gibt es im GIS viele Kombinationen der Datenauswahl und Einstellungsmöglichkeiten, sodass unterschiedliche Voraussetzungen und Qualitäten vorhanden sein können. Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Bevölkerungsschwerpunkte bietet eine Analyse auf Basis von PLZ-5-Gebieten in Westfalen-Lippe (vgl. Völker et al. 2021). Da die Berechnung von Bevölkerungsschwerpunkten zeitaufwändig ist und hohe Fachexpertise verlangt, bieten verschiedene Geomarketingunternehmen unterschiedliche Bevölkerungsschwerpunkte zum Kauf an (s. Empfehlung 1.2).

## i

### Zusammenfassung Empfehlung 3 „Startpunkte der Fahrzeitberechnung in der guten Praxis“

- Geographische Flächenmittelpunkte (Zentroide) und Bevölkerungsschwerpunkte repräsentieren den Startpunkt der Wohnorte der Einwohnerinnen und Einwohner (Patientinnen und Patienten) in den Gebietseinheiten. Dabei können Datengrundlagen und Methodik variieren, sodass auch hier unterschiedliche Voraussetzungen und Qualitätslevel vorhanden sein können.
- Flächendeckende Zentroide oder (erweiterte) Bevölkerungsschwerpunkte sind im GIS eigenständig zu erstellen. Alternativ können kleinräumige Bevölkerungsdaten oder (erweiterte) Bevölkerungsschwerpunkten bei entsprechenden Datenunternehmen kommerziell erworben werden (s. Empfehlungen 1.1, 1.2).
- Flächenschwerpunkte lassen sich mit Geographischen Informationssystemen aus den zur Verfügung stehenden Polygonen in der Regel ohne größeren Aufwand erstellen. Die Ermittlung von Bevölkerungsschwerpunkten ist dagegen komplexer und zeitintensiver. Darüber hinaus sind für die Bestimmung weitere, kleinräumigere Geodaten erforderlich, die meist nur kommerziell erworben werden können.
- Für die Anwendung gilt, dass Zentroide bei kleinräumigen Raumeinheiten, wie zum Beispiel PLZ-5-Gebieten oder Marktzellen, eine bessere Qualität und Genauigkeit des Startpunktes aufweisen als Bevölkerungsschwerpunkte auf Basis großflächiger Kreis- oder Gemeindeebenen.
- Kleinräumigere Rasterflächen von 100 x 100 Metern repräsentieren die potenziellen Wohnorte am besten. Hierfür müssen keine Bevölkerungsschwerpunkte erstellt werden, da sie die kleinste Raumeinheit und damit die genaueste Bevölkerungsverteilung darstellen.

## Grundsatz 4: Verkehrsmittelwahl und Routing

Die Verkehrsmittelwahl bestimmt, welche routingfähigen Daten benötigt werden.

### Empfehlung 4.1: Verkehrsmittelwahl

Die Auswahl der geeigneten Verkehrsmittel wird von der Fragestellung bestimmt. Dabei sind die Daten- und Parameterlimitationen der einzelnen Verkehrsmittel zu berücksichtigen.

Eine erste Auswahl für eine Routinganalyse wird zwischen den verfügbaren Verkehrsmitteln getroffen. Dabei wird in der Regel zwischen dem MIV, dem ÖPNV und der Fortbewegung zu Fuß unterschieden. Die Auswahl gibt vor, welche weiteren Parameter selektierbar sind.

Die Voraussetzungen, die von einem Netzwerk zu erfüllen sind, unterscheiden sich, je nachdem, ob ein Netzwerk für MIV, Radverkehr, Fußverkehr oder den ÖPNV genutzt wird. Unter der Annahme, dass eine Strecke mit mehreren Fortbewegungsmodi genutzt wird, braucht das Netzwerk alle dazu benötigten Eigenschaften. Es entsteht ein multimodales Netzwerk. Ein solch komplexes Verbindungsmodell macht es zum Beispiel möglich, einen Weg zu modellieren, der sowohl Fußwege als auch den ÖPNV einbezieht.

Aktuelle Erreichbarkeitsanalysen unterscheiden sich häufig in motorisierten Individualverkehr (MIV), Fahrradfahrer oder Fußgänger und öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Flächendeckende multimodale Erreichbarkeitsanalysen sind bislang wenig verbreitet.

### Empfehlung 4.2: Routingfähige Daten

Die Auswahl geeigneter routingfähiger Daten erfolgt im Spannungsfeld zwischen Zeitressourcen und finanziellem Aufwand auf der einen Seite sowie von Qualität und Vollständigkeit der Routingdaten auf der anderen Seite. Eine hohe Qualität und maximale Vollständigkeit sind immer zu bevorzugen.

### Empfehlung 4.3: Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Idealerweise sollte eine jährliche Aktualisierung der Routingdaten des MIV vorliegen. Die Routingdaten müssen eine Unterscheidung der Straßentypen ermöglichen. Es müssen realitätsnahe Geschwindigkeitsprofile vorhanden sein, die sich gegebenenfalls an den gesetzlichen Schwellenwerte von Geschwindigkeiten im MIV orientieren.

Typische Erfordernisse an Daten für den MIV sind Informationen über die Länge der Abschnitte, Straßentypen, die zugelassene Geschwindigkeit, Fahrrichtungsvorgaben, Abbiegeregelungen und weitere Restriktionen sowie verschiedene Geschwindigkeitsprofile, die unter anderem auch Verkehrsbelastungen und tageszeitabhängige Unterschiede berücksichtigen können.

Die Qualität und Vollständigkeit verfügbarer Routingdaten fallen unterschiedlich aus. Bei der Bewertung ist zwischen geometrischen und attributiven Eigenschaften zu unterscheiden. Kommerzielle Produkte fokussieren den MIV und erreichen hier sowohl geometrisch als auch attributiv eine gute und homogene Abdeckung. Am weitesten verbreitet sind das „Digital Data Streets“-Netzwerk, das auf Straßendaten von HERE basiert und der „MultiNet“-Datensatz von TomTom. HERE und TomTom sind die weltweit meistverwendeten Routenplaner für Straßennetze, sodass beide Navigationsdatenbestände entsprechend aktuell sind. Marginale Unterschiede zwischen den Anbietern sind hier zu vernachlässigen.

