



**Leitfaden**  
zum Erkennen  
ökologisch kritischer Gewässerbelastungen  
durch Abwassereinleitungen

**Kurzbezeichnung:**

**Leitfaden  
„Immissionsbetrachtung“**

**Stand: Oktober 2012**

- Herausgeber:** Hessisches Ministerium für Umwelt,  
Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
Mainzer Str. 80  
65189 Wiesbaden  
Tel.: 0611 / 815 1301  
Fax: 0611 / 815 1941
- Bearbeitung:** Arbeitsgruppe (AG) aus Vertreterinnen und Vertretern  
der Hessischen Wasserwirtschaftsverwaltung
- AG-Leitung:** Frau Brehmer Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV),  
Wiesbaden
- AG-Mitglieder:**
- |                  |   |
|------------------|---|
| Frau Krapp       | Regierungspräsidium Gießen, Abteilung Umwelt  |
| Herr Hering      | Regierungspräsidium Gießen, Abteilung Umwelt  |
| Herr Putzke      | Regierungspräsidium Darmstadt,<br>Abt. Arbeitsschutz u. Umwelt Wiesbaden                      |
| Herr Kleef       | Regierungspräsidium Darmstadt,<br>Abt. Arbeitsschutz u. Umwelt Darmstadt                      |
| Frau Lemke       | Regierungspräsidium Darmstadt,<br>Abt. Arbeitsschutz u. Umwelt Darmstadt                      |
| Herr Migge       | Regierungspräsidium Darmstadt,<br>Abt. Arbeitsschutz u. Umwelt Darmstadt                      |
| Herr Fertig      | Regierungspräsidium Kassel,<br>Abt. Umwelt und Arbeitsschutz                                  |
| Herr Hodes       | Regierungspräsidium Kassel,<br>Abt. Umwelt und Arbeitsschutz,<br>(Standort Bad Hersfeld)      |
| Frau Dr. Banning | Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  |
| Frau Thies       | (ehemals) Landratsamt des Hochtaunuskreises<br>(Mitglied in der Zeit von 09/2009 bis 08/2010) |

- 
- Veröffentlichung:** [www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)  
→ Umwelt → Gewässerschutz  
→ Kommunales Abwasser  
→ Leitfaden Immissionsbetrachtung

**Leitfaden**  
**zum Erkennen**  
**ökologisch kritischer Gewässerbelastungen**  
**durch Abwassereinleitungen**

**als maßgebendes**

**ANFORDERUNGSPROFIL**  
**zur Durchführung**  
**eines Immissionsnachweises**  
**für die Beurteilung**  
**der Gewässerverträglichkeit**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung des Leitfadens (HMULV, 2004)</b> .....	<b>17</b>
1.1	Einleitung .....	17
1.2	Grundsätze und Ziele der Weiterentwicklung .....	18
1.3	Umsetzung der Weiterentwicklung des Leitfadens .....	20
<b>2.</b>	<b>Grundsätze des Leitfadens</b> .....	<b>22</b>
2.1	Anwendungsbereich, Anwendungsgrenzen.....	22
2.2	Nachweiskonzept.....	23
2.3	Übersicht über die Anwendung des Leitfadens.....	25
2.3.1	Immissionsbetrachtung bei Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis	25
2.3.2	Immissionsbetrachtung zur Sachverhaltsaufklärung gemäß Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL.....	32
2.3.3	Überblick über die rechnerischen Nachweise .....	36
<b>3.</b>	<b>Abgrenzung des zu betrachtenden Nachweisraumes</b> .....	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>Beurteilung des Gewässerzustandes</b> .....	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Kriterien und Verfahren zur Beurteilung des Gewässerzustandes</b> .....	<b>39</b>
4.1.1.	Bewertung des ökologischen Zustandes.....	40
4.1.2	Bewertung der biologischen Gewässergüte (Saprobie) als Teil der Bewertung des Makrozoobenthos .....	41
4.1.3	Bewertung des morphologischen Gewässerzustands.....	43
4.1.3.1	Gewässerstruktur .....	43
4.1.3.2	Morphologische Umweltziele und Abweichungsklassen .....	44
4.1.3.3	Wanderhindernisse .....	45
<b>4.2</b>	<b>Datenbestand</b> .....	<b>46</b>
4.2.1	GIS-Anwendungen.....	46
4.2.1.1	WRRL-Viewer .....	46
4.2.1.2	Gewässerstrukturgüte-Informationssystem (GESIS).....	47
4.2.2.	Datenbestand zum ökologischen Zustand .....	48
4.2.3	Datenbestand zur Gewässergüte.....	51
4.2.4	Datenbestand zur Gewässerstruktur.....	54
4.2.4.1	Vorhandene Daten zur Strukturgütebewertung in GESIS .....	54
4.2.4.2	Vorhandene Daten zur Erreichung der morphologischen Umweltziele (Abweichungsklassen).....	58
4.2.4.3	Vorhandene Daten zu den Wanderhindernissen.....	59
4.2.4.4	Vorhandene Daten zu den Strukturmaßnahmen nach dem Maßnahmenprogramm nach WHG.....	61
<b>4.3</b>	<b>Beurteilung des Gewässers vor Ort (Plausibilität)</b> .....	<b>64</b>
4.3.1	Untersuchung der allgemeinen Gewässerqualität.....	66
4.3.2	Untersuchung zur physikalisch-chemischen Gewässerqualität.....	66
4.3.3	Untersuchungen der biologischen Gewässerqualität (Saprobie).....	67

