

# Biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässerrufern und in Auen

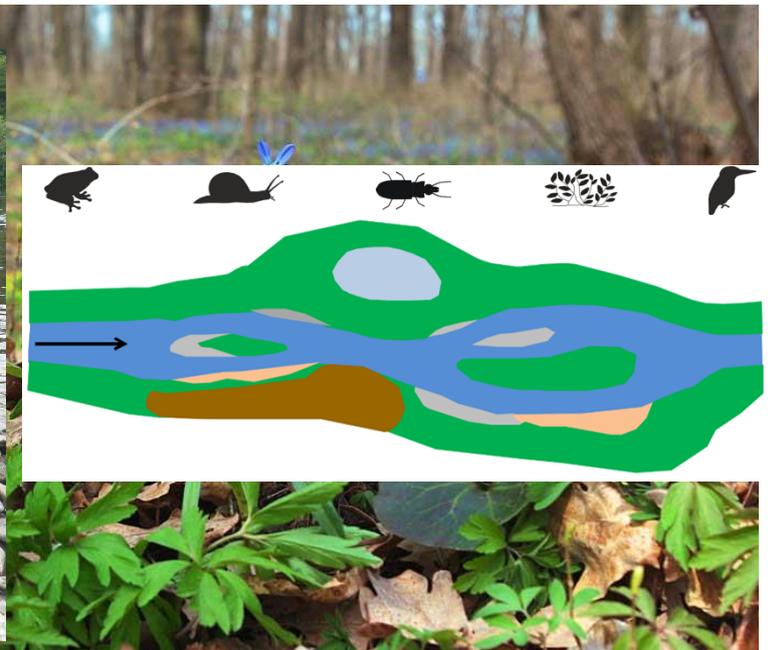
Typologische Grundlagen und Bewertungsverfahren

Kathrin Januschke, Daniel Hering, Barbara Stammel,  
Stefan Brunzel, Mathias Scholz, Andrea Rumm,  
Julia Sattler, Christine Fischer-Bedtke,  
Alexandra Makiej und Francis Foeckler

BfN-Schriften

655

2023





Bundesamt für  
Naturschutz

# **Biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässerufern und in Auen**

## **Typologische Grundlagen und Bewertungsverfahren**

Kathrin Januschke, Daniel Hering, Barbara Stammel,  
Stefan Brunzel, Mathias Scholz, Andrea Rumm,  
Julia Sattler, Christine Fischer-Bedtke,  
Alexandra Makiej und Francis Foeckler



## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>9</b>
<b>Anhangsverzeichnis</b> .....	<b>11</b>
<b>Glossar und Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>14</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>16</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>18</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>19</b>
<b>2 Grundlagen und Vorgehensweise</b> .....	<b>22</b>
2.1 Leitbilder zur Habitatausstattung .....	23
2.1.1 Auenschlüsselhabitats .....	25
2.1.2 Steckbriefe der deutschen Auenabschnittstypen.....	36
2.2 Ermittlung von Indikatorarten und Kenngrößen .....	36
2.2.1 Auenabschnittstypspezifische Arten.....	38
2.2.2 Arten mit einer starken Auenbindung .....	51
2.2.3 Nach der Roten Liste Deutschlands gefährdete Arten .....	52
2.2.4 Nach Bundesartenschutzverordnung geschützte Arten.....	52
2.2.5 Arten der Europäischen FFH- und Vogelschutzrichtlinie (Natura 2000).....	52
2.2.6 Stromtalarten .....	53
2.2.7 Test der Kenngrößen mit bestehenden Daten .....	53
<b>3 Verfahrensempfehlung zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen</b> .....	<b>57</b>
3.1 Ablauf der Erfolgskontrolle und Bewertungsmöglichkeiten.....	57
3.2 Anwendungsbereich und Untersuchungsdesign .....	58
3.3 Bewertung der Habitatausstattung .....	60
3.3.1 Grundprinzip und Datengrundlagen .....	60
3.3.2 Berechnung der Habitatausstattung.....	60
3.4 Biozönotische Erfolgskontrolle mit Kenngrößen .....	65
3.4.1 Grundprinzip und Datengrundlagen .....	65
3.4.2 Berechnung von Kenngrößen.....	66
<b>4 Anwendung der biozönotischen Erfolgskontrolle am Beispiel der renaturierten Ruhr bei Arnsberg (NRW)</b> .....	<b>71</b>
4.1 Übersicht über das Anwendungsbeispiel.....	71
4.1.1 Untersuchungsabschnitte und Erfassungshintergrund .....	71
4.1.2 Erfassungsmethoden.....	72
4.2 Ergebnisse zur Habitatausstattung .....	74

4.3	Ergebnisse zur biozönotischen Erfolgskontrolle mit Kenngrößen .....	75
4.3.1	Gefäßpflanzen .....	75
4.3.2	Laufkäfer .....	78
4.3.3	Vögel.....	80
4.4	Gesamtinterpretation der Ergebnisse des Anwendungsbeispiels.....	82
<b>5</b>	<b>Empfehlungen für standardisierte Erfassungsmethoden.....</b>	<b>83</b>
5.1	Auswahl des Untersuchungsdesigns .....	84
5.2	Festlegen des räumlichen Untersuchungsrahmens.....	85
5.3	Erfassung von Habitaten .....	85
5.4	Auswahl der Artengruppen .....	87
5.5	Auswahl von Transekten für die Erfassung von Artengruppen .....	88
5.6	Erfassungen der Artengruppen entlang der Transekte .....	89
5.6.1	Amphibien .....	89
5.6.2	Gefäßpflanzen .....	89
5.6.3	Land-und Wassermollusken.....	90
5.6.4	Laufkäfer .....	91
5.6.5	Vögel.....	92
<b>6</b>	<b>Digitaler Workshop zur Anwendung der biozönotischen Erfolgskontrolle .....</b>	<b>94</b>
6.1	Hintergrund und Inhalte des Workshops.....	94
6.2	Ergebnisse des Workshops .....	94
6.2.1	Fragen zum Testrechnen und zur Anwendung der Erfolgskontrolle .....	94
6.2.2	Fragen zur Habitatausstattung und zu den Kenngrößen.....	96
6.2.3	Fragen zu den Erfassungsmethoden.....	98
6.3	Zusammenfassung der Ergebnisse des digitalen Workshops.....	99
<b>7</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>101</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>103</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>104</b>
<b>A</b>	<b>Anhang A: Gefäßpflanzen .....</b>	<b>113</b>
<b>B</b>	<b>Anhang B: Mollusken .....</b>	<b>122</b>
B.1	Erläuterung zur Zuordnung von Arten zu Auenschlüsselhabitaten bei den Land- und Wassermollusken .....	122
<b>C</b>	<b>Anhang C: Biozönotische Steckbriefe zu den 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen .....</b>	<b>127</b>
C.1	Übersichtskarte der Fluss- und Stromauenabschnittstypen Deutschlands (verändert nach Koenzen (2005) .....	127
C.2	Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch): FAT 1.....	128

---

C.3	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch): FAT 2.....	132
C.4	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies): FAT 3 ..	136
C.5	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies): FAT 4.....	140
C.6	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Kies): FAT 5 .....	144
C.7	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Sand-Kies): FAT 6.....	148
C.8	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Kies und Kies-Schotter): FAT 7 .....	152
C.9	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Sand, Sand-Kies und Kies): FAT 8.....	156
C.10	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter): FAT 9 .....	160
C.11	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter): FAT 10.....	164
C.12	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Kies-Schotter und Schotter): FAT 11 .....	168
C.13	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Block-Schotter): FAT 12 .....	172
C.14	Gefällearme Stromaue (teilmineralisch-organisch) mit Winterhochwasser: SAT 1.....	176
C.15	Gefällearme Stromaue (Sand, Sand-Kies) mit Winterhochwasser: SAT 2 .....	180
C.16	Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommer- und Winterhochwasser: SAT 3 .....	184
C.17	Gefällearme Stromaue (Kies-Schotter) mit Sommer- und Winterhochwasser: SAT 4.....	188
C.18	Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommerhochwasser: SAT 5.....	192
C.19	Gefällereiche Stromaue (Schotter) mit Sommerhochwasser: SAT 6 .....	196

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Übersicht über die Inhalte der Verfahrensempfehlung zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen.....	23
Abb. 2:	Karte der bundesweit beschriebenen Fluss- und Stromauenabschnittstypen (verändert nach Koenzen 2005) .....	24
Abb. 3:	Auenschlüsselhabitats A1 bis A11 als Grundlage für die biozönotische Bewertung .....	27
Abb. 4:	Übersicht über Aufbau und Inhalte eines Steckbriefes für Auenabschnittstypen.....	36
Abb. 5:	Grundschemata zur Ableitung von Indikatorarten bestehend aus vier Arbeitsschritten (verändert nach Januschke et al. 2018) .....	38
Abb. 6:	Anzahl der durch die Habitatzuordnung und Regionalisierung (Arbeitsschritte 1 bis 3) ermittelten Indikatorarten pro Auenschlüsselhabitat aggregiert über alle Auenabschnittstypen für die Artengruppen Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel .....	40
Abb. 7:	Arbeitsschritte einer biozönotischen Erfolgskontrolle mit bestehenden Daten. ....	58
Abb. 8:	Schematische Darstellung der morphologischen Aue mit den Teileinheiten Fluss, rezente Aue und Altaue (aus Koenzen et al. 2020). ....	58
Abb. 9:	Übersicht über die verschiedenen Untersuchungsdesigns nach Pottgiesser et al. (2020).....	59
Abb. 10:	Übersicht über das Tabellenblatt „Berechnung“ und exemplarisch für den Arbeitsschritt 1 eingegebene, für die Berechnung notwendige Daten in den rot unterlegten Feldern .....	62
Abb. 11:	Übersicht über das Tabellenblatt "Habitatgewichte" und exemplarische Auswahl eines Auenabschnittstyps für das Kopieren der Habitatgewichte. ....	62
Abb. 12:	Übersicht über das Tabellenblatt "Berechnung" und exemplarisches Einfügen der kopierten Habitatgewichte. ....	63
Abb. 13:	Automatisierte Grafiken, die die a) qualitative und b) quantitative Habitatzusammensetzung der beiden Untersuchungsabschnitte darstellen. Legende: unterstrichene Auenschlüsselhabitats sind prägend für den Auenabschnittstyp.....	63
Abb. 14:	Tabellenblatt "Ergebnisübersicht" mit den Ergebnissen der Bewertung der Habitatausstattung für jeden Untersuchungsabschnitt und der Differenz zwischen beiden Abschnitten für die Erfolgskontrolle. ....	64
Abb. 15:	Standardisierte, automatisch generierte Grafik mit den Ergebnissen zur qualitativen und quantitativen Habitatausstattung.....	64
Abb. 16:	Bewertungsschema für die biozönotische Erfolgskontrolle mit Hilfe von Kenngrößen .....	65

Abb. 17:	Tabellenblatt "Berechnung" mit exemplarisch eingegebenen Erfassungsergebnissen für die Artengruppe Gefäßpflanzen in den rot unterlegten Zellen (Eingabefeldern). .....	67
Abb. 18:	Auswahl des Auenabschnittstyps (AAT) über den AAT-Code in den Tabellenblättern "K1", "K2", "Z2" und "Z3". .....	68
Abb. 19:	Gelb unterlegte Kenngrößen-Zellen im Tabellenblatt "Berechnung" (Tabellenblatt-Ausschnitt), für die die hinterlegten Formeln (sogenannte S-Verweise) im nächsten Schritt angepasst werden müssen. ....	68
Abb. 20:	Automatisierte Berechnung im unteren Bereich der Tabelle in den grün unterlegten Feldern.....	69
Abb. 21:	Automatisierte Darstellung aller Kenngrößen-Ergebnisse in Tabellenform im Tabellenblatt "Ergebnisübersicht". .....	69
Abb. 22:	Automatisierte Darstellung der Ergebnisse der Untersuchungsabschnitte für die Artengruppe Gefäßpflanzen als Grafik. ....	70
Abb. 23:	Lage des Untersuchungsgebietes an der Ruhr in Nordrhein-Westfalen (a) und in Arnsberg (b).....	71
Abb. 24:	Fotos der untersuchten Ruhrabschnitte: a) degradiertes Abschnitt nr (Foto aus dem Jahr 2020), b) -d) renaturierter Abschnitt re3 .....	72
Abb. 25:	Ergebnisgrafik zur qualitativen (a) und quantitativen (b) Habitatzusammensetzung des degradierten (Ruhr_nr_2013) und renaturierten (Ruhr_re3_2013) Untersuchungsabschnitts im Jahr 2013.....	74
Abb. 26:	Ergebnisgrafik zur qualitativen und quantitativen Bewertung der Habitatausstattung für die beiden untersuchten Abschnitte an der Ruhr im Jahr 2013 .....	75
Abb. 27:	Ergebnisgrafik der Kenngrößen-Berechnung für die Gefäßpflanzen an einem degradierten (Ruhr_nr_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr_re3_2013) der Ruhr im Jahr 2013.....	77
Abb. 28:	Beispiele für zwei Pflanzenarten, die als Indikatorarten von der Renaturierung an der Ruhr besonders profitiert haben .....	77
Abb. 29:	Ergebnisgrafik der Kenngrößen-Berechnung für die Laufkäfer an einem degradierten (Ruhr_nr_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr_re3_2013) der Ruhr im Jahr 2013.....	79
Abb. 30:	Beispiele für zwei Laufkäferarten, die als Indikatorarten und Uferspezialisten von der Renaturierung an der Ruhr besonders profitiert haben.....	79
Abb. 31:	Ergebnisgrafik der Kenngrößen-Berechnung für die Vögel an einem degradierten (Ruhr_nr_2020) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr_re3_2020) der Ruhr im Jahr 2020.....	81
Abb. 32:	Beispiele für zwei Vogelarten, die als Indikatorarten von der Renaturierung an der Ruhr besonders profitiert haben .....	81
Abb. 33:	Ablauf und Arbeitsschritte einer standardisierten biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Ufern und in Auen .....	84

Abb. 34:	Feldprotokoll für die Neuerfassung von Habitaten für die Erfolgskontrolle der Habitatausstattung.....	87
Abb. 35:	Übersicht über die Lage von Transekten am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts.....	88
Abb. 36:	Untersuchungsdesign für die Amphibien.....	89
Abb. 37:	Untersuchungsdesign für die Gefäßpflanzen.....	90
Abb. 38:	Untersuchungsdesign für die Land- und Wassermollusken.....	91
Abb. 39:	Untersuchungsdesign für die Laufkäfer .....	92
Abb. 40:	Untersuchungsdesign für die Vögel .....	93
Abb. 41:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage für den Test der Excel-Vorlagen für die Berechnung der Kenngrößen .....	95
Abb. 42:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zur zukünftigen Nutzung des Verfahrens....	95
Abb. 43:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu einem zukünftig möglichen Online-Tool zur Berechnung der Bewertungsergebnisse .....	96
Abb. 44:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu der subjektiv eingeschätzten Bedeutung der Kenngrößen für die Erfolgskontrolle .....	96
Abb. 45:	Ergebnis der offenen Mentimeter-Umfrage in Form einer Word-Cloud zu weiteren wichtigen Kenngrößen, die zukünftig im Verfahren ergänzt werden sollten.....	97
Abb. 46:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu der subjektiv eingeschätzten Bedeutung der für das Verfahren ausgewählten Artengruppen .....	98
Abb. 47:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zur zukünftigen Nutzung von standardisierten Erfassungsmethoden .....	98
Abb. 48:	Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu einer zukünftig angedachten Anbindung an das bestehende LAWA-Verfahren zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen (Pottgiesser et al., 2020).....	99

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht über die bundesweit von Koenzen (2005) beschriebenen 18 Flussauenabschnittstypen (FAT) und Stromauenabschnittstypen (SAT).....	25
Tab. 2:	Beschreibung der Auenschlüsselhabitats (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017)) sowie Verknüpfung zu den Biotoptypen nach Finck et al. (2017).....	28
Tab. 3:	Zuordnung der FFH-Lebensraumtypen zu den Auenschlüsselhabitats, die nach DRL (2009) und Scholz et al. (2012) eine Auenbindung besitzen.....	33
Tab. 4:	Vorkommen und Häufigkeit von Auenschlüsselhabitats in den 18 Fluss- und Stromauenabschnittstypen .....	34
Tab. 5:	Vorkommen und Häufigkeit von Substraten des Auenschlüsselhabitats „Vegetationsarme und -freie Uferzonen“ in den 18 Fluss- und Stromauenabschnittstypen .....	35
Tab. 6:	Übersicht über die Kenngrößen für die biozönotische Erfolgskontrolle .....	37
Tab. 7:	Übersicht über die bundesweite Artenzahl und die Anzahl Indikatorarten für die obligate Kenngröße K1 – Auenabschnittstypspezifische (AAT-spezifische) Arten .....	41
Tab. 8:	Zuordnung heimischer Amphibien zu den Auenschlüsselhabitats auf Grundlage von Günther (1996), Neubeck (2014), Große et al. (2015) und Expertenwissen von Klaus Henle und Annegret Grimm-Seyfarth .....	43
Tab. 9:	Zuordnung auenrelevanter Molluskenhabitats zu den Auenschlüsselhabitats als Grundlage für die Filterung der Indikatorartenlisten.....	46
Tab. 10:	Zuordnung der Großnaturräume nach GAC (2009) zu den Fluss- und Stromauenabschnittstypen nach Koenzen (2005). .....	48
Tab. 11:	Zuordnung der auenrelevanten Lebensraumtypen nach GAC (2009) zu den festgelegten Auenschlüsselhabitats; UB = Uferbank.....	49
Tab. 12:	Auenschlüsselhabitats und zugeordnete, für Vögel definierte Lebensräume auf Ebene der Haupt- und Untereinheiten nach Flade (1994). .....	51
Tab. 13:	Definitionen zur Einstufung der Arten mit starker Auenbindung getrennt nach Artengruppen und zugrundeliegende Literatur. ....	52
Tab. 14:	Übersicht über die getesteten Kenngrößen und deren Eignung für eine Erfolgskontrolle .....	54
Tab. 15:	Übersicht über die getesteten Datensätze (graue Felder) zur Auswahl der Kenngrößen unter Angabe des Analyseansatzes, der Artengruppen und des Bewertungsaspekts. ....	55
Tab. 16:	Ergebnistabelle zur qualitativen und quantitativen Bewertung der Habitatausstattung für die beiden untersuchten Abschnitte an der Ruhr im Jahr 2013, die im Zuge der Berechnung mit der Excel-Vorlage automatisiert erstellt wird .....	75

Tab. 17:	Ergebnistabelle der Kenngrößen-Berechnung und der Veränderung dieser für die Gefäßpflanzen an einem degradierten (Ruhr_nr_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr_re3_2013) der Ruhr im Jahr 2013. ....	76
Tab. 18:	Ergebnistabelle der Kenngrößen-Berechnung und der Veränderung dieser für die Laufkäfer an einem degradierten (Ruhr_nr_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr_re3_2013) der Ruhr im Jahr 2013. ....	78
Tab. 19:	Ergebnistabelle der Kenngrößen-Berechnung und der Veränderung dieser für die Vögel an einem degradierten (Ruhr_nr_2020) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr_re3_2020) der Ruhr im Jahr 2020. ....	80
Tab. 20:	Exemplarische Verteilung von Teilproben auf die in einem Abschnitt vorhandenen Habitate (grau unterlegt) für die Erfassung von Land- und Wassermollusken. ....	90

## Anhangsverzeichnis

### A Gefäßpflanzen

Tab. A 1:	Zuordnung von pflanzensoziologischen Einheiten (Oberdorfer in Ellenberg et al. 1991) bis Unterverbandsebene zu den Auenschlüsselhabitaten A 1 bis A11.....	113
Tab. A 2:	Zuordnung von Biotoptypen (Haeupler & Muer, 2000, auf der Grundlage von Oberdorfer) unter Angabe des in der Datenbank BioFlor angegeben Codes zu den Aueschlüsselhabitaten (ASH) A1 bis A11.....	115
Tab. A 3:	Auenuntypische Soziologien (Oberdorfer in Ellenberg et al., 1991), die zum Ausschluss einer Art der Referenzliste für FFH-LRTs (BfN & BLAK 2017a) als Indikator für Auenschlüsselhabitats führen. ....	121

### B Mollusken

Tab. B 1:	Beschreibung der Einstufung der Affinität der Molluskenarten und der Zuordnung zu Auenschlüsselhabitaten. ....	123
Tab. B 2:	Vorhandene und verwendete Datengrundlage des jeweiligen Auenabschnittstyps für die Regionalisierung der Molluskenarten.....	124
Tab. B 3:	Erklärung der Länderkürzel und Quellenangabe der verwendeten Roten Listen für die Regionalisierung der Molluskenindikatorarten.....	125

### C Biozönotische Steckbriefe zu den 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen

Abb. C.1:	Geographische Lage der organisch geprägten Auen sehr gefällearmer Flüsse des Flach- und Hügellandes mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach KOENZEN 2005) .....	128
Abb. C.2:	Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	129
Abb. C.3:	Geographische Lage der Auen gefällearmer Flüsse des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	132
Abb. C.4:	Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	133
Abb. C.5:	Geographische Lage der Auen gefällearmer Flüsse des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand/Kies) Fmit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	136
Abb. C.6:	Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	137
Abb. C.7:	Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand/Kies) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	140
Abb. C.8:	Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	141
Abb. C.9:	Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Flach- und Hügellandes (Kies) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	144
Abb. C.10:	Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	145

Abb. C.11: Geographische Lage der Auen gefälleärmer Flüsse des Deckgebirges (Sand-Kies) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005).....	148
Abb. C.12: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	149
Abb. C.13: Geographische Lage der Auen gefälleärmer Flüsse des Deckgebirges (Kies und Kies-Schotter) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	152
Abb. C.14: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	153
Abb. C.15: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Deckgebirges (Sand, Sand-Kies und Kies) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005).....	156
Abb. C.16: Formenschatz von Gewässer und Aue für die gefällereiche sandgeprägte Flussaue des Deckgebirges mit Winterhoch-wassern nach Koenzen (2005). Die gefällereiche kies-sand-geprägte Flussaue des Deckgebirges unterscheidet sich im Hinblick auf den Formenschatz nicht. ....	157
Abb. C.17: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flussauen des Deckgebirges (Kies-Schotter) .....	160
Abb. C.18: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	161
Abb. C.19: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Grundgebirges (Schotter) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	164
Abb. C.20: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	165
Abb. C.21: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse der Alpen/Voralpen (Kies-Schotter und Schotter) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005).....	168
Abb. C.22: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	169
Abb. C.23: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse der Alpen/Voralpen (Block-Schotter) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	172
Abb. C.24: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	173
Abb. C.25: Geographische Lage der Auen gefälleärmer Ströme mit Winterhochwasser (teilmineralisch-organisch) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005).....	176
Abb. C.26: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	177
Abb. C.27: Geographische Lage der Auen gefälleärmer Ströme mit Winterhochwasser (Sand, Sand-Kies) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	180
Abb. C.28: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	181
Abb. C.29: Geographische Lage der Auen gefälleärmer Ströme mit Sommer- und Winterhochwasser (Kies) mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005).....	184
Abb. C.30: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	185
Abb. C.31: Geographische Lage der kie-schotter-geprägten Auen gefälleärmer Ströme mit Sommer- und Winterhochwasser mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	188
Abb. C.32: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).....	189

Abb. C.33: Geographische Lage der kiesgeprägten Auen gefälleärmer Ströme mit Sommerhochwasser mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	192
Abb. C.34: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	193
Abb. C.35: Geographische Lage der Auen gefällereicher Ströme (Schotter) mit Sommerhochwasser mit EZG > 1000 km <sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005) .....	196
Abb. C.36: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005) .....	197

**Digitale Anhänge als Download unter DOI 10.19217/skr655 verfügbar.**

**Anhang 1: Habitatausstattung**

- 1a: Erläuterungen zur Erfolgskontrolle der Habitatausstattung
- 1b: Excel-Vorlage für die Berechnung und Bewertung der Habitatausstattung
- 1c: Feldprotokoll für die Erfassung der Habitatausstattung

**Anhang 2: Kenngrößen**

- 2a: Erläuterungen zur Erfolgskontrolle mit biologischen Kenngrößen
- 2b: Excel-Vorlage für die Berechnung der Kenngrößen für Amphibien
- 2c: Excel-Vorlage für die Berechnung der Kenngrößen für Gefäßpflanzen
- 2d: Excel-Vorlage für die Berechnung der Kenngrößen für Land-/Wassermollusken
- 2e: Excel-Vorlage für die Berechnung der Kenngrößen für Laufkäfer
- 2f: Excel-Vorlage für die Berechnung der Kenngrößen für Vögel

**Anhang 3: Testdaten und Lösungsdateien**

- 3a: Testdaten zu Habitaten, Gefäßpflanzen und Laufkäfern in einem renaturierten und einem stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitt der Ruhr bei Arnsberg (NRW)
- 3b: Lösungsdatei zur Berechnung und Bewertung der Habitatausstattung
- 3c: Lösungsdatei zur Berechnung der Kenngrößen für die Gefäßpflanzen
- 3d: Lösungsdatei zur Berechnung der Kenngrößen für die Laufkäfer

## Glossar und Abkürzungsverzeichnis

**Auenabschnittstyp (= AAT):** Klassifizierung von Auenabschnitten nach Koenzen (2005), die sich im Hinblick auf die Gewässergroßlandschaft, das Abflussregime, das Talbodengefälle, die Ausprägung der Auensubstrate und des Formenschatzes, die Abflusssdynamik, das Was-serdargebot und die Überflutung unterscheiden.

**Auenschlüsselhabitate (= ASH):** bilden die Grundlage für Bewertung der Habitatausstattung.

- A1: Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne
- A2: Stillgewässer
- A3: Vegetationsarme und -freie Uferzonen
- A4: Großseggenriede, Röhrichte
- A5: Hochstaudenfluren
- A6: Wechselfeuchtes Grünland
- A7: Trockenstandorte
- A8: Weichholz-Auwald
- A9: Bruchwald
- A10: Hartholz-Auwald

**BACI:** Untersuchungsdesign „before-after-control-impact“. Vor und nach Durchführung der Maßnahme wird ein renaturierter sowie ein nicht von der Maßnahme betroffener degradierter Vergleichsabschnitt untersucht, der in räumlicher Nähe liegt und dem Zustand des renaturierten Abschnitts vor Maßnahmenumsetzung entspricht.

**Habitatausstattung:** bewertet, inwieweit auenabschnittstypspezifische Auenschlüsselhabitate als Voraussetzung für die Ausprägung von typischen Auenlebensgemeinschaften vorhanden sind.

**Kenngroßen:** dienen der Bewertung der Auenlebensgemeinschaften im Hinblick auf leitbildspezifische und naturschutzfachliche Aspekte.

**FAT:** Flussauenabschnittstyp nach Koenzen (2005)

- FAT1: Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch)
- FAT2: Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch)
- FAT3: Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)
- FAT4: Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)
- FAT5: Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Kies)
- FAT6: Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Sand-Kies)
- FAT7: Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Kies und Kies-Schotter)
- FAT8: Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)
- FAT9: Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)
- FAT10: Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)

- FAT11: Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Kies-Schotter und Schotter)
- FAT12: Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Block-Schotter)

**FFH-Richtlinie:** Europäische Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie

**SAT:** Stromauenabschnittstyp nach Koenzen (2005)

- SAT1: Gefällearme Stromaue (teilmineralisch-organisch) mit Winterhochwasser
- SAT2: Gefällearme Stromaue (Sand und Sand-Kies) mit Winterhochwasser
- SAT3: Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommer- und Winterhochwasser
- SAT4: Gefällearme Stromaue (Kies und Kies-Schotter) mit Sommer- und Winterhochwasser
- SAT5: Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommerhochwasser
- SAT6: Gefällereiche Stromaue (Schotter) mit Sommerhochwasser

**Space-for-time:** Untersuchungsdesign, bei dem ein renaturierter und ein stromaufwärts gelegener nicht-renaturierter Abschnitt untersucht wird, der dem Zustand des renaturierten Abschnitts vor Umsetzung der Maßnahme entspricht.

**WRRL:** Europäische Wasserrahmenrichtlinie

## Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund zahlreicher umgesetzter und geplanter Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern und deren Auen steigt der Bedarf an einer standardisierten Bewertung und Erfolgskontrolle, die die „biologische Wirksamkeit“ von Renaturierungen im Hinblick auf unterschiedliche Zielvorstellungen messbar und sichtbar machen. Im Gegensatz zu einheitlichen Verfahren für die Fauna und Flora in Fließgewässern (z.B. Monitoring aquatischer Artengruppen nach Wasserrahmenrichtlinie sowie Verfahrensempfehlung zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen) sind die biologischen Bewertungsansätze für Ufer und Auen bundesweit sehr heterogen. Bestehende Bewertungssysteme, wie z. B. das Monitoring der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie), geben zwar einen Einblick; allerdings erfolgt das Monitoring ausschließlich in Schutzgebieten auf der Ebene von Lebensraumtypen und ausgewählten Arten. Im Hinblick auf die hohe Artenvielfalt in Auen steht hier eine vergleichsweise geringe Auswahl an Tier- und Pflanzenarten zur Verfügung. Somit fehlt ein bundesweiter Ansatz für die Zustandsbewertung der Lebensgemeinschaften an Ufern und in Auen sowie Möglichkeiten einer einheitlichen Erfolgskontrolle. Mit dieser Veröffentlichung wird ein einfach anwendbares, standardisiertes Verfahren vorgestellt, mit dem Akteure den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen für Flora und Fauna an Ufern und in Auen nachvollziehbar bewerten können. Das Verfahren berücksichtigt die Artengruppen Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel.

Die Bewertung erfolgt leitbildgestützt auf Grundlage von Auenschlüsselhabitaten und Indikatorarten. Für 18 bundesweit beschriebene Abschnittstypen der Fluss- und Stromauen Deutschlands wurden zunächst Leitbilder zur Habitat- und Artenausstattung (Auenschlüsselhabitate und Indikatorarten) als Grundlage für die Bewertung ermittelt. Die Bewertung kann in Bezug auf die Habitatausstattung und für die oben genannten Artengruppen mit Hilfe von biologischen Kenngrößen erfolgen. Drei obligate Kenngrößen bilden die wesentlichen Elemente einer biozönotischen Erfolgskontrolle: auenabschnittstypspezifische Indikatorarten, Arten mit starker Auenbindung und nach der Roten Liste Deutschlands gefährdete Arten. Darüber hinaus stehen weitere optionale Kenngrößen für die Bewertung zur Verfügung, wie z.B. Indikatorarten für ausgewählte Auenschlüsselhabitate oder nach Bundesartenschutzverordnung geschützte Arten. Für jede Kenngröße wurden die relevanten Arten aus allen bundesweit vorkommenden Arten der einzelnen Artengruppen ausgewählt und in Indikatorartenlisten unter Berücksichtigung von Standardwerken und unter Einbindung von Expertenwissen zusammengestellt. Für einen schnellen Überblick über die Auenabschnittstypen illustrieren biozönotische Steckbriefe die wesentlichen, standörtlichen und für die Lebensgemeinschaften relevanten Charakteristika.

Für das methodische Vorgehen bei einer biozönotischen Erfolgskontrolle werden der Ablauf der Erfolgskontrolle, der Anwendungsbereich, mögliche Untersuchungsdesigns, die Grundprinzipien der Bewertung, die notwendigen Datengrundlagen sowie die konkreten Arbeitsschritte der Berechnung erläutert. Als Hilfsmittel für die Berechnung der Habitatausstattung und der Kenngrößen der genannten Artengruppen stehen den Anwender\*innen Excel-Vorlagen mit Berechnungsformeln und Indikatorartenlisten für 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen zur Verfügung, mit denen alle der 79 großen Flüsse und Ströme Deutschlands (Einzugsgebiet > 1.000 km<sup>2</sup>) sowie mit den Auenabschnittstypen vergleichbare Abschnitte an kleineren Flüssen abgedeckt sind. Die Erfolgskontrolle fußt auf einem Vergleich der Bewer-

tungsergebnisse zweier Untersuchungsabschnitte (z.B. Vorher-Nachher-Vergleich eines Untersuchungsabschnitts, Vergleich renaturierter und stromaufwärts gelegener degradierter Vergleichsabschnitt („space-for-time“) oder BACI (= Before-After-Control-Impact). Die Berechnungen erfolgen dabei separat für jede Artengruppe und die einzelnen Untersuchungsabschnitte. Die Bewertung der Habitatausstattung erlaubt Aussagen darüber, ob und in welchem Maß auenabschnittstypspezifische Auenschlüsselhabitate als Voraussetzung für die Ausprägung von wertgebenden Lebensgemeinschaften vorhanden sind. Die Habitatausstattung ist dabei v.a. ein unterstützendes Hilfsmittel. Die Auswertung der biologischen Kenngrößen zeigt auf, inwieweit auenabschnittstypspezifische und wertgebende Pflanzen- und Tierarten in den Untersuchungsabschnitten vorhanden sind bzw. von einer Renaturierung profitiert haben; jedes Kenngrößen-Ergebnis steht separat zur Verfügung. Die Berechnung kann mit bereits erhobenen oder neu zu erfassenden Daten zu den jeweiligen Artengruppen erfolgen. Grundvoraussetzung ist, dass die Erfassung der Artengruppen in den beiden zu vergleichenden Untersuchungsabschnitten bzw. Erfassungsjahren nach derselben Methodik erfolgt ist. Veranschaulicht wird das Verfahren anhand eines Anwendungsbeispiels, das die Ergebnisse der Erfolgskontrolle und deren Interpretation exemplarisch auf Grundlage von Habitatdaten und Daten zu Gefäßpflanzen, Laufkäfern und Vögel eines renaturierten und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Abschnitts der Ruhr bei Arnsberg (Nordrhein-Westfalen) erläutert.

Um zukünftig bundesweite Vergleiche von Bewertungsergebnissen möglich zu machen, wurden für jede Artengruppe Empfehlungen für standardisierte Erfassungsmethoden entworfen. Diese beschreiben einen einfachen und kostengünstigen Mindeststandard für eine biozönotische Erfolgskontrolle an Ufern und in Auen; sie stehen dabei nicht in Konkurrenz mit bestehenden Monitoringansätzen (z.B. FFH-Monitoring). Die artgruppenspezifischen Erfassungen orientieren sich an bekannten Methoden und sollen im Rahmen eines zukünftigen Praxistests erprobt werden.

In diese Studie eingeflossen sind zahlreiche konstruktive Optimierungsvorschläge einer breiteren Fachöffentlichkeit (Naturschutz, Wasserwirtschaft, Behörden, freiberufliche Gutachter\*innen, Wissenschaftler\*innen, Verbände u.a.m.), die im Rahmen eines digitalen Workshops im März 2021 gesammelt wurden. Im Vorfeld des Workshops konnten die Teilnehmenden mit Hilfe von Erläuterungstexten, Excel-Vorlagen und Testdatensätzen für die Berechnung das Bewertungsverfahren testen und über interaktive Feedbackrunden und Meinungsumfragen auf dem Workshop ihre Erfahrungen mitteilen. Für die Zukunft haben sich eine Reihe von möglichen Fragestellungen und Ergänzungen zur biozönotischen Auenzustandsbewertung herauskristallisiert, die im Rahmen von weiteren Fallbeispielen umfassend von der Erfassungsmethodik bis hin zur Anwendbarkeit und Aussagekraft der biologischen Kenngrößen zu testen sind.

## Abstract

Recently, rivers and their floodplains are increasingly subject to restoration measures. To rate restoration effectiveness, the demand for standardized methods to monitor and assess rehabilitation measures is increasing. Ideally, assessment methods should address the various objectives that drive restoration measures. While there are standardized methods for biotic assessment of rivers that are used for implementing the Water Framework Directive, there is a wide variety of approaches to assess riparian areas and floodplains. For instance, the approaches related to the European Birds and Flora- Fauna-Habitat Directives are exclusively used in Natura2000 areas and target particularly selected habitats and species. Accordingly, they address only a small fraction of the diverse floodplain biota. Against this background, there is the need for a standardized methodology to assess the status of riparian areas and floodplains, including quality assurance procedures. Here we introduce such a method that has been co-developed by stakeholders and is particularly designed to judge the effects of restoration measures on riparian and floodplain biota, i.e. vascular plants, terrestrial and aquatic mollusks, carabid beetles, amphibians, and birds.

The new method is based on the occurrence of key floodplain habitats and indicator species. As a basis for assessment, we first defined reference conditions for key habitats and indicator species of 18 floodplain types. Assessment options include a screening based on habitat conditions and a more detailed analysis based on the aforementioned organism groups. For the latter, the assessment is composed of three mandatory elements: indicator species of the floodplain type, more generally defined floodplain-specific species, and endangered species according to the German Red List. Optional elements include indicator species for selected key floodplain habitats and protected species. For each of these elements, a set of species was selected from nation-wide checklists and expert opinion. Factsheets provide abiotic profiles for each floodplain type driving biotic communities.

To ease application, we provide a stepwise description of the method, including the scope of application, possible study designs, principles of the assessment methods, the required data, and steps of the calculation. An Excel template provides formulas and indicator species lists for eighteen floodplain types, which cover all of the 79 German rivers and large rivers (catchment area > 1000 km<sup>2</sup>). The assessment can also be applied for floodplains of smaller rivers using species lists of a similar floodplain type. In practical terms, the assessment is always performed by comparing two floodplain sections, e.g. before-after comparison or comparison of a restored section and a degraded section upstream („space-for-time“). The assessment elements are calculated separately for each species group and site, and are eventually compared. The calculation is shown using data habitat and species data (vascular plants and ground beetles) from the Ruhr river near Arnsberg in North Rhine-Westphalia.

Due to the high interest of stakeholders in application, the assessment method must be practicable and user-friendly. Therefore, the method should be applied in a nationwide on-road test which comprises existing monitoring data of the Federal States and aims on a validation and further development of the method. As currently different sampling methods for floodplain organisms are applied, we developed a first draft of standardized sampling methods to assess restoration success aiming on cost- and time-effectiveness.

## 1 Einleitung

Mit der Auentypologie für Fluss- und Stromauen in Deutschland (Koenzen 2005) und den bundesweiten Auenzustandsberichten (BMU & BfN 2009, 2021) wurden Auen von Gewässern mit einer Einzugsgebietsgröße über 1000 km<sup>2</sup> bundeseinheitlich auf Grundlage morphologischer, hydraulischer und hydrologischer Grundlagen bewertet. Seit dem Erscheinen des ersten Auenzustandsberichts im Jahr 2009 konnten durch Renaturierungsmaßnahmen bundesweit ca. 1,5 % überflutbare Flächen zurückgewonnen und lokal gute Erfolge für den Auenzustand erzielt werden (BMU & BfN 2021). Nichtsdestotrotz ist der Verlust von Überschwemmungsflächen aufgrund des hohen Nutzungsdrucks weiterhin hoch und der Zustand der Flussauen überwiegend stark bis sehr stark verändert. Die negativen Folgen für Fauna und Flora zeigen sich z.B. anhand der hohen Anzahl an gefährdeten Arten und Lebensräumen in Flusslandschaften oder auch im Erhaltungszustand von geschützten Lebensraumtypen mit Auenbezug (Ellwanger et al. 2012; Scholz et al. 2017). Ein deutschlandweiter Überblick über den Zustand der Lebensgemeinschaften von Ufern und Auen fehlt bislang. Bestehende Bewertungssysteme, wie z. B. das Monitoring der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie), geben zwar einen Einblick; allerdings erfolgt das Monitoring ausschließlich in Schutzgebieten und für eine im Hinblick auf die Artenvielfalt in Auen vergleichsweise geringe Auswahl an Tier- und Pflanzenarten. Arten mit einer starken Bindung an Auen sind hier teils deutlich unterrepräsentiert: z.B. sind für die Gruppe der Laufkäfer lediglich zwei Arten (ohne Bindung an Auen) bewertungsrelevant, obwohl es eine Vielzahl gefährdeter Arten gibt, die auf bestimmte Auenhabitatspezialisiert sind. Zusätzlich ist die Diskrepanz zwischen intensiven und standardisierten Monitoringaktivitäten in den Fließgewässern im Zuge der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und das Fehlen einheitlicher Verfahren für Auen außerhalb der FFH-Kulisse für die Wasserwirtschaft und den Naturschutz zunehmend problematisch. Angesichts des schlechten Zustands der Auen (BMU & BfN 2021) und Gewässer (BMUB & UBA 2015) sowie der daraus resultierenden Notwendigkeit von Renaturierungsmaßnahmen an Ufern und in Auen rücken Erfolgskontrollen im Zuge der Umsetzung der verschiedenen Richtlinien und Monitoringprogramme immer stärker in den Fokus von Maßnahmenträgern, -planern und Behörden.

Allerdings wurde und wird bundesweit in Auen ein breites Spektrum an Forschungsvorhaben und Erfolgskontrollen durchgeführt. In einer zusammenfassenden Analyse (Januschke et al. 2017) zeigten sich eine deutliche Steigerung der Biodiversität und eine Förderung auentypischer Lebensgemeinschaften nach Umsetzung von morphologischen Renaturierungsmaßnahmen am Beispiel von 138 Renaturierungsprojekten verteilt auf 68 Gewässer. Vor allem Laufkäfer, Vögel und Auenpflanzen profitierten deutlich und schnell von den Habitatverbesserungen, im Gegensatz zu aquatischen Artengruppen, die nur zeitverzögert oder nicht reagieren. Auch langfristig profitieren Artengruppen an Ufern und in Auen von Maßnahmen. Dies zeigte sich z. B. im Rahmen einer Studie (Steenken et al. 2021), in der mehrere Artengruppen (Amphibien, Heuschrecken, Laufkäfer, Libellen, Vegetation, Vögel) in renaturierten Abschnitten der Berkel, der Hase, der Oberweser und der Oster vor und direkt nach der Renaturierung sowie 13 bis 23 Jahre nach Umsetzung der Maßnahmen untersucht wurden. Umfangreiche Erfolgskontrollen dieser Art, die mehrere Artengruppen an Ufern und in Auen auch langfristig erfassen und detailliert unter Berücksichtigung der Maßnahmenziele auswerten, werden nur selten durchgeführt, da diese kosten- und zeitintensiv sind. Insgesamt sind die bisher durch-

geführten Erfolgskontrollen sehr heterogen in Bezug auf die Erfassungsmethoden, Bewertungsansätze und die Auswahl an untersuchten Artengruppen. Leitbilder sind oft nur lokal oder regional formuliert, so dass ein bundesweiter Vergleich von Renaturierungserfolgen aufgrund eines fehlenden Standards kaum möglich ist.

Daher erfolgte auf Grundlage einer Machbarkeitsstudie (Januschke et al. 2018) die Entwicklung des nachfolgend vorgestellten, leitbildbasierten biologischen Verfahrens zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen.

Das Verfahren erfüllt folgende Kriterien:

- Das Verfahren berücksichtigt wesentliche wertgebende Ufer- und Auenhabitats sowie wichtige Artengruppen an Ufern und in Auen.
- Das Verfahren ist unabhängig von den gewählten Erfassungsmethoden anwendbar, sofern einheitlich erhobene Daten für zu bewertende Abschnitte vorliegen.
- Das Verfahren dient der Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen in Auenlebensräumen in Natur- und Kulturlandschaften unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte (z.B. Gefährdung und Schutz). Es kann auch für die Bewertung von Eingriffen, wie z. B. Staustufenbau, genutzt werden.
- Das Verfahren bietet eine Grundlage für ein zukünftiges Verfahren zum biozönotischen Auenzustand auf Basis einer standardisierten Erfassung und Bewertung, die leitbildspezifische Ziel- und Orientierungswerte berücksichtigt.

Die Bewertung des Erfolgs von Renaturierungsmaßnahmen erfolgt leitbildgestützt auf Grundlage von Auenschlüsselhabitats und Indikatorarten, die für bundesweit 18 verschiedene Auenabschnittstypen erarbeitet wurden. Der räumliche Bezugsrahmen, auf den das Verfahren angewendet werden kann, sind Ufer- und Auenabschnitte in der morphologischen Aue (rezente Aue und/oder Altaue) von Flüssen. Definierte Auenschlüsselhabitats und Indikatorarten bilden die Bewertungsmaßstäbe für den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen. Die Bewertungsergebnisse geben Hinweise auf mögliche vorhandene Defizite in der Habitat- und Artenausstattung als Ansatzpunkt für zukünftige Renaturierungsmaßnahmen.

Mit Hilfe des Verfahrens kann eine biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen auf zwei Bewertungsebenen erfolgen (Habitatebene und Artebene). Für die Berechnung des Renaturierungserfolgs werden die Ergebnisse, die jeweils mit der gleichen Methode erhoben wurden, für den Zustand vor und nach der Renaturierung oder für einen renaturierten und eines degradierten Vergleichsabschnitts verglichen.

Die Bewertung der Habitatausstattung zeigt zunächst auf, inwieweit auenabschnittstypspezifische Habitats vorliegen. Sie unterstützt die nachfolgende Bewertung und Interpretation der biozönotischen Bewertung. Auf Artebene werden für fünf Artengruppen (Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel) Kenngrößen (z.B. auenabschnittstypspezifische Arten, Rote Liste-Arten) ausgewertet. Anhand derer kann der Erfolg oder Misserfolg einzelner Renaturierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Maßnahmenziele abgeschätzt werden. Die Bewertung zeigt auf, inwieweit auentypische und wertgebende Pflanzen- und Tierarten in den Untersuchungsabschnitten vorhanden sind bzw. von einer Renaturierung profitiert haben. Die Berechnungen erfolgen separat für jede Artengruppe und die einzelnen Untersuchungsabschnitte.

Folgende Produkte stehen zur Anwendung des Verfahrens zur Verfügung:

- Bundesweit einsetzbare Indikatorartenlisten für die Artengruppen Amphibien, Gefäßpflanzen, Land-/Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel für 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen (Kapitel 2.2, digitale Anhänge 2b bis 2f)
- Empfehlungen für das methodische Vorgehen einer biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Ufern und in Auen inklusive eines Ablaufschemas, Erläuterungstexten und Excel-Vorlagen für die Berechnung der Bewertungsergebnisse (Kapitel 3, digitale Anhänge 1 bis 3).
- Biozönotische Auensteckbriefe für die 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen (Kapitel 2.1.2, Anhang C)

Das Verfahren soll einen Beitrag leisten, die Lücke zwischen der vornehmlich abiotischen Auenzustandsbewertung (BMU & BfN 2021, Günther-Diringer et al. 2021), dem auf der Bewertung von Auenhabitaten basierenden RESI-Habitatbereitstellungsindex (Podschun et al. 2018, Fischer et al. 2019) und den biozönotischen Bewertungsverfahren für die Fließgewässer (WRRL-Bewertung; Pottgiesser et al. 2020) zu schließen. Letzteres konzentriert sich ausschließlich auf die fließenden Bereiche von Gewässern – ohne Berücksichtigung von aquatischen Stillwasserbereichen (z. B. Altwässer, Flutrinnen, Gießen, seichte semiaquatische Geländemulden und Senken) und wichtigen Ufer- und Auenhabitaten. Maßnahmenträger\*innen der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes wird mit diesem Verfahren eine Erfolgskontrolle von Ufer- und Auenrenaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern in Form eines einfach anwendbaren, standardisierten Bewertungssystems ermöglicht.

## 2 Grundlagen und Vorgehensweise

Das Verfahren zur biozönotischen Erfolgskontrolle bietet die Möglichkeit, bundesweit einheitlich an Gewässerufeln und in Auen den biologischen Zustand definierter Habitats sowie den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen zu bewerten. Das Verfahren baut auf bundesweiten Datengrundlagen auf. Wo diese nicht vorhanden waren, wurden diese Grundlagen erarbeitet. Abb. 1 gibt einen Überblick über die Inhalte der vorliegenden Verfahrensempfehlung, bestehend aus den Themenblöcken „Biozönotische Auentypologie“ und „Biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen“.

Als Grundlage für den Bewertungsansatz zur Erfolgskontrolle wurden zunächst Leitbilder zur Habitatausstattung für die bundesweit von Koenzen (2005) beschriebenen 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen abgeleitet (Kapitel 2.1). Die Ableitung von Schlüsselhabitaten basierte auf den typologischen Leitbildern nach Koenzen (2005). Die wesentlichen Merkmale der Auenabschnittstypen wurden als Orientierungshilfe für Anwender\*innen in biozönotischen Steckbriefen zusammengefasst.

Die Ermittlung von Indikatorarten und Kenngrößen für die Artengruppen Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel (Kapitel 2.2) zielte als Grundlage für die biozönotische Bewertung auf verschiedene Aspekte ab: Neben auenabschnittstypenspezifischen Indikatorarten, die auf jeweils in den Auenabschnittstypen vorkommende Schlüsselhabitats (im Folgenden „Auenschlüsselhabitats“) angewiesen sind, wurden für die bundesweiten Artenlisten zusätzliche bewertungsrelevante Hintergrundinformationen (z.B. Rote Liste-Status) für die Berücksichtigung weiterer naturschutzfachlicher Aspekte zusammengestellt.

Der Themenblock „Biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen“ beinhaltet neben dem methodischen Vorgehen ein Anwendungsbeispiel und erste Empfehlungen zu standardisierten Erfassungsmethoden. Im Rahmen der Verfahrensempfehlung (Kapitel 3) werden der Ablauf der Erfolgskontrolle, der Anwendungsbereich, das Untersuchungsdesign und die Bewertungsmöglichkeiten erläutert. Darüber hinaus erfolgt eine detaillierte Vorstellung der Erfassung, Berechnung und Bewertung der Habitatausstattung und der biozönotischen Erfolgskontrolle auf Basis von Kenngrößen. Veranschaulicht wird das gesamte Verfahren anhand eines Anwendungsbeispiels (Kapitel 4), das exemplarisch auf Grundlage von Daten zur Habitatausstattung und zu Gefäßpflanzen, Laufkäfern und Vögel eines renaturierten und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Abschnitts der Ruhr bei Arnsberg (Nordrhein-Westfalen) die Ergebnisse der Erfolgskontrolle und deren Interpretation erläutert. Um zukünftig einen bundesweiten Vergleich der Bewertungsergebnisse zu ermöglichen, erfolgte eine Zusammenstellung von Empfehlungen zu standardisierten Erfassungsmethoden (Kapitel 5). Hier wird für jede behandelte Artengruppe eine Erfassungsmethodik vorgeschlagen, die im Rahmen eines zukünftigen Praxistests erprobt werden sollte. In Kapitel 6 werden die wesentlichen Ergebnisse eines digitalen Workshops dargestellt, der am 4. März 2021 mit potenziellen Anwender\*innen stattgefunden hat. Optimierungsvorschläge der Teilnehmenden wurden bereits in die Verfahrensempfehlung und die Empfehlungen für standardisierte Erfassungsmethoden integriert.

Kapitel 7 zieht ein Fazit und gibt einen Ausblick auf wichtige zukünftige Arbeitsschritte, die sich im Zuge der Entwicklung des Vorhabens und durch den intensiven Erfahrungsaustausch

während des Workshops für die zukünftige Praxistauglichkeit und Weiterentwicklung des Verfahrens sowie die Entwicklung eines bundesweit interpretierbaren biozönotischen Auenzustands herauskristallisiert haben.

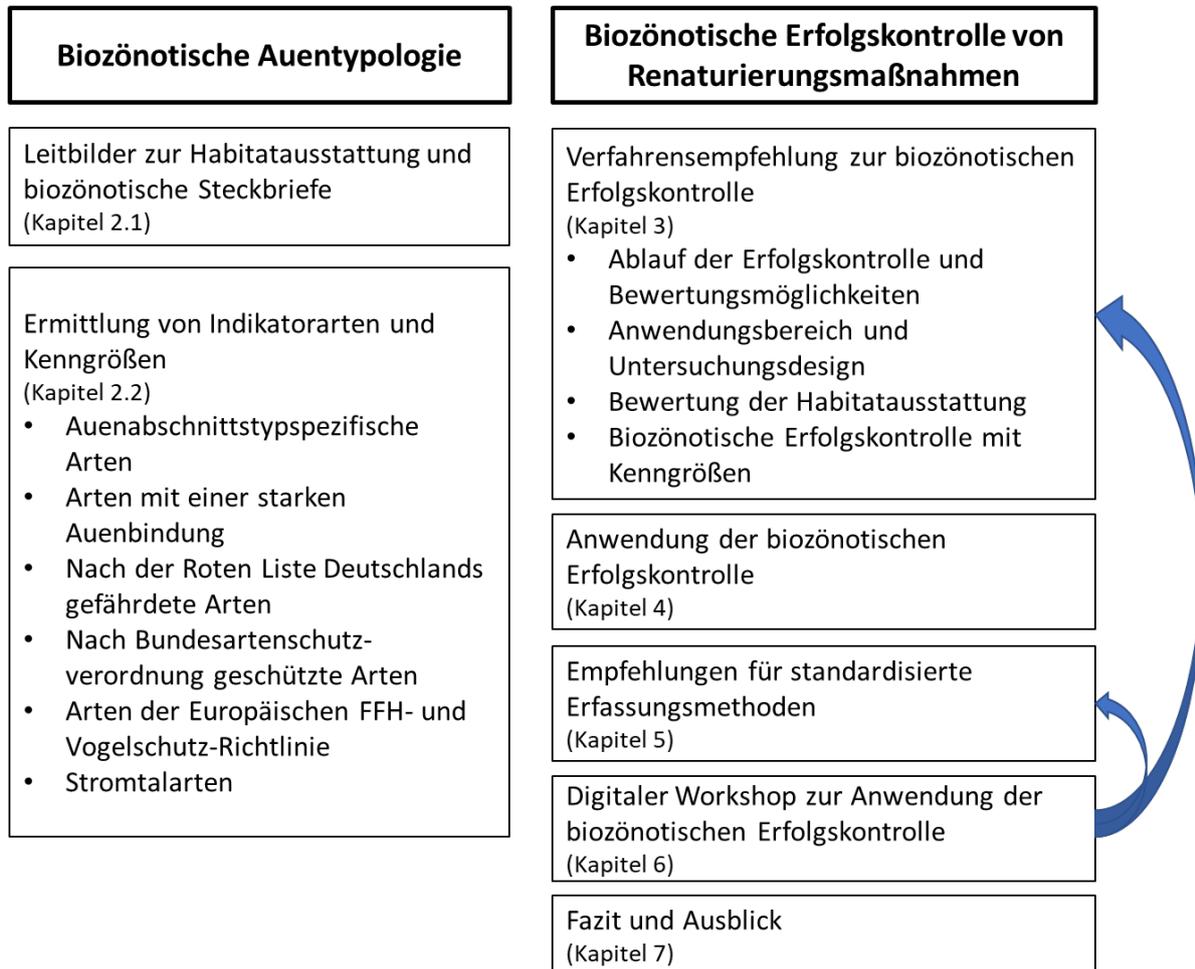


Abb. 1: Übersicht über die Inhalte der Verfahrensempfehlung zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen. Die Pfeile stellen Feedback-Schleifen im Rahmen der Erarbeitung dar.

## 2.1 Leitbilder zur Habitatausstattung

Für die Festlegung des räumlichen Anwendungsrahmens des Verfahrens und die Ermittlung von Leitbildern zur Habitatausstattung wurde auf die vorhandene Typologie und die Beschreibung von Leitbildern in Koenzen (2005) zurückgegriffen. Die Fluss- und Stromauentypologie umfasst 11 Auentypen für Flüsse und Ströme mit Einzugsgebietsgrößen über 1000 km<sup>2</sup>. Die anwendungsorientierte Beschreibung dieser Typen als Leitbilder veranschaulicht die standörtlichen Verhältnisse und den potenziell natürlichen Zustand der Fluss- und Stromauen Deutschlands. Sie dienen beispielsweise als Grundlage für die vornehmlich abiotische Auenzustandsbewertung nach Günther-Diringer et al. (2021).

Auentypen werden bei Koenzen (2005) durch die übergeordneten Parameter Gewässergrößlandschaft, Abflussregime und Talbodengefälle charakterisiert. Aufgrund der Auen-substrate, des Formenschatzes, der Abflussdynamik, des Wasserdargebots, der Überflutung und des oberflächennahen Grundwassers als weitere Parameter wurden die 11 Auentypen in

insgesamt 18 Auenabschnittstypen differenziert (Koenzen 2005; Abb. 2). Diese bilden den räumlichen Rahmen für die Anwendung des Verfahrens zur Erfolgskontrolle und wurden für die Praxistauglichkeit im Rahmen des Vorhabens codiert (Tab. 1). Die Anwendung der biozönotischen Erfolgskontrolle für Abschnitte der Havel, Spree und Mosel („Sondersituationen“) ist als vorläufig zu betrachten. Für das Verfahren nicht berücksichtigt wurden die tidebeeinflussten Auenbereiche.

Auen von kleineren Gewässern mit einer Einzugsgebietsgröße zwischen 100 und 1.000 km<sup>2</sup> wurden in der Auentypologie nach Koenzen (2005) nicht beschrieben. Sie können aber dennoch mit Hilfe der biozönotischen Erfolgskontrolle bewertet werden, in dem als Grundlage für die Bewertung ein vergleichbarer, bereits beschriebener Auenabschnittstyp gewählt wird.

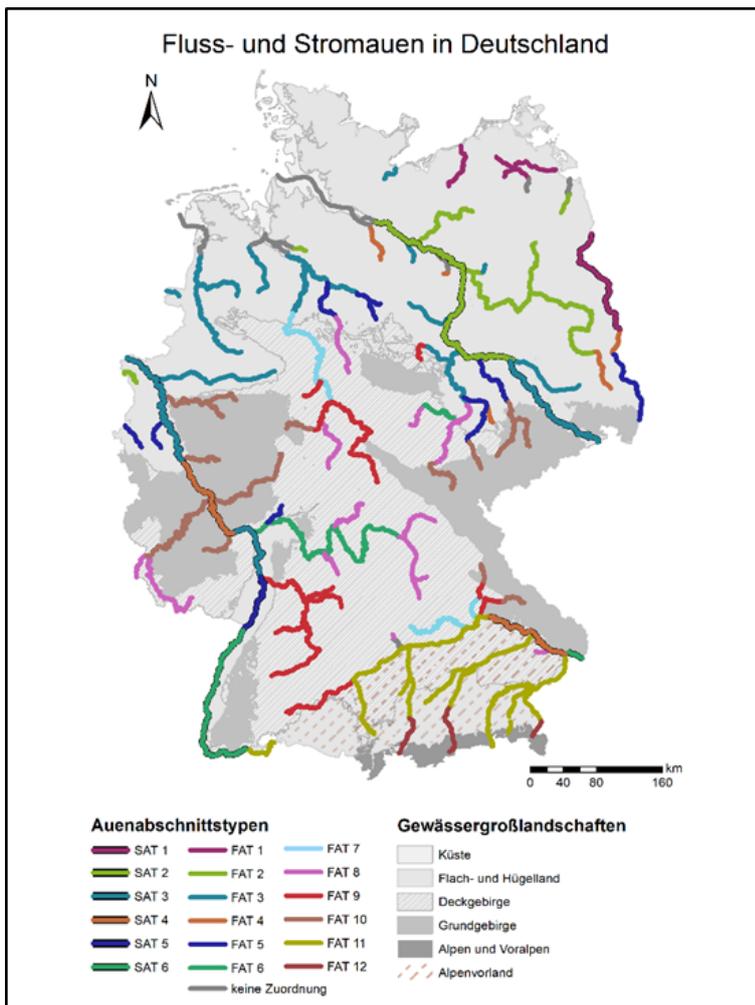


Abb. 2: Karte der bundesweit beschriebenen Fluss- und Stromauenabschnittstypen (verändert nach Koenzen 2005); SAT: Stromauenabschnittstyp, FAT: Flussauenabschnittstyp; Bezeichnungen der Auenabschnittstypen in Tab. 1.

Tab. 1: Übersicht über die bundesweit von Koenzen (2005) beschriebenen 18 Flussauenabschnittstypen (FAT) und Stromauenabschnittstypen (SAT).

	Code	Bezeichnung (nach Koenzen 2005)		Code	Bezeichnung (nach Koenzen 2005)
<b>Flussauenabschnittstypen</b>	FAT1	Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch)	<b>Stromauenabschnittstypen</b>	SAT1	Gefällearme Stromaue (teilmineralisch-organisch) mit Winterhochwasser
	FAT2	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch)		SAT2	Gefällearme Stromaue (Sand und Sand-Kies) mit Winterhochwasser
	FAT3	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)		SAT3	Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommer- und Winterhochwasser
	FAT4	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)		SAT4	Gefällearme Stromaue (Kies-Schotter) mit Sommer- und Winterhochwasser
	FAT5	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Kies)		SAT5	Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommerhochwasser
	FAT6	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Sand-Kies und Kies)		SAT6	Gefällereiche Stromaue (Schotter) mit Sommerhochwasser
	FAT7	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)			
	FAT8	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Sand, Sand-Kies, Kies)			
	FAT9	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)			
	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)			
	FAT11	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Kies und Schotter)			
	FAT12	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Block-Schotter)			

### 2.1.1 Auenschlüsselhabitate

Das Verfahren der biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen greift auf die bestehende Auentypologie zurück und nutzt die Leitbildbeschreibungen nach Koenzen (2005) zur Ermittlung der sogenannten Auenschlüsselhabitate. Dabei handelt es sich um wesentliche Lebensräume für Pflanzen und Tiere an Flussufern und in Auen, die sich ohne den Einfluss des Menschen und unter den standörtlichen Verhältnissen des heutigen Naturpotenzials einstellen würden. Diese bilden die Grundlage für die Bewertung der Habitatausstattung (vgl. Kapitel 3.3).

Die „Übersetzung“ des von Koenzen (2005) beschriebenen Formenschatzes naturnaher Flussauen in Form biozönotisch relevanter Auenschlüsselhabitate erfolgte durch Januschke et al.

(2018) und wurde durch Ergänzung vegetationskundlicher Aspekte (z.B. Röhricht als wichtiger Brut- und Nahrungsplatz für bestimmte Vogelarten) für das Verfahren zur Erfolgskontrolle ergänzt. Die Auenschlüsselhabitats sind Grundlage für die Bewertung der Habitatausstattung (Kapitel 3.3) sowie die Ermittlung von auenabschnittstypspezifischen Arten (Kapitel 2.2.1) als bewertungsrelevante Kenngröße. Für das Verfahren zur biozönotischen Erfolgskontrolle wurden 11 biozönotisch relevante Schlüsselhabitats definiert (Abb. 3). Sie erfüllen generell folgende Kriterien:

- Sie sind bedeutsame Strukturelemente der Auenabschnittstypen im naturnahen Zustand und differenzieren mit ihrem Vorkommen bundesweit zwischen den verschiedenen Auenabschnittstypen.
- Sie decken in ihrer Gesamtheit als lateraler Gradient von aquatischen über semiterrestrischen zu terrestrischen Bereichen alle wesentlichen Bereiche naturnaher Flussufer und Auen ab.
- Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer abiotischen Bedingungen und sind von charakteristischen, an die jeweiligen Standorte angepassten Tier- und Pflanzenarten besiedelt.
- Ihr Fehlen zeigt Beeinträchtigungen auf.
- Sie sind im Hinblick auf das Bewertungsverfahren mit wenig Aufwand (z.B. mit Hilfe von Luftbildern) und ohne detaillierte Fachkenntnis erfassbar.

Bei den Auenschlüsselhabitats A1 „Nebengerinne“ und A2 „Stillgewässer“ handelt es sich um rein aquatische Habitats; Uferbereiche dieser Habitats sind den entsprechenden terrestrischen Auenschlüsselhabitats (A3 bis A11) zuzuordnen. Als wertgebender Bestandteil der heutigen Auenlandschaft und einer hohen Relevanz für den Naturschutz wird wechselfeuchtes Grünland (A6) als wichtiges kulturgeprägtes Auenhabitat ebenfalls berücksichtigt.

Neben Beschreibungen der Auenschlüsselhabitats in Anlehnung an Koenzen (2005) wurden diesen auch die Biotoptypen Finck et al. (2017) und FFH-Lebensraumtypen mit Auenbindung (DRL 2009; Scholz et al. 2012) zugewiesen (Biotoptypen: Tab. 2; FFH-LRT: Tab. 3). Dies ermöglicht die Verwendung von bestehenden Daten zu Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen für die Bewertung der Habitatausstattung.

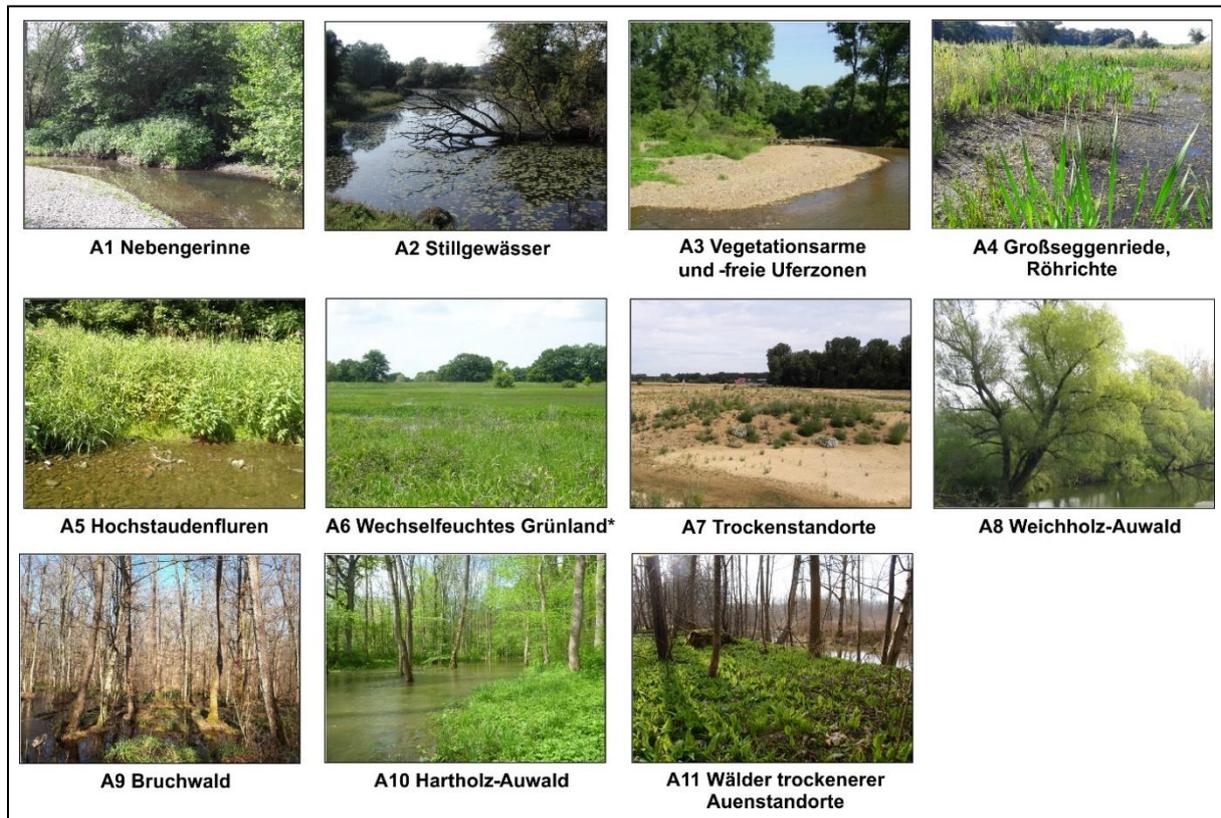


Abb. 3: Auenschlüsselhabitate A1 bis A11 als Grundlage für die biozönotische Bewertung; \* kultur-geprägtes Auenschlüsselhabitat (Fotos A1, A3, A4, A5, A7: K. Januschke; Fotos A8, A9, A10, A11: B. Stammel; Fotos A2, A6: F. Foeckler).

Tab. 2: Beschreibung der Auenschlüsselhabitate (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017)) sowie Verknüpfung zu den Biotoptypen nach Finck et al. (2017); 1 kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat.

Code	Auenschlüsselhabitat	Beschreibung (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017))	Code und Bezeichnung nach Finck et al. (2017)
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Aquatische Habitate in Form von durchflossenen Laufstrukturen, die deutlich kleiner sind als der Hauptlauf und vegetationsarme Bänke oder sehr unterschiedlich große, bewachsene Inseln umfließen; inklusive Rinnensysteme und temporär bespannte Kolke, Hochflutrinnen, Gießen.	23.09.** Natürliche und naturnahe temporäre Fließgewässer, 23.01.** Natürliche und naturnahe Fließgewässer
A2	Stillgewässer	Aquatische Habitate in Form von permanenten und temporären Stillgewässern, Altmäandern (verlandend) (Code **: 24): (1) Permanente Stillgewässer: Hohlformen, die durch ihre Tiefe ganzjährig über Grundwasseranschluss verfügen bzw. bei Hochwasser mit Oberflächenwasser geflutet werden. (2) Temporäre Stillgewässer: Hohlformen, die nicht ganzjährig (aber zum Erfassungzeitpunkt) mit Wasser bespannt sind, sondern nur temporär bei hoch anstehendem Grundwasser oder durch Hochwasser geflutet werden. (3) Altmäander (verlandend): durch Laufabschnürungen entstandene hufeisenförmige Rinnestrukturen in verschiedenen, noch aquatischen Verlandungsstadien; Mäandergürtel: fluviale Altformen in der Aue, die durch das Verlagerungsverhalten der Mäander entstehen.	23.07.02 Altarm, 24.01.** Mesotrophe Altwasser, 24.02.** Oligotrophe stehende Gewässer, 24.03.** Mesotrophe stehende Gewässer, 24.04.** Eutrophe stehende Gewässer
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Vegetationsarme und -freie Uferbänke, Pionierfluren, Ruderalflächen mit mineralischen und/oder organischen Substraten in der Wechselwasserzone von Hauptlauf, Nebengerinnen oder Stillgewässern und in Bereichen von trockenengefallenen Flutrinnen und Geländemulden (Seigen = Hohlformen trockenengefallener Stillgewässer); mit eingeschlossen sind auch Schotterfluren, Mittelbänke, die beidseitig von Wasser umströmt und ab mittleren Wasserständen überflutet werden.	23.08.** Zeitweilig trockenfallende Lebensräume unterhalb des Mittelwasserbereichs an fließenden Gewässern, 24.08.** Zeitweilig trockenfallende Lebensräume unterhalb des Mittelwasserbereichs an stehenden Gewässern, 60.02.** Fließgewässer der subalpinen bis alpinen Stufe, 39.06.01 Trocken-warme Ruderalstandorte auf Sand-, Kies- und Schotterboden,

Tab. 2 (Fortsetzung)

Code	Auenschlüsselhabitat	Beschreibung (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017))	Code und Bezeichnung nach Finck et al. (2017)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen		39.06.02 Trocken-warme Ruderalstandorte auf bindigem Boden
A4	Großseggenriede, Röhrichte	<p>Großseggenriede, Röhrichte und von Grundwasser, Hang- oder Quellwasser geprägte Feucht- und Nassstandorte:</p> <p>(1) Großseggenriede (Code*: 37.): meist nährstoffreiche, aber auch nährstoffarme von hochwüchsigen Seggen dominierte Bestände grundwasserbeeinflusster Standorte, v. a. im oberen Bereich von Verlandungszonen. Kennzeichnend sind schwankende Wasserstände; ein oberflächliches Abtrocknen ist möglich. Natürliche Bestände oder infolge extensiver Nutzung (Streuemahd) oder als Brachen aus anderen Feuchtgrünlandtypen entstanden.</p> <p>(2) Röhrichte (Code*: 38.): von hochwüchsigen „Grasartigen“ (Süßgräser, Riedgras- und Rohrkolbengewächsen) dominierte (meist einartige) Bestände mit Schwerpunkt im Sublitoral bzw. an Uferbereichen von Stillgewässern oder langsam fließenden Nebengerinnen, deren Wasserstand konstant ist oder nur geringfügig schwankt. Daneben gehören auch Schilfröhrichte auf feuchten bis nassen Standorten außerhalb von Gewässern zu diesem Typ.</p> <p>(3) von Grundwasser, Hang- oder Quellwasser geprägte Feucht- und Nassstandorte (Code*: 35.01), bei denen Niedermoore, Anmoore oder stärker mineralische Böden (Sümpfe) vorliegen. Für die Vegetation sind niedrigwüchsige Sauergräser (Kleinseggen-, Kopfbinsen-, Schnabelbinsenrieder) kennzeichnend.</p>	<p>37.**.** Großseggenriede, 38.**.** Röhrichte (ohne Brackwasserröhrichte), 35.01.** Waldfreie, oligo- bis mesotrophe Niedermoore und Sümpfe</p>

Tab. 2 (Fortsetzung)

Code	Auenschlüsselhabitat	Beschreibung (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017))	Code und Bezeichnung nach Finck et al. (2017)
A5	Hochstaudenfluren	<p>Ufersäume mit Hochstaudenfluren:                      Ufersäume (Code*: 39.04) als meist linear ausgebildete Biotope entlang von Fließgewässern (seltener auch an stehenden Gewässern) mit überwiegend ausdauernden Kräutern (Stauden). Aufgrund heterogener Standortbedingungen (Nährstoffe, Licht) in verschiedenen, oft klein-räumig wechselnden Ausprägungen; dabei auch teils von Neophyten dominierte Uferstaudenfluren (Code*: 39.05). Fließende Übergänge zu Röhricht und Großseggenriedern sowie vegetationsarmen Uferzonen.</p>	39.04 Krautige Ufersäume oder -fluren an Gewässern
A6	Wechselfeuchtes Grünland <sup>1</sup>	<p>Extensives Grünland (Code*: 53.02) mit Wiesen- und Weidennutzung, Streumahd: (wechsel-) feuchte Standorte, die vorwiegend von Süßgräsern bestimmt werden. Zu dieser Gruppe gehören sowohl die Flutrasen mit ausläuferbildenden Pflanzenarten (<i>Agrostis stolonifera</i>, <i>Alopecurus geniculatus</i>; episodisch vernässt), Pfeifengraswiesen (herbstliche Streumahd) und Brenndolden-Auenwiesen der Stromtäler an wechsel-feuchten Standorten als auch ertragreiche, extensiv bewirtschaftete Feucht- bzw. Nassgrünländer auf Sumpf-/Moorstandorten. Differenzierende Faktoren sind v. a. die Bewirtschaftungsform (Mahd, Beweidung, Intensität und Zeiträume der Bewirtschaftung), der Abstand zum Grundwasser/Mittelwasser und der Kalkgehalt des Bodens. Bei Aufgabe der Bewirtschaftung erfolgt eine schnelle Verbrachung, die zu feuchten Hochstaudenfluren oder von hochwüchsigen Binsen oder Großseggen (v. a. nach Beweidung) dominierter Vegetation führt, danach setzt eine allmähliche Verbuschung ein.</p>	35.02.** Grünland nasser bis (wechsel-)feuchter Standorte, 41.01.03 Gebüsche nasser bis feuchter organischer Standorte, 41.01.04 Gebüsche frischer Standorte
A7	Trockenstandorte	<p>Äolische und fluviatile Akkumulationsformen, die aus leicht umlagerbarem Fein- und Grobmaterial (Sand, Kies) bestehen. Aufgrund der geringen Wasserspeicherkapazität des Materials und einer geringen Humusauflage handelt es sich um trockene Standorte in der Aue, z.B. Dünen, Flugsandfelder, Brennen inklusive Trockengebüsch.</p>	34.01.** Trockenrasen, 34.02.** Halbtrockenrasen, 34.04.** Sandtrockenrasen, 41.01.05 Gebüsche trocken-warmer Standorte

Tab. 2 (Fortsetzung)

Code	Auenschlüsselhabitat	Beschreibung (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017))	Code und Bezeichnung nach Finck et al. (2017)
A8	Weichholz-Auwald	<p>Erlen- und Eschenwälder, Weichholzaunenwälder und Weidengebüsche auf regelmäßig überfluteten, nährstoffreichen Standorten an Fließgewässern oder an Altarmen und Altwässern:</p> <p>(1) Erlen- und Eschenwälder (Code **: 43.04.01) an Bächen und kleinen Flüssen und an quellig durchsickerten Hangfüßen bzw. Auerandbereichen wachsende Wälder. Charakterisiert durch regelmäßig kurzzeitige Überflutungen mit i. d. R. reichstrukturierten Gehölzstreifen und ausgeprägter Strauch- und Krautschicht. Je nach Standort unterschiedliche Dominanz von Grauerle (<i>Alnus incana</i>), Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) oder Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>).</p> <p>(2) Weichholz-Auenwälder (Code **: 43.04.02) an Flüssen und Strömen mit regelmäßigen, längerfristigen Überflutungen, zumeist auf kiesig-sandigen, nährstoffreichen Standorten mit starken Wasserstandsschwankungen. In der Baumschicht überwiegend schmalblättrige Weiden (z.B. <i>Salix alba</i>, <i>Salix fragilis</i>) und nur vereinzelt Schwarzpappel (<i>Populus nigra</i>).</p> <p>(3) Weidengebüsche (Code **: 41.01.02), häufig als Ersatzbiotop oder an tieferen Standorten näher am Fluss als die Weichholzaue, mit z. B. <i>Salix triandra</i>, <i>Salix viminalis</i>, <i>Salix purpurea</i>, <i>Salix x rubens</i>.</p>	<p>43.04.01 Fließgewässerbegleitende Erlen- und Eschenwälder, 43.04.02 Weichholzaunenwälder, 41.01.02 (Weiden-)Gebüsch in Auen</p>
A9	Bruchwald	<p>Meist von Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>) dominierte Wälder auf grundwasserbeeinflussten, dauernassen Standorten mit Bruchwald- oder Seggentorf- bzw. Anmoorböden (Code **: 43.02) als Endstadium der Verlandung von Stillgewässern oder in vernässten Randsenken von Flussaunen. Überstauungen durch in begrenztem Umfang auftretende Grundwasserüberstauungen, Druckwasser oder Schneeschmelze, Überschwemmungen und damit Nährstoffeintrag finden nicht statt. I. d. R. lockere Wälder mit reichlich Unterwuchs aus Sauergräsern und (Torf-)Moosen.</p>	<p>43.02. ** Bruchwälder</p>

Tab. 2 (Fortsetzung)

Code	Auenschlüsselhabitat	Beschreibung (verändert nach Koenzen (2005) und Finck et al. (2017))	Code und Bezeichnung nach Finck et al. (2017)
A10	Hartholz-Auwald	Hartholz-Auenwälder (Code*: 43.04.03): Ulmenreiche Stieleichen-Mischwälder mit artenreicher Baum- und Strauchschicht in den höher gelegenen Auenbereichen, die periodischen bis episodischen Überflutungen durch den Fluss unterliegen. Nährstoffreiche Aueböden mit einer Krautschicht aus anspruchsvollen Arten.	43.04.03 Hartholzauenwälder
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	Kiefernwälder und Eichen-Hainbuchenwälder als trockenere Auenstandorte mit geringer bzw. keiner Morphodynamik:  (1) Kiefernwald (Code*: 44.02.02) mit i. d. R. lichter, artenreicher Strauch- und Krautschicht auf Schwemmkegeln oder (Kalk)-Schotterflächen mit Vorkommen von Bergkiefer ( <i>Pinus mugo</i> ) oder Waldkiefer ( <i>Pinus sylvestris</i> ), z. B. als Schneeheide-Kiefernwald der sub- bis hochmontanen Stufe ausgebildet.  (2) Eichen-Hainbuchenwälder (Code*: 43.07.02): Mischwälder aus Eiche und/oder Hainbuche mit Buche, Edellaubholz (Ahorn, Esche, Linde usw.).	44.02.02 Kalk-Kiefernwald auf Schotterflächen und Schwemmkegeln, 43.07.** Laub- und Mischwälder feuchter bis frischer Standorte

Tab. 3: Zuordnung der FFH-Lebensraumtypen zu den Auenschlüsselhabitaten, die nach DRL (2009) und Scholz et al. (2012) eine Auenbindung besitzen.<sup>1</sup> kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat, \* prioritäre Lebensraumtypen.