Die Konzeption von OpenStreetMap (OSM), bei der die Daten durch viele Nutzende zusammengetragen werden, bedingt dagegen eine heterogenere Datenverfügbarkeit, sowohl hinsichtlich der Geometrie als auch der

Attributierung. Die geometrische Abdeckung kann in ländlichen Gebieten geringer sein als in städtischen Gebieten, in denen sie durch zahlreiche, von lokalen Nutzenden integrierte Fußwege und Pfade sogar höher sein kann als bei kommerziellen Produkten. Durch die Freiheiten bei der Editierung besitzen OSM-Daten eine eher heterogene attributive Repräsentanz (vgl. Loidl et al. 2014). Dementsprechend können auch Lücken insbesondere in Geschwindigkeitsprofilen auftauchen.

#### **Empfehlung 4.4: Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)**

**Flächendeckende und aktuelle ÖPNV-Daten sind derzeit schwer zugänglich. Bei ihrer Nutzung sollten die gängigsten Verkehrsträger verfügbar sein (z. B. Bus, Bahn). Für eine hinreichende Erreichbarkeitsanalyse sollten möglichst auch die aktuellen Abfahrtspläne nach Haltestellen enthalten sein.**

##### ***ÖPNV-Anbieter und Fahrplandaten***

Für den ÖPNV erfordern routingfähige Daten Informationen über Betriebsarten (Fahrzeugarten, Bedarfsverkehre, Anrufsammelverkehre), Liniennetze und Routen (Strecken, Entfernungen, Linienverläufe), Fahrplandaten (Sollfahrpläne, Gültigkeiten für Tagesarten) und Haltestellendaten (Haltepunkte, Haltezeiten, Umsteigebeziehungen).

Derzeit befindet sich das Angebot routingfähiger Daten für den ÖPNV noch im Aufbau. Flächendeckende ÖPNV-Daten für Deutschland sind nur wenig vorhanden. Akteure und Initiativen, die den Ausbau und die Bereitstellung von ÖPNV-Daten vorantreiben sind unter anderem der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) und die durchgängige elektronische FahrgastInformation (DELFI). DELFI ist ein Kooperationsnetzwerk aller Bundesländer, des Bundes sowie weiterer Partner. Es baut einen technologischen sowie organisatorischen Rahmen auf und schafft die technischen Voraussetzungen, eine einheitliche Routenplanung und -berechnung im ÖPNV bundeslandübergreifend zu ermöglichen. Mit DELFI werden die regionalen Nahverkehrsauskunftssysteme der Bundesländer und die Fernverkehrsauskunft der DB AG in einem bundesweiten System zu einer integrierten Gesamtverbindungsinformation zusammengeführt.

Die General Transit Feed Specification (GTFS) ist das meist verwendete, weltweite Standardformat für Daten des öffentlichen Verkehrs. Es ist ein etabliertes, standardisiertes und digitales Austauschformat für GIS. Die EU veröffentlicht die kompletten nationalen Fahrplansolldaten Deutschlands seit dem 1. Januar 2020 im GTFS-Format.

Das HaCon Fahrplan-Auskunfts-System (HAFAS) im HAFAS Rohdaten Format (HRDF) ist eine kostenpflichtige Software für die Fahrplanauskunft, die vor allem die Deutsche Bahn nutzt. Das HRDF basiert ebenfalls auf Textdateien und kann in das GTFS-Format konvertiert werden.

Darüber hinaus werden routingfähige ÖPNV-Daten auch kostenpflichtig angeboten. Verschiedene Anbieter bieten ÖPNV-Plugins für ArcGIS und QGIS an. Die Konditionen zum „Öffi-Routen-Plug-In“ und der Dokumentation vorhandener Parameter und Reisematrix sind entsprechend auf den Internetseiten zu finden.

##### ***Erstellung eines ÖPNV-Netzwerk-Datensets***

Die Herausforderung besteht vor allem darin, dass die ÖPNV-Verbindungsankünfte nicht aus einem einheitlichen Datenpool, sondern über ein verteiltes System auf Basis dezentral angelegter regionaler Daten aus unterschiedlichen Fahrplanauskunftssystemen ermittelt werden. Üblicherweise sind diese in ihrer Struktur komplex und mit vielen Informationsinhalten belegt. Anders als beim MIV, wo routingfähige Daten in einem Dataset zur Verfügung stehen, muss für den ÖPNV erst ein solches Netzwerk-Dataset erstellt werden.

Verschiedene GIS-Anwendungen bieten Tools zur Konvertierung der GTFS-Daten an. Das Toolset „Transit Feed (GTFS)“ in ArcGIS Pro oder das „GTFS-GO“-Plugin für QGIS unterstützen die Konvertierung von GTFS-Datasets in Feature-Classes und Tabellen zum Erstellen eines Netzwerk-Datasets, die als Eingabe für Analysen verwendet werden können. Manuell dauert solch ein Aufbau in der Regel länger, erfordert Ressourcen und hohe Fachkenntnisse.

Im Gegensatz zum MIV ist beim ÖPNV die fahrplanmäßige Abfahrts- und Ankunftszeit relevant. Im MIV spielt die Uhrzeit der Durchführung von Erreichbarkeitsanalysen keine Rolle, wenn Geschwindigkeitsprofile wie die Durchschnittsgeschwindigkeit verwendet werden (s. Empfehlung 4.3; 5). Durch Aktualisierungen der Fahrpläne (z. B. Sommer- und Winterplan) können die Fahrtzeiten des ÖPNV schwanken. Seine Taktung muss durch aktuelle Daten regelmäßig aktualisiert werden und betrifft sowohl das Datum als auch die Uhrzeit. Hier sind – genauso wie im MIV – tageszeitabhängige Unterschiede zu berücksichtigen.