4.3.4	Vereinfachte morphologische Untersuchungen (Anhang 3.7).....	68
4.3.5	Auswertung der Ergebnisse der Erhebungen vor Ort .....	70
<b>5.</b>	<b>Schutzbedürfnis und Wiederbesiedlungspotential eines Gewässers.....</b>	<b>70</b>
<b>5.1</b>	<b>Prüfung des Schutzbedürfnisses eines Gewässers.....</b>	<b>70</b>
5.1.1	Quellbereiche .....	71
5.1.2	Temporär trocken fallende Gewässer(abschnitte).....	71
5.1.3	Gewässer mit besonderer Naturnähe.....	72
<b>5.2</b>	<b>Ermittlung des (abiotischen) Wiederbesiedlungspotentials.....</b>	<b>73</b>
<b>6.</b>	<b>Modelltechnische Mindestanforderungen an die Nachweisführung.....</b>	<b>75</b>
<b>6.1</b>	<b>Anforderungen an die Simulationsmodelle.....</b>	<b>75</b>
<b>6.2</b>	<b>Schmutzfrachtsimulationsmodell zur Abbildung der Einleitungen der Siedlungsentwässerung (Emissionen) .....</b>	<b>76</b>
<b>6.3</b>	<b>Gewässerabflussmodell mit Abbildung der Zuflüsse aus natürlichen Einzugsgebieten .....</b>	<b>77</b>
6.3.1	Berücksichtigung der natürlichen Einzugsgebiete.....	78
6.3.2	Berücksichtigung des Transport- und Retentionsverhaltens des Gewässers .....	78
<b>6.4</b>	<b>Gewässergütemodell zur Abbildung stofflicher Prozesse im Gewässer....</b>	<b>79</b>
6.4.1	Abbildung von Stofftransportprozessen .....	79
6.4.2	Abbildung von Abbau- und Umwandlungsprozessen.....	80
6.4.2.1	Stoffliche Parameter.....	80
6.4.2.2	Abzubildende Prozesse und Parameter .....	82
6.4.2.3	Sauerstoffzehrung infolge des Abbaus organischen Materials.....	85
6.4.2.4	Sauerstoffzehrung infolge punktueller Einleitung von Ammoniumstickstoff (Nitrifikation) .....	87
6.4.2.5	Wiederbelüftung .....	87
6.4.2.6	Sauerstoffzehrende Prozesse im Sediment .....	89
6.4.2.7	Photosynthese.....	89
6.4.2.8	Ammoniaktoxizität .....	90
6.4.2.9	Phosphor .....	92
<b>7.</b>	<b>Fachliche Anforderungen an die Immissionsnachweise .....</b>	<b>92</b>
<b>7.1</b>	<b>Überblick über die zu führenden Nachweise.....</b>	<b>92</b>
<b>7.2</b>	<b>Nachweisorte .....</b>	<b>94</b>
7.2.1	Nachweisorte für den hydraulischen Nachweis .....	94
7.2.2	Nachweisorte für den Sauerstoff-Nachweis .....	95
7.2.3	Nachweisorte für den Ammoniakstickstoff-Nachweis.....	98
<b>7.3</b>	<b>Hydraulischer Nachweis .....</b>	<b>98</b>
7.3.1	Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebieten .....	98
7.3.2	Grenzwert für den zulässigen Gewässerabfluss.....	99
7.3.3	Hydraulisches Nachweisverfahren.....	101