Code	Auenschlüsselhabitat	FFH-Lebensraumtypen mit Auenbindung
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranuncion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i> (3260)
A2	Stillgewässer	Oligotrophe, sehr schwach mineralische Gewässer der Sandebenen ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> ) (3110), Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i> (3130), Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen (3140), Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i> (3150)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri</i> p.p. und des <i>Bidention</i> p.p. (3270), Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Myricaria germanica</i> (3230), Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i> (3240), Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation (3220)
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kalkreiche Niedermoore (7230), Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i> (3150), Torfmoor-Schlenken ( <i>Rhynchosporion</i> ) (7150)
A5	Hochstaudenfluren	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe (6430)
A6	Wechselfeuchtes Grünland <sup>1</sup>	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> ) (6410), Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> ) (6440), Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> ) (6510)
A7	Trockenstandorte	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i> (2330), Trockene kalkreiche Sandrasen (*6120), Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien (6210)
A8	Weichholz-Auwald	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> ) (*91E0), Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i> (3240)
A9	Bruchwald	Moorwälder (91D0)
A10	Hartholz-Auwald	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> (91F0)
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	Eichen-Hainbuchenwälder (9160)

Die Ausprägung des von Koenzen (2005) beschriebenen Formenschatzes und somit auch der Auenschlüsselhabitats in naturnahen Auen ist auenabschnittstypspezifisch, d.h. sie unterscheidet sich zwischen den einzelnen Auenabschnittstypen. Die Klassifizierung des Vorkommens in „prägend“, „häufig“ und „kleinräumig oder nicht vorhanden“ wurde für die Auenschlüsselhabitats übernommen bzw. für fehlende Angaben auf Grundlage von Experteneinschätzungen durchgeführt. Tab. 4 fasst das Vorkommen und die Häufigkeit von Auenschlüsselhabitats in den bundesweit beschriebenen Fluss- und Stromauenabschnittstypen zusammen. Diese Klassifizierung ist Grundlage für die Gewichtung der Schlüsselhabitats bei der Berechnung der Habitatausstattung (vgl. Kapitel 3.3). Vegetationsarme und -freie Uferbereiche werden darüber hinaus über die vorherrschenden Substrate differenziert (Januschke et al. 2018). Das Vorherrschen bestimmter Substrate (Tab. 5) ist maßgeblich mitverantwortlich für das Vorkommen von Arten einiger Artengruppen (z.B. Laufkäfer, Kiesbrüter bei den Vögeln).



Tab. 5: Vorkommen und Häufigkeit von Substraten des Auenschlüsselhabitats „Vegetationsarme und -freie Uferzonen“ in den 18 Fluss- und Stromauenabschnittstypen; dunkelgrau = vorherrschend/prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht oder nur kleinräumig und untergeordnet vorhanden.

		Stromauenabschnittstypen						
		SAT1	SAT2	SAT3	SAT4	SAT5	SAT6	
Differenzierung für das Auenschlüsselhabitats „Vegetationsarme und -freie Uferzonen“		Gefällereiche Stromaue (teilmineralisch-organisch) mit Winterhochwasser	■	■	■	■	■	■
		Gefällereiche Stromaue (Sand und Sand-Kies) mit Winterhochwasser	■	■	■	■	■	■
		Gefällereiche Stromaue (Kies) mit Sommer- und Winterhochwasser	■	■	■	■	■	■
		Gefällereiche Stromaue (Kies-Schotter) mit Sommer- und Winterhochwasser	■	■	■	■	■	■
		Gefällereiche Stromaue (Kies) mit Sommerhochwasser	■	■	■	■	■	■
		Gefällereiche Stromaue (Schotter) mit Sommerhochwasser	■	■	■	■	■	■
Flussauenabschnittstypen		FAT1	■	■	■	■	■	■
		FAT2	■	■	■	■	■	■
		FAT3	■	■	■	■	■	■
		FAT4	■	■	■	■	■	■
		FAT5	■	■	■	■	■	■
		FAT6	■	■	■	■	■	■
		FAT7	■	■	■	■	■	■
		FAT8	■	■	■	■	■	■
		FAT9	■	■	■	■	■	■
		FAT10	■	■	■	■	■	■
		FAT11	■	■	■	■	■	■
FAT12	■	■	■	■	■	■		
		Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)	■	■	■	■	■	
		Ton/Lehm	■	■	■	■	■	
		Sand/Sand-Kies	■	■	■	■	■	
		Kies	■	■	■	■	■	
		Schotter	■	■	■	■	■	
		Blöcke	■	■	■	■	■	
		<b>Basis- und Deckstrate</b>	■	■	■	■	■	

### 2.1.2 Steckbriefe der deutschen Auenabschnittstypen

Für die bundesweit 18 Auenabschnittstypen wurden Steckbriefe erstellt (Anhang C), die als Orientierungshilfe für zukünftige Anwender\*innen dienen. Die Steckbriefe enthalten in Kurzform eine allgemeine Charakterisierung der Auenabschnittstypen nach Koenzen (2005) sowie biozönotisch relevante Lebensräume, zu denen die Auenschlüsselhabitats und -substrate sowie die FFH-Lebensraumtypen mit Auenbindung gehören (Abb. 4). Der Aufbau orientiert sich an den Steckbriefen der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Pottgiesser 2018). Über eine Verschneidung der Flussauen mit der Verbreitung der FFH-Lebensraumtypen (Datenbank des BfN - BfN 2015a, b) wurden in den Auenabschnittstypen vorkommende FFH-Lebensraumtypen mit Auenbindung selektiert.

Darüber hinaus wurden die in Koenzen (2005) enthaltenen Ökogramme in Bezug auf die 11 Auenschlüsselhabitats modifiziert. Illustriert sind die Steckbriefe mit Blockbildern und Schrägluftbildern bzw. Fotos, die auenabschnittstypspezifische Habitats zeigen.

<b>Name des Auenabschnittstyps (Koenzen, 2005)</b>	
<p><b>Allgemeine Charakterisierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großlandschaft, geographische Lage und Beispiele für Gewässer</li> <li>• LAWA-Fließgewässertyp(en) nach (Pottgiesser &amp; Sommerhäuser 2008, Pottgiesser 2018)</li> <li>• Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung</li> </ul>	
<p><b>Abiotische Parameter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzugsgebietsgröße</li> <li>• Talform</li> <li>• Höhenlage</li> <li>• Auengefälle</li> <li>• Abflussregime</li> <li>• Überflutungscharakteristik</li> <li>• Laufform</li> </ul>	<p><b>Biozönotisch relevante Lebensräume</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auenschlüsselhabitats</li> <li>• Auensubstrate</li> <li>• Ökogramm</li> <li>• FFH-Lebensraumtypen</li> </ul>

Abb. 4: Übersicht über Aufbau und Inhalte eines Steckbriefes für Auenabschnittstypen.

## 2.2 Ermittlung von Indikatorarten und Kenngrößen

Das Verfahren zur biozönotischen Erfolgskontrolle berücksichtigt verschiedene Bewertungsaspekte und Zielvorstellungen. Bewertet wird das Vorkommen auenabschnittstypspezifischer (AAT-spezifischer) und naturschutzfachlich wertgebender Arten mit Hilfe von Kenngrößen. Dabei wurde die Zuordnung zu Auenschlüsselhabitats (einzelne oder auenabschnittstypspezifische), die eine enge Bindung an Auen oder eine auenunabhängige naturschutzfachliche Bedeutung (Rote Liste, Natura 2000, geschützte Arten) der Arten berücksichtigt. Die drei obligaten Kenngrößen K1, K2 und K3 bilden die wesentlichen Bewertungselemente (Tab. 6). Darüber hinaus erlauben sechs optionale Kenngrößen eine Bewertung weiterer Aspekte. Mit den Kenngrößen Z2 und Z3 können z.B. auch die Auenschlüsselhabitats „vegetationsarme und -freie Uferzonen“ sowie „wechselfeuchtes Grünland“ bewertet werden. Die Auswahl dieser beiden Habitats begründet sich in ihrer hohen Bedeutung: vegetationsarme und -freie Uferzonen sind

ein wesentliches Habitat, das dynamische Prozesse als wichtiges Ziel von Renaturierungsmaßnahmen anzeigt und Lebensraum für viele spezialisierte Arten bietet. Wechselfeuchtes Grünland ist dagegen kulturgeprägt, besitzt aber einen hohen naturschutzfachlichen Wert. Die Bewertung dieses Habitats ist dann von Bedeutung, wenn bei einer Renaturierungsmaßnahme Ackerland in Grünland umgewandelt oder Grünland wieder häufiger und länger überflutet wird. Somit ist insgesamt gewährleistet, dass sowohl AAT-spezifische Aspekte (im Sinne von Arten, die auf die AAT-spezifischen Auenschlüsselhabitate angewiesen sind) als auch autökologische Aspekte (im Sinne von generell sehr stark an Auen gebundenen Arten) sowie naturschutzfachliche und artenschutzrechtliche Aspekte berücksichtigt werden. Die Indikatorartenlisten der Kenngrößen K1, K2, Z2 und Z3 sind AAT-spezifisch, d.h. sie unterscheiden sich zwischen den Auenabschnittstypen; bei allen weiteren Kenngrößen wird das Vorkommen dieser Arten im Rahmen des Bewertungsverfahrens immer positiv gewertet, unabhängig vom Auenabschnittstyp.

Tab. 6: Übersicht über die Kenngrößen für die biozönotische Erfolgskontrolle; AAT: Auenabschnittstyp. Obligate Kenngrößen (Codes K1-K3) müssen für die Bewertung immer berücksichtigt werden, optionale Kenngrößen (Codes Z1-Z6) können je nach Fragestellung bei der Bewertung berücksichtigt werden.

	Kenngrößen-Code	Name und Beschreibung der Kenngröße
Obligate Kenngrößen	K1	AAT-spezifische Arten: Arten, die vornehmlich naturnahe auenabschnittstypspezifische Auenschlüsselhabitate (nach Koenzen (2005) sowie prägende und häufige Habitate eines Auenabschnittstyps) besiedeln und damit eine leitbildgerechte Besiedlung widerspiegeln
	K2	Indikatorarten mit starker Auenbindung: Arten, die generell, also unabhängig von dem Vorkommen prägender und häufiger Auenschlüsselhabitate, eine starke Bindung an Auen aufweisen
	K3	Rote Liste-Arten Deutschland: Arten, die als vom Aussterben bedroht (1), als stark gefährdet (2) und als gefährdet (3) eingestuft sind und diejenigen der Vorwarnliste (V)
Optionale Kenngrößen	Z1	Gesamtartenzahl
	Z2	Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen: Arten die eine Präferenz für vegetationsarme und -freie Uferzonen aufweisen; eine Art kann dabei mehreren Habitaten zugeordnet sein
	Z3	Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland: Arten die eine Präferenz für wechselfeuchtes Grünland aufweisen; eine Art kann dabei mehreren Habitaten zugeordnet sein
	Z4	Gesetzlich geschützte Arten: Arten, die nach der Bundesartenschutzverordnung §1 besonders und/oder streng geschützt sind
	Z5	Natura 2000-Arten: in den FFH-Anhängen II und IV bzw. in Anhang 1 der Vogelschutzrichtlinie gelistete bzw. als prioritär aufgeführte Arten
	Z6	Stromtalarten: Arten, die eine besondere Bindung an große Auen haben; nur für Gefäßpflanzen relevant

Nachfolgend werden die für die Bewertung ausgewählten Kenngrößen und die Zusammenstellungen der Artenlisten im Detail vorgestellt.

### 2.2.1 Auenabschnittstypspezifische Arten

Das Vorkommen von auenabschnittstypspezifischen Arten (= AAT-spezifischen Arten) erlaubt Rückschlüsse auf den Zustand von Ufer- und Auenbereichen und spiegelt naturnahe Habitatbedingungen wider. Die Ermittlung der Indikatorarten erfolgte für alle Artengruppen (Amphibien, Gefäßpflanzen, Land-/Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel) gemäß Abb. 5. Dabei wurden die Arten auf Grundlage von Informationen über deren Autökologie und Verbreitung den 11 Auenschlüsselhabitaten und den Auenabschnittstypen zugeordnet.

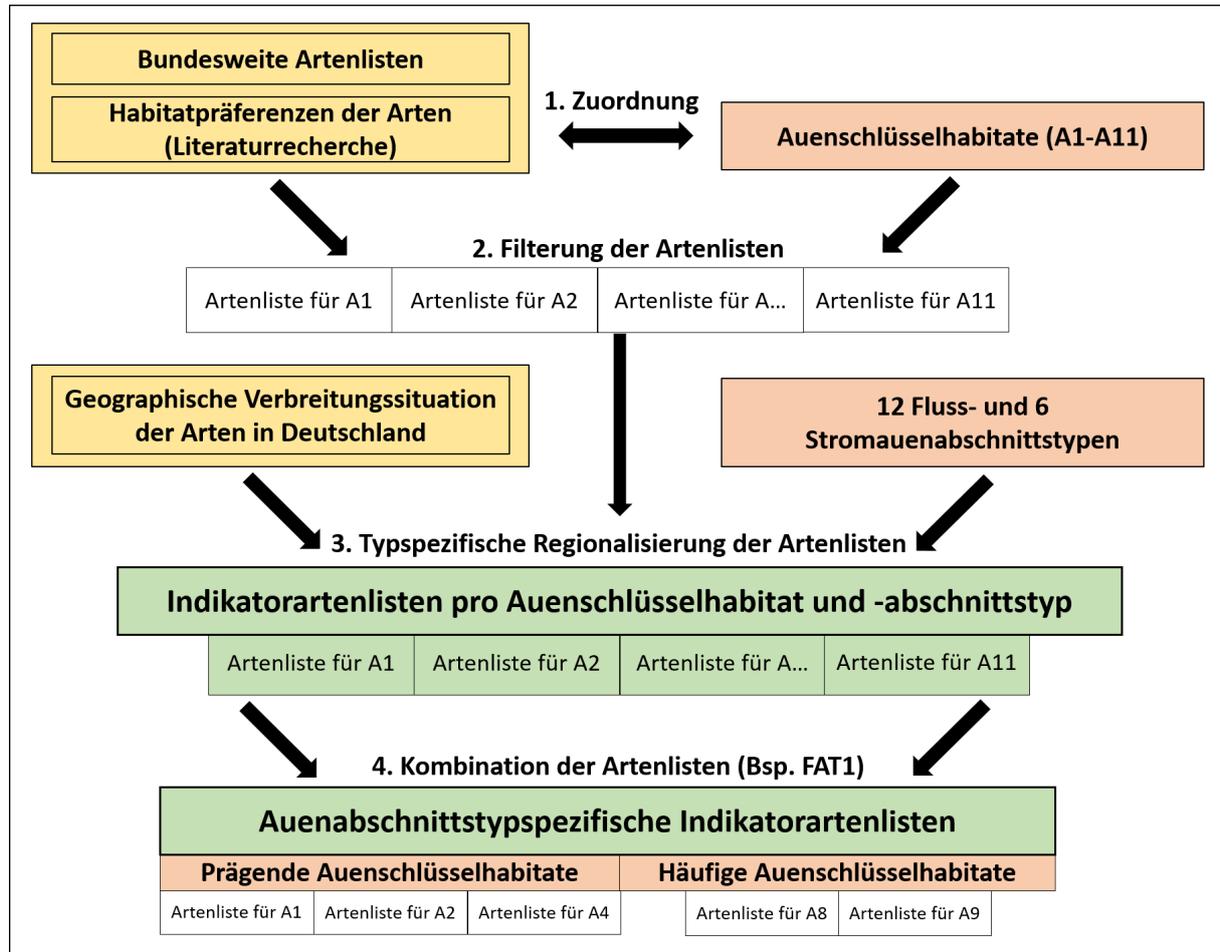


Abb. 5: Grundschemata zur Ableitung von Indikatorarten bestehend aus vier Arbeitsschritten (verändert nach Januschke et al. 2018); gelb = bundesweit vorliegende Daten zu Autökologie und Verbreitung von Arten; rot = Filter für die Zuordnung und Auswahl der Arten aus den bundesweiten Datensätzen; grün = im Rahmen der Filterschritte generierte Indikatorartenlisten, die als Grundlage für die Bewertung mit Hilfe von Kenngrößen dienen (vgl. Kapitel 3.4).

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

#### A. Zuordnung von Habitatpräferenzen zu den festgelegten Auenschlüsselhabitaten:

- o Sichtung der Angaben zu Habitatpräferenzen aller bundesweit vorkommenden Arten und Zuordnung („Übersetzung“) dieser Habitats zu den Auenschlüsselhabitats (vgl. Kapitel 2.1.1)

**B. Filterung von Artenlisten für die 11 Auenschlüsselhabitate:**

- o Erstellung von habitatspezifischen Artenlisten für die 11 Auenschlüsselhabitate durch Filterung der bundesweiten Artenlisten anhand der Habitatpräferenzen der Arten; eine Art kann dabei mehreren Habitaten zugeordnet sein.

**C. Regionalisierung der Artenlisten durch Filterung anhand von Verbreitungsangaben der Arten:**

- o Verschneidung der Artenlisten mit der geographischen Verbreitung der Arten und der Lage der Auenabschnittstypen
- o **Ergebnis:** habitatspezifische Indikatorartenlisten für alle Auenschlüsselhabitate und Auenabschnittstypen (pro Artengruppe 11 (Auenschlüsselhabitate) x 18 (Auenabschnittstypen) = 198 Indikatorartenlisten) als Grundlage für die Bewertung mit den optionalen Kenngrößen Z2 – Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen und Z3 - Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland (vgl. Kapitel 3.4)

**D. Kombination der Indikatorartenlisten:**

- o Zusammenführung der regionalisierten Artenlisten für diejenigen Auenschlüsselhabitate, die für die jeweiligen Auenabschnittstypen von Koenzen (2005) als prägend und häufig eingestuft wurden (vgl. Tab. 4 und Kapitel 2.1.1)
- o **Ergebnis:** über die prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitate aggregierte, auenabschnittstypspezifische Indikatorartenlisten als Grundlage für die Bewertung mit Hilfe der obligaten Kenngröße K1 – Auenabschnittstypspezifische Arten (vgl. Kapitel 3.4)

Als Übersicht werden die Ergebnisse der Arbeitsschritte 1 bis 3 als Spannbreiten der Anzahl von Indikatorarten pro Auenschlüsselhabitat über die Auenabschnittstypen, getrennt nach Artengruppen, beschrieben und dargestellt (Abb. 6).

Für die **Amphibien** konnten, je nach Auenabschnittstyp, zwischen 3 und 16 Amphibienarten als Indikatorarten pro Auenschlüsselhabitat identifiziert werden. Die generierten Artenlisten spiegeln wider, dass vor allem die permanenten und temporären Stillgewässer (Auenschlüsselhabitat A2) eine hohe Bedeutung als Laichhabitat für alle heimischen Arten haben, so dass für dieses Auenschlüsselhabitat, je nach Auenabschnittstyp, zwischen 11 und 16 Indikatorarten wertgebend sein können. Zudem besitzen fast alle anderen terrestrischen Auenschlüsselhabitate eine hohe Bedeutung als Sommer und Überwinterungshabitat. Dies trifft vor allem auf die Schlüsselhabitate „Wechselfeuchtes Grünland“ (A6) und alle in der Aue vorkommende Waldstandorte mit einer hohen Naturnähe (A8 bis A11) zu.

Für die **Gefäßpflanzen** wurden, je nach Auenabschnittstyp, insgesamt zwischen 20 und 385 Pflanzenarten pro Auenschlüsselhabitat identifiziert. Besonders artenreich sind dabei das wechselfeuchte Grünland (Auenschlüsselhabitat A6) und Trockenstandorte (Auenschlüsselhabitat A7); je nach Auenabschnittstyp können bis zu 385 Indikatorarten potenziell wertgebend sein. Für die permanent oder teilweise durchflossenen Nebengerinne wurden mit durchschnittlich 24 Arten die geringste Anzahl an Indikatorarten zugeordnet.

Bei den **Land- und Wassermollusken** konnten, je nach Auenabschnittstyp, zwischen 24 und 139 Molluskenarten pro Auenschlüsselhabitat identifiziert werden. Die Auenschlüsselhabitate Weichholz-Auwald (A8) und Bruchwald (A9) sind mit bis zu 140 Indikatorarten stark vertreten, während die Wälder trockenerer Standorte (A11) im Mittel nur 30 Indikatorarten aufweisen.

Für die **Laufkäfer** konnten, je nach Auenabschnittstyp, zwischen 9 und 86 Laufkäferarten pro Auenschlüsselhabitat identifiziert werden. Dabei zeichnen sich die vegetationsarmen und -freien Uferzonen (A3) mit durchschnittlich 68 Arten durch besonders viele Indikatorarten aus; Trockenstandorten (A7) wurden dagegen durchschnittlich nur 21 Arten zugeordnet.

In der Artengruppe der **Vögel** konnten, je nach Auenabschnittstyp, zwischen 12 und 44 Vogelarten pro Auenschlüsselhabitat identifiziert werden. Die Auenschlüsselhabitate Stillgewässer (A2), Großseggenriede, Röhrichte (A4), Wechselfeuchtes Grünland (A6) und Hartholz-Auwald (A10) weisen mit 31 bis 44 Arten besonders viele Indikatorarten auf, während für die Hochstaudenfluren (A5) nur 12 Arten typisch sind.

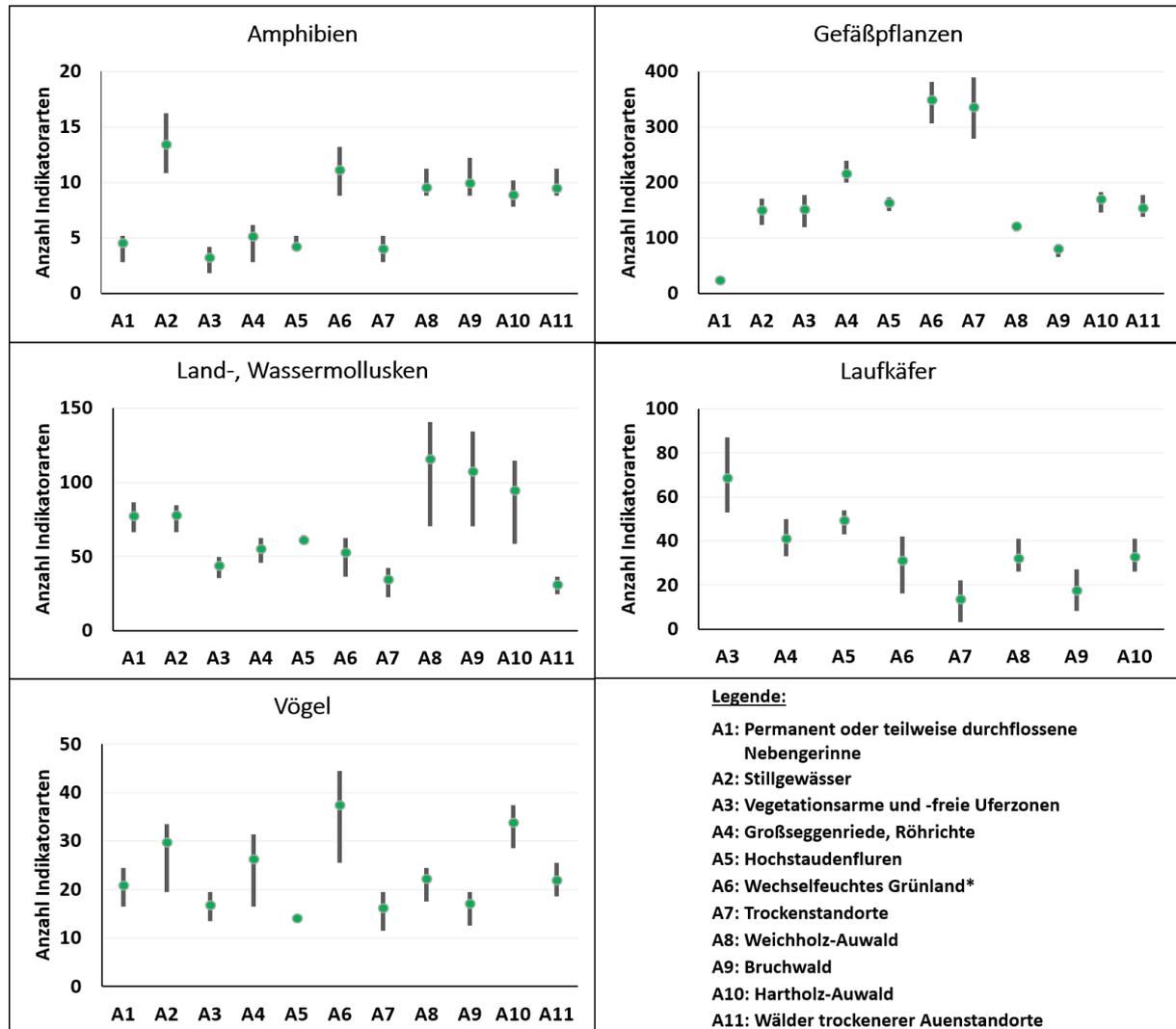


Abb. 6: Anzahl der durch die Habitatzuordnung und Regionalisierung (Arbeitsschritte 1 bis 3) ermittelten Indikatorarten pro Auenschlüsselhabitat aggregiert über alle Auenabschnittstypen für die Artengruppen Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel; grüner Punkt = Mittelwert über alle Auenabschnittstypen, graue Linie = Spannbreite zwischen Minimum und Maximum, \* = kulturgeprägtes Habitat.

Die Zusammenstellung zeigt, dass die einzelnen Auenschlüsselhabitate eine unterschiedliche Bedeutung für die fünf untersuchten Organismengruppen aufweisen und das Vorkommen verschiedener naturnaher Habitate das Auftreten einer artenreichen Lebensgemeinschaft begünstigt. Darauf aufbauend wurden für jede Artengruppe über die prägenden und häufigen

Auenschlüsselhabitate aggregierte, auenabschnittstypspezifische Indikatorartenlisten als Grundlage für die Bewertung mit Hilfe der obligaten Kenngröße K1 – Auenabschnittstypspezifische Arten (Ergebnis von Arbeitsschritt 4) erstellt. Insgesamt weisen die Gefäßpflanzen, über die Auenabschnittstypen gemittelt, die höchste Anzahl an AAT-spezifischen Arten (910) auf, gefolgt von den Land- und Wassermollusken (237), den Laufkäfern (112), den Vögeln (88) und den Amphibien (13) (Tab. 7).

Tab. 7: Übersicht über die bundesweite Artenzahl und die Anzahl Indikatorarten für die obligate Kenngröße K1 – Auenabschnittstypspezifische (AAT-spezifische) Arten (Minimum, Mittelwert und Maximum für die 18 Auenabschnittstypen), die auf Grundlage von Arbeitsschritt 4 ermittelt wurden.

Artengruppe	Bundesweite Artenzahl	Anzahl AAT-spezifischer Arten		
		Minimum	Mittelwert	Maximum
Amphibien	22	11	13	16
Gefäßpflanzen	3.534	587	910	1116
Land-, Wassermollusken	377	166	237	291
Laufkäfer	576	71	112	142
Vögel	280	53	88	105

In den nachfolgenden Kapiteln werden die wesentlichen Charakteristika der Artengruppen sowie das methodische Vorgehen bei der Ableitung der Indikatorarten vorgestellt.

### 2.2.1.1 Amphibien

Amphibien sind eine weltweit vorkommende Artengruppe, die in Deutschland mit 22 Taxa vertreten ist. Dabei handelt es sich um sieben Schwanzlurche- und 15 Froschlurche (Tab. 8). Der Nordamerikanische Ochsenfrosch wurde als Neozoon in der Auflistung und weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Das Laichgewässer ist für Amphibien als Ort der Reproduktion von zentraler Bedeutung. Hier findet vom zeitigen Frühjahr bis in den Spätfrühling je nach Art eine saisonale Konzentration der reproduktionsfähigen Individuen statt, die sich zu Laichgesellschaften zusammenfinden. Alle Amphibienarten mit Ausnahme des Alpensalamanders und des Alpenkammmolchs kommen in Deutschland auch oder sogar vorzugsweise in Flussauen vor. Bei Berg- und Fadenmolch werden Auengewässer nur nachrangig als Laichgewässer aufgesucht; allerdings wird angenommen, dass Auen Ursprungslebensräume dieser Artengruppe darstellen (z.B. Kuhn et al. 2001).

Amphibien haben in ihrem Lebenszyklus unterschiedliche Ansprüche: Sie benötigen zum einen Gewässerhabitate zur Reproduktion, zum anderen extensiv oder ungenutzte Landhabitate außerhalb der Laichzeit (Günther 2009, Große et al. 2015). Sie sind damit auf eine enge funktionale Vernetzung unterschiedlicher Habitattypen und Strukturen auf Landschaftsebene angewiesen. Deshalb sind Amphibien besonders gut zur Indikation räumlicher Zusammenhänge und terrestrischer Verbundstrukturen in der Landschaft geeignet (Henle et al. 2006). Naturnahe Auen sind die einzigen Landschaften, in denen Stillgewässer von Natur aus bei extremen Hochwasserereignissen in geologisch kurzen Zeiträumen neu entstehen können. Durch Hochwasser und stark schwankende Grundwasserstände entstehen temporäre, meist kleine, besonnte und damit warme, häufig fischfreie Kleingewässer. Weitere natürliche Gewässer mit Stillgewässercharakter sind Biberteiche, Großtirsuhlen, Wurzeltellerlöcher umgestürzter Bäume oder sie entstehen bei Erdbeben. Allen Gewässern ist gemein, dass sie von Natur

aus über die Zeit verlanden (Neubeck 2014). Konkurrenzschwache Pionierarten wie die Unken, Kreuz-, Wechselkröte, Moor- und Laubfrosch sind besonders stark auf Gewässer angewiesen, die von der natürlichen Auendynamik geprägt sind. Aber auch andere, allgemein häufige und als eher laichplatztreu beschriebene Arten, wie die Erdkröte können sich gut an dynamische Verhältnisse anpassen (Kuhn et al. 2001). Der Feuersalamander nutzt als Laichhabitat bevorzugt Quellbäche, die in den Flussauen des Deck- und Grundgebirges bis in die Talaue reichen können.

Die Zuordnung heimischer Amphibien zu den Auenschlüsselhabitaten erfolgte auf Grundlage von Günther (1996), Neubeck (2014), Große et al. (2015) und Expertenwissen von Klaus Henle und Annegret Grimm-Seyfarth. Für die Regionalisierung wurden die Atlasdaten der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT e.V. 2018) genutzt. Tab. 8 fasst die Zuordnung der Amphibien zu den Auenschlüsselhabitaten zusammen. Die zwei Arten Alpenkammolch und Alpensalamander wurden aufgrund ihrer Habitatpräferenzen und der bekannten Vorkommen außerhalb der betrachteten Flussauen als Indikatorarten ausgeschlossen.

Tab. 8: Zuordnung heimischer Amphibien zu den Auenschlüsselhabitaten auf Grundlage von Günther (1996), Neubeck (2014), Große et al. (2015) und Expertenwissen von Klaus Henle und Annegret Grimm-Seyfarth; LH = Laichhabitat, Ü = Überwinterungshabitat, LL = Landlebensraum, ( ) = eingeschränkte Relevanz.

Deutscher Artname	Wissenschaftlicher Artname	Relevanz o - niedrig y - hoch	Laichzeitpunkt	A1 Permanent oder teilweise durchflossene Nebengefäße	A2 Stillgewässer y - permanent o - temporär	A3 Vegetationsarme und -freie Uferzonen	A4 <sup>5</sup> Großseggenriede, Röhrichte	A5 <sup>5</sup> Hochstaudenfluren	A6 Wechselweiches Grünland <sup>8</sup>	A7 Trockenstandorte	A8 <sup>9</sup> Weichholzauwald	A9 <sup>9</sup> Bruchwald	A10 <sup>9</sup> Hartholzauwald	A11 <sup>9</sup> Wälder trockenerer Auenstandorte
Alpenkammmolch	<i>Triturus carnifex</i>	o			y, LH									
Alpensalamander	<i>Salamandra atra</i>	o						LL?	LL					
Bergmolch	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	o-y	F-S		o-y, LH	(LL)			(LL)					LL
Erdkröte	<i>Bufo bufo</i>	y	F <sup>3</sup>	(LH)	y, LH			LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Europäischer Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	y	S		o-y, LH		LL	LL	LL		LL	LL	LL	LL
Fadenmolch	<i>Lissotriton helveticus</i>	o-y	F-S		o-y, LH				LL			(LL) <sup>10</sup>		
Feuersalamander	<i>Salamandra salamandra</i>	o	F-S	LH	o-y, LH				(LL)				LL	LL
Gebirgshellkröte	<i>Alytes obstetricans</i>	o	S	(LH)	y-(o), LH; Ü <sup>4</sup>	LL			LL	LH, LH, Ü				
Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>	y	S		(y)o, LH, Ü	LL			LL, LH	LL, LH, Ü	LL	LL	LL	LL
Grasfrosch	<i>Rana temporaria</i>	y	F	LH	(o)y, LH, Ü			LL	LL, LH		Ü <sup>11</sup> , LL	Ü <sup>11</sup> , LL	Ü <sup>11</sup> , LL	Ü <sup>11</sup> , LL
Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	y	F-S		y, LH, Ü		LL		(LL)		LL	LL	LL	LL
Kleiner Wasserfrosch	<i>Pelophylax lessonae</i>	o-y	S	(LH)	LL y, LH				LL					
Knoblauchkröte	<i>Pelobates fuscus</i>	y	F-S		y, LH		LL		LL	Ü, LL	(LL) <sup>12</sup>	(LL) <sup>12</sup>	(LL) <sup>12</sup>	(LL) <sup>12</sup>
Kreuzkröte	<i>Bufo calamita</i>	y	S		o, LH	LL			LL					
Moorfrosch	<i>Rana anaxalis</i>	y	F		y-o, LH, (Ü)				LL		LL	LL	LL	LL
Roibauchunke	<i>Bombina orientalis</i>	y	S		o-y, LH		LL <sup>6</sup>				LL	LL	LL	LL
Seefrosch	<i>Pelophylax ridibundus</i>	y	S	LL, LH, Ü	LL y, LH, Ü		LL	LL <sup>7</sup>			LL	LL	LL	LL
Springfrosch	<i>Rana dalmatina</i>	y	F		y-(o), LH						LL	LL	LL	LL
Teichfrosch	<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	y	S	(LL)	LL y, LH, Ü		LL		LL		LL	LL	LL	LL
Teichmolch	<i>Lissotriton vulgaris</i>	y	F-S		o-y, LH, Ü				LL		LL	LL	LL	LL
Wechselkröte	<i>Bufo viridis</i>	y	S		y-o, LH	LL				LL, Ü				

<sup>1</sup> wie Feuersalamander eher montane/Bergart; <sup>2</sup> unklar, ob Auen früher als Lebensraum genutzt wurden. Heute eher nicht, auch bevorzugt der Springfrosch eher trockene Standorte als Sommerquartier (Laubwälder); <sup>3</sup> in Bergflüssen auch spät laichend; <sup>4</sup> Larven; <sup>5</sup> Dazu gibt es in Landeswerke (als Quelle vor allem Hachtel et al. 2011 genutzt) + Günther, R. (1996); Die Amphibien und Reptilien Deutschlands, Fischer, Jena keine konkreten Angaben; <sup>6</sup> meist, aber nicht immer gemindert; <sup>7</sup> persönliche Beobachtung; <sup>8</sup> Hachtel, M., Schlipmann R., Weidling, B., Thiesmeier, A., Geiger, R., Willigalla, C. (2011): Handbuch der Amphibien und Reptilien Nordrhein-Westfalens, Band 1, Laurenti, Bielefeld; <sup>9</sup> A8-A11: meist keine Differenzierung angegeben, sondern nur, ob sie ursprünglich in Auen Lebensraum hatten; außer Moorfrosch, da alle genannt; <sup>10</sup> nur eine einzige Angabe gefunden; <sup>11</sup> vermutlich, aber keine Angaben vorliegend; <sup>12</sup> Ursprünglich bei hoher Auedynamik relevant, heute vermutlich vorwiegend außerhalb von Auen.

### 2.2.1.2 Gefäßpflanzen

Gefäßpflanzen eignen sich gut für die biozönotische Bewertung von Ufer- und Auenbereichen (Scholz et al. 2009a, Januschke et al. 2017): Sie charakterisieren auentypische Standorteigenschaften, sind in allen Auenhabitaten anzutreffen, relativ leicht zu bestimmen und ortsbeständig. Die autökologischen Standortansprüche und ihr Indikationspotenzial sind gut bekannt (Wulff 1997, Dziocck et al. 2006, Ewald 2007; Glaeser & Wulf 2009; Scholz et al. 2009a) und durch die Zeigerwerte von Ellenberg et al. (1991) oder die funktionalen Eigenschaften bei Klotz et al. (2002) standardisiert beschrieben.

Eine Definition und Auswahl „auentypischer“ Pflanzenarten steht jedoch aus (Stammel et al. 2020). Es gibt in Mitteleuropa nur wenige Arten, die ausschließlich oder sehr eng an Auen gebunden sind (Rohde 2004). Allerdings haben zahlreiche Arten ein Hauptvorkommen in Auen, können aber auch auf anderen Standorten wachsen. Die Anzahl an Pflanzenarten in Deutschland ist im Vergleich zu den anderen hier behandelten Organismengruppen sehr hoch. Als Ausgangsbasis wurden 3.534 Arten oder Sammelarten (Aggregate) verwendet, Unterarten wurden nicht berücksichtigt. Die Taxonomie wurde der Liste GermanSL 1.4.5 entnommen (Jansen & Dengler 2008). Um diese große Artenzahl auf Indikatorarten einzugrenzen, wurden verschiedene Datenbanken genutzt: die GermanSL mit der Attributtabelle ecodbase (Jansen & Dengler 2008) und die Bioflor-Datenbank des UFZ (Klotz et al. 2002).

Die Zuordnung der Gefäßpflanzen zu den Auenschlüsselhabitaten erfolgte auf Grundlage pflanzensoziologischer Standardwerke (Oberdorfer 2001, Schubert et al. 2001), in denen die einzelnen Vegetationseinheiten durch Charakter- und Trennarten beschrieben werden. Die Zuordnung nach Oberdorfer 2001 wurde aus den Datenbanken ecodbase (<https://german-snl.infinitemature.org/downloads/>) und Bioflor (Klotz et al. 2002) übernommen. Ecodbase verwendet die Angaben aus Ellenberg et al. (1991), wo jede Art genau einer Vegetationseinheit (bis zur Einheit Unterverband) zugeordnet ist. Bioflor bezieht sich auf die Zuordnung zu Biotoptypen von Haeupler & Muer (2000), wobei eine Art in mehreren Biotoptypen vorkommen kann. Zusätzlich wurden die zugeordneten Arten mit den Kennarten der Pflanzengesellschaften Deutschlands von Schubert et al. (2001) manuell abgeglichen. Ergänzend wurden wertgebende Pflanzenarten der auenrelevanten FFH-Lebensraumtypen (FFH-LRT) ebenfalls den Auenschlüsselhabitaten zugeordnet. Die Auswahl beruht dabei auf der zwischen dem Bund und den Ländern abgestimmten „Referenzliste Arteninventar“ zur Bewertung von FFH-LRT (BfN & BLAK 2017a) und den jeweiligen Landeslisten, die jedoch bislang nicht als digitale Datenbank verfügbar sind. In den Anhangstabellen Tab. A 1 und Tab. A 2 sind die den Auenschlüsselhabitaten zugewiesenen Pflanzengesellschaften dargestellt. Arten eindeutig auentypischer Pflanzengesellschaften wurden ausgeschlossen (siehe Tab. A 3 im Anhang). Insgesamt wurden 1.303 Indikatorarten identifiziert.

Für die Regionalisierung dieser Arten in Bezug auf die Auenabschnittstypen wurden die vom BfN zur Verfügung gestellte floristische Kartierung (Datenbank FlorKart (BfN) aus Deutschlandflora 1.0 (NetPhyD & BfN 2013) verwendet. In dieser liegen die Artnachweise im Raster der Messtischblätter (MTB, topographische Karten 1:25.000) vor. Um die Indikatorliste eines Auenabschnittstyps zu generieren, wurden alle MTBs, die eindeutig diesem Abschnitt zugewiesen werden können, ausgewählt und aus der Gesamtartenliste dieser ausgewählten MTBs die Indikatorarten aller Schlüsselhabitats herausgefiltert. Eine zeitliche Einschränkung (z.B. nur aktuelle Funde) wurde dabei nicht getroffen, da auch ein bereits erloschenes Vorkommen Hinweise darauf gibt, ob die Art in einem Auenabschnittstyp potenziell vorkommen kann.

### 2.2.1.3 Land- und Wassermollusken

Mollusken sind in einer Vielzahl von Habitaten zu finden (Falkner et al. 2001) – mit der größten Diversität in mitteleuropäischen Flussauen (Foeckler et al. 2009a). Aufgrund ihres relativ eingeschränkten aktiven Ausbreitungsradius sind sie den Bedingungen vor Ort unmittelbar ausgesetzt und „(...) spiegeln mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen und Toleranzbereichen spezifische Standortbedingungen wider (...)“ (Körnig 2001). Folglich gehören sie mit zu den Ersten, die auf einsetzende Habitatveränderungen reagieren (u.a. Guan et al. 2019). Als aussagekräftig hat sich die Tiergruppe der Mollusken auch bei Erfolgskontrollen von Renaturierungsmaßnahmen erwiesen (Balan et al. 2017, Funk et al. 2009, Reckendorfer et al. 2006, Rumm et al. 2016, 2018). Trotz ihrer geringen aktiven Mobilität sind sie in der Lage, relativ schnell neue Standorte, wie sie sich nach Renaturierungen ergeben, zu besiedeln, sofern geeignete Quellpopulationen vorhanden sind (Rumm et al. 2016). Sie reagieren rasch auf Extremereignisse und erholen sich danach in kurzer Zeit (Foeckler et al. 2009b). Darüber hinaus spiegeln sie auch Langzeitveränderungen wider (Čejka 2006). Hinzu kommt, dass ein relativ guter Kenntnisstand ihrer Taxonomie, Biologie, Ökologie, Verbreitung und Habitatansprüche vorliegt (Foeckler 1990, Foeckler et al. 2009a). Ihre Eignung als Bioindikatoren wurde bereits in zahlreichen Projekten genutzt, um Auenstandorte anhand ihrer Artenzusammensetzung zu charakterisieren (Chovanec et al. 2005, Foeckler 1990, Foeckler et al. 2009a, b, Funk et al. 2009). Mollusken besiedeln dort sowohl terrestrische als auch aquatische Lebensräume sowie ihre Übergangsbereiche.

Durch unterschiedliche Auffassungen des Artstatus und unklare taxonomische Differenzierung ist die Anzahl der tatsächlich vorkommenden Molluskenarten (Schnecken- und Muschelarten) in Deutschland nur schwer zu quantifizieren. In der aktuelleren deutschen (Bestimmungs-)Literatur ist von 244 Landschnecken- (inkl. 2 demnächst in Deutschland zu erwartenden Arten; Wiese, 2014), 74 Wasserschnecken- und 44 Muschelarten (Glöer 2015), insgesamt 362 Arten, die Rede. In der letzten Fassung der Roten Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland (Jungbluth & Knorre 2011) werden 365 Arten und 16 Unterarten geführt. Letztere stellte die Ausgangsbasis für die Erarbeitung einer Indikatorartenliste dar. Zusammengeführt mit den (z.T. älteren) Roten Listen der Bundesländer ergeben sich 377 Arten und 12 Unterarten, die im Rahmen dieses Projektes ausgewertet wurden. Da die Nomenklatur in den verfügbaren Roten Listen und auch in der Literatur nicht immer konsistent verwendet wird, wurde versucht, die verwendeten Artenlisten nachvollziehbar und soweit möglich zu vereinheitlichen.

Als Grundlage für die Zuordnung von Indikatorarten zu den Auenschlüsselhabitaten bei den Mollusken diente die Datenbank von Falkner et al. (2001) für Gehäuseschnecken, die Moorkens & Killeen (2009) um die Gruppe der Muscheln ergänzt haben. Diese Datenbanken enthalten Informationen zu Vorkommen, Ökologie und Verbreitung der Arten sowie eine Einstufung der Affinität dieser zu sogenannten Makrohabitaten (vgl. Bournaud et al. 1992, Chevenet et al. 1994, Castella & Speight 1996). Die Vorgehensweise der Einstufung der Affinität und finale Zuordnung der Arten zu Auenschlüsselhabitaten ist in Anhang B.1 beschrieben. Nicht zu allen Arten lagen relevante Informationen in Falkner et al. (2001) und Moorkens & Killeen (2009) vor. Für 131 der insgesamt 134 fehlenden Arten erfolgte die Zuordnung mit Hilfe der Ökologischen Gruppen in Jungbluth & Knorre (2009) und/oder gemäß der Ökologischen Kennzeichnung in Falkner (1990, nach Ložek 1964 vereinfacht und ergänzt) unter Einbeziehung der Feuchtestufen nach Groh & Weitmann (2019). Die Zuordnung der Makrohabitats, Ökologischen Gruppen und Lebensräume zu den Auenschlüsselhabitaten ist Abb. 9 zu entnehmen.

Bei drei Arten, die über keine der genannten autökologischen Literatur abgedeckt werden konnten (z.B. *Lymnaea fragilis*), wurde zusätzliche Literatur (u.a. Boschi 2011, Glöer 2002, 2015, Wiese 2014) herangezogen.

Die Regionalisierung der Gesamtartenlisten erfolgte über die Roten Listen der Bundesländer, da für die Mollusken keine deutschlandweiten Verbreitungsangaben vorhanden sind. Diese Listen führen zumindest zum Teil auch ungefährdete Arten mit auf und können somit als eine Art „Gesamtartenliste“ der Molluskenfauna im jeweiligen Bundesland angesehen werden. Für die Regionalisierung wurden dann die Roten Listen aller Bundesländer herangezogen, in denen ein Fluss des jeweiligen Auenabschnittstyps liegt (vgl. Anhangstabelle B 2). Ergänzend dazu wurden, sofern vorhanden, regionale Daten wie Verbreitungskarten bzw. landesweit vorhandene faunistische Daten (z.B. in Bayern: Daten der Artenschutzkartierung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt) gesammelt und mit ausgewertet (vgl. Anhangstabelle Tab. B 3). Bei den Verbreitungsdaten handelte es sich oftmals um „selektive“ Daten, meist mit Verbreitungsangaben geschützter und/oder gefährdeter Arten. Somit basiert die Regionalisierung bei den Mollusken insgesamt auf einem sehr heterogenen Datenset. Nicht verfügbar waren regionale Verbreitungsdaten aus Nordrhein-Westfalen, Saarland und Schleswig-Holstein.

Tab. 9: Zuordnung auenrelevanter Molluskenhabitats zu den Auenschlüsselhabitats als Grundlage für die Filterung der Indikatorartenlisten nach Literaturgrundlagen (Falkner 1990 nach Ložek 1964, Falkner et al. 2001, Jungbluth & Knorre 2009, Moorkens & Killeen 2009).

ASH - Code	ASH - Bezeichnung	Makrohabitate nach Falkner et al. (2001), Moorkens & Killeen (2009)	Ökologische Gruppe nach Jungbluth & Knorre (2009)	Lebensraum nach Ložek (1964) in Falkner (1990) (in Kombination mit der Feuchtezahl in % nach Groh & Weitmann (2019))
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebenrinne	(621) Running freshwater (gen.)	10; 10F	F (100%)
A2	Stillgewässer	(611) Lake (gen.); (612) Permanent pool	10; 10S	L (100%)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	(613) Temporary Pool	9; 10; 10P; 10Pp	Pp (85%); P (95%)
A4	Großseggenriede, Röhrichte	(71) Fen (gen.); (72) Reeds/Tall sedge beds; (21) Tall herb communities; (73) Water edge (gen.)	9	H (75%); P (-);
A5	Hochstaudenfluren			
A6	Wechselfeuchtes Grünland	(232) Unimproved grassland, humid/flooded	1	O (25%); M (50%); H (75%);
A7	Trockenstandorte	(22) Thermophilous forest fringes; (231) Unimproved grassland (gen.), dry/semi-arid (gen.); (24) Heatland; (33) Inland sand dunes	1	S (10%); X (10%); O (25%); (M (50%));
A8	Weichholz-Auwald	(141) Softwood; (132) Alnus swamp; (133) Salix swamp	6, 7, 8	W (60%); H (75%); Wh (85%); P (-)
A9	Bruchwald			

Tab. 9 (Fortsetzung)

ASH - Code	ASH - Bezeichnung	Makrohabitate nach Falkner et al. (2001), Moorkens & Killeen (2009)	Ökologische Gruppe nach Jungbluth & Knorre (2009)	Lebensraum nach Ložek (1964) in Falkner (1990) (in Kombination mit der Feuchtezahl in % nach Groh & Weitmann (2019))
A10	Hartholz-Auwald	(112) Deciduous forests, humid/mesophilous (gen.); (131) Betula/Pinus swamp; (142) Hardwood; (152) Mixed forest, humid	6, 7, 8	M (50%); W (60%); Wf (60%); H (75%);
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	(121) Scrub, dry; (151) Mixed forest, dry; (16) Coniferous forests (gen.)	4, 6	Ws (25%); (M (50%)); W (60%); Wf (60%);
Nicht auenrelevant		(111) Deciduous forests, dry/thermophilous (gen.); (122) Scrub, atlantic; (123) Ulex thickets, (31) Coastal beaches (gen.); (32) Coastal dunes (gen.); (41) Cliff and rock (gen.); (42) Scree and old walls (gen.); (51) Ancient hedges; (52) Recent hedges; (63) Spring/flushes; (81) Estuarine (gen.); (82) Lagoons; (83) Salt marsh (gen.)	2; 3; 5; 10Q	Sf (5%); Of (25%); Ot (25%); Mf (50%); Wf (60%); Wt (60%); Q (100%); I (100%)

**Erläuterung der Ökologischen Gruppen in Jungbluth & Knorre (2009):** **1:** (Steppen) waldfeindliche Arten; **2:** offenes Gelände/Felsen; **3:** Gebüsch/Felsschutt; **4:** trockene Laubwälder; **5:** synanthrope Bereiche (Gärten, Parkanlagen, Wohngebäude); **6:** Laubmischwälder; **7:** Wald-Arten mit höheren Feuchtigkeitsansprüchen; **8:** feuchte Wälder/Auwälder; **9:** Sümpfe; **10Q:** Grundwasser/Quellen inkl. Interstitialgewässer; **10F:** Fließgewässer; **10S:** Stehende Gewässer (Kleingewässer bis Seen); **10P:** Sumpfgewässer; **10Pp:** periodische Sumpfgewässer

**Erläuterung der Ökologischen Kennzeichnung in Falkner (1990, nach Ložek 1964, vereinfacht und ergänzt):** **W:** Wald, ausschließlich an Waldstandorte gebunden; **Wh:** sumpfiger Wald, Bruchwald, vernässte Waldstandorte; **Wf:** Wald und mittelfeuchte Felsen, teils in Wäldern, teils an felsigen Standorten; **Wt:** Waldarten, die vorwiegend tief im Lückensystem des Bodens subterran (oder terricol) leben; **Ws:** Waldsteppe, lichter xerothermer Wald; **S:** Steppe, trockene sonnige Standorte ohne Gehölze; **Sf:** Felssteppe, xerotherme Felsen; **O:** offene, gehölzfreie Standorte, feuchte Wiesen bis Steppen; **Of:** offene Felsbiotope verschiedener Art, nicht unbedingt xerotherm; **Ot:** Arten, die in offenen Biotopen subterran leben; **M:** mesophile Arten, sowohl an feuchten als auch an trockenen, vorwiegend an mittelfeuchten Standorten; **Mf:** mesophile Felsarten; **X:** xerothermophile Arten, die trocken-warme Standorte deutlich bevorzugen; **H:** hygrophile Arten mit hohem Feuchtigkeitsanspruch, aber nicht an nasse Biotope gebunden; **P:** Sümpfe; bei Landschnecken: nasse Wiesen, Auwälder, Ufer, in engster Nachbarschaft des Wassers; bei Wassermollusken: seichte pflanzenreiche Gewässer; **Pp:** periodische Sümpfe; **L:** stehende Gewässer, kleine Lachen bis große Teiche und Seen; **F:** fließende Gewässer, Bäche bis große Ströme; **Q:** Quellen; **I:** Interstitial- und Spaltengewässer, Grundwasserstrom

#### 2.2.1.4 Laufkäfer

Laufkäfer sind mit ca. 567 Arten in Deutschland eine weit verbreitete Organismengruppe und in fast jedem Lebensraum zu finden. Ihr Indikationspotenzial ist weithin bekannt (Kotze et al. 2011). Besonders in Ufer- und Auenbereichen von Fließgewässern kommen viele spezialisierte Arten vor, die an die dort herrschende Überflutungsdynamik angepasst sind. In naturnahen Ufern und Auen differenzieren die Lebensgemeinschaften deutlich zwischen den dort vorkommenden Habitaten wie z.B. Uferbänken, Röhrichbereichen (Heckes et al. 1999, van Looy et al. 2005, Sparke & Niedringhausen 2006); die Habitate sind damit spezifisch besiedelt. In Bezug auf Gewässer- und Auenrenaturierungen reagieren Laufkäfer in der Regel schneller und stärker auf Habitatverbesserungen als z.B. aquatische Organismengruppen (Jähniq et al. 2009,

Januschke et al. 2018, Januschke 2018, Lorenz et al. 2018), da ihr Vorkommen vor allem an mikroklimatische Bedingungen in der Aue gebunden ist und weniger von überlagernden Faktoren wie der Wasserqualität beeinflusst wird. Vor allem die Uferspezialisten unter den Laufkäfern besiedeln die neu geschaffenen Habitate direkt nach der Umsetzung von Maßnahmen und indizieren Dynamik und Sukzessionsprozesse in den Folgejahren (Januschke et al. 2014, Hannig et al. 2015, Hannig & Drewenskus 2016, Januschke 2017, 2018, Januschke & Hannig 2020).

Die Habitatpräferenzen der in Deutschland vorkommenden Arten sind in einem Lebensraumpräferenzkatalog (GAC 2009) dokumentiert und auf der Ebene der Großnaturräume Deutschlands (Alpen, Alpenvorland, südwestliches Mittelgebirge, östliches Mittelgebirge, westliches Mittelgebirge, nordöstliches Tiefland, nordwestliches Tiefland) angegeben; der Großnaterraum „Küste“ wurde für das Verfahren zur Erfolgskontrolle ausgeschlossen.

Für die auenabschnittstypspezifische Filterung der Artenlisten nach Indikatorarten erfolgte zunächst eine Zuordnung der jeweils relevanten Großnaturräume zu den Auenabschnittstypen (Tab. 10).

Die Zuordnung der für Laufkäfer in der autökologischen Literatur angegebenen Habitattypen zu den in dieser Studie festgelegten Auenschlüsselhabitaten erfolgte ebenfalls auf Grundlage des Lebensraumpräferenzkatalogs der GAC (2009). In diesem werden 42 für Laufkäfer relevante Lebensraumtypen klassifiziert, von denen 14 als auenrelevant identifiziert und den Auenschlüsselhabitaten zugeordnet wurden (Tab. 11).

Tab. 10: Zuordnung der Großnaturräume nach GAC (2009) zu den Fluss- und Stromauenabschnittstypen nach Koenzen (2005).

	Code	Auenabschnittstyp	Großnaturräume (GAC 2009)
<b>Flussauenabschnittstypen</b>	FAT1	Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch)	Nordöstliches Tiefland
	FAT2	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch)	Nordöstliches Tiefland
	FAT3	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Nordöstliches Tiefland, Nordwestliches Tiefland
	FAT4	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Nordöstliches Tiefland, Nordwestliches Tiefland
	FAT5	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Kies)	Nordöstliches Tiefland, Nordwestliches Tiefland
	FAT6	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Südwestliches Mittelgebirge, Östliches Mittelgebirge
	FAT7	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Westliches Mittelgebirge, Südwestliches Mittelgebirge
	FAT8	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Westliches Mittelgebirge, Südwestliches Mittelgebirge, Östliches Mittelgebirge
	FAT9	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Westliches Mittelgebirge, Südwestliches Mittelgebirge, Alpenvorland
	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	Westliches Mittelgebirge, Östliches Mittelgebirge
	FAT11	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Kies und Schotter)	Alpenvorland, Alpen, Südwestliches Mittelgebirge
	FAT12	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Block-Schotter)	Alpenvorland, Alpen

Tab. 10 (Fortsetzung)

	Code	Auenabschnittstyp	Großnaturräume (GAC 2009)
<b>Stromauenabschnittstypen</b>	SAT1	Gefällearme Stromaue (teilmineralisch-organisch) mit Winterhochwasser	Nordöstliches Tiefland
	SAT2	Gefällearme Stromaue (Sand und Sand-Kies) mit Winterhochwasser	Nordöstliches Tiefland
	SAT3	Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommer- und Winterhochwasser	Nordwestliches Tiefland, Nordöstliches Tiefland, Südwestliches Mittelgebirge
	SAT4	Gefällearme Stromaue (Kies-Schotter) mit Sommer- und Winterhochwasser	Westliches Mittelgebirge, Östliches Mittelgebirge, Alpenvorland
	SAT5	Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommerhochwasser	Südwestliches Mittelgebirge
	SAT6	Gefällereiche Stromaue (Schotter) mit Sommerhochwasser	Südwestliches Mittelgebirge, Östliches Mittelgebirge

Tab. 11: Zuordnung der auenrelevanten Lebensraumtypen nach GAC (2009) zu den festgelegten Auenschlüsselhabitaten; UB = Uferbank.

Code Auenschlüsselhabitat	Bezeichnung Auenschlüsselhabitat	Auenrelevante Lebensraumtypen für Laufkäfer
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	-----
A2	Stillgewässer	-----
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.0 Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen
		3.1 UB mit Geröll, Schotter, Kies
		3.2 UB mit Sand
		3.3 UB mit Schluff, Lehm, Ton
		3.4 UB mit organischem Material (Schlamm, Schlick)
A4	Großseggenriede, Röhrichte	9.7 Kurzlebige Ruderalfluren und Pioniergesellschaften
		4.4 Großseggenriede, Röhrichte
A5	Hochstaudenfluren	4.3 Nährstoffarme Niedermoore, Kleinseggensümpfe
		4.0 Vegetationsreiche Ufer
A6	Wechselfeuchtes Grünland	4.5 Feuchte und nasse Hochstaudenfluren
		4.6 Feucht- und Nassgrünland (Wiesen, Weiden)
		9.5 Grünland: Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im planaren bis submontanen Bereich
A7	Trockenstandorte	9.6 Grünland: Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im montanen Bereich
		7.1 Trockene Sandheiden, Sandmagerrasen inkl. Initialstadien sowie offene Sandflächen (z. B. auf Binnendünen)
A8	Weichholz-Auwald	7.2 Kalkreiche Trocken- und Halbtrockenrasen (inkl. Felsfluren, Steinschutt, Initialstadien)
		5. Feucht- und Nasswälder, Waldsäume sonstiger Standorte
A9	Bruchwald	5.2 Auwald
		5.1 Sumpf-, und Bruchwald, Weidengebüsche nasser Standorte u. a. (inkl. Vorwaldstadien nährstoffreicher Moore)
A10	Hartholz-Auwald	5. Feucht- und Nasswälder, Waldsäume sonstiger Standorte
		5.2 Auwald
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	-----

Die Zuordnung von Arten zu Auenschlüsselhabitaten erfolgte für jeden Auenabschnittstyp separat. Dabei wurden folgende Filterschritte mit der bundesweiten Gesamtartenliste durchgeführt:

- Filterung nach Auenarten, d.h. Arten, deren Hauptvorkommen ausschließlich in den Auenschlüsselhabitaten A1 bis A11 liegt. Damit wurden Arten ausgeschlossen, die sowohl in den festgelegten Auenschlüsselhabitaten als auch in nicht-auenrelevanten Habitaten vorkommen, sowie Arten, die ausschließlich in nicht-auenrelevanten Habitaten vorkommen. Berücksichtigt wurde hier, dass einige dem Auenschlüsselhabitat „Vegetationsarme und -freie Uferzonen“ (A3) zugeordneten Arten eine hohe Substratspezifität aufweisen; somit erfolgte für dieses Habitat eine substratspezifische Filterung der Arten auf Grundlage des Vorkommens und der Häufigkeit von Substraten in den 18 Fluss- und Stromauenabschnittstypen (vgl. Kapitel 2.1.1; Tab. 5).
- Ausschluss von Arten, die in mindestens einem Großnaturreich als eurytop eingestuft und damit aufgrund ihres fehlenden Indikationspotenzials nicht relevant sind.
- Ausschluss von Arten, deren Lebensraumpräferenzen als fraglich eingestuft wurde.

Die Regionalisierung der Arten erfolgte mit Hilfe des Verbreitungsatlas der Laufkäfer Deutschlands (Trautner et al. 2014) sowie den Verbreitungskarten der Gesellschaft für Angewandte Carabidologie (<http://www.angewandte-carabidologie.de/de/gac/>).

#### 2.2.1.5 Vögel

Als weitere bewertungsrelevante Artengruppe wurden die Brutvögel Deutschlands mit bundesweit 280 Arten ausgewählt. Im Vergleich zu den anderen in diesem Vorhaben bearbeiteten Artengruppen weisen die Vögel die höchste Mobilität und den größten Flächen- und Raumanpruch auf. Dementsprechend finden sich in dieser Artengruppe keine Spezialisten für einzelne Auenschlüsselhabitats, vielmehr benötigen verschiedene Arten besondere Ufer- und Auenhabitats als wichtige Requisites, z.B. als Brutstätte oder Nahrungshabitats. Eine besondere Bedeutung für die Vögel haben hier Auengewässer (Flade 1994), vegetationsarme Uferbänke (Blotzheim 2001) und Weich- und Hartholz-Auwälder (Flade 2001, Gerken et al. 2002, Neubeck 2014). Generell reagieren Vögel sehr positiv auf die Schaffung von relevanten Habitats im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen. Dies zeigte sich im Rahmen einer Metadatenanalyse (Januschke et al. 2018) und zahlreichen Fallstudien, z.B. an der Oberweser (Gerken et al. 2002), dem Obermain (Metzner et al. 2002) und der Elbe (Scholz et al. 2005).

Als autökologische Grundlage wurde das Standardwerk nach Flade (1994) genutzt und die dort aufgeführten Haupt- und Untereinheiten von Lebensräumen den festgelegten Auenschlüsselhabitats zugeordnet (Tab. 12); nicht zugeordnet wurde dabei der Lebensraum „Halboffene reichstrukturierte Niedermoore, Fluss- und Bachauen“ (D6), da die hier eingegangenen Flächen zur Identifizierung von Leitarten unterschiedliche und teils anthropogen überformte Habitats beinhalteten (z.B. Heckenstrukturen, teilentwässerte Niedermoorgebiete, Quellmoorgebiet). Ergänzend, z.B. für den Lebensraum Hochstaudenfluren, der bei Flade (1994) nicht aufgeführt ist, wurde Angaben aus dem Leitartenkonzept nach Neubeck (2014) hinzugezogen. Für die Zuordnung der Arten zu den Auenschlüsselhabitats wurde für jedes Auenschlüsselhabitat eine Liste derjenigen Arten zusammengestellt, die nach Flade (1994) und Neubeck (2014) als Leitarten der jeweiligen Lebensräume gelten. Darüber hinaus wurden Angaben nach Krägenow & Wiesehöfer (1999) ergänzt. Insgesamt enthält diese Liste 112 relevante Indikatorarten, die in den meisten Fällen auf das Vorhandensein mehrerer Auenschlüsselhabitats

angewiesen sind. Die Regionalisierung der Indikatorarten erfolgte mit Hilfe des Atlas Deutscher Brutvogelarten (Gedeon et al. 2015) und unter Ergänzung der Verbreitungskarten von [ornitho.de](http://ornitho.de).

Tab. 12: Auenschlüsselhabitate und zugeordnete, für Vögel definierte Lebensräume auf Ebene der Haupt- und Untereinheiten nach Flade (1994).

Code	Bezeichnung Auenschlüsselhabitat	Haupteinheit nach Flade (1994)	Untereinheit nach Flade (1994)
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Binnengewässer (B)	Fließgewässer, Kanäle (B7)
A2	Stillgewässer	Binnengewässer (B)	Meso- bis oligotrophe Klarseen (B1), Eutrophe Flachseen (B2), Weiher, Teiche, Tümpel, Altarme (B4)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Binnengewässer (B)	Fließgewässer, Kanäle (B7)
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Moore und Verlandungszonen (C), Landwirtschaftliche Flächen (D)	Röhrichte (C1), Großseggenriede (C2)
A5	Hochstaudenfluren	nicht vorhanden	nicht vorhanden
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Landwirtschaftliche Flächen (D)	Binnenländisches Feuchtgrünland (D2), Feldlandschaften mit hohem Grünanteil, Frischwiesen und -weiden (D3), Feuchte und nasse Brachen und Sukzessionsflächen (D7)
A7	Trockenstandorte	Trockenbiotop, Sonderstandorte (G)	Trocken- und Halbtrockenrasen (G1), Sandheiden (G3))
A8	Weichholz-Auwald	Wälder (E)	Weidenwälder (E13)
A9	Bruchwald	Wälder (E)	Birken- und Birken-Kiefernbruchwälder und -gebüsche (E11), Erlenbruchwälder (E12)
A10	Hartholz-Auwald	Wälder (E)	Hartholz-Auenwälder (E15)
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	Wälder (E)	Eichen-Hainbuchenwälder und Tiefland-Perlgas-Buchenwälder (E16)

### 2.2.2 Arten mit einer starken Auenbindung

Bei den in Kapitel 2.2.1 abgeleiteten Indikatorarten handelt es sich um auenabschnittstypspezifische (AAT-spezifische) Arten, die auf das Vorkommen prägender und häufiger Auenschlüsselhabitate angewiesen sind. Damit jedoch auch das Vorkommen von generell an Auen gebundenen Arten, also unabhängig von ihrer Präferenz für AAT-spezifische prägende und häufige Auenschlüsselhabitate der Auenabschnittstypen im Rahmen einer Erfolgskontrolle positiv bewertet wird, erfolgte eine Zusammenstellung von Arten mit einer starken Auenbindung auf Grundlage von gängiger Literatur und unter Einbindung von Expertenwissen (Tab. 13). Die Indikatorartenlisten wurden regionalisiert und unterscheiden sich für die verschiedenen Auenabschnittstypen. Die zusammengestellten Listen bilden die Grundlage für die Berechnung der Kenngröße K2.

Tab. 13: Definitionen zur Einstufung der Arten mit starker Auenbindung getrennt nach Artengruppen und zugrundeliegende Literatur.

Artengruppe	Definitionen der Arten mit starker Auenbindung	Grundlagen für die Zusammenstellung der Arten mit starker Auenbindung
Amphibien	Arten mit einer engen Bindung an Laichgewässer und Landlebensräume in Auen	Günther (2009), Neubeck (2014), Große et al. (2015) und Expertenwissen
Gefäßpflanzen	Arten, die als jeweilige Charakterarten von auenrelevanten Pflanzengesellschaften und deren Trennarten eingestuft sind; nur auf Ebene der Verbände und Assoziationen, nicht für Ordnungen oder Klassen.	Oberdorfer (2001), Schubert et al. (2001)
Land-, Wassermollusken	Arten, die ausschließlich bzw. zumindest mit deutlichem Verbreitungsschwerpunkt in Flussauen vorkommen.	Foessler et al. (2017a), Rumm et al. (2020), im Wesentlichen basierend auf Falkner et al. (2001) und Moorkens & Killeen (2009)
Laufkäfer	Arten, die ihr Hauptvorkommen nach dem Lebensraumpräferenzkatalog (GAC, 2009; vgl. Kapitel 2.2.1.4) in 1 bis 5 der Auenschlüsselhabitate haben.	Lebensraumpräferenzkatalog (GAC 2009)
Vögel	Arten, die obligatorisch auf Auenschlüsselhabitate oder autotypische Requisiten angewiesen sind, sowie Arten, die in Auen wichtige Requisiten nutzen, aber auch außerhalb von Auen vorkommen.	Flade (1994), Krägenow & Wiesehöfer (1999), Bauer et al. (2005), Neubeck (2014) und Expertenwissen

### 2.2.3 Nach der Roten Liste Deutschlands gefährdete Arten

Um bei einer Erfolgskontrolle auch weitere naturschutzfachliche Aspekte zu berücksichtigen, erfolgte für alle Artengruppen eine Zusammenstellung von Arten, die nach der Roten Liste Deutschlands als gefährdet gelten. Diese bilden die Grundlage für die Kenngröße K3. Für die Einstufung als gefährdete Art wurden die folgenden Gefährdungskategorien verwendet: vom Aussterben bedroht (1), stark gefährdet (2), gefährdet (3) und Vorwarnliste (V). Als Grundlage dienten die aktuellen bundesweiten Roten Listen Deutschlands:

- Amphibien: Kühnel et al. (2009)
- Land-, Wassermollusken: Jungbluth & Knorre (2011)
- Laufkäfer: Gruttke et al. (2016)
- Gefäßpflanzen: Metzger et al. (2018)
- Vögel: Grüneberg et al. (2015)

### 2.2.4 Nach Bundesartenschutzverordnung geschützte Arten

Damit die Erfolgskontrolle auch artenschutzfachliche Aspekte berücksichtigt, wurden für alle Artengruppen Listen mit den nach §1 der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) besonders und/oder streng geschützten Arten zusammengestellt. Diese bilden die Grundlage für die Kenngröße Z4.

### 2.2.5 Arten der Europäischen FFH- und Vogelschutzrichtlinie (Natura 2000)

Für die Berücksichtigung der Europäischen FFH- und Vogelschutzrichtlinie erfolgte eine Zusammenstellung von Arten, die in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) ge-

listet bzw. als prioritäre Art aufgeführt sind. Für die Vögel wurden diejenigen Arten ausgewählt, die in Anhang 1 der Vogelschutz-Richtlinie (79/409/EWG) gelistet sind. Diese bilden die Grundlage für die Kenngröße Z5.

### **2.2.6 Stromtalarten**

Für die Gefäßpflanzen wurde eine Liste sogenannter Stromtalarten auf Grundlage von Siedentopf (2005) erstellt. Diese beinhaltet Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in kontinental geprägten Flusstälern. Sie wurde durch Angaben in Oberdorfer (2001), Burkart (2001) und Margraf (2004) ergänzt und bildet die Grundlage für die Kenngröße Z6.

### **2.2.7 Test der Kenngrößen mit bestehenden Daten**

Für insgesamt 12 potenzielle biozönotische Kenngrößen (Tab. 14) und fünf ausgewählte Auenabschnittstypen (Tab. 15) wurde exemplarisch mit bestehenden Daten getestet, welche dieser Kenngrößen am besten für die Erfassung von Veränderungen der Lebensgemeinschaften in Ufer- und Auenbereichen und damit für eine Erfolgskontrolle von Renaturierungen geeignet sind. Insgesamt standen 64 Datensätze mit vergleichenden Erhebungen (mindestens zwei Aufnahmen; zeitlich oder räumlich) zur Verfügung. Tab. 15 bietet einen Überblick über die Artengruppen und die Analyseansätze. Für jede Kenngröße wurde jeweils pro Artengruppe die Anzahl der Arten, der %-Anteil Individuen in Bezug auf die Gesamtzahl im Abschnitt erfasster Individuen (Abundanzen; bei den Gefäßpflanzen der Deckungsgrad; bei den Vögeln die Anzahl Brutreviere) sowie der %-Anteil Arten in Bezug auf die Gesamtzahl im Abschnitt erfasster Arten berechnet.

Tab. 14: Übersicht über die getesteten Kenngrößen und deren Eignung für eine Erfolgskontrolle; grün: geeignet, rot: nicht geeignet, AAT: Auenabschnittstyp. Obligate Kenngrößen (Codes K1-K3) müssen für die Bewertung immer berücksichtigt werden, optionale Kenngrößen (Codes Z1-Z6) können je nach Fragestellung der Bewertung berücksichtigt werden.

	Kenngrößen-Code	Name der Kenngröße
Obligate Kenngrößen	K1	AAT-spezifische Arten: Arten, die vornehmlich naturnahe auenabschnittstypspezifische Auenschlüsselhabitate (nach Koenzen (2005) prägende und häufige Habitate eines Auenabschnittstyps) besiedeln und damit eine leitbildgerechte Besiedlung widerspiegeln
	K2	Indikatorarten mit starker Auenbindung: Arten, die generell, also unabhängig von dem Vorkommen prägender und häufiger Auenschlüsselhabitate eine starke Bindung an Auen aufweisen
	K3	Rote Liste-Arten Deutschland: Arten, die als vom Aussterben bedroht (1), als stark gefährdet (2) und als gefährdet (3) eingestuft sind und diejenigen der Vorwarnliste (V)
Optionale Kenngrößen	Z1	Gesamtartenzahl
	Z2	Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen
	Z3	Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland
	Z4	Gesetzlich geschützte Arten: Arten, die nach der Bundesartenschutzverordnung §1 besonders und/oder streng geschützt sind
	Z5	Natura 2000-Arten: in den FFH-Anhängen II und IV bzw. in Anhang 1 der Vogelschutz-Richtlinie gelistete bzw. als prioritär aufgeführte Arten
	Z6	Stromtalarten: Arten, die eine besondere Bindung an große Auen haben; nur für Gefäßpflanzen relevant
Nicht geeignete Kenngrößen		AAT-spezifische Arten prägender Schlüsselhabitate: Indikatorarten, die in einem Auenabschnittstyp mindestens einem prägenden Auenschlüsselhabitat zugeordnet sind
		Nicht-AAT-spezifische Arten: Arten, die in einem Auenabschnittstyp nur kleinräumig oder nicht vorhandenen Auenschlüsselhabitaten zugeordnet sind
		Sonstige Arten: Arten, die keinem Auenschlüsselhabitat zugeordnet sind und damit nicht in der Indikatorartenliste, aber in der bundesweiten Liste vorhanden sind

Tab. 15: Übersicht über die getesteten Datensätze (graue Felder) zur Auswahl der Kenngrößen unter Angabe des Analyseansatzes, der Artengruppen und des Bewertungsaspekts. AAT: Auenabschnittstyp.