## i

### Exkurs: Arbeitsschritte in ArcGIS Pro zur Erstellung eines ÖPNV-Netzwerk-Datensets

1. GTFS in Datenmodell des öffentlichen Verkehrs von der DELFI Homepage in CSV-Textdateien herunterladen. Das sind zum Beispiel agency.txt, stops.txt, stops\_times.txt, routes.txt. Anschließend werden die Daten mit dem Tool „GTFS in Datenmodell des öffentlichen Verkehrs“ verarbeitet.
2. Im zweiten Schritt wird ein routingfähiges Straßennetz benötigt (s. Empfehlung 4.2; 4.3), dass mit dem Tool „Datenmodell des öffentlichen Verkehrs mit Straßen verbinden“ verbunden wird. Dies ist zum Beispiel notwendig um Informationen für den Fußweg zur Haltestelle zu bekommen.
3. Im Anschluss muss mithilfe des Tools „Netzwerk-Dataset aus Vorlage erstellen“ ein formaler Rahmen angewendet werden, damit das Netzwerk-Dataset gut strukturiert ist und bestimmte Einstellungen (z. B. Restriktionen welcher Fußweg darf genutzt werden) vorgegeben sind. Dabei muss eine Vorlage im .xml-Code-Format (Extensible Markup Language) vorliegen. Bisher bietet nur ArcGIS eine solche Vorlage auf ihrer Homepage an.
4. Im letzten Schritt kann mit dem Tool „Netzwerk berechnen“ ein ÖPNV-Netzwerk erstellt werden. Es ist anschließend mit den gängigen GIS-Netzwerk-Tools anwendbar, um eine ÖPNV-Fahrzeitberechnung durchzuführen.

## i

### Zusammenfassung Empfehlung 4.3 „Routingfähige Daten für den MIV in der guten Praxis“

- HERE und TomTom sind die meist verwendeten digitalen Straßennetzwerke weltweit. Beide Navigationsdatenbestände sind dementsprechend aktuell und kommerziell zu erwerben.
- Kommerzielle Daten sind für komplexe Analysen zu verwenden bei denen eine homogene und vollständige Attributierung der Daten erforderlich ist.
- OSM-Daten bieten sich für einfache Erreichbarkeitsanalysen, auch für Rad- und Fußwege in dicht besiedelten Gebieten an. Sie lassen sich zur besseren Verarbeitung in Shapefiles konvertieren.
- Kommerzielle Routingdaten werden von verschiedenen Anbietern auch für verschiedene software-spezifische proprietäre Geodatenformate aufbereitet und angeboten.

## i

### Zusammenfassung Empfehlung 4.4 „Routingfähige Daten für den ÖPNV in der guten Praxis“

- Im Gegensatz zum MIV ist aus den unterschiedlichen ÖPNV-Daten ein eigenes ÖPNV-Netzwerk-Datenset zu erstellen. Dieser Prozess setzt Expertenwissen voraus, ist sehr zeitaufwendig und es kann häufig zu Fehlermeldungen kommen. Eine Nachvollziehbarkeit der Prozesse ist und Korrekturen können notwendig sein.
- Die Erstellung eines eigenen ÖPNV-Netzwerk kann mit ArcGIS Pro (ESRI) umgesetzt werden. Die Toolsets „Transit Feed (GTFS)“ in ArcGIS Pro bieten Werkzeuge zur Konvertierung der GTFS-Daten an. Zwar sind diese kostenfrei, jedoch muss für die ArcGIS-Software eine Lizenz bezahlt werden. Darüber hinaus können bestimmte Arbeitsschritte nur mit der Advanced-Lizenz und der Erweiterung Network-Analyst kostenpflichtig umgesetzt werden.
- Das QGIS-Plugin „GTFS-GO“ bietet eine gute kostenlose Alternative zur Generierung eines ÖPNV-Netzwerks auf Basis von GTFS-Daten.

Tabelle 5  
Weiterführende Informationen zu routingfähigen Daten (Open Data)

Thema	Links
OpenStreetMap (OSM)	<a href="http://www.geofabrik.de/de/data/shapefiles.html">www.geofabrik.de/de/data/shapefiles.html</a>
DELFI e. V.	<a href="http://www.delfi.de">www.delfi.de</a>
GTFS-Daten	<a href="http://www.gtfs.de">www.gtfs.de</a>
ÖPNV-Initiative für Deutschland	<a href="https://www.opendata-oePNV.de/ht/de/willkommen">https://www.opendata-oePNV.de/ht/de/willkommen</a>
ArcGIS Pro-Plugin „Transit Feed (GTFS)“	<a href="https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/tool-reference/conversion/an-overview-of-the-transit-feed-gtfs-toolset.htm">https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/tool-reference/conversion/an-overview-of-the-transit-feed-gtfs-toolset.htm</a>
QGIS-Plugin „GTFS-GO“	<a href="https://plugins.qgis.org/plugins/GTFS-GO-master">https://plugins.qgis.org/plugins/GTFS-GO-master</a>
Project OSRM Routing	<a href="https://ipeagit.github.io/r5r/index.html">https://ipeagit.github.io/r5r/index.html</a>

Quelle: Eigene Darstellung

## Grundsatz 5: Analyseeinstellungen

Für Erreichbarkeitsanalysen wird die Route anhand von Parametern definiert. Die Wahl der Parameter hat den größten Einfluss auf die Analyseergebnisse. Sie sollten deshalb sorgfältig und nachvollziehbar erläutert werden.

### Empfehlung 5: Routing-Parameter

Für die Durchführung von Routinganalysen ist das Wissen über die zahlreichen Einstellungsmöglichkeiten in der verwendeten Software und ihre Auswirkungen anzueignen. Personelle, technische und finanzielle Ressourcen haben Einfluss auf die Qualität des Routings.