---

<b>7.4</b>	<b>Stoffliche Nachweise</b> .....	<b>106</b>
7.4.1	Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebieten.....	106
7.4.2	Gewässervorbelastung .....	106
7.4.3	Belastungsgrößen aus Abwassereinleitungen .....	109
7.4.3.1	Stoffkonzentrationen im Ablauf der Kläranlagen .....	109
7.4.3.2	Stoffkonzentrationen im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen .....	110
7.4.3.3	Eingangsrößen für die Regenwassereinleitungen aus Trennsystemen.....	110
7.4.4	<b>Vereinfachtes Nachweisverfahren</b> .....	<b>111</b>
7.4.4.1	Belastungsniederschläge .....	111
7.4.4.2	Herleitung der stofflichen Anforderungen .....	111
7.4.4.3	Grenzwerte für die minimale Sauerstoffkonzentration.....	112
7.4.4.4	Grenzwerte für die maximale Ammoniakstickstoff-Konzentration ....	113
7.4.5	<b>Erweitertes Nachweisverfahren</b> .....	<b>114</b>
7.4.5.1	Belastungsniederschläge .....	114
7.4.5.2	Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte .....	114
7.4.5.3	Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für die Sauerstoffkonzentration .....	114
7.4.5.4	Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für die Ammoniakstickstoff- Konzentration .....	116
<b>8.</b>	<b>Datengrundlage, -ermittlung und –aufbereitung</b> .....	<b>117</b>
8.1	Daten zur Abgrenzung des Nachweisraumes .....	117
8.2	Daten zu Kläranlageneinleitungen .....	118
8.3	Daten zu Misch- und Regenwassereinleitungen .....	120
8.3.1	Belastungsniederschlag .....	120
8.3.2	Datensätze zu Schmutzfrachtsimulationen .....	122
8.3.3	Einleitestellen der Misch- und Niederschlagswassereinleitungen .....	122
8.3.4	Zusammenstellung der erforderlichen Daten .....	123
8.4	Daten zu natürlichen Einzugsgebieten.....	124
8.5	Daten zu Gewässern .....	129
8.5.1	Querprofile .....	129
8.5.1.1	Rückgriff auf bereits vorhandene Daten .....	129
8.5.1.2	Erhebung der Daten vor Ort.....	133
8.5.2	Längsprofil.....	134
8.5.3	Rauheit.....	135
8.5.4	Stoffliche Gewässervorbelastung.....	135
8.5.5	Zusammenstellung der erforderlichen Daten zum Gewässer.....	136
<b>9.</b>	<b>Anforderungen an die Dokumentation und Ergebnisdarstellung</b> .....	<b>138</b>
<b>10.</b>	<b>Weiteres Vorgehen - Maßnahmenwahl</b> .....	<b>143</b>
<b>11.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>147</b>
<b>Anhänge</b>	.....	<b>157</b>

## Anlagen

- I. Verzeichnis der Abbildungen
- II. Verzeichnis der Tabellen
- III. Verzeichnis der Anhänge
- IV. Verzeichnis der Abkürzungen