Code des AAT	Name des AAT	Gewässer und Ort in der Nähe	Analyseansatz	Amphibien	Gefäßpflanzen	Land-, Wassermollusken	Laufkäfer	Vögel	Bewertungsaspekt	Literaturquellen zu den Datensätzen
FAT3	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hüggellandes (Sand-Kies)	Untere Saale bei Alsen, Bernburg, Calbe (Sachsen-Anhalt)	Gestaut versus ungestaut in 2001 und 2002						Staufufenausbau	Dziok et al. (2005), Foeckler et al. (2002, 2017b), Meindl (2004), ÖKON (2003), Stölting et al. (2019)
FAT5	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hüggellandes (Kies)	Rur bei Jülich, Millich und Körrenzig (Nordrhein-Westfalen)	Degradiert versus renaturiert in 2005 und 2008						Renaturierung	Planungsbüro Koenzen (2008), Januschke et al. (2011)
FAT5	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hüggellandes (Kies)	Weißer Elster/Papitzer Lachen (Sachsen)	1996 versus 2015						Renaturierung	Vlaic et al. (2017)
FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	Ruhr bei Arnsberg (Nordrhein-Westfalen)	Degradiert versus renaturiert (3 Abschnitte) sowie 2010 versus 2011 versus 2013						Renaturierung	Januschke (2014), Januschke (2018), Makiej (2020)
SAT2	Gefällearme Stromau (Sand-Kies)	Elbe bei Steckby (Sachsen-Anhalt)  Elbe - Roßlauer Oberluch (Sachsen-Anhalt)	1999 versus 2004 versus 2006; für Gefäßpflanzen auch 2012  Altaue versus renaturierte Aue						Zeitliche Entwicklung nach Hochwasser in 2002  Renaturierung	Scholz et al. (2009a, b), Scholz et al. (2017), Löffler et al. (2015), Mosner & Horchler (2015)  Keruzoré (2007), Scholz et al. (2009b)

Die Ergebnisse der Testberechnungen der Kenngrößen für die vier ausgewählten Auenabschnittstypen zeigten deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Eignung für eine biozönotische Erfolgskontrolle. Die **auf Basis der Artenzahl** berechneten Kenngrößen wiesen nachvollziehbare Unterschiede zwischen den renaturierten bzw. naturnahen und nicht renaturierten bzw. beeinträchtigten Probestellen auf. Sie sind insgesamt gut geeignet, um Veränderungen des biozönotischen Auenzustands durch Renaturierungen auch über die Zeit zu erfassen. Die auf Artenzahlen basierenden Kenngrößen werden daher für die Bewertung von Renaturierungsmaßnahmen empfohlen.

Die **auf Basis des Prozentanteils Arten** (bezogen auf die Gesamtzahl erfasster Arten an einer Probestelle) berechneten Kenngrößen zeigen dagegen die Renaturierungserfolge und die zeitliche Entwicklung teils nicht sehr deutlich. Die höhere Zahl an Arten in renaturierten oder naturnahen Abschnitten setzt sich meist aus auenabschnittstypspezifischen, aber auch aus sonstigen Arten zusammen, so dass sich die prozentualen Anteile nur unwesentlich verändern oder sogar verschlechtern. Wenn in den renaturierten Abschnitten mehr „sonstige Arten“ hinzukommen, kann es auch zu besseren Ergebnissen für die degradierten Abschnitte kommen. Demnach ist die Verwendung von %-Anteilen an der Gesamtartenzahl nicht für die Beurteilung von Renaturierungserfolgen geeignet.

Die **auf Basis des %-Anteils Individuen** (bei Pflanzen: Deckungsgrad; bei Vögeln: Anzahl Brutreviere und Anzahl Sichtungen) berechneten Kenngrößen sind im Hinblick auf Renaturierungserfolge nicht einfach interpretierbar oder vermitteln ein zu positives Bild. Das ist z. B. bei den Laufkäfern der Fall, bei denen besonders die Uferspezialisten von den verbesserten Habitatbedingungen profitieren und daraufhin in sehr hohen Individuenzahlen vorkommen, obwohl die Lebensgemeinschaft an sich trotzdem noch Defizite aufweist. Für die anderen Artgruppen war das Bild vergleichbar zu den %-Anteilen Arten.

Insgesamt ist eine einfache aussagekräftige Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf Renaturierungserfolge auf Grundlage der Artenzahl möglich. Da die Testdatensätze ein gutes Spektrum an Auenabschnittstypen und alle insgesamt bewertbaren Artengruppen umfassten, ist dieses Ergebnis grundsätzlich auch auf alle anderen Auenabschnittstypen übertragbar.

Über alle Artengruppen für eine Erfolgskontrolle am besten geeignet waren die drei Kenngrößen „AAT-spezifische Arten“, „Indikatorarten mit starker Bindung an Auen“ und „Rote Liste-Arten“. Daher wurden diese als obligate Kenngrößen für eine Erfolgskontrolle ausgewählt. Darüber hinaus gibt es ein Set weiterer optionaler Kenngrößen, mit denen z.B. auch einzelne Auenschlüsselhabitate bewertet werden können. Momentan steht diese Option in der Excel-Anwendung nur für die beiden Auenschlüsselhabitate „Vegetationsarme und -freie Uferzonen“ (A3) und „Wechselfeuchtes Grünland“ (A6) zu Verfügung. Die Liste optionaler Kenngrößen kann in Zukunft um weitere Auenschlüsselhabitate und artengruppenspezifische Kenngrößen erweitert werden, z. B. basierend auf traits (z. B. Substratspezifität bei Laufkäfern) oder sonstige Aspekte wie z.B. invasive Neophyten bei Gefäßpflanzen.

### 3 Verfahrensempfehlung zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen

#### 3.1 Ablauf der Erfolgskontrolle und Bewertungsmöglichkeiten

Das Verfahren zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Ufern und in Auen bewertet, inwieweit Auenschlüsselhabitate sowie auentypische bzw. wertgebende Pflanzen- und Tierarten in einem Untersuchungsabschnitt vorhanden sind bzw. von einer Renaturierung profitiert haben. Das Verfahren ist leitbildgestützt und für fünf Artengruppen (Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel) und 18 Auenabschnittstypen (12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen) anwendbar.

Die Erfolgskontrolle beinhaltet drei Arbeitsschritte (Abb. 7):

- A. Auswahl der zu bewertenden Vergleichsabschnitte,
- B. Zusammenstellung von Habitatdaten (optional) und Artenlisten für jeden Abschnitt,
- C. Bewertung der Habitatausstattung (optional) und biozönotische Bewertung auf Grundlage von berechneten Kenngrößen.

Die **Bewertung der Habitatausstattung** (Kapitel 3.3) ist ein unterstützendes Hilfsmittel für die nachfolgende Bewertung der Lebensgemeinschaften und die Interpretation der Erfolgskontrolle. Ausgangspunkt der Bewertung der Habitatausstattung sind die in Kapitel 2.1.1 festgelegten Auenschlüsselhabitate, die auf Grundlage von Luftbildern, Vor-Ort-Kartierungen oder von Biotoptypen-Daten qualitativ und/oder quantitativ bewertet werden. Liegen keine Habitatdaten vor, kann dieser Bewertungsschritt auch entfallen. Mit der **biozönotische Erfolgskontrolle** (Kapitel 3.4) wird auf Grundlage von Kenngrößen ermittelt, inwieweit auenabschnittstypspezifische und wertgebende Indikatorarten (vgl. Kapitel 2.2) in den Untersuchungsabschnitten vorhanden sind bzw. von einer Renaturierung profitiert haben: Dabei wird zwischen obligaten Kenngrößen und optionalen Kenngrößen unterschieden. Die zugrundeliegenden Indikatorartenlisten sind keine Soll-Listen, die erfüllt werden müssen, sondern dienen als Grundlage für die Berechnung von Kenngrößen. Um die Anwendung des Verfahrens zu erleichtern, werden in den digitalen Anhängen 1 und 2 Excel-Tabellen zur Verfügung gestellt, die die Berechnung der Habitatausstattung und der Kenngrößen vereinfacht. In den folgenden Kapiteln werden die Arbeitsschritte im Detail beschrieben.

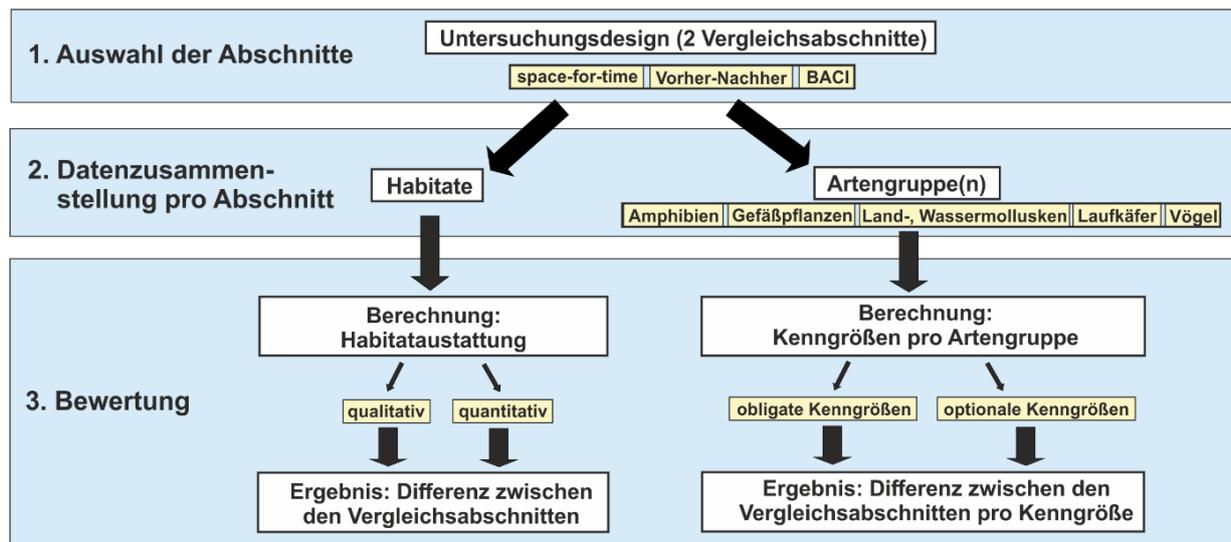


Abb. 7: Arbeitsschritte einer biozönotischen Erfolgskontrolle mit bestehenden Daten.

### 3.2 Anwendungsbereich und Untersuchungsdesign

Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf die Auen von Fließgewässern mit einem Einzugsgebiet von mindestens 1.000 km<sup>2</sup> mit Ausnahme der Auen tidebeeinflusster Fließgewässer (vgl. Kapitel 2.1 und Abb. 2). Jedoch können auch Auen von kleineren Gewässern mit einer Einzugsgebietsgröße zwischen 100 und 1.000 km<sup>2</sup> bewertet werden; hier muss als Grundlage für die Bewertung ein vergleichbarer Auenabschnittstyp der bestehenden Fluss- und Stromautypologie gewählt werden. Das Verfahren ist für die Erfolgskontrolle von Maßnahmen in der morphologischen Aue oder nur in der rezenten oder in der Altaue geeignet (Abb. 8). Die rezente Aue umfasst die bei Hochwasser überfluteten Bereiche, einschließlich Fließpolder mit ökologischen Flutungen. Die Altaue beschreibt die Bereiche, die vom Überflutungsregime des Flusses durch Deiche abgeschnitten wurden, einschließlich Polder ohne ökologische Flutungen. Die morphologische Aue besteht aus der rezenten Aue zuzüglich der Altaue (Brunotte et al. 2009, Günther-Diringer et al. 2021).

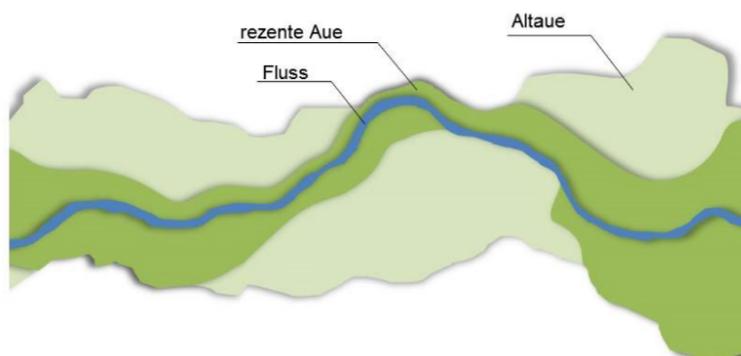


Abb. 8: Schematische Darstellung der morphologischen Aue mit den Teileinheiten Fluss, rezente Aue und Altaue (aus Koenzen et al. 2020).

Da die Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen auf einem Vergleich von Bewertungsergebnissen zwischen zwei Untersuchungsabschnitten fußt, müssen zwei gleichlange Ab-

schnitte ausgewählt werden, für die Habitat- und Artdaten vorliegen, die mit derselben Methode erhoben wurden. Dabei können die folgenden Untersuchungsdesigns (vgl. Pottgiesser et al. 2020; Abb. 9) zugrunde liegen:

- Vorher-nachher-Untersuchung (zeitlicher Vergleich): Der von der Maßnahme betroffene Auenabschnitt wird vor und nach Durchführung der Maßnahme untersucht. Die Aufnahme vor Durchführung der Maßnahme ist die „Null-Aufnahme“. Die Bewertung des Erfolgs der Maßnahme resultiert aus dem Vergleich der Gewässerstrecke vor und nach der Umgestaltung.
- Space for time-Untersuchung (räumlicher Vergleich): zeitgleich werden der renaturierte und ein nicht-renaturierter, stromaufwärts gelegener Auenabschnitt untersucht, der dem Zustand des umgestalteten Abschnitts vor Durchführung der Maßnahme entsprechen soll. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Grundbedingungen der beiden Untersuchungsstrecken möglichst gleich sind und keine (weiteren) Faktoren, wie z. B. Zuflüsse anderer Gewässer die Morphologie und Biologie beeinflussen. Die Bewertung des Erfolgs der Maßnahme resultiert aus dem Vergleich der renaturierten und der nicht-renaturierten (degradierten) Gewässerstrecke. Das Prinzip kann z.B. auch genutzt werden, um den Einfluss von Stausituationen auf Auen zu bewerten: hierbei erfolgt ein Vergleich eines Auenabschnitts, bei dessen Gewässer eine Stausituation vorliegt, mit einem Abschnitt ohne Stausituation.
- BACI-Untersuchung („Before – After – Control – Impact“): Es handelt sich um eine Kombination des vorher-nachher- und space for time-Untersuchungsdesigns. Vor und nach Durchführung der Maßnahme wird ein renaturierter sowie ein nicht von der Maßnahme betroffener, degradiertes Vergleichsabschnitt untersucht, der dem Zustand des renaturierten Abschnitts vor Maßnahmenumsetzung entspricht.

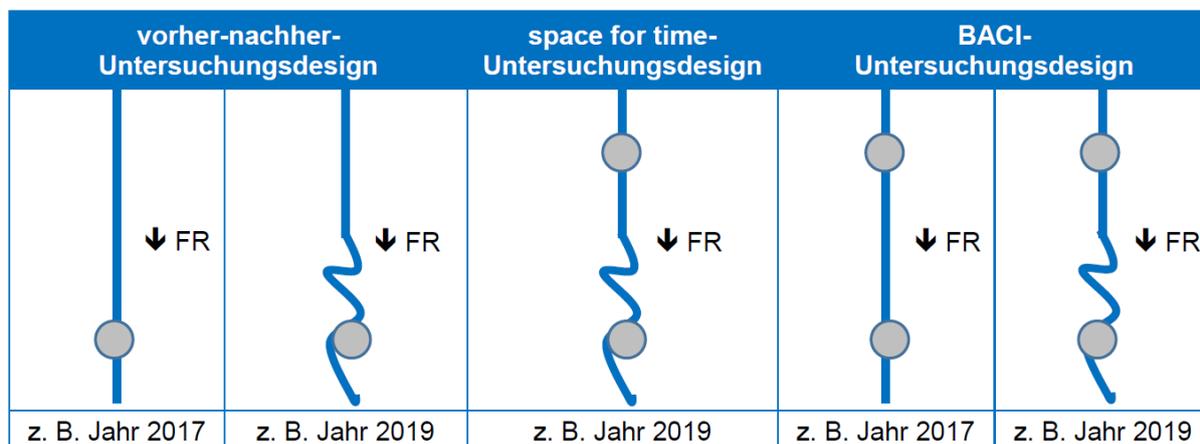


Abb. 9: Übersicht über die verschiedenen Untersuchungsdesigns nach Pottgiesser et al. (2020). FR = Fließrichtung

### 3.3 Bewertung der Habitatausstattung

#### 3.3.1 Grundprinzip und Datengrundlagen

Die Bewertung der Habitatausstattung erlaubt Aussagen darüber, inwieweit auenabschnittstypspezifische (AAT-spezifische) Auenschlüsselhabitate in den Untersuchungsabschnitten vorhanden bzw. durch Renaturierungsmaßnahmen entstanden sind. Das Vorkommen dieser Habitate ist eine wesentliche Voraussetzung für das Vorhandensein typischer Lebensgemeinschaften. Das Ergebnis gibt Aufschluss darüber, ob qualitative (z.B. Fehlen AAT-spezifischer Habitate) oder auch quantitative Defizite in der Habitatausstattung (z.B. Dominanz nicht-auentypischer Habitate) vorliegen. Die Bewertung der Habitatausstattung ist ein unterstützendes Hilfsmittel für die Bewertung der Artgemeinschaften; die Berechnung erfolgt halbautomatisiert über eine Excel-Vorlage (digitaler Anhang 1b).

Grundlage der Bewertung der Habitatausstattung sind die in Kapitel 2.1.1 beschriebenen 11 Auenschlüsselhabitate (vgl. Abb. 3). Für die Datenzusammenstellung pro Untersuchungsabschnitt und die nachfolgende Bewertung können folgende bestehende, qualitative oder quantitative Daten genutzt werden: (1) Transekt-Kartierungen, (2) Senkrecht-Luftbilder, (3) Biotoptypenkartierungen und (4) FFH-Lebensraumtyp-Kartierungen. Den zu vergleichenden Abschnitten muss dieselbe Erfassungsmethode zugrunde liegen. Für die Berechnung müssen die erfassten Habitate den 11 Auenschlüsselhabitaten zugeordnet werden. Ein entsprechender Zuordnungsschlüssel der Biotoptypen nach Finck et al. (2017) und der FFH-Lebensraumtypen zu den Auenschlüsselhabitaten befindet sich in der Excel-Vorlage zur Berechnung und Bewertung der Habitatausstattung (digitaler Anhang 2b).

#### 3.3.2 Berechnung der Habitatausstattung

Die Bewertung der Habitatausstattung erfolgt unter Berücksichtigung des natürlichen Vorkommens der Auenschlüsselhabitate, das sich zwischen den bundesweiten Auenabschnittstypen unterscheidet und somit auenabschnittstypspezifisch (AAT-spezifisch) ist. Für jeden Auenabschnittstyp wurden auf der Grundlage der in Koenzen (2005) beschriebenen Parameter (v.a. Formenschatz) alle 11 Auenschlüsselhabitate in prägende, häufige und kleinräumig oder nicht vorhandene Auenschlüsselhabitate eingeordnet (vgl. Tab. 4, Kapitel 2.1.1). Die Bewertung berücksichtigt dies in Form von AAT-spezifischen Gewichtungsfaktoren:

- AAT-spezifische prägende Auenschlüsselhabitate = 5
- AAT-spezifische häufige Auenschlüsselhabitate = 3
- Nicht-AAT-spezifische (= kleinräumig oder nicht vorkommende) Auenhabitate = 1

Die Berechnung kann auf Grundlage qualitativer Angaben zum Vorkommen der Habitate erfolgen. In diesem Fall wird die Summe der Habitatgewichte der im Untersuchungsabschnitt vorkommenden Habitate gebildet:

$$\text{Habitatausstattung } HA_{qt} = \frac{\sum \text{Habitatgewicht des erfassten Habitats}}{\text{Gesamtanzahl aller erfassten Habitate}}$$

Liegen Angaben zur Fläche bzw. zum Deckungsgrad der Habitate vor, kann die Berechnung auch quantitativ erfolgen:

$$\text{Habitatausstattung } HA_{qn} = \frac{\sum \text{Fläche} * \text{Habitatgewicht des erfassten Habitats}}{\text{Gesamtfläche aller erfassten Habitate}}$$

Habitats, die keinem der 11 Auenschlüsselhabitats zugeordnet wurden, gehen nicht mit einer Gewichtung in die Berechnung ein, sondern lediglich bei der Gesamtanzahl bzw. der Gesamtfläche im Untersuchungsabschnitt vorhandener Habitats. Als Ergebnisse können Werte zwischen 0 und 5 erreicht werden. Je höher der Wert ist, desto mehr prägende (Wert 5) und häufige (Wert 3) Auenschlüsselhabitats des jeweiligen Auenabschnittstyps sind vorhanden. Den Wert 0 erreicht dagegen ein Abschnitt, wenn er nur Habitats enthält, die keinem Auenschlüsselhabitat zugeordnet wurden. Für eine Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen wird die Differenz des Ergebnisses zweier betrachteter Abschnitte berechnet („Vorher-Nachher“, „space-for-time“, BACI; vgl. Kapitel 3.2). Bei einer Differenz  $> 0$  liegt eine positive Veränderung der Habitatsausstattung und bei einer Differenz  $< 0$  eine negative Veränderung vor; eine Differenz von 0 zeigt, dass es keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsabschnitten gibt.

Für die Berechnung dient eine Excel-Vorlage (digitaler Anhang 1b), welche die Eingabetabellen, automatisierte Berechnungsformeln, die Gewichtungsfaktoren der Auenschlüsselhabitats für alle Auenabschnittstypen und standardisierte Grafiken enthält, und die die Ergebnisse der Vergleichsabschnitte gegenüberstellt.

Die Excel-Vorlage für die Berechnung besteht aus vier Tabellenblättern:

- Tabellenblatt „Ergebnisübersicht“: Tabelle für die Ergebnisübersicht und Berechnung der Differenz zur Darstellung der Unterschiede zwischen den Untersuchungsabschnitten; hier werden die Ergebnisse nach der Berechnung automatisch dargestellt.
- Tabellenblatt „Berechnung“: Berechnungstabelle, in die das Vorkommen und/oder die Deckungsgrade der erfassten Habitatdaten eingeben werden.
- Tabellenblatt „Habitatsgewichte“: Hintergrundtabelle mit auenabschnittstypspezifischen Indikationsgewichten für die 11 Auenschlüsselhabitats.
- Tabellenblatt „Beschreibungen\_Habitats“: Tabelle mit Codes, Namen und Beschreibungen der Auenschlüsselhabitats sowie zugeordnete Biotoptypen nach Finck et al. (2017).

Folgende Arbeitsschritte müssen für die Berechnung erfolgen:

#### **A. Zusammenstellung der Habitatdaten im Tabellenblatt „Berechnung“**

In die rot unterlegten Felder erfolgt die Eingabe des Codes für den untersuchten Auenabschnittstyp, des Erfassungsdatums, der Namen der Untersuchungsabschnitte und der Erfassungsergebnisse (Abb. 10). Die obere Tabelle dient der qualitativen Berechnung unter Eingabe der Präsenz und Abwesenheit von Auenschlüsselhabitats mit den Werten 0 und 1. Die untere Tabelle dient der quantitativen Berechnung unter Eingabe des Deckungsgrads in %.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	Auenabschnittstyp:	FAT10	Erfassungsdatum	01.06.2013		Eingabefelder		
2						Kopieren aus Tabellenblatt "Habitatgewichte"		
3								
4	$\text{Habitatausstattung } HA_{qt} = \frac{\sum \text{Habitatgewicht des erfassten Habitats}}{\text{Gesamtanzahl vorhandener Habitats}}$							
5								
6								
7								
8								
9				Degradiert		Renaturiert		
10	Habitatcode	Auenschlüsselhabitat	Typspezifisches Habitatgewicht (aus Tabellenblatt "Habitatgewichte")	Ruhr_nr_2013	Formel: Vorkommen x Habitatgewicht	Ruhr_re3_2013	Formel: Vorkommen x Habitatgewicht	
11		Sonstiges Habitat		1	0	0	0	
12	A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne		0	0	1	0	
13	A2	Stillgewässer		0	0	0	0	
14	A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen		1	0	1	0	
15	A4	Großseggenriede, Röhrichte		0	0	0	0	
16	A5	Hochstaudenfluren		1	0	1	0	
17	A6	Wechselfeuchtes Grünland*		0	0	0	0	
18	A7	Trockenstandorte		0	0	0	0	
19	A8	Weichholz-Auwald		1	0	1	0	
20	A9	Bruchwald		0	0	0	0	
21	A10	Hartholz-Auwald		0	0	0	0	
22	A11	Wälder trockenerer Auenstandorte		1	0	1	0	
23			Anzahl erfasster Habitats	5		5		
24			Habitatausstattung qualitativ	0,00		0,00		

Abb. 10: Übersicht über das Tabellenblatt „Berechnung“ und exemplarisch für den Arbeitsschritt 1 eingegebene, für die Berechnung notwendige Daten in den rot unterlegten Feldern; dargestellt ist hier nur die qualitative Eingabe des Vorkommens (1) und Nicht-Vorkommens (0) der Auenschlüsselhabitats.

### B. Zuordnung der auenabschnittstypspezifischen (= AAT-spezifischen) Habitatgewichte

Die für die Bewertung notwendigen AAT-spezifischen Habitatgewichte sind im Tabellenblatt „Habitatgewichte“ hinterlegt (Abb. 11); nach Auswahl des entsprechenden Auenabschnittstyps der Untersuchungsabschnitte über den angelegten Filter in Feld C1 (rot unterlegt) müssen diese in die gelb unterlegten Felder im Tabellenblatt „Berechnung“ kopiert werden (Abb. 12). Sollte der Untersuchungsabschnitt außerhalb der festgelegten Auenabschnittstypen (z. B. in Auen von Gewässern mit < 1.000 km<sup>2</sup> Einzugsgebietsgröße) liegen, muss hier ein vergleichbarer AAT gewählt und die zugehörigen Habitatgewichte in das Tabellenblatt „Berechnung“ kopiert werden. Hier werden nun die Ergebnisse zur Habitatausstattung automatisch über integrierte Formeln berechnet und Übersichtsgrafiken zur Habitatzusammensetzung der beiden Untersuchungsabschnitte erstellt (Abb. 13).

	A	B	C	D	E
1	Code Auenschlüsselhabitat	Auenabschnittstypspezifisches Habitatgewicht	Code Auenabschnittstyp	Name Auenabschnittstyp	Nach Auenabschnittstyp filtern!
101	A1	5	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
102	A2	3	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
103	A3	5	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
104	A4	1	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
105	A5	3	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
106	A6	3	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
107	A7	1	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
108	A8	5	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
109	A9	1	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
110	A10	5	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	
111	A11	1	FAT10	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	

Abb. 11: Übersicht über das Tabellenblatt "Habitatgewichte" und exemplarische Auswahl eines Auenabschnittstyps für das Kopieren der Habitatgewichte.

A	B	C	D	E	F	G
1 Auenabschnittstyp:	FAT10	Erfassungsdatum	01.06.2013		Eingabefelder	
					Kopieren aus Tabellenblatt "Habitatgewichte"	
$\text{Habitatausstattung } HA_{qt} = \frac{\sum \text{Habitatgewicht des erfassten Habitats}}{\text{Gesamtanzahl vorhandener Habitats}}$						
			Degradiert		Renaturiert	
Habitatcode	Auenschlüsselhabitat	Typspezifisches Habitatgewicht (aus Tabellenblatt "Habitatgewichte")	Ruhr_nr_2013	Formel: Vorkommen x Habitatgewicht	Ruhr_re3_2013	Formel: Vorkommen x Habitatgewicht
	Sonstiges Habitat		1	0	0	0
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	5	0	0	1	5
A2	Stillgewässer	3	0	0	0	0
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	5	1	5	1	5
A4	Großseggenriede, Röhrichte	1	0	0	0	0
A5	Hochstaudenfluren	3	1	3	1	3
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	3	0	0	0	0
A7	Trockenstandorte	1	0	0	0	0
A8	Weichholz-Auwald	5	1	5	1	5
A9	Bruchwald	1	0	0	0	0
A10	Hartholz-Auwald	5	0	0	0	0
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	1	1	1	1	1
Habitatausstattung qualitativ			2,80		3,80	
Ergebnisübersicht		<b>Berechnung</b>	Habitatgewichte	Info Habitats_Biototypen	Info Habitats und FFH-LRT	

Abb. 12: Übersicht über das Tabellenblatt "Berechnung" und exemplarisches Einfügen der kopierten Habitatgewichte.

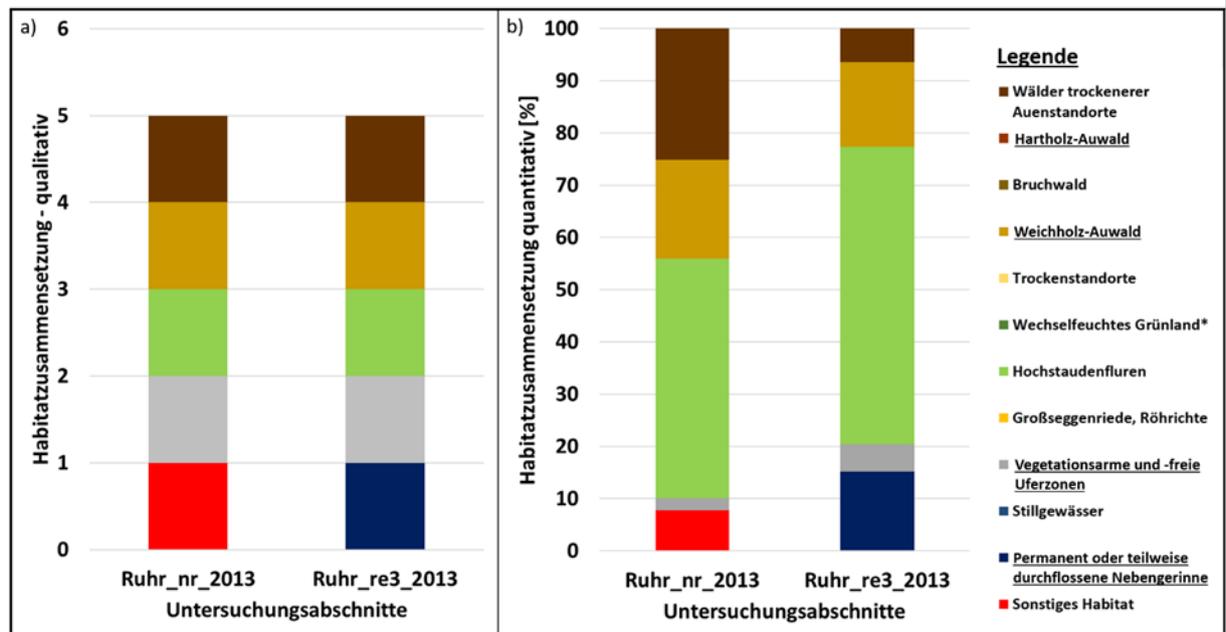


Abb. 13: Automatisierte Grafiken, die die a) qualitative und b) quantitative Habitatzusammensetzung der beiden Untersuchungsabschnitte darstellen. Legende: unterstrichene Auenschlüsselhabitate sind prägend für den Auenabschnittstyp.

### C. Sichtung der Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem Tabellenblatt „Berechnung“ und die Namen der Untersuchungsabschnitte erscheinen automatisiert im Tabellenblatt „Ergebnisübersicht“ in Form einer Tabelle (Abb. 14) und einer Übersichtsgrafik (Abb. 15). Über die hinterlegten Formeln in Spalte D wird

hier automatisch die Differenz der Ergebnisse zwischen den beiden Abschnitten (Ergebnis renaturiert – Ergebnis degradiert) als Maß für den Erfolg der Maßnahme auf die Habitatausstattung berechnet.

	Degradiert	Renaturiert		
	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013		Differenz (Renaturiert -Degradiert)
Habitatausstattung qualitativ	2,80	3,80	↑	1,00
Habitatausstattung quantitativ	2,69	3,60	↑	0,91

<b>Ergebnisübersicht</b>	Berechnung	Habitatgewichte	Info Habitare_Biotoptypen	Info Habitare und FFH-LRT
--------------------------	------------	-----------------	---------------------------	---------------------------

Abb. 14: Tabellenblatt "Ergebnisübersicht" mit den Ergebnissen der Bewertung der Habitatausstattung für jeden Untersuchungsabschnitt und der Differenz zwischen beiden Abschnitten für die Erfolgskontrolle.

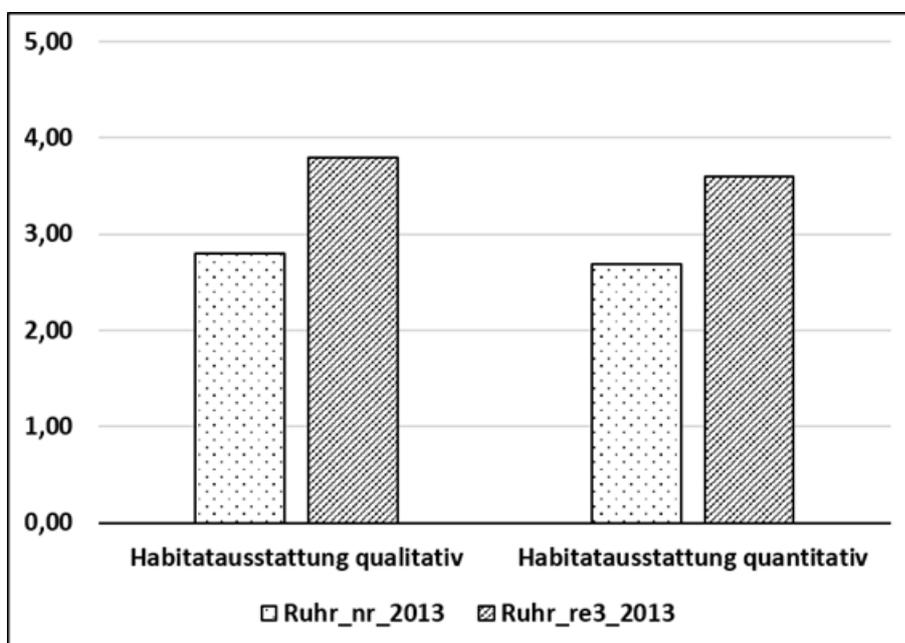


Abb. 15: Standardisierte, automatisch generierte Grafik mit den Ergebnissen zur qualitativen und quantitativen Habitatausstattung.

Eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsschritte findet sich im digitalen Anhang 1a. Zur besseren Nachvollziehbarkeit der einzelnen Berechnungsschritte steht ein Beispieldatensatz inklusive einer Lösungsdatei für die Ruhr in Arnsberg (NRW) in den digitalen Anhänge 4a und 4b zur Verfügung. Der Untersuchungsabschnitt ist dem Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter) (FAT 10)“ zuzuordnen. Die Erfassung der Habitare erfolgte im Jahr 2013 in einem renaturierten Abschnitt und einem stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitt der rezenten Aue mit einer Länge von jeweils 200 m (vgl. Kapitel 4.1.2).

### 3.4 Biozönotische Erfolgskontrolle mit Kenngrößen

#### 3.4.1 Grundprinzip und Datengrundlagen

Die biozönotische Erfolgskontrolle erlaubt Aussagen darüber, inwieweit Auenabschnittstyp-spezifische (= AAT-spezifische) und wertgebende Pflanzen- und Tierarten in den Untersuchungsabschnitten vorhanden sind bzw. von einer Renaturierung profitiert haben. Dies ist bundesweit für 18 Auenabschnittstypen und für die Artengruppen Amphibien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer und Vögel mit bestehenden oder neu erhobenen Daten möglich. Dabei indizieren ausgewählte Kenngrößen die AAT-spezifische Ausprägung von Lebensgemeinschaften, aber auch den natur- und artenschutzfachlichen Wert.

Die Erfolgskontrolle (Abb. 16) vergleicht die Kenngrößen für verschiedene Abschnitte („Vorher-Nachher“, „Space-for-time“, BACI; vgl. Kapitel 3.2) und setzt daher einen „internen“ Erfassungsstandard der Daten voraus, d.h. die zu vergleichenden Abschnitte müssen mit derselben Erfassungsmethode kartiert worden sein. Die Bewertung erfolgt separat für jede Artengruppe.

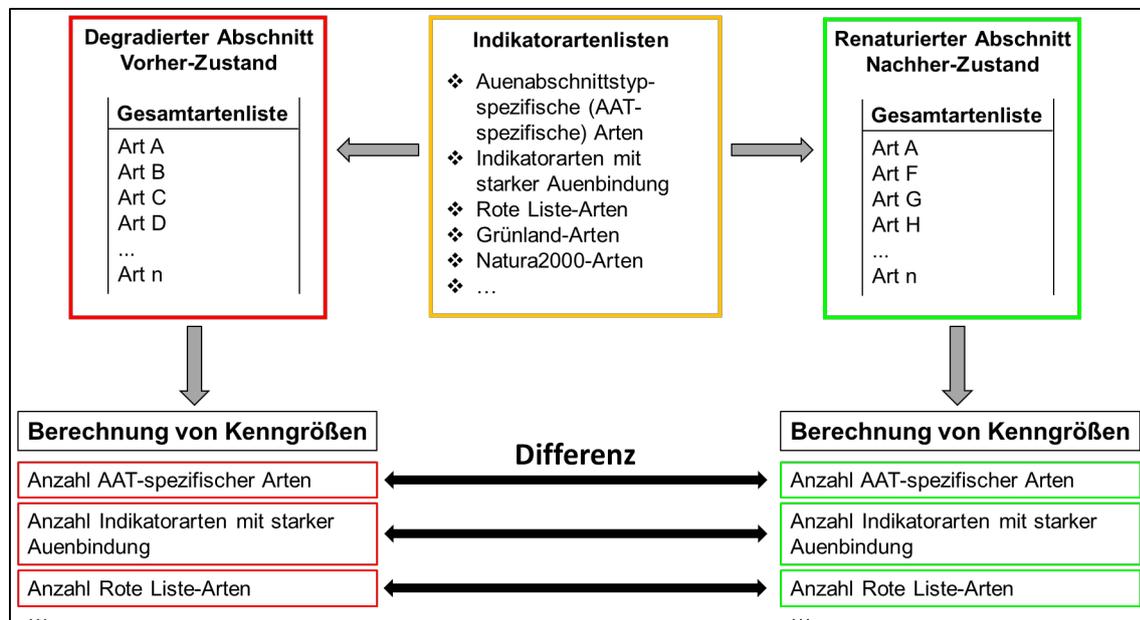


Abb. 16: Bewertungsschema für die biozönotische Erfolgskontrolle mit Hilfe von Kenngrößen; rot = erfasste und zu bewertende Arten bzw. Kenngrößen des Vergleichsabschnitts (degradiert oder Vorher), grün = erfasste und zu bewertende Arten bzw. Kenngrößen des renaturierten Abschnitts (oder Nachher), orange = Indikatorartenlisten als Hintergrundlisten für die Berechnung der Kenngrößen.

Die Kenngrößen werden auf Grundlage der in Kapitel 2.2 vorgestellten Indikatorartenlisten für die Gesamtartenlisten eines Gebietes, z.B. eines renaturierten und eines degradierten Vergleichsabschnitts, berechnet. Dabei wird für jede Kenngröße die Anzahl der Indikatorarten gezählt; Abundanzen der Arten werden nicht berücksichtigt. Pro Kenngröße wird die Differenz zwischen den Ergebnissen der beiden Abschnitte (z.B. Ergebnis renaturiert – Ergebnis degradiert) berechnet und so der Effekt der Maßnahmen aufgezeigt:

- $> 0$  = positive Veränderung
- $0$  = keine Effekte
- $< 0$  = negative Veränderung

### 3.4.2 Berechnung von Kenngrößen

Für die biozönotische Erfolgskontrolle wurde in Kapitel 2.2 ein Set aus den **drei folgenden, obligaten Kenngrößen** festgelegt:

- K1 - Auenabschnittstypspezifische (AAT-spezifische) Arten: Arten, die aufgrund ihrer Autökologie in den prägenden und häufigen Schlüsselhabitaten des Auenabschnittstyps vorkommen (Kapitel 2.2.1)
- K2 - Indikatorarten mit starker Auenbindung: Arten mit einer engen ökologischen Nische in Bezug auf Auenhabitats (Kapitel 2.2.2)
- K3 - Rote Liste-Arten: nach der Roten Liste Deutschlands gefährdete Arten mit einem bundesweiten Rote-Liste-Status 1-3 und Arten der Vorwarnliste (Kapitel 2.2.3)

Ergänzend gibt es ein **Set optionaler Kenngrößen**:

- Z1 - Gesamtartenzahl
- Z2 - Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen (Auenschlüsselhabitat A3) (Kapitel 2.2.1)
- Z3 - Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland (Auenschlüsselhabitat A6) (Kapitel 2.2.1)
- Z4 - Nach Bundesartenschutzverordnung geschützte Arten (Kapitel 2.2.4)
- Z5 - Natura 2000-Arten: in den FFH-Anhängen II und IV bzw. in Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie gelistete Arten (Kapitel 2.2.5)
- Z6 - Stromtalarten (nur Gefäßpflanzen) (Kapitel 2.2.6)

Für die Kenngrößen K1, K2, Z2 und Z3 wurden AAT-spezifische Hintergrundlisten generiert. Allen weiteren Kenngrößen liegen bundesweit einheitliche Listen zugrunde. Die Kenngrößen Z2 und Z3 sind Beispiele für habitatspezifische Kenngrößen. Die Kenngröße Z6 gilt nur für Gefäßpflanzen und ist ein Beispiel für eine artgruppenspezifische Kenngröße. Die Ergebnisse jeder Kenngröße stehen separat zur Verfügung. So kann die Bewertung für unterschiedliche Zielvorstellungen angewendet werden (z.B. AAT-spezifische Entwicklung der Lebensgemeinschaften eines Abschnittes/eines bestimmten Habitats oder Förderung gefährdeter sowie geschützter Arten). Bei der Bewertung findet keine Verrechnung der Ergebnisse verschiedener Kenngrößen statt.

Separat für jede Artengruppe erarbeitete Excel-Vorlagen (digitale Anhänge 2b bis 2f) erlauben den Anwender\*innen in wenigen Arbeitsschritten, die Ergebnisse zu berechnen.

Jede Vorlage besteht aus den folgenden Tabellenblättern:

- Tabellenblatt „Übersicht Kenngrößen“: Tabelle mit Codes, Namen und Beschreibungen der Kenngrößen; hier muss nichts eingegeben werden.
- Tabellenblatt „Ergebnisübersicht“: Tabelle für die Ergebniszusammenstellung inklusive der Berechnung und Darstellung der Differenz der Kenngrößen zwischen den beiden Vergleichsabschnitten; die berechneten Ergebnisse und Grafiken erscheinen automatisch, so dass hier nichts eingegeben werden muss.
- Tabellenblatt „Berechnung“: Berechnungstabelle, in die das Vorkommen der erfassten Arten eingegeben wird und die Ergebnisse der Kenngrößen über integrierte Formeln berechnet werden.

- Tabellenblätter K1-K3 und Z2-Z6: Hintergrundtabellen mit AAT-spezifischen Indikatorartenlisten für alle Auenabschnittstypen. Diese sind in die Berechnungsformeln integriert. Hier muss nichts eingegeben werden.
- Tabellenblatt „Artnamen und Synonyme“: Hintergrundtabelle mit den validen wissenschaftlichen Namen aller bundesweit vorkommenden Arten sowie gängiger Synonyme. Auf diese Weise können auch Artenlisten, die Synonyme (z.B. ehemalige, aktuell nicht mehr gültige Namen) enthalten, verwendet werden und müssen nicht erst mühsam korrigiert werden.

Folgende Arbeitsschritte müssen für die Berechnung erfolgen:

**A. Zusammenstellung der Artenlisten im Tabellenblatt „Berechnung“**

In die rot unterlegten Felder erfolgt die Eingabe des Codes für den untersuchten Auenabschnittstyp, des Erfassungsdatums, der Namen der Untersuchungsabschnitte und der Erfassungsergebnisse (Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen von Arten) (Abb. 17). Je nach Länge der Artenliste müssen Zeilen hinzugefügt oder gelöscht werden. In Spalte B wird automatisiert der valide Artname für die gängigsten Synonyme auf Grundlage des Tabellenblatts „Artnamen und Synonyme“ angezeigt; taucht hier der Eintrag #NV auf, muss der eingegebene Artname auf Rechtschreibfehler und doppelte Leerzeichen geprüft werden.

	A	B	C	D
1	Auenabschnittstyp:	FAT10	Erfassungsdatum	10.07.2013
2				
3	Erfasste Arten		Degradiert (Vorkommen der Art = 1; Nicht-Vorkommen = 0)	Renaturiert (Vorkommen der Art = 1; Nicht-Vorkommen = 0)
4	Erfasster Artname	Valider Artname	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013
13	Arrhenatherum elatius	Arrhenatherum elatius	0	1
14	Artemisia vulgaris	Artemisia vulgaris	0	1
15	Barbarea vulgaris	Barbarea vulgaris	0	1
16	Brachypodium sylvaticum	Brachypodium sylvaticum	1	0
17	Calystegia sepium	Calystegia sepium	0	1
18	Carduus crispus	Carduus crispus	0	1
19	Carpinus betulus	Carpinus betulus	1	0
20	Cirsium vulgare	Cirsium vulgare	0	1
21	Corylus avellana	Corylus avellana	0	1
22	Dactylis glomerata	Dactylis glomerata	1	1
23	Dryopteris filix-mas	Dryopteris filix-mas	1	0
24	Elymus caninus	Elymus caninus	1	1
25	Epilobium ciliatum	Epilobium ciliatum	0	1
26	Epilobium hircutum	Epilobium hircutum	0	1

Übersicht\_Kenngrößen | Ergebnisübersicht | **Berechnung** | K1 | K2 | K3 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | Artnamen und Synonyme

Abb. 17: Tabellenblatt "Berechnung" mit exemplarisch eingegebenen Erfassungsergebnissen für die Artengruppe Gefäßpflanzen in den rot unterlegten Zellen (Eingabefeldern).

**B. Zuordnung des Kenngrößen-Status zu den erfassten Arten**

In den Spalten G bis M des Tabellenblatts „Berechnung“ erfolgt die Berechnung der Kenngrößen mit Hilfe von bereits angelegten Formeln. Diese sind verknüpft mit den Hintergrundtabellen der Indikatorartenlisten in den Tabellenblättern K1 bis Z6.

Dabei enthalten die Tabellenblätter K1, K2, Z2 und Z3 spezifische Artenlisten für alle Auenabschnittstypen. Damit in die Berechnung nur die Indikatorartenlisten des untersuchten Auenabschnittstyps einfließen, muss in den Tabellenblättern K1, K2, Z2 und Z3 eine Filterung der Artenlisten nach dem entsprechenden AAT-Code erfolgen (Abb. 18).

	A	B	C
1	Wissenschaftlicher Artname	K1: AAT-spezifische Arten	AAT_Code
589	Acer campestre	1	FAT10
590	Acer negundo	1	FAT10
591	Acer platanoides	1	FAT10
592	Acer pseudoplatanus	1	FAT10
593	Achillea millefolium	1	FAT10
594	Achillea ptarmica	1	FAT10
595	Aconitum lycoctonum	1	FAT10
596	Aconitum napellus	1	FAT10
597	Aconitum variegatum	1	FAT10
598	Adoxa moschatellina	1	FAT10
599	Aegopodium podagraria	1	FAT10
600	Agrimonia eupatoria	1	FAT10
601	Agrostis capillaris	1	FAT10
602	Agrostis gigantea	1	FAT10

Übersicht\_Kenngrößen | Ergebnisübersicht | Berechnung | **K1** | K2 | K3 | **Z2** | **Z3** | Z4 | Z5 | Z6 | Artnamen und Synonyme

Abb. 18: Auswahl des Auenabschnittstyps (AAT) über den AAT-Code in den Tabellenblättern "K1", "K2", "Z2" und "Z3".

Nachfolgend müssen im Tabellenblatt „Berechnung“ die Formeln, die sogenannten S-Verweise in den gelb hinterlegten Bereichen (Kenngrößen K1, K2, Z2 und Z3), auf die gefilterten Artenlisten des betreffenden Auenabschnittstyp angepasst werden, damit der Kenngrößen-Status der Arten für den ausgewählten Auenabschnittstyp automatisiert zugeordnet wird (Abb. 19). Eine detaillierte Beschreibung hierzu befindet sich in dem digitalen Anhang 2a „Erläuterungen zur biozönotischen Erfolgskontrolle mit Kenngrößen“.

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Auenabschnittstyp:		FAT10	Erfassungsdatum	2013							
Erfasste Arten		Degradiert (Vorkommen der Art = 1; Nicht-Vorkommen = 0)	Renaturiert (Vorkommen der Art = 1; Nicht-Vorkommen = 0)				K1	K2	K3	Z2	Z3
Erfasster Artname	Valider Artname	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013				AAT-spezifische Arten	Indikatorarten mit starker Auenbindung	Rote Liste-Arten	Z2: Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen	Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland
5	Acer pseudoplatanus	Acer pseudoplatanus	1	0			1	#NV	#NV	#NV	#NV
6	Aegopodium podagraria	Aegopodium podagraria	1	0			1	1	#NV	#NV	#NV
7	Agrostis capillaris	Agrostis capillaris	0	1			1	#NV	#NV	#NV	1
8	Agrostis gigantea	Agrostis gigantea	0	1			1	1	#NV	1	#NV
9	Agrostis stolonifera	Agrostis stolonifera	1	1			1	#NV	#NV	1	1
10	Albisia petiolata	Albisia petiolata	1	0			1	#NV	#NV	#NV	#NV
11	Alnus glutinosa	Alnus glutinosa	1	0			1	1	#NV	#NV	#NV
12	Angelica sylvestris	Angelica sylvestris	0	1			1	#NV	#NV	#NV	1
13	Arrhenatherum elatius	Arrhenatherum elatius	0	1			1	1	#NV	#NV	1
14	Artemisia vulgaris	Artemisia vulgaris	0	1			1	#NV	#NV	#NV	#NV
15	Barbarea vulgaris	Barbarea vulgaris	0	1			1	#NV	#NV	1	1
16	Brachypodium sylvaticum	Brachypodium sylvaticum	1	0			1	#NV	#NV	#NV	#NV
17	Calystegia sepium	Calystegia sepium	0	1			1	1	#NV	1	#NV
18	Carduus crispus	Carduus crispus	0	1			1	#NV	#NV	#NV	#NV
19	Carpinus betulus	Carpinus betulus	1	0			1	1	#NV	#NV	#NV
20	Cirsium vulgare	Cirsium vulgare	0	1			#NV	#NV	#NV	#NV	#NV
21	Corylus avellana	Corylus avellana	0	1			1	#NV	#NV	#NV	#NV
22	Dactylis glomerata	Dactylis glomerata	1	1			1	#NV	#NV	#NV	1
23	Dryopteris filix-mas	Dryopteris filix-mas	1	0			1	#NV	#NV	#NV	#NV
24	Elymus caninus	Elymus caninus	1	1			1	1	#NV	#NV	#NV
25	Eriophorum ciliatum	Eriophorum ciliatum	0	1			#NV	#NV	#NV	#NV	#NV

Übersicht\_Kenngrößen | Ergebnisübersicht | **Berechnung** | K1 | K2 | K3 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | Artnamen und Synonyme

Abb. 19: Gelb unterlegte Kenngrößen-Zellen im Tabellenblatt "Berechnung" (Tabellenblatt-Ausschnitt), für die die hinterlegten Formeln (sogenannte S-Verweise) im nächsten Schritt angepasst werden müssen.

Die Berechnung der Kenngrößen erfolgt automatisiert im grün unterlegten Bereich der Tabelle (Abb. 20).

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		
Auenabschnittstyp		FA10		Erfassungsdatum		10.07.2013																						
Erfasste Arten				Degradiert (Vorkommen der Art = 1; Nicht-Vorkommen = 0)				Renaturiert (Vorkommen der Art = 1; Nicht-Vorkommen = 0)				K1		K2		K3		Z2		Z3		Z4		Z5		Z6		
Erster Artname	Valider Artname	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013							AAT-spezifische Arten		Indikatorarten mit starker Auenbindung		Rote Liste-Arten		Z2: Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen		Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland		Nach BArtSchV geschützte Arten		Natura2000-Arten		Stromtalarten (nur Gefäßpflanzen)				
64	Rubus sect. Rubus	Rubus sect. Rubus	1	0							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
65	Salix fragilis	Salix fragilis	1	1							1	1	RNV	RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
66	Salix ornithicallis	Salix ornithicallis	0	1							1	1	RNV	RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
67	Sagoparia officinalis	Sagoparia officinalis	0	1							1	RNV	RNV	RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	1	
68	Sorghularia nodosa	Sorghularia nodosa	0	1							1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
69	Senecio inaequalis	Senecio inaequalis	0	1							1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
70	Senecio jacobaea	Senecio jacobaea	0	1							1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
71	Silene dioica	Silene dioica	0	1							1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
72	Sisymbrium officinale	Sisymbrium officinale	0	1							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
73	Solanum dulcamara	Solanum dulcamara	0	1							1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
74	Sorbus aucuparia	Sorbus aucuparia	1	1							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
75	Stachys sylvatica	Stachys sylvatica	0	1							1	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
76	Stellaria aquatica	Stellaria aquatica	0	1							1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
77	Stellaria nemorum	Stellaria nemorum	1	0							1	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
78	Symphitum officinale	Symphitum officinale	1	1							1	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
79	Tanacetum vulgare	Tanacetum vulgare	0	1							RNV	RNV	RNV	RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
80	Taraxacum sect. Ruderalia	Taraxacum sect. Ruderalia	0	1							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
81	Trigonostemon maximum	Trigonostemon maximum	0	1							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
82	Tussilago farfara	Tussilago farfara	0	1							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
83	Urtica dioica	Urtica dioica	1	1							RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	1	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV
84	Vicia montana	Vicia montana	1	0							RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	RNV	
		Z1: Gesamtartenzahl		35	57			Anzahl Arten - Degradiert		27	15	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
								Anzahl Arten - Renaturiert		38	15	1	8	16	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4		

Abb. 20: Automatisierte Berechnung im unteren Bereich der Tabelle in den grün unterlegten Feldern.

**C. Sichtung der Ergebnisse im Tabellenblatt „Ergebnisübersicht“**

Die Namen der Untersuchungsabschnitte und die Berechnungsergebnisse aus dem Tabellenblatt „Berechnung“ erscheinen automatisiert im Tabellenblatt „Ergebnisübersicht“ (Abb. 21). Die in Spalte D hinterlegten Formeln berechnen automatisch die Differenz der Ergebnisse zwischen den beiden Abschnitten. Die Ergebnisse der beiden Abschnitte werden zudem in einer Grafik dargestellt (Abb. 22).

Code und Name der Kenngröße	Degradiert	Renaturiert	Veränderung (Differenz Renaturiert-Degradiert)
	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013	
K1 - AAT-spezifische Arten	27	38	↑ 11
K2 - Indikatorarten mit starker Auenbindung	15	15	→ 0
K3 - Rote Liste-Arten	0	1	↑ 1
Z1 - Gesamtartenzahl	35	57	↑ 22
Z2 - Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen	1	8	↑ 7
Z3 - Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland	7	16	↑ 9
Z4 - Nach BArtSchV geschützte Arten	0	0	→ 0
Z5 - Natura2000-Arten	0	0	→ 0
Z6 - Stromtalarten (nur Gefäßpflanzen)	0	4	↑ 4

Abb. 21: Automatisierte Darstellung aller Kenngrößen-Ergebnisse in Tabellenform im Tabellenblatt "Ergebnisübersicht".

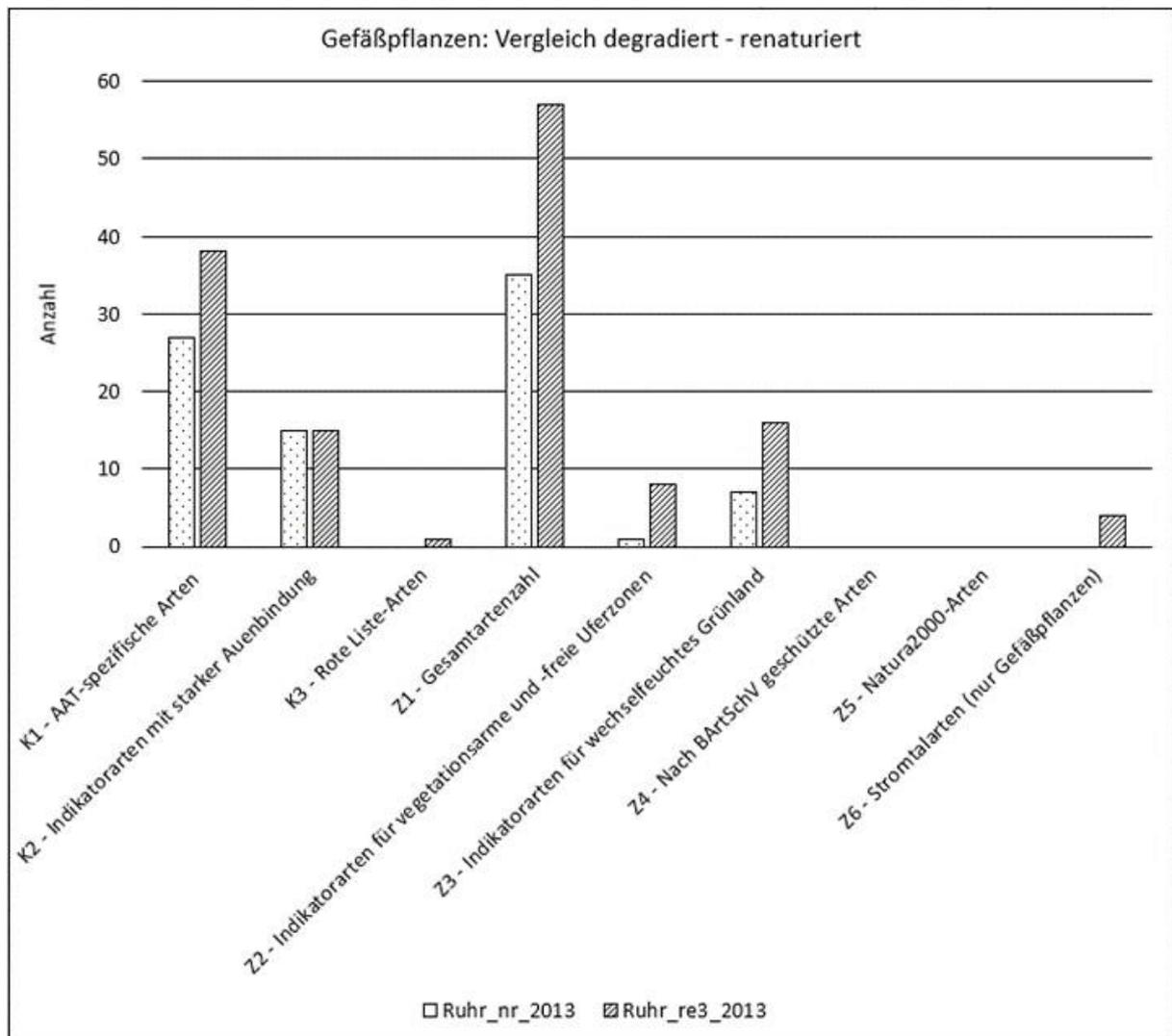


Abb. 22: Automatisierte Darstellung der Ergebnisse der Untersuchungsabschnitte für die Artengruppe Gefäßpflanzen als Grafik.

Eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsschritte findet sich im digitalen Anhang 2a. Zur besseren Nachvollziehbarkeit der einzelnen Berechnungsschritte steht ein Beispieldatensatz inklusive Lösungsdateien für Gefäßpflanzen und Laufkäfer die Ruhr in Arnsberg (NRW) in den digitalen Anhängen 3a, 3c und 3d zur Verfügung. Der Untersuchungsabschnitt ist dem Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter) (FAT 10)“ zuzuordnen. Die Erfassung der Gefäßpflanzen und Laufkäfer erfolgte im Jahr 2013 in einem renaturierten Abschnitt und einem stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitt der rezenten Aue mit einer Länge von jeweils 200 m (vgl. Kapitel 4.1.2).

## 4 Anwendung der biozönotischen Erfolgskontrolle am Beispiel der renaturierten Ruhr bei Arnsberg (NRW)

### 4.1 Übersicht über das Anwendungsbeispiel

#### 4.1.1 Untersuchungsabschnitte und Erfassungshintergrund

Im Stadtgebiet von Arnsberg (Nordrhein-Westfalen) wurden zahlreiche Renaturierungen des Mittelgebirgsflusses Ruhr durchgeführt. Ziel der Maßnahmen war die Förderung der eigendynamischen Entwicklung der Ruhr. In drei der renaturierten Abschnitte (re1, re2, re3) und einem stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitt (nr) untersucht die Universität Duisburg-Essen seit dem Jahr 2008 im Rahmen eines Langzeitmonitorings jährlich Habitate und Laufkäfer (Abb. 23). Im Jahr 2013 wurde zudem die Auenvegetation erfasst; im Jahr 2020 erfolgte eine Kartierung der Vögel. Die Abschnitte wurden zwischen 2008 und 2010 abschnittsweise auf einer Gesamtlänge von 2,7 km renaturiert; der degradierte Abschnitt ist durch ein verfallendes Regelprofil gekennzeichnet. Im Falle des Untersuchungsabschnitts re3, der nachfolgend im Fokus der Erfolgskontrolle steht, erfolgte eine starke Profilaufweitung, teilweise mit Belassen gehölzbestandener Inselbänke, eine Flachuferprofilierung, eine Sohlanhhebung sowie die Anlage von „Kiesdepots“ mit Totholzverbau zur Laufverlagerung und der Einbau von Totholz im Gewässer (NZO-GmbH 2010). Die Maßnahmen erfolgten innerhalb eines Korridors von ca. 40 bis 100 m, der linksseitig von einer Eisenbahnlinie und rechtsseitig durch einen Wander-/Fahrradweg bzw. die Autobahn A46 begrenzt ist. Es handelt sich also nicht um eine großflächige Auenrenaturierung.

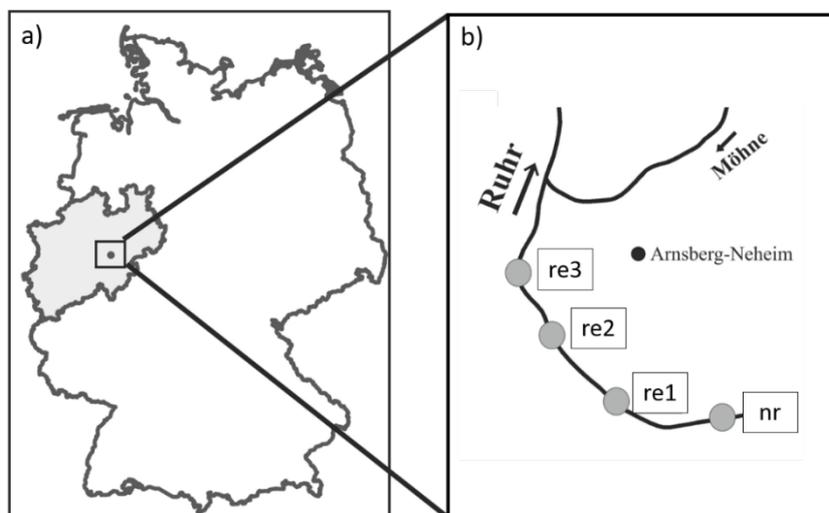


Abb. 23: Lage des Untersuchungsgebietes an der Ruhr in Nordrhein-Westfalen (a) und in Arnsberg (b); nr = degradiertes (nicht-renaturiertes) Vergleichsabschnitt; re1, re2 und re3 = zwischen 2008 und 2010 renaturierte Abschnitte.

Die Ruhr-Aue ist in diesem Abschnitt der „Gefällereichen Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“ (FAT10) zuzuordnen. Dieser Flussauenabschnittstyp gehört zu den dynamischen Typen und ist geprägt von rasch abfließenden Hochwasserereignissen und vergleichsweise ausgedehnten Niedrigwasserphasen im Sommer. Natürlicherweise dominieren permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, vegetationsarme und -freie Uferzonen sowie Weichholz- und Hartholz-Auwald als prägende Auenschlüsselhabitate.

Für die beispielhafte Anwendung des Verfahrens zur Erfolgskontrolle dienen Untersuchungen der Habitate, Gefäßpflanzen und Laufkäfer des Untersuchungsabschnitts re3 und des degradierten Vergleichsabschnitts nr (Abb. 24) aus dem Jahr 2013 sowie der Vögel aus dem Jahr 2020. Die Untersuchungsabschnitte hatten eine Länge von jeweils 200 m und wurden in 10 Transekte mit einem Abstand von je 20 m unterteilt. Die Transekte deckten den Bereich der rezenten Aue ab. Weitere Informationen zu den Probestellen sowie den Monitoringergebnissen auch aus weiteren Untersuchungsjahren finden sich in Januschke (2014, 2017, 2018).

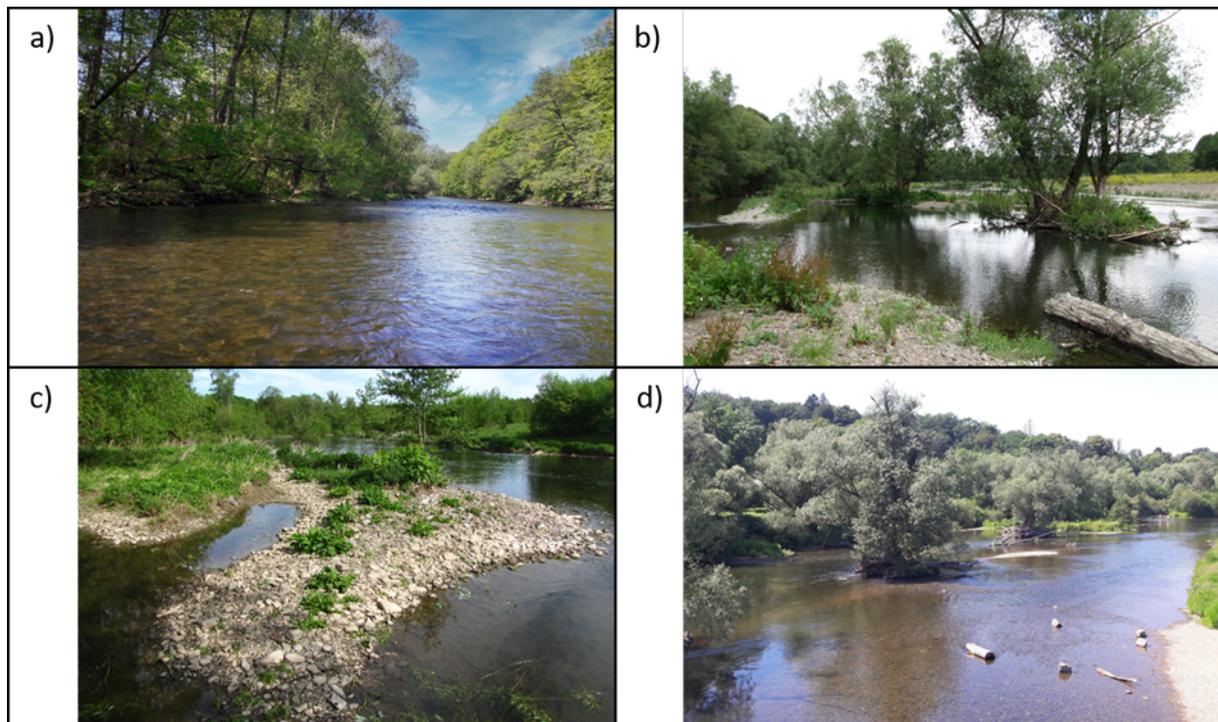


Abb. 24: Fotos der untersuchten Ruhrabschnitte: a) degradiertes Abschnitt nr (Foto aus dem Jahr 2020), b) -d) renaturierter Abschnitt re3; b) Blick vom linken Ufer in Fließrichtung auf die durch die Aufweitung geschaffenen Inselbereiche (Foto aus dem Jahr 2011), c) neu entstandene Kiesbank als wertvolles Laufkäferhabitat (Foto aus dem Jahr 2020), d) Blick in Fließrichtung über den Untersuchungsbereich (Foto aus dem Jahr 2020). (alle Fotos: K. Januschke)

#### 4.1.2 Erfassungsmethoden

##### Habitate

Im Rahmen der Habitaterfassung im Juni 2013 wurden auf jedem der 10 Transekte Habitate sowie deren Längen kartiert (vgl. Jähmig et al. 2008, Januschke et al. 2011). Aus den Längen wurden die Deckungsgrade der Habitate für jede Probestelle berechnet. Die erfassten Habitate wurden für den Test des Bewertungsverfahrens den Auenschlüsselhabitaten zugeordnet (vgl. Januschke et al. 2018) und pro Probestelle zusammengefasst.

##### Gefäßpflanzen

Für die Erfassung der Gefäßpflanzen im Juli 2013 wurden jeweils drei der 10 Transekte pro Untersuchungsabschnitt ausgewählt (vgl. Januschke et al. 2014). Zunächst wurden entlang der Transekte Vegetationseinheiten (pflanzensoziologisches Ordnungsniveau nach Oberdorfer (1983, 1992) und Ellenberg (1996)) kartiert. In jeder der im Untersuchungsabschnitt vorkommenden Vegetationseinheit wurden pro Untersuchungsabschnitt drei Vegetationsaufnahmen durchgeführt (Probeflächengröße 2 x 3 m bei 2 m Transektbreite) und der Deckungsgrad der

Pflanzenarten nach Braun-Blanquet (1964) erfasst. Die Probeflächen lagen auf den Transekten, sofern die jeweilige Vegetationseinheit dort ausreichend häufig vorkam. Andernfalls lagen einzelne Probeflächen auch außerhalb der Transekte. Für jeden Untersuchungsabschnitt erfolgte die Zusammenstellung der Taxalisten auf Ebene der Vegetationseinheiten, d.h. für jede Vegetationseinheit liegt eine aggregierte Taxaliste vor.

### Laufkäfer

Die Erfassung der Laufkäfer erfolgte mit Hilfe von acht Barberfallen (vgl. Barber 1931) und sechs Handaufsammlungen (Trautner 1992, 1999) auf insgesamt drei ausgewählten Transekten pro Untersuchungsabschnitt. Als Barberfallen wurden Vierkant-Gefäße verwendet (Tiefe von 8,5 cm, Öffnungsdurchmesser 4 cm, Volumen 200 ml) und für den Zeitraum von einer Woche ebenerdig in den Boden eingegraben. Als Fanglösung wurden pro Falle 100 ml Rennerlösung (Renner 1980) verwendet. Für die Herabsetzung der Oberflächenspannung wurde eine geruchsneutrale Detergenz (Agepon, 2-3 Tropfen) hinzugegeben. Zum Schutz gegen Regen und Laubeintrag wurde ein Dach (Petrischale mit Durchmesser 9 cm) angebracht. An vegetationsarmen und -freien Uferbereichen erfolgten Handfänge jeweils auf einer Fläche von 1 m<sup>2</sup>, die durch einen Holzrahmen abgegrenzt wurde. Innerhalb des Holzrahmens erfolgte eine Ab-sammlung aller auf der Oberfläche, unter Steinen und Laub befindlichen Laufkäfer sowie ein Spülen der Fläche mit Wasser, um die in den oberen Bodenschichten befindlichen Organismen aufzuscheuchen und erfassen zu können. Die gesamte Prozedur pro 1m<sup>2</sup> wurde über eine Zeitdauer von 20 Minuten durchgeführt und die gefangenen Individuen vor Ort mit Essigäther getötet und in 70%-iges Ethanol überführt. An vegetationsarmen und -freien Uferbereichen wurden mit Hilfe eines Exhaustors einmalig im Spätsommer bei Niedrigwasser auf je 1 m<sup>2</sup>-großen Flächen sechs Handaufsammlungen (zwei pro Transekt) gemacht. Die Bestimmung der Laufkäfer erfolgte auf Artniveau nach Müller-Motzfeld (2004).

### Vögel

Die Erfassung der Vögel erfolgte im Rahmen einer Masterarbeit als Brutvogelkartierung in Anlehnung an die Revierkartierungsmethode nach Südbeck et al. (2005). Sie fand zwischen Ende März und Ende Juli 2020 an fünf Begehungstagen zur Zeit der höchsten Gesangsaktivität in den frühen Morgenstunden. Eine Nachtbegehung wurde nicht durchgeführt. Alle Vogelarten und brutrevieranzeigenden Verhaltensweisen, wie singende Männchen, futter- und nistmaterialtragende Altvögel oder Revierkämpfe wurden in Tageskarten eingetragen. Aggregiert wurden die Ergebnisse pro Art und Untersuchungsabschnitt nach der Gesamtzahl an Sichtungen und nach sogenannten Papierrevieren. Mit insgesamt fünf Frühbegehungen wurden gruppierte und einmalige Beobachtungen eines revieranzeigenden Vogels zur Bildung eines Reviers herangezogen. Die Berechnung der Bewertungsergebnisse erfolgte auf Grundlage der Gesamtzahl pro Abschnitt gesichteter Arten und der Anzahl der Reviere. Allerdings zeigte sich eine vergleichsweise geringe Anzahl an erfassten Revieren gegenüber der Anzahl an Sichtungen. Für die Ausbildung von Revieren von Vögeln als Artengruppe mit einem vergleichsweise großen Flächenanspruch waren die Untersuchungsabschnitte mit 200 m recht kurz; zudem kennzeichneten sie sich durch relativ schmale Überschwemmungsbereiche. Die Unterschiede zwischen dem degradierten und renaturierten Abschnitt fielen bei der Auswertung der Sichtungen deutlicher als bei den Brutrevieren aus, so dass bei der in Kapitel 4.3.3 dargestellten Auswertung auch die Vogelarten mit in die Bewertung einbezogen wurden, die z. B. Nahrungsgäste sind, auch wenn deren Reviere nur teils oder nicht innerhalb der Untersuchungsabschnitte liegen.

## 4.2 Ergebnisse zur Habitatausstattung

Nach Eingabe des Vorkommens und der Deckungsgrade der erfassten Habitate des degradierten und des renaturierten Untersuchungsabschnitts und der Zuordnung der entsprechenden Habitatgewichte (vgl. Kapitel 3.3.2) stellt die automatisch generierte Grafik die Habitatzusammensetzungen der beiden Abschnitten dar (Abb. 25).

Bei der qualitativen Habitatzusammensetzung sind im renaturierten Untersuchungsabschnitt die durch die Maßnahme geschaffenen Nebengerinne als neues Habitat hinzugekommen. Dagegen treten die im degradierten Abschnitt vorkommenden sonstigen Habitate (hier: künstlich befestigte Uferbereiche mit Steinschüttung) dort nicht mehr auf. Die quantitative Darstellung erlaubt eine differenziertere Betrachtung. Es zeigt sich, dass sich der Anteil vegetationsarmer und -freier Uferzonen erhöht hat und die permanent oder teilweise durchflossenen Nebengerinne einen Flächenanteil von > 10 % einnehmen. Beide Habitate sind im naturnahen Zustand für den Auenabschnittstyp prägend. Der Anteil an Wäldern trockenere Auenstandorte, die für den Auenabschnittstyp nicht spezifisch sind, ist im renaturierten Abschnitt deutlich geringer.

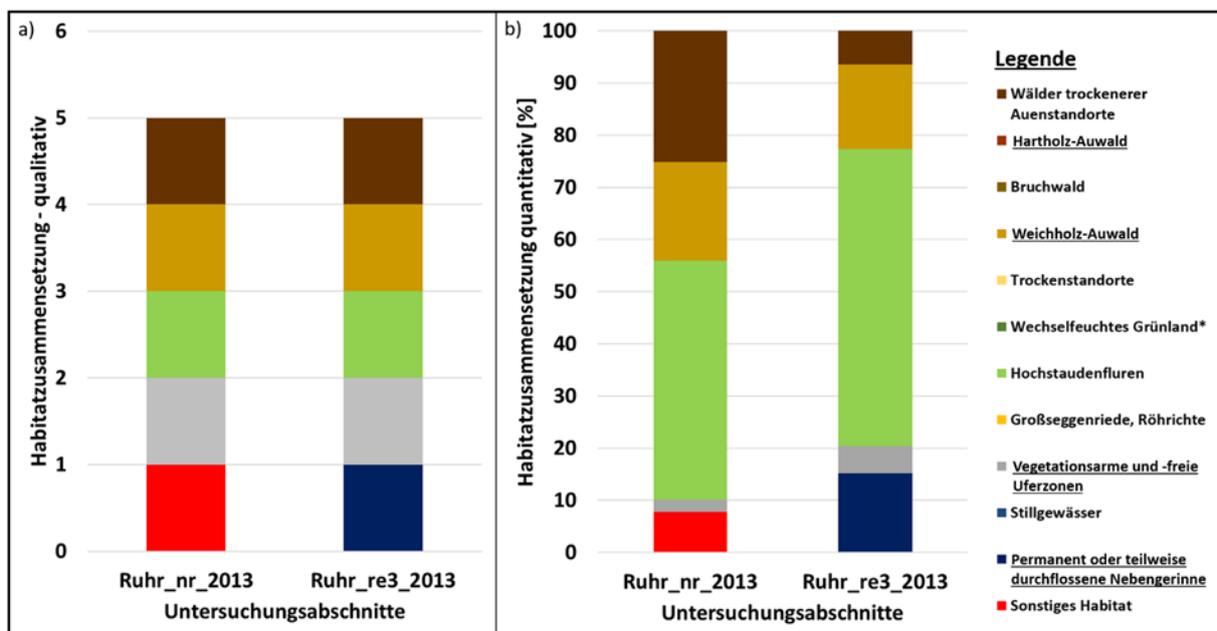


Abb. 25: Ergebnisgrafik zur qualitativen (a) und quantitativen (b) Habitatzusammensetzung des degradierten (Ruhr\_nr\_2013) und renaturierten (Ruhr\_re3\_2013) Untersuchungsabschnitts im Jahr 2013, die im Zuge der Berechnung der Habitatausstattung mit der Excel-Vorlage automatisch generiert wird. Unterstrichene Habitate in der Legende gelten als prägend für den Auenabschnittstyp

Die Verbesserung der Habitatausstattung zeigt sich sowohl qualitativ als auch quantitativ anhand der Ergebnistabelle (Tab. 16) und der dazugehörigen Grafik (Abb. 26) durch den Vergleich der Ergebnisse pro Untersuchungsabschnitt sowie durch die berechneten Differenzen zwischen dem renaturierten und dem degradierten Abschnitt.