### *Methodische Grundlagen*

Die Ermittlung einer Fahrtroute zwischen einem Start- und Zielpunkt wird mittels Netzwerkanalysen auf der Grundlage von routingfähigen Daten berechnet. Verkehrsinformationen und Geschwindigkeitsprofile basieren auf Straßendaten. Dabei sind Straßen Vektoren mit einer definierten Länge, die mit Attributen versehen werden können. In einem Netzwerk werden Verkehrspunkte auf die Geometrien von Knoten und Straßenlinien auf Kanten abstrahiert. Mit den unterschiedlichen Routing-Parametern wird eingestellt, wie das Verkehrsnetz genutzt werden soll, um an das Ziel zu kommen.

### *Luftlinie, Distanz und Minuten*

Die kürzeste Entfernung zwischen zwei Orten beziehungsweise Punkten ist die Luftlinie. Diese bildet die direkte Verbindung zwischen zwei Orten ohne Berücksichtigung von Hindernissen ab und ist deshalb in der Regel kein realistisches Distanzmaß für das Erreichen von Standorten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass je länger die Entfernung, desto größer die Abweichung zwischen Luftlinie und realen Wegen.

Allerdings kann je nach betrachteter Entfernung und Auflösung der Eingangsdaten die Luftlinie aus pragmatischen Gründen ein sinnvoller Ersatz sein. Für eine bundesweite Fußwegberechnung ist zum Beispiel deutlich weniger Komplexität und Rechenleistung erforderlich (vgl. Burgdorf et al. 2015). Wenn Einwohnerdaten in einem Raster von 100 x 100 Metern vorliegen und nur der 1.000-Meter-Radius betrachtet werden soll, können Abweichungen zwischen Luftlinie und realen Wege geringer sein als die Vergrößerung durch Zentroide im Raster von 100 x 100 Metern. Luftlinien eignen sich insbesondere vorwiegend für kleinräumige Nahversorgungsanalysen und stellen eine pragmatische Annäherung für kürzere Distanzen dar.

Die Distanzen können entweder nach Streckenentfernung oder Fahrzeiten gemessen werden. Dabei ist es abhängig von der Fragestellung, was zu bevorzugen ist. Beispielsweise wird in der medizinischen Versorgung in der Regel größerer Wert auf eine schnelle Erreichbarkeit der medizinischen Versorgung gelegt. Dies kann zum Beispiel dazu führen, dass Streckenabschnitte wie Autobahnen gewählt werden, die zwar länger sein, aber durch eine höhere Geschwindigkeit schneller überbrückt werden können. Für die Umkreissuche in einem Einzugsgebiet sind dagegen Fahrzeitentfernungen in Kilometern zu bevorzugen.

### *Verkehrsinformationen und Geschwindigkeitsprofile*

Verkehrsinformationen über die Berechnung der Reisezeit ist einer der wichtigsten Parameter und kann einen großen Einfluss auf das Ergebnis haben. Grundsätzlich gibt es Live- und historische Verkehrsdaten oder Geschwindigkeitsprofile.

Live- oder historische Verkehrsdaten sind für eine aktuelle Fahrzeitberechnung notwendig, wie sie für private Routingberechnungen per Navigationssystem im Auto bekannt sind. Für die grundsätzliche Bewertung der Erreichbarkeit von Einrichtungen eignen sie sich aber kaum, da die Ergebnisse tagesabhängig variieren können.

Für eine objektive Erreichbarkeitsanalyse sind deshalb Geschwindigkeitsprofile (häufig auch Routentypen genannt) vorzuziehen. Die Algorithmen zur Bestimmung der unterschiedlichen Fahrzeitgeschwindigkeiten (z. B. langsam, durchschnittlich und schnell) sind elementare Angaben zur Festlegung von Geschwindigkeitsprofilen. Entscheidend ist dabei die Aktualisierung der Topographie, Verkehrsinfrastruktur und Verkehrslage. Derartige Navigationsdatenbestände können in der GIS-Software (z. B. Geomarketingsoftware) integriert sein oder müssen selber ausgewählt und definiert werden (z. B. Network Analyst ArcGIS Pro).

Die folgende Tabelle zeigt mögliche Varianzbreiten von Schwellenwerten für Geschwindigkeitsprofile. Dabei können sich die zugrunde gelegten Geschwindigkeitsprofile der Routingdaten je nach Anbieter unterscheiden. Es ist möglich, jedem Straßenabschnitt eine eigene maximale, minimale und/oder durchschnittliche Geschwindigkeit zuzuweisen. Dies kann auf Basis von Realdaten geschehen und auch unterschiedliche Tageszeiten und/oder Wochentage berücksichtigen.

Tabelle 6  
Mögliche Schwellenwerte für Geschwindigkeitsprofile in Kilometern pro Stunde (km/h)

Straßentyp	schnell	durchschnittlich	langsam
Autobahn	100 bis 120	80 bis 100	60 bis 80
Hauptstraßen	70 bis 85	60 bis 75	50 bis 60
Nebenstraßen	30 bis 70	25 bis 60	20 bis 50
innerorts	15 bis 30	15 bis 25	15 bis 20

Quelle: Eigene Zusammenfassung aus TomTom, HERE, OSM 2023

Übliche Unterscheidungen beziehen sich auf außer- sowie innerorts, auf Autobahnen und Haupt- und Nebenstraßen, für die jeweils eine bestimmte Geschwindigkeitsspanne definiert wird. Der gesetzte Schwellenwert richtet sich häufig nach den Geschwindigkeitsbegrenzungen, die für die einzelnen Straßentypen gelten. Dabei ist zu beachten, dass bei jedem Anbieter unterschiedliche Geschwindigkeitsprofile oder mehr Straßentypen zugrunde liegen und damit auch abweichende Ergebnisse auftreten können (s. Tabelle 6).