### I. Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1: Leitfadenanwendung bei Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis
- Abb. 2: Identifizierung der bei den rechnerischen Nachweisen zu berücksichtigenden Abwassereinleitungen
- Abb. 3: Leitfadenanwendung zur Sachverhaltsaufklärung (gemäß Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL)
- Abb. 4: Abgrenzung des Nachweisraumes über den Einflussbereich von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung
- Abb. 5: Überblick über Qualitätskomponenten zur Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustandes gemäß OGewV im Kontext zum Leitfaden
- Abb. 6: Schematische Darstellung der gewässertypbezogenen Bewertung des ökologischen Zustands (HMUELV, 2009b)
- Abb. 7: Beurteilung der ökologischen Zustandsklasse anhand des Makrozoobenthos (Beispiel: silikatischer grobmaterialreicher Mittelgebirgsbach – Typ 5)
- Abb. 8: Eröffnungsseite des WRRL-Viewers
- Abb. 9: Darstellung der Vorgehensweise zur Ermittlung des ökologischen Zustands eines Wasserkörpers
- Abb. 10: Ausschnitt aus dem im WRRL-Viewer für jeden Wasserkörper dargestellten Steckbrief
- Abb. 11: Angaben zu Gesamtbewertung der biologischen Komponenten im WRRL-Viewer
- Abb. 12: Auffinden grundlegender Daten (Stammdaten) im WRRL-Viewer
- Abb. 13: Darstellung der Lage der Messstellen für Makrozoobenthos (MZB) im WRRL-Viewer (HMUELV, 2009c)
- Abb. 14: Darstellung der Vorgehensweise zur Ermittlung vorhandener Saprobieergebnisse
- Abb. 15: Veranschaulichung der Gesamtbewertung für das Makrozoobenthos einschließlich der Bewertung der Gewässergüte (Saprobie)
- Abb. 16: Daten zur Strukturbewertung in GESIS
- Abb. 17: Überblick über die Gesamtbewertung der Struktur eines Gewässerabschnittes mit Angabe des Zeitpunktes der Datenerhebung (GESIS)
- Abb. 18: Einzelbewertungen unter der Registerkarte „Details“ (GESIS)
- Abb. 19: Farbliche Darstellung der Bewertung der Hauptkomponente „Querprofil“ (GESIS)
- Abb. 20: Visualisierung in der Bewertungstabelle (GESIS)
- Abb. 21: Vorgehensweise zum Auffinden der Angabe der Abweichungsklasse
- Abb. 22: Auffinden der vorhandenen Daten zu den Wanderhindernissen



- Abb. 23: Themenauswahl und Werkzeug zur Darstellung der Wanderhindernisse im GESIS-Viewer
- Abb. 24: Fenster „Info zum Wanderhindernis“ in GESIS
- Abb. 25: Informationen zu vorgesehenen Strukturmaßnahmen im WRRL-Viewer
- Abb. 26: Auffinden näherer Informationen zu den Maßnahmen im Maßnahmenprogramm nach WHG
- Abb. 27: Informationen zu den vorgeschlagenen Maßnahmen im WRRL-Viewer
- Abb. 28: Verfahrensschema zur Prüfung des Schutzbedürfnisses eines Gewässers
- Abb. 29: Erforderliche Gewässereigenschaften für ein hohes Wiederbesiedlungspotential eines 100 m-Abschnittes
- Abb. 30: Darstellung von Wasserpaketen nach dem Ansatz Lagrange (Schütze et al., 2010)
- Abb. 31: Gütemodell SWQM des Werkzeugpakets in Petersen-Matrix-Notation in anderer Darstellung als in Tabelle 11
- Abb. 32: Prozentuale Verteilung von Ammoniak/Ammonium in Abhängigkeit vom pH-Wert und von der Temperatur (Liechti, 2010; in Anlehnung an Emerson, 1975)
- Abb. 33: Schematische Darstellung der Nachweisorte für den hydraulischen Nachweis, den Sauerstoff- und den Ammoniakstickstoff-Nachweis
- Abb. 34: Fiktive Verlängerung des letzten Gewässerabschnittes im Nachweisraum
- Abb. 35: Prinzip der Auswahl der auswertbaren Hochwasserereignisse in Abhängigkeit des Schwellenwertes
- Abb. 36: Erzeugung einer Partiellen Serie mittels Festlegung eines Schwellenwertes (TU Darmstadt, 2008)
- Abb. 37: Anordnung der Abflusswerte der Partiellen Serie abnehmend nach der Größe
- Abb. 38: Vorgehen zur Ermittlung von  $HQ_{1,urban}$
- Abb. 39: Änderung der Wassertemperatur über die Zeit (Tagesganglinien) und entlang der Fließstrecke am Beispiel der Erft im Sommer 2000 (Christoffels, 2002)
- Abb. 40: Einteilung der Einzugsgebietsfläche in Teileinzugsgebietsflächen
- Abb. 41a: Basisflächen (rot umrandet) des Gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses mit Einzugsgebietsgrößen im WRRL-Viewer (vgl. auch Kap. 4.2.1.1)
- Abb. 41b: Einzugsgebietsflächengröße einer Basisfläche (rot umrandet) und der Gesamtfläche bis zu dieser Gewässerstelle (grün umrandet)
- Abb. 42: Skizze zum Retentionskataster Hessen (HGN, HMUELV)
- Abb. 43: Verzeichnete Querprofile im Retentionskataster (exemplarisch) (HLUG)
- Abb. 44: Daten für ein exemplarisches Profil (Gewässer und Vorländer) (HLUG)
- Abb. 45: Profildaten im Gewässerbereich (HLUG)
- Abb. 46: Darstellung einer Gewässerstrecke mit vergleichsweise vielen Querprofilen in geringem Abstand im Retentionskataster Hessen (HLUG)
- Abb. 47: Exemplarische Querprofildaten im Lamellenformat