Tab. 16: Ergebnistabelle zur qualitativen und quantitativen Bewertung der Habitatausstattung für die beiden untersuchten Abschnitte an der Ruhr im Jahr 2013, die im Zuge der Berechnung mit der Excel-Vorlage automatisiert erstellt wird; Ruhr\_nr\_2013 = degradiertes Vergleichsabschnitt, Ruhr\_re3\_2013 = renaturierter Abschnitt.

	Degradiert	Renaturiert	
	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013	Differenz (Renaturiert -Degradiert)
Habitatausstattung qualitativ	2,80	3,80	↑ 1,00
Habitatausstattung quantitativ	2,69	3,60	↑ 0,91

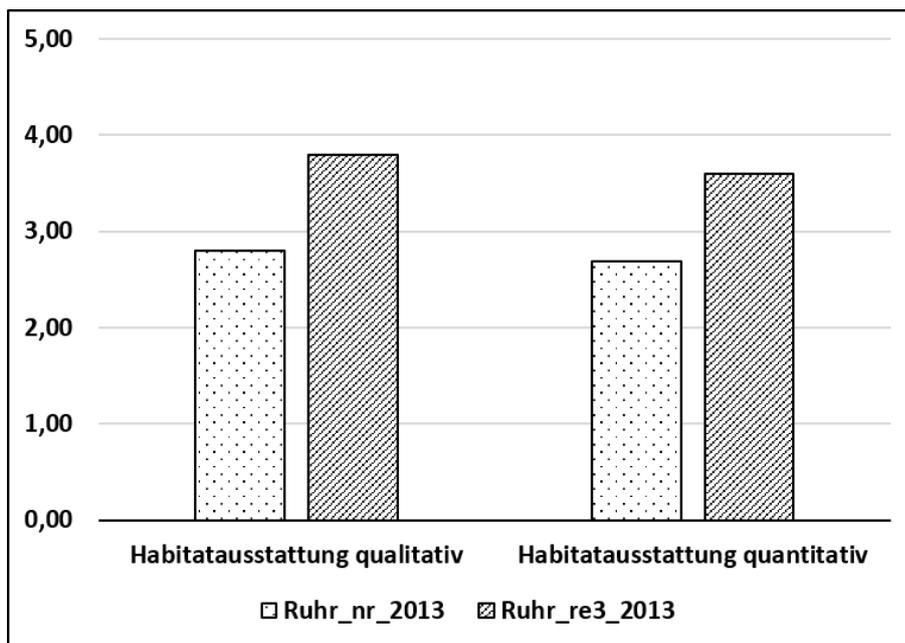


Abb. 26: Ergebnisgrafik zur qualitativen und quantitativen Bewertung der Habitatausstattung für die beiden untersuchten Abschnitte an der Ruhr im Jahr 2013, die im Zuge der Berechnung mit der Excel-Vorlage automatisiert erstellt wird; Ruhr\_nr\_2013 = degradiertes Vergleichsabschnitt, Ruhr\_re3\_2013 = renaturierter Abschnitt.

## 4.3 Ergebnisse zur biozönotischen Erfolgskontrolle mit Kenngrößen

### 4.3.1 Gefäßpflanzen

Die positiven Effekte der Maßnahmen zeigen sich für die Gefäßpflanzen anhand von fünf der Kenngrößen (Tab. 17; Abb. 27). Besonders hervorzuheben ist die Zunahme der Gesamtzahl an Arten (Kenngröße Z1) von 35 auf 57, der Anzahl auenabschnittstypspezifischer (= AAT-spezifischer) Arten (Kenngröße K1) von 27 auf 38, der Anzahl Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland (Kenngröße Z3) von 7 auf 16 und der Anzahl Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen (Kenngröße Z2) von 1 auf 8.

Die durch die Maßnahmen entstandenen dynamischen Flachufer- und Überschwemmungsbereiche bieten gute Lebensbedingungen für verschiedene Pionierarten und feuchtigkeitsliebende Arten. Sie bieten zudem Raum für Stromtalarten. Zum Beispiel gelten die beiden ausschließlich in dem renaturierten Abschnitt vorkommenden Arten Wasser-Sumpfkresse

(*Rorippa amphibia*) und Kahles Bruchkraut (*Herniaria glabra*) (Abb. 28) als Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen und als Stromtalpflanzen. Die Wasser-Sumpfkresse benötigt nährstoffreiche, meist schlammige und zeitweise trockenfallende Böden an stehenden oder langsam fließenden Gewässern und ist damit ein wichtiger Indikator für dynamische Uferzonen. Das Kahle Bruchkraut ist ein Vertreter von extremen, vegetationsfreien und trockenen Sand- und Kiestandorten, die in naturnahen Auenlandschaften entstehen können; daneben findet man die Art auch im Sandmagerrasen oder in Fugen von Gehwegen oder auf Industriebrachen in städtischen Räumen.

Tab. 17: Ergebnistabelle der Kenngrößen-Berechnung und der Veränderung dieser für die Gefäßpflanzen an einem degradierten (Ruhr\_nr\_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr\_re3\_2013) der Ruhr im Jahr 2013.

Code und Name der Kenngröße	Degradiert	Renaturiert	Veränderung (Differenz Renaturiert- Degradiert)
	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013	
K1 - AAT-spezifische Arten	27	38	 11
K2 - Indikatorarten mit starker Auenbindung	15	15	 0
K3 - Rote Liste-Arten	0	1	 1
Z1 - Gesamtartenzahl	35	57	 22
Z2 - Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen	1	8	 7
Z3 - Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland	7	16	 9
Z4 - Nach BArtSchV geschützte Arten	0	0	 0
Z5 - Natura2000-Arten	0	0	 0
Z6 - Stromtalarten (nur Gefäßpflanzen)	0	4	 4

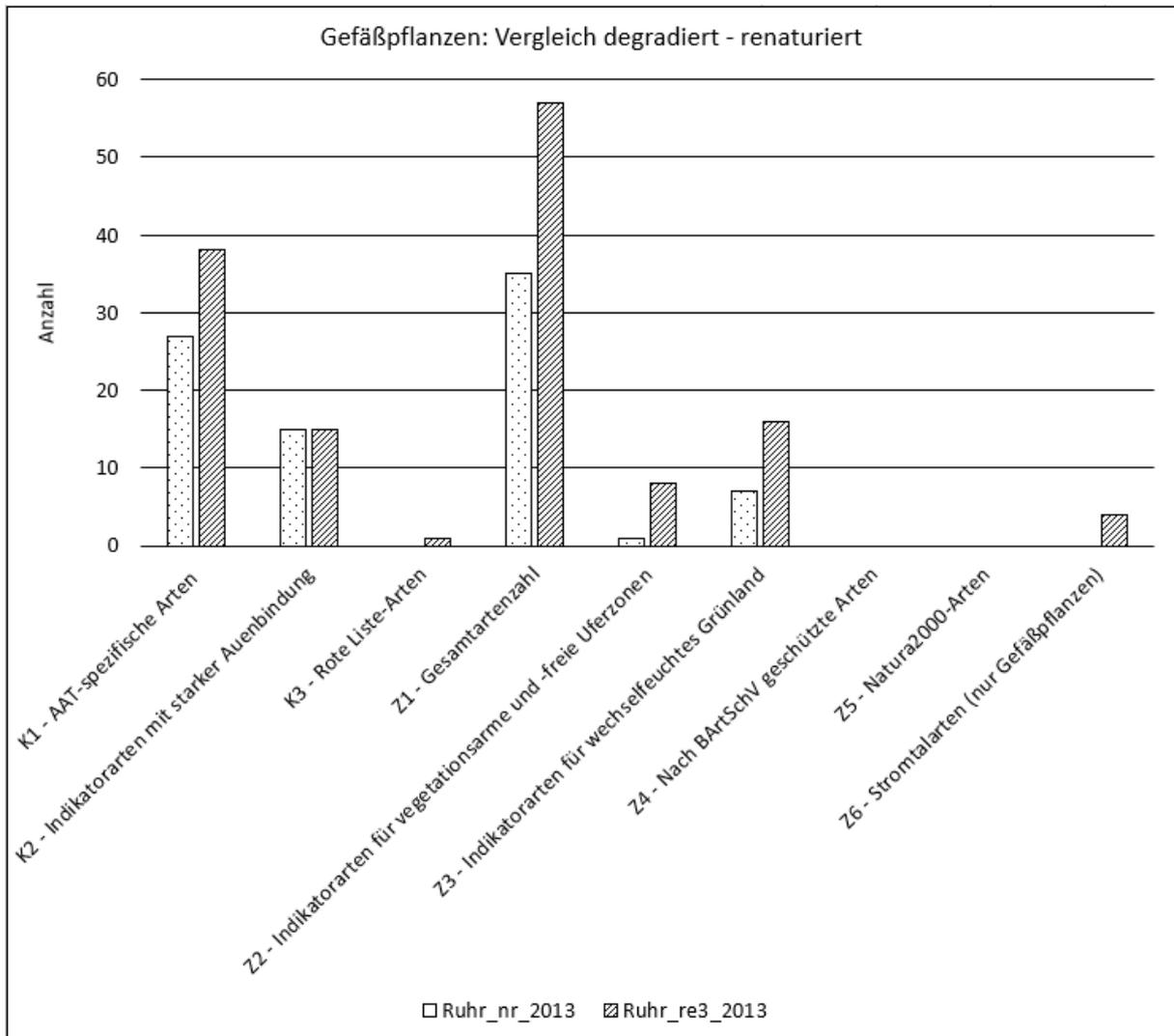


Abb. 27: Ergebnisgrafik der Kenngrößen-Berechnung für die Gefäßpflanzen an einem degradierten (Ruhr\_nr\_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr\_re3\_2013) der Ruhr im Jahr 2013.

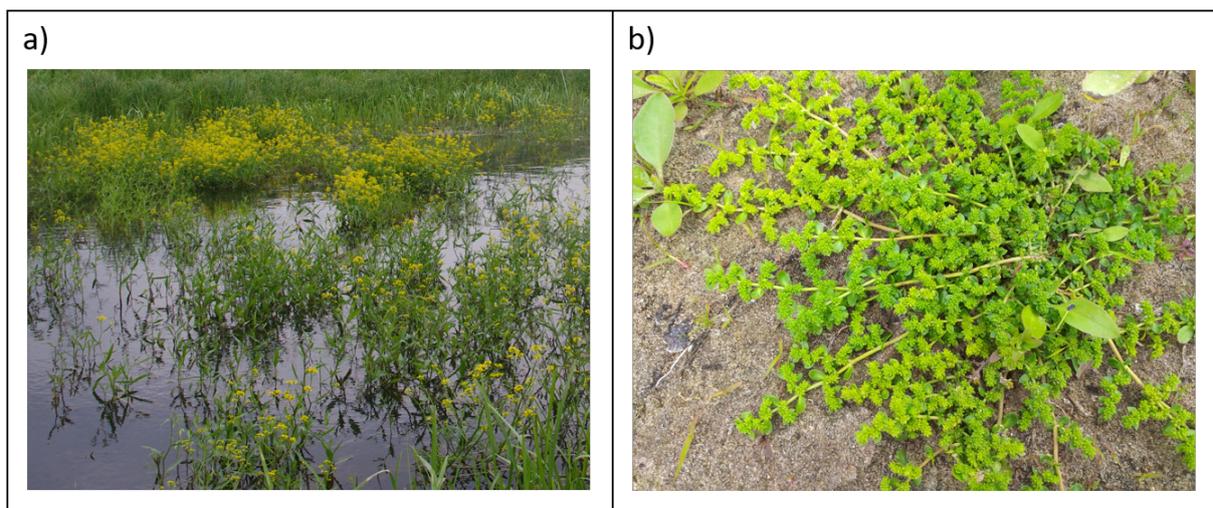


Abb. 28: Beispiele für zwei Pflanzenarten, die als Indikatorarten von der Renaturierung an der Ruhr besonders profitiert haben; a) Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) (Foto: M. Scholz), b) Kahles Bruchkraut (*Herniaria glabra*) (Foto: C. Hecht).

### 4.3.2 Laufkäfer

Die positiven Effekte der Maßnahme zeigen sich für die Laufkäfer anhand von sechs Kenngrößen deutlich (Tab. 18; Abb. 29). Besonders hervorzuheben ist die Zunahme der Gesamtartenzahl von 6 auf 20 (Kenngröße Z1) und der Anzahl AAT-spezifischer Arten (Kenngröße K1) von 1 auf 10. Letztere entsprechen in diesem Fall den Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen (Kenngröße Z2). Darüber hinaus treten im renaturierten Abschnitt fünf Arten auf, die in der Roten Liste Deutschlands als gefährdet eingestuft sind oder auf der Vorwarnliste stehen.

Für die Laufkäfer zeigt sich der Erfolg also am deutlichsten für die Uferbankspezialisten, die die Dynamik in diesen Bereichen widerspiegeln und als schnelle Besiedler gelten. Markante Beispielarten, die ausschließlich auf den Kiesufern im renaturierten Abschnitt zu finden sind, sind der Große Uferschotter-Ahlenläufer (*Bembidion tibiale*) und der Langfühlerige Zartläufer (*Thalassophilus longicornis*) (Abb. 30). *Bembidion tibiale* gehört mit einer Größe von 5,3-6,8 mm zu den größeren uferbewohnenden Laufkäfern der Gattung *Bembidion* und hat insgesamt ein recht großes Verbreitungsgebiet. Dagegen gilt der mit einer Größe von 3,4-4,5 mm deutlich kleinere *Thalassophilus longicornis* bundesweit als sehr selten und ist nach der bundesweiten Rote Liste (Gruttke et al. 2016) stark gefährdet.

Tab. 18: Ergebnistabelle der Kenngrößen-Berechnung und der Veränderung dieser für die Laufkäfer an einem degradierten (Ruhr\_nr\_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr\_re3\_2013) der Ruhr im Jahr 2013.

Code und Name der Kenngröße	Degradiert	Renaturiert	Veränderung (Differenz renaturiert- degradiert)
	Ruhr_nr_2013	Ruhr_re3_2013	
K1 - AAT-spezifische Arten	1	10	↑ 9
K2 - Indikatorarten mit starker Auenbindung	1	9	↑ 8
K3 - Rote Liste-Arten	0	5	↑ 5
Z1 - Gesamtartenzahl	6	20	↑ 14
Z2 - Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen	1	10	↑ 9
Z3 - Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland	0	0	→ 0
Z4 - Nach BArtSchV geschützte Arten	0	0	→ 0
Z5 - Natura2000-Arten	0	0	→ 0

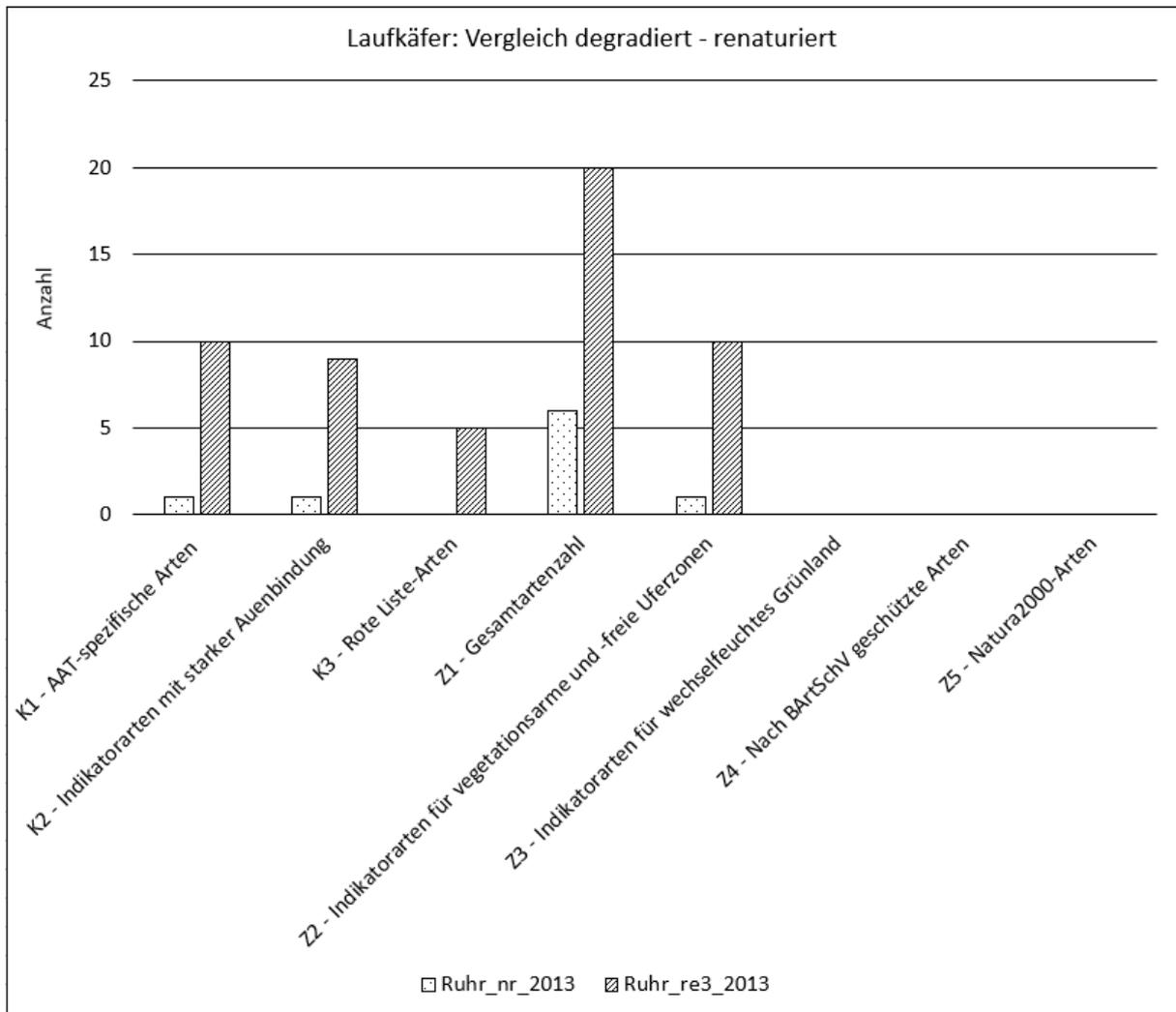


Abb. 29: Ergebnisgrafik der Kenngrößen-Berechnung für die Laufkäfer an einem degradierten (Ruhr\_nr\_2013) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr\_re3\_2013) der Ruhr im Jahr 2013.

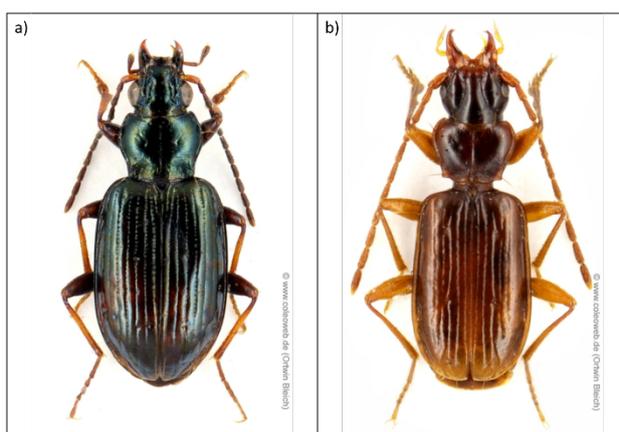


Abb. 30: Beispiele für zwei Laufkäferarten, die als Indikatorarten und Uferspezialisten von der Renaturierung an der Ruhr besonders profitiert haben; a) Großer Uferschotter-Ahlenläufer (*Bembidion tibiale*), b) Langfühleriger Zartläufer (*Thalassophilus longicornis*). Fotos: [www.coleoweb.de](http://www.coleoweb.de), O. Bleich.

### 4.3.3 Vögel

Nachfolgend dargestellt werden die Ergebnisse der Kenngrößen-Berechnungen auf Grundlage der Gesamtzahl an Sichtungen von Vogelarten (vgl. Kapitel 4.1.2). Alle Kenngrößen zeigen positive Effekte der Maßnahmen für die Vögel (Tab. 19; Abb. 31), sowohl für AAT-spezifische als auch für geschützte Arten. Besonders hervorzuheben ist hier die Zunahme der Gesamtartenzahl von 20 auf 32 (Kenngröße Z1) und der Anzahl AAT-spezifischer Arten (Kenngröße K1) von 3 auf 12. Zu letzteren gehören z. B. der Eisvogel (*Alcedo atthis*) und die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*). Beide Arten sind nach Bundesartenschutzverordnung streng bzw. besonders geschützt und in Anhang I der Vogelschutzrichtlinie gelistet (Abb. 32). Der Eisvogel benötigt für die Anlage seiner Brutröhren steile Abbruchkanten am Gewässerufer sowie ausreichend Fische als Nahrungsgrundlage. Die Wasseramsel jagt vorzugsweise in Flachwasserbereichen mit kiesigem Untergrund und benötigt ebenfalls naturnahe Ufer; als Niststandorte nutzt sie oft Höhlen oder Nischen unter freigeschwemmten Wurzeln im Uferbereich. Der renaturierte Abschnitt bietet hier aufgrund der vielen kleinen Inselbereiche mit naturnahen Ufern gut geeigneten und geschützten Brutraum.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass der renaturierte Abschnitt aufgrund der größeren Habitatvielfalt für Vögel attraktiver ist als der degradierte Abschnitt, da dieser bessere Brut- und Nahrungsrequisiten bietet. Dies resultiert vor allem aus der Schaffung ausgedehnter Wasserflächen mit Flachwasserbereichen, Abbruchkanten und störungsfreier Inselbereiche.

Tab. 19: Ergebnistabelle der Kenngrößen-Berechnung und der Veränderung dieser für die Vögel an einem degradierten (Ruhr\_nr\_2020) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr\_re3\_2020) der Ruhr im Jahr 2020.

Code und Name der Kenngröße	Degradiert	Renaturiert	Veränderung (Differenz Renaturiert- Degradiert)
	Ruhr_nr_2020	Ruhr_re3_2020	
K1 - AAT-spezifische Arten	3	12	↑ 9
K2 - Indikatorarten mit starker Auenbindung	3	9	↑ 6
K3 - Rote Liste-Arten	2	3	↑ 1
Z1 - Gesamtartenzahl	20	32	↑ 12
Z2 - Indikatorarten für vegetationsarme und -freie Uferzonen	1	5	↑ 4
Z3 - Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland	1	3	↑ 2
Z4 - Nach BArtSchV geschützte Arten	0	2	↑ 2
Z5 - Natura2000-Arten	0	2	↑ 2

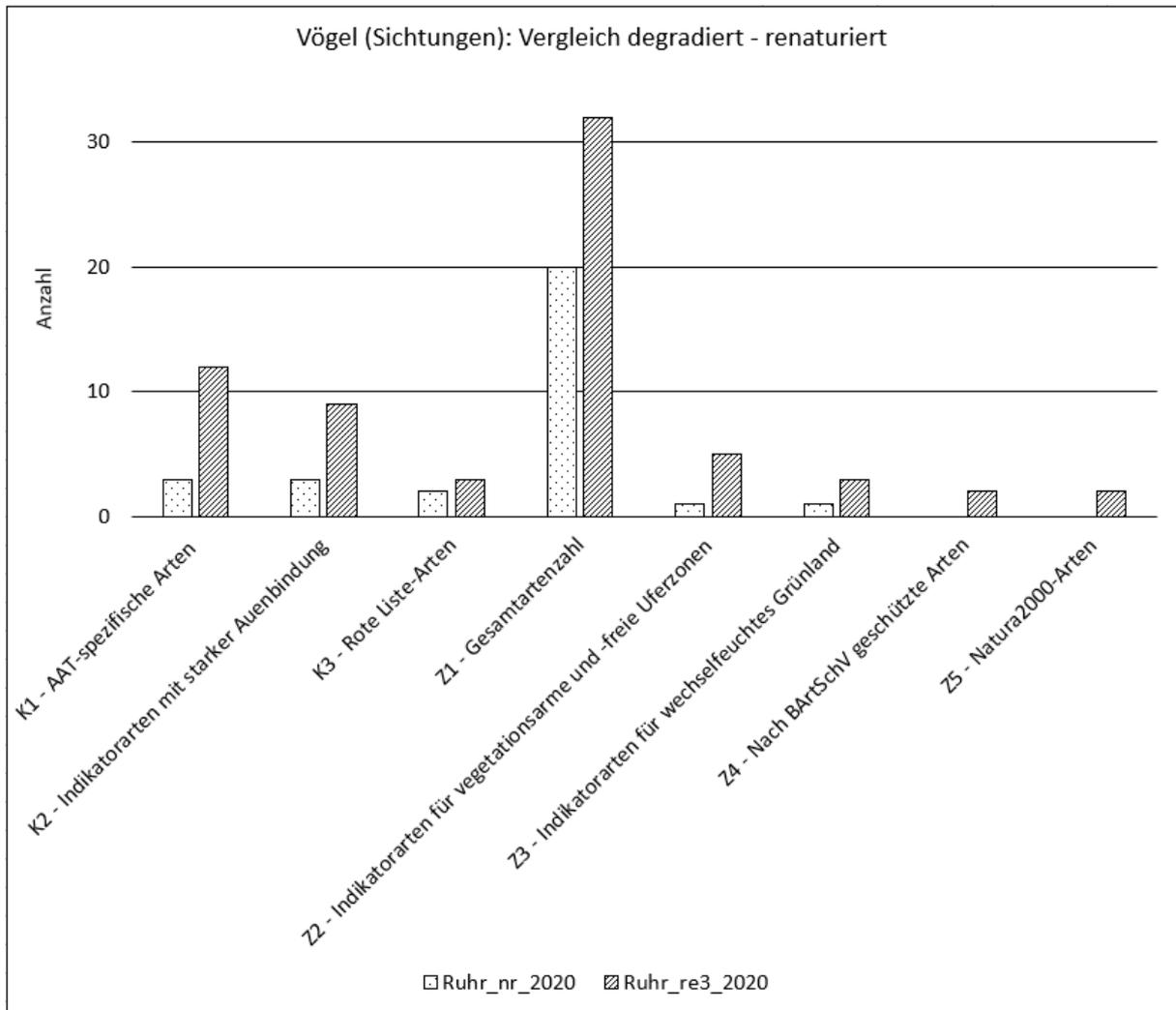


Abb. 31: Ergebnisgrafik der Kenngrößen-Berechnung für die Vögel an einem degradierten (Ruhr\_nr\_2020) und einem renaturierten Abschnitt (Ruhr\_re3\_2020) der Ruhr im Jahr 2020.

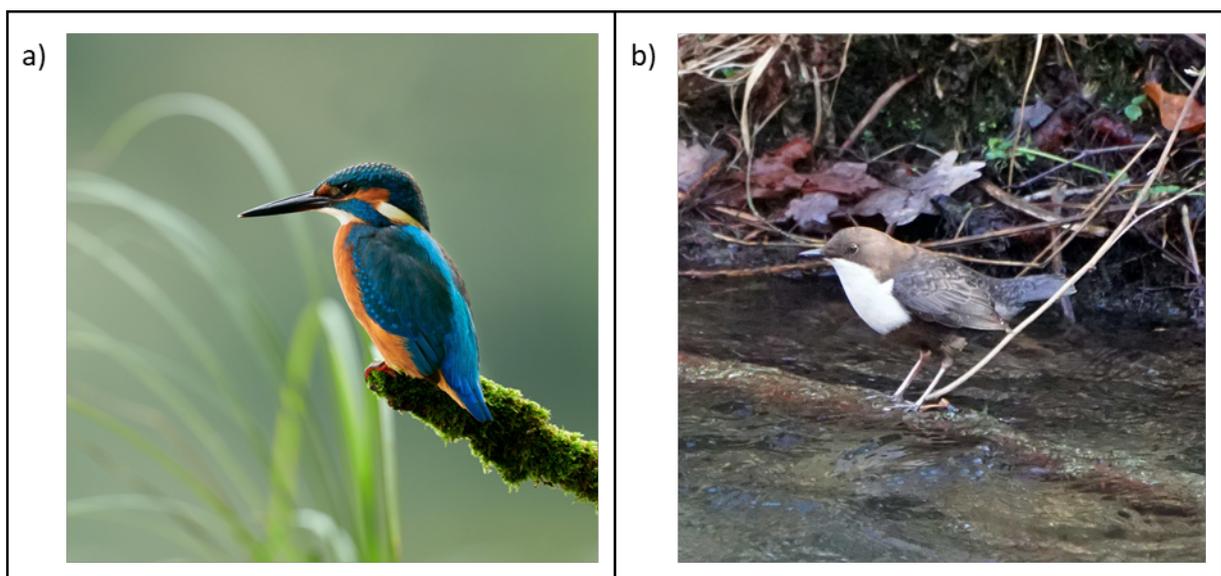


Abb. 32: Beispiele für zwei Vogelarten, die als Indikatorarten von der Renaturierung an der Ruhr besonders profitiert haben; a) Eisvogel (*Alcedo atthis*), b) Wasserramsel (*Cinclus cinclus*). Quelle: a) lucaar – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com), (b) A. Bertz.

#### 4.4 Gesamtinterpretation der Ergebnisse des Anwendungsbeispiels

In Bezug auf die Schaffung von Eigendynamik als Zielsetzung der Maßnahme zeigen sich deutliche Erfolge für die Habitatausstattung und die untersuchten Artengruppen. Die im Zuge der Aufweitung und Entfernung der Uferbefestigung neu entstandenen und für den Auenabschnittstyp prägenden vegetationsarmen und -freien Uferzonen haben sich seit Umsetzung der Maßnahme in 2010 erhalten. Dies ist ein Zeichen dafür, dass eine ausreichende Eigendynamik an diesem Flussabschnitt vorhanden war. Zudem vergrößerten sich die Wasserfläche und die Strömungsdiversität durch die Aufweitung des Gewässerprofils, die Schaffung von Flachuferbereichen und die Sohlanhebung deutlich. Durch das Belassen von größeren Inselbereichen in der Gewässermittle wurden die für den Auenabschnittstyp prägenden Nebengerinne geschaffen. Nicht vorhanden waren dagegen die natürlicherweise prägenden Habitate Weichholz- und Hartholz-Auwald. Dies war allerdings auch nicht das Ziel der Maßnahme, da hier als Rahmenbedingungen eine eingeschränkte Flächenverfügbarkeit aufgrund der angrenzenden Eisenbahnlinie und Autobahn vorliegt. Nichtsdestotrotz konnte mittelfristig zumindest für kleinere Uferbereiche des Untersuchungsabschnitts eine (Weiter-)Entwicklung von Weidengebüschern erwartet werden, die sich im Laufe der Jahre auch bestätigt hat.

Für die untersuchten Artengruppen Gefäßpflanzen, Laufkäfer und Vögel waren die Erfolge im Hinblick auf die Maßnahmenziele deutlich sichtbar, auch wenn die Maßnahmenumsetzung zum Zeitpunkt der Untersuchungen erst drei Jahre (für Gefäßpflanzen und Laufkäfer) bzw. 10 Jahre (für die Vögel) zurücklag. Die Gesamtartenzahlen der Artengruppen waren in dem renaturierten Abschnitt durchweg höher als in dem degradierten Vergleichsabschnitt: für die Vögel + 12 Arten, für die Gefäßpflanzen + 23 Arten und für die Laufkäfer + 17 Arten. Bei Letzteren zeigte sich im Vergleich zu den anderen Artengruppen der größte Unterschied zwischen renaturiert (23 Arten) und degradiert (6 Arten), so dass sich die Gesamtartenzahl bei den Laufkäfern mehr als verdreifacht hat. Für alle Artengruppen wurde deutlich, dass der renaturierte Abschnitt für auenabschnittstypische und gefährdete eine hohe Bedeutung hat. Bei den Gefäßpflanzen profitierten vor allem Pionierarten in den direkten Uferzonen, die an dynamische Überschwemmungen angepasst sind, sowie feuchtigkeitsliebende Arten. Die Laufkäfer und darunter die Uferspezialisten besiedelten, trotz der kurzen Zeitspanne von drei Jahren nach Maßnahmenumsetzung, die vegetationsarmen und freien Uferzonen schnell und zahlreich; von diesen Arten sind einige selten und bundesweit stark gefährdet. Das hohe Indikationspotenzial sowie die schnelle Besiedlung neu renaturierter Abschnitte durch ufertypische Pionierarten zeigte sich bereits in anderen Studien und begründet sich in ihrer hohen Ausbreitungsfähigkeit (Januschke & Hannig 2020). Für die Vögel als Artengruppe mit einem vergleichsweise hohen Flächenanspruch bietet der renaturierte Abschnitt eine Vielzahl neuer Habitatrequisiten. Die deutlich vergrößerte Wasserfläche mit Flachwasser- und Flachuferbereichen bietet zahlreichen Nahrungsgästen gute Bedingungen. Zusätzlich bieten die Inselbereiche mit Uferabbrüchen und freigespülten Wurzeln geeignete und geschützte Niststandorte. Diese stellen Refugien dar, da sie im Gegensatz zu den direkten Uferbereichen der Ruhr frei von Störungen durch Erholungssuchende und Hunde sowie deren Besitzer\*innen sind.

Die hier dargestellte Erfolgskontrolle stellt nur eine Momentaufnahme dar. Gerade bei der Zielsetzung von eigendynamischer Entwicklung ist ein engmaschiges, jährliches Langzeitmonitoring notwendig. Dadurch können die natürliche Variabilität sowie Einflüsse von Klimaänderungen (extreme Niedrigwasserphasen und Hochwasserereignisse) auf die Lebensgemeinschaften bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Darüber hinaus muss regelmäßig überprüft werden, inwieweit die Dynamik über die Zeit erhalten bleibt oder ggf. Maßnahmen nachgebessert werden müssen.

## 5 Empfehlungen für standardisierte Erfassungsmethoden

Bundesweit wird eine große Vielfalt an Erfassungsmethoden und Untersuchungsdesigns, auch innerhalb gleicher Artengruppen, angewendet (Januschke et al. 2017), wie sich in einer Metadatenanalyse von 138 Renaturierungsprojekten, bei denen ein Auenmonitoring durchgeführt wurde, deutlich zeigte. Die unterschiedlichen Erfassungsmethoden und Erfassungstiefen erschweren einen übergreifenden Vergleich von Monitoringergebnissen verschiedener Renaturierungsprojekte. Das in Kapitel 3 vorgestellte Verfahren zur Erfolgskontrolle ist grundsätzlich immer dann anwendbar, wenn die beiden Vergleichsabschnitte/-zeiträume mit derselben Erfassungsmethodik untersucht wurden. Standardisierte Erfassungsmethoden würden jedoch darüber hinaus auch einen bundesweiten Vergleich von Renaturierungserfolgen in Auen ermöglichen.

Aus diesem Grund werden im Rahmen des Vorhabens erste Empfehlungen für Erfassungsstandards zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen gegeben, die, im Vergleich zu teils sehr detaillierten, aufwändigen und kostenintensiven Ansätzen, eine einfache und kostengünstige Methode darstellen und eine bundesweite Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleisten sollen. Die Erfassungsmethoden sind als Vorschlag zu sehen, der im Rahmen eines Praxistests zukünftig auf seine Tauglichkeit hin getestet und ggf. angepasst werden muss. Etablierte Monitoringstandards, die für bestimmte Zielvorstellungen, wie z.B. das FFH-Monitoring, entwickelt wurden, werden dadurch nicht in Frage gestellt.

Das Grundprinzip und die Arbeitsschritte einer standardisierten biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen (Abb. 33) orientiert sich an der Verfahrensempfehlung zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen in Fließgewässern (Pottgiesser et al. 2020), um eine Anschlussfähigkeit an dieses Verfahren zu gewährleisten. Das Vorgehen entspricht im Wesentlichen dem Bewertungsablauf der Erfolgskontrolle mit bestehenden Daten (vgl. Kapitel 3), wurde aber ergänzt und konkretisiert durch vorbereitende Schritte, die einen Rahmen für die Erfassung vorgeben, sowie durch artgruppenspezifische Erfassungsmethoden.

Die Konzeption einer Erfolgskontrolle gliedert sich, nach Festlegung der Fragestellung(en) bzw. Spezifizierung der Maßnahmenziele, in drei übergeordnete Arbeitsschritte: Vorbereitung, Erfassung und Bewertung (Abb. 33). Empfohlen wird zunächst die Erfassung und Bewertung der Habitatausstattung, gefolgt von der eigentlichen biozönotischen Bewertung mit Hilfe von Kenngrößen. Die Ergebnisse der Habitatkartierungen können die Auswahl von Transekten für die Arterfassungen sowie die spätere Interpretation der biozönotischen Ergebnisse unterstützen. Die biozönotische Erfolgskontrolle kann aber auch unabhängig von einer Habitaterfassung durchgeführt werden.

Folgende **Arbeitsschritte** werden für die Erfolgskontrolle empfohlen:

- Konkretisierung der Maßnahmenziele (z.B. Dynamisierung der Uferbereiche): dies kann unterstützen bei der Auswahl der Artengruppen sowie der Auswahl und Interpretation der Ergebnisse der biologischen Kenngrößen
- Auswahl des Untersuchungsdesigns: Vorher-Nachher, space-for-time, BACI (vgl. Kapitel 3.2)
- Festlegung der Untersuchungsabschnitte bzw. des Untersuchungsgebietes: Länge oder Größe der zu untersuchenden Abschnitte

- Prüfung, inwieweit Betretungsgenehmigungen (z. B. im Falle eines FFH-/NSG-Gebietes) eingeholt werden müssen
- Erfassung und Bewertung der Habitatausstattung (vgl. Kapitel 3.3)
- Auswahl der Artengruppen
- Prüfung, inwieweit artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigungen für die Probenahme notwendig sind: für Land- und Wassermollusken sowie Laufkäfer obligat
- Auswahl von Transekten für die Erfassung von Artengruppen; hier können die Ergebnisse der Habitaterfassung unterstützend genutzt werden
- Erfassung und Bewertung der Artengruppen (vgl. Kapitel 3.4)

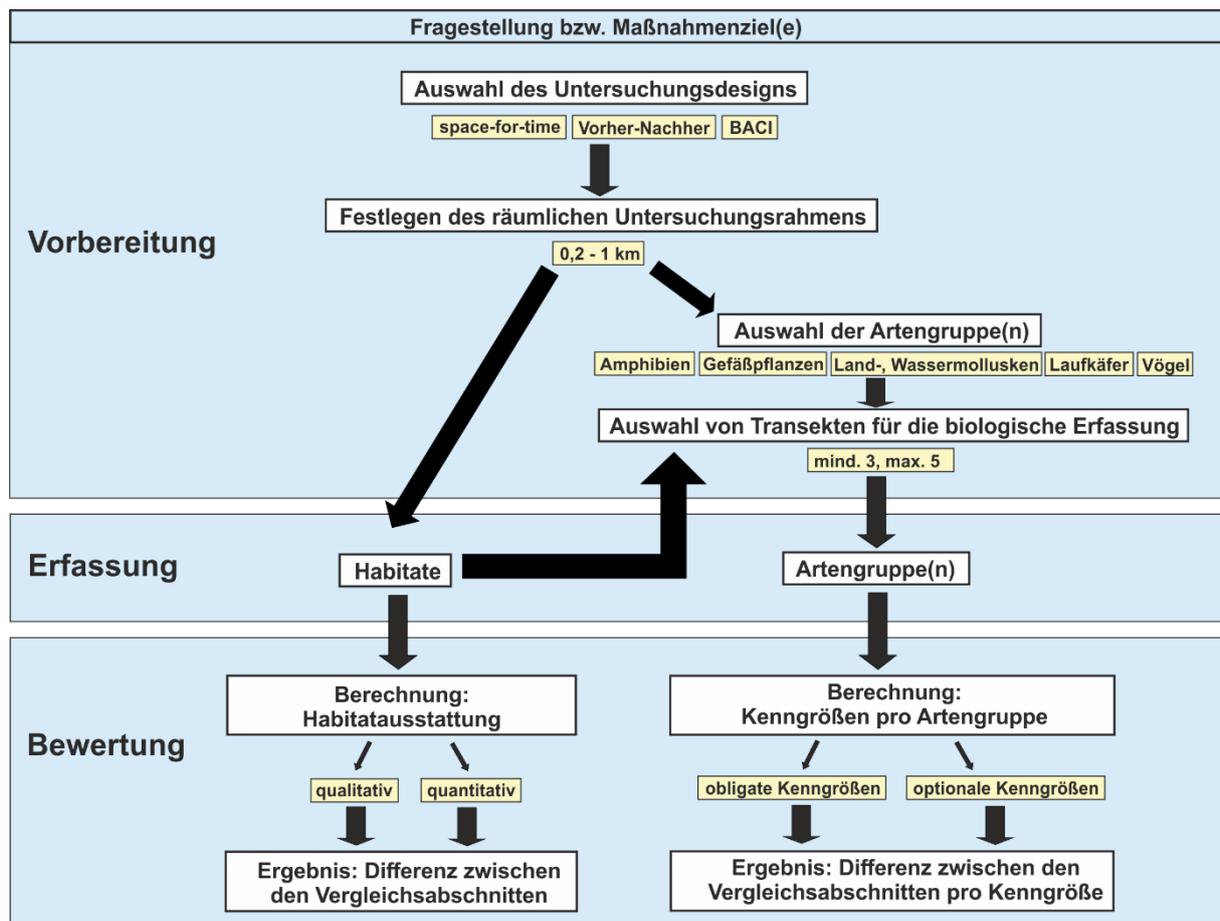


Abb. 33: Ablauf und Arbeitsschritte einer standardisierten biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Ufern und in Auen. Im Gegensatz zu der Erfolgskontrolle mit bestehenden Daten erfolgen hier zusätzliche vorbereitende Schritte. Die Ergebnisse der Habitaterfassung können unterstützend für die repräsentative Auswahl von Transekten für die biologische Erfassung genutzt werden.

## 5.1 Auswahl des Untersuchungsdesigns

Die Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen fußt auf einem Vergleich von Bewertungsergebnissen zwischen zwei Untersuchungsabschnitten. Dabei können die in Kapitel 3.2 vorgestellten Untersuchungsdesigns (vgl. Pottgiesser et al. 2020; Abb. 9) festgelegt werden: Vorher-Nachher-Untersuchung als zeitlicher Vergleich, Space-for-time-Untersuchung als

räumlicher Vergleich oder BACI-Untersuchung („Before – After – Control – Impact“) als Kombination beider Methoden. Empfohlen wird das BACI-Design, da z.B. wetterbedingte Unterschiede zwischen verschiedenen Untersuchungsjahren miterfasst werden. Eine Beschreibung weiterer Vor- und Nachteile der Untersuchungsdesigns bietet die Verfahrensempfehlung zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen in und an Fließgewässern (Pottgiesser et al. 2020).

Die Untersuchungsintervalle werden in Anlehnung an die Verfahrensempfehlung zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen in Fließgewässern (Pottgiesser et al. 2020) vorgeschlagen. Im Optimalfall sollten Auenhabitats und Artengruppen vor der Maßnahmenumsetzung untersucht werden. Empfohlen sind darauffolgende Untersuchungen im ersten, zweiten, fünften und zehnten Jahr nach Maßnahmenumsetzung. Für Beginn, Dauer und Frequenz der Erfolgskontrolle sind grundsätzlich das Maßnahmenziel und der -typ mit zu berücksichtigen. Im Falle der Entwicklung naturnaher, dynamischer Ufer empfiehlt sich z.B. ein engmaschiger, jährlicher Turnus. Bei der Entwicklung von Hartholz-Auwald durch eine Reaktivierung von Grundwasser- und Überflutungsdynamik sollten die „nachher“-Untersuchungen im Anschluss der Maßnahmenumsetzung zunächst jährlich beginnen, um dann in einen grobmaschigeren Turnus überzugehen. Darüber hinaus unterliegt die Entwicklung von Habitats und Lebensgemeinschaften einer natürlichen Variabilität unter dem Einfluss des Abflussgeschehens sowie klimatischer Veränderungen, so dass die Intervalle nach dem 2. Jahr nach Maßnahmenumsetzung auch enger gelegt werden können. Wichtig ist immer die Berücksichtigung von Extremereignissen (z.B. Trockenjahre oder extreme Hochwasser). Grundsätzlich ist eine Erfolgskontrolle für manche Organismengruppen (z.B. Laufkäfer) bereits in den ersten Jahren nach Umsetzung der Maßnahme zielführend und sinnvoll. Durch Untersuchungen nach mehr als 10 Jahren sollte die Wirkung von Maßnahmen erneut validiert werden, da der Zeitfaktor für die Entwicklung und langfristige Dynamik vieler Auenschlüsselhabitats zentral ist. Zudem kann der Zielzustand noch nicht erreicht sein und eine „Nachbesserung“ der Maßnahme, z. B. durch weitere bauliche Eingriffe, notwendig werden.

## 5.2 Festlegen des räumlichen Untersuchungsrahmens

Für die Anwendung des Verfahrens sind Ufer- und Auenabschnitte mit einer Länge von 200 m bis 1 km auszuwählen. Im Falle größerer Renaturierungsmaßnahmen mit einer Länge > 1 km sollte die Maßnahmenstrecke in mehrere, max. 1 km lange Untersuchungsabschnitte unterteilt werden. Die Untersuchungen können in der morphologischen Aue oder nur in der rezenten oder der Altaue erfolgen (vgl. Kapitel 3.2).

## 5.3 Erfassung von Habitats

Die Erfassung von Auenschlüsselhabitats (ASH) kann, je nach Zielsetzung der Erfolgskontrolle, qualitativ und/oder quantitativ erfolgen. Empfohlen wird eine Kombination aus Senkrecht-Luftbildern und Transektkartierungen. Optimalerweise sollte die Erfassung von Habitats im Frühsommer unter Niedrigwasserbedingungen stattfinden. Die Festlegung auf den Frühsommer garantiert eine gute Vergleichbarkeit der Daten und eignet sich vor allem im Hinblick auf die Identifizierung von Dynamik durch vorangegangene Winter- und Frühjahrshochwasser. Vor allem bei dem Auenschlüsselhabitat A3 (vegetationsarme und -freie Uferzonen) ändert sich der Deckungsgrad oft im Verlauf des Sommers durch die zunehmende Vegetationsbedeckung, so dass die vorangegangene Dynamik bei Kartierungen zu einem späteren Erfassungszeitraum weniger gut erfassbar ist. Eine Kartierung unter Hochwasserbedingungen ist

ausgeschlossen, da dann bestimmte wertgebende Auenschlüsselhabitate (z.B. A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen) nicht vorhanden sind bzw. einen höheren Deckungsgrad haben.

Empfohlen wird die Erfassung der Habitate auf zehn gleichmäßig über einen Abschnitt gelegten Transekten (vgl. Kapitel 4.1.2). Sie sollte, wenn verfügbar, auf Grundlage aktueller Senkrecht-Luftbilder und einer Vor-Ort-Kartierung erfolgen. Die Nutzung von Senkrecht-Luftbildern bietet vor allem für größere, komplexe Auen den Vorteil, mit vergleichsweise wenig Zeitaufwand Habitatdaten der Transekte unter Verwendung einer GIS-Software zusammenzustellen. Die Aktualität der Luftbilder und der Zeitpunkt der Aufnahme im Frühsommer unter Niedrigwasserbedingungen muss als Standard gewährleistet sein; eine Überprüfung und ggf. Anpassung der Ergebnisse vor Ort ist in jedem Fall empfehlenswert. Vor-Ort-Kartierungen eignen sich vor allem für Auen kleinerer Flüsse, die oft einer stärkeren und kleinräumigeren Dynamik unterliegen. Optional können Vorkommen und Häufigkeit von Habitaten auch auf Grundlage von Biotoptypen- oder FFH-Lebensraumtypkartierungen generiert werden. Ein entsprechender Zuordnungsschlüssel der Auenschlüsselhabitate zu Biotoptypen nach Finck et al. (2017) und FFH-Lebensraumtypen befindet sich in der Excel-Vorlage zur Berechnung der Habitatausstattung (digitaler Anhang 1b). Die Methodik der Habitaterfassung darf sich zwischen den zu vergleichenden Untersuchungsabschnitten nicht unterscheiden.

Für die qualitative Erfassung werden alle auf den Transekten vorhandenen Auenschlüsselhabitate (ASH) identifiziert. Für die quantitative Erfassung werden die Längen der Auenschlüsselhabitate auf den Transekten gemessen und jeweils der %-Anteil dieser für den Untersuchungsabschnitt berechnet. Mindestgrößen für die quantitative Erfassung einzelner ASH wurden nicht festgelegt: z.B. besitzt eine Kiesbank (A3) auch in sehr geringer Ausdehnung (z.B. 0,25 m<sup>2</sup> oder Länge auf dem Transekt von 20 cm) eine hohe Bedeutung für die Uferspezialisten unter den Laufkäfern als hochmobile Artengruppe mit einem geringen Flächenanspruch und muss deswegen aufgenommen werden. Inwieweit eine Festlegung von Mindestgrößen, z. B. für die Erfassung von Weichholz-Auwald, notwendig ist, muss zukünftig erörtert werden.

Die Protokollierung der Habitaterfassung und die Zusammenstellung der Ergebnisse sollten standardisiert über ein vorgegebenes Feldprotokoll stattfinden (Abb. 1, digitaler Anhang 1c). Das Feldprotokoll dient der Zusammenstellung wichtiger Eckdaten zu dem Untersuchungsabschnitt, zur Erfassungsmethode und den Datengrundlagen sowie der Kartierergebnisse. Darüber hinaus sollte hier auch der entsprechende, für die Bewertung notwendige Auenabschnittstyp vermerkt werden. Optional können hier für das Schlüsselhabitat „Vegetationsarme und -freie Uferzonen“ (A3) die vorhandenen Substrate eingetragen werden; diese gehen zwar nicht in die Bewertung ein, können aber aufgrund ihrer auenabschnittstypspezifischen Ausprägung (vgl. Tab. 5) die Interpretation der Ergebnisse unterstützen. Zusätzlich sollte eine Skizze des Untersuchungsabschnitts und der Lage der Transekte unter Angabe der Koordinaten angefertigt werden. Bei Vorliegen von aktuellen Luftbildern kann dies digital mit Hilfe einer GIS-Software erfolgen. Die Ergebnisse der Habitaterfassung können unterstützend für die repräsentative Auswahl von Transekten für die biologische Erfassung (Kapitel 5.5) genutzt werden.

**Feldprotokoll zur Erfassung der Habitatausstattung**

<b>Gewässername:</b>
<b>Name des Untersuchungsabschnitts:</b>
<b>ErfasserIn:</b>
<b>Erfassungs-/Aufnahmedatum:</b>
<b>Rezente Aue</b> <input type="checkbox"/> <b>Altaue</b> <input type="checkbox"/>
<b>Länge des Untersuchungsabschnitts [m]:</b>
<b>Zustand des Abschnitts:</b> <b>Degradiert</b> <input type="checkbox"/> <b>Renaturiert</b> <input type="checkbox"/> <b>Vorher</b> <input type="checkbox"/> <b>Nachher</b> <input type="checkbox"/> <b>Gestaut</b> <input type="checkbox"/> <b>Ungestaut</b> <input type="checkbox"/>
<b>Wenn renaturiert, Jahr der Maßnahmenumsetzung:</b>
<b>Erfassungsmethode:</b> <b>Transekte</b> <input type="checkbox"/> <b>Senkrechtluftbilder</b> <input type="checkbox"/> <b>Biotoptypen oder FFH-Lebensraumtypen</b> <input type="checkbox"/>
<b>GPS-Koordinaten:</b>
<b>Transekt 1 bzw. Grenze stromaufwärts:</b>
<b>Transekt 10 bzw. Grenze stromabwärts:</b>
<b>Auenabschnittstyp:</b>

<b>Code</b>	<b>Auenschlüsselhabitat</b>	<b>Vorkommen (Präsenz = 1 oder Absenz = 0)</b>	<b>Deckungsgrad [%]</b>
<b>A1</b>	<b>Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b>		
<b>A2</b>	<b>Stillgewässer</b>		
<b>A3</b>	<b>Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b>		
	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)		
	Ton/ Lehm		
	Sand/Sand-Kies		
	Kies		
	Schotter		
<b>A4</b>	<b>Großseggenriede, Röhrichte</b>		
<b>A5</b>	<b>Hochstaudenfluren</b>		
<b>A6</b>	<b>Wechselfeuchtes Grünland*</b>		
<b>A7</b>	<b>Trockenstandorte</b>		
<b>A8</b>	<b>Weichholz-Auwald</b>		
<b>A9</b>	<b>Bruchwald</b>		
<b>A10</b>	<b>Hartholz-Auwald</b>		
<b>A11</b>	<b>Wälder trockenerer Auenstandorte</b>		
	<b>Sonstige Habitate</b>		

Abb. 34: Feldprotokoll für die Neuerfassung von Habitaten für die Erfolgskontrolle der Habitatausstattung (vgl. digitaler Anhang 1c).

## 5.4 Auswahl der Artengruppen

Generell wird empfohlen, dass mindestens drei Artengruppen erfasst werden, um eine umfassende ökologische Einschätzung der Maßnahme zu erhalten; erfahrungsgemäß ist das Ergebnis von nur einer Artengruppe oft nicht stichhaltig bzw. schränkt die Interpretation des Renaturierungserfolgs ein. Bei einer Erfassung und Bewertung mehrerer Artengruppen ergibt sich ein umfassenderes Bild über den Erfolg einer Maßnahme. Darüber hinaus eignen sich manche Artengruppen aufgrund ihrer Lebensraumsprüche und Erfassbarkeit nicht für die

Bewertung aller Auenschlüsselhabitats: z.B. kommen Laufkäfer als rein terrestrische Artengruppe nicht in den aquatischen Auenschlüsselhabitats A1 und A2 vor; dagegen sind Amphibien dort zur entsprechenden Jahreszeit besonders gut erfassbar. Darüber hinaus sollten bei der Auswahl der Artengruppen immer deren Indikationspotenziale mit den Zielen der Maßnahmenumsetzung abgeglichen werden.

## 5.5 Auswahl von Transekten für die Erfassung von Artengruppen

Für die Erfolgskontrolle ist eine repräsentative, qualitative Erfassung der Artengruppen in den Untersuchungsabschnitten notwendig, bei der Nutzen und zeitlicher Aufwand sowie die Kosten in guter Relation stehen. Eine Totalerfassung ist dabei nicht praktikabel, da diese in der Regel mit einem hohen Aufwand und hohen Kosten verbunden ist. In Anlehnung an Jähmig et al. (2009) und Januschke et al. (2014) wird daher für alle Artengruppen eine transektbasierte Erfassung vorgeschlagen. D.h. die artgruppenspezifischen Erfassungen erfolgen entlang von 2 m breiten Transekten (Abb. 35), die senkrecht zum Gewässerverlauf liegen, sowie zusätzlich an der Uferlinie als natürlicherweise hochdynamische Zone mit spezialisierten Tier- und Pflanzenarten. Eine Ausnahme bilden hier die Amphibien, da diese mit den gängigen Methoden nur in und an den Laichgewässern erfasst werden können.

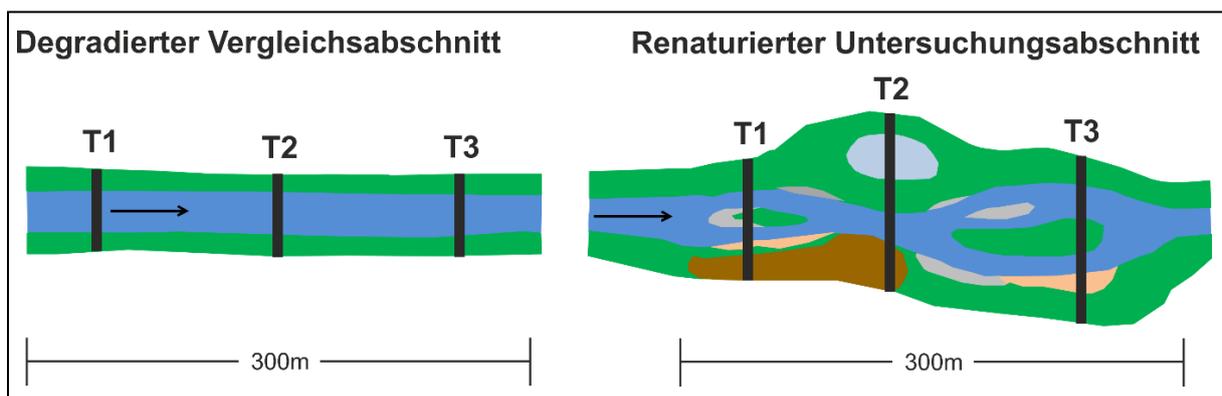


Abb. 35: Übersicht über die Lage von Transekten am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts.

Die Anzahl der Transekte sollte in Abhängigkeit von der Länge bzw. Größe des Untersuchungsabschnittes gewählt werden:

- 200 bis 300 m: 3 Transekte
- > 300 bis 600 m: 4 Transekte
- > 600 bis 1.000 m: 5 Transekte

Generell sollten die Transekte möglichst alle im Abschnitt vorkommenden Habitats repräsentativ abdecken. Um dies zu gewährleisten, sollten die Datengrundlagen und Ergebnisse für die Bewertung der Habitatausstattung berücksichtigt werden. Die Länge der Transekte ist abhängig vom gewählten räumlichen Bezugsrahmen (rezente Aue, Altaue oder morphologische Aue). Für die Bewertung werden dann die entlang der Transekte erfassten Taxa aggregiert zu je einer Taxaliste pro Untersuchungsabschnitt.

## 5.6 Erfassungen der Artengruppen entlang der Transekte

Bei den artgruppenspezifischen Erfassungsmethoden sollten die folgenden Kriterien erfüllt sein:

- die Lebensgemeinschaften der ausgewählten Artengruppen eines Untersuchungsabschnitts werden repräsentativ erfasst (keine Totalerfassung), so dass möglichst alle wertgebenden Arten eines Abschnitts mit dieser Methode erfasst werden,
- die Erfassung der Artengemeinschaften erfolgt, soweit für die Artengruppe möglich, lediglich qualitativ als Voraussetzung für die Berechnung der Kenngrößen,
- die Erfassungsmethoden sollten im Vergleich zu den teils sehr aufwändigen, bestehenden Bestandserhebungen oder wissenschaftlichen Untersuchungen mit einem überschaubaren Zeitaufwand durchführbar sein.

### 5.6.1 Amphibien

Für Amphibien wird in Anlehnung an Schlüpmann & Kupfer (2009) eine repräsentative Erfassung in allen Neben- und Auengewässern (= Laichgewässer; vgl. Abb. 36) an fünf bis sechs Begehungsterminen im Zeitraum März bis Juni vorgeschlagen. Der Zeitraum berücksichtigt die jahreszeitlich unterschiedlichen Paarungszeiten der einzelnen Arten. Die Erfassung erfolgt durch Verhören rufaktiver Individuen und Sichtbeobachtungen von Laich, Larven und adulten Tieren an Laichgewässern. Für Reproduktionsnachweise von Molchen sollte an mindestens zwei bis drei Terminen gekeschert werden. Falls der Nachweis von Schwanzlurchen oder der Reproduktionserfolg für die Erfolgskontrolle wichtig ist, sollten Reusenfallen zum Einsatz kommen. Zusätzlich können auch die Landlebensräume (v.a. Hochstaudenfluren, Gehölzsäume, wechselfeuchtes Grünland) entlang der Transekte und der Uferlinie abgegangen werden. Dies ist z.B. für den qualitativen Nachweis von Gras-, Laub-, Moor- oder Springfrosch im Landlebensraum wichtig.

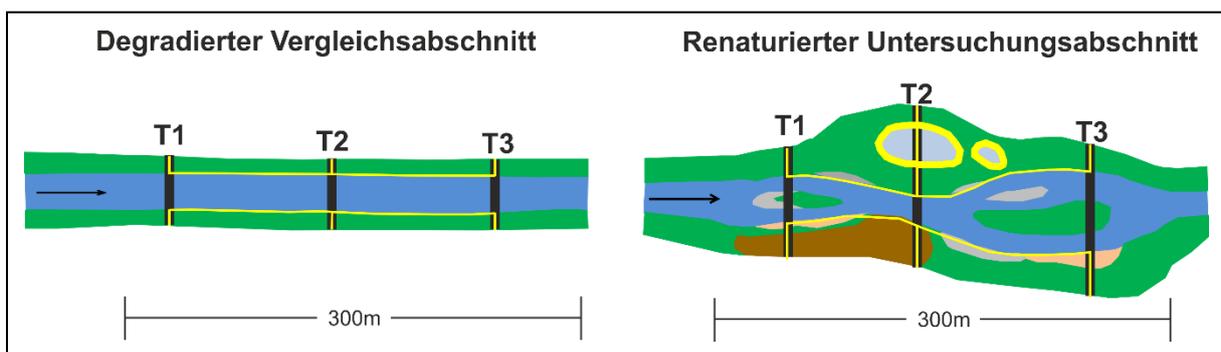


Abb. 36: Untersuchungsdesign für die Amphibien am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts; dicke gelbe Linien = Stillgewässer als optionale Laichgewässer, in denen die Amphibien unabhängig von den Transekten im gesamten Abschnitt untersucht werden; dünne gelbe Linien = zusätzliche, optionale Erfassungsrouten entlang von drei Transekten und der Uferlinie.

### 5.6.2 Gefäßpflanzen

Für die Vegetation wird in Anlehnung an Januschke et al. (2014) eine qualitative Erfassung aller Arten auf den 2 m breiten Transekten (Gewässer, Ufer und Aue) sowie entlang der Ufer-

linie des gesamten Abschnitts vorgeschlagen (Abb. 37). Gerade an der oft kleinräumig wechselnden Uferlinie treten z.B. auf Schlamm- und Kiesbänken oft viele Arten auf. Es sollten, je nach Region und Witterung, zwei Erfassungsdurchgänge (Frühjahr und Sommer bzw. Frühjahr und Herbst) durchgeführt werden.

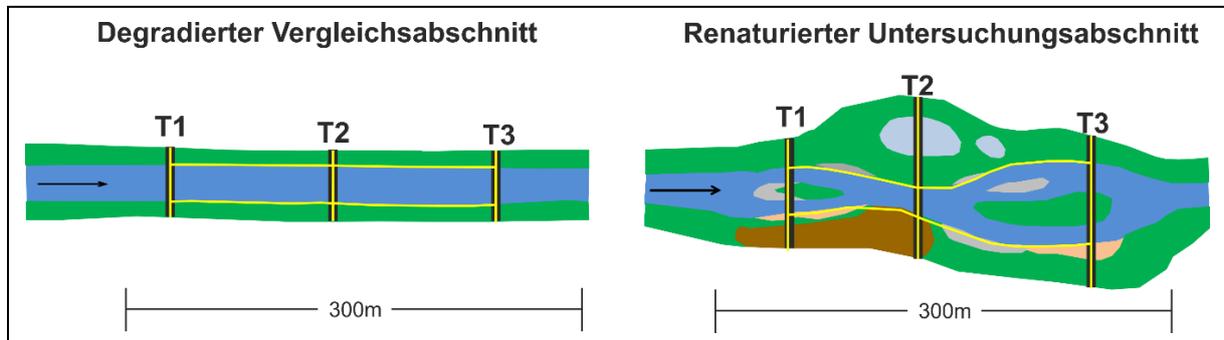


Abb. 37: Untersuchungsdesign für die Gefäßpflanzen am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts; gelbe Linien = Erfassungsrouten entlang von drei Transekten und der Uferlinie für die qualitative Erfassung aller vorkommenden Gefäßpflanzen.

### 5.6.3 Land- und Wassermollusken

Bei den Land- und Wassermollusken als Artengruppe mit einem vergleichsweise kleinen Flächenanspruch wird eine repräsentative Stichprobe aus allen vorhandenen Habitaten auf den Transekten vorgeschlagen, bei der pro Habitat fünf Teilproben genommen werden sollten (Tab. 20). Inwieweit das Vorgehen repräsentativ und im Falle komplexer renaturierter Abschnitte mit einer hohen Anzahl verschiedener Habitate sinnvoll und praktikabel ist, muss im Rahmen eines Praxistests geprüft werden.

Tab. 20: Exemplarische Verteilung von Teilproben auf die in einem Abschnitt vorhandenen Habitate (grau unterlegt) für die Erfassung von Land- und Wassermollusken.

Code	Auenschlüsselhabitat	Vorkommen	Probenverteilung
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	x	5 Teilproben
A2	Stillgewässer		
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	x	5 Teilproben
A4	Großseggenriede, Röhrichte		
A5	Hochstaudenfluren	x	5 Teilproben
A6	Wechselfeuchtes Grünland		
A7	Trockenstandorte		
A8	Weichholz-Auwald	x	5 Teilproben
A9	Bruchwald		
A10	Hartholz-Auwald		
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte		
Sonstige Habitate		x	5 Teilproben

Für die Erfassung der Land- und Wassermollusken sollte eine Kombination aus Substratproben in terrestrischen Bereichen bzw. Sedimentproben in aquatischen Bereichen (Foeckler et al., 2009a) sowie Handaufsammlungen (Colling 1992) gewählt werden (Abb. 38).

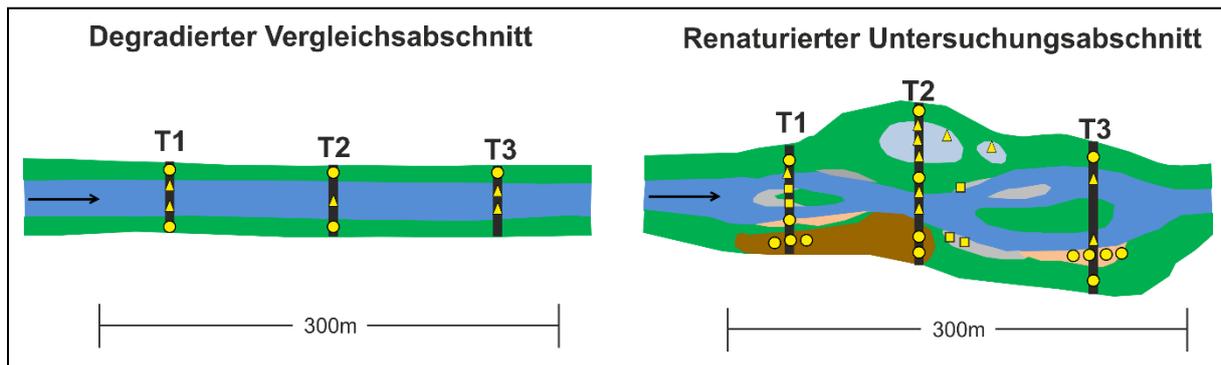


Abb. 38: Untersuchungsdesign für die Land- und Wassermollusken am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts; gelbe Punkte = Substratproben und Handaufsammlungen in terrestrischen Habitaten inkl. Handaufsammlungen in vegetationsarmen und -freien Uferzonen (gelbe Quadrate); gelbe Dreiecke = Sedimentproben und Handaufsammlungen in aquatischen Habitaten.

Die Erfassung sollte in Anlehnung an Colling (1992) mindestens einmalig, bevorzugt im Frühjahr/Frühsummer (März bis Mitte Juli) oder Spätsommer/Herbst (Ende August bis November), stattfinden. Hitzeperioden sollten als ungünstige Witterung gemieden werden. Die Teilproben der Substrat-/Sedimentproben sollten jeweils auf einer Fläche von 1.000 cm<sup>2</sup> (Vegetation + oberste 5 cm der Bodenschicht) entnommen werden bzw. ein Volumen von 5 l umfassen (Foeckler et al. 2009a). Die Bodenproben werden geschlämmt, gesiebt und ausgelesen, die aquatischen Proben ausgelesen. Die Handaufsammlungen erfolgen pro Habitat über einen Zeitraum von 1 h (Empfehlung Colling, mdl. 2021): hier werden relevante Strukturen im Habitat, z.B. Vegetation, Totholz, Steine und ggf. der Gewässergrund (mit Hilfe eines Sichtkastens/Aquaskops) abgesucht, insbesondere auch um Großmuscheln erfassen zu können. Die Handfänge sollten soweit möglich vor Ort bestimmt werden. Schwierig zu bestimmende Arten sowie die Fänge der Substrat-/ Sedimentproben werden im Labor soweit möglich bis auf das Artniveau bestimmt.

#### 5.6.4 Laufkäfer

Laufkäfer besitzen wie auch Land- und Wassermollusken einen vergleichsweise geringen Flächenanspruch, so dass auch hier eine repräsentative Stichprobe aus allen vorhandenen Habitaten auf den Transekten vorgeschlagen wird, bei der pro Habitat 5 Teilproben genommen werden sollten (vgl. Tab. 20; vgl. Gerisch et al. 2006). Inwieweit das Vorgehen repräsentativ und im Falle komplexer renaturierter Abschnitte mit einer hohen Anzahl verschiedener Habitate sinnvoll und praktikabel ist, muss im Rahmen eines Praxistests geprüft werden.

Die Erfassung sollte mit Hilfe von Barberfallen (Barber 1931) und Handfängen (Trautner 1999) im Spätfrühling/Frühsummer, optimalerweise bei Niedrigwasser, erfolgen (Abb. 39). Dieser Zeitraum hat den Vorteil, dass sowohl Frühjahrs- als auch Herbsttiere gefangen werden. Inwieweit die Erfassung nur eines Fangzeitraumes repräsentative Ergebnisse für die Erfolgskontrolle bringt, muss geprüft werden. Jede Barberfalle und jeder Handfang zählt als eine Teilprobe. Als Barberfallen sollten 200 ml-Becher mit einem Öffnungsdurchmesser von 7 cm für einen Zeitraum für 2 Wochen ausgebracht werden. Als Fanglösung wird gesättigte Kochsalzlösung mit einer Detergens zur Herabsetzung der Oberflächenspannung vorgeschlagen, so dass die gefangenen Individuen ggf. noch für DNA-Analysen genutzt werden könnten. Andere Fanglösungen, die z.B. Essigsäure enthalten, würden die DNA unbrauchbar machen. Zusätzlich

sollten über den Fallen durchsichtige Dächer als Schutz gegen Laubeintrag und Regen angebracht werden. Die Inhalte der Barberfallen müssen zeitnah nach dem Einholen gespült, sortiert und die Laufkäfer in separate Proberöhrchen in 96 %igem-Ethanol konserviert werden. Handfänge sind gerade in dynamischen und vegetationsarmen bzw. -freien Uferzonen (Auen-schlüsselhabitat A3) von hoher Bedeutung. Hier findet sich in der Regel eine hohe Anzahl an Uferspezialisten. Das Aufstellen von Barberfallen in unmittelbarer Gewässernähe ist aufgrund der möglicherweise schwankenden Wasserstände nicht zielführend. Handaufsammlungen erfolgen in den Uferbereichen einmalig bei Niedrigwasser und sonnigem Wetter pro Teilprobe auf einer Fläche von 1 m<sup>2</sup>, die für max. 30 Minuten besammelt wird (Januschke 2018). Die Laufkäfer werden direkt in 96 %igem-Ethanol konserviert. Die Bestimmung aller gefangenen Individuen erfolgt auf Artniveau nach Müller-Motzfeld (2004) und ggf. ergänzender Literatur.

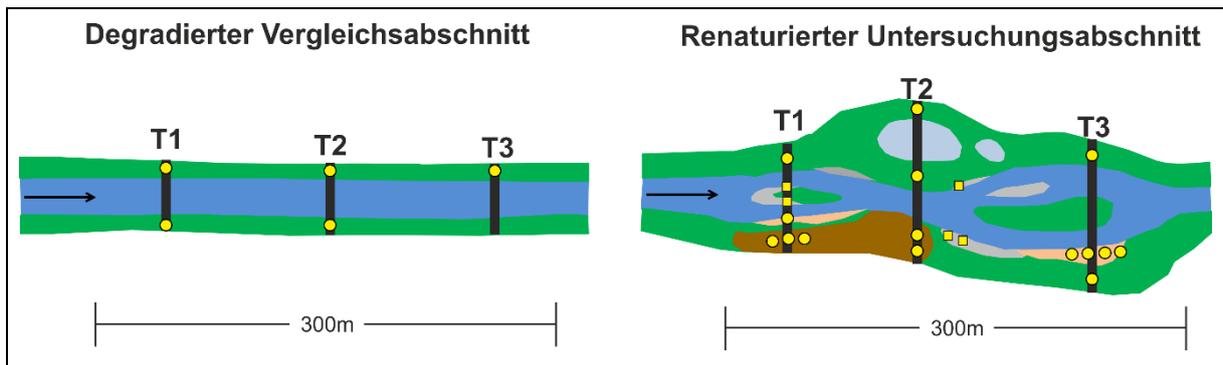


Abb. 39: Untersuchungsdesign für die Laufkäfer am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts; gelbe Punkte = Barberfallen, gelbe Quadrate = Handaufsammlungen in vegetationsarmen und -freien Uferzonen.

### 5.6.5 Vögel

Für die Vögel wird in Anlehnung an das Monitoring häufiger Brutvögel (Wahl et al. 2020) und die Linienkartierung (Südbeck et al. 2005) eine Begehung entlang der Transekte und der Uferlinie vorgeschlagen (Abb. 40), bei der eine akustische und optische Erfassung aller vorkommenden Arten vorgenommen wird. Dies sollte an fünf Begehungsterminen zwischen 1. März und 20. Juni (Kernbrutzeit der meisten Vogelarten) ab Sonnenaufgang durchgeführt werden. Optional, jedoch mit mehr Zeitaufwand verbunden, können für alle Arten Tageskarten für die Identifizierung von Brutrevieren erstellt werden. In die Tageskarten werden alle Vogelarten und brutrevieranzeigende Verhaltensweisen, wie singende Männchen, futter- und nistmaterialtragende Altvögel oder Revierkämpfe eingetragen, um sogenannte Papierreviere und deren Anzahl pro Untersuchungsabschnitt abzuleiten.

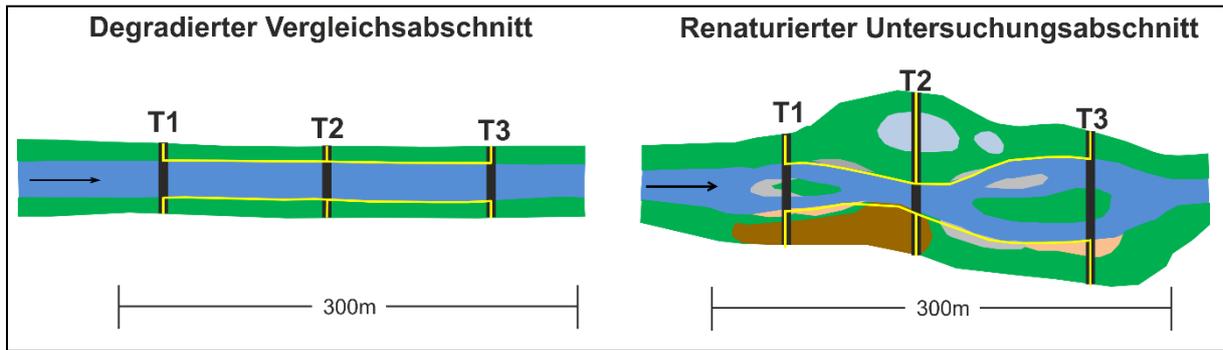


Abb. 40: Untersuchungsdesign für die Vögel am Beispiel eines 300 m langen renaturierten Abschnitts und eines stromaufwärts gelegenen, degradierten Vergleichsabschnitts; gelbe Linien = Erfassungsrouten entlang von drei Transekten und der Uferlinie, entlang derer eine qualitative Erfassung aller vorkommenden Arten erfolgt.

## **6 Digitaler Workshop zur Anwendung der biozönotischen Erfolgskontrolle**

### **6.1 Hintergrund und Inhalte des Workshops**

Als Abschlussveranstaltung des Vorhabens fand am 4. März 2021 ein Online-Workshop statt. Im Rahmen des Workshops wurde das Bewertungsverfahren einer breiten Fachöffentlichkeit (Wasserwirtschaft, Naturschutz, Behörden, Planungsbüros, freiberufliche Gutachter\*innen, Wissenschaftler\*innen, Verbände u.a.) vorgestellt. Um die vorgestellten Methoden testen zu können, wurden den ca. 150 Teilnehmenden im Vorfeld des Workshops die hier vorgestellten Erläuterungstexte, Excel-Vorlagen und Testdatensätze (vgl. digitale Anhänge 1 bis 3) zur Verfügung gestellt.