Neben der festgesetzten Durchschnittsgeschwindigkeit für einzelne Straßentypen gibt es auch Daten, die basierend auf den Erfahrungswerten der jährlichen Verkehrsmuster angepasst werden. Die finale Durchschnittsgeschwindigkeit reflektiert Verkehrsmuster auf bestimmten Straßenabschnitten zu bestimmten Zeiten und an bestimmten Wochentagen. Dabei wird berücksichtigt, ob ein Straßennetz oder ein Straßenabschnitt regelmäßig überlastet ist, zum Beispiel während der Berufsverkehrszeit an einem Montagmorgen oder aufgrund von Wanderbaustellen und wetterbedingten Behinderungen. Angaben zur durchschnittlichen Verkehrsbelastung werden aus Straßenverkehrszählungen zur Kalibrierung und zum Ausbaustand der Straße (mehrspurig, kreuzungsfrei, anbaufrei usw.) berücksichtigt. Damit können sich die berechneten Durchschnittsgeschwindigkeiten jährlich unterscheiden, da sie die aktuellen, realen Verkehrsbedingungen berücksichtigen. Unterschiedliche Geomarketingunternehmen bieten komplette Routingdaten inklusive in Desktop-GIS-Software an.

Zusammenfassend gibt es aufgrund unklarer Vorgaben nicht „das geeignetste Geschwindigkeitsprofil“. So kann zum Beispiel die Durchschnittsgeschwindigkeit unterschiedlich definiert werden. Eine fachgemäße Do-

kumentation sollte die verwendeten Routingdaten nach der Klassifizierung ihrer Geschwindigkeitsprofile anmerken. Gerade unter Berücksichtigung eventueller rechtlicher Vorgaben ist eine Darstellung der Datenquelle von großer Relevanz und kann für mehr Rechtssicherheit sorgen (s. Empfehlungen 6.2).

### ***Restriktionen der Straßentypen und Wegrichtungen***

GIS-Programme ermöglichen weiterhin die Einstellung von Restriktionen der Straßentypen. Dabei kann die Nutzung von Straßen oder Verkehrsmitteln bestimmt werden, die für die Erreichbarkeit befahrbar sein sollen. Einige der Beschränkungen können länder- oder regionspezifisch sein. Beispielsweise ist das Vermeiden von Fähren oder Mautstraßen nicht in jeder Region relevant.

Die in den Daten mitgelieferten Restriktionsattribute bilden die gängigsten Ver- und Gebotssituationen der realen Welt ab. So gibt es zum Beispiel verschiedene Fahrprofile für alle Fahrzeuge, die für die Befahrbarkeit einzelner Straßen sowie für Abbiegevorgänge gleichermaßen gelten. Diese allgemeinen Profile können um spezielle Einschränkungen wie zum Beispiel die Öffnung oder Vermeidung von Fußgängerzonen, Privatstraßen oder Fährverbindungen ergänzt werden. Durch die Optionsauswahl des Fahrzeugtyps (Auto, Wohnwagen, Taxi oder öffentlicher Bus) werden ebenfalls Straßen ein- oder ausgeschlossen.

Zu beachten ist weiterhin, ob im verfügbaren Netzwerk Beschränkungen berücksichtigt werden, wie zum Beispiel Einbahnstraßen, Zufahrts- und Abbiegebeschränkungen. Bei diesen ist die Wahl der Wegrichtung, also ihre Ausrichtung zu den Einrichtungen oder von ihnen weg, von großer Bedeutung, da unter Umständen eine abweichende Strecke verwendet werden muss.

Bei der Nutzung realer Verkehrsdaten kann die Wegrichtung ebenfalls von großer Bedeutung sein, da eine Richtung unter Umständen mehr Stau und längere Fahrtzeiten verzeichnet als die andere. Darüber hinaus können realistische Restriktionen von Einbahnstraßen und Fahrtrichtungswechseln zu längeren Fahrtzeiten führen, die auch davon abhängig sind, ob zu der Einrichtung hin oder von ihr weg geroutet wird.

Die Berücksichtigung der Straßenhierarchien ist vielfach bekannt. Die Frage, ob zum Beispiel eine Autobahn oder Landstraße bevorzugt werden soll, kann zu unterschiedlichen Straßenentfernungen und Fahrtzeitminuten führen. Gerade in ländlichen Gemeinden sind Autobahnauffahrten häufig nicht zeitnah zu erreichen und führen zu verlängerten Fahrtzeiten.

Grundsätzlich liegen Start- und Zielpunkte einer Distanzberechnung in der Regel nicht genau auf den Routingnetzlinien, sondern am Straßenrand, am Ende von Gehwegen, in Fußgängerzonen oder gegebenenfalls sogar auf Feldern. Hierfür ist die Einstellung der Suchtoleranz (sog. Snapping Distance) in einem GIS-System wichtig. Dabei wird bei der Umkreissuche festgelegt, von wo aus geroutet wird. Werden Punkte nicht gefunden, kann keine Distanz berechnet werden. Im besten Fall sollte diese Suchtoleranz deshalb groß genug gewählt werden.

Neben GIS' gibt es auch APIs, die über einen Server in verschiedene Systeme eingebunden werden können. Für eine Routing API sind ebenfalls routingfähige Daten nötig, weshalb sie auch überwiegend kostenpflichtig sind. Für den Einsatz von Routing-APIs sind keine GIS-Anwendungen nötig.

## i

## Zusammenfassende Empfehlung 5 „Analyse Methoden – Routing-Parameter in der guten Praxis“

- Reale Wegdistanzen sind vorzuziehen, da diese genauer als Luftdistanzen sind. Dabei bilden Fahrzeitminuten die Realität besser ab als gefahrene Kilometer.
- Meistens werden durchschnittliche Geschwindigkeiten verlangt. Diese können je nach Daten und GIS-System unterschiedlich umgesetzt werden. Wichtig sind Konsistenz und Erklärbarkeit bei der Wahl der Parameter und Geschwindigkeiten.
- Für die Vergleichbarkeit von Erreichbarkeitsanalysen sollten bestehende Durchschnittsgeschwindigkeiten genutzt werden.
- Sollten Verkehrsinformationen auf Basis von Live-Daten für eine Erreichbarkeitsanalyse verwendet werden, muss dies explizit in der Methodik erläutert werden.
- Bei der Einschränkung der Befahrbarkeit von Straßentypen können je nach Fragestellung unterschiedliche Eingrenzungen sinnvoll sein.
- Routing-APIs können auch von Personen verwendet werden, die keine Fachleute sind.
- Die Verwendung von Einschränkungen der Wegerichtung (Einbahnstraßen) ist realitätsnäher.
- Die Wahl der Parameter ist von der Fragestellung abhängig. Je genauer die Fragestellung, desto einfacher die Umsetzung und Interpretation.