## Abbildungen in den Anhängen

- Abb. A1-1: Fließlängen der 9 verschiedenen Fließgewässertypen in Hessen (Datengrundlage: aktualisierte Bestandsaufnahme (HLUG))
- Abb. A1-2: Beispiele verschiedener Fließgewässertypen in Hessen
- Abb. A3-1: Eutrophierung: Gewässer grünlich gefärbt (durch fädige Grünalgen)
- Abb. A3-2: Eutrophierung: Steine/Hartsubstrate flächenhaft von grünem Algenrasen überzogen; fädige Grünalgen im freien Wasser
- Abb. A3-3: Gewässer durch ästhetische Störstoffe aus Mischwassereinleitung beeinträchtigt (Foto: O. Grimm)
- Abb. A3-4: Steinunterseiten überall mit grauer bis schwarzer Verfärbung, Hinweis auf Sauerstoffmangel (Foto: D. Borchardt)
- Abb. A4-1: Beispiele zur Festlegung der von Niederschlagswassereinleitungen frei zu haltenden Quellbachabschnitte (BWK, 2001)
- Abb. A5-1: Erläuterung der Höhenangaben an Abstürzen
- Abb. A5-2: Breite der Lücke an Abstürzen
- Abb. A5-3: Mittlere Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe in Längsbauwerken
- Abb. A5-4: Exemplarische Darstellung der zu betrachtenden Abschnitte zur Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials eines bestimmten 100-m-Abschnittes
- Abb. A6-1: Exemplarische Darstellung der sieben zu betrachtenden Abschnitte zur Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials des 100-m-Abschnittes Nr. 3
- Abb. A6-2: Exemplarische Darstellung der 21 zu betrachtenden Abschnitte zur Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials des 100-m-Abschnittes Nr. 15
- Abb. A6-3: Schematische Darstellung eines Nachweisraumes mit Einteilung der Teileinzugsgebiete für die jeweiligen Nachweisorde (des hydraulischen Nachweises)
- Abb. A6-4: Systemplan mit Abwassereinleitungen, Gewässerabschnitten und natürlichen Einzugsgebieten

## II. Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Unterstützende Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potentials gemäß Anlage 3 OGewV
- Tabelle 2: Im Leitfaden zugrunde gelegte Nachweisgrößen im Zusammenhang mit den Qualitätskomponenten nach Anlage 3 OGewV (Bund, 2011)
- Tabelle 3: Gewässertypen im Rahmen der Bagatellregelung nach DWA M 153
- Tabelle 4: Flächentypen im Rahmen der Bagatellregelung nach DWA M 153
- Tabelle 5: Einflussbereich [km] von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung (hier bei MNQ) (ATV, 1997)
- Tabelle 6: Zuordnung der biologischen Gewässergüteklassen (Saprobie) mit gewässertypspezifischen Klassengrenzen beim Saprobienindex
- Tabelle 7: Gewässerstrukturklasse (HMULV, 1999)
- Tabelle 8: Abweichungsklassen: Definition, Grenzen und Farbzuzuweisung in Analogie zu den biologischen Gewässergüteklassen (aus: HMUeLV, 2009b, Kap. 5.1.3.1; modifiziert)