Während des Workshops bekamen die Teilnehmenden nach einer Einführung zu den Hintergründen des Vorhabens einen vertieften Einblick in die Berechnungsmethoden der biozönotischen Erfolgskontrolle. Exemplarisch wurden Berechnungen anhand von zwei Fallbeispielen vorgestellt. Die Entwürfe für die standardisierten Erfassungsmethoden in Kapitel 5 wurden ebenfalls zur Diskussion gestellt.

### **6.2 Ergebnisse des Workshops**

Um neben den vielen qualifizierten Beiträgen aus dem Chat die Meinungen möglichst aller Teilnehmenden auf konkrete Fragen zu bekommen, wurden digitale Mentimeter-Umfragen durchgeführt, die die einzelnen Teilnehmenden mit Hilfe des Smartphones oder des Computers durch einfaches Anklicken beantworten konnten. Die Mentimeter-Fragen waren gegliedert nach den Aspekten „Testrechnen und Anwendung der Erfolgskontrolle“, „Habitatausstattung und Kenngrößen“ und „Standardisierte Erfassungsmethoden“. Insgesamt nahmen 107 Personen an den Umfragen teil. Nachfolgend werden die wesentlichen Umfrageergebnisse vorgestellt.

#### **6.2.1 Fragen zum Testrechnen und zur Anwendung der Erfolgskontrolle**

Die Ergebnisse zur Verständlichkeit der Unterlagen für das Testrechnen sowohl zur Habitatausstattung als auch zu den Kenngrößen (Abb. 41) unterschieden sich kaum. Die Beschreibung war nach Aussage der Befragten generell gut verständlich (3,8 auf einer Skala von 1: niedrig bis 5: hoch), die Interpretation der Endergebnisse ebenfalls (3,3 für die Habitatausstattung und 3,5 für die Kenngrößen), was insbesondere durch die grafische Aufbereitung der Ergebnisse erleichtert wurde. Die Anwenderfreundlichkeit der Excel-Vorlage zeigte dagegen noch Verbesserungsbedarf auf (2,8 bzw. 2,6).

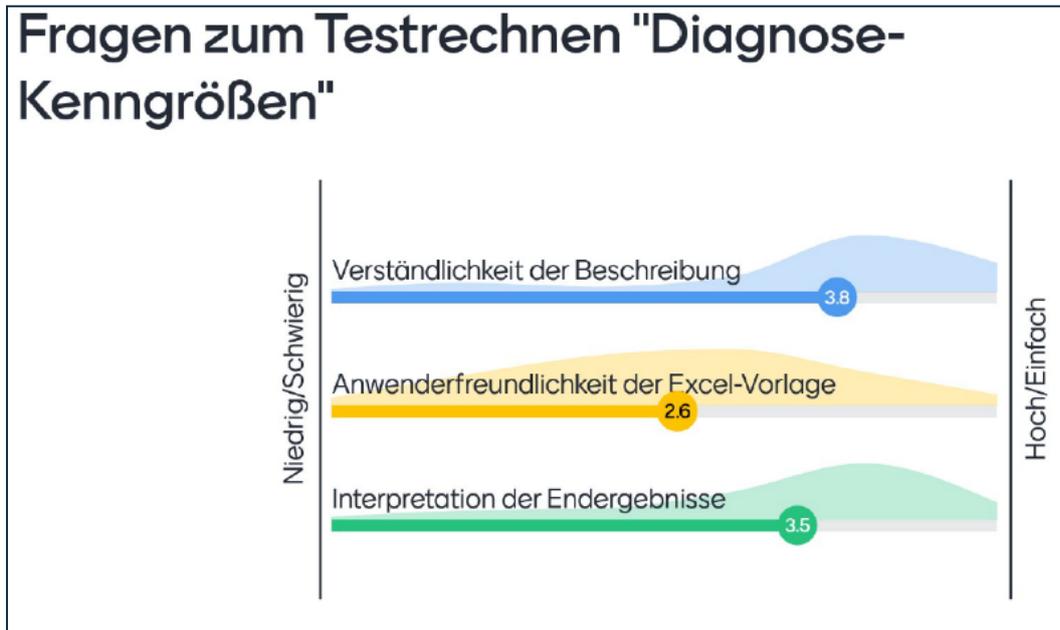


Abb. 41: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage für den Test der Excel-Vorlagen für die Berechnung der Kenngrößen (Skala von 1: niedrig bis 5: hoch; n = 74).

65 % der Teilnehmenden gaben an, dass sie das Verfahren, sowohl in Form von Excel-Vorlagen als auch in Form eines Online-Tools, im Rahmen ihrer Arbeit nutzen würden; die übrigen Teilnehmenden stimmten mit „vielleicht“ ab (Abb. 42).

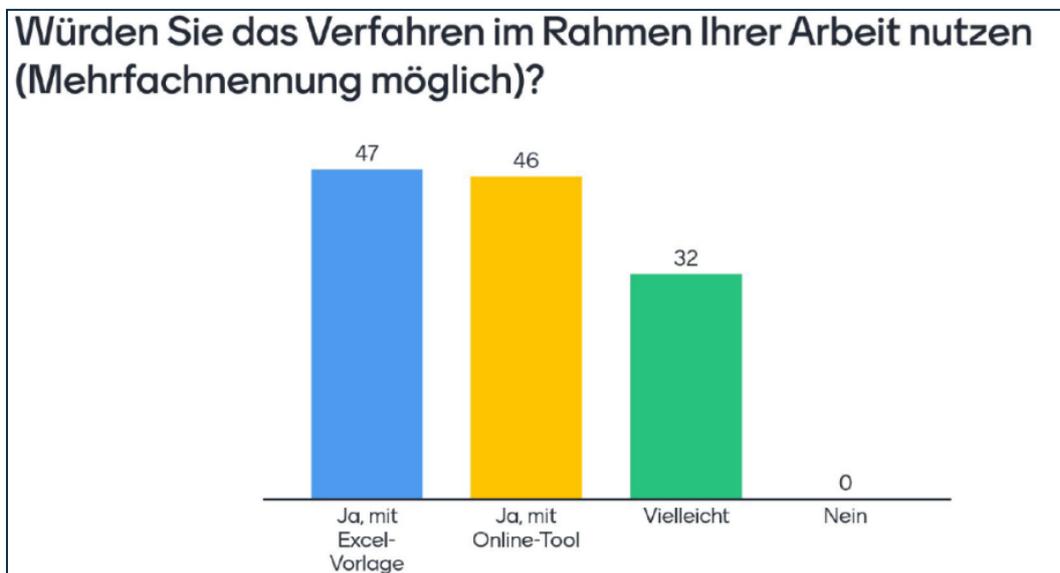


Abb. 42: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zur zukünftigen Nutzung des Verfahrens (n = 72).

93 % der Teilnehmenden stimmten dafür, dass ein zukünftiges Online-Tool mit Up- und Download-Funktionen sehr sinnvoll (75 %) oder mäßig sinnvoll (22 %) anstelle der vorgestellten Excel-Tabellen sei (Abb. 43). Nur zwei von 72 Teilnehmenden fanden das nicht sinnvoll.

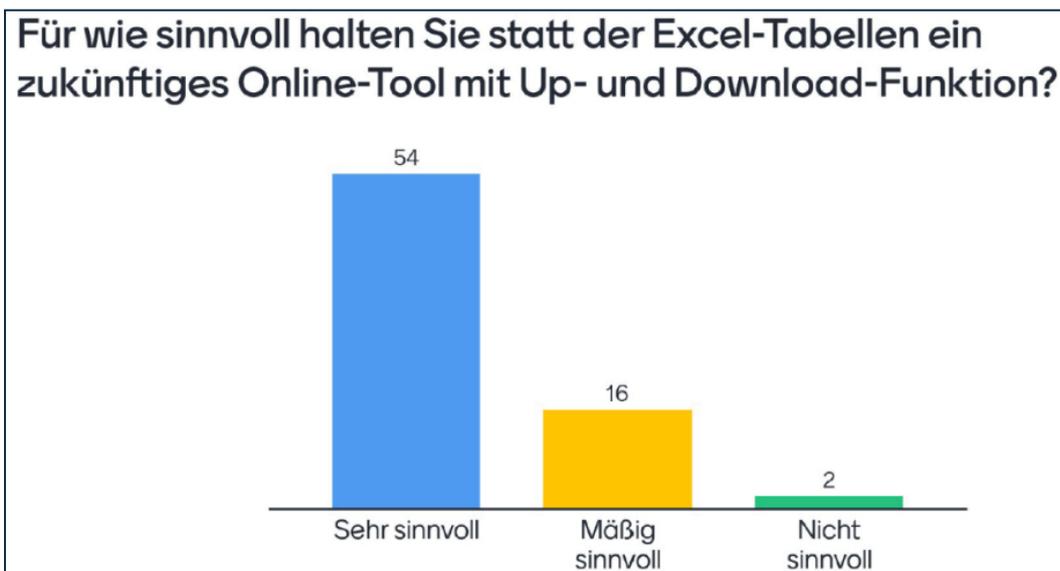


Abb. 43: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu einem zukünftig möglichen Online-Tool zur Berechnung der Bewertungsergebnisse (n = 72).

### 6.2.2 Fragen zur Habitatausstattung und zu den Kenngrößen

Eine vorgeschaltete Bewertung der Habitatausstattung hielten 88 % der Teilnehmenden für sinnvoll, 12 % für mäßig sinnvoll. Eine Untergliederung der Kenngrößen in obligate und optionale wurde von 84 % als sehr sinnvoll, von den übrigen Abstimmenden als mäßig sinnvoll erachtet. Die Bedeutung der einzelnen Kenngrößen für die Erfolgskontrolle wurde unterschiedlich bewertet (Abb. 44). Als wichtigste Größen wurden die beiden obligaten Kenngrößen „auenabschnittstypspezifische Arten“ (4,6) und „Indikatorarten mit Auenbindung“ (4,4) gesehen, die geringste Bedeutung dagegen haben „nach Bundesartenschutzverordnung geschützte Arten“ (2,5) und „Stromtalarten (nur Gefäßpflanzen)“ (2,8). Die übrigen Kenngrößen zeigten mittlere Bewertungen.

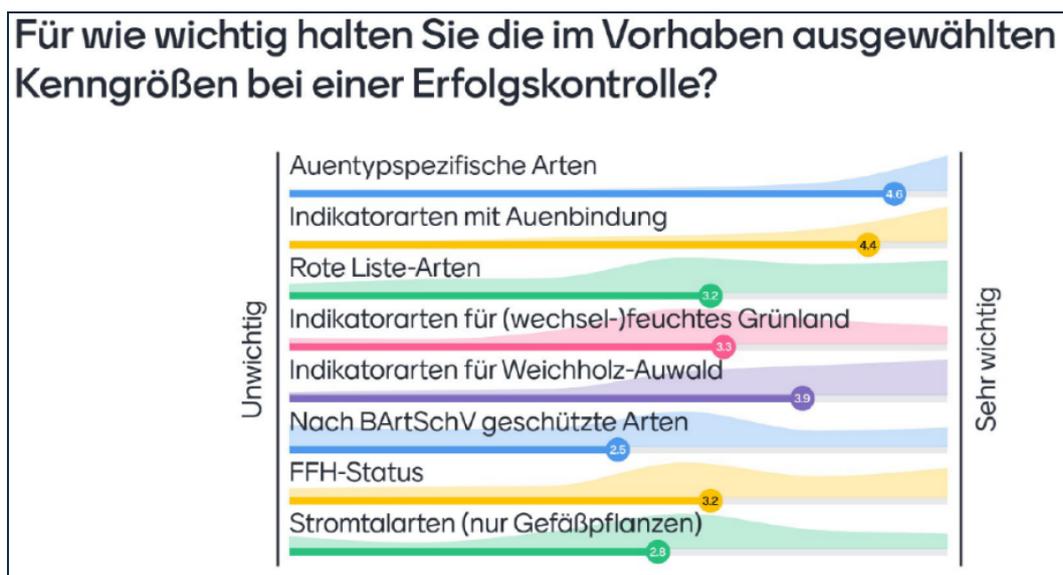


Abb. 44: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu der subjektiv eingeschätzten Bedeutung der Kenngrößen für die Erfolgskontrolle (Skala von 1: niedrig bis 5: hoch; n = 82).

In einer offenen Abfrage wurden von den Teilnehmenden zahlreiche ergänzende Kenngrößen (z.B. Diversität, Zeiger für Überflutungshäufigkeit oder funktionelle Gruppen) vorgeschlagen (Abb. 45).

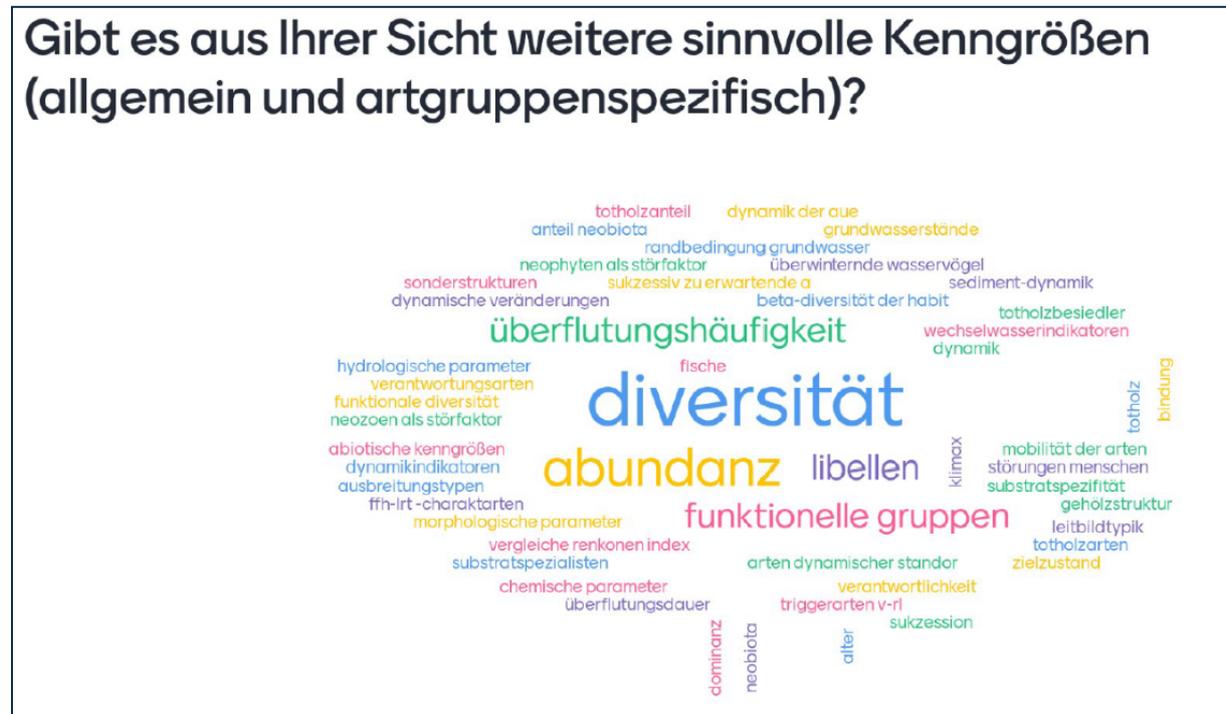


Abb. 45: Ergebnis der offenen Mentimeter-Umfrage in Form einer Word-Cloud zu weiteren wichtigen Kenngrößen, die zukünftig im Verfahren ergänzt werden sollten (n = 44). Je größer die Schrift, desto öfter genannt.

Von den vorgestellten Artengruppen wurden als wichtigste Gruppe die Gefäßpflanzen (4,4) gesehen, aber auch alle anderen Gruppen mit hohen Werten beurteilt (Laufkäfer: 3,9; Amphibien: 3,8; Vögel: 3,6; Land-, Wassermollusken: 3,2) (Abb. 46). Als weitere wichtige und zukünftig wünschenswerte Artengruppen wurden u.a. Libellen, Fische, Totholzbewohner und Heuschrecken in einer freien Umfrage genannt.



Abb. 46: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu der subjektiv eingeschätzten Bedeutung der für das Verfahren ausgewählten Artengruppen (Skala von 1: niedrig bis 5: hoch; n = 73).

### 6.2.3 Fragen zu den Erfassungsmethoden

Nur 7 bzw. 8 Teilnehmende gaben an, im Rahmen ihrer Arbeit regelmäßig oder häufig den Erfolg von Flussauenrenaturierungen zu kontrollieren, der überwiegende Teil dagegen selten oder nie (jeweils 26). 70 % der Befragten hielten standardisierte und vereinfachte Erfassungsmethoden im Rahmen von Erfolgskontrollen für sehr sinnvoll, 27 % für mäßig sinnvoll. Dementsprechend gaben auch 71 % an (Abb. 47), eine solche Methode zukünftig nutzen zu wollen (25 % vielleicht).

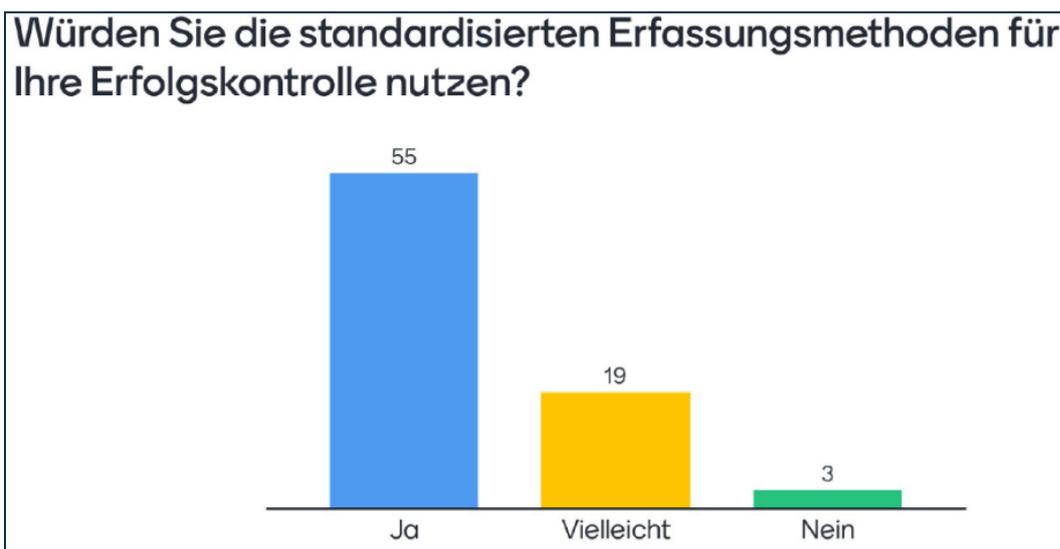


Abb. 47: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zur zukünftigen Nutzung von standardisierten Erfassungsmethoden (n = 77).

Die Anbindung des Verfahrens an das bestehende LAWA-Verfahren zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen (Pottgiesser et al. 2020) fand große Zustimmung durch 73 % der Teilnehmenden, wobei 20 % das LAWA-Verfahren nicht kannten (Abb. 48). Das Verfahren als Ergänzung zur vornehmlich hydromorphologischen Auenzustandsbewertung (Koenzen et al. 2020, Günther-Diringer et al. 2021) sahen 62 % der Befragten als sinnvoll an, allerdings kannten 27 % der Befragten die Auenzustandsbewertung nicht.

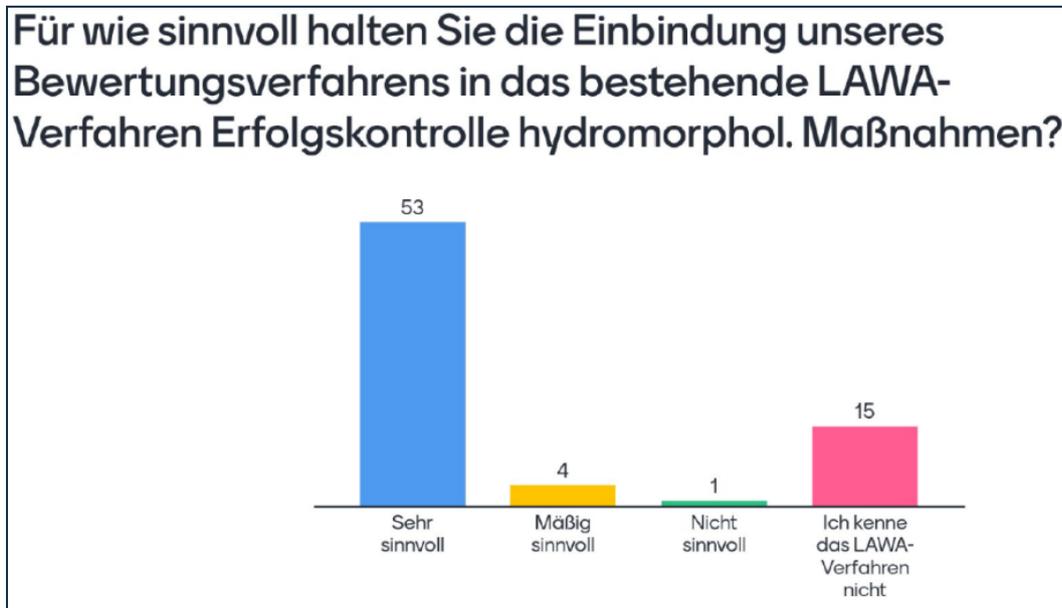


Abb. 48: Ergebnis der Mentimeter-Umfrage zu einer zukünftig angedachten Anbindung an das bestehende LAWA-Verfahren zur Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen (Pottgiesser et al., 2020) (n = 73).

### 6.3 Zusammenfassung der Ergebnisse des digitalen Workshops

Über die interaktiven Feedbackrunden und Meinungsumfragen mit Hilfe der Mentimeter-App sowie der Zoom-Chatfunktion konnten noch während des Workshops und im Nachgang per Email zahlreiche konstruktive Optimierungsvorschläge und insgesamt ein positives Feedback im Hinblick auf eine zukünftige Anwendung und auf die Praxistauglichkeit ausgetauscht werden. Über 100 Fragen und Anregungen wurden nach dem Workshop in einer umfangreichen Tabelle zusammengefasst, beantwortet und nachträglich an die Teilnehmer versendet. Einige der Optimierungsvorschläge wurden bereits übernommen; viele weitere Kommentare können als gute Grundlage für eine zukünftige Optimierung und Erweiterung des Bewertungsverfahrens dienen.

Insgesamt fand das Verfahren zur Erfolgskontrolle sowie der Entwurf zu den standardisierten Erfassungsmethoden hohe Zustimmung. Die Teilnehmenden zeigten großes Interesse, das Verfahren zukünftig auf Basis der erstellten Excel-Vorlagen oder auch mit Hilfe eines Online-Tools anzuwenden. Im Nachgang des Workshops signalisierten einige Teilnehmenden die Bereitschaft, an einem zukünftigen Praxistest teilzunehmen. Die beiden entwickelten Bewertungsebenen (Habitatausstattung, biozönotische Kenngrößen) wurden als gut geeignet eingestuft. Allerdings besteht für die Berechnung und Bewertung der Habitatausstattung zukünftiger Nachbesserungsbedarf. Ideen hierfür liegen, auch auf Grundlage der konstruktiven Kommentare der Teilnehmenden, vor. Für die optionalen Kenngrößen wurde ebenfalls eine Vielzahl von Vorschlägen zur Erweiterung gemacht. Wünschenswert wären z.B. Kenngrößen auf

Basis von funktionalen und artgruppenspezifischen Indizes oder Kenngrößen, die auch Abundanz berücksichtigen sowie Kenngrößen für Neozoen/Neophyten. Darüber hinaus wurde die Einbindung von charakteristischen Arten der FFH-Lebensraumtypen (z.B. dominante, charakteristische und besondere Indikatorarten ohne stete Begleiter) und eine Ergänzung von weiteren Artengruppen angeregt.

Der Entwurf zur Entwicklung von standardisierten, einfachen und kostengünstigen Erfassungsmethoden sowie die Anbindung an bestehende Verfahren fand ebenfalls eine deutliche Zustimmung.

## 7 Fazit und Ausblick

Das Verfahren zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Ufern und Auen bietet vielfältige Möglichkeiten für die Anwendung und erleichtert die Überprüfung von Renaturierungsmaßnahmen durch Planer\*innen und Maßnahmenumsetzer\*innen. Mit Hilfe des vorliegenden Verfahrens kann ermittelt werden, inwieweit die Maßnahmenziele erreicht wurden und typische Pflanzen- und Tierarten in den renaturierten Gewässer- und Auenabschnitten vorhanden sind bzw. von einer Renaturierung profitiert haben. Auch für den Naturschutz sind die Ergebnisse der Erfolgskontrollen wichtig, ist doch der Erhalt einer gewässer- und auentypischen biologischen Vielfalt eines der wesentlichen Ziele von Renaturierungen. Durch die Standardisierung können unterschiedliche Maßnahmen in ihrem Effekt und Erfolg leichter miteinander verglichen werden. Fehlender Renaturierungserfolg kann identifiziert und für eine Nachbesserung der Maßnahmen genutzt werden. Eine fallspezifische Überprüfung von biozönotischen Renaturierungserfolgen an Flüssen und deren Auen kann mit der biozönotischen Erfolgskontrolle unter anderem für Maßnahmen im Rahmen des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“, für Projekte im Bundesprogramm Biologische Vielfalt (BfN 2017), Naturschutzgroßprojekte oder für LIFE-Projekte durchgeführt werden. Gemeinsam mit dem LAWA-Verfahren zur Erfolgskontrolle von Fließgewässern (Pottgiesser et al. 2020), der bundesweiten, abiotisch ausgerichteten Auenzustandsbewertung (Koenzen et al. 2020, Günther-Diringer et al. 2021) und der FFH-Bewertung (BfN & BLAK 2017a, b) besteht die Möglichkeit einer ganzheitlichen Betrachtung und Bewertung des Gewässer-Auen-Ökosystems. Indirekt können mit dem Verfahren europäische Ziele zur Förderung der Biodiversität im weiteren Sinne unterstützt werden:

- EU-Biodiversitätsstrategie 2030 als Bereich des in 2020 veröffentlichten Green Deals: Für Gewässer und Auen liegt hier unter anderem der Fokus auf der Herstellung der natürlichen Funktionen der Süßwasserökosysteme, der Umwandlung von mind. 25.000 Flusskilometer in frei fließende Flüsse und der Wiederherstellung von Überschwemmungsflächen (European Commission 2021).
- EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL): Das WRRL-Monitoring umfasst ausschließlich aquatische Lebensräume und Organismengruppen. Die standardisierten Bewertungsverfahren der WRRL bilden den generellen Zustand der Gewässer gut ab, jedoch reagieren die aquatischen Organismengruppen teils nur in geringem Maße und zeitverzögert auf hydromorphologische Maßnahmen in Gewässer und Aue. Dies führt zu einer Verunsicherung der Maßnahmenträger\*innen bezüglich des Erfolgs und der generellen Sinnhaftigkeit solcher Maßnahmen. Es wird zusehends deutlich, dass die Erhaltung und Wiederherstellung des „guten Zustands“ von Gewässern nur durch Einbeziehung der Ufer und Auen erreichbar sind.
- Natura 2000 (Fauna-Flora-Habitat- und Vogelschutz-Richtlinie): Gegenstand der Richtlinie ist ein länderübergreifender, europaweiter Schutz gefährdeter, wildlebender heimischer Pflanzen- und Tierarten und ihrer natürlichen Lebensräume. Einige für die Richtlinie relevante Lebensräume und Arten sind charakteristisch für naturnahe Ufer und Auen, deren Vorkommen in dem Bewertungsverfahren berücksichtigt wird.

Dass ein großes Interesse an der Thematik „Erfolgskontrollen für Auerenaturierungen“ besteht, wurde durch die Abschlussveranstaltung des F+E- Vorhabens als Online-Workshop mit ca. 150 Teilnehmenden dokumentiert. Die modellhafte Anwendung des Verfahrens zur bio-

zönotischen Auenzustandsbewertung mit bestehenden Daten für Flüsse im Mittelgebirge sowie die Nutzung durch Dritte im Rahmen des Workshops hat die generelle Eignung des Verfahrens aufgezeigt. Um künftig einen möglichst großen Anwenderkreis, z.B. Behörden, Ingenieurbüros, wissenschaftliche Institutionen, zu erreichen, muss die Praxistauglichkeit und Anwenderfreundlichkeit des Verfahrens für unterschiedliche Flussauentypen gewährleistet sein.

Daher wäre es zielführend, das Verfahren im Rahmen eines bundesweiten Praxistests möglichst unter Einbeziehung der Bundesländer mit bestehenden Monitoringdaten zu Renaturierungsmaßnahmen anzuwenden. Ziel eines solchen Praxistests sollte die Validierung und Weiterentwicklung des hier dargelegten Verfahrensvorschlags zur biozönotischen Erfolgskontrolle sein. Dazu sollten Daten verschiedener Auenabschnittstypen einbezogen und ausgewertet werden, um die Aussagekraft der Kenngrößen im Hinblick auf Renaturierungserfolge in unterschiedlichen Naturräumen besser einschätzen und quantifizieren zu können. Dieses Vorgehen würde die Datenbasis biozönotischer Erfolgskontrollen für Auenrenaturierungen wesentlich vergrößern. Zudem wäre damit eine solide Grundlage für die Entwicklung eines Online-Tools für eine biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässerufern und in Auen geschaffen, ähnlich der Online-Tools Perlodes, fIBs und Phylib für die Wasserrahmenrichtlinie-relevanten Artengruppen (vgl. [www.gewaesser-bewertung-berechnung.de/index.php/home.html](http://www.gewaesser-bewertung-berechnung.de/index.php/home.html)). Ein solches Online-Tool würde den Anwender\*innen erlauben, nach dem Hochladen der Taxalisten und unter Angabe des Auenabschnittstyps direkt die entsprechenden Bewertungsergebnisse zu erhalten. Der Praxistest könnte zusätzlich dazu genutzt werden, weitere optionale Kenngrößen zu testen sowie die biozönotischen Steckbriefe um auenabschnittstypspezifische und/oder besonders gefährdete Arten und Habitatskizzen zu ergänzen. Da in der Praxis in Auen verschiedene Randbedingungen existieren, die sich fördernd oder limitierend auf die Ziele bzw. den Erfolg von Maßnahmen auswirken können, sollten diese in das Verfahren zur biozönotischen Erfolgskontrolle für die Interpretation der Bewertungsergebnisse zusammengestellt werden. Als Grundlage können hier bereits existierende Zusammenstellungen, z.B. des Fachkonzepts zum Bundesprogramm Blaues Band (<https://www.bfn.de/fachkonzept-bbd>), genutzt werden.

Weiterhin könnte in einem bundesweiten Praxistest geprüft werden, inwieweit die vorgeschlagenen Erfassungsmethoden kostengünstig und gleichzeitig repräsentativ sind und fundiert Grundlagen für eine Bewertung bilden, so dass daraus tatsächlich praxistaugliche und standardisierte Erfassungsmethoden für die fünf im Rahmen des Vorhabens behandelten Artengruppen festgesetzt werden können. Dies würde eine wichtige Grundlage für bundesweite Vergleiche von Bewertungsergebnissen sowie für eine Normierung und Klassifizierung der Ergebnisse in Zustandsklassen ähnlich denen der Wasserrahmenrichtlinie darstellen.

## 8 Danksagung

An dieser Stelle möchten wir der projektbegleitenden Arbeitsgruppe und allen Teilnehmenden des digitalen Workshops für das konstruktive und detaillierte Feedback zu dem Vorhaben sowie die signalisierte Bereitschaft, an einem zukünftigen Praxistest teilzunehmen, danken. Darüber hinaus danken wir allen Experten und Expertinnen, die uns während der Erarbeitung der auenabschnittstypspezifischen Indikatorartenlisten mit ihrem Fachwissen unterstützt haben. Im Detail waren dies:

- für die Amphibien: Prof Dr. Klaus Henle, Dr. Annegret Grimm-Seyfarth (beide Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ, Leipzig); Dr. Wolf R. Große (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)
- für die Gefäßpflanzen: Dr. Peter Horchler (Bundesamt für Gewässerkunde, Koblenz); Dr. Carolin Seele-Dilbath, Dipl. Biologe Rolf Engelmann (Universität Leipzig)
- für die Land- und Wassermollusken: Dipl.-Biologe Manfred Colling (Unterschleißheim), Dipl.-Biologe Klaus Groh (Bad Dürkheim), Uwe Jueg (Ludwigslust) und Dipl.-Biologe Michael Unruh (Gutenborn bei Zeitz)
- für die Laufkäfer: Dipl.-Biologe Karsten Hannig (Münster), Dipl.-Biologe Stephan Gürlich (Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels, Buchholz)
- für die Vögel: Dr. Fritz Ludescher (Bochum)

## Literaturverzeichnis

- Balan, A., Obolewski, K., Luca, M. & I. Cretescu (2017): Use of macroinvertebrates for assessment of restoration works influence on the habitat in floodplain lakes. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)* 16(4): 969-978.
- Barber, H.S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. *Journal of the Mitchell Society* 46: 259-266.
- Bauer, H.-G., Bezzel, E. & W. Fiedler (2005): *Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Drei Bände.* Aula-Verlag, Wiebelsheim. 1770 S.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2015 a): Geodaten der FFH-Gebiete.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2015 b): Sachdaten der FFH- und Vogelschutzgebiete, Natura 2000-Datenbank.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2017): Leitfaden zur Evaluation von Projekten im Bundesprogramm Biologische Vielfalt. Leitfaden im Bundesprogramm Biologische Vielfalt. 16 S. <http://biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/bundesprogramm.html>.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) und BLAK (Bund-Länder-Arbeitskreis) FFH-Monitoring und Berichtspflichten (Hrsg.) (2017a): Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades von Arten und Lebensraumtypen als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring Teil I: Arten nach Anhang II und IV der FFH-Richtlinie (mit Ausnahme der marinen Säugetiere). BfN-Skripten 480. 375 S.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) und BLAK (Bund-Länder-Arbeitskreis) FFH-Monitoring und Berichtspflichten (Hrsg.) (2017b): Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades von Arten und Lebensraumtypen als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring. Teil II: Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie (mit Ausnahme der marinen und Küstenlebensräume). BfN-Skripten 481. 242 S.
- Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttke, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Strauch (Red.) (2011): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1).* Münster (Landwirtschaftsverlag). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(3). 716 S.
- Blotzheim, U. N. Glutz von (Hrsg., 2001): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas.* eBook. Bearbeitet von Bauer, K. M., Bezzel, E. Wiesbaden / Wiebelsheim: Vogelzug-Verl. im Humanitas-Buchversand.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) & BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2009): *Auenzustandsbericht 2009 – Flussauen in Deutschland.* Bonn. 36 S.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) & BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2021): *Auenzustandsbericht 2021 – Flussauen in Deutschland.* Bonn. 72 S.
- BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) & UBA (Umweltbundesamt) (2016): *Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer 2015.* Bonn, Dessau. 148 S.
- Boschi, C. (2011): *Die Schneckenfauna der Schweiz. Ein umfassendes Bild- und Bestimmungsbuch.* Bern/Stuttgart/Wien, Haupt. 624 S.
- Bournaud, M., Richoux, P. & P. Usseglio-Polatera (1992): An approach to the synthesis of qualitative ecological information from aquatic Coleoptera communities. *Regulated Rivers: Research & Management* 7: 165-180.
- Braun-Blanquet, J. (1964): *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde.* 3rd Edition. Springer-Verlag, Berlin. 631 S.

- Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & D. Mehl (2009): Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. Münster (Landwirtschaftsverlag). Naturschutz und Biologische Vielfalt 87. 244 S.
- Burkart, M. (2001): River corridor plants (Stromtalpflanzen) in Central European lowland: a review of a poorly understood plant distribution pattern. *Global Ecology & Biogeography* 10: 449-468.
- Castella, E. & M. C. D. Speight (1996): Knowledge representation using fuzzy coded variables: an example based on the use of Syrphidae (Insecta, Diptera) in the assessment of riverine wetlands. *Ecological Modelling* 85: 13-25.
- Čejka, T. (2006): Use of terrestrial molluscs for bioindication of the impact of the Gabčíkovo hydraulic structures (the Danube river, Slovakia). – *Malakologický bulletin*. December 14, 2006. [http://mollusca.sav.sk/PDFky/Cejka\\_T\\_2006\\_Bioindication.pdf](http://mollusca.sav.sk/PDFky/Cejka_T_2006_Bioindication.pdf).
- Chevenet, P., Dolédec, S. & D. Chessel (1994): A fuzzy coding approach for the analysis of long-term ecological data. *Freshwater Biology* 31: 295-309.
- Chovanec, A., Waringer, J., Straif, M., Graf, W., Reckendorfer, W., Waringer-Löschenkohl, A., Waidbacher, H. & Schultz, H. (2005): The Floodplain Index – a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain-systems according to the EU Water Framework Directive. *Archiv. Hydrobiol. Suppl.* 155: 169-185.
- Colling, M. (1992): Muscheln und Schnecken - Einführung in die Untersuchungsmethodik. – In: Trautner, J. (Hrsg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. Verlag Josef Margraf, Weikersheim. S. 111-118.
- DGHT e.V. (Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde e.V.) (Hrsg.) (2018): Verbreitungsatlas der Amphibien und Reptilien Deutschlands, auf Grundlage der Daten der Länderfachbehörden, Facharbeitskreise und NABU Landesfachausschüsse der Bundesländer sowie des Bundesamtes für Naturschutz. <https://feldherpetologie.de/atlas/maps.php>
- DRL (Deutscher Rat für Landespflege e. V.) (2009): Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 82. 161 S.
- Dziock, F., Gläser, J., Bonn, A., Deichner, O., Foeckler, F., Gehle, T., Hagen, K., Jäger, U. G., Klausnitzer, B., Klausnitzer, U., Neumann, V., Schmidt, P. A. & M. Scholz (2005): Auenwald. In: Scholz, M., Stab, S., Dziock, F. & K. Henle (Hrsg.): Lebensräume der Elbe und ihrer Auen. Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft, Bd. 4. Weißensee Verlag, Berlin. S. 194-233.
- Dziock, F., Henle, K., Foeckler, F., Follner, K., & M. Scholz (2006): Biological indicator systems in floodplains – a review. *International Review of Hydrobiology* 91(4): 271-291.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & D. Paulißen (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Ausgabe. *Scripta Geobotanica* 18: 1-258.
- Ellenberg H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Auflage. Ulmer-Verlag, Stuttgart. 1095 S.
- Ellwanger, G., Finck, P., Riecken, U. & E. Schröder (2012): Gefährdungssituation von Lebensräumen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland. *Natur und Landschaft* 87 (4): 150-155.
- European Commission (2021): EU Biodiversity Strategy for 2030 – Bringing nature back into our lives. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 36 S.
- Ewald, J. (2007): Beurteilung von Waldstandorten und Waldgesellschaften mit Zeigerarten-Ökogrammen. *Tuexenia* 27: 7-18.
- Falkner, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken (Weichtiere). Schriftenreihe / Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 97 (Beiträge zum Artenschutz 10). S. 61-112.

- Falkner, G., Castella, E., Obrdlík, P. & M.C.D. Speight (2001): Shelled Gastropoda of Western Europe. Verlag der Friedrich-Held-Gesellschaft, München. 267 S.
- Finck, P., Heinze, S., Riecken, U., Raths, U. & A. Ssymank (2017): Rote Liste der gefährdeten Biototypen Deutschlands. Dritte fortgeschriebene Fassung 2017. Naturschutz und Biologische Vielfalt 156. 637 S.
- Fischer, C., Damm, C., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Harris, R., Hoffmann, T., Iwanowski, J., Kasperidus, H., Mehl, D., Podschun, S., Rumm, A., Stammel, B. & M. Scholz (2019): The 'habitat provision' index for assessing floodplain biodiversity and restoration potentials as an ecosystem service-method and application. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7: 1-16.
- Flade, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. IHW-Verlag, Eching. 879 S.
- Flade, M. (2001): Avizönosen in den Weichholzauen Mitteleuropas. In: Landesforstanstalt Eberswalde & Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.): Baum des Jahres 1999 – Silberweide. S. 58-65.
- Foeckler, F. (1990): Charakterisierung und Bewertung von Augewässern des Donaauraums Straubing durch Wassermolluskengesellschaften. *Berichte ANL, Beiheft 7*. 154 S.
- Foeckler, F., Schmidt, H. & O. Deichner (2002): Ökologische Untersuchungen zur Abhängigkeit von Mollusken-Biozönosen von der Fluss- und Grundwasserstandsdynamik in den Auen der Unteren Saale. In: Geller, W., Puncochár, P., Guhr, H., von Tümpling jun., W., Medek, J., Smrt'ak, J., Feldmann, H. & O. Uhlmann (Hrsg.): Die Elbe – neue Horizonte des Flussgebietsmanagements. *Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden*. S. 247-250.
- Foeckler, F., Deichner, O., Schmidt, H. & E. Castella (2009a): Weichtiergemeinschaften als Indikatoren für Wiesen- und Rinnenstandorte der Elbauen. In: Scholz et al. (Hrsg.): *Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue*. 1. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart. S. 203–243.
- Foeckler, F., Deichner, O., Ilg, C., Schmidt, H., Scholz, M. & K. Henle (2009b): Mollusken im Auengrünland des Biosphärenreservates Mittelelbe vor und nach dem extremen Sommerhochwasser 2002. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt*, 46. Jg., Sonderheft 2009/1. S. 76-85.
- Foeckler, F., Schmidt, H., Hemer, C., Beck, M., Scholz, M., Henle, K. & A. Rumm (2017a): Der Molluskenindex (Mollix) – ein Bewertungsansatz für Flussauen-Ökosysteme: Konzeptentwurf und erste Teilergebnisse. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2016 (Wien), Hardegsen*. S. 91-95.
- Foeckler, F., Schmidt, H., Scholz, M., Deichner, O., Kobialka, H., Meindorfer, K., Henrichfreise, A. & A. Rumm (2017b): Die Untere Saale – die Biodiversität ungestauter und gestauter Abschnitte. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & E. Egger (Hrsg.): *Biodiversität der Flussauen Deutschlands*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 163: 301-312.
- Funk, A., Reckendorfer, W., Kucera-Hirzinger, V., Raab, R. & F. Schiemer (2009): Aquatic diversity in a former floodplain: Remediation in an urban context. *Ecological Engineering* 35: 1476-1484.
- GAC (Gesellschaft für Angewandte Carabidologie) (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. *Angewandte Carabidologie Supplement* 5. 45 S.
- Gedeon, K., Grüneberg, C., Mitschke, A., Sudfeldt, C., Eickhorst, W., Fischer, S., Flade, M., Frick, S., Geiersberger, I., Koop, B., Kramer, M., Krüger, T., Roth, N., Ryslavy, T., Stübing, S., Sudmann, S.R., Steffens, R., Vökler, F., Witt, K. & P. Dougalis (2015): *Atlas Deutscher Brutvogelarten*. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster. 800 S.

- Gerisch, M., Schanowski, A., Figura, W., Gerken, B., Dziock, F., & K. Henle (2006): Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae) as Indicators of Hydrological Site Conditions in Floodplain Grasslands. *International Review of Hydrobiology* 91(4): 326-340.
- Gerken, B., Dörfer, K., Lohr, M., & E. Schumacher (2002): Auenregeneration an der Oberweser. *Angewandte Landschaftsökologie* 46. 188 S.
- Glaeser, J., & M. Wulf (2009): Effects of water regime and habitat continuity on the plant species composition of floodplain forests. *Journal of Vegetation Science* 20(1): 37-48.
- Glöer, P. (2002): Die Süßwassermollusken Nord- und Mitteleuropas. 2. Auflage, Hackenheim. 262 S.
- Glöer, P. (2015): Süßwassermollusken. *Deutscher Jungendring für Naturbeobachtung*, 14. Auflage, Hamburg. 135 S.
- Groh, K. & G. Weitmann (2019): Biomonitoring im Polder Söllingen/Greffern. Berichtsjahr 2017: Schnecken (Gastropoda). 116 S. [hierin Kap. 3.5. Auswertungen: S. 19-25]. Unveröff. Gutachten i. A. des Büros Spang.Fischer.Natzschka, Walldorf, für das Reg.-Präs. Freiburg, Ref. 53.3; Bad Dürkheim (Büro Beratender Dipl.-Biologe Klaus Groh).
- Große, W.-R., Simon, B., Seyring, M., Buschendorf, J., Reusch, J., Schildhauer, F.; Westermann, A. & U. Zupke (Bearb.) (2015): Die Lurche und Kriechtiere des Landes Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung der Arten der Anhänge der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowie der kennzeichnenden Arten der Fauna-Flora-Habitat-Lebensraumtypen. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt* 4. 640 S.
- Grüneberg, C., Bauer, H.-G., Haupt, H., Hüppop, O., Ryslavy, T. & P. Südbeck (2015): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 5. Fassung, 30. November 2015. *Berichte zum Vogelschutz* 52: 19-67.
- Gruttke, H., Binot-Hafke, M., Balzer, S., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Ries (Red.) (2016): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(4). 598 S.
- Guan, Q., Liu, J., Batzer, D. P., Lu, X., Wu, H. (2019): Snails (Mollusca: Gastropoda) as potential surrogates of overall aquatic invertebrate assemblage in wetlands of Northeastern China. *Ecological Indicators* 90: 193-200.
- Günther, R. (Hrsg.) (1996): *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*. Gustav Fischer Verlag, Jena. 824 S.
- Günther, R. (2009): *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*. Springer Spektrum-Akademie-Verlag, Heidelberg. 842 S.
- Günther-Diringer, D., Berner, K., Koenzen, U., Kurth, A., Modrak, P., Ackermann, A., Ehlert, T. & J. Heyden (2021): *Methodische Grundlagen zum Auenzustandsbericht 2021: Erfassung, Bilanzierung und Bewertung von Flussaunen*. BfN-Skripten 591. 145 S.
- Hachtel, M., Schlüpmann, R., Weddeling, B., Thiesmeier, A., Geiger, R. & C. Willigalla (2011): *Handbuch der Amphibien und Reptilien Nordrhein-Westfalens*. Band 1. Laurenti, Bielefeld. 1296 S.
- Hannig, K., Drewenskus, J., Erfmann, M. & J. Oellers (2015): Zur Laufkäferfauna (Col., Carabidae) ausgewählter Flussuferabschnitte des Naturschutzgebiets „Lippeaue Selm“ (Nordrhein-Westfalen, Kreis Unna). *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde*, Band 80. S. 23-80.
- Hannig, K. & J. Drewenskus (2016): Erfolgskontrolle zur Renaturierung der Ruhraue bei Wickede (Nordrhein-Westfalen, Kreis Soest) am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2016(9) Nr. 3: 141-149.
- Haeupler, H. & T. Muer (2000): *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. 1. Auflage, Ulmer, Stuttgart. 759 S.

- Haupt, H., Ludwig, G., Gruttke, H., Binot-Hafke, M., Otto, C. & A. Pauly (Red.) (2009): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 1: Wirbeltiere. Münster (Landwirtschaftsverlag). *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(1): 386 S.
- Heckes, U., Lorenz, W. & M. Franzen (1999): Bestandsentwicklung von Laufkäfern der Uferbänke des dealpinen Lechs nach Neubau der Staustufe Kinsau/Oberbayern. *Angewandte Carabidologie Supplement I, Laufkäfer in Auen*. S. 127-138.
- Henle, K., Dziock, F., Foeckler, F., Follner, K., Hüsing, V., Hettrich, A., Rink, M., Stab, S. & M. Scholz (2006): Study design for assessing species environment relationships and developing indicator systems for ecological changes in floodplains – the approach of the RIVA project. *International Review of Hydrobiology* 91(4): 292-313.
- Hering, D., Feld, C. K., Moog, O. & T. Ofenbock (2006): Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia* 566: 311-324.
- Jähnig S.C., Lorenz A.W. & D. Hering (2008): Hydromorphological parameters indicating differences between single- and multiple-channel mountain rivers in Germany, in relation to their modification and recovery. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1200-1216.
- Jähnig, S. C., Brunzel, S., Gacek, S., Lorenz, A. W. & D. Hering (2009): Effects of re-braiding measures on hydromorphology, floodplain vegetation, ground beetles and benthic invertebrates in mountain rivers. *Journal of Applied Ecology* 46: 406-416.
- Jansen, F. & J. Dengler (2008): GermanSL – Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken. *Tuexenia*, 28: 239-253. Download German SL 1.4.5 (Stand Februar 2022). <https://germansl.infinitemature.org/downloads/>.
- Januschke, K. (2014): River restorations: morphological effects on colonization and succession of aquatic and riparian organism groups. Dissertation Universität Duisburg-Essen. 133 S.
- Januschke, K. (2017): Pionierbesiedlung und Sukzession in renaturierten Fließgewässerabschnitten der Ruhr. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & G. Egger (Hrsg.): *Biodiversität der Flussauen Deutschlands*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 163: 325-336.
- Januschke, K. (2018): Effekte von Gewässerrenaturierungen auf aquatische und terrestrische Organismengruppen. *Angewandte Carabidologie* 12 (2018): 37-47.
- Januschke, K., Brunzel, S., Haase, P. & D. Hering (2011): Effects of stream restorations on riparian mesohabitats, vegetation and carabid beetles. *Biodiversity and Conservation* 20: 3147-3164.
- Januschke, K., Jähnig, S.C., Lorenz, A.W. & D. Hering (2014): Mountain river restoration measures and their success(ion): effects on river morphology, local species pool, and functional composition of three organism groups. *Ecological indicators* 38: 243-255.
- Januschke, K., G. Ledesma-Krist, M. Scholz, M. Gelhaus, B. Stammel & D. Hering (2017): Metadaten - aktueller Bestand zum Monitoring in Auen. – In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & G. Egger (Hrsg.): *Biodiversität der Flussauen Deutschlands*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft* 163: 119-147.
- Januschke, K., Jachertz, H. & D. Hering (2018): Machbarkeitsstudie zur biozönotischen Auenzustandsbewertung. *BfN-Skripten* 484. 86 S.
- Januschke, K. & K. Hannig (2020): Laufkäfer – Ufer- und Auenbewohner. *Auenmagazin* 18/2020: 36-45. *Magazin des Auenzentrums Neuburg a. d. Donau*. <http://www.auenzentrum-neuburg-in-golstadt.de/auenforum/auenmagazin/index.html>.

- Jungbluth, J. H. & D. von Knorre (2009): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. Mitteilungen der deutschen malakozoologischen Gesellschaft 81: 1-28.
- Jungbluth, J.H. & D. von Knorre (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Binnenmollusken (Schnecken und Muscheln; Gastropoda et Bivalvia) Deutschlands. In: Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttke, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Strauch (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). Münster (Landwirtschaftsverlag). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(3): 647-708.
- Keruzoré, A. (2007): First amphibian inventory in the recently reconnected floodplain of Rosslau, Saxony Anhalt, Germany. Master-Arbeit an der Universität Montpellier 2, Frankreich und UFZ, unveröffentlicht.
- Klotz, S., Kühn, I. & W. Durka (Hrsg.) (2002): BIOLFLORE – Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. 333 S. <https://www.ufz.de/biolflor/>.
- Koenzen, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland. Typologie und Leitbilder. Angewandte Landschaftsökologie 65. 327 S. <https://www.bfn.de/publikationen/broschuere/fluss-und-stromauen-deutschland-typologie-und-leitbilder>.
- Koenzen, U., Kurth, A., Mach, S., Modrak, P., Gohrbandt, S., Ackermann, W., Ruff, A. & D Günther-Diringer (2020): Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustands an Flüssen. Band 1: Grundlagen und Vorgehensweise. BfN-Skripten 548. 124 S.
- Körnig, G (2001): Weichtiere (Mollusca). In: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt Landschaftsraum Elbe. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 3. Teil 2: S. 288-300, Teil 3. S. 743-745.
- Kotze, D. J., Brandmayr, P., Casale, A., Dauffy-Richard, E., Dekoninck, W., Koivula, M. J. & T. Zetto (2011): Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. ZooKeys 148(100): 55-148.
- Krägenow, P. & G. Wiesehöfer (1999): Vögel der Binnengewässer und Feuchtgebiete. Hrsg.: E. Jedicke. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 283 S.
- Kuhn, J., Laufer, H. & M. Pintar (Hrsg., 2001): Amphibien in Auen. Zeitschrift für Feldherpetologie, Bochum. 264 S.
- Kühnel, K.-D., Geiger, A., Laufer, H., Podloucky, R. & M. Schlüpmann (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Lurche (Amphibia) Deutschlands. In: Haupt, H., Ludwig, G., Gruttke, H., Binot-Hafke, M., Otto, C. & A. Pauly (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 1: Wirbeltiere. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (1): 259-288.
- Löffler, F., Scholz, M., Horchler, P. & E. Mosner (2015): Einschätzung der durch den Klimawandel bedingten Änderung der Vegetation an den Bundeswasserstraßen und deren Auswirkungen auf Planungsvorhaben der Wasser und Schifffahrtsverwaltung – Am Beispiel von Auen der Mittleren Elbe. In: Mosner, E. & P. Horchler, P. (2015): Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation der Flussauen. Koblenz (BfG): Schlussbericht KLIWAS-Projekt 5.06. KLIWAS-53/2014.
- Ložek, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Rozpr. Ustred. úst. Geol. 31. 374 S.
- Lorenz, A.W., Haase, P., Januschke, K., Sundermann, A. & D. Hering (2018): Revisiting restored river reaches? Assessing change of aquatic and riparian communities after five years. Science of the Total Environment 613-614: 1185-1195.
- Makiej, A. (2020): Effekte der Renaturierung auf Vogelmenschen am Beispiel der Ruhr in Arnsberg. – Unveröffentlichte Masterarbeit, Universität Duisburg-Essen. 67 S.

- Margraf, C. (2004): Die Vegetationsentwicklung der Donauauen zwischen Ingolstadt und Neuburg – vegetations-ökologische Studie über den Wandel einer Auenlandschaft 30 Jahre nach Staustufen-ausbau. Hoppea, Denkschrift der Regensburger botanischen Gesellschaft 65: 295-703.
- Meindl, S. (2004): Untersuchungen zur Abhängigkeit von Vegetation und Flora von hydrologischen und bodenkundlichen Standortfaktoren in den Auen der Unteren Saale. Diplomarbeit, FH Weihenstephan Abteilung Triesdorf Fakultät Umweltsicherung (Betreuer: Prof. Dr. Axel Alf), durchgeführt bei ÖKON Gesellschaft für Landschaftsökologie, Gewässerbiologie und Umweltplanung mbH, Kallmünz (Zweitbetreuer: Dr. F. Foeckler, Kallmünz).
- Metzing, D., Hofbauer, N., Ludwig, G. & G. Matzke-Hajek (Red.) (2018): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7): 784 S.
- Metzner, J. (2002): Die Bestandsentwicklung des Flussuferläufers *Actitis hypoleucos* am Obermain nach Renaturierung und Einwirkung von Hochwasserprozessen. Ornithologischer Anzeiger 41: 41-49.
- Moorkens, E. A. & I.J. Killeen (2009): Database of association with habitat and environmental variables for non-shelled slugs and bivalves of Britain and Ireland. Irish Wildlife Manuals, No. 41. National Parks and Wildlife Service, Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland.
- Mosner, E. & P. Horchler (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation der Flussauen. Schlussbericht KLIWAS-Projekt 5.06. KLIWAS-53/2014. BfG, Koblenz.
- Müller-Motzfeld, G. (2004): Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: Freude H., Harde K.W., Lohse G.A. & B. Klausnitzer (Eds.), Die Käfer Mitteleuropas Bd. 2. Spektrum Verlag Heidelberg/Berlin. 521 S.
- NetPhyD – Netzwerk Phytodiversität Deutschland & BfN (Bundesamt für Naturschutz) (Hrsg.) (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Landwirtschaftsverlag, Münster. 912 S.
- Neubeck, K. (2014): Auenrevitalisierung an der Unteren Werra – Leitarten und Entwicklungsalternativen – Vergleichende Betrachtung mit Oberweser und mittlerer Fulda. University Press, Kassel. 488 S.
- NZO-GmbH (2010): Renaturierung der Ruhr / Arnsberg – Ergebnisse der Erfolgskontrolle 2009. Unveröff. Erläuterungsbericht im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg. 101 S.
- Oberdorfer E. (1983, 1992). Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I-III. Fischer, Stuttgart.
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. überarb. und erg. Auflage., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1056 S.
- ÖKON (2003): Ökologische Untersuchungen an der Unteren Saale. Unveröffentlichte F & E Studie im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn. 99 S. plus Anhang.
- Planungsbüro Koenzen (2008): Effizienzmonitoring Baumaßnahmen – Endbericht 2008. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserverbands Eifel-Rur (WVER). Düren. 268 S. plus Anlagen.
- Podschun, S., Albert, C., Costea, G., Damm, C. Dehnhardt, A., Fischer, C., Fischer, H., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Hartje, V., Hoffmann, T.G., Hornung, L., Iwanowski, J., Kasperidus, K., Linnemann, K., Mehl, D., Rayanov, M., Ritz, S., Rumm, A., Sander, A., Schmidt, M., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Stammel, B., Thiele, J., Venohr, M., von Haaren, C., Wildner, M. & M. Pusch (2018): RESI-Anwendungshandbuch – Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten. Berichte des IGB 31/2018. 200 S.
- Pottgiesser, T. & M. Sommerhäuser (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen - Steckbriefe und Anhang. [www.wasserblick.net](http://www.wasserblick.net)

- Pottgiesser, T. (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie – Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. FE-Vorhaben des Umweltbundesamtes „Gewässertypenatlas mit Steckbriefen“ (FKZ 3714 24 221 0) (Stand Dezember 2018). [www.gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de)
- Pottgiesser, T., Januschke, K. & A. Müller (2020): Verfahrensempfehlung zur Erfolgskontrolle hydro-morphologischer Maßnahmen in und an Fließgewässern – Handbuch. LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.). 116 S.
- Renner K. (1980): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Käferfauna pflanzensoziologisch unterschiedlicher Biotope im Evessell-Bruch bei Bielefeld-Sennestadt. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Bielefeld Sonderheft 2: 145-176.
- Reckendorfer, W., Baranyi, C., Funk, A. & F. Schiemer (2006): Floodplain restoration by reinforcing hydrological connectivity: expected effects on aquatic mollusc communities. *Journal of Applied Ecology* 43: 474 - 484.
- Rohde, S. (2004): River Restoration: Potential and limitations to re-establish riparian landscapes. Dissertation, ETH Zürich.
- Rumm, A., Foeckler, F., Deichner, O., Scholz, M., & M. Gerisch (2016): Dyke-slotting initiated rapid recovery of habitat specialists in floodplain mollusc assemblages of the Elbe River, Germany. *Hydrobiologia* 771: 151-163.
- Rumm, A., Foeckler, F., Dziock, F., Ilg, C., Scholz, M., Harris, R. M., & M. Gerisch (2018): Shifts in mollusc traits following floodplain reconnection: Testing the response of functional diversity components. *Freshwater biology* 63(6): 505-517.
- Rumm, A. Scholz, M., Stammel, B., Fischer-Bedtke, C., Damm, C., Gelhaus, M., Gerstner, L., & F. Foeckler (2020): Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der Molluskenfauna – Mollix. In: Fischer-Bedtke, C., Fischer, H., Mehl, D., Podschun, S., Stammel, B., Pusch, M. & M. Scholz (Hrsg.): River Ecosystem Service Index (RESI) – Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen. UFZ-Bericht 2/2020. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig. S. 193-208.
- Schlüpmann, M. & A. Kupfer (2009): Methoden der Amphibienerfassung - eine Übersicht. – In: Hachtel, M., Schlüpmann, M., Thiesmeier, B. & K. Weddeling (Hrsg.): Methoden der Feldherpetologie. – Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 15: 7-84.
- Scholz, M., Stab, S., Dziock, F. & K. Henle (Hrsg.) (2005): Lebensräume der Elbe und ihrer Auen. – Bd. 4 der Reihe „Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft“. Weißensee Verlag, Berlin. 380 S.
- Scholz, M., Henle, K., Dziock, F., Stab, S. & F. Foeckler (Hrsg.) (2009a): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 482 S.
- Scholz, M., Dziock, F., Glaeser, J., Foeckler, F., Follner, K., Gerisch, M., Giebel, H., Hüsing, V., Konjuchow, F., Ilg, C., Schanowski, A. & K. Henle (2009b): Auswirkungen des Elbehochwassers 2002 auf ausgewählte Artengruppen – eine Einführung in das Projekt HABEX. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 46, Sonderheft 2009/1: 58-67.
- Scholz, M., Kasperidus, H.D., Ilg, C. & K. Henle (2012): Habitatfunktion. In: Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H.D., Born, W. & K. Henle (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 124: 102-146.
- Scholz, M., Dister, E., Ehlert, T., Mehl, D., Schneider, E., Foeckler, F., Damm, C., Rumm, A., Krüger, F., Schulz-Zunkel, C., Egger, G. & M. Werling (2017): Nutzung, Auenzustand und Renaturierung. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & G. Egger (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. *Naturschutz und biologische Vielfalt* 163: 79- 118.

- Schubert, R., Hilbig, W. & Klotz, S. (2001). Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Spektrum, Akad. Verlag, Heidelberg. 485 S.
- Siedentopf, Y.M. (2005): Vegetationsökologie von Stromtalpflanzengesellschaften (*Senecionion fluviatilis*) an der Elbe. Braunschweig (Technische Universität Carolo-Wilhelmina, Fachbereich für Biowissenschaften und Psychologie – Dissertation). 296 S.
- Sparke, S. & R. Niedringhausen (2006): Laufkäfer als Bewertungsindikatoren für eine Effizienzkontrolle. *Angewandte Carabidologie* 7: 23-24.
- Stammel, B., Damm, C., Fischer-Bedtke, C., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Horchler, P. Rumm, A. & M. Scholz (2020): Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der floristischen Ausstattung — Florix. In: Fischer-Bedtke, C., Fischer, H., Mehl, D., Podschun, S., Stammel, B., Pusch, M. & M. Scholz (Hrsg.): *River Ecosystem Service Index (RESI) – Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen*. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig. *UFZ-Bericht* 2/2020: 185-196.
- Statzner, B., & L.A. Bêche (2010): Can biological invertebrate traits resolve effects of multiple stressors on running water ecosystems? *Freshwater Biology* 55: 80-119.
- Steenken, S., Kleinschmidt, M. & D. Remy (2021): Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben zur Auenrenaturierung – Erfolgskontrollen 20 Jahre später. *BfN-Skripten* 588. 445 S.
- Stölting (Meindl), S., Schmidt, H., Scholz, M., Lohwasser, D., Foeckler, F. & A. Rumm (2019): Die Aue der Unteren Saale: Abhängigkeit der Vegetation von hydrologischen Standortfaktoren. *Auenmagazin*, Heft 15: 30-38.
- Südbeck, P., H. Andretzke, S. Fischer, K. Gedeon, T. Schikore, K. Schröder & C. Sudfeldt (HRSG.; 2005): *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands*. Radolfzell. 792 S.
- Trautner, J. (1992): Laufkäfer – Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsplanungen. In: Trautmer, J. (Hrsg.): *Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen [BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9.-10. November 1991]*. *Ökologie in Forschung und Anwendung* 5: 145-162.
- Trautner, J. (1999): Handfänge als effektive und vergleichbare Methode zur Laufkäfer-Erfassung an Fließgewässern – Ergebnisse eines Tests an der Aich (Baden-Württemberg). *Angewandte Carabidologie*, Supplement 1: 139-144.
- Trautner, J., Fritze, M.-A, Hannig, K. & M. Kaiser (2014): *Verbreitungsatlas der Laufkäfer Deutschlands: Distribution Atlas of Ground Beetles in Germany*. Books on Demand, Norderstedt. 348 S.
- Van Looy, K., Vanacker, S., Jochems, H., de Blust, G., & M. Dufrêne (2005): Ground beetle habitat templates and riverbank integrity. *River Research and Applications* 21(10): 1133–1146.
- Vlaic, M., Sievert, R., Scholz, M., Herkelrath, A. & W.-R. Große (2017): Die Papitzer Lehmlachen im Projekt Lebendige Luppe – Schutz eines wertvollen Amphibienlebensraumes in der Leipziger Nordwest-Aue. *Jahresschrift für Feldherpetologie und Ichthyofaunistik in Sachsen* 18: 12-28.
- Wahl, J., M. Busch, R. Dröschmeister, C. König, K. Koffijberg, T. Langgemach, C. Sudfeldt & S. Trautmann (2020): *Vögel in Deutschland – Erfassung von Brutvögeln*. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Wiese, V. (2014): *Die Landschnecken Deutschlands. Finden – Erkennen – Bestimmen*. Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim. 352 S.
- Wulf, M. (1997): Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. *Journal of Vegetation Science* 8(5): 635-642.

## A Anhang A: Gefäßpflanzen

Tab. A 1: Zuordnung von pflanzensoziologischen Einheiten (Oberdorfer in Ellenberg et al. 1991) bis Unterverbandsebene zu den Auenschlüsselhabitaten A 1 bis A11.

Code Auenschlüsselhabitat	Bezeichnung Auenschlüsselhabitat	Code nach Oberdorfer	Name nach Oberdorfer
A1	Flüsse und permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	1.3.1.	Potamogetonetalia
A1	Flüsse und permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	1.3.1.3	Ranunculion fluitantis
A2	Stillgewässer	1.1.1.1.	Lemnion (minoris)
A2	Stillgewässer	1.3.1.	Potamogetonetalia
A2	Stillgewässer	1.3.1.1.	Potamogetonion (pectinatis)
A2	Stillgewässer	1.3.1.2.	Nymphaeion (albae)
A2	Stillgewässer	1.4.	Littorelletea
A2	Stillgewässer	1.4.1.	Littorelletalia
A2	Stillgewässer	1.4.1.1.	Littorellion
A2	Stillgewässer	1.4.1.3.	Isoetion
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	1.4.	Littorelletea
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	1.4.1.	Littorelletalia
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.1.	Isoeto-Nanojuncetea
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.1.1.	Cyperetalia (fusci)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.1.1.1.	Nanocyperion
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	1.4.1.1.	Littorellion
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	1.4.1.3.	Isoetion
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.2.1.	Bidentetalia (tripartitae)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.2.1.1.	Bidention (tripartitae)
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.2.1.2.	Chenopodion rubri
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	8.1.1.1.	Salicion eleagni
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	8.6.2.1.	Salicion arenariae
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.8.1.	Agrostietalia stoloniferae
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	3.8.1.1.	Agropyro-Rumicion
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.5.	Phragmitetea
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.5.1.	Phragmitetalia
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.5.1.1.	Phragmition (australis)
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.5.1.2.	Bolboschoenion maritimi
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.5.1.3.	Sparganio-Glycerion (fluitantis)
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.5.1.4.	Magnocaricion
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.7.2.1.	Caricion davallianae
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.7.3.	Caricetalia nigrae

Tab. A 1 (Fortsetzung)

Code Auenschlüsselhabitat	Bezeichnung Auenschlüsselhabitat	Code nach Oberdorfer	Name nach Oberdorfer
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	1.7.3.1.	Caricion nigrae
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	3.5.2.2.	Senecion fluviatilis
A5	Hochstaudenfluren	3.5.2.	Calystegietalia
A5	Hochstaudenfluren	3.5.2.1.	Calystegion sepium
A5	Hochstaudenfluren	3.5.3.1.	Aegopodion podagrariae
A5	Hochstaudenfluren	5.4.1.2.	Filipendulion
A5	Hochstaudenfluren	3.5.2.2.	Senecion fluviatilis
A5	Hochstaudenfluren	3.5.1.1.	Arction lappae
A6	Wechselfeuchtes Grünland	3.8.1.	Agrostietalia stoloniferae
A6	Wechselfeuchtes Grünland	3.8.1.1.	Agropyro-Rumicion
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.1.3.	Cnidion dubii
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.2.1.	Arrhenatherion elatioris
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.1.	Molinietalia (caeruleae)
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.1.1.	Molinion caeruleae
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.1.2.	Filipendulion
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.1.4.	Juncion acutiflori
A6	Wechselfeuchtes Grünland	5.4.1.5.	Calthion
A7	Trockenstandorte	3.3.3.1.	Sisymbriion
A7	Trockenstandorte	3.5.4.2.	Dauco-Melition
A7	Trockenstandorte	4.4.4.1.	Epilobion fleischeri
A7	Trockenstandorte	5.2.2.1.	Corynephorion (canescentis)
A7	Trockenstandorte	5.2.3.1.	Koelerion glaucae
A7	Trockenstandorte	5.3.2.3.	Koelerio-Phleion phleoidis
A7	Trockenstandorte	5.3.2.2.	Mesobromion
A8	Weichholz-Auwald	8.1.1.	Salicetalia pupureae
A8	Weichholz-Auwald	8.1.1.1.	Salicion eleagni
A8	Weichholz-Auwald	8.1.1.2.	Salicion albae
A8	Weichholz-Auwald	8.6.2.1.	Salicion arenariae
A9	Bruchwald	8.2.1.1.	Alnion glutinosae
A9	Bruchwald	8.2.1.2.	Salicion cinerariae
A10	Hartholz-Auwald	8.4.3.3.	Alno-Ulmion
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	7.1.1.	Erico-Pinetalia
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	7.1.1.1.	Erico-Pinion
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	8.4.3.2.	Carpinion betuli

Tab. A 2: Zuordnung von Biotoptypen (Haeupler & Muer, 2000, auf der Grundlage von Oberdorfer) unter Angabe des in der Datenbank BiolFlor angegebenen Codes zu den Aueschlüsselhabitaten (ASH) A1 bis A11.