Tabelle 7  
Weiterführende Informationen zu Analysemethoden – Routing-Parameter

Informationen	Links
Routenanalyse ArcGIS Pro	<a href="https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/analysis/networks/route-analysis-layer.htm">https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/analysis/networks/route-analysis-layer.htm</a>
ArcGIS Network Analyst	<a href="https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm">https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm</a>
Routing-API von TomTom	<a href="https://developer.tomtom.com/routing-api/documentation/product-information/introduction">https://developer.tomtom.com/routing-api/documentation/product-information/introduction</a>
Routing-API von Bing Maps	<a href="https://learn.microsoft.com/en-us/bingmaps/rest-services/routes/">https://learn.microsoft.com/en-us/bingmaps/rest-services/routes/</a>

Quelle: Eigene Darstellung

## Grundsatz 6: Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse von Erreichbarkeitsanalysen sollen transparent und nachvollziehbar dargestellt werden. Dies kann in Textform, einer Tabelle, einer Grafik und/oder einer Karte mit Erläuterungen zu Methoden und Datenquellen erfolgen.

### Empfehlung 6.1: Transparente Darstellung der Datenquellen und Analysemethoden

Die Offenlegung der Datenquellen und Analysemethoden ist bedeutsam, um die Ergebnisse bewerten und einschätzen zu können. Eine detaillierte Erläuterung ist daher für die Nachvollziehbarkeit der Analyse empfehlenswert.

Die spezifischen Parameter für Erreichbarkeitsanalysen sind transparent zu machen. Dies betrifft insbesondere die Erläuterung der einzelnen Grundsätze (Raumeinheiten und raumbezogene Sachdaten, Einrichtungen von Leistungserbringern, Start- und Zielpunkte, routingfähige Daten, Analyse Methoden). Das Mindestmaß beinhaltet den Start- und Zielpunkt, das Routingverfahren sowie das Geschwindigkeitsprofil.

### Empfehlung 6.2: Kartographische Darstellungen

Bei der Auswahl und Aufbereitung der darzustellenden Erreichbarkeitsanalyse in einer Karte soll die Leitlinie „Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen (GKPiG)“ (Augustin et al. 2017) angewandt werden.

Neben den grundlegenden Angaben in einer Karte (z. B. Raumeinheiten bzw. Geometrische Datenbasis) sind zusätzlich insbesondere der Start- und Zielpunkt, das Geschwindigkeitsprofil und weitere Parameter des Routingverfahrens in der Legende detailliert anzugeben. Neben einer ausführlichen Dokumentation ist es erforderlich, jede einzelne Ergebnisdarstellung – analog zur eigentlichen Legende einer Karte – mit einer kurzen, stichpunktartigen Legende zur Methodik zu versehen, aus der die wichtigsten Punkte hervorgehen.

## i

### Zusammenfassende Empfehlung 6 „Nachvollziehbare Ergebnisdarstellung in der guten Praxis“

- Hilfestellung bietet Abbildung 1: Bedeutende Arbeitsschritte von Erreichbarkeitsanalysen sowie die Gliederungspunkte dieser Guten Praxis Erreichbarkeitsanalysen in Gesundheitswesen (GPEG):
  - Welche Raumeinheiten und Sachdaten werden verwendet?
  - Welche Leistungserbringer werden verwendet?
  - Was ist mein Start- und Zielpunkt?
  - Welches Verkehrsmittel und Routingparameter werden genutzt?

#### Weiterführende Informationen zur Ergebnisdarstellung:

- Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen (GKPiG)  
<https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/52071>

## Literaturverzeichnis

Ärzteblatt, 2020: Plädoyers für Neuausrichtung der Krankenhausplanung. 08. September 2020, Zugriff: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/116334/Plaedoyers-fuer-Neuausrichtung-der-Krankenhausplanung> [abgerufen am 12.06.2023].

Augustin, J.; Kistemann, T.; Koller, D.; Lentz, S.; Maier, W.; Moser, J.; Schweikart, J. (Hrsg.), 2017: Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen (GKPiG). Forum IfL 32. Zugriff: <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/52071> [abgerufen am 12.06.2023].

Augustin, H.; Rosol, M., 2023: Beiträge kommunaler Planung für mehr Ernährungssicherheit in deutschen Städten. Standort. Zugang: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00548-023-00840-7> [abgerufen am 30.06.2023].

Barrington-Leigh, C.; Millard-Ball, A., 2017: The world's user-generated road map is more than 80 % complete. PLoS ONE, 12. Jg. (8). Zugriff: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180698> [abgerufen am 12.06.2023].

BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), 2019: Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2016 und 2017. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe „Mensch und Sicherheit“, Heft M 290. Bergisch Gladbach.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2023: Mobil in ländlichen Räumen – Erfolgsfaktor Kooperation. BBSR-Berichte KOMPAKT 02/2023. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/berichte-kompakt/2023-2027/bk-2023-02.html> [abgerufen am 29.06.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2022a: Räumliche Effekte reaktiver Schienenverkehr im ländlichen Räumen. BBSR-Online-Publikation 27/2022. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-27-2022.html;jsessionid=F18D1C2FD-041FC97F781C0798C18C589.live21303> [abgerufen am 29.06.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2022b: Nachhaltige Mobilität in Stadt und Region mit Interreg B. Fördermöglichkeiten der transnationalen Zusammenarbeit 2021–2027 für den Bereich Verkehr und Mobilität. Bonn. Zugriff: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2022/interreg-nachhaltige-mobilitaet-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2022/interreg-nachhaltige-mobilitaet-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2) [abgerufen am 29.06.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2021: Raumordnungsbericht 2021. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/rob-2021.html> [abgerufen am 12.06.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2020: Schlaganfall, Herzinfarkt, schwerer Unfall – Wege zu optimaler Versorgung unterschiedlich lang. Presseinformation vom 29.07.2020. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/presse/presseinformationen/2020/2020-krankenhaeuser.html> [abgerufen am 12.06.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2019: Methodische Weiterentwicklungen der Erreichbarkeitsanalysen des BBSR. BBSR-Online-Publikation 09/2019. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-09-2019.html> [abgerufen am 12.06.2023].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2018: Angebotsqualitäten und Erreichbarkeiten im öffentlichen Verkehr. BBSR-Analysen KOMPAKT 08/2018: Zugriff: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2018/ak-08-2018-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2018/ak-08-2018-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1) [abgerufen am 12.06.2023].

Butsch, C., 2011: Zugang zu Gesundheitsdienstleistungen. Barrieren und Anreize in Pune, Indien. Stuttgart.

Brussel, M.; Zuidgeest, M.; Pfeffer, K.; van Maarseveen, M., 2019: Access or Accessibility? A Critique of the Urban Transport SDG Indicator. ISPRS – International Journal of Geo-Information, 8. Jg. (2): 67. Zugriff: <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/2/67> [abgerufen am 30.06.2023].

BMWi – Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 2020: Verfügbarkeit von Infrastruktureinrichtungen in Deutschland – Infrastrukturatlas zu Fahrzeiten und lokalen Knappheiten, Zugriff: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/infrastrukturatlas-deutschland.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/infrastrukturatlas-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=1) [abgerufen am 27.06.2023].

BMWSB – Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen; BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft; BMFSFJ – Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend; BMI – Bundesministerium des Innern und für Heimat: Der Deutschlandatlas. Zugriff: [https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Service/Deutschland-neu-vermessen/\\_node.html](https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Service/Deutschland-neu-vermessen/_node.html) [abgerufen am 12.06.2023].

Chowdhury, S.; Zhai, K.; Khan, A., 2016: The Effects of Access and Accessibility on Public Transport Users' Attitudes. Journal of Public Transportation, 19. Jg. (1): 97–113. Zugriff: <https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1459&context=jpt> [abgerufen am 30.06.2023].

DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2020: Onlineportal „Wissenschaftliche Integrität“. Zugriff: <https://wissenschaftliche-integritaet.de/> [abgerufen am 12.06.2023].

DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2019: Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. Kodex. Zugriff: [https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche\\_rahmenbedingungen/gute\\_wissenschaftliche\\_praxis/kodex\\_gwp.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche_rahmenbedingungen/gute_wissenschaftliche_praxis/kodex_gwp.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

EbM-Netzwerk – Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V. (Hrsg.), 2016: Gute Praxis Gesundheitsinformation. Ein Positionspapier des Deutschen Netzwerks Evidenzbasierte Medizin e.V. Zugriff: [https://www.ebm-netzwerk.de/de/medien/pdf/gpgi\\_2\\_20160721.pdf](https://www.ebm-netzwerk.de/de/medien/pdf/gpgi_2_20160721.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

Forgro, N.; Krügel, T., 2010: Der Personenbezug von Geodaten. Cui bono, wenn alles bestimmbar ist? Multimedia und Recht: Zeitschrift für Informations-, Telekommunikations- und Medienrecht, 01/2010: 17–23.

G-BA – Gemeinsamer Bundesausschusses (Hrsg.), 2023: Richtlinie des Gemeinsames Bundesausschusses über die Bedarfsplanung sowie die Maßstäbe zur Feststellung von Überversorgung und Unterversorgung in der vertragsärztlichen Versorgung. Zugriff: [https://www.g-ba.de/downloads/62-492-3160/BPL-RL\\_2023-03-16\\_iK-2023-06-03.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/62-492-3160/BPL-RL_2023-03-16_iK-2023-06-03.pdf) [abgerufen am 27.06.2023].

G-BA – Gemeinsamer Bundesausschusses (Hrsg.), 2020: Sicherstellungszuschläge-Regelungen. Regelungen des Gemeinsamen Bundesausschusses für die Vereinbarung von Sicherstellungszuschlägen gemäß § 136c Absatz 3 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch (SGB V). Sicherstellungszuschläge-Regelungen. Zugriff: [https://www.g-ba.de/downloads/62-492-2312/SiRe-RL\\_2020-10-01\\_iK\\_2020-12-09.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/62-492-2312/SiRe-RL_2020-10-01_iK_2020-12-09.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

G-BA – Gemeinsamer Bundesausschusses (Hrsg.), 2018: Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Abnahme des Endberichts „Gutachten zur Weiterentwicklung der Bedarfsplanung i.S.d. §§ 99 ff. SGB V zur Sicherung der vertragsärztlichen Versorgung“. Zugriff: [https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3493/2018-09-20\\_Endbericht-Gutachten-Weiterentwicklung-Bedarfsplanung.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3493/2018-09-20_Endbericht-Gutachten-Weiterentwicklung-Bedarfsplanung.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

GKV-Spitzenverband – Spitzenverband Bund der Krankenkassen (Hrsg.), 2017: GKV Kliniksimulator: Zugriff: <https://www.gkv-kliniksimulator.de/> [abgerufen am 12.06.2023].

Grohmann, J., 2018: Erreichbarkeitsanalysen in der medizinischen Versorgung liegen im Trend. Jahrestagung, 10. Humboldtsteiner Tage des Arbeitskreises für Medizinische Geographie und Geographischen Gesundheitsforschung am 27. bis 29. September 2018 in Remagen bei Bonn. Zugriff: [https://wp.med-geo.de/wp-content/uploads/2019/01/JT2018\\_Ereichbarkeitsanalysen\\_Grohmann.pdf](https://wp.med-geo.de/wp-content/uploads/2019/01/JT2018_Ereichbarkeitsanalysen_Grohmann.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

Grohmann, J., 2010: Das Krankenhaus – Kern regionaler Gesundheitscluster. Eine GIS-gestützte Analyse zu Clustervermutungen in Deutschland. Baden-Baden.