---

Tabelle 9:	Grundausrüstung und erforderliche Fachkenntnisse für die Bestimmung einiger Gewässerparameter
Tabelle 10:	Bewertung der vereinfachten morphologischen Untersuchungen
Tabelle 11:	Gütemodell SWQM des Werkzeugpakets in Petersen-Matrix-Notation (TU Darmstadt/ifak, 2010)
Tabelle 12:	Stoffe des Gütemodells SWQM (TU Darmstadt/ifak, 2010; Schütze, 2011)
Tabelle 13:	Gewässeralkalinitäten in Abhängigkeit vom pH-Wert (HMULV, 2004b; modifiziert)
Tabelle 14:	Überblick über die Unterschiede in den Nachweisarten
Tabelle 15:	Anzusetzende Vorbelastungen in oberirdischen Gewässern
Tabelle 16:	Mittelwerte der Schmutzwasserabflusskonzentrationen (HLUG, 2007)
Tabelle 17:	Zugrunde zu legenden Werte für das Sauerstoffdefizit, die Sauerstoffkonzentration und den pH-Wert der Abwassereinleitungen
Tabelle 18:	Zuordnung der Fischgemeinschaften zu den Fließgewässertypen nach der Rahmenkonzeption der LAWA (LAWA, 2007)
Tabelle 19:	Basis-Grenzwerte für den vereinfachten Sauerstoff-Nachweis
Tabelle 20:	Basis-Grenzwert für den vereinfachten Ammoniakstickstoff-Nachweis
Tabelle 21:	Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für Sauerstoff
Tabelle 22:	Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für Ammoniakstickstoff (NH <sub>3</sub> -N)
Tabelle 23:	Daten zur Abgrenzung des Nachweisraumes
Tabelle 24:	Zusammenstellung der erforderlichen Daten zu Kläranlageneinleitungen
Tabelle 25:	Zusammenstellung der erforderlichen Daten zu Misch- und Niederschlagswassereinleitungen
Tabelle 26:	Zusammenstellung der erforderlichen Daten zu natürlichen Einzugsgebieten
Tabelle 27:	Zusammenstellung der erforderlichen Daten zum Gewässer
Tabelle 28:	Auflistung der erforderlichen Daten (Näheres siehe Kap. 8)
Tabelle 29:	Maßnahmen zur Verminderung akuter hydraulischer und stofflicher Gewässerbelastungen durch Misch- und Niederschlagswassereinleitungen

## Tabellen in den Anhängen

Tabelle A4-1:	Längen von einleitungsfrei zu haltenden Quellabschnitten in Abhängigkeit vom Typ des Quellwasseraustritts und vom Zusammenfluss mit anderen Fließgewässern (BWK, 2001)
Tabelle A5-1:	Bewertung der Wasserspiegeldifferenz $\Delta h_{WSP}$ [m] an Abstürzen
Tabelle A5-2:	Bewertung der Unterwassertiefe $h_1$ [m] an Abstürzen
Tabelle A5-3:	Mindestwert für Wassertiefe $h_2$ bzw. $h_3$ [m] in Bauwerken
Tabelle A5-4:	Grenzwerte für mittlere Fließgeschwindigkeit $v_m$ [m/s] in längeren Bauwerken
Tabelle A5-5:	Mindestbreite $b_L$ [m] der Lücken in Abstürzen
Tabelle A6-1:	Eingangsdaten zu den natürlichen Einzugsgebieten
Tabelle A6-2:	Eingangsdaten zur Geometrie der Gewässerabschnitte und Angaben für den hydraulischen Nachweis

Tabelle A6-3:	Eingangsdaten zur stofflichen Vorbelastung im Gewässer
Tabelle A6-4:	Verschneidung der Tabellen A6-1 und A6-2 als tabellarische Umsetzung der Abbildung A6-4
Tabelle A6-5:	pH-Wert, Sauerstoffkonzentration, Temperatur (Ablauf) und Alkalinität der einzelnen Abwassereinleitungen
Tabelle A6-6:	Verwendete Stoffkonzentrationen