ASH Code	ASH Bezeichnung	Code BiolFlor	Bezeichnung BiolFlor
A1	Flüsse und permanent oder teilweise durchflossene Nebenrinne	L4	Fließende Gewässer
A1		L4.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Bäche, kleine Flüsse, stark fließend (meist sommerkalt) (Rhitral)
A1		L4.1.2.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände, ohne Schwimmblätter
A1		L4.1.2.3	Bäche, kleine Flüsse, stark fließend (meist sommerkalt); strömungsresistente Wasserhahnenfuß- und Wassersterngesellschaften
A1		L4.1.4	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), stark fließende Bäche und kleine Flüsse (meist sommerkalt) (Rhitral), Bach-Kleinröhrichte
A1		L4.1.5	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Buhnen und Steinpackungen an kleinen Flüssen, stark fließend
A1		L4.1.6	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Uferböschungen an Bächen und kleinen Flüssen
A1		L4.2	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), große Flüsse u. Ströme, langsam fließend (meist sommerwarm) (Potamal)
A1		L4.2.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), große Flüsse u. Ströme, langsam fließend (meist sommerwarm) (Potamal), sandig-kiesige Fließgewässer-Abschnitte, Epipotamal (Barbenregion)
A1		L4.2.2	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), große Flüsse u. Ströme, langsam fließend (meist sommerwarm) (Potamal), sandig-schlammige Fließgewässer-Abschnitt der Ebene, Metapotamal (Brassenregion)
A1		L4.2.2.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände, ohne Schwimmblätter in langsam fließenden Gewässern
A1		L4.2.2.2	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), große Flüsse u. Ströme, langsam fließend (meist sommerwarm) (Potamal); submerse, fest wurzelnde Wasserpflanzenbestände mit Schwimmblättern
A1		L4.2.3	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), große Flüsse u. Ströme, langsam fließend (meist sommerwarm) (Potamal), Mündungsbereich, Hypopotamal (Kaulbarsch-Flunderregion)
A1		L4.2.5	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Buhnen und Steinpackungen an großen Flüssen und Strömen, langsam fließend
A1		L4.2.6	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Uferböschungen großer Flüsse u. Ströme, langsam fließend
A1		L4.3	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Altläufe in Verbindung mit dem Fluss
A1		L4.3.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Altläufe in Verbindung mit dem Fluss, Freiwasser
A1		L4.3.2	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände in Altläufen mit Verbindungen zu einem Fluß
A1		L4.3.2.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Altläufe in Verbindung mit dem Fluss, submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände, ohne Schwimmblätter
A1		L4.3.2.2	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Altläufe in Verbindung mit dem Fluss, submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände, mit Schwimmblättern

Tab. A 2 (Fortsetzung)

ASH Code	ASH Bezeichnung	Code BioFlor	Bezeichnung BioFlor
A1	Flüsse und permanent oder teilweise durchflossene Nebenrinne	L4.3.2.3	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Altläufe in Verbindung mit dem Fluss, submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände, strömungsresistente Wasserhahnenfuß- und Wassersterngesellschaften
A1		L4.3.6	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Uferböschungen an Altläufen in Verbindung mit einem Fluß
A1		L4.4	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), kleine, langsam fließende Gräben
A1		L4.4.2.1	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), submerse fest verwurzelte Wasserpflanzenbestände, ohne Schwimmblätter in kleinen, langsam fließenden Gräben
A1		L4.5	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), temporäre Fließgewässer
A1		L4.6	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), Wasserfälle
A1		L4.7	Fließende Gewässer (inkl. Uferbereiche ohne Gehölze), technisch gebaute Fließgewässer
A2	Stillgewässer	L3	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze)
A2		L3.1	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen
A2		L3.1.3.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, Freischwimmende Pflanzendecken, in nährstoffreichem Wasser
A2		L3.1.3.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, Freischwimmende Pflanzendecken, Krebssscheren- und Froschbissdecken
A2		L3.1.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände
A2		L3.1.4.1	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, ohne Schwimmblätter
A2		L3.1.4.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, mit Schwimmblättern
A2		L3.1.4.3	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, amphibische Wasserfeder- u. Wasserhahnenfußbestände
A2		L3.1.5	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Seen, Großröhrichte der Seen
A2		L3.1.6	Seen mit subaquatisch-amphibischen Litoralgesellschaften oligotropher bis mäßig-nährstoffreicher Gewässer
A2		L3.1.6.1	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), alle Gewässertypen von Seen bis zu Sandgruben, oligotrophe Heideseen auf reinen Quarzsanden
A2		L3.1.6.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), alle Gewässertypen von Seen bis zu Sandgruben, subaquatisch-amphibische Litoralgesellschaften oligotropher bis mäßig nährstoffreicher Gewässer, wechselnde Flachgewässer über organischen Bodensubstraten
A2		L3.1.6.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), alle Gewässertypen von Seen bis zu Sandgruben, subaquatisch-amphibische Litoralgesellschaften oligotropher bis mäßig nährstoffreicher Gewässer, dichte Teppiche basenreicher Wechselwasserzonen

Tab. A 2 (Fortsetzung)

ASH Code	ASH Bezeichnung	Code BioFlor	Bezeichnung BioFlor
A2	Stillgewässer	L3.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen
A2		L3.2.3.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, Freischwimmende Pflanzendecken, in nährstoffreichem Wasser
A2		L3.2.3.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, Freischwimmende Pflanzendecken, Krebscheren- und Froschbissdecken
A2		L3.2.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände
A2		L3.2.4.1	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, ohne Schwimmblätter
A2		L3.2.4.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, mit Schwimmblättern
A2		L3.2.4.3	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, amphibische Wasserfeder- u. Wasserhahnenfußbestände
A2		L3.2.5	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen, Großröhrichte
A2		L3.2.6	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), seeähnliche Altwasser von Flüssen mit subaquatisch-amphibischen Litoralgesellschaften oligotropher bis mäßig-nährstoffreicher Gewässer
A2		L3.2.6.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), alle Gewässertypen von Seen bis zu Sandgruben, subaquatisch-amphibische Litoralgesellschaften oligotropher bis mäßig nährstoffreicher Gewässer, dichte Teppiche basenreicher Wechselwasserzonen, seeähnliche Altwasser von Flüssen
A2		L3.3	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), temporäre Kleingewässer (Tümpel)
A2		L3.3.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), Unterwasserrasen
A2		L3.3.3.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), Freischwimmende Pflanzendecken, in nährstoffreichem Gewässer
A2		L3.3.3.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), Freischwimmende Pflanzendecken, Krebscheren- und Froschbissdecken
A2		L3.3.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände
A2		L3.3.4.1	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, ohne Schwimmblätter
A2		L3.3.4.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, mit Schwimmblättern

Tab. A 2 (Fortsetzung)

ASH Code	ASH Bezeichnung	Code BiolFlor	Bezeichnung BiolFlor
A2	Stillgewässer	L3.3.4.3	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel), wurzelnde Laichkraut- u. Schwimmblattbestände, amphibische Wasserfeder- u. Wasserhahnenfußbestände
A2		L3.3.6.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleinstgewässer (Tümpel) oder wechsellasse Flachgewässer über organischen Bodensubstraten
A2		L3.3.6.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleinstgewässer (Tümpel) oder wechsellasse Flachgewässer, dichte Teppiche basenreicher Wechselwasserzonen
A2		L3.3.7	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), alle Gewässertypen von Seen bis zu Sandgruben, einjähriger Bewuchs trockenfallener Teichböden u. Ackersenken, temporäre Kleingewässer
A2		L3.4	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Kleinstgewässer
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	L3.3.7.1	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), alle Gewässertypen von Seen bis zu Sandgruben, einjähriger Bewuchs trockenfallener Teichböden u. Ackersenken, Teichböden temporärer Kleingewässer
A3		L3.3.7.2	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleingewässer (Tümpel) mit Zwergpflanzengesellschaften wechselfeuchter Standorte
A3		L3.3.7.3	Stehende Gewässer (inkl. Ufer- u. Verlandungsbereiche ohne Gehölze), Temporäre Kleinstgewässer (Tümpel) mit erhöhter Salzkonzentration
A3		L5.1	Gebirgsfluss- u. Bachauen
A3		L5.1.1	Gebirgsfluss- u. Bachauen, Flussgeröllfluren, alpine Schwemmuferfluren
A3		L5.2.4	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, einjähriger Bewuchs trockenfallender Flusssufer (vgl. T8.3)
A3		L5.2.4.1	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, einjähriger Bewuchs trockenfallender Flusssufer, stickstoffliebende Wasserpfeffer-Zweizahn-Uferfluren
A3		L5.2.4.2	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, einjähriger Bewuchs trockenfallender Flusssufer, stickstoffliebende Flussmeldenfluren
A4	Großseggenriede, Kleinseggenriede, Röhrichte	S2	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze
A4		S2.1	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Großseggenriede (Kontakte zu L3, L4, T7.3) 3)
A4		S2.2	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Kleinseggenriede (Kontakte zu L2)
A4		S2.2.1	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Kleinseggenriede, Braunseggensümpfe u. a. kalkarme Riede
A4		S2.2.2	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Kleinseggenriede, Davallseggen- u. a. Kalkniedermoore
A4		S2.2.2.1	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Kleinseggenriede, Davallseggen- u. a. Kalkniedermoore, in Küstendünen
A4		S2.2.2.2	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Kleinseggenriede, Davallseggen- u. a. Kalkniedermoore, im Alpenraum
A4		S2.2.3	Hochmoor-Randsümpfe, Zwischenmoore u. Niedermoore ohne Gehölze, Kleinseggenriede, alpine Schwemmufer-Gesellschaften u. Rieselfluren
A5	Hochstaudenfluren	L5.2.5	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, stickstoffliebende Ufer-Hochstaudenfluren

Tab. A 2 (Fortsetzung)

ASH Code	ASH Bezeichnung	Code BiolFlor	Bezeichnung BiolFlor
A5	Hochstaudenfluren	L5.2.5.4	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, stickstoffliebende Ufer-Hochstaudenfluren, Mädesüß-Uferfluren
A5		L5.2.5.5	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, stickstoffliebende Ufer-Hochstaudenfluren, Flussgreiskraut-Stromtal-Staudensäume
A5		L5.2.5.6	Fluß- und Bachauen-Lebensräume, Fluß- und Bachauen tieferer Lagen, Zaunwinden-Nesselseide-Schleier
A5		L5.2.5.8	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, stickstoffliebende Ufer-Hochstaudenfluren, Flutmulden
A6	Wechselfeuchtes Grünland	T7.1.2	Wiesen u. Weiden, Fettwiesen, Glatthafer-Talfettwiesen
A6		T7.3	Wiesen u. Weiden, Feucht- u. Nasswiesen (Kontakte zu L5, S2)
A6		T7.3.1	Wiesen u. Weiden, Feucht- u. Nasswiesen, bodensaure Pfeifengraswiesen
A6		T7.3.2	Wiesen u. Weiden, Feucht- u. Nasswiesen, Kalk-Pfeifengraswiesen
A6		T7.3.3	Wiesen u. Weiden, Feucht- u. Nasswiesen, Brenndoldenwiesen östl. Stromtäler
A6		T7.3.5	Wiesen u. Weiden, Feucht- u. Nasswiesen, Sumpfdotterblumen-Wiesen
A6		T7.3.8	Wiesen u. Weiden, Feucht- u. Nasswiesen, Waldsimsen-Quellwiesen (? L2)
A6		T7.4	Wiesen u. Weiden, Tritt- u. Flutrasen
A6		T7.5.2	Wiesen u. Weiden, Grünland-Übergangsbereiche, halbruderale Quecken-Trockenfluren (Kontakte zu T8)
A6		T7.5.2.1	Wiesen u. Weiden, Grünland-Übergangsbereiche, halbruderale Quecken-Trockenfluren, mesophile Bestände
A6		T7.5.2.1	Wiesen u. Weiden, Grünland-Übergangsbereiche, halbruderale Quecken-Trockenfluren, mesophile Bestände
A7	Trockenstandorte	T6.2	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen
A7		T6.2.1	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkarm, sauer
A7		T6.2.1.1.1	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkarm und sauer, Horstgrashalden: Blaugräser und Schwingel, Xerothermrasen
A7		T6.2.1.2.2	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkarm und sauer, Submediterrane Trocken- und Halbtrockenrasen, Bodensaure Trockenrasen
A7		T6.2.1.2.3	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkarm und sauer, Submediterrane Trocken- und Halbtrockenrasen, Trespen-Halbtrockenrasen (inkl. Auen-Halbtrockenrasen)
A7		T6.2.1.4	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen
A7		T6.2.1.4.1	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen, offene Sande
A7		T6.2.1.4.2	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen, Küsten-Sandschillergras-Rasen
A7		T6.2.1.4.3	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen, Graselkenfluren
A7		T6.2.1.4.4	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen, Silbergrasfluren offener Flugsande
A7		T6.2.1.4.5	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen, Kleinschmielenrasen auf festgelegten Sanden
A7		T6.2.1.4.6	Magerrasen, Trocken- und Halbtrockenrasen, kalkarm uns sauer, Sand-Magerrasen, Mauerpffer-Fluren
A7		T6.2.2	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich

Tab. A 2 (Fortsetzung)

ASH Code	ASH Bezeichnung	Code BiolFlor	Bezeichnung BiolFlor
A7	Trockenstandorte	T6.2.2.2	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich, Submediterrane Trocken- u. Halbtrockenrasen
A7		T6.2.2.2.2	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich, Submediterrane Trocken- u. Halbtrockenrasen, Bodensaure Trockenrasen
A7		T6.2.2.2.3	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich, Submediterrane Trocken- u. Halbtrockenrasen, Trespen-Halbtrockenrasen (inkl. Auen-Halbtrockenrasen, z. B. Oberrhein)
A7		T6.2.2.4.3	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich, Sand-Magerrasen, Graselkenfluren
A7		T6.2.2.4.6	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich, Sand-Magerrasen, Mauerpfeffer-Fluren
A7		T6.2.2.4.7	Magerrasen, Trocken- u. Halbtrockenrasen, kalkreich, Blauschillergras-Sandsteppen
A8	Weichholz-Auwald	L5.1.2	Gebirgsfluss- u. Bachauen, Auengebüsche (Weiden, Grünerlen u.a.)
A8		L5.1.2.2.2	Gebirgsfluss- u. Bachauen, Auengebüsche (Weiden, Grünerlen u.a.)
A8		L5.1.3	Gebirgsfluss- u. Bachauen, Auenwälder (Weiden, Grauerlen)
A8		L5.2	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen
A8		L5.2.1	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, Auengebüsche (Korb- u. Mandelweiden u.a.)
A8		L5.2.2	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, Weichholz-Auenwälder (Silberweiden u.a.)
A9	Bruchwald	S3	Gehölzreiche Übergangsmoore u. Bruchwälder
A9		S3.2	Gehölzreiche Übergangsmoore u. Bruchwälder, arme Übergangsmoore, Sumpfgebüsch, Moor- u. Bruchwälder
A9		S3.2.1	Gehölzreiche Übergangsmoore u. Bruchwälder, arme Übergangsmoore, Sumpfgebüsch, Moor- u. Bruchwälder, Weidengebüsch u. Pionierwälder (inkl. Gagelgebüsch)
A9		S3.2.5	Gehölzreiche Übergangsmoore u. Bruchwälder, arme Übergangsmoore, Sumpfgebüsch, Moor- u. Bruchwälder, Erlenbrüche
A10	Hartholz-Auwald	L5.2.3	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, Hartholz-Auenwälder (Ulmen-Eschen-Eichen-Auenwälder)
A10		L5.2.3.1	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, Hartholz-Auenwälder (Ulmen-Eschen-Eichen-Auenwälder), Eichen-Ulmen-Auenwälder der Flüsse
A10		L5.2.3.2	Fluss- u. Bachauen tieferer Lagen, Hartholz-Auenwälder (Ulmen-Eschen-Eichen-Auenwälder), Bachauen, von Schwarzerle dominiert
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	T1.1.2.3	Laubmischwälder außerhalb der Flussauen (L5) u. Moore (S3), Eichen-Hainbuchenwälder
A11		T1.4.1.3	Nadelwälder, nadelbaumbeherrschte Mischwälder, Kiefernwälder, Schneeheide-Kiefernwälder (auf Kalk)

Tab. A 3: Auenuntypische Soziologien (Oberdorfer in Ellenberg et al., 1991), die zum Ausschluss einer Art der Referenzliste für FFH-LRTs (BfN & BLAK 2017a) als Indikator für Auenschlüsselhabitats führen.

Code nach Oberdorfer	Name nach Oberdorfer
1.8.1.	Sphagnetalia magellanici
1.8.1.1.	Sphagnion magellanici
1.8.2.1.	Ericion tetralicis
2.2.1.1.	Ruppion (maritimae)
2.6.	Asteretea tripolii (Salzmarschrasen)
3.4.	Secalietea (Getreideunkrautgesellschaft)
3.4.1.1.	Caucalidion (lappulae)
4.	Steinfluren und alpine Rasen
4.2.1.1.	Potentillion (caulescentis)
4.4.	Thlaspietea (rotundifolii) (Steinschutt und Geröllfluren)
4.4.1.	Thlaspietalia (rotundifolii)
4.4.1.1.	Thlaspion (rotundifolii)
4.4.1.2.	Petasion paradoxo
4.7.	Seslerietea albicantis (Alpine Kalkrasen)
4.7.1.	Seslerietalia albicantis
4.7.1.1.	Seslerion albicantis
4.7.1.2.	Caricion ferrugineae
4.8.	Carici rupestri-Kobresietea (Nackriedgesellschaft)
5.1.	Nardo-Callunetea (Borstgras- und Zwergstrauchheiden)
5.1.1.	Nardetalia
5.1.1.2.	Violion caninae
5.1.1.3.	Juncion squarrosi
5.2.	Sedo-Scleranthetea (lockere Sand- und Felsrasen)
5.2.1.2.	Alyso-Sedion albi
5.2.1.3.	Sesslerio-Festucion pallentis
5.2.1.4.	Sedo albi-Veronicion dillenii
5.3.2.1.	Xerobromion
7.2.1.1.	Cytiso (ruthenico)-Pinion
7.3.1.	Piceetalia (abietis)
8.4.1.	Quercetalia robori-petraeae
8.4.1.1.	Quercion robori-petraeae
8.4.2.	Quercetalia pubescenti (petraeae)
8.4.2.3.	Potentillo albae-Quercion petraeae
8.4.3.1.	Fagion (sylvaticae)

## **B Anhang B: Mollusken**

### **B.1 Erläuterung zur Zuordnung von Arten zu Auenschlüsselhabitaten bei den Land- und Wassermollusken**

Als Grundlage für die Zuordnung von Indikatorarten zu den Auenschlüsselhabitaten bei den Mollusken diente die Datenbank von Falkner et al. (2001) für Gehäuseschnecken, für die Muscheln die Ergänzung von Moorkens & Killeen (2009). Diese Datenbanken enthalten Informationen zu Vorkommen, Ökologie und Verbreitung der Arten in relevanten Makrohabitaten in Anlehnung an ähnliche Datenbanken (Bournaud et al., 1992; Chevenet et al., 1994; Castella & Speight, 1996). Ein fuzzy-kodiertes System wurde als Basis genutzt, welches die Affinität einer Art für ein Makrohabitat in 4 Stufen angibt: 3 = hohe Affinität; 2 = mittlere Affinität; 1 = geringe Affinität; 0 = keine Affinität (Falkner et al. 2001). Insgesamt wurden aus dieser Datenbank 36 Makrohabitat-kategorien verwendet. Diese wurden zunächst den 11 Auenschlüsselhabitaten (A1 bis A11) zugeordnet bzw. als „nicht auenrelevant“ eingestuft. Die fuzzy-kodierte Affinität der Arten zu den ausgewählten 36 Makrohabitaten wurde zunächst in eine prozentuale Affinität umgewandelt (in Anlehnung an Stätzner & Bêche, 2010; entspricht Schritt 2 in Anhangstabelle Tab. B 1. Anschließend wurde die mittlere prozentuale Affinität aller zum jeweiligen Auenschlüsselhabitat zugeordneten Makrohabitat-kategorien ermittelt (entspricht Schritt 3 in Anhangstabelle Tab. B 1, die Zuordnung der Auenschlüsselhabitats zu den autökologischen Ansprüchen erfolgt gemäß Tab. 9; entspricht Schritt 1). Die Zuordnung der Arten zum Auenschlüsselhabitat erfolgte mit Hilfe der maximalen mittleren prozentualen Affinität. Art 1 hat seine maximale mittlere prozentuale Affinität beispielsweise im Auenschlüsselhabitat 1, d.h. sie wird für dieses Habitat als Indikatorart ausgewiesen. Das Vorgehen ist exemplarisch in Tab. B 1 dargestellt.

Tab. B 1: Beschreibung der Einstufung der Affinität der Molluskenarten und der Zuordnung zu Auenschlüsselhabitaten.

Ausgangsdaten: Fuzzy-kodierte Affinität (3: hohe Affinität; 2: mittlere Affinität; 1: geringe Affinität; 0: keine Affinität; gem. Falkner et al., 2001) einer Art zu den Makrohabitat-kategorien (MH)								
	MH1	MH2	MH3	MH4	MH5	MH6	MH7	Summe Affinität
<b>Art 1</b>	3	2	3	0	0	0	0	8
<b>Art 2</b>	0	1	1	3	1	0	0	6
<b>Art 3</b>	0	0	0	0	1	3	0	4
<b>Art 4</b>	0	0	1	0	3	1	2	7
<b>1. Zuordnung der Makrohabitat-kategorien (MH) zu den Auenschlüsselhabitaten (ASH):</b>								
	<b>Makrohabitat</b>	MH1	MH2	MH3	MH4	MH5	MH6	MH7
	<b>Auenschlüsselhabitat (ASH)</b> (n ASH = Anzahl der dazugehörigen Makrohabitat-kategorien)	<b>ASH1</b> (2)		<b>ASH2</b> (2)		<b>ASH3</b> (1)	<b>ASH0</b> (2)	
<b>2. Umwandlung der fuzzy-kodierten Affinität in eine prozentuale Affinität der Arten für die Makrohabitate (MH):</b>								
		MH1	MH2	MH3	MH4	MH5	MH6	MH7
	<b>Art 1</b>	37,5%	25,0%	37,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	<b>Art 2</b>	0,0%	16,7%	16,7%	50,0%	16,7%	0,0%	0,0%
	<b>Art 3</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	0,0%
	<b>Art 4</b>	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	42,9%	14,3%	28,6%
<b>3. Ermittlung der mittleren prozentualen Affinität der Arten für die Auenschlüsselhabitats (ASH):</b> $\Sigma$ der prozentualen Verteilung in den zu ASHx zugehörigen MH / Anzahl der zum ASHx zugehörigen MH								
		<b>ASH1</b>		<b>ASH2</b>		<b>ASH3</b>	<b>ASH0</b>	<b>Indikatorart für</b>
	<b>Art 1</b>	31,3%		18,8%		0,0%	0,0%	=> ASH1
	<b>Art 2</b>	8,3%		33,3%		16,7%	0,0%	=> ASH2
	<b>Art 3</b>	0,0%		0,0%		25,0%	37,5%	=> ASH0
	<b>Art 4</b>	0,0%		7,1%		42,9%	21,4%	=> ASH3

Tab. B 2: Vorhandene und verwendete Datengrundlage des jeweiligen Auenabschnittstyps für die Regionalisierung der Molluskenarten. Für die Kürzel der Bundesländer und vollständige Quellenangaben siehe Anhangstabelle Tab. B 3; (\* = Rote Liste Berlin).

AAT	Betroffene Bundesländer / Rote Listen / sonstige Artenlisten	Verbreitungsdaten vorhanden
FAT 1	MV	MV
FAT 2	BE, MV, NI, NW, ST	BB, MV, NI, ST
FAT 3	BE, MV, NI, NW, SH, ST	BB, MV, NI, SN, ST
FAT 4	BE, NI, SN, ST	BB, NI, SN, ST
FAT 5	BE, NI, NW, SN, ST, TH	BB, NI, SN, ST, TH
FAT 6	BW, BY, HE, ST, TH	BW, BY, HE, RP, ST, TH
FAT 7	BY, HE, NI, NW	BY, HE, NI
FAT 8	BW, BY, HE, NI, RP, SL, ST, TH	BW, BY, HE, NI, RP, ST, TH
FAT 9	BW, BY, HE, NI, NW, ST, TH	BW, BY, HE, RP, ST, TH
FAT 10	BY, HE, NW, RP, SN, TH	BY, HE, RP, SN, TH
FAT 11	BW, BY	BW, BY
FAT 12	BY	BY
SAT 1	BE	BB, MV
SAT 2	BE, MV, NI, SH, ST	BB, MV, NI, ST
SAT 3	BE, SN, ST	BB, SN, ST
SAT 4	BY, HE, NW, RP	BY, RP
SAT 5	BW, RP	BW, RP
SAT 6	BW, BY	BW, BY

Tab. B 3: Erklärung der Länderkürzel und Quellenangabe der verwendeten Roten Listen für die Regionalisierung der Molluskenindikatorarten.

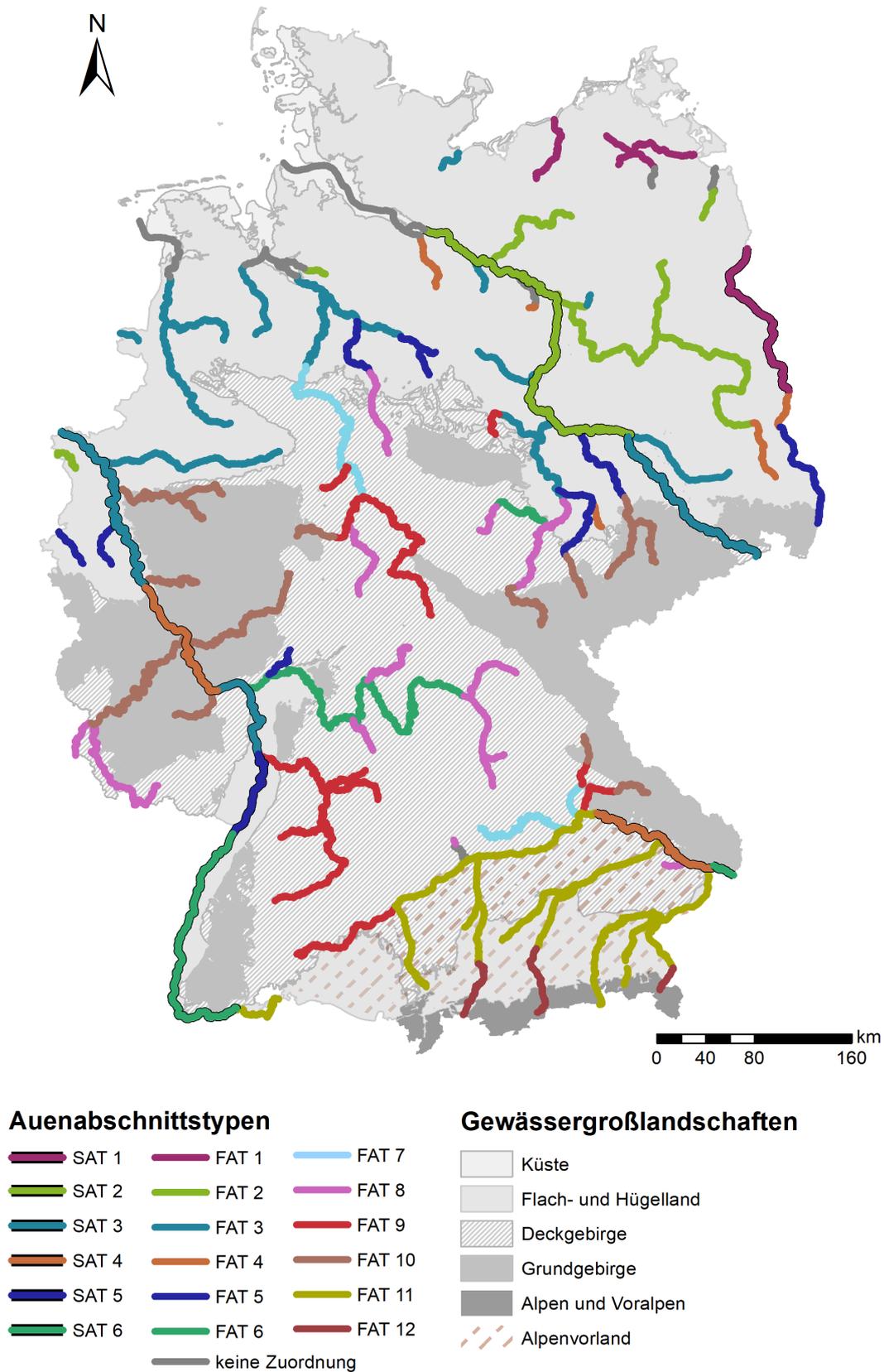
Kürzel	Bundesland	Quelle (a: i.d.R. Rote Listen, in Einzelfällen (NI/HB, RP, SL) auch andere Listen; b: Verbreitungsdaten)
BB/ BE	Brandenburg/ Berlin	a) Hackenberg, E., & Müller, R. (2017). Rote Liste und Gesamtartenliste der Weichtiere (Mollusca: Gastropoda & Bivalvia) in Berlin. In: Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege / Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere von Berlin, 40 S. - doi: 10.14279/depositon-5845 b) Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU): Aufgaben. Natur. Naturschutzfachdaten. Kartenanwendung. In: <a href="https://lfu.brandenburg.de">https://lfu.brandenburg.de</a> (2021). URL: <a href="https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/naturschutzfachdaten/kartenanwendung/">https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/naturschutzfachdaten/kartenanwendung/</a> (zuletzt aufgerufen am: 25.06.2019)
BW	Baden-Württemberg	a) Arbeitsgruppe Mollusken BW (am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart) (2008): Rote Liste und Artenverzeichnis der Schnecken und Muscheln Baden-Württembergs. Naturschutz-Praxis. - LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Artenschutz 12, 190 S. b) Grundlage: Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; 24.06.2019. Link: <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
BY	Bayern	a) Falkner, G., Colling, M., Kittel, K. & Strätz, C. (2003): Rote Liste gefährdeter Schnecken und Muscheln (Mollusca) Bayerns. – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), BayLFU/166/2003, 12 S. b) Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, <a href="http://www.lfu.bayern.de">www.lfu.bayern.de</a> , Stand: 13.05.2019
HE	Hessen	a) Jungbluth, J.H. (1996): Rote Liste der Schnecken und Muscheln Hessens. – Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forstern und Naturschutz (Hrsg.), 60 S. b) Grundlage/Datenquelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Stand: 30.04.2019
MV	Mecklenburg-Vorpommern	a) Jueg, U., Menzel-Harloff, H., Seemann, R., & Zettler, M. L. (2002): Rote Liste der gefährdeten Schnecken und Muscheln des Binnenlandes Mecklenburg-Vorpommern - Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), 34 S. b) Grundlage/Datenquelle: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG MV), AG Malakologie des NABU MV, Stand: 07.05.2019.
NI/ HB	Niedersachsen/ Hansestadt Bremen	a) Teichler, K. H., & Wimmer, W. (2007): Liste der Binnenmollusken Niedersachsens. Abrufbar unter: <a href="https://niedersachsen.nabu.de/imperia/md/content/niedersachsen/schnecken/1.pdf">https://niedersachsen.nabu.de/imperia/md/content/niedersachsen/schnecken/1.pdf</a> b) Datenquelle: Tierarten-Erfassungsprogramm der Fachbehörde für Naturschutz im Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Stand: 25.06.2019
NW	Nordrhein-Westfalen	a) Kobialka, H., Schwer, H., & Kappes, H. (2009): Rote Liste der gefährdeten Schnecken und Muscheln (Mollusca: Gastropoda et Bivalvia) in Nordrhein-Westfalen. Mitt. Deutsch. Malakozool. Ges. 82, S. 3-30. b) -
RP	Rheinland-Pfalz	a) Groh, K., Jungbluth, J., & Vogt, D. (1994): Vorläufige Rote Liste der bestandsgefährdeten Schnecken und Muscheln (Mollusca: Gastropoda et Bivalvia) in Rheinland-Pfalz. In: Vogt, D., Hey-Reidt, P., Groh, K. & Jungbluth, J.H.: Die Mollusken in Rheinland-Pfalz. Statusbericht. - Fauna & Flora Rh.-Pf., Beih. 13, S. 37-47. Finger, T., Renker, C. & Groh, K. (2015): Einblicke in die Molluskenfauna des Naturschutzgebietes "Fulder Aue - Ilmen Aue" östlich von Bingen, basierend auf der Auswertung eines Hochwassergenests. - Mainzer naturwiss. Archiv 52, S. 155-165. Richling, I. & Groh, K. (2013): Die Molluskenfauna der Rheinauen bei Hördt (Rheinland-Pfalz) – ein kritischer Vergleich nach mehr als vier Dekaden. - Mainzer naturwiss. Archiv 50, S. 249-290. Kremer, R. & Renker, C. (2014): Einblicke in die Molluskenfauna des NSG "Laubenheimer-Bodenheimer Ried" bei Mainz (Mollusca: Gastropoda & Bivalvia). - Mainzer naturwiss. Archiv 51, S. 237 - 258.

Tab B 3 (Fortsetzung)

Kürzel	Bundesland	Quelle (a: i.d.R. Rote Listen, in Einzelfällen (NI/HB, RP, SL) auch andere Listen; b: Verbreitungsdaten)
RP	Rheinland-Pfalz	Stern, S., Kappes, H. & Renker, C. (2014): Einblicke in die Molluskenfauna des NSG "Mombacher Rheinufer" bei Mainz (Mollusca: Gastropoda & Bivalvia) - Mainzer naturwiss. Archiv 51, 259-276. b) Grundlage/Datenquelle: Arten-Informationssystem ARTeFAKT des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz, Stand: 20.01.2015
SH	Schleswig-Holstein	a) Wiese, V., Brinkmann O. R. & Richling, R. (2016): Land-und Süßwassermollusken in Schleswig-Holstein: Rote Liste. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MELUR) (Hrsg.), Erarbeitung durch: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR), 114 S. b) -
SL	Saarland	a) Jungbluth, J.H., Spang, W.D., Wagner, W., Hey-Reidt, P. & Vogt, D. (1995): Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland. Delattinia 27, Heft 3-4, S. 441-514. b) -
SN	Sachsen	a) Schniebs, K., Reise, H., & Bößneck, U. (2006). Rote Liste Mollusken Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.), 24 S. b) Grundlage/Datenquelle: Darstellung unter Verwendung von Daten aus der Zentralen Artdatenbank (ZenA) Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), vom 08.05.2019
ST	Sachsen-Anhalt	a) Körnig, G., Gohr, F., Hartenauer, K., Hohmann, M., Jährling, M., Kleinsteuber, W., Langer, T.J., Lehmann, B., Tappenbeck, L. & Unruh, M. (2004): Rote Liste der Weichtiere (Mollusca) des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39: 155-160. b) Grundlage/Datenquelle: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Stand: 01.07.2019
TH	Thüringen	a) Bössneck, U. & von Knorre, D. (2011): Rote Liste der Schnecken und Muscheln (Mollusca) Thüringens. In: Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Abteilung Naturschutz (Hrsg.): Naturschutzreport 26, S. 76-82. b) Grundlage/Datenquelle: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN), Stand: 12.08.2019: Die Veröffentlichung/Der Abdruck erfolgt mit Genehmigung des Thüringer Landesamtes für Umwelt, Bergbau und Naturschutz.

## C Anhang C: Biozönotische Steckbriefe zu den 12 Fluss- und 6 Stromauenabschnittstypen

### C.1 Übersichtskarte der Fluss- und Stromauenabschnittstypen Deutschlands (verändert nach Koenzen (2005))



## C.2 Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch): FAT 1

### C.2.1 Allgemeine Charakterisierung

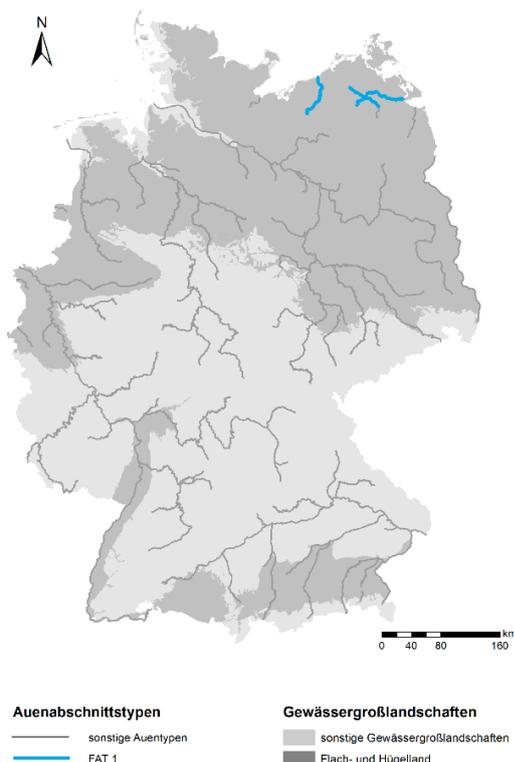


Abb. C.1: Geographische Lage der organisch geprägten Auen sehr gefällearmen Flüsse des Flach- und Hügellandes mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach KOENZEN 2005)



Warnow unterhalb von Bützow, MV; Foto: Institut biota

**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiele:**

Nordostdeutsches Tiefland: Peene, Trebel, Tollense, Warnow

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 23 Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse, Typ 12 Organisch geprägte Flüsse

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Die kaum reliefierten Auen sind langanhaltend und regelhaft im Winter und Frühling überflutet und weisen ganzjährig hohe Grundwasserstände auf. Dadurch kommt es zu großflächigen, gleichförmigen Niedermoorausbildungen. Das sehr geringe Gefälle führt zu einem anastomosierenden Gerinnebett, also einer Aufteilung in mehrere windungsreiche Gewässerarme mit unscharfer Begrenzung zum angrenzenden Niedermoor. Morphodynamisch ist die Aue aufgrund des insgesamt ausgeglichenen Abflussgeschehens nur schwach dynamisch. Als prägende Auenschlüsselhabitats treten hier vor allem Nebengerinne und Stillgewässer sowie Großseggenriede und Röhrichte auf; die Auensubstrate sind durchweg organisch geprägt. Arten- und wuchsformenreiche Schwimmblattgesellschaften prägen die Vegetation des Fließgewässers. Charakteristische Arten der Stillgewässer sind dabei dominierend. Der Nährstoffgehalt prägt die Vegetation der Stillgewässer: vom Grundwasser stärker beeinflusste Stillgewässer beherbergen Armleuchteralgen-Gesellschaften, nährstoffreichere Stillgewässer Laichkraut- und Wasserlinsen-Gesellschaften. In der Aue beeinflussen in erster Linie die langanhaltenden Überflutungen sowie die hohen, gering schwankenden Grundwasserstände die standörtlichen Bedingungen. Röhrichte und Großseggenrieder auf den lang überfluteten und durchströmten Flächen nehmen den größten Flächenanteil ein. Auf den etwas höheren Standorten schließen sich häufig Weidengebüsche und Weichholzauenwälder an, wobei untergeordnet auch Erlenbruchwälder auftreten.

### C.2.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 5.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend: sehr gefällearme Sohlentäler mit ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite 1:5 - < 1:10) selten: gefällearme Täler mit schmaler Talsohle, lokale höhere Auengefälle in Durchbruchstalsituationen
Höhenlage:	-0,6 – 1 m ü. NN
Auengefälle:	sehr gefällearm < 0,1 ‰, abschnittsweise um 0,02 ‰, lokal > 0,1‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende und regelhafte Überflutungen großer Teile der Aue in den Winter- und Frühjahrsmonaten, tiefliegende Teilflächen sind dauerhaft bespannt; ganzjährig sehr oberflächennah anstehender Grundwasserstand und hoher Wasserstand im Gewässer, Teile der Aue mit ständigem Wasserdurchzug; sehr langsamer bis stagnierender Hochwasserabfluss
Laufotyp:	anastomosierend
Windungsgrad:	gewunden bis stark mäandrierend, unscharf begrenzte Läufe

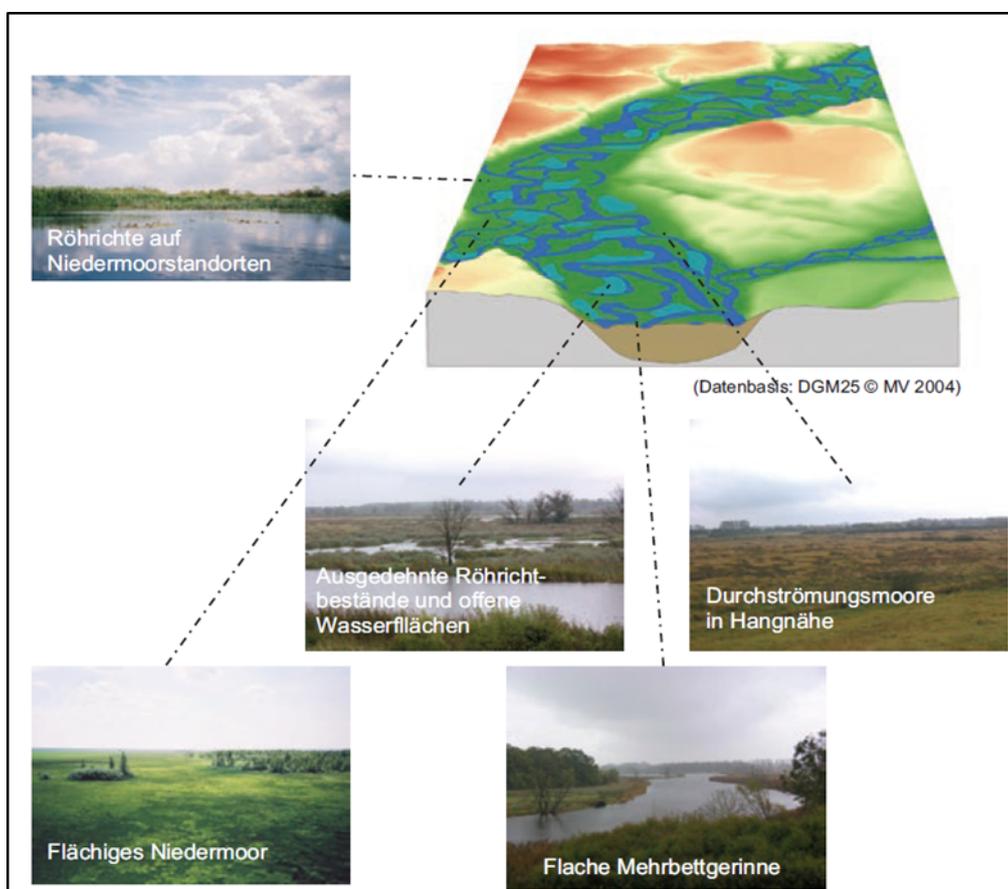


Abb. C.2: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005)

### C.2.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

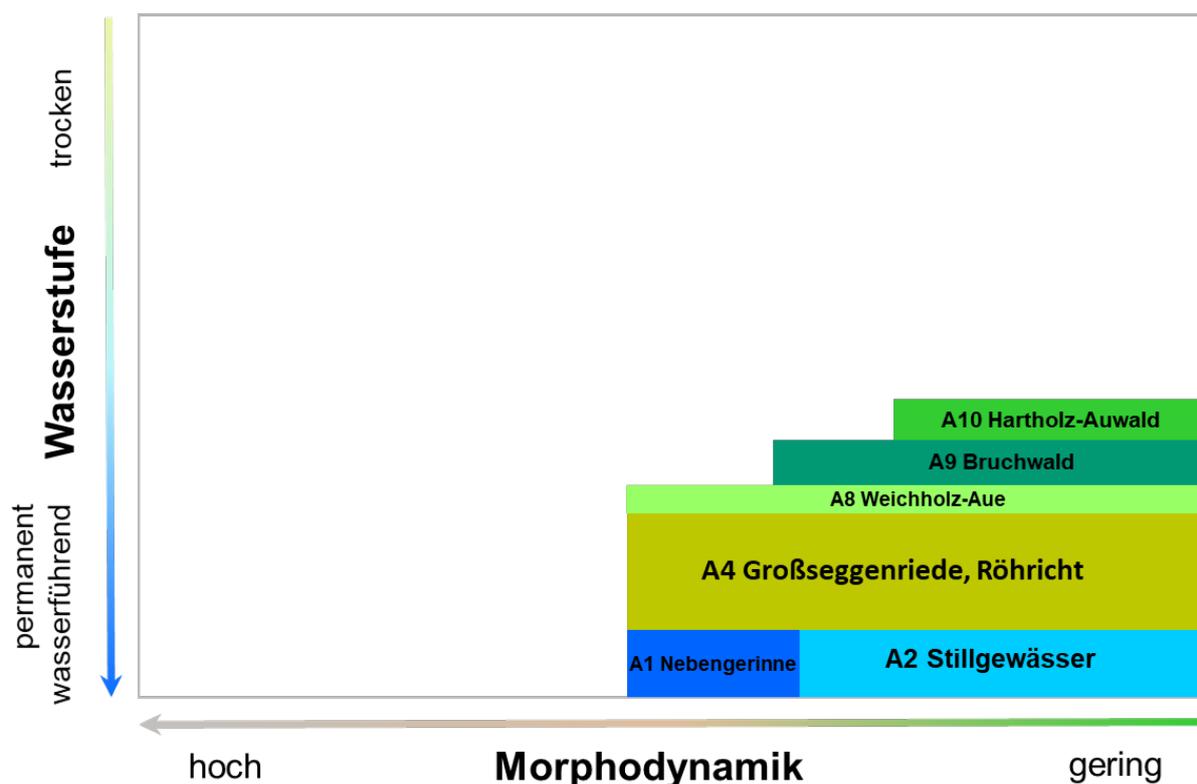
Code	Bezeichnung Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne (T. Ehlert)</b></p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer (K. Januschke)</b></p> 
<p><b>A4 - Großseggenriede, Röhrichte (K. Januschke)</b></p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH - Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranunculion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
A9	91D0	Moorwälder

## C.3 Gefällearme Flusssau des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch): FAT 2

### C.3.1 Allgemeine Charakterisierung

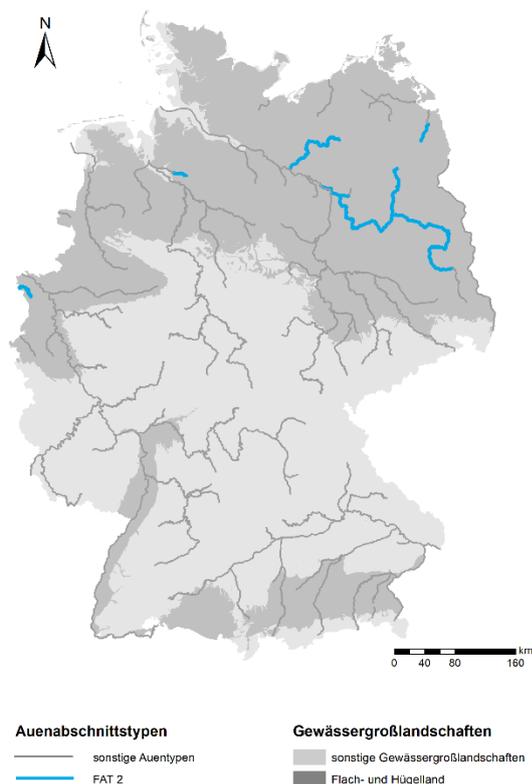


Abb. C.3: Geographische Lage der Auen gefällearmer Flüsse des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



Niers bei Geldern-Pont, NRW; Foto: K. Januschke

**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

#### Geographische Lage und Beispiele:

Norddeutschland, Schwerpunkt Urstromtäler Brandenburgs: Niers, Wümme, Elde, Dosse, Havel, Spree, Ucker

#### LAWA-Fließgewässertypen:

Typ 15 Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse,  
Typ 12 Organisch geprägte Flüsse

#### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Die Auenböden sind kaum vertikal gegliedert, das geringe Gefälle führt zu langanhaltenden Überflutungen (Winter/Frühjahr). Grundsätzlich gehört dieser Typ zu den dynamischeren Auen, kann aber auch morphologisch und abflussseitig stagnierende Verhältnisse aufweisen. Es gibt einen Hauptlauf und Nebenläufe mit einer raschen, lateralen Verlagerungstendenz, was zu ausgedehnten Altwassersystemen führt. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier vor allem Stillgewässer, Großseggenriede und Röhrichte sowie Bruchwald auf; die Auensubstrate sind dominiert von organischem Material und Sand/Kies. Arten- und wuchsformenreiche Schwimmblattgesellschaften sowie Großlaichkräuter prägen die Vegetation des Fließgewässers. Je nach Nährstoffgehalt sind die Stillgewässer von Armelechteralgen-, Zwergschlauch- bzw. Strandlings-Gesellschaften geprägt oder beherbergen Laichkraut- und Wasserlinsen-Gesellschaften. Der Flächenanteil der Röhrichte und Großseggenrieder in der Aue kann abschnittsweise stark variieren. So kennzeichnen sie häufig die Auen in niederungsartigen Aufweitungen oder im Bereich der Urstromtäler, in den Randmooren können Nieder- und Zwischenmoor-Gesellschaften auftreten. In gefällereichen Abschnitten mit höherem mineralischem Substratanteil treten die Röhrichte zurück. Je nach Grundwassereinfluss bilden sich Weidengebüsche oder auch Erlenbruchwälder.

### C.3.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 30.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend breite Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u. U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten teilweise ausgedehnte Niederungen
Höhenlage:	0 – 500 m ü. NN
Auengefälle:	0,1 – 0,5 ‰: regional (Brandenburger Urstromtäler) < 0,1 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	sehr lang anhaltende, sehr langsam ablaufende Überflutungen im Winterhalbjahr, sehr langsamer bis stagnierender Hochwasserabfluss
Laufstyp	unverzweigt bis kleinräumig, anastomosierend
Windungsgrad	gewunden bis stark mäandrierend

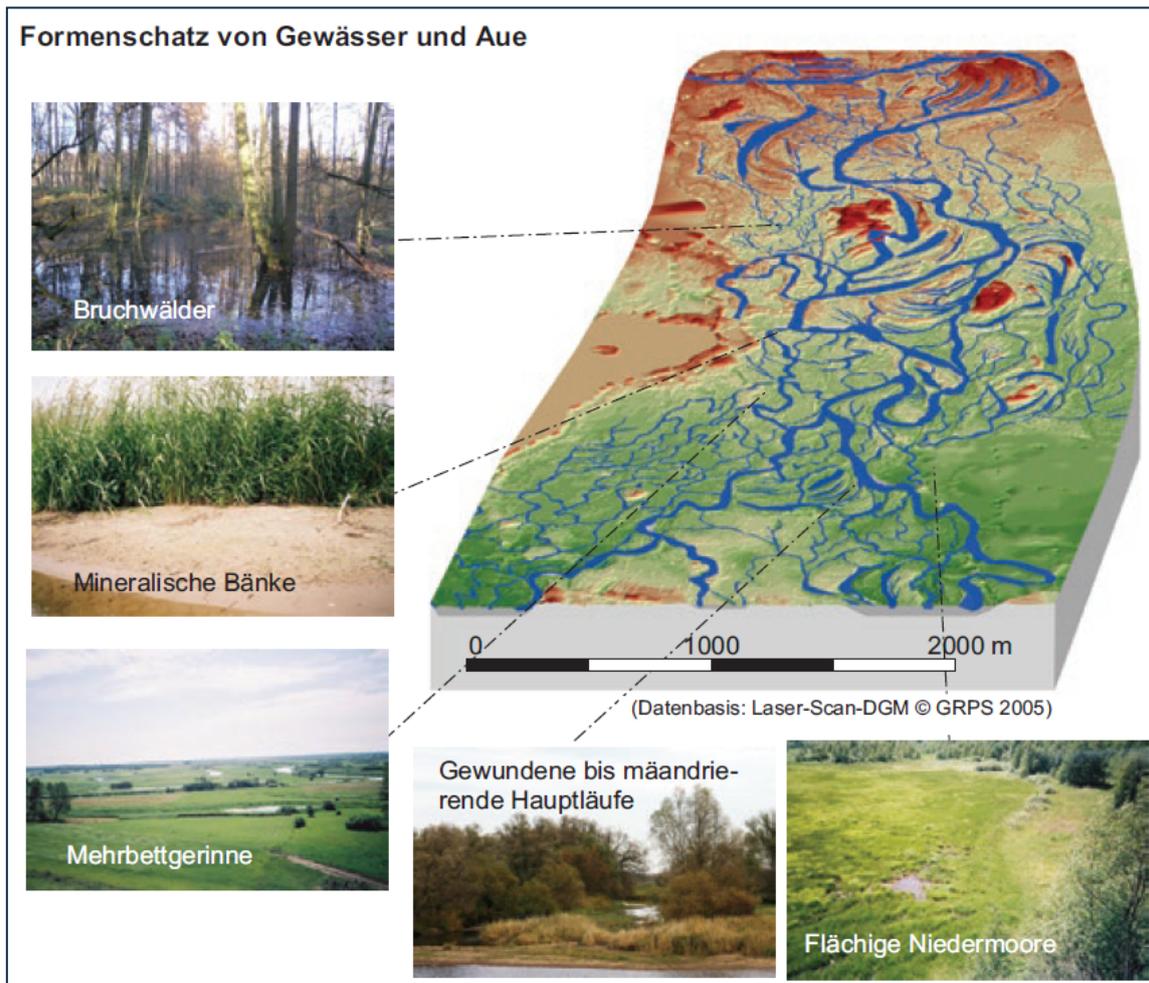


Abb. C.4: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005)

### C.3.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

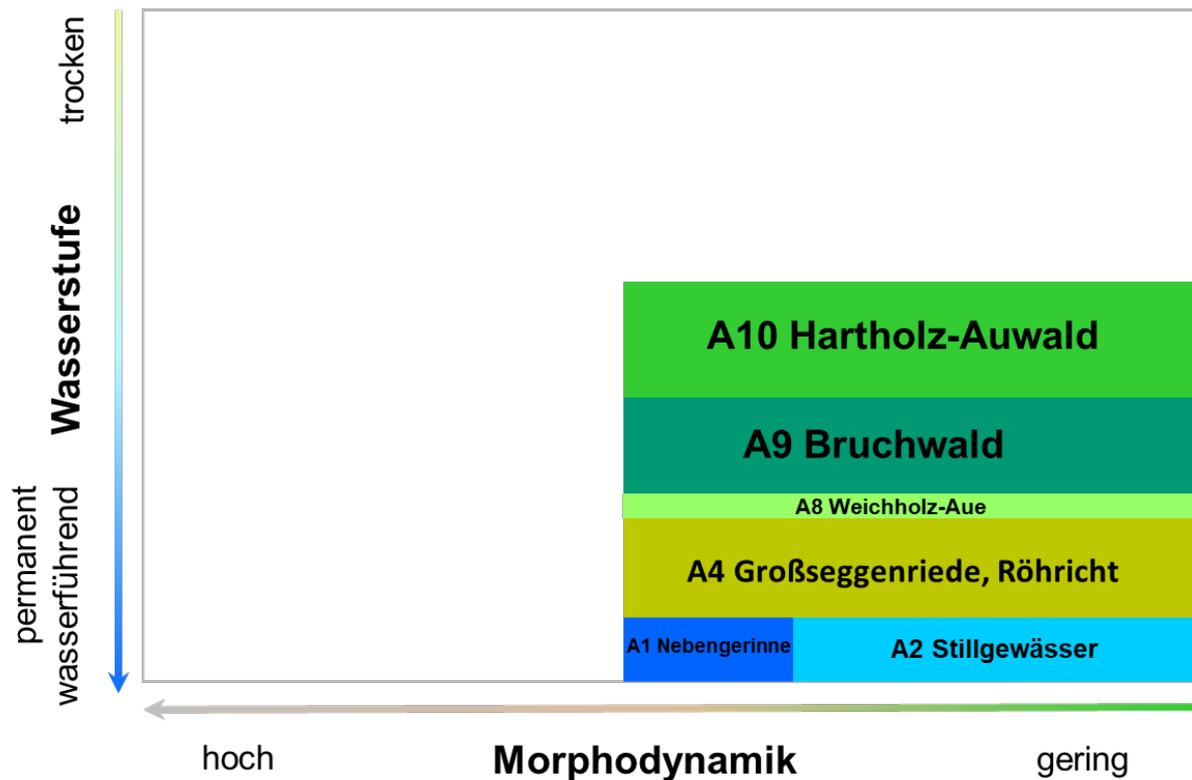
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)	<b>A4 - Großseggenriede, Röhrichte</b> (K. Januschke)
	
<b>A9 - Bruchwald</b> (B. Stammel)	
	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)

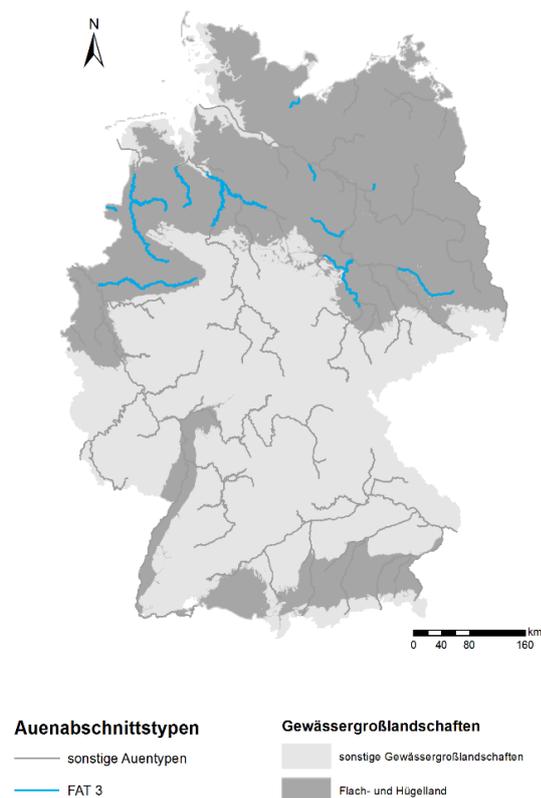


Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitriche-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	7150	Torfmoor-Schlenken (Rhynchosporion)
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden (Molinion caeruleae)
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A9	91D0	Moorwälder

## C.4 Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies): FAT 3

### C.4.1 Allgemeine Charakterisierung



**Großlandschaft:**  
Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiele:**  
große Teile Norddeutschlands: Lippe, Trave, Hunte, Aller, Weser, Jeetzel, Dosse, Ohre, Saale, Bode, Schwarze Elster, Ems, Hase

**LAWA-Fließgewässertypen:** Typ 15 Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse, Typ 15\_g Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse, Typ 17 Kiesgeprägte Tieflandflüsse

Abb. C.5: Geographische Lage der Auen gefällearmen Flüsse des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand/Kies) Fmit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Die breiten Täler dieses Flussautentyps weisen einen stark gegliederten Formenschatz von Hohl- und Vollformen in meist mehreren Auenstufen auf. Die laterale Verlagerung eines deutlichen Hauptgerinnes in leicht erodierbarem Substrat führt zu einem verschachtelten Mäandergürtel mit temporären und permanenten Stillgewässern und relikttärenden Uferwällen/-rehnen. Die Überflutungen sind langanhaltend und ausgedehnt, die Grundwassersituation ist aufgrund des ausgeprägten Reliefs sehr kleinräumig. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier vor allem Stillgewässer, Trockenstandorte und Weichholz-Auwald auf; die Auensubstrate bestehen aus tonig/lehmigem Material und Sand mit teils kiesigen Anteilen. Sowohl die Fließ- als auch die Stillgewässervegetation variiert in Abhängigkeit von Fließgeschwindigkeit, Nährstoffgehalt und Grundwasserzufluss. Sie leitet in temporären Gewässern zu Strandlingsgesellschaften oder auch Zweizahn- und Zwergbinsenfluren auf den kleinflächig vegetationsfreien Bereichen der sandig bis sandig-kiesigen Bänke des Gleitufers über. An häufig überfluteten Standorten mit Morphodynamik dominieren Silberweidenwälder, auf den höheren Auenstufen Eichen-Ulmenwald. An Standorten mit seltener Überflutung ist Eichen-Hainbuchenwald häufig. Untergeordnet finden sich auf durch Grundwasser beeinflussten, nassen Standorten kleinflächig Erlenbruch- und Eschenwälder und auf trockenen, offenen Sandflächen Sandtrockenrasen.

### C.4.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 30.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend breite Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u. U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten teilweise ausgedehnte Niederungen
Höhenlage:	0 – 100 m ü. NN
Auengefälle:	gefällearm, vorherrschend 0,2 – 0,4 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende, langsam abfließende Überflutungen im Winterhalbjahr, langsamer Hochwasserabfluss
Lauftyp	unverzweigt
Windungsgrad	gewunden bis stark mäandrierend, vorherrschend mäandrierend

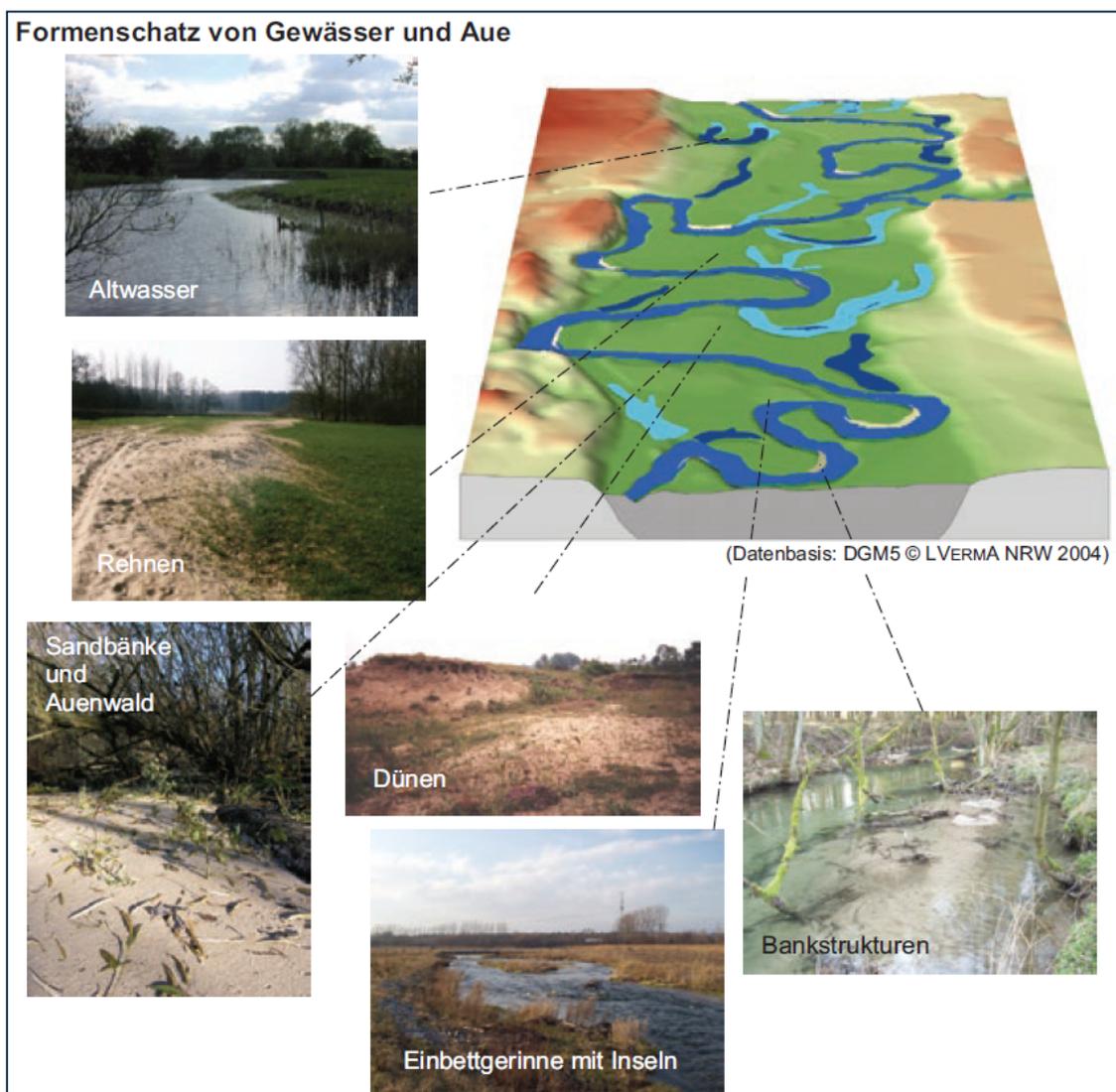


Abb. C.6: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005)

### C.4.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

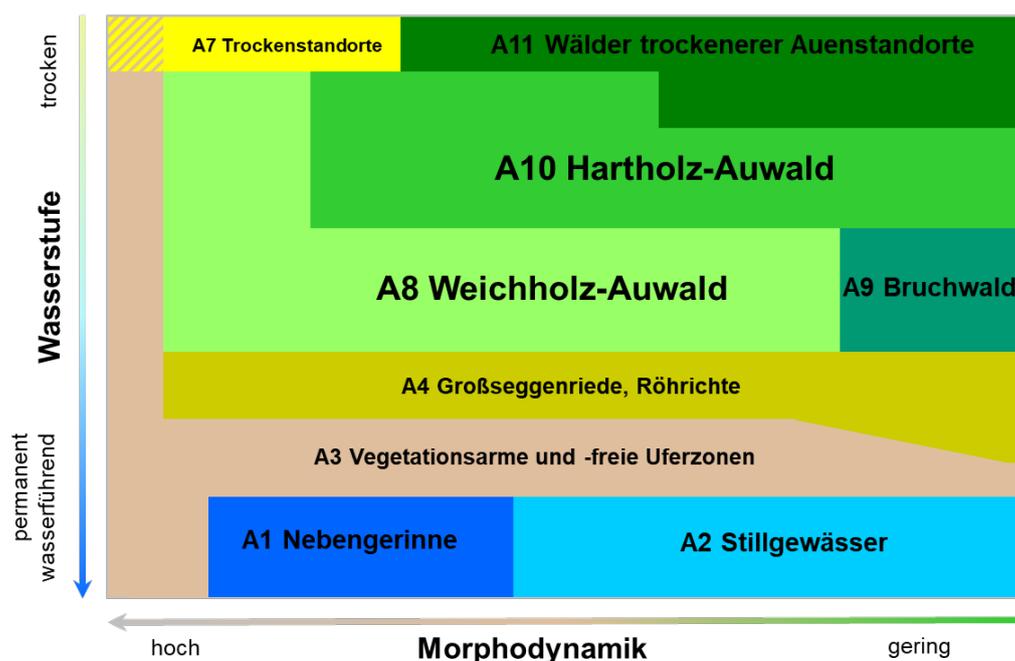
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)	<b>A7 - Trockenstandorte</b> (T. Ehlert)
	
<b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)	
	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranunculus fluitans</i> und des <i>Callitriche-Batrachion</i>
A2	3110	Oligotrophe, sehr schwach mineralische Gewässer der Sandebenen ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> )
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A4	7150	Torfmoor-Schlenken ( <i>Rhynchosporion</i> )
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.5 Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies): FAT 4

### C.5.1 Allgemeine Charakterisierung

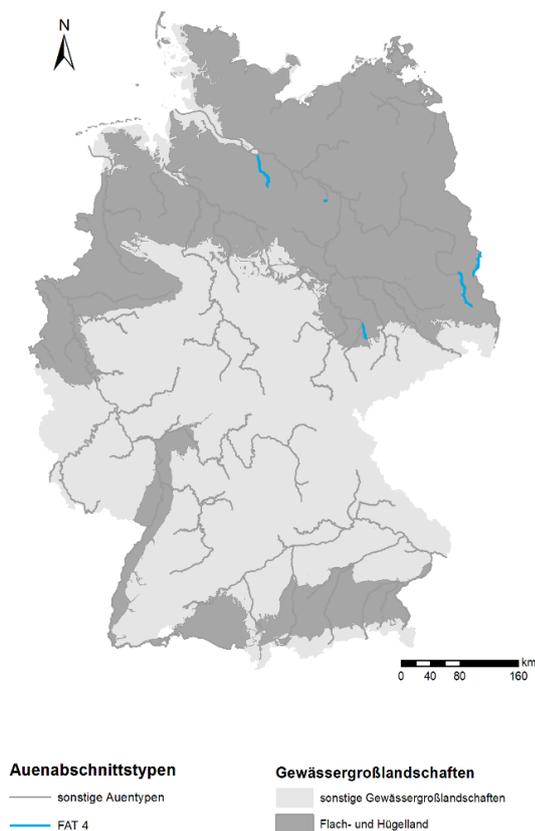


Abb. C.7: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand/Kies) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



Obere Spree bei Lieske, Sachsen; Foto: Steffen Krausche, Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft

**Großlandschaft:** Flach- und Hügellandschaft

**Geographische Lage und Beispiele:**

Nord- und Ostdeutschland: Ilmenau, Aland, Pleiße, obere Spree, Lausitzer Neiße

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 17 Kiesgeprägte Tieflandflüsse; Typ 15 Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

In diesem Auenabschnittstyp herrschen schmale Sohlentäler vor. Der Abfluss ist aufgrund des Einzugsgebiets mittelgebirgsähnlich und vergleichsweise dynamisch. Hochwasserspitzen treten im Winter auf, mit Zwischenmaxima im Hochsommer. In der unteren Auenstufe dominiert das Hauptgerinne, begleitet durch großflächige oftmals vegetationsfreie oder -arme Sand-/Kiesbank- und Inselstrukturen mit hohem dynamischem Potenzial. Nur hier gibt es eine laterale Verlagerung. Auf der höheren Auenstufe können abschnittsweise randliche Vermoorungen vorkommen. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten vor allem permanent oder teilweise durchflossene Nebengewässer, Stillgewässer sowie Weichholz- und Hartholz-Auwald auf. Die Fließgewässervegetation wird durch die Fließgeschwindigkeit beeinflusst und reicht von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Insbesondere an den Gleitufeln und Inseln können sich Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen entwickeln. Daran schließen sich verschiedene Röhrichte (Schilf, Rohrglanzgras, Wasserschwaden, Großseggen) und Hochstaudenfluren an. In der niedrigen Auenstufe dominiert der Silberweidenwald, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald bis hin zu Eichen-Hainbuchenwald. Kleinflächig, in Randsenken und verlandeten Altwässern finden sich Erlenbruch- und Eschenwälder. Auf höheren Standorten kommt es auch zur Ausbildung von trockenen, offenen Sandflächen mit Sandtrockenrasen, die sich durch Sukzession über Trockengebüsche zu Eichen-Buchen-Mischwäldern entwickeln können.

### C.5.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 3.000 km <sup>2</sup>
Talform:	häufig enge Sohltäler mit lokalen Talweitungen
Höhenlage:	0 – 190 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich > 0,5 ‰, vorherrschend 0,8 – 1,2 ‰,
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	im Winter langanhaltende, durch höheres Talbodengefälle schneller abfließende Überflutungen; zuerst Überflutung des flach geneigten Gleituferumfeldes, z. T. spätere Ausuferungen des Gewässers durch natürliche Rehen
Lauftyp	unverzweigt
Windungsgrad	gewunden bis stark mäandrierend, vorherrschend mäandrierend

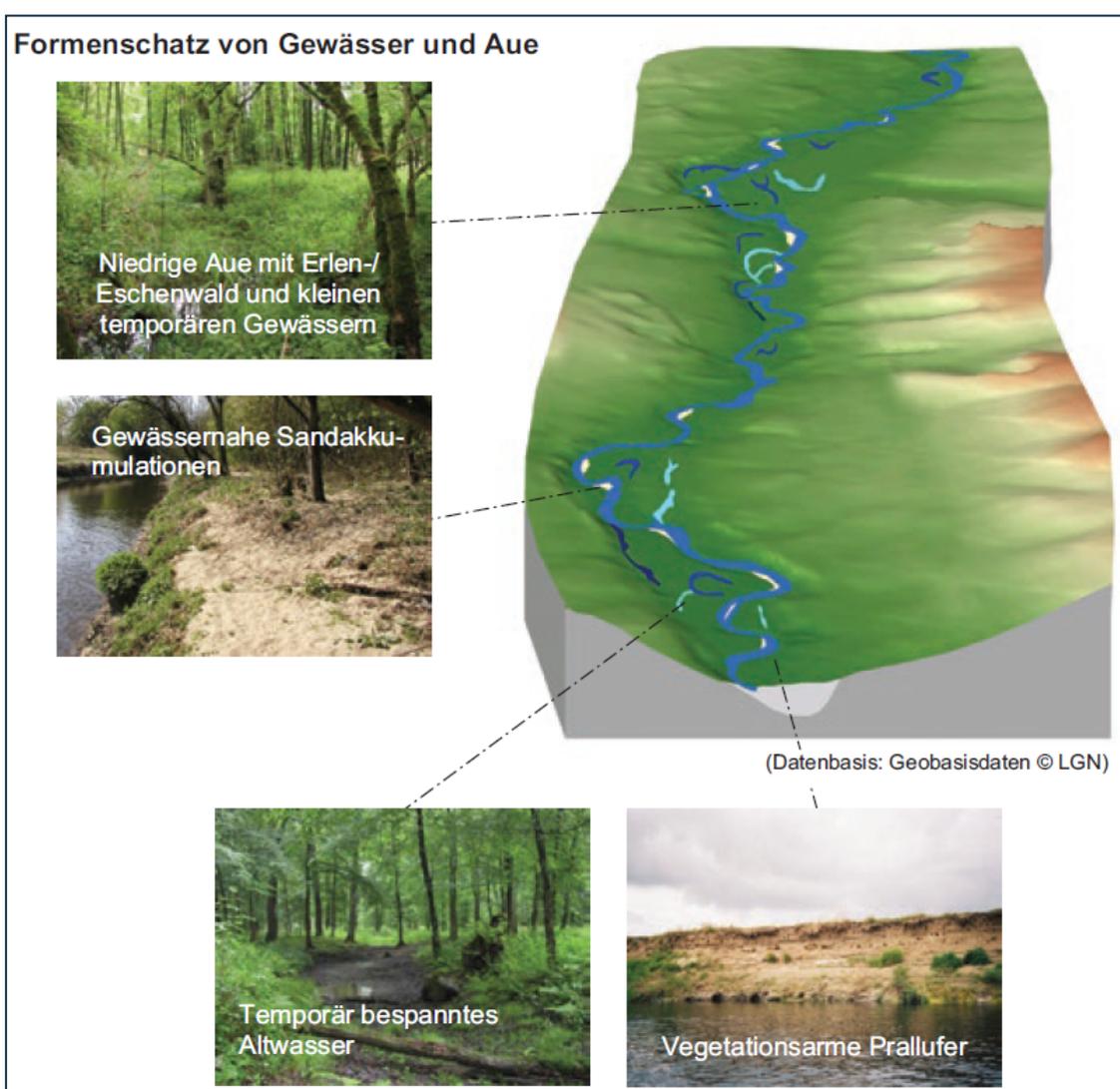


Abb. C.8: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.5.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

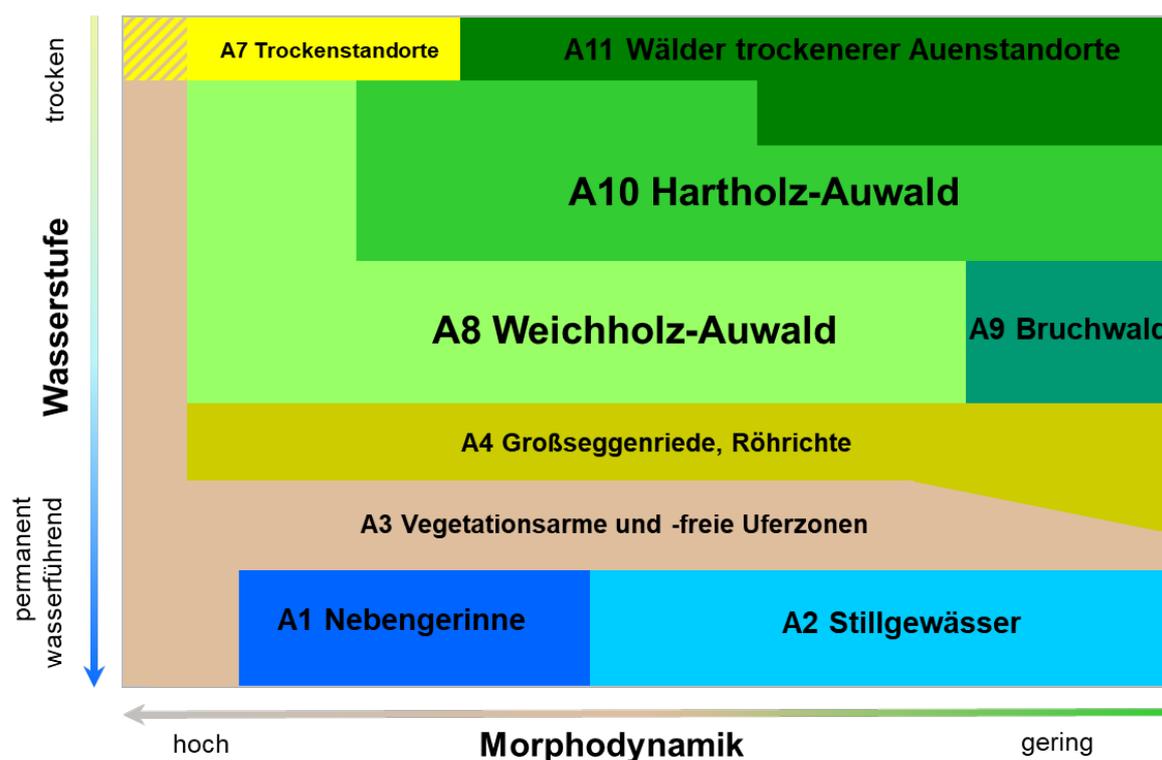
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/ Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 	<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranunculon fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.6 Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Kies): FAT 5

### C.6.1 Allgemeine Charakterisierung

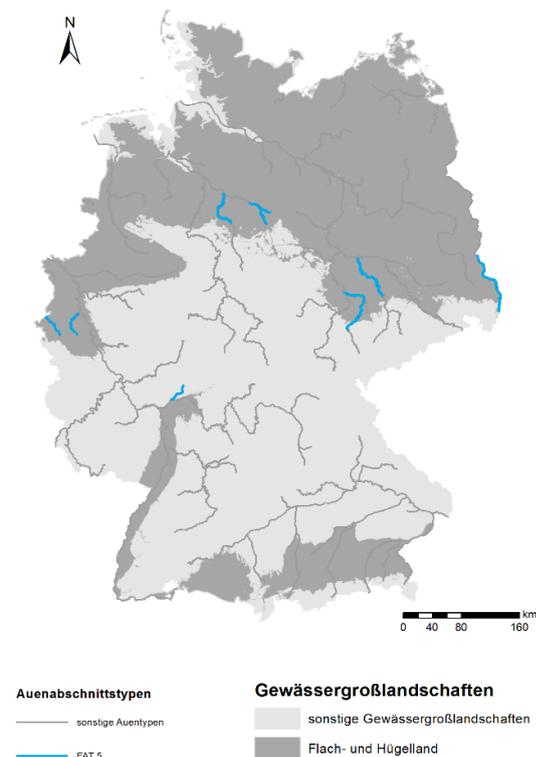


Abb. C.9: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Flach- und Hügellandes (Kies) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



Untere Mulde, Sachsen; Foto: Michael Vieweg, UFZ.

**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiele:**

Übergang von Mittelgebirgen zum Flach- und Hügelland: Rur, Erft, Nidda, Leine, Oker, Aller, Weiße Elster, Mulde, Neiße

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 17 Kiesgeprägte Tieflandflüsse, Typ 15 Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse; untergeordnet Typ 9: Große Flüsse des Mittelgebirges

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Ausgedehnte Talböden mit pleistozänen Terrassenstufen und einem ausgeprägten Relief herrschen in diesem Auentyp vor. Der Abfluss ist dynamisch (Nähe zu Deckgebirgen), Hochwasserspitzen treten im Winter auf. Das Hauptgerinne ist (stark) mäandrierend, die untere Auenstufe ist somit sehr formenreich mit zahlreichen sichelförmigen Verlagerungsstrukturen, Altwässern und kleinen Nebenläufen. Langanhaltende Überflutungen in der unteren Aue führen zusammen mit dem starken Auenrelief zu einer sehr kleinräumigen Differenzierung der Überflutungs- und Grundwasserbedingungen. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier permanent oder teilweise durchflossene Nebengewässer, Stillgewässer, vegetationsarme und -freie Uferzonen sowie Weichholz- und Hartholz-Auwald auf. Die Fließgewässervegetation wird durch die Fließgeschwindigkeit beeinflusst und reicht von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Insbesondere an den Gleitufeln und Inseln können sich während der Vegetationsperiode Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen entwickeln. Daran schließen sich verschiedene Röhrichte (Schilf, Rohrglanzgras, Wasserschwaden, Großseggen) und Hochstaudenfluren an. Auf Standorten höherer Morphodynamik (Mäanderinnenbögen, Nebengerinne) bilden sich Weidengbüsche aus. In der niedrigen Auenstufe dominiert der Silberweidenwald, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald bis hin zu Eichen-Hainbuchenwald. Trockene Sandflächen mit entsprechender Vegetation fehlen in diesem Auenabschnittstyp.