Hoffmann, W.; Latza, U.; Neeltje van den Berg, 2018: Leitlinien und Empfehlungen zur Sicherung von Guter Epidemiologischer Praxis (GEP). Langversion. Zugriff: [https://www.dgepi.de/assets/Leitlinien-und-Empfehlungen/Leitlinien\\_fuer\\_Gute\\_Epidemiologische\\_Praxis\\_GEP\\_vom\\_September\\_2018.pdf](https://www.dgepi.de/assets/Leitlinien-und-Empfehlungen/Leitlinien_fuer_Gute_Epidemiologische_Praxis_GEP_vom_September_2018.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

Kamalasudhan A.; Titheridge, H.; Mackett, R., 2010: Mapping accessibility differences for the whole journey and for socially excluded groups of people, *Journal of Maps*, 6. Jg. (1): 220–229.

Lackmann, G.; Pütz, T., 2020: Erreichbarkeit von Akutkrankenhäusern für ausgewählte Indikationen. *IzR – Informationen zur Raumentwicklung*, 47. Jg. (1).

Loidl, M.; Krampe, S.; Zagel, B.; Pucher, G., 2014: Aufbereitung von OpenStreetMap-Daten für GIS-Modellierungen und Analysen. In: Strobel, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G., (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2014*. Beiträge zum 26. AGIT-Symposium Salzburg. Heidelberg: 505–514.

Loos, S.; Albrecht, M.; Zich, K., 2019: Zukunftsfähige Krankenhausversorgung. Simulation und Analyse einer Neustrukturierung der Krankenhausversorgung am Beispiel einer Versorgungsregion in Nordrhein-Westfalen. Zugriff: [http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV\\_Bericht\\_KH-Landschaft\\_final.pdf](http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV_Bericht_KH-Landschaft_final.pdf) [abgerufen am 12.06.2023].

March, S.; Andrich, S.; Drepper, J.; Horenkamp-Sonntag, D.; Icks, A.; Ihle, P.; Kieschke, J.; Kollhorst, B.; Maier, B.; Meyer, I.; Müller, G.; Ohlmeier, C.; Peschke, D.; Richter, A.; Rosenbusch, M.-L.; Scholten, N.; Stallmann, C.; Swart, E.; Wobbe-Ribinski, S.; Wolter, A.; Zeidler, J.; Hoffmann, F., 2019: Gute Praxis Datenlinkage (GPD). *Gesundheitswesen*, 81. Jg. (8/9): 636–650.

Müller, A., 2017: Scrambling for access: availability, accessibility, acceptability and quality of healthcare for lesbian, gay, bisexual and transgender people in South Africa. *BMC Int Health Hum Rights*, 17. Jg. (1): 16.

Neis, P.; Zielstra, D.; Zipf, A., 2012: The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011. In: *Future Internet*, 4. Jg. (1): 1–21.

Saameli, R.; Kalubi, D.; Herringer, M.; Sutton, T.; Roodenbeke, E., 2018: Healthsites.io: The Global Healthsites Mapping Project. In: Hostettler, S.; Najih Besson, S.; Bolay, J.-C. (Hrsg.): *Technologies for Development. From Innovation to Social Impact*: 53–59.

Scheepers, C. E.; Wendel-Vos, G. C. W.; van Kempen, E. E. M. M.; de Hollander, E. L.; van Wijnen, H. J. J.; Maas, J.; den Hertog, F. R. J.; Staatsen, B. A. M.; Stipdonk, H. L.; Int Panis, L. L. R.; Wesemael, P. J. V.; van, Schuit, A. J., 2016: Perceived accessibility is an important factor in transport choice – Results from the AVENUE project. *Journal of Transport & Health*, 3. Jg. (1): 96–106.

Starke, D.; Tempel, G.; Butler, J.; Starker, A.; Zühlke, C.; Borrmann, B., 2019: Gute Praxis Gesundheitsberichterstattung – Leitlinien und Empfehlungen 2.0. *Journal of Health Monitoring*, 4. Jg. (Special Issue 1).

Swart, E.; Gothe, H.; Geyer, S.; Jaunzeme, J.; Maier, B.; Grobe, T. G.; Ihle, P., 2015: Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS): Leitlinien und Empfehlungen. *Gesundheitswesen* 77. Jg. (2): 120–126.

Titheridge, H.; Oviedo, D.; Achuthan K.; Mackett, R., 2013: Making accessibility better for older people. 13th WCTR – World Conference on Transport Research. Rio de Janeiro. Zugang: [https://www.researchgate.net/publication/270887349\\_Making\\_accessibility\\_better\\_for\\_older\\_people](https://www.researchgate.net/publication/270887349_Making_accessibility_better_for_older_people) [abgerufen am 30.06.2023].

Voigtländer, S.; Deiters, T., 2015: Mindeststandards für die räumliche Erreichbarkeit hausärztlicher Versorgung: Ein systematischer Review. *Gesundheitswesen*, 77. Jg. (12): 949–957.

Völker, S.; Kempchen, J.; Hering, R., 2021: Methodik zur Berechnung von korrigierten bevölkerungsgewichteten Schwerpunkten (KobS) für kleinräumige Routinganalysen im Gesundheitswesen am Beispiel von Postleitzahlgebieten. *Versorgungsatlas-Bericht*, 21. Jg. (2): 1–13.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei Markus Burgdorf, Dr. Ulrike Dapp, Martin Thißen, Theresa Petzold, Thomas Pütz für die kritische Durchsicht des Erstentwurfs und die konstruktiven Anmerkungen für das Lektorat der GPEG.