### III. Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1:	Gewässertypologie - Die Fließgewässertypen in Hessen
Anhang 2:	Einzelbewertung der Gewässerstrukturgüte nach GESIS (Erhebungsbogen)
Anhang 3:	Erhebung von Gewässerdaten
Anhang 3.1:	Daten zur Gewässerbegehung
Anhang 3.2:	Literaturangaben zur Abschätzung von Strickler-Beiwerten (BWK, 2001)
Anhang 3.3:	Vereinfachte Untersuchung der Gewässerqualität (VDG, 2001)
Anhang 3.4:	Fotodokumentation: Gewässerqualität
Anhang 3.5:	Physikalisch / chemische Untersuchung der Gewässerqualität
Anhang 3.6:	Vereinfachte biologische Untersuchung (Saprobienindex) (VDG, 2001; modifiziert)
Anhang 3.7a:	Vereinfachte morphologische Untersuchung (Mittelgebirgsgewässer)
Anhang 3.7b:	Vereinfachte morphologische Untersuchung (Flachlandgewässer)
Anhang 3.8:	Fotodokumentation: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld
Anhang 4:	Vereinfachte Festlegung der von Abwassereinleitungen freizuhaltenden Quellbereiche
Anhang 5:	Kartierblatt zur Bewertung der Durchgängigkeit
Anhang 6:	Dokumentation von Eingangsdaten für den Immissionsnachweis
Anhang 6.1:	Abgrenzung des Nachweisraumes (anhand eines Beispiels)
Anhang 6.2:	Stammdaten zum Oberflächenwasserkörper (OWK) (anhand eines Beispiels)
Anhang 6.3:	Daten zum Gewässerzustand (anhand eines Beispiels)
Anhang 6.3a:	Ökologischer Gewässerzustand bezüglich Makrozoobenthos
Anhang 6.3b:	Gewässerstruktur und Abweichungsklasse
Anhang 6.4:	Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials
Anhang 6.4a:	Veranschaulichung der maßgebenden Gewässerstrecke für die Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials eines 100 m-Abschnittes innerhalb des Nachweisraumes
Anhang 6.4b:	Beispiel für die Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials aller 100 m-Abschnitte innerhalb des Nachweisraumes sowie Gesamtbeurteilung für den Nachweisraum
Anhang 6.5:	Daten zum Gewässer für den rechnerischen Nachweis (anhand eines Beispiels)
Anhang 6.6:	Eingangsdaten zu Abwassereinleitungen und zum Niederschlag

## IV. Verzeichnis der Abkürzungen

A	Fließquerschnitt
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
AbwV	Abwasserverordnung
$A_{E0}$	Einzugsgebietsfläche
AFS	abfiltrierbare Stoffe
Alk	Alkalinität
$Alk_E$	Alkalinität der Einleitung
$Alk_G$	Alkalinität im Gewässer
$Alk_{KA}$ -Ablauf	Alkalinität im Kläranlagenablauf
$Alk_{MWE}$	Alkalinität in der Mischwassereinleitung
$Alk_{NWE}$	Alkalinität in der Niederschlagswassereinleitung
$Alk_V$	Alkalinität im Gewässer vor der Einleitung
APHA	American Public Health Association
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e. V.
$A_u$	angeschlossene undurchlässige Siedlungsfläche
$b_L$	Mindestbreite der Lücken in Abstürzen
$BSB_5$	Biologischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen
$b_{Sp}$	Wasserspiegelbreite (nach DWA M 153)
b-Wert	angeschlossene undurchlässige Siedlungsfläche ( $A_u$ ) dividiert durch die Einzugsgebietsfläche an der Einleitungsstelle ( $A_{E0}$ )
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
BWP	Bewirtschaftungsplan (nach EG-Wasserrahmenrichtlinie)
$C_{O_2, Sättigung}$	Sauerstoffsättigungskonzentration
$C_{O_2, Sättigung-0}$	Sauerstoffsättigungskonzentration ohne Berücksichtigung der Höhe über dem Meeresspiegel und des Salzgehaltes
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
$C_T$	Konzentration der gelösten Karbonate
$C_{T,G}$	Konzentration der gelösten Karbonate im Gewässer
$C_{T,V}$	Konzentration der gelösten Karbonate vor der Einleitung
$C_{T,E}$	Konzentration der gelösten Karbonate der Einleitung
Cyp-R	cyprinidengeprägte Gewässer des Rhithrals
D	Niederschlagsdauer
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
$DO_{satt, korr, Höhe}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Höhe über dem Meeresspiegel
$DO_{satt, korr., Salz}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Salzgehaltes
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG	Europäische Gemeinschaft
EKVO	Abwassereigenkontrollverordnung in Hessen