### C.6.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 7.500 km <sup>2</sup>
Talform:	häufig weite Sohlentäler mit randlichen Auenstufen
Höhenlage:	0 – 190 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich > 0,5 ‰; vorherrschend 0,6 – 1,6 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	im Winter langanhaltende, durch höheres Talbodengefälle schneller abfließende Überflutungen; zuerst Überflutung des flach geneigten Gleitufenumfeldes, z. T. spätere Ausuferungen des Gewässers durch natürliche Rehen
Laufotyp:	unverzweigt
Windungsgrad:	gewunden bis stark mäandrierend, vorherrschend mäandrierend

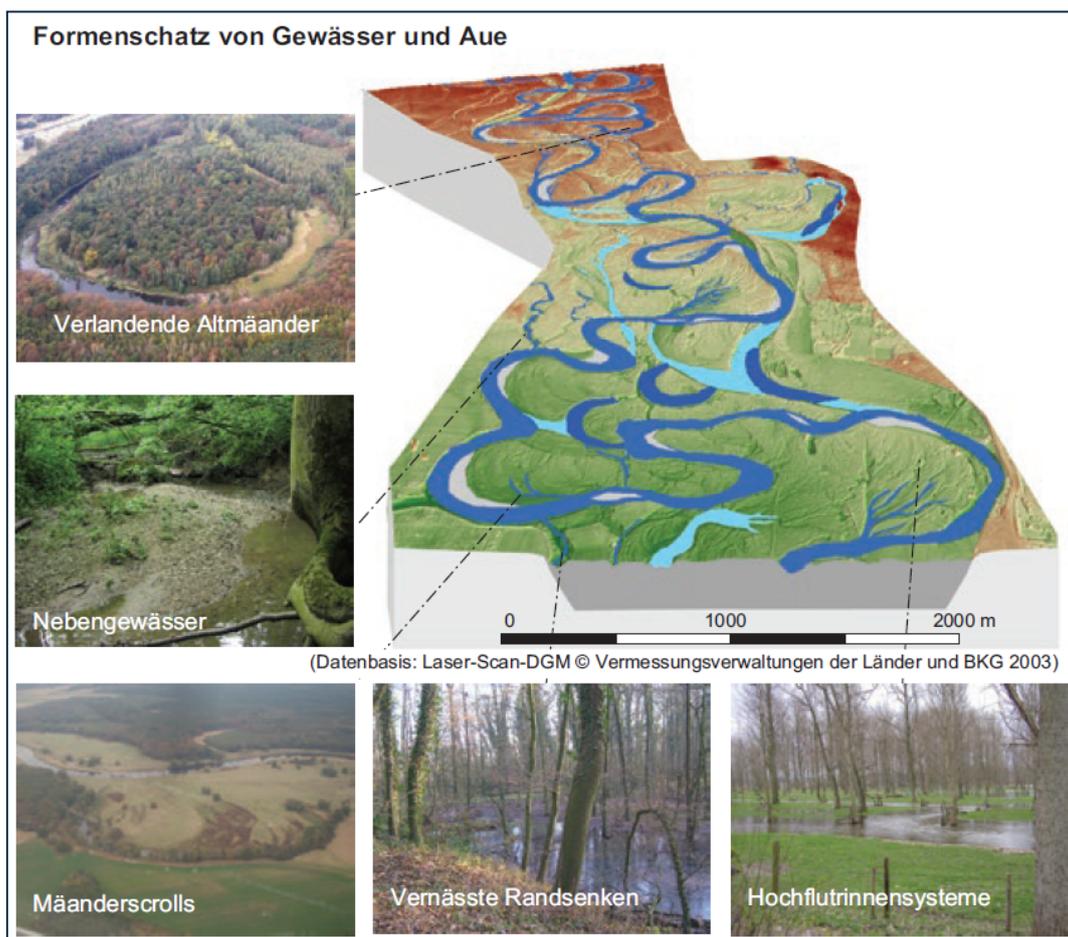


Abb. C.10: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005)

### C.6.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

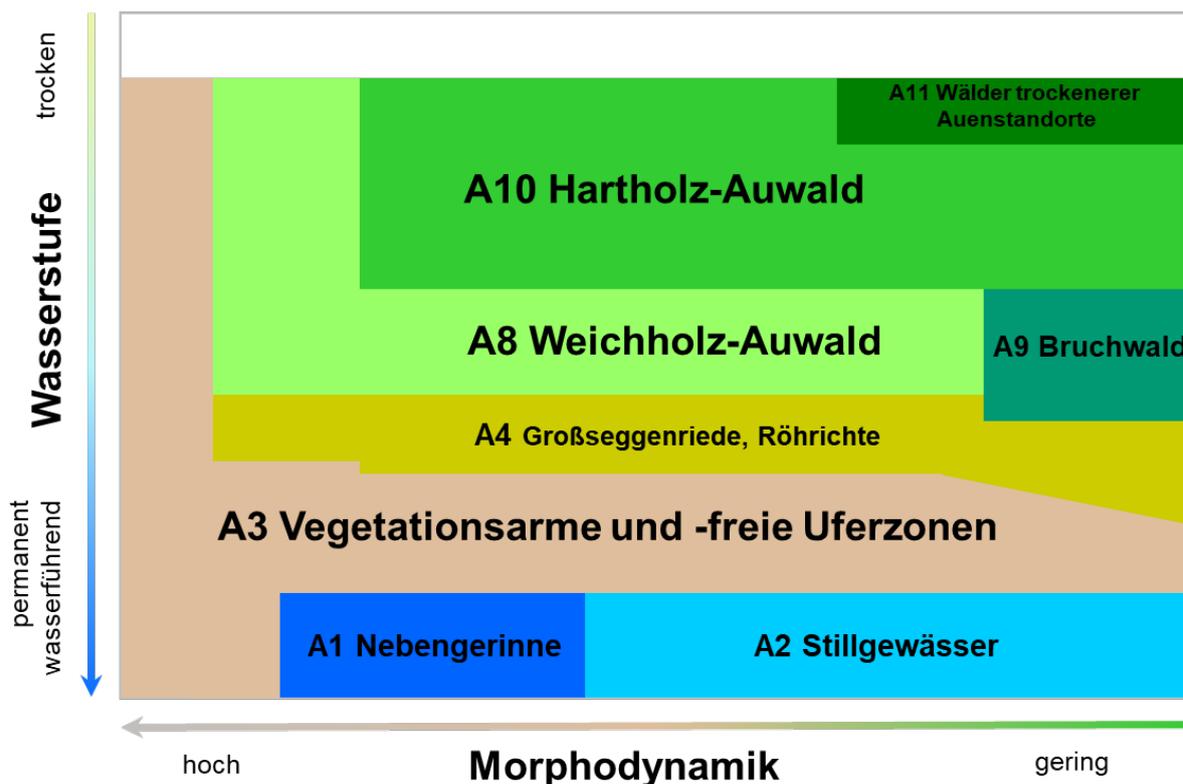
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 
<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)

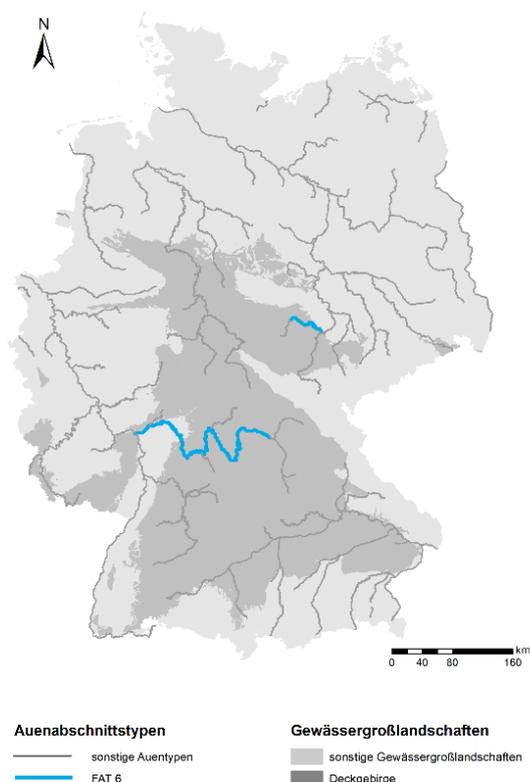


Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitriche-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodium rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden (Molinion caeruleae)
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.7 Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Sand-Kies): FAT 6

### C.7.1 Allgemeine Charakterisierung



Main bei Zapfendorf, Bayern; Foto: WWA Kronach.

**Großlandschaft:** Deckgebirge

**Geographische Lage und Beispiele:**

Süden Deutschlands: Main, Unstrut

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges, Typ 10 Kiesgeprägte Ströme

Abb. C.11: Geographische Lage der Auen gefällearmen Flüsse des Deckgebirges (Sand-Kies) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Karbonatreiches Lockergestein bildet das Basissubstrat für diesen Auentyp, nur kleinräumig kann es zu Niedermoorbildungen kommen. Hohe Feinsedimentauflagen (Auenlehm) überprägen und vereinheitlichen die Auen dieses Typs. Sehr breite hügelige Sohlentäler mit teilweise asymmetrischen Tälern werden von einem mäandrierendem Einbettgerinne, abschnittsweise mit zahlreichen Altgewässern oder Flutrinnen, aber auch Dünen und Rehen durchzogen. Eine deutliche Reliefierung führt zu einer Differenzierung der hydrologischen Bedingungen. Winterliche Überflutungen, in der unteren Auenstufe langanhaltend, und sommerliche Niedrigwasserphasen mit kurzen, weniger stark ausgeprägten Sommerhochwässern sind typisch für diese dynamische Aue. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier Stillgewässer, Trockenstandorte und Weichholz-Auwald auf. Die Fließgewässervegetation wird durch die Fließgeschwindigkeit beeinflusst und reicht von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Die Stillgewässervegetation ist dagegen durch den Nährstoffgehalt geprägt: stärker grundwasserbeeinflusst (z. B. Randsenken) mit Armleuchteralgen-Gesellschaften, nährstoffreicher dagegen Laichkraut- und Wasserlinsen-Gesellschaften. Die Gleitufer sind oft vegetationsfrei, können sich während der Vegetationsperiode zu Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrassen entwickeln. Daran schließen sich verschiedene Röhrichte (Schilf, Rohrglanzgras, Wasserschwaden, Großseggen) und Hochstaudenfluren an. Auf Standorten höherer Morphodynamik bilden sich Weidengebüsche aus. In der niedrigen Auenstufe dominiert dann der Silberweidenwald, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald. Kleinfächig in den Randsenken finden sich Erlenbruchwälder und Eschenwälder. Es kommt zu lokalen Vorkommen von trockenen, offenen Sandflächen mit Sandtrockenrasen.

### C.7.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	vorherrschend > 12.000 km <sup>2</sup> , teilweise auch deutlich kleiner
Talform:	sehr breite Sohlentäler mit randlich gelegenen höheren, alten Auenstufen, die nicht bzw. nur bei seltenen Hochwassern geflutet werden, im Wechsel mit Engtalsituationen, in denen die gesamte Aue stetig fluvial überprägt wird
Höhenlage:	90 - 210 m ü. NN
Auengefälle:	gefällearm 0,1 – 0,5 ‰, vorherrschend 0,3 – 0,4 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	lange bis mittlere Dauer der Überflutung der Aue bei geringem Auengefälle, langsame Durchströmung der niedrigen Aue in Abhängigkeit des Feinreliefs, lange Überflutungen auf Rinnensysteme konzentriert
Lauftyp	unverzweigtes Einbettgerinne
Windungsgrad	schwach gewunden bis mäandrierend

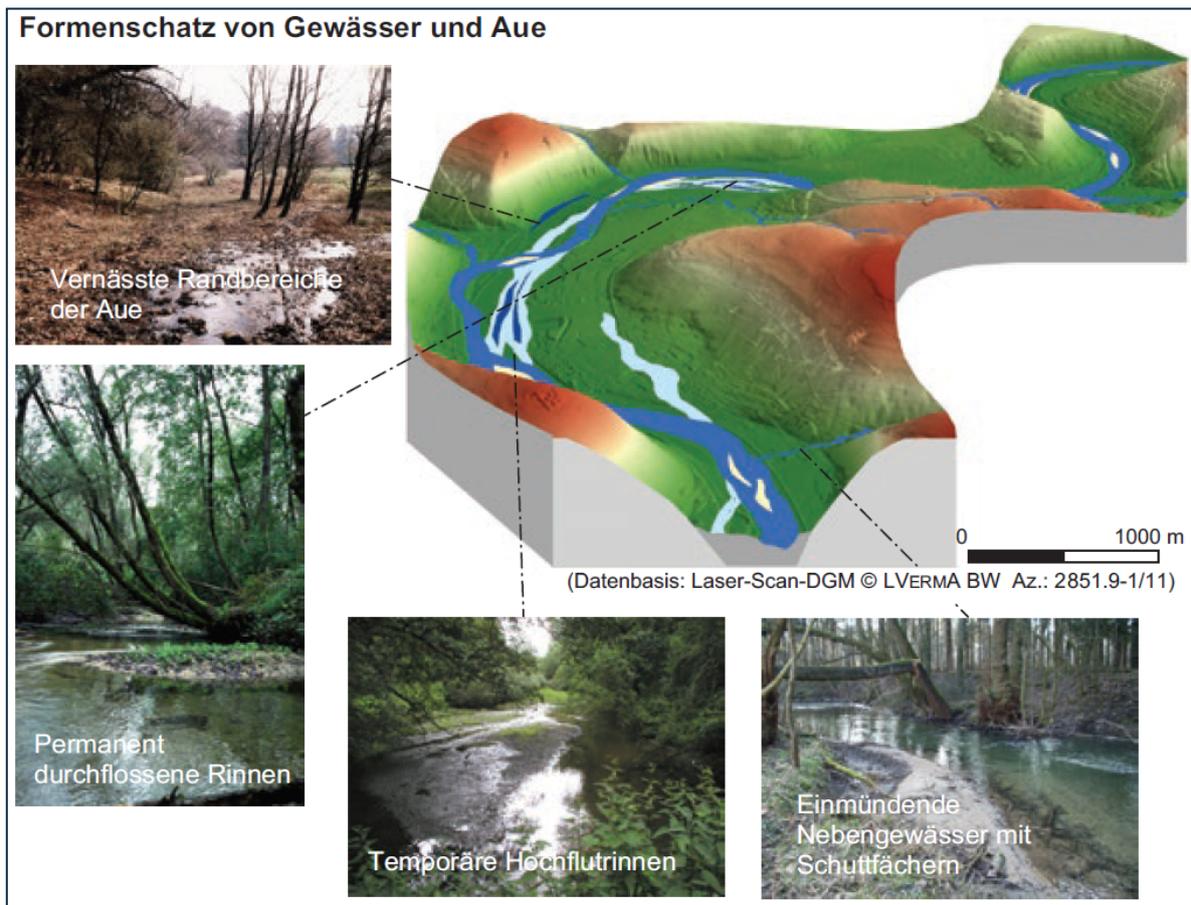


Abb. C.12: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.7.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

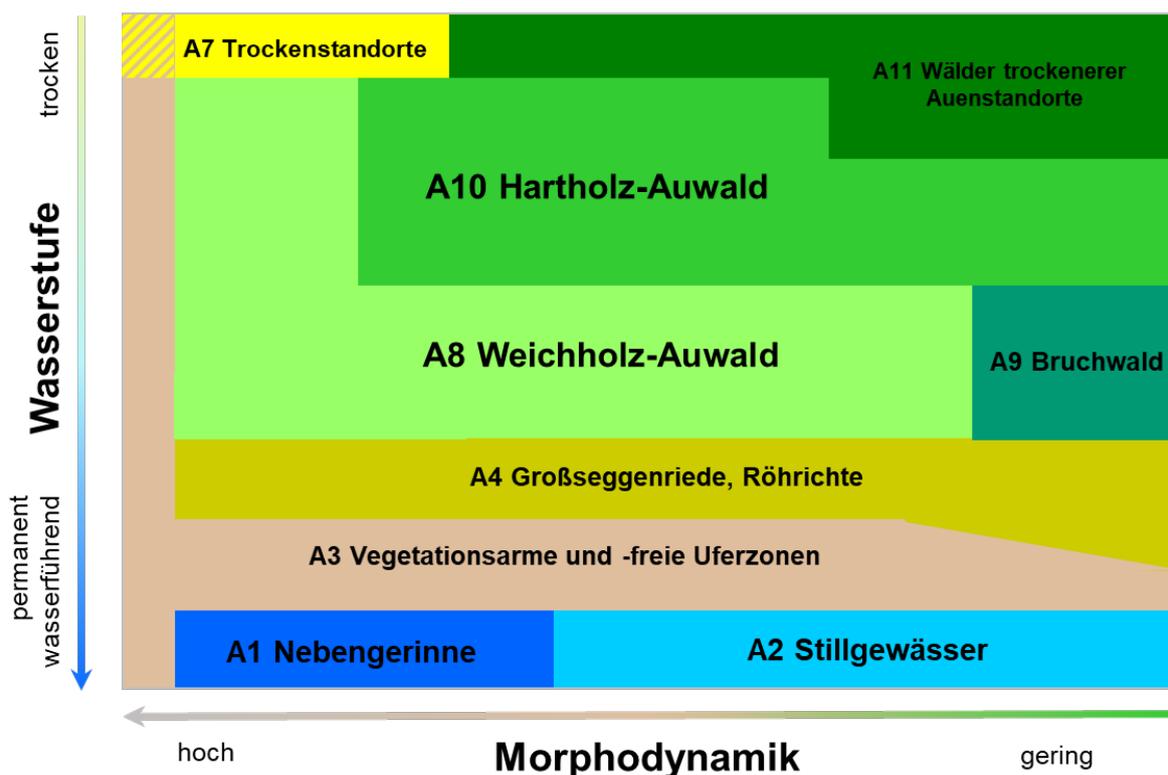
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitat

<b>A2 - Stillgewässer</b> (F. Foeckler)	<b>A7 - Trockenstandorte</b> (K. Januschke)
	
<b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (K. Januschke)	
	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitriche-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A3	3270	Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des <i>Chenopodium rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A5	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.8 Gefällearme Flussaue des Deckgebirges (Kies und Kies-Schotter): FAT 7

### C.8.1 Allgemeine Charakterisierung

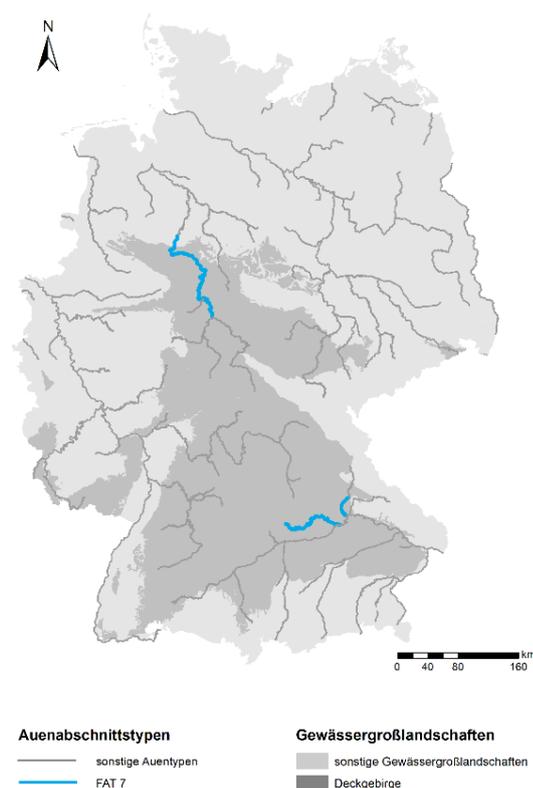


Abb. C.13: Geographische Lage der Auen gefällearmen Flüsse des Deckgebirges (Kies und Kies-Schotter) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



**Großlandschaft:** Deckgebirge

**Geographische Lage und Beispiele:**

Niedersächsisches Bergland: Weser, Fränkischer Jura: Naab, Altmühl

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 10 Kiesgeprägte Ströme, Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Karbonatreiches, vorwiegend kiesiges Lockergestein, entlang der großen Flüsse auch Schotter, bildet das Basis substrat. Hohe Feinsedimentauflagen (Auenlehm) überprägen und vereinheitlichen jedoch die Auentypen FAT 6 und 7. Sohlentäler verschiedener Breite mit kalteiszeitlichen Terrassen aber auch Engtalsituationen werden von einem gewundenen Hauptlauf, teilweise mit Nebengerinnen durchzogen. Winterliche Überflutungen, in der unteren Auenstufe langanhaltend, und sommerliche Niedrigwasserphasen mit kurzen, weniger stark ausgeprägten Sommerhochwässern sind typisch für diese dynamische Aue. Das Auenrelief bedingt eine kleinräumige Differenzierung der Grundwasserstände. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier vor allem Weichholz- und Hartholz-Auwald auf. Die Fließgewässervegetation wird durch die Fließgeschwindigkeit beeinflusst und reicht von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Die Stillgewässervegetation ist dagegen durch den Nährstoffgehalt geprägt: stärker grundwasserbeeinflusst (z. B. Randsenken) mit Armelechteraigen-Gesellschaften, nährstoffreicher dagegen Laichkraut- und Wasserlinsen-Gesellschaften. Die Mitten- und Seitenbänke sind oft vegetationsfrei, können sich während der Vegetationsperiode zu Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen entwickeln. Daran schließen sich verschiedene Röhrichte (Schilf, Rohrglanzgras, Wasserschwaden, Großseggen) und Hochstaudenfluren an. Auf Standorten höherer Morphodynamik bilden sich Weidengebüsche aus. In der niedrigen Auenstufe dominiert dann der Silberweidenwald, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald. Kleinflächig in ehemaligen Hauptrinnen finden sich je nach Morphodynamik Bruchwälder, Hochstaudenfluren oder Weidengebüsche.

### C.8.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	> 12.000 km <sup>2</sup> , teilweise auch deutlich weniger
Talform:	sehr breite Sohlentäler mit randlich gelegenen höheren, alten Auenstufen, die nicht bzw. nur bei seltenen Hochwassern geflutet werden, im Wechsel mit Engtalsituationen, in denen die gesamte Aue stetig fluvial überprägt wird
Höhenlage:	50 – 410 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich 0,1 – 0,5 ‰; vorherrschend 0,4 – 0,5 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	lange bis mittlere Dauer der Überflutung der Aue bei geringem Auengefälle, langsame Durchströmung der niedrigen Aue in Abhängigkeit des Feinreliefs, lange Überflutungen auf Rinnensysteme konzentriert; nebengerinnereiche Ausprägung mit größerer Differenzierung der Fließgeschwindigkeit in der überfluteten Aue
Lauftyp	Mehrbettgerinne (Hauptgerinne mit variierender Zahl an Nebengerinnen), abschnittsweise Einbettgerinne
Windungsgrad	gestreckt bis mäandrierend

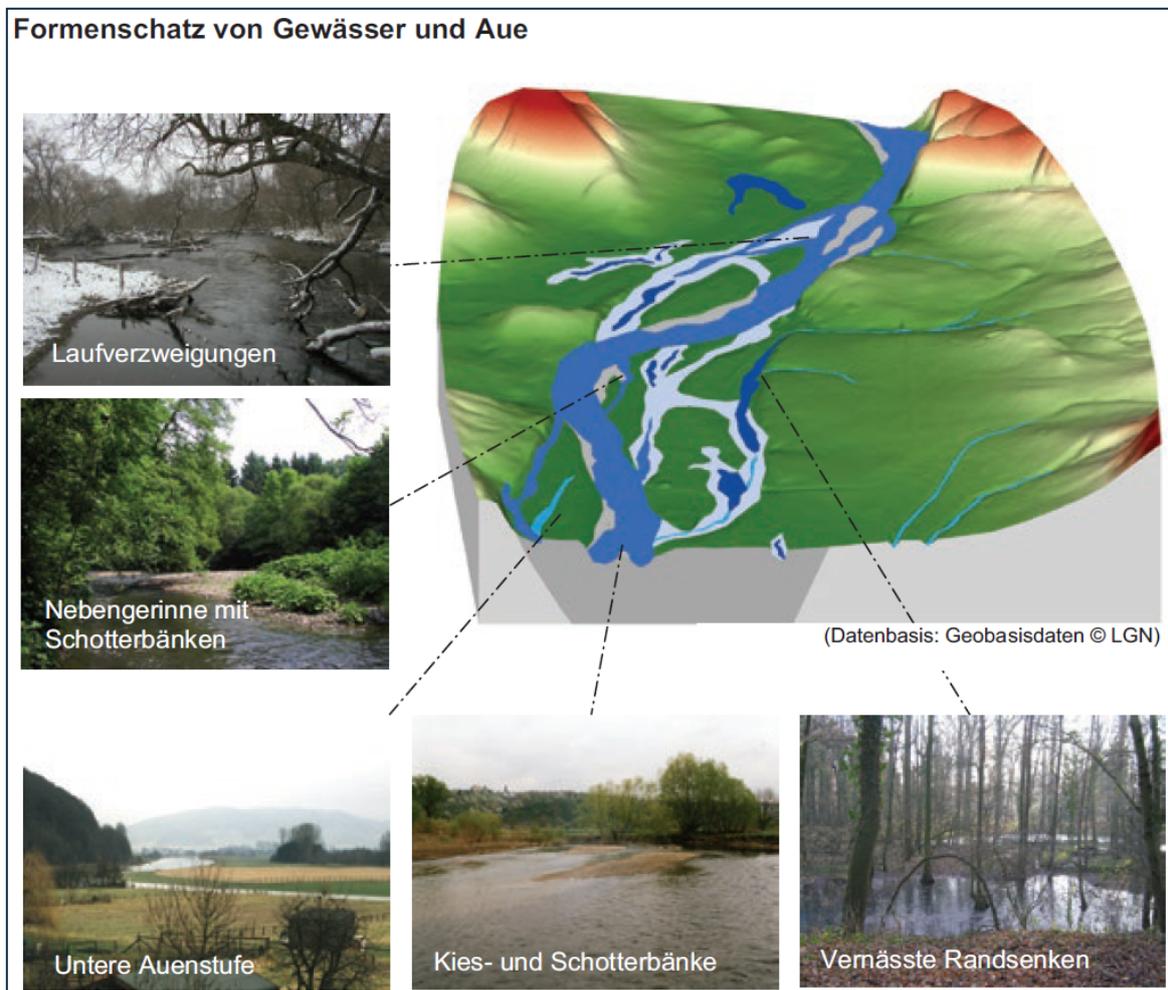


Abb. C.14: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.8.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

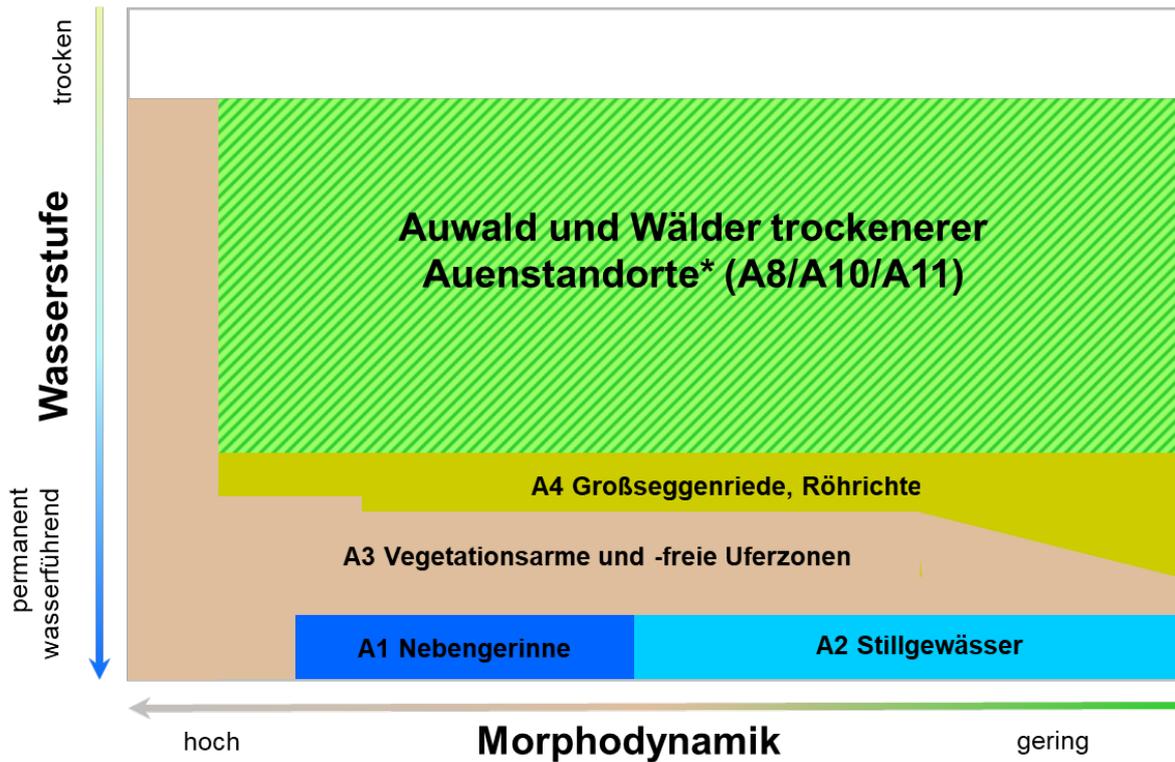
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

A8 - Weichholz-Auwald (K. Januschke)	A10 - Hartholz-Auwald (R. Manderbach, <a href="http://www.deutschland-natur.de">www.deutschland-natur.de</a> )
	

**Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)**



\* Ausprägung und Zusammensetzung abhängig von Überflutungsdauer und Grundwassereinfluss

**Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten**

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitriche-Batrachion
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A5	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden (Molinion caeruleae)
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen (Cnidion dubii)
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>

## C.9 Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Sand, Sand-Kies und Kies): FAT 8

### C.9.1 Allgemeine Charakterisierung

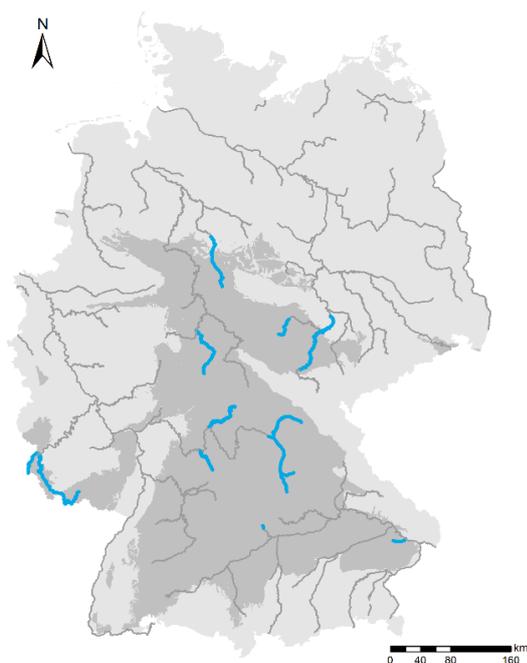


Abb. C.15: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Deckgebirges (Sand, Sand-Kies und Kies) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



Vils, Bayern; Foto: Wolfgang Englmüller, WWA Deggendorf.

**Großlandschaft:** Deckgebirge

**Geographische Lage und Beispiele:**

Linksrheinisch: Blies, Saar, Mosel; Mitte Deutschlands/EZG Main: Tauber, Fränk. Saale, Roter Main, Regnitz, Pegnitz, Süddeutschland: Vils; Leine, Obere Unstrut, Obere Fulda, Wörnitz

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges, Typ 2 Fließgewässer des Alpenvorlandes

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Die Talböden sind relativ breit. Das Gefälle kann variieren, so dass die Substrate auch kleinräumig wechseln können. Die Decksubstrate in der Aue sind von Auenlehm dominiert, randliche Vermoorung sind selten. Nur kleinräumig tritt eine höhere Auenstufe auf. Diese breiteren Abschnitte sind aufgrund lateraler Verlagerung des gewundenen oder mäandrierenden Gewässers reich an linearen Hohlformen und haben ein ausgeprägtes Kleinrelief. Aufgrund der nur kurzen, vor allem im Winter auftretenden Hochwässer sind neben den Altwässern auch temporäre Gewässer häufig. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier Stillgewässer, vegetationsarme und -freie Uferzonen sowie Weich- und Hartholz-Auwald auf. Die Fließgewässervegetation wird durch die Fließgeschwindigkeit beeinflusst und reicht von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Die Stillgewässervegetation ist dagegen durch den Nährstoffgehalt geprägt: stärker grundwasserbeeinflusst (z. B. Randsenken) mit Armelechteraigen-Gesellschaften, nährstoffreicher dagegen Laichkraut- und Wasserlinsen-Gesellschaften. In der anschließenden sandig-kiesigen Wechselwasserzone an den Gleituferbänken fallen bei Niedrigwasser relativ große Flächen trocken, die dann von Pionierfluren oder Flutrasen besiedelt werden. An verlandenden Altwässern oder ähnlichen nassen Standorten finden sich Röhrichte und Rieder sowie Hochstaudenfluren, vereinzelt treten bei höherer Morphodynamik auch Weidengebüsche auf. Auf den häufig überfluteten Bereichen der niedrigen Aue stockt Silberweidenwald. In Abhängigkeit von Überflutungshäufigkeit und Grundwassereinfluss treten in der höheren Aue verschiedene Waldtypen auf: Eichen-Ulmenwald bei gelegentlicher Überflutung und Erlen-Eschenwald bei zusätzlich hohem Grundwassereinfluss. Auf der höchsten, selten überfluteten Stufe stockt Eichen-Hainbuchenwald.

### C.9.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 13.000 km <sup>2</sup>
Talform:	Wechsel zwischen sehr breiten Sohlentälern und Engtälern, in breiten Talsituationen auch alte Auenstufen enthalten
Höhenlage:	80 – 610 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich > 0,5 ‰, überwiegend zwischen 0,6 – 1,2 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	häufigere kurzzeitige Überflutungen der Aue, schneller Hochwasserwellenverlauf
Lauftyp	unverzweigtes Einbettgerinne
Windungsgrad	gewunden bis mäandrierend

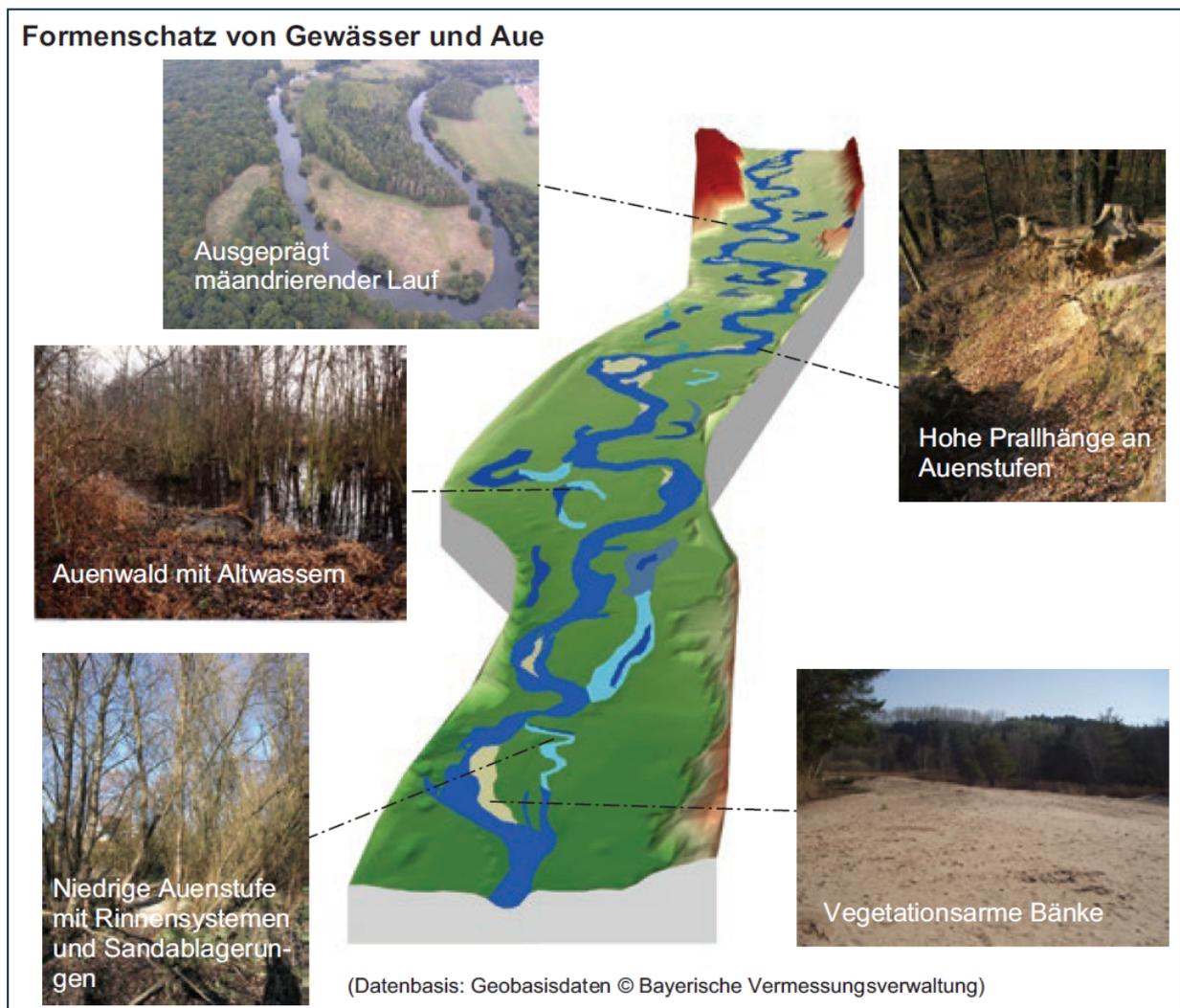


Abb. C.16: Formenschatz von Gewässer und Aue für die gefällereiche sandgeprägte Flussaue des Deckgebirges mit Winterhochwassern nach Koenzen (2005). Die gefällereiche kies-sand-geprägte Flussaue des Deckgebirges unterscheidet sich im Hinblick auf den Formenschatz nicht.

### C.9.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(prägend = vorherrschend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

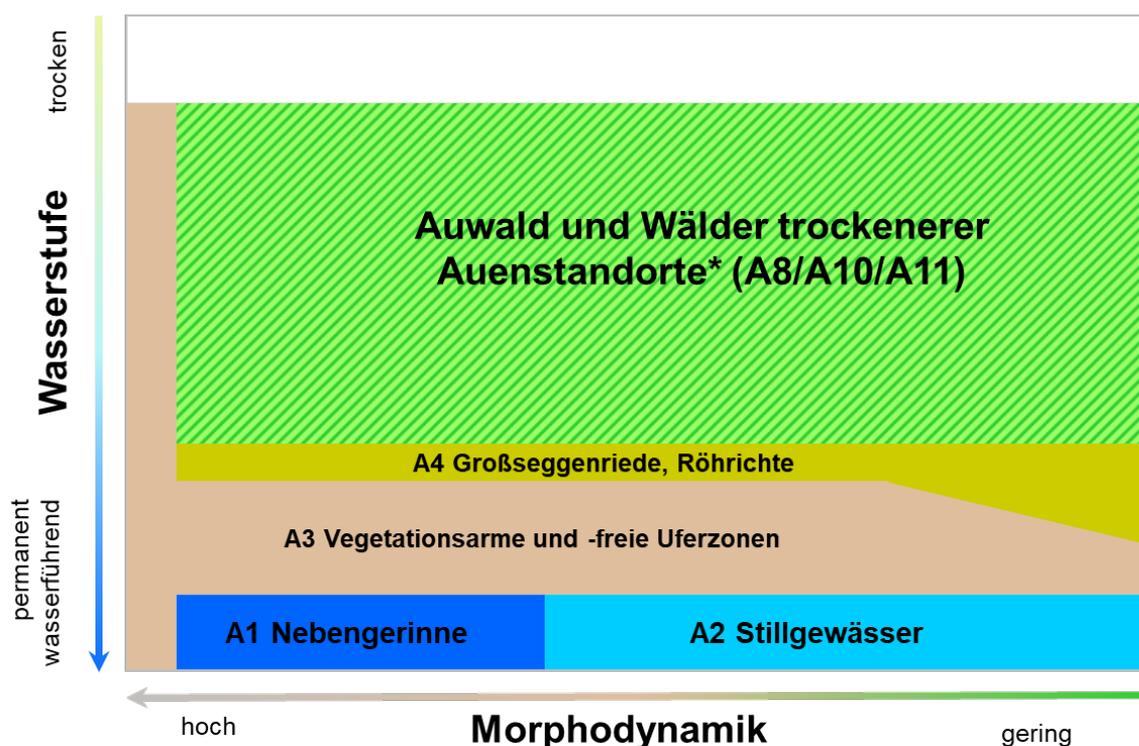
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (F. Foeckler)</p> 	<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (R. Manderbach, <a href="http://www.deutschland-natur.de">www.deutschland-natur.de</a>)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



\* Ausprägung und Zusammensetzung abhängig von Überflutungsdauer und Grundwassereinfluss

Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitriche-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitons
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A5	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>

## C.10 Gefällereiche Flussau des Deckgebirges (Kies-Schotter): FAT 9

### C.10.1 Allgemeine Charakterisierung

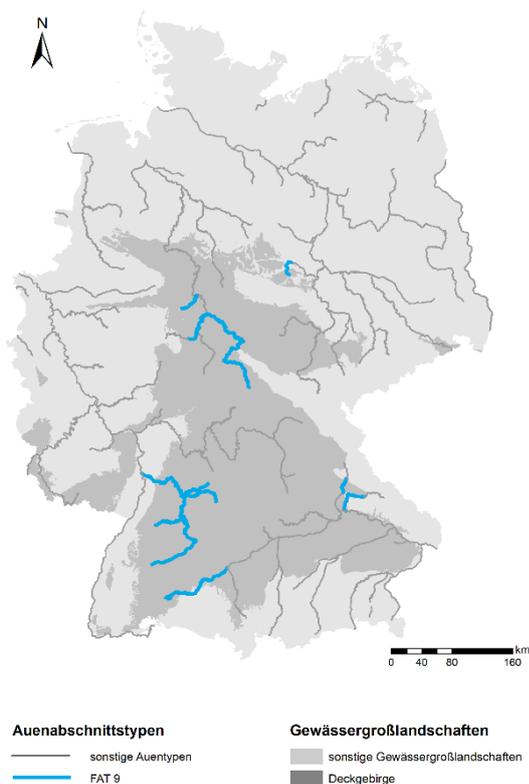


Abb. C.17: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flussauen des Deckgebirges (Kies-Schotter)



Eder bei Dodenau, Hessen; Foto: K. Januschke.

**Großlandschaft:** Deckgebirge

**Geographische Lage und Beispiele:**

Große Teile des Südens und der Mitte Deutschlands: obere Donau, Neckar, Enz, Kocher, Jagst, Naab, Regen, Fulda, Eder, Werra, Diemel, Bode

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 9.1 Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse (Bode), Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Die Talböden variieren zwischen Engtalabschnitten und Weitungen, auch das Gefälle variiert und kann besonders ausgeprägt sein. Daher wechseln auch die Substrate kleinräumig, die Deckschubstrate in der Aue sind dagegen von Auenlehm dominiert. Randliche Vermoorung ist selten. Die engen Abschnitte sind in der tieferen Aue durch ein Hauptgewässer mit Nebengerinnen geprägt, teilweise mit Inselbildung. Aufgrund der nur kurzen, vor allem im Winter auftretenden Hochwässer sind die Rinnensysteme oftmals temporäre Gewässer, Stillgewässer sind seltener. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier permanent oder teilweise durchflossene Nebengewässer, vegetationsarme und -freie Uferzonen sowie Weich- und Hartholz-Auwald auf. Die Fließgewässervegetation wird durch die Fließgeschwindigkeit beeinflusst und reicht von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Die Stillgewässervegetation ist dagegen durch den Nährstoffgehalt geprägt: stärker grundwasserbeeinflusst (z. B. Randsenken) mit Armleuchteralgen-Gesellschaften, nährstoffreicher dagegen Laichkraut- und Wasserlinsen-Gesellschaften. In der anschließenden kies-schotterigen Wechselwasserzone an den Innenufern und Mittelbänken fallen bei Niedrigwasser für den FAT prägend relativ große Flächen trocken, die dann von Pionierfluren oder Flutrasen besiedelt werden. Darauf folgen z. B. an den Nebengerinnen aufgrund der höheren Morphodynamik des Auenabschnittstyps Weidengebüsche. Auf den häufig überfluteten Bereichen der niedrigen Aue stockt Silberweidenwald. In Abhängigkeit von Überflutungshäufigkeit und Grundwassereinfluss treten in der höheren Aue verschiedene Waldtypen auf: Eichen-Ulmenwald bei gelegentlicher Überflutung und Erlen-Eschenwald bei zusätzlich hohem Grundwassereinfluss. Auf der höchsten, selten überfluteten Stufe stockt Eichen-Hainbuchenwald.

### C.10.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 13.000 km <sup>2</sup>
Talform:	Wechsel zwischen sehr breiten Sohlentälern und Engtälern, in breiten Talsituationen auch alte Auenstufen enthalten
Höhenlage:	80 – 610 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich > 0,5 ‰, überwiegend zwischen 0,7 – 1,5 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	häufigere kurzzeitige Überflutungen der Aue, (extrem) schneller Hochwasserwellenverlauf
Lauftyp	nebengerinnereiche Mehrbettgerinne
Windungsgrad	schwach gewunden bis mäandrierend

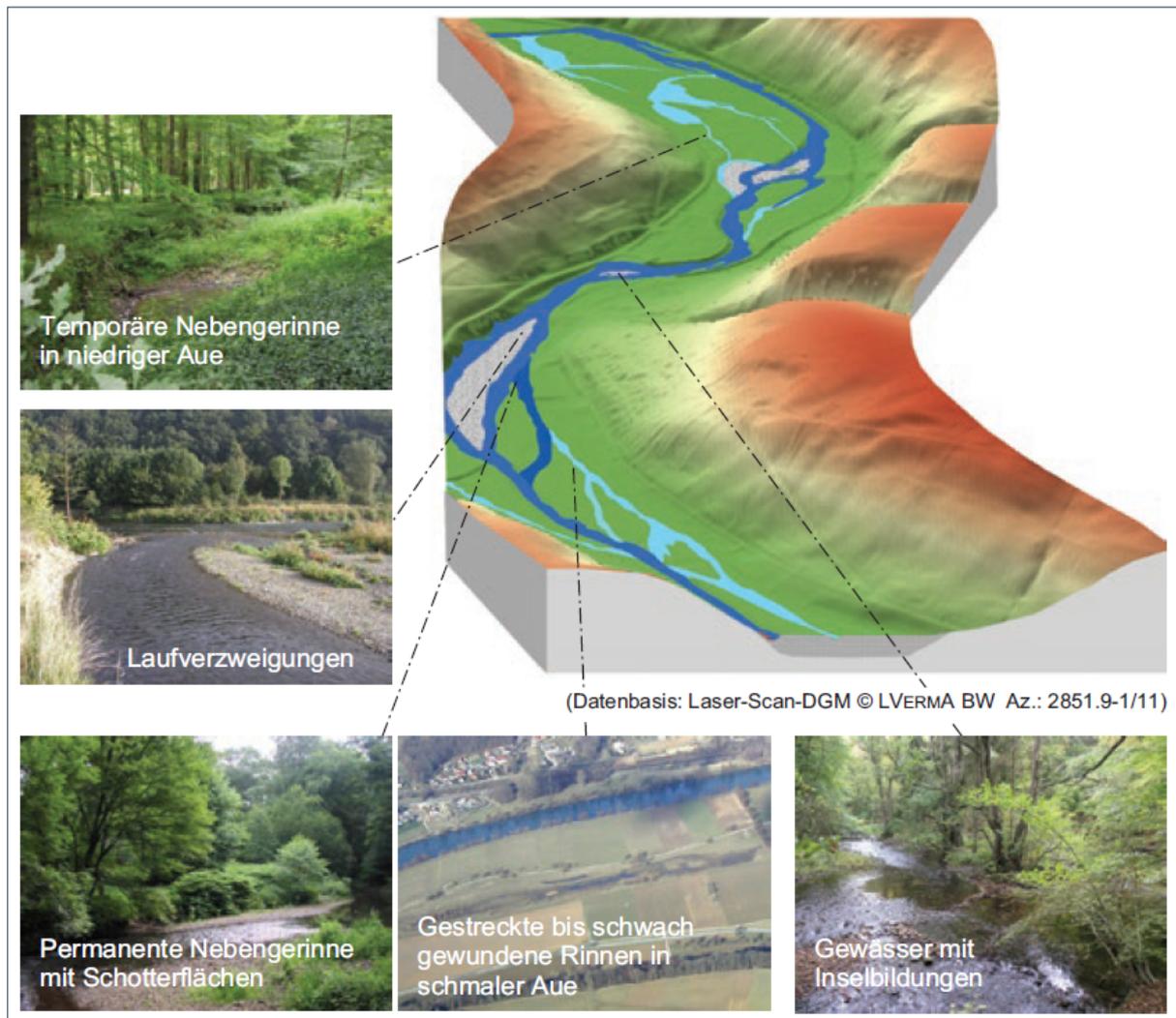


Abb. C.18: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005)

### C.10.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

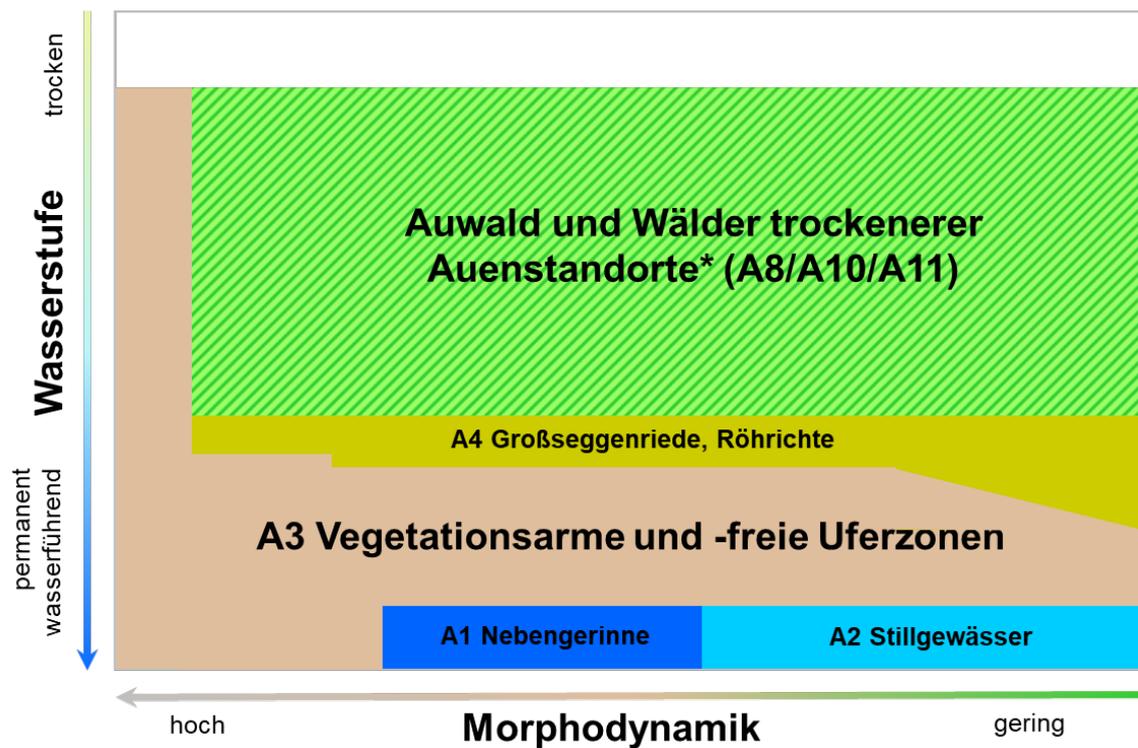
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (R. Manderbach, <a href="http://www.deutschland-natur.de">www.deutschland-natur.de</a>)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



\* Ausprägung und Zusammensetzung abhängig von Überflutungsdauer und Grundwassereinfluss

Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranuncion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A5	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>

## C.11 Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter): FAT 10

### C.11.1 Allgemeine Charakterisierung

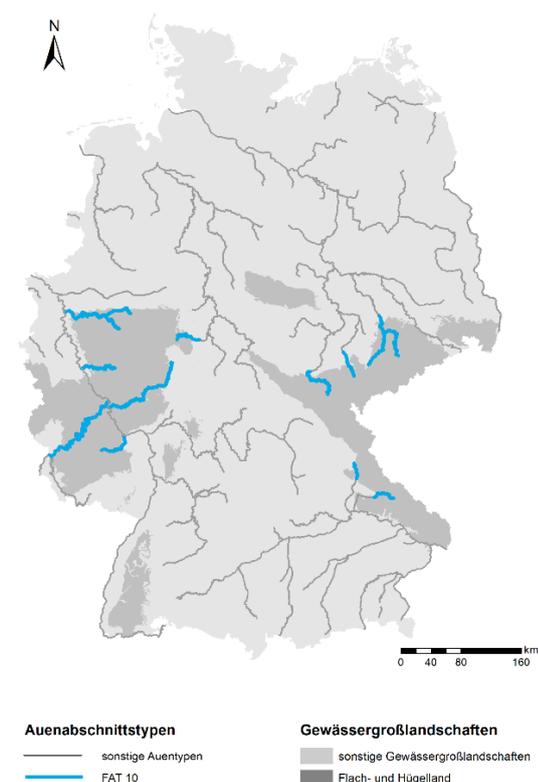
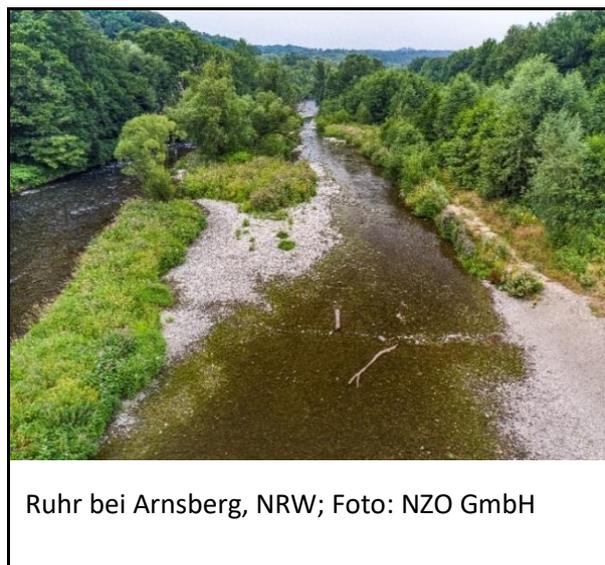


Abb. C.19: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Grundgebirges (Schotter) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



Ruhr bei Arnsberg, NRW; Foto: NZO GmbH

**Großlandschaft:** Grundgebirge

**Geographische Regionen und Beispiele:**

Rheinisches Schiefergebirge: Eder, Lahn, Lenne, Mosel, Ruhr, Sieg (Nahe); Bayerischer Wald: Regen; Oberpfälzer Wald: Naab; Erzgebirge: Zschopau, Freiberger Mulde, Mulde, Weiße Elster; Thüringer Wald: Saale

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Aufgrund von großen Abflussschwankungen im Jahresverlauf und stark ausgeprägten Extremabflüssen als Einzeleignisse handelt es sich um einen dynamischen Flussaunenabschnittstyp mit einer hohen Habitatvielfalt in den Ufer- und Auenbereichen. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier vor allem Nebengewässer, vegetationsfreie Uferbereiche und Weichholz- und Hartholz-Auwald auf; die Auensubstrate sind deutlich schottergeprägt. Die Vegetation im Hauptgerinne und in den Nebengerinnen variiert von Wasserhahnenfuß-Gesellschaften bis hin zu arten- und wuchsformenreichen Schwimmblattgesellschaften. Aus der Dynamik resultieren ausgedehnte vegetationsfreie Kies- und Schotterbänke sowie temporär trockenfallenden Auengewässer und feuchte bis nasse Uferbereiche mit Zweizahnfluren und Flutrasen. Zudem können sich steile, vegetationsfreie Uferabbrüche an Prall- und Gleithängen ausbilden. An die vegetationsarmen Ufer schließen Weidengebüsche und Silberweidenwald an. An Stellen mit geringer Morphodynamik entwickeln sich Hochstaudenfluren, nur selten Röhrichte. Oft findet man hier große Totholzakkumulationen. In den breiteren Tälern kommt es zu einer Differenzierung der Waldstandorte: auf gelegentlich überflutete Standorte mit hohem Grundwassereinfluss stocken Erlen-Eschenwälder, auf solchen mit geringem Grundwassereinfluss Eichen-Ulmenwälder. Auf sehr hohen Standorten (seltene Überflutung) wachsen Eichen-Hainbuchenwälder. In den engen Tälern bilden sich dagegen solche Hartholzwälder kaum aus.

### C.11.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 6.000 km <sup>2</sup>
Talform:	z. T. kleinräumiger, nicht längszonaler Wechsel zwischen drei verschiedenen, morphologisch relevanter Talbodenformen: <u>vorherrschend</u> : gefällereiche Engtäler mit schmaler Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite < 1:3) sowie gefällereiche Mäandertäler und Sohlentäler mit zum Gewässer schwach geneigten Auenböden oder mit deutlich gegen den höheren Auenboden abgesetztem Hochflurbett <u>häufig</u> : gefällereiche Sohlen- und Mäandertäler mit weitgehend ebener, breiter Auensohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:3) sowie lokale mittelgebirgsgeprägte Austrittsbereiche in das Tiefland
Höhenlage:	20 – 380 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich; vorherrschend > 1,4 – 2,2 ‰, häufig > 0,6 – 0,9 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	häufigere kurzzeitige Überflutung der Aue, extrem schneller Hochwasserwellenverlauf mit großer Amplitude
Lauftyp:	vorherrschend nebengerinnereich, in Engtälern teilweise mit schmalen Einbettgerinnen
Windungsgrad:	schwach gewunden bis gewunden, mäandrierend nur in starken Talweitungen

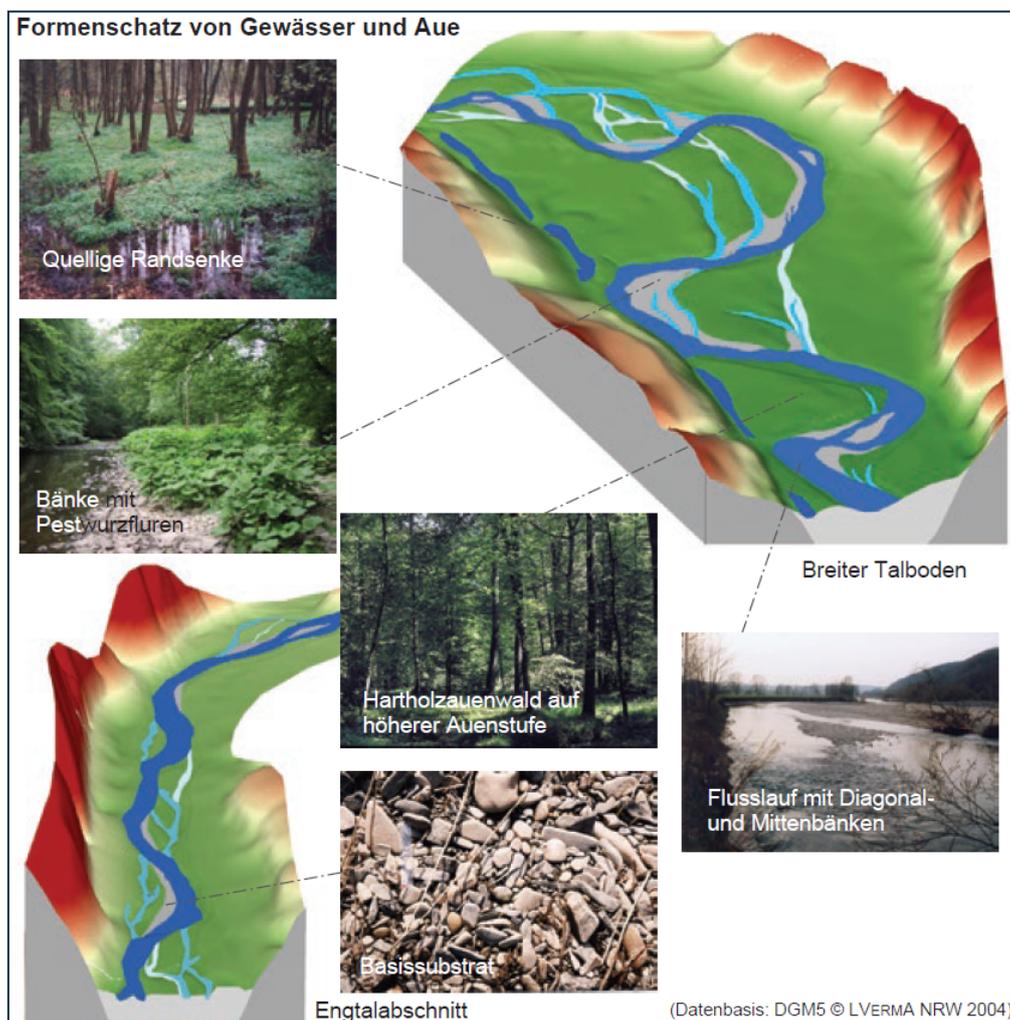


Abb. C.20: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.11.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

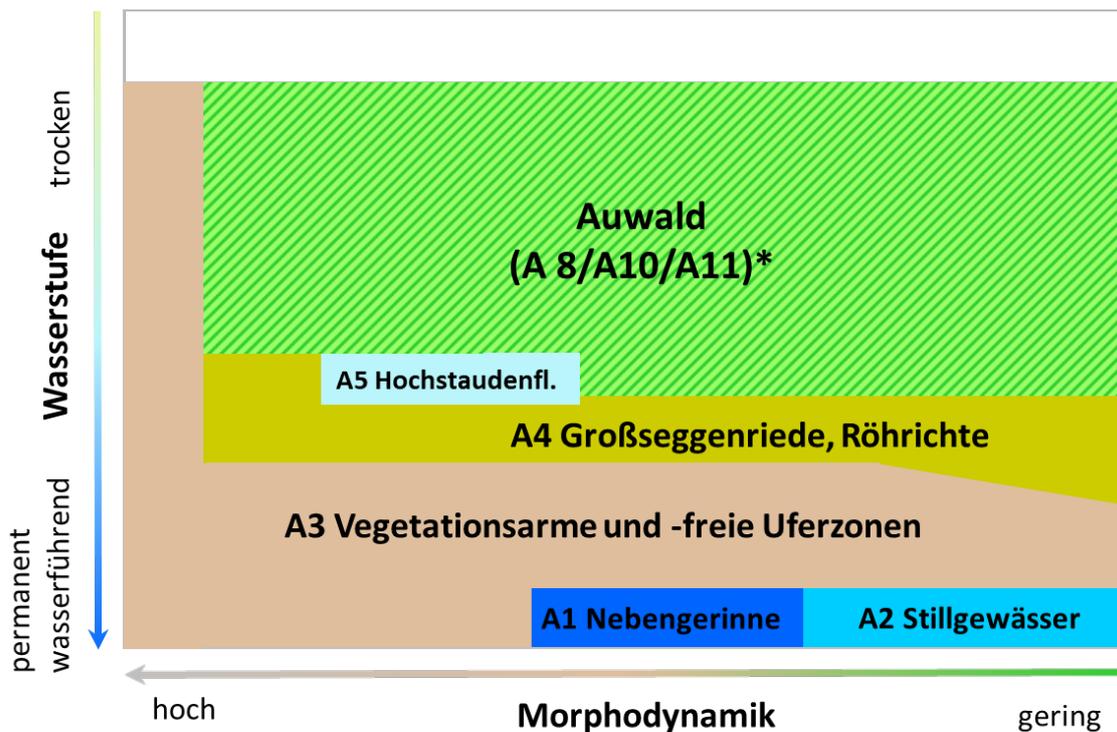
Code	Auenschlüsselhabitat	Basis- und Decksstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (R. Manderbach, <a href="http://www.deutschland-natur.de">www.deutschland-natur.de</a>)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



\* Ausprägung und Zusammensetzung abhängig von Überflutungsdauer und Grundwassereinfluss

Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranuncion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus <i>Armelechthermalgen</i>
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlamm-bänken mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A5	6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>

## C.12 Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Kies-Schotter und Schotter): FAT 11

### C.12.1 Allgemeine Charakterisierung

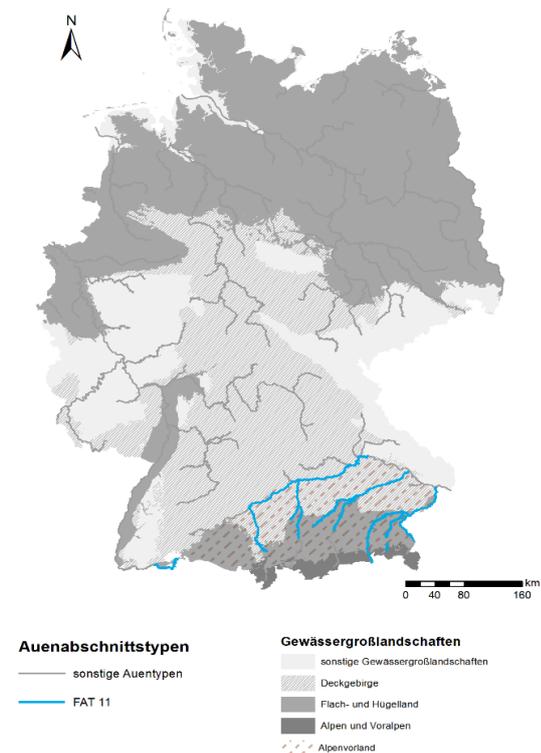
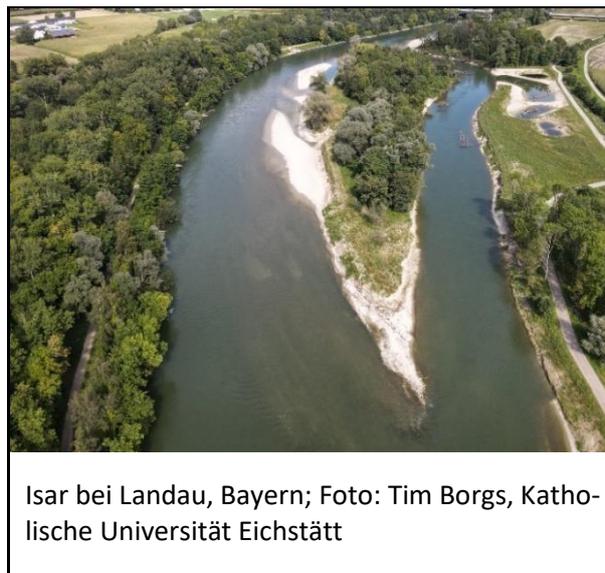


Abb. C.21: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse der Alpen/Voralpen (Kies-Schotter und Schotter) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



**Großlandschaft:** Alpen, Voralpen

**Geographische Lage und Beispiele:**

Alpenvorland und Nordrand der Alpen: Obere Donau, Iller, Lech, Wertach, Amper, Isar, Inn, Alz, Tiroler Achen, Salzach, Hoahrhein

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 2 Fließgewässer des Alpenvorlandes (Amper), Typ 4 Große Flüsse des Alpenvorlandes, Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges (Obere Donau, Hoahrhein)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

In den breiten, von Schottern dominierten Sohllentälern vollzieht sich ein Übergang der alpinen Flüsse mit einem verflochtenen Flusssystem (braided river) zu lagestabileren Flussauen mit bewaldeten Inseln in den Schotterfluren und Flüssen mit stärkeren Windungsgraden. An die niedere Aue schließen höhere, ältere Auenterrassen an, die nur selten überflutet werden. Hier treten schnell abfließende Sommerhochwässer auf, die durch die Schneeschmelze in den Alpen und durch Starkregenereignisse bedingt sind und eine hohe Morphodynamik auslösen können. Seeabflüsse dagegen haben eine deutlich reduzierte Hydro- und Morphodynamik mit mäandrierendem Verlauf und Altwässern. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, vegetationsarme und -freie Uferzonen sowie Weichholz-Auwald, in höher gelegenen Bereichen der Aue auch Trockenstandorte auf. Die Wasservegetation ist nur auf wenige strömungsberuhigte Gewässer begrenzt. Neben grundwasserbeeinflussten Gießen können insbesondere in den Auen der Seeabflüsse auch nährstoffreichere Altwässer mit Laichkrautgesellschaften vorkommen. Auf Schotterbänken können sich nasse, feuchte und trockene Pionierstandorte etablieren (Knorpellattich-Fluren, Uferreitgras-Gesellschaften und Lavelweiden-Gebüsche). Feuchte, weniger dynamische Standorte werden durch Röhrichte und Hochstaudenfluren besiedelt, auf stabileren Standorten kann sich Silberweidenwald oder Grauerlenwald, auf höheren Standorten auch Eichen-Ulmenwald entwickeln. Auf den Auenterrassen mit seltenen Überflutungen bilden sich Eichen-Hainbuchenwäldern, auf sehr flachgründigen Standorten auch Schneeheide-Kiefernwald aus. Auf besonders flachgründigen Böden oder auch anthropogen bedingt wächst auf den „Brennen“ typische Magerrasenvegetation.

### C.12.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	überwiegend < 9.000 km <sup>2</sup> , Sondersituation Inn: ca. 26.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend breite Sohllentäler gefüllt mit mächtigen Schotterkörpern
Höhenlage:	290 – 670 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich > 0,5 ‰, 1 – 3,1 ‰, überwiegend zwischen 1,5 – 2,5 ‰
Abflussregime:	nival
Überflutungscharakteristik:	jahreszeitlich schwankende Abflusssituation mit langanhaltenden Hochwasserphasen im Sommerhalbjahr und ausgeprägten Niedrigwasserphasen im Winter; langanhaltend hohe Fließgeschwindigkeiten im Bereich der Schotterfluren und -bänke
Laufotyp	verflochten (Kies), Einbettgerinne (Kies-Schotter)
Windungsgrad	gewunden (Kies) bis mäandrierend (Kies-Schotter)

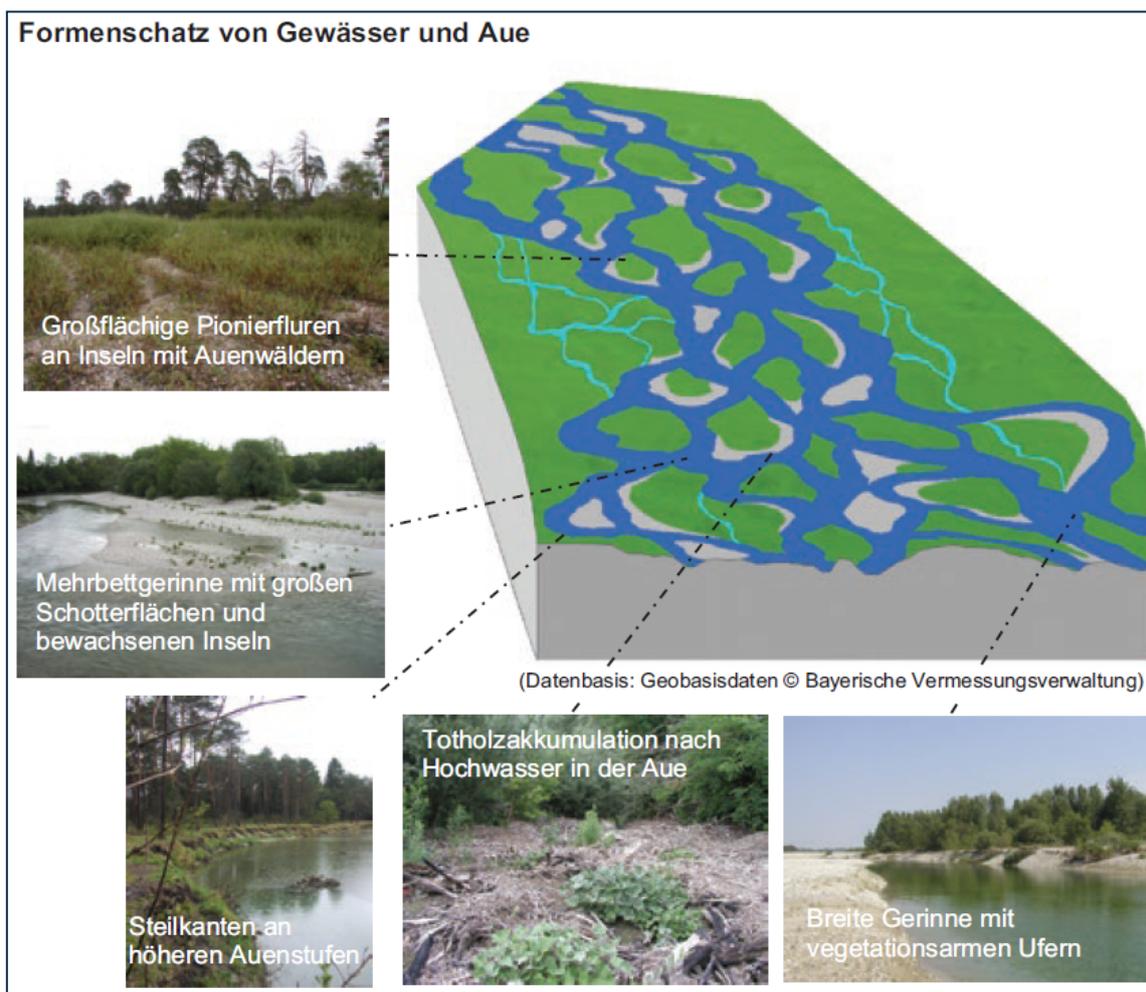


Abb. C.22: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.12.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

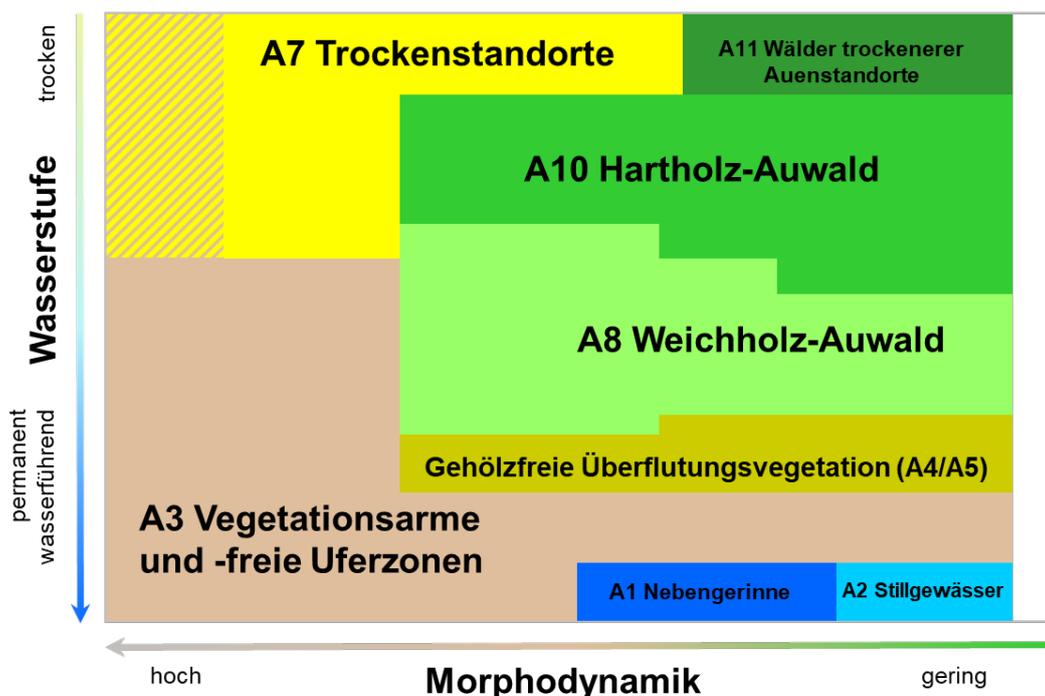
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (B. Stammel)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (R. Manderbach, <a href="http://www.deutschland-natur.de">www.deutschland-natur.de</a>)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)

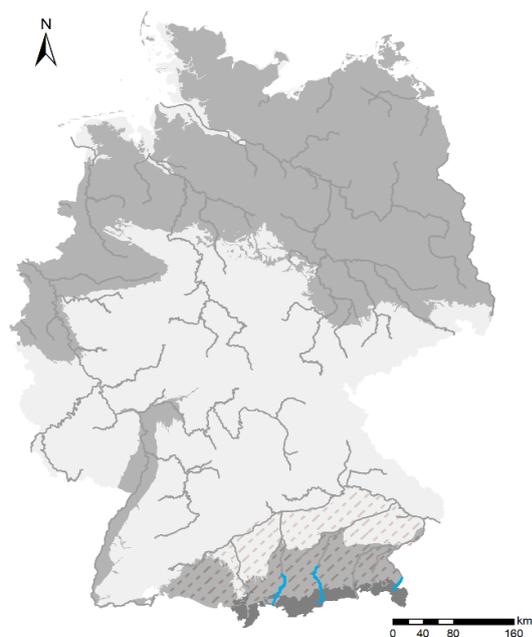


Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranunculion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A3	3220	Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation
A3	3230	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Myricaria germanica</i>
A3	3240	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	3240	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i>
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.13 Gefällereiche Flussau der Alpen/Voralpen (Block-Schotter): FAT 12

### C.13.1 Allgemeine Charakterisierung

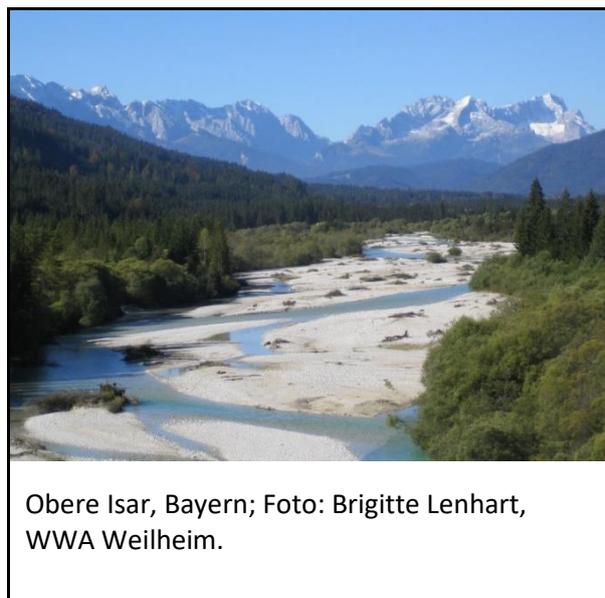


#### Auenabschnittstypen

- sonstige Auentypen
- FAT 12

#### Gewässergroßlandschaften

- sonstige Gewässergroßlandschaften
- Flach- und Hügelland
- Alpen und Voralpen
- Alpenvorland



Obere Isar, Bayern; Foto: Brigitte Lenhart, WWA Weilheim.

**Großlandschaft:** Alpen / Voralpen

**Geographische Lage und Beispiele:**

Nordrand der Alpen und Alpenvorland: Lech, obere Isar, Saalach

**LAWA-Fließgewässertypen:**

Typ 1 Fließgewässer der Alpen, Typ 4 Große Flüsse des Alpenvorlandes (Lech)

Abb. C.23: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse der Alpen/Voralpen (Block-Schotter) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Der gesamte Talboden wird in sehr gefällereichen, schmalen Trogtälern von Schotterbänken und einem Geflecht aus Wasserrinnen bedeckt. Durch die schnell abfließenden, sommerlichen Hochwasser, bedingt durch Schneeschmelze und hohe Niederschläge, kommt es zu einer beständigen Umlagerung der Schotterbänke. An strömungsärmeren Bereichen bilden sich stellenweise auch Sand- und Kiesbänke. Nur in breiteren Talsituationen finden sich randlich ältere Terrassen. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten hier permanent oder teilweise durchflossene Nebengewässer, vegetationsarme und -freie Uferzonen sowie Trockenstandorte auf. Wasservegetation findet sich nur selten in strömungsberuhigten Bereichen in randlichen Lagen, dann vor allem in grundwasserbeeinflussten, nährstoffarmen Gewässern (Arملهuchteralgen-Gesellschaften). Die sich stark umlagernden Schotterbänke sind meist vegetationsfrei, unterhalb der Mittelwasserlinie können sich in der Niedrigwasserphase Knorpellattich-Fluren, Uferreitgras-Gesellschaften und Weiden-Tamarisken-Gebüsche ansiedeln. Feuchte, weniger dynamische Standorte werden durch naturraumtypische Röhrichte und Hochstaudenfluren besiedelt. Auf stabileren Standorten kann sich auch Silberweidenwald oder Grauerlenwald entwickeln. Höher gelegene und flachgründige Standorte, die sogenannten „Brennen“, werden zu einem großen Teil von Magerrasen besiedelt, die sich durch Sukzession zu Trockengebüschen und im weiteren zu Schneeheide-Kiefernwäldern, auf reiferen Böden auch zu Eichen-Hainbuchenwäldern entwickeln können.

### C.13.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	überwiegend < 9.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend breite Sohlentäler gefüllt mit mächtigen Schotterkörpern
Höhenlage:	400 – 790 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich > 0,5 ‰, vorherrschend 2 – 3,3 ‰
Abflussregime:	nival
Überflutungscharakteristik:	jahreszeitlich schwankende Abflusssituation mit langanhaltenden Hochwasserphasen im Sommerhalbjahr und ausgeprägten Niedrigwasserphasen im Winter, langanhaltend hohe Fließgeschwindigkeiten im Bereich der Schotterfluren und -bänke
Lauftyp	verflochten
Windungsgrad	gestreckt bis schwach gewunden

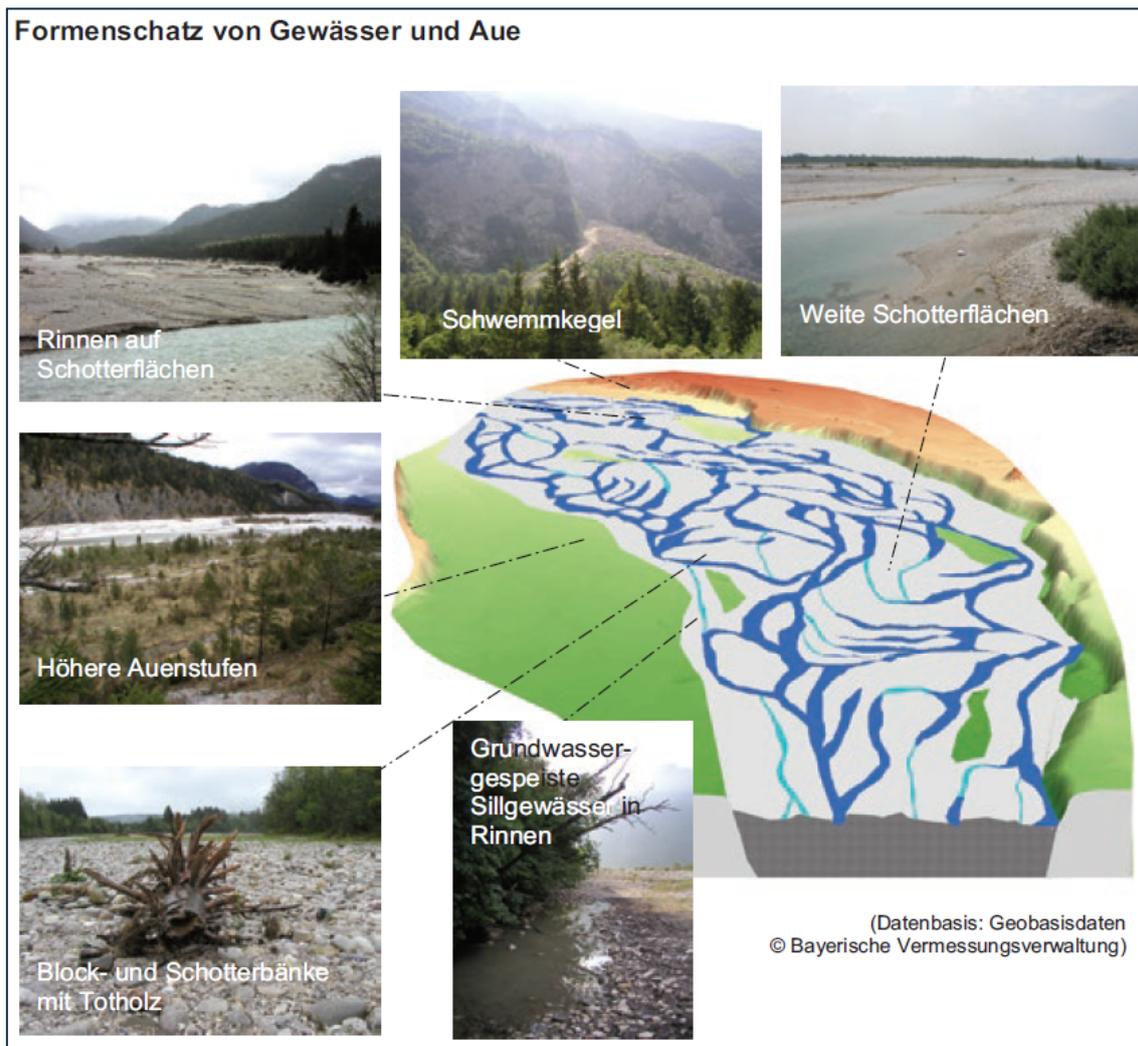


Abb. C.24: Formenschatz von Gewässern und Auen nach Koenzen (2005).

### C.13.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(prägend = vorherrschend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

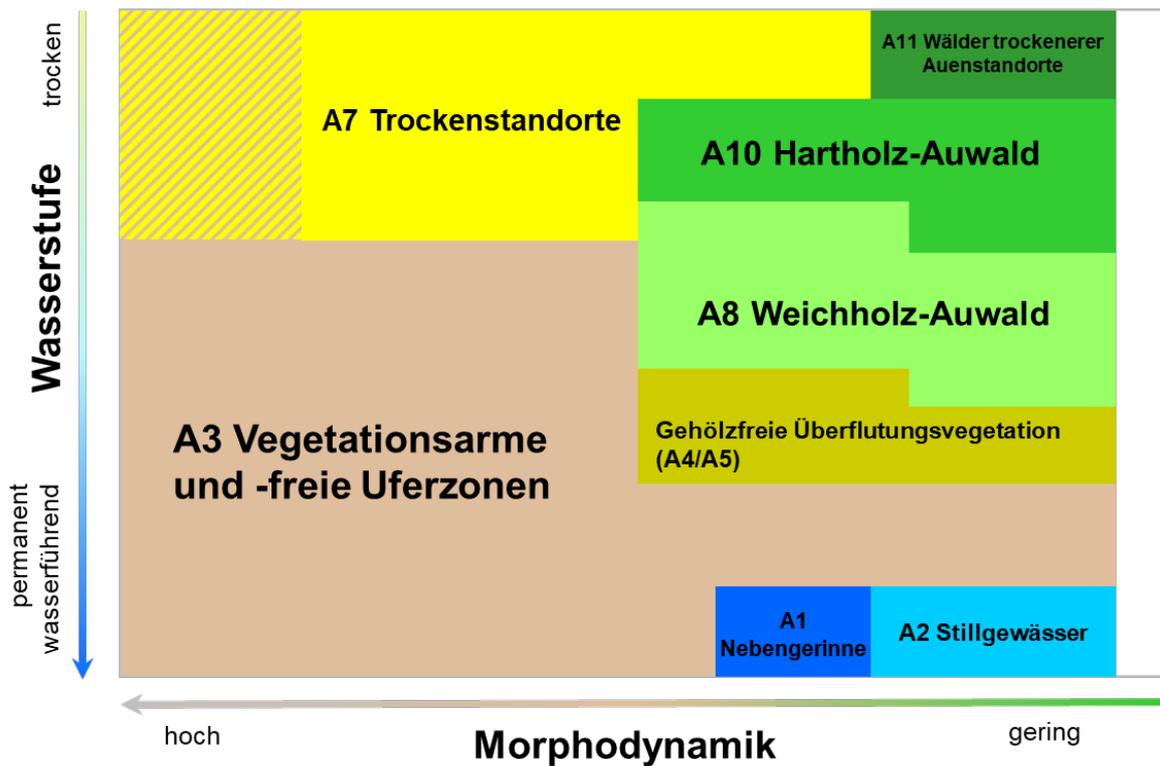
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (B. Stammel)</p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A3	3220	Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation
A3	3230	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Myricaria germanica</i>
A3	3240	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i>
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien

## C.14 Gefällearme Stromaue (teilmineralisch-organisch) mit Winterhochwasser: SAT 1

### C.14.1 Allgemeine Charakterisierung

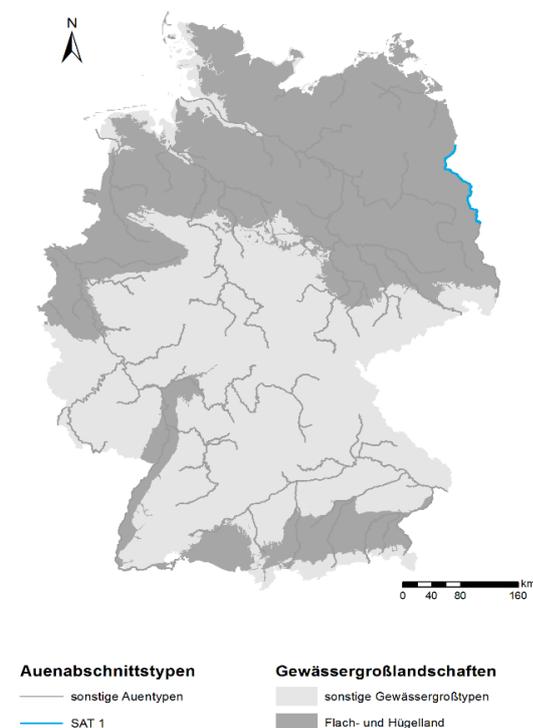


Abb. C.25: Geographische Lage der Auen gefällearmer Ströme mit Winterhochwasser (teilmineralisch-organisch) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



**GroÙlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiel:**

Norddeutschland, Oder

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 20 Sandgeprägte Ströme

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Sehr breite, reliefarme Täler, teilweise ohne markante Abgrenzung zur Umgebung bestimmen diesen Auenabschnittstyp. Niedermoorkomplexe wechseln sich kleinräumig mit mineralisch geprägten Abschnitten ab. Ein anastomosierendes Gerinne mit kleinen Nebenläufen durchzieht den vertikal kaum gegliederten Talraum. Die Überflutungen sind vor allem im Winter lang andauernd (mehrere Monate). Es handelt sich um dynamische Auen mit lateralen Verlagerungstendenzen, auch wenn abschnittsweise stabile Verhältnisse auftreten. Die Standortbedingungen sind dynamisch und kleinräumig wechselnd. Der Formenschatz ist geprägt von ausgedehnten Wasserflächen, vereinzelt abgeschnittenen Anastomosen und durchflossenen Rinnen. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, Stillgewässer, Großseggenriede und Röhrichte und Weichholz-Auwald auf. Im Hauptgerinne finden sich aufgrund geringer Fließgeschwindigkeiten Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften. Grundwasserbeeinflusste Gewässer mit Armleuchteralgen- bzw. Strandlings-, teilweise auch Zwergschlauch-Gesellschaften sowie nährstoffreiche Laichkraut- oder Wasserlinsen-Gesellschaften kommen zahlreich vor. Vegetationsfreie Bereiche sind nur untergeordnet vorhanden. Die ans Gewässer anschließenden Standorte sind Silberweidenwälder oder bei langanhaltender Überflutung Röhrichte und Großseggenriede. Auf den seltenen, höheren Auenstufen wächst Eichen-Ulmenwald. Häufiger finden sich auf tiefen Standorten der Randsenken Erlenbruchwälder und Eschenwälder.

### C.14.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	> 30.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend: breite Sohltäler, untergeordnet: Engtäler
Höhenlage:	0 - 40 m ü. NN
Auengefälle:	vorherrschend um 0,25 ‰
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende Hochwasserphasen im Winterhalbjahr und Niedrigwasserphasen im Sommer
Laufstyp	Wechsel zwischen Einbettgerinne und anastomosierend
Windungsgrad	gewunden bis mäandrierend

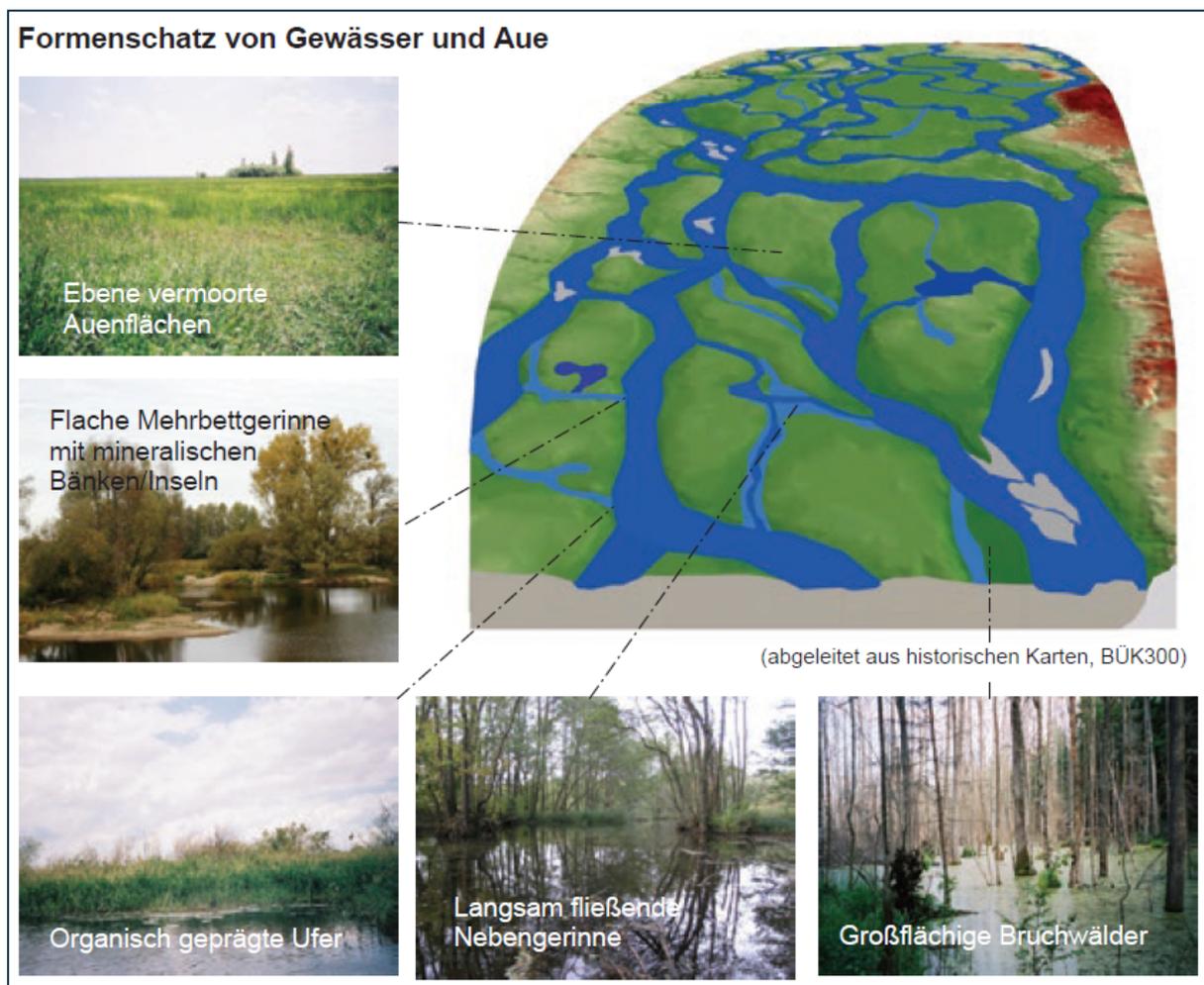


Abb. C.26: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005)

### C.14.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

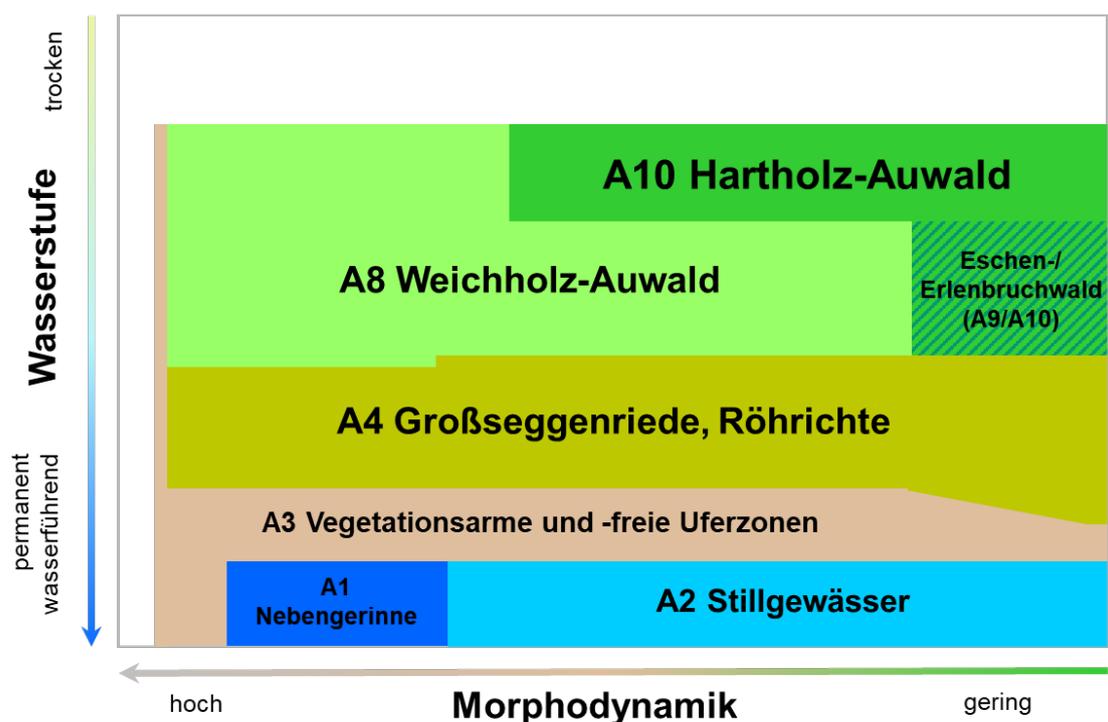
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A4 - Großseggenriede, Röhrichte</b> (K. Januschke)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)

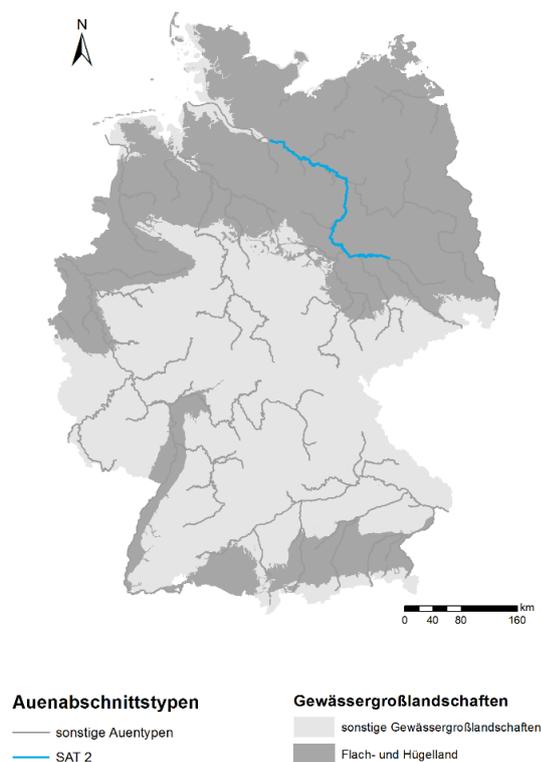


Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranuncion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>

## C.15 Gefällearme Stromaue (Sand, Sand-Kies) mit Winterhochwasser: SAT 2

### C.15.1 Allgemeine Charakterisierung



Elbe, Sachsen-Anhalt; Foto: Frank Meyer, RANA.

**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiel für Regionen:**

Norddeutschland, Elbe ab Mündung Schwarze Elster

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 20 Sandgeprägte Ströme

Abb. C.27: Geographische Lage der Auen gefällearmen Ströme mit Winterhochwasser (Sand, Sand-Kies) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Sehr breite, aber zumeist terrassierte Täler mit Höhenunterschieden von mehreren Metern bestimmen diesen Auentyp, der mäandrierend von einem Einzelbettgerinne durchflossen wird. Es kommt zu starker lateraler Verlagerung, so dass sich zahlreiche permanente und temporäre Altarme und Mäandergürtel der verschiedensten Verlandungsstadien ausbilden. Höher gelegene, sandige Standorte trocknen im Sommer stark aus, insbesondere in den Randlagen sind aber auch grundwasserbeeinflusste Gießen vorhanden. Das Basissubstrat ist sandig, die Deckschubstrate in der Aue sind aber nährstoffreiche Feinsedimente (Auenlehme, -sande). Die winterlichen Überflutungen sind lang andauernd, aber kleinräumig verschieden. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, Stillgewässer, Trockenstandorte sowie Weichholz- und Hartholz-Auwald auf. Fließgewässervegetation im Strom tritt nur randlich in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit auf: Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Es treten nährstoffarme, grundwasserbeeinflusste oder große Altwässer mit Armleuchteralgen- bzw. Strandrings-Gesellschaften auf oder eher vom Flusswasser geprägte Altmäander mit Laichkraut- oder Wasserlinsen-Gesellschaften. Daran schließen sich meist vegetationsfreie Bankstrukturen (flache Gleithänge, Mittelbänke), die sich während der Vegetationsperiode zu Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen entwickeln. Darauf folgen verschiedene Röhrichte und Hochstaudenfluren an. Auf Standorten höherer Morphodynamik bilden sich kleinräumig Weidengebüsche aus. In der niedrigen Auenstufe dominiert dann der Silberweidenwald, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald. Kleinflächig in den Randsenken finden sich Erlenbruchwälder und Eschenwälder. Trockenere, kaum überflutete Standorte werden von Eichen-Hainbuchenwald besiedelt, Sandböden gar von Eichen-Buchen-Mischwäldern. Lokale Vorkommen von trockenen, offenen Sandflächen mit Sandtrockenrasen treten auf.

### C.15.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	> 30.000 km <sup>2</sup>
Talform:	vorherrschend: breite Sohltäler, untergeordnet: Engtäler
Höhenlage:	0 - 125 m ü. NN
Auengefälle:	vorherrschend um 0,1 ‰ (Sand) bzw. 0,25 ‰ (Sand-Kies)
Abflussregime:	pluvial
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende Hochwasserphasen im Winterhalbjahr und Niedrigwasserphasen im Sommer
Laufotyp	Einbettgerinne, abschnittsweise mit Nebenrinne
Windungsgrad	schwach gewunden bis mäandrierend

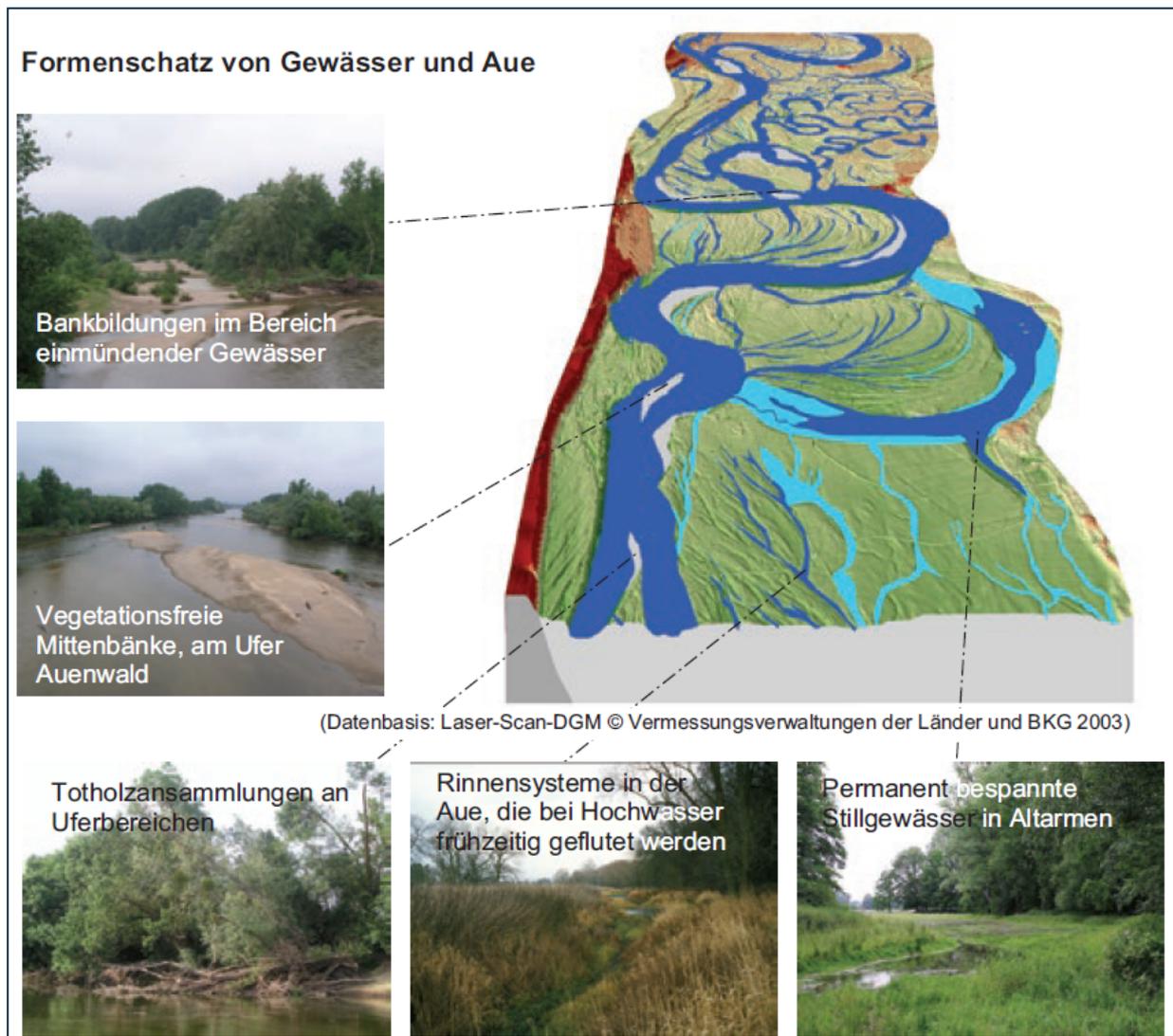


Abb. C.28: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.15.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

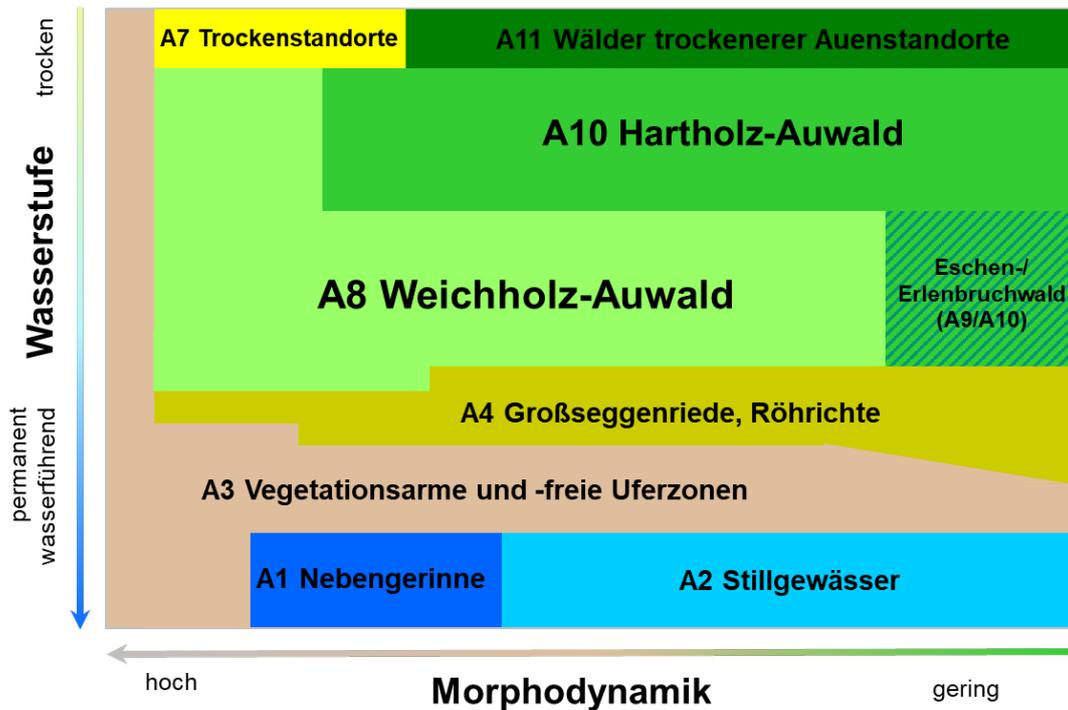
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/ Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 
<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)

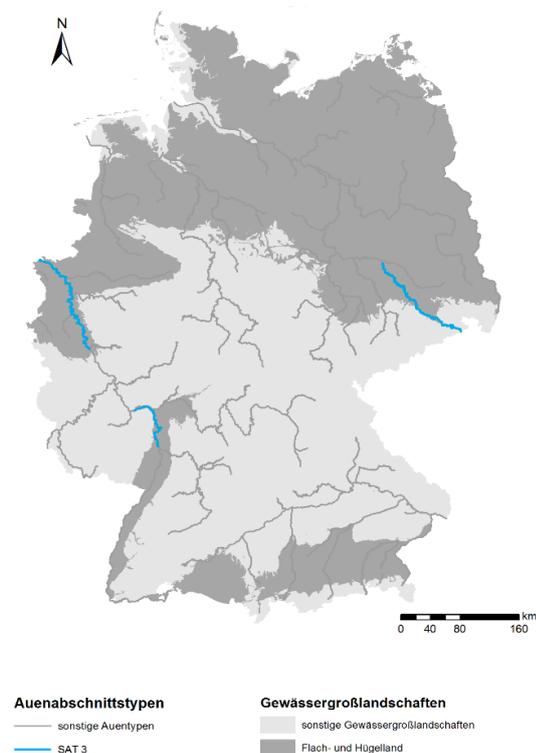


Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitricho-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A3	3270	Flüsse mit Schlamm-bänken mit Vegetation des <i>Chenopodium rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	7150	Torfmoor-Schlenken (Rhynchosporion)
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.16 Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommer- und Winterhochwasser: SAT 3

### C.16.1 Allgemeine Charakterisierung



**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiele:**

nördlicher Oberrhein, Niederrhein, obere Elbe

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 10 Kiesgeprägte Ströme, Typ 20: Sandgeprägte Ströme

Abb. C.29: Geographische Lage der Auen gefällearmen Ströme mit Sommer- und Winterhochwasser (Kies) mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Dieser Auentyp findet sich in meist ausgedehnten, terrassierten Sohlentälern. Das mäandrierende Gewässer zeigt starke laterale Verlagerungen. Der Abfluss ist relativ ausgeglichen, Hochwasser treten häufig im Frühjahr und im Sommer auf. Die vorhandenen Rinnensysteme können bis in die Niederterrasse reichen und die Rinnen werden oft auch durch seitliche Zuflüsse gespeist. Die Aue ist sehr formenreich mit zahlreichen permanenten und temporären Altwässern und Mäandergürteln in verschiedenen Verlandungsstadien. Das Feinrelief ist sehr ausgeprägt mit Höhenunterschieden von bis zu 5 m. Das Decksustrat ist größtenteils lehmig, vereinzelte Verlandungsbereiche können niedermoorig sein. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, Stillgewässer, Trockenstandorte sowie Weichholz- und Hartholz Auwald auf. Fließgewässer-Vegetation im Strom findet sich nur randlich in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit: Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Abhängig vom Nährstoffgehalt treten nährstoffarme grundwasserbeeinflusste oder große Altwässer mit Armleuchteralgen- bzw. Strandlings-Gesellschaften oder eher vom Flusswasser geprägte Altmäander mit Laichkraut- oder Wasserlinsen-Gesellschaften auf. Daran schließen sich meist vegetationsfreie Bankstrukturen an den Gleithangbereichen, die sich während der Vegetationsperiode zu Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen entwickeln. Darauf folgen verschiedene Röhrichte und Hochstaudenfluren an. Auf Standorten höherer Morphodynamik bilden sich Weidengbüsche aus. In der unteren Auenstufe dominiert Silberweidenwald (nival geprägt: oberhalb der Mittelwasserlinie, pluvial: unterhalb), auf der Höheren Eichen-Ulmenwald. Kleinflächig in den Randsenken oder Verlandungsbereichen finden sich Erlenbruchwälder und Eschenwälder. Trockenere, kaum überflutete Standorte werden von Eichen-Hainbuchenwald besiedelt. Lokale Vorkommen von trockenen, offenen Sandflächen (Dünen) mit Sandtrockenrasen und stark austrocknende Kiesflächen (Brennen) mit Magerrasen treten auf.

### C.16.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	> 50.000 km <sup>2</sup>
Talform:	Sohlentäler/Niederungen, die in ihrer gesamten Breite von ehemaligen Mäandersystemen durchzogen sind, durch rezente Mäander laterale Erosion in höhere Auenbereiche, abschnittsweise schmalere Ausprägungen, z. B. im Austrittsbereich des Niederrheins aus dem Mittelgebirge
Höhenlage:	8 - 120 m ü. NN
Auengefälle:	< 0,5 ‰ gefällearm Nördlicher Oberrhein ca. 0,25 ‰ Niederrhein: kleinräumig wechselnd zwischen rd. 0,1 bis 0,3 ‰ lokal deutlich höher (Austrittsbereich aus Mittelgebirge), vorherrschend, um 0,2 – 0,3 ‰
Abflussregime:	nivopluvial
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende Überflutung bis weit in die Vegetationsperiode hinein
Lauftyp	unverzweigt, abschnittsweise nebengerinnereich
Windungsgrad	mäandrierend mit Laufverzweigungen, extreme Breitenvarianz Mäanderbänder nehmen große Teile des Talbodens ein

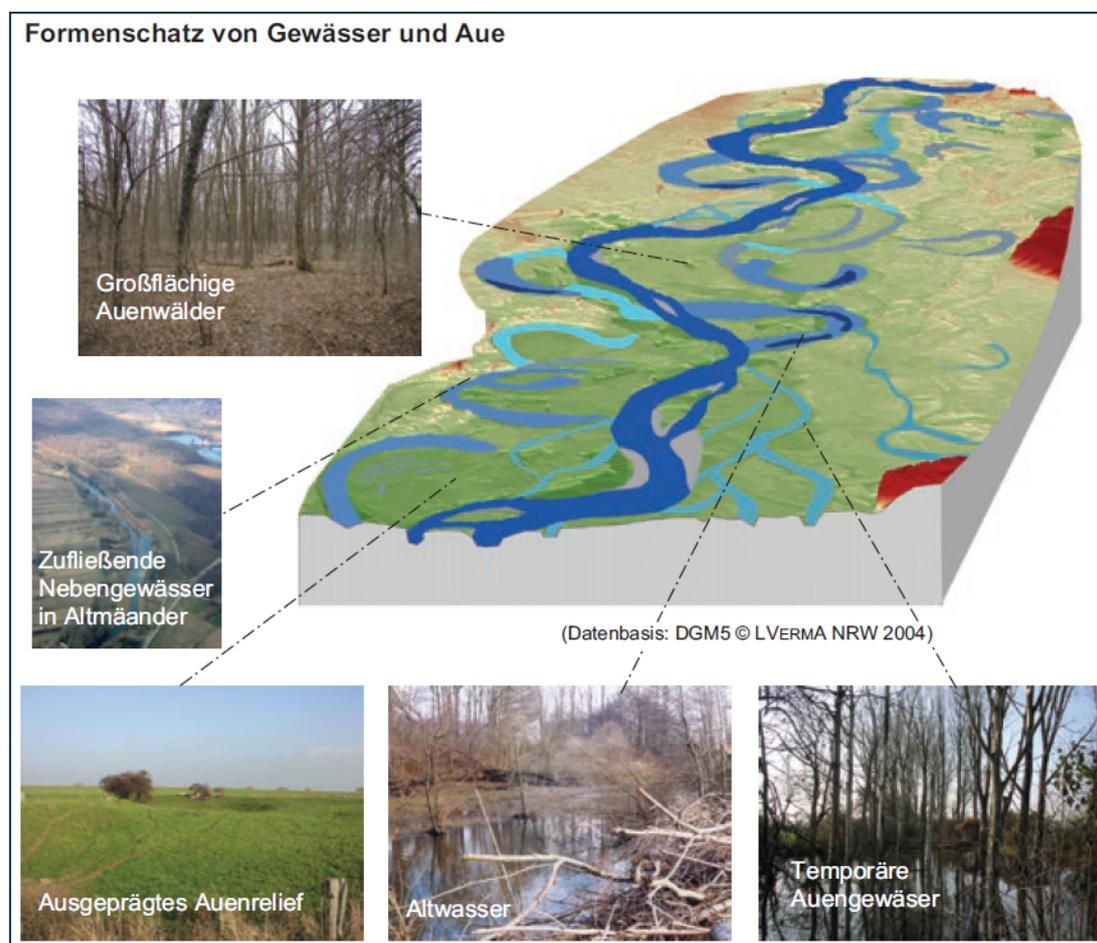


Abb. C.30: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.16.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

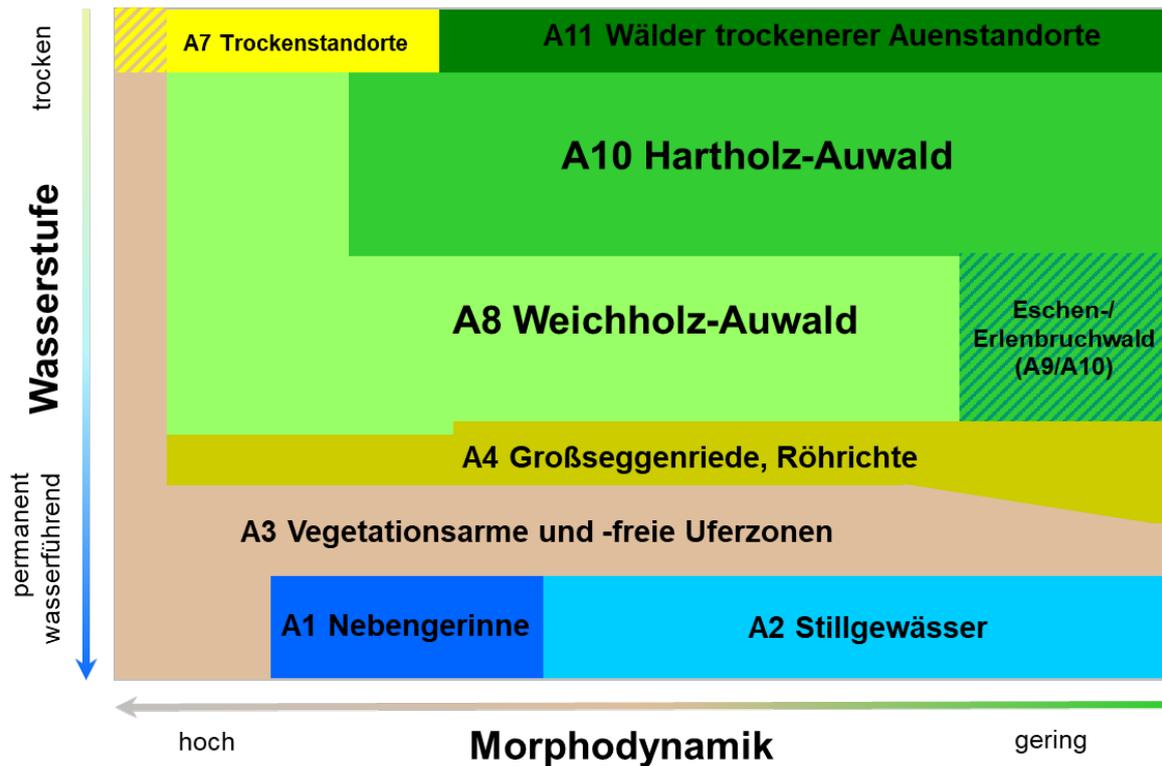
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 
<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitricho-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitons
A3	3270	Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitons
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6120	Trockene kalkreiche Sandrasen
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.17 Gefällearme Stromaue (Kies-Schotter) mit Sommer- und Winterhochwasser: SAT 4

### C.17.1 Allgemeine Charakterisierung

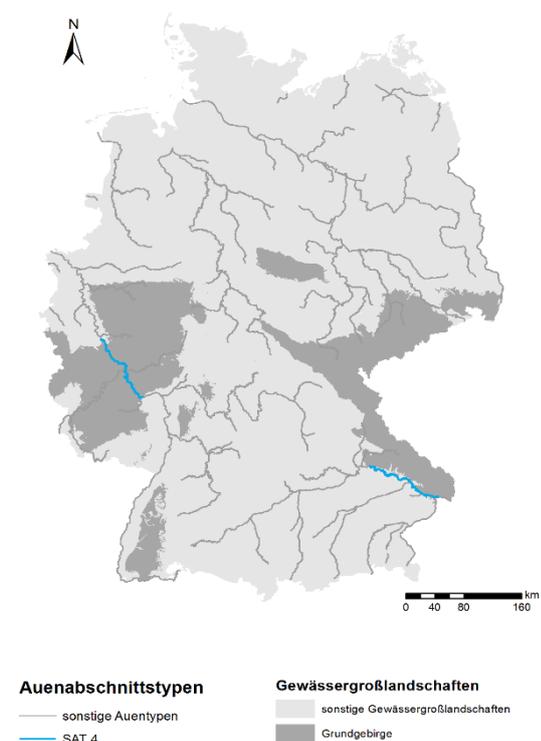


Abb. C.31: Geographische Lage der kies-schotter-geprägten Auen gefällearmen Ströme mit Sommer- und Winterhochwasser mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



Rhein (Ehrentaler Werth), Rheinland-Pfalz;  
Foto: Thomas Strellen, BfG.

**Großlandschaft:** Grundgebirge

**Geographische Lage und Beispiele:**

Westen und Süden Deutschlands: Mittelrhein, untere Donau

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 10 Kiesgeprägte Ströme

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Am Mittelrhein befinden sich meist schmale Talsohlen, die vom Gewässer dominiert werden, unterbrochen von kleinräumigen Aufweitungen. An der Donau dagegen ist der Talboden breiter. Das Basissubstrat aus Kies und Schotter wird vor allem durch die Zuflüsse gebracht und führt zu großflächigen Schotter- und Kiesbänken mit hoher Dynamik. Die Decksubstrate sind größtenteils lehmig, in den breiteren Auen können vereinzelte Verlandungsbereiche niedermoorig sein. Der Abfluss ist relativ ausgeglichen, Hochwasser treten häufig im Frühjahr und im Sommer auf. In den schmalen Tälern sind Altwasser selten, dagegen sind Hochflutrinnen und permanent gespannte Nebengerinne häufig. Im Randbereich können Gießen und vermoorte Randsenken auftreten. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, Stillgewässer, Trockenstandorte sowie Weichholz- und Hartholz Auwald auf. Fließgewässervegetation im Strom tritt nur randlich in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit auf: Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). In nährstoffarmen grundwasserbeeinflussten oder großen Altwasser treten Armleuchteralgen- bzw. Strandlings-Gesellschaften auf, oder eher vom Flusswasser geprägte Altmäander mit Laichkraut- oder Wasserlinsen-Gesellschaften. Daran schließen sich meist vegetationsfreie Bankstrukturen an den Gleithängen, Mittelbänken und Inseln, auf denen sich während der Vegetationsperiode Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrassen entwickeln, an. Darauf folgen verschiedene Röhrichte und Hochstaudenfluren, die auch in Nebengerinnen wachsen können. Charakteristisch sind Weidengebüsche und, in der unteren Auenstufe, Silberweidenwald (nival geprägt: oberhalb der Mittelwasserlinie, pluvial: unterhalb) sowie Eichen-Ulmenwald. Lokale Vorkommen von trockenen, offenen Sandflächen (Dünen) mit Sandtrockenrasen und stark austrocknende Kiesflächen (Brennen) mit Magerrasen treten auf.

### C.17.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	50.000 - 140.000 km <sup>2</sup>
Talform:	Sohlentäler, deren zumeist schmale Talsohle vollständig von Flussschlingen und Nebengerinnen durchzogen werden, in Beckenlagen und Mündungssituationen kleinräumig Aufweitungen, z. B. Mittelrhein, im Bereich Donau auch durchgehend weitere Talböden
Höhenlage:	50 - 330 m ü. NN
Auengefälle:	< 0,5 ‰ gefällearm Überwiegend ca. 0,13 - 0,16 ‰
Stromabschnitt der Donau:	0,2 ‰
Abflussregime:	nivopluvial
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende Überflutung bis weit in die Vegetationsperiode hinein
Lauftyp	wechselnd unverzweigt bzw. nebengerinnereich
Windungsgrad	gewunden bis mäandrierend mit Inselbildungen und Laufverzweigungen, sehr große Breitenvarianz, ausgeprägtes Nebengerinnsystem

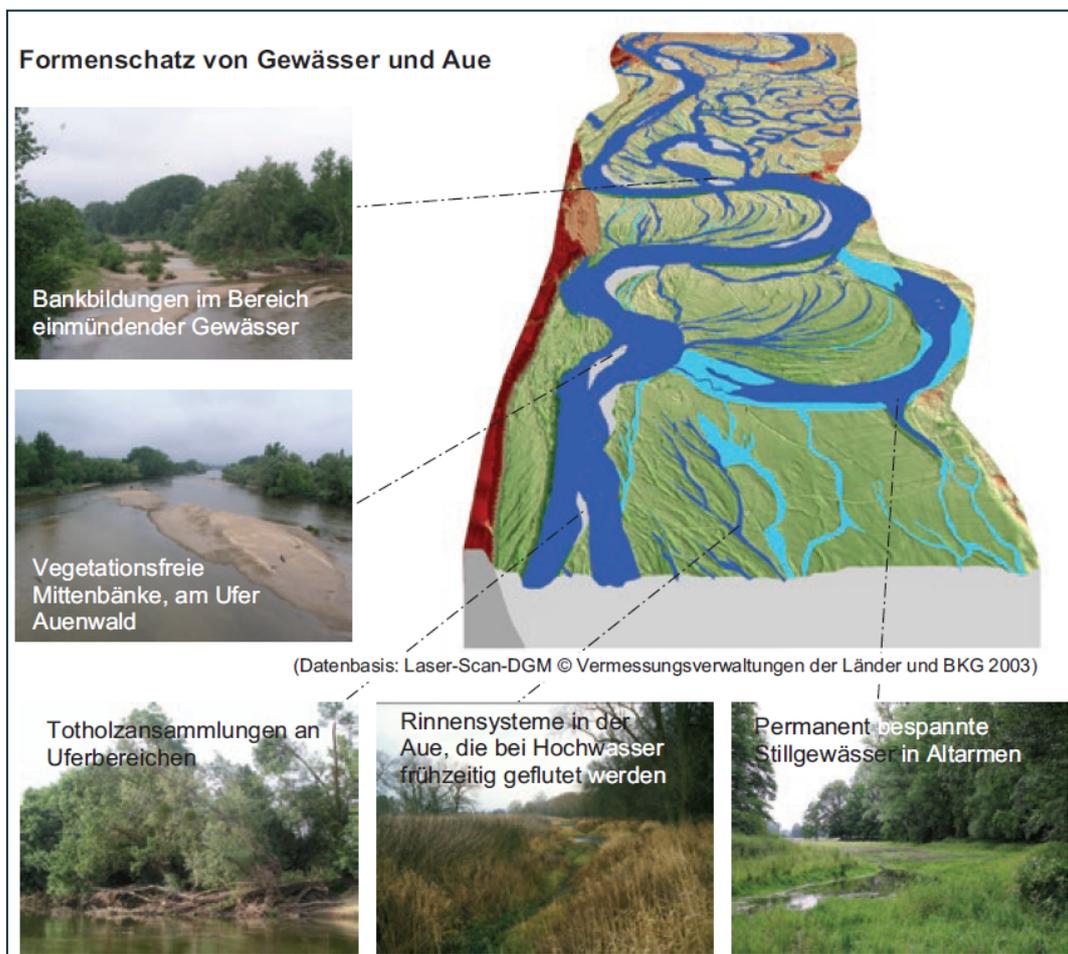


Abb. C.32: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.17.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

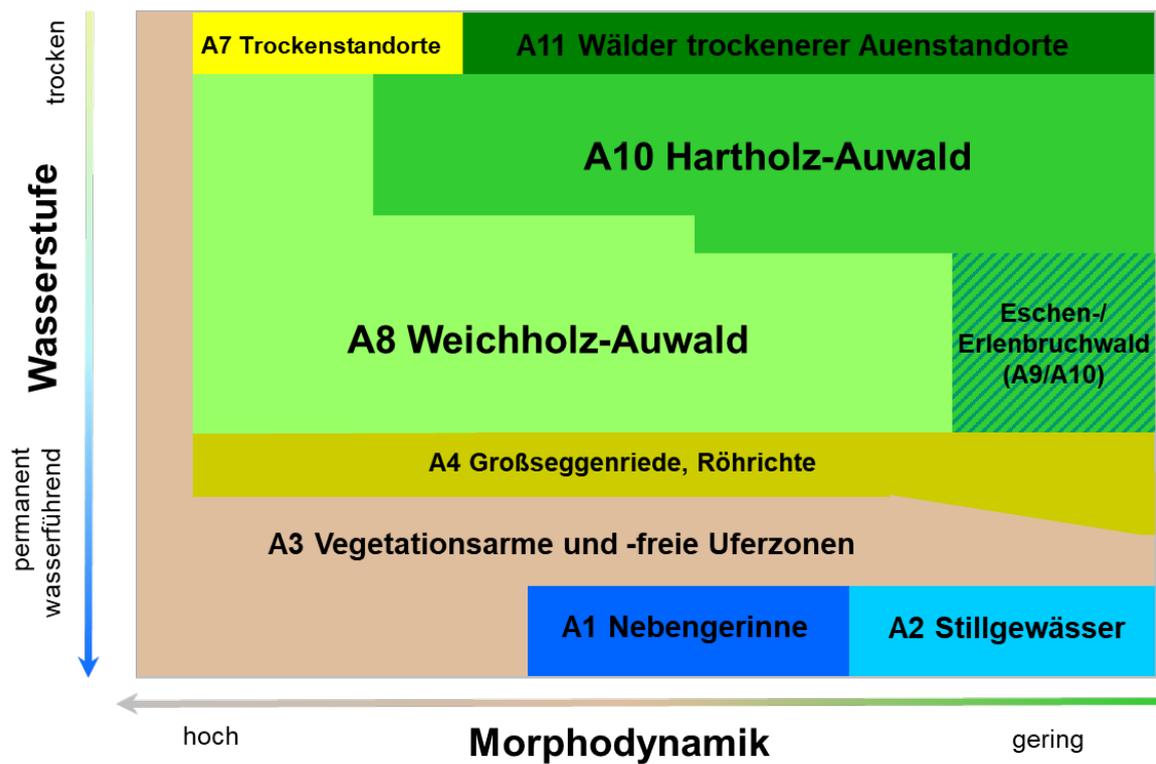
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/ Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 
<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)

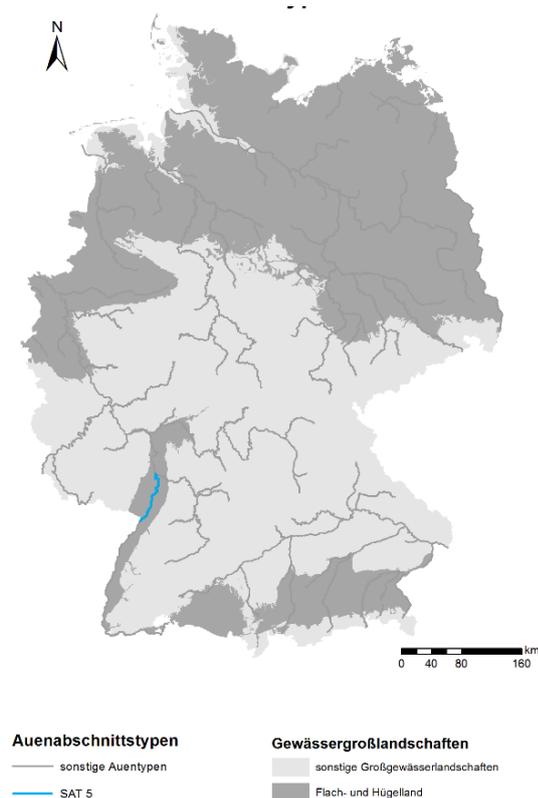


Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitricho-Batrachion
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitons
A3	3270	Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitons
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.18 Gefällearme Stromaue (Kies) mit Sommerhochwasser: SAT 5

### C.18.1 Allgemeine Charakterisierung



Illinger Altrhein, Baden-Württemberg; Foto: R. Deible, MIZ.

**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiel:**

nördlicher Oberrhein

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 10 Kiesgeprägte Ströme

Abb. C.33: Geographische Lage der kiesgeprägten Auen gefällearmer Ströme mit Sommerhochwasser mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Dieser Auentyp repräsentiert nur einen kurzen Abschnitt des nördlichen Oberrheins. Bankstrukturen und Schotterflächen mit hoher Dynamik sind prägend. Die Deckschubstrate dagegen sind größtenteils lehmig. Der Abfluss ist relativ ausgeglichen, Hochwasser treten vor allem im Sommer auf. Grundwassergespeiste Fließ- und Stillgewässer sind häufig. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, Stillgewässer, Trockenstandorte sowie Weichholz- und Hartholz-Auwald auf. Fließgewässer-Vegetation im Strom tritt nur randlich in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit auf: Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Es sind viele Stillgewässer in überlagernden Mäandergürteln vorhanden, die sich nach dem Nährstoffgehalt differenzieren: nährstoffarme grundwasserbeeinflusste oder große Altwasser mit Armelechteralgen- bzw. Strandlings-Gesellschaften, eher vom Flusswasser geprägte Altmäander mit Laichkraut- oder Wasserlinsen-Gesellschaften. Daran schließen sich meist vegetationsfreie Bankstrukturen an den Gleithängen an, die sich während der Vegetationsperiode zu Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen entwickeln. Darauf folgen verschiedene Röhrliche und Hochstaudenfluren, die auch in Nebengerinnen wachsen können. Auf Standorten höherer Morphodynamik bilden sich Weidengebüsche aus. In der unteren Auenstufe oberhalb der Mittelwasserlinie dominiert Silberweidenwald, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald. Kleinflächig in den Randsenken, an Grundwasseraustritten oder Verlandungsbereichen finden sich Erlenbruchwälder und Eschenwälder. Trockenere, kaum überflutete Standorte werden von Eichen-Hainbuchenwald besiedelt. Lokale Vorkommen von trockenen, offenen Sandflächen (Dünen) mit Sandtrockenrasen und stark austrocknende Kiesflächen (Brennen) mit Magerrasen treten auf.

### C.18.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	> 50.000 km <sup>2</sup>
Talform:	Sohlentäler/Niederungen, die in ihrer gesamten Breite von ehemaligen Mäandersystemen durchzogen sind, durch rezente Mäander laterale Erosion in höhere Auenbereiche, abschnittsweise schmalere Ausprägungen
Höhenlage:	80 - 100 m ü. NN
Auengefälle:	< 0,1‰, 0,1 – 0,5 ‰
Abflussregime:	nival
Überflutungscharakteristik:	langanhaltende Überflutung bis weit in die Vegetationsperiode hinein
Laufotyp	vorherrschend unverzweigt, untergeordnet nebengerinnereich
Windungsgrad	vorherrschend mäandrierend, untergeordnet gewunden

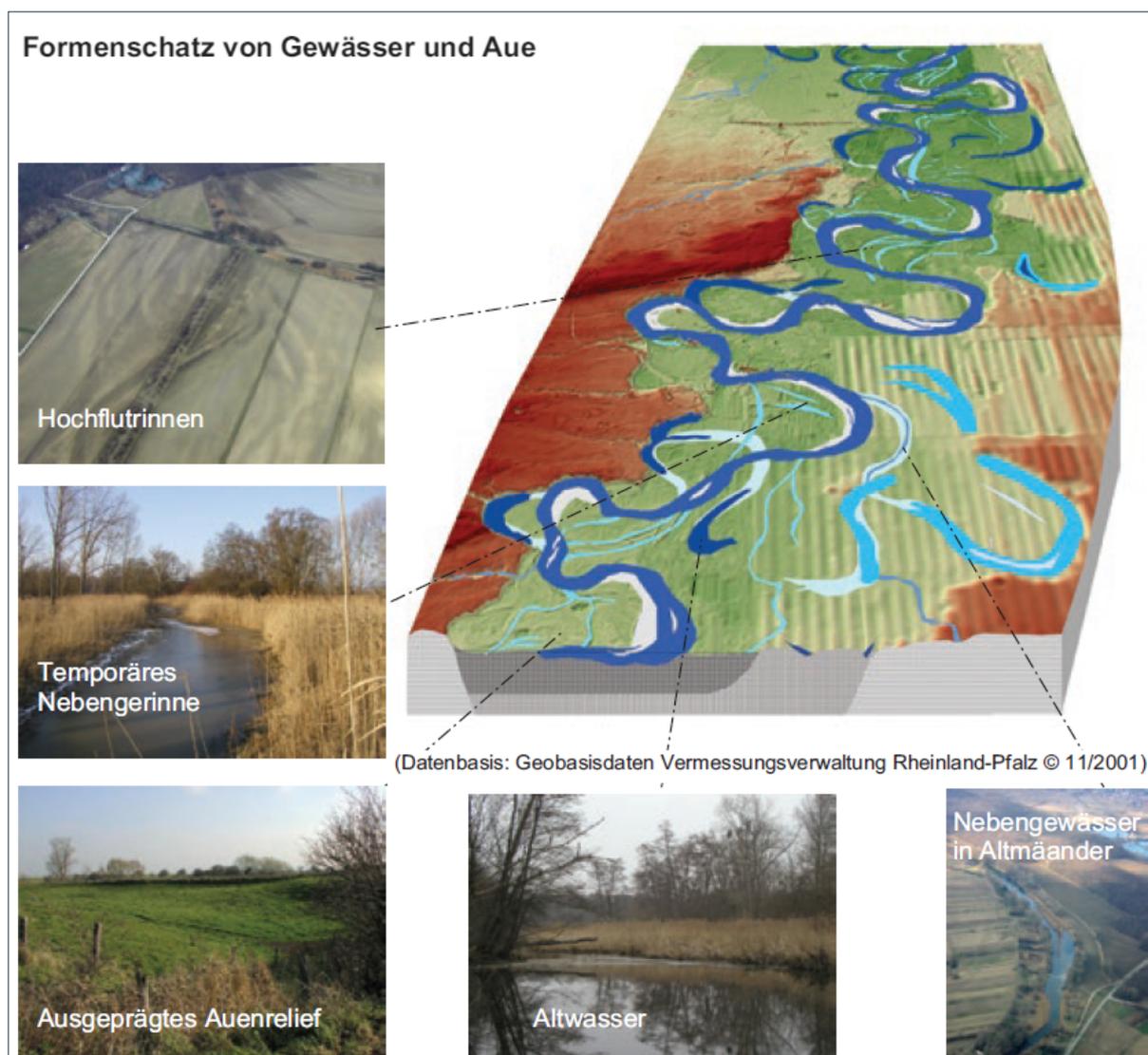


Abb. C.34: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.18.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitate und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

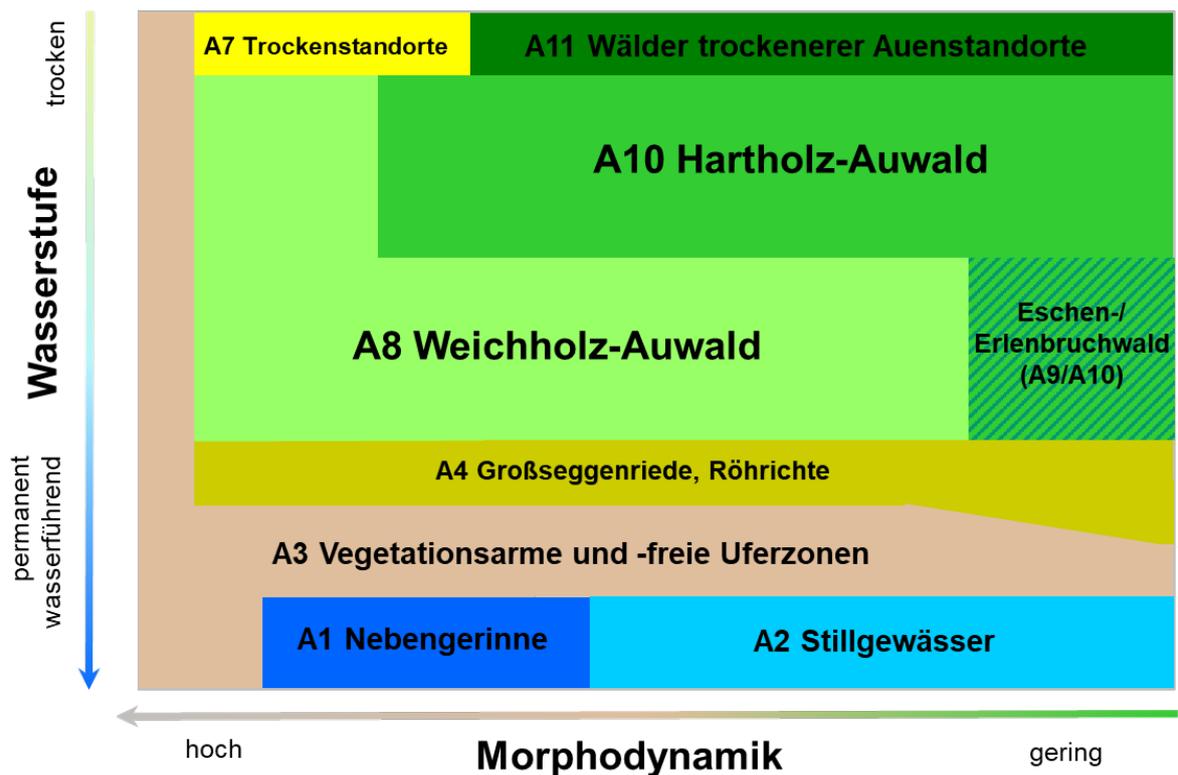
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitate

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A2 - Stillgewässer</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A8 - Weichholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 
<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 	

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Aueschlüssel-habitat-Code	FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranuncion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>
A2	3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>
A2	3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus <i>Armleuchteralgen</i>
A2	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6440	Brenndolden-Auenwiesen ( <i>Cnidion dubii</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

## C.19 Gefällereiche Stromaue (Schotter) mit Sommerhochwasser: SAT 6

### C.19.1 Allgemeine Charakterisierung

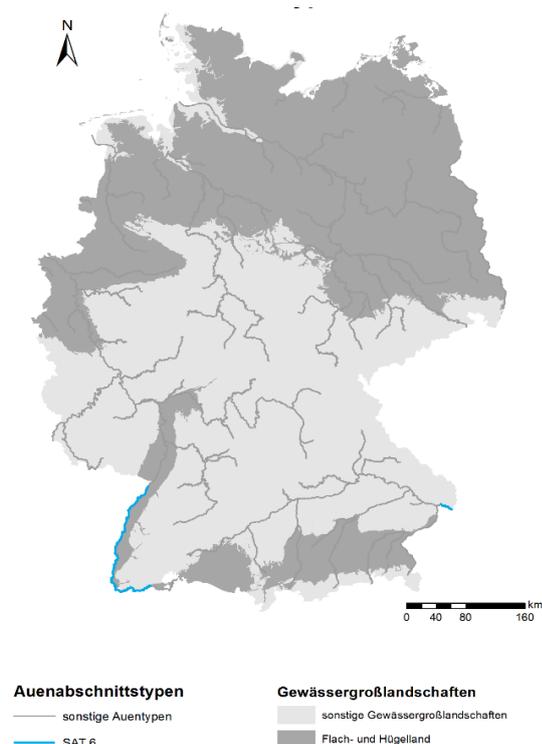
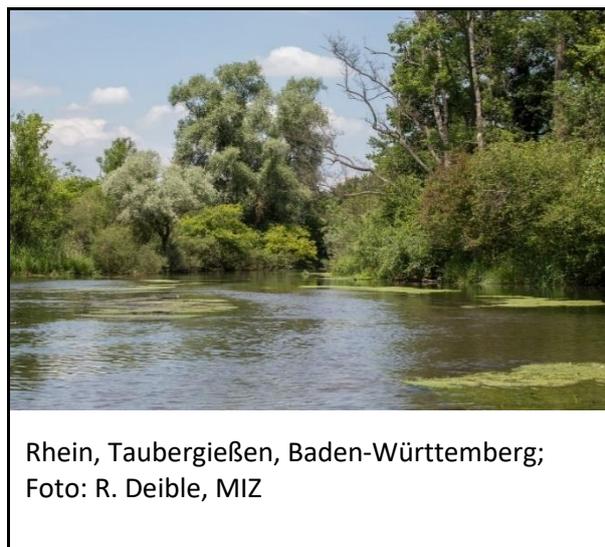


Abb. C.35: Geographische Lage der Auen gefällereicher Ströme (Schotter) mit Sommerhochwasser mit EZG > 1000 km<sup>2</sup> (verändert nach Koenzen 2005)



**Großlandschaft:** Flach- und Hügelland

**Geographische Lage und Beispiel:**

Hochrhein, Südlicher Oberrhein, Donau nach Innmündung

**LAWA-Fließgewässertyp:**

Typ 10 Kiesgeprägte Ströme

### Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts (verändert nach van der Weyer 2005 in Koenzen 2005)

Es treten zwei verschiedene Talbodenformen auf: der schmale und sehr gefällereiche Hochrhein und das geweitete Tal des südlichen Oberrheins und der Donau mit mächtigem Schotterkörper. Der Abfluss ist relativ ausgeglichen mit Hochwassern im Sommer. Die breiten Talböden sind in Terrassen gegliedert. Die Deckschubstrate sind größtenteils lehmig und nivellieren die Bodenbedingungen. Verflochtene Gerinne mit ausgedehnten, dynamischen Schotterbänken werden durch stabile und bewaldete Inseln gegliedert, abschnittsweise ist ein Übergang zur folgenden Mäanderstrecke zu erkennen. In der etwa einen Meter höheren Auenstufe mit ehemaligen Rinnenstrukturen finden sich viele grundwassergespeiste Gießen (Fließgewässer). Der schmale Hochrhein ist dagegen ärmer an Formen. Als prägende Auenschlüsselhabitate treten permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne, vegetationsarme und -freie Uferzonen, Trockenstandorte sowie Hartholz-Auwald auf. Fließgewässervegetation im Strom tritt nur randlich in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit auf: Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (schnell fließend) bis zu Schwimmblatt- und Großlaichkrautgesellschaften (langsam fließend). Die eher seltenen Stillgewässer differenzieren sich nach dem Nährstoffgehalt: nährstoffarme grundwasserbeeinflusste mit Armelechteraigen- bzw. Strandlings-Gesellschaften, nährstoffreichere mit Laichkraut- oder Wasserlinsen-Gesellschaften. Großflächige Schotterfluren entwickeln während der Vegetationsperiode Zweizahn- und Zwergbinsenfluren bzw. Flutrasen. Daran schließen sich auf Standorten höherer Morphodynamik Weidengebüsche an. An langsam durchströmten Rinnen oder Stillgewässern können verschiedene Röhrliche und Hochstaudenfluren wachsen. In der unteren Auenstufe dominiert Silberweidenwald oberhalb der Mittelwasserlinie, auf der Höheren Eichen-Ulmenwald. Kleinflächig in den Randsenken, an Grundwasseraustritten oder Verlandungsbereichen finden sich Erlenbruchwälder und Eschenwälder. Trockenere, kaum überflutete Standorte werden von Eichen-Hainbuchenwald besiedelt. Auf stark austrocknenden Kies- und Schotterflächen (Brennen) tritt Magerrasen auf.

### C.19.2 Abiotische Parameter (verändert nach Koenzen 2005)

Einzugsgebietsgröße:	> 30.000 km <sup>2</sup>
Talform:	breite Sohlentäler, seitlich durch pleistozäne Terrassen begrenzt (Oberrheingraben); im Bereich des Hochrheins schmale Talsohle (s. Sondersituationen im Text)
Höhenlage:	100 - 130 m ü. NN
Auengefälle:	gefällereich (> 0,5‰) 0,8-1,3 ‰, abschnittsweise steiler
Abflussregime:	nival
Überflutungscharakteristik:	jahreszeitlich schwankende Abflusssituation mit langanhaltenden Hochwasserphasen im Sommerhalbjahr und Niedrigwasserphasen im Winter, hohe Fließgeschwindigkeiten im Bereich der Schotterfluren und -bänke
Laufotyp	verflochten mit Insellage; Einbettrinne, abschnittsweise mit Nebengerinnen (Hochrhein)
Windungsgrad	gestreckt bis gewunden

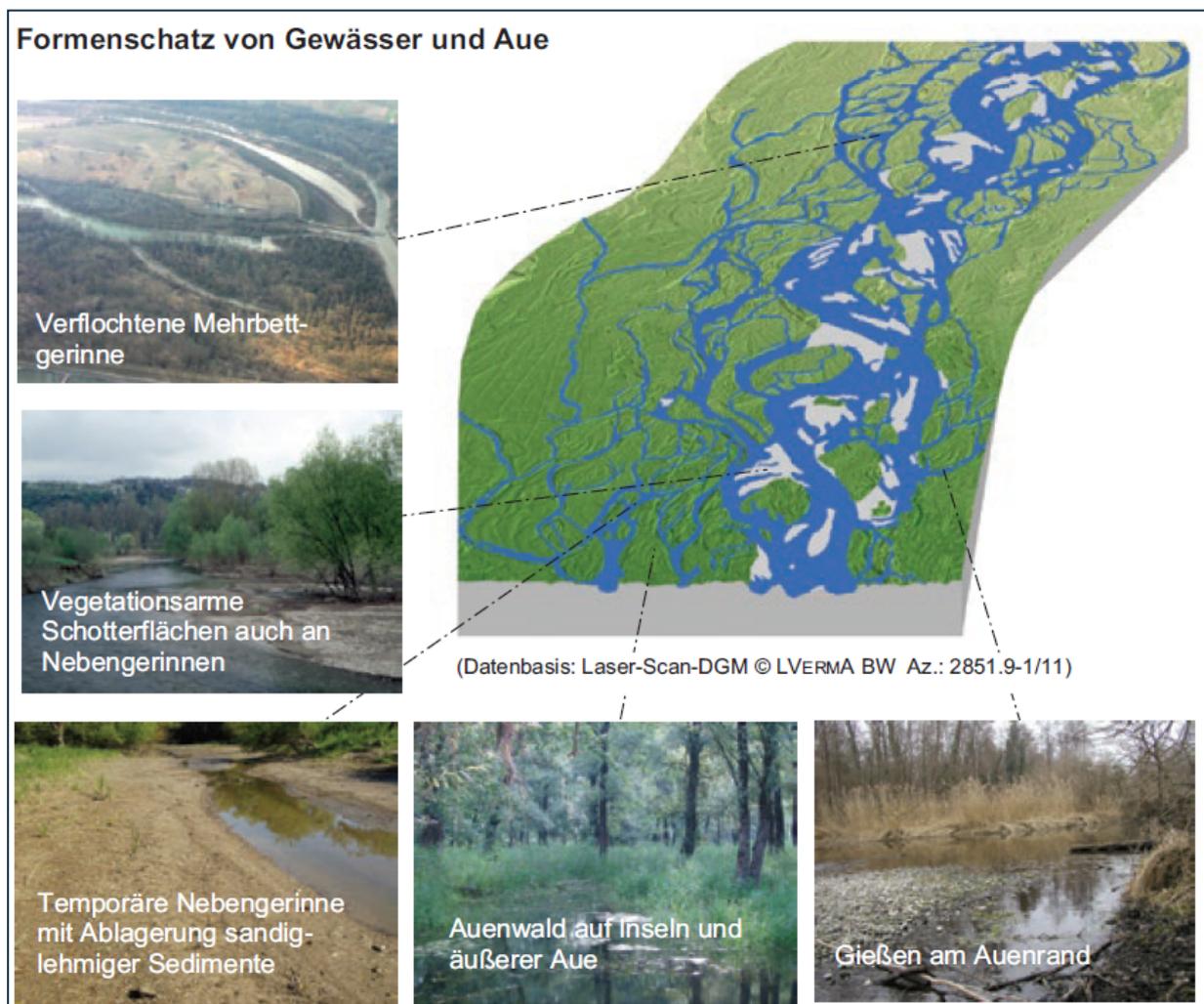


Abb. C.36: Formenschatz von Gewässer und Aue nach Koenzen (2005).

### C.19.3 Biozönotisch relevante Lebensräume

#### Auenschlüsselhabitats und -substrate

(dunkelgrau = prägend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend/untergeordnet)

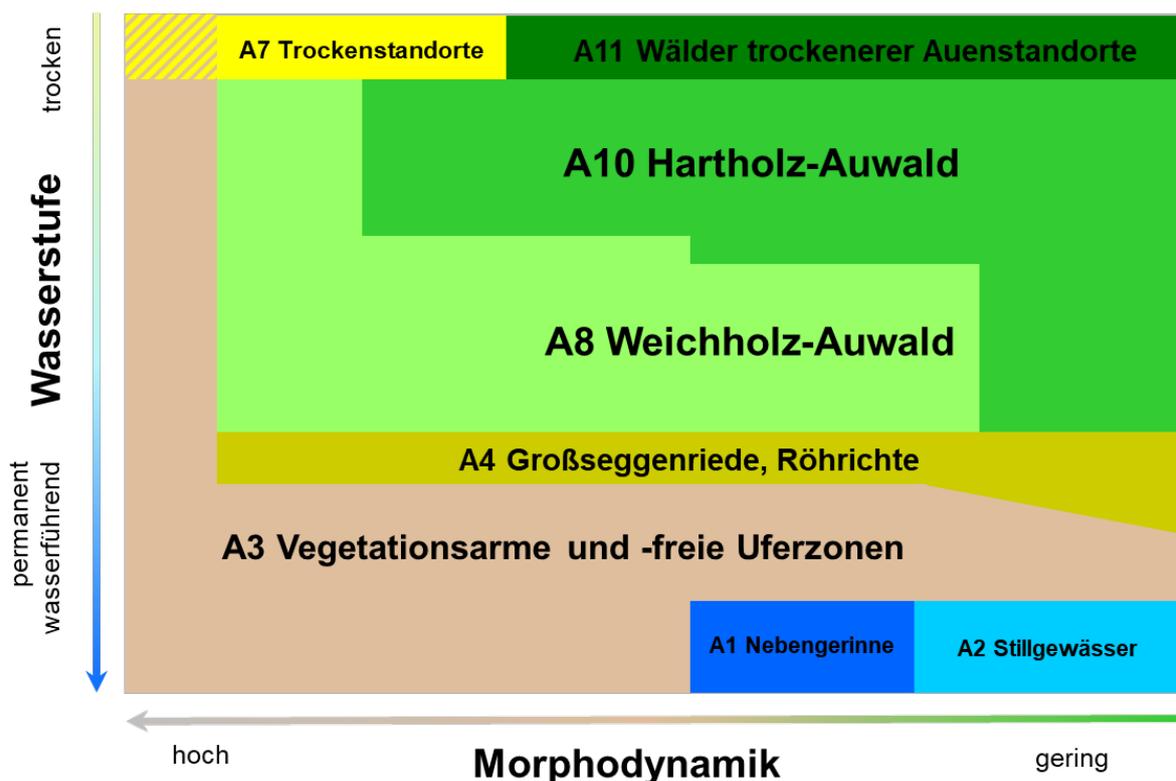
Code	Auenschlüsselhabitat	Auensubstrate
A1	Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Organisches Material (CPOM, FPOM, Moose, Torf)
A2	Stillgewässer	Ton/Lehm
A3	Vegetationsarme und -freie Uferzonen	Sand/Sand-Kies
A4	Großseggenriede, Röhrichte	Kies
A5	Hochstaudenfluren	Schotter
A6	Wechselfeuchtes Grünland*	Blöcke
A7	Trockenstandorte	
A8	Weichholz-Auwald	
A9	Bruchwald	
A10	Hartholz-Auwald	
A11	Wälder trockenerer Auenstandorte	

\*kulturgeprägtes Auenschlüsselhabitat

#### Prägende Auenschlüsselhabitats

<p><b>A1 - Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A3 - Vegetationsarme und -freie Uferzonen</b> (K. Januschke)</p> 
<p><b>A7 - Trockenstandorte</b> (T. Ehlert)</p> 	<p><b>A10 - Hartholz-Auwald</b> (B. Stammel)</p> 

Ökogramm (verändert nach Koenzen 2005)



Zuordnung von FFH-Lebensraumtypen zu den prägenden und häufigen Auenschlüsselhabitaten

Auenschlüssel-habitat-Code	FFH- Code	FFH-Lebensraumtyp
A1	3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranunculus fluitantis</i> und des <i>Callitriche-Batrachion</i>
A3	3270	Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des <i>Chenopodium rubri p.p.</i> und des <i>Bidention p.p.</i>
A4	3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
A4	7150	Torfmoor-Schlenken (Rhynchosporion)
A4	7230	Kalkreiche Niedermoore
A6	6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonigschluffigen Böden ( <i>Molinion caeruleae</i> )
A6	6510	Magere Flachland-Mähwiesen ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
A7	2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
A7	6210	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien
A8	91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
A9	91D0	Moorwälder
A10	91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>
A11	9160	Eichen-Hainbuchenwälder

Die „BfN-Schriften“ sind eine seit 1998 unperiodisch erscheinende Schriftenreihe in der institutionellen Herausgeberschaft des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in Bonn. Sie sind kurzfristig erstellbar und enthalten u.a. Abschlussberichte von Forschungsvorhaben, Workshop- und Tagungsberichte, Arbeitspapiere oder Bibliographien. Viele der BfN-Schriften sind digital verfügbar. Printausgaben sind auch in kleiner Auflage möglich.

**DOI 10.19217/skr655**