---

EU	Europäische Union
EW	Einwohnerwerte
F1, F4	Flächentypen (nach DWA M 153)
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FWR	Foundation for Water Research
G1, G8	Gewässertypen (nach DWA M 153)
Gi	Gerinneelement i
GESIS	Gewässerstrukturgüte-Informationssystem
GIS	Geoinformationssystem
h	Fließgewässertiefe, Wassertiefe
h <sub>1</sub>	Unterswassertiefe an Abstürzen
h <sub>2</sub>	Mindestwassertiefe in Längsbauwerken
h <sub>3</sub>	Mindestwassertiefe in Abstürzen
HAbwAG	Hessisches Ausführungsgesetz zum Abwasserabgabengesetz
HGN	Hydrologie GmbH Nordhausen
HLBG	Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMUELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMULV	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
h <sub>N,5min</sub>	Niederschlagshöhe in 5 Minuten
h <sub>N</sub>	Niederschlagshöhe in der Zeit D
HQ <sub>1</sub>	einjähriger Hochwasserabfluss
HQ <sub>1,urban</sub>	einjähriger einleitungsbedingter Gewässerabfluss
HQ <sub>1pnat</sub>	einjähriger potentiell naturnaher Hochwasserabfluss
HQ <sub>2</sub>	zweijährlicher Hochwasserabfluss
HQ <sub>2,urban</sub>	zweijährlicher einleitungsbedingter Gewässerabfluss
HQ <sub>2pnat</sub>	zweijährlicher potentiell naturnaher Hochwasserabfluss
HSGSim	Hochschulgruppe
Δh <sub>WSP</sub>	Wasserspiegeldifferenz an Abstürzen
Ifak	Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
IWA	International Water Association
k	Ordnungszahl der Stichprobenwerte
k <sub>2</sub>	Wiederbelüftungsrate
KA	Kläranlage
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung - Auswertung
k <sub>st</sub>	Manning-Strickler-Beiwert
k <sub>st,i</sub>	Manning-Strickler-Beiwerte für benetzten Teilumfang
L	Anzahl der Abflusswerte (Anzahl der Werte in der Stichprobe)
l <sub>u</sub>	benetzter Umfang

---

$I_{u,i}$	benetzter Teilumfang
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
M	Anzahl der simulierten Jahre
MP	Maßnahmenprogramm (nach EG-Wasserrahmenrichtlinie)
MQ	Mittlerer Abfluss
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss
msn	Höhe über Meeresspiegel
MZB	Makrozoobenthos
N-A	Niederschlag-Abfluss
$NH_4$	Ammonium
$NH_4$ -N	Ammoniumstickstoff
$NH_3$	Ammoniak
$NH_3$ -N	Ammoniakstickstoff
NiedSIM	Niederschlagssimulationsmodell
$NO_2$	Nitrit
$NO_3$	Nitrat
$N_{org}$	organischer Stickstoff
NWR	Nachweisraum
$O_2$	Sauerstoff
$O_2$ KA-Ablauf	Sauerstoffkonzentration im Kläranlagenablauf
$O_2$ MWE	Sauerstoffkonzentration in Mischwassereinleitung
$O_2$ NWE	Sauerstoffkonzentration in Niederschlagswassereinleitung
OG	Oberirdische Gewässer
OGewV	Oberflächengewässer-Verordnung
oh	oberhalb
OpenMI	Open Modelling Interface
o- $PO_4$ -P	Ortho-Phosphat-Phosphor
OWK	Oberflächenwasserkörper
$P_{ges}$	Gesamtphosphor
$pH_G$	pH-Wert im Gewässer
$pH_{KA}$ -Ablauf	pH-Wert im Kläranlagenablauf
$pH_{MWE}$	pH-Wert in der Mischwassereinleitung
$pH_{NWE}$	pH-Wert in der Niederschlagswassereinleitung
Q	Abfluss
$Q_E$	Abfluss der Einleitung
$Q_G$	Abfluss Gewässer vor der Einleitung
$Q_{Gew.,Vorb.,hydraul.}$	Abfluss im Gewässer, der zu dem Zeitpunkt, zu dem Entlastungsanlagen infolge eines einjährigen bzw. zweijährlichen Niederschlagsereignisses anspringen, mit bestimmter Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird (hydraulischer Nachweis)

Q <sub>Gew.,Vorb.,stoffl.</sub>	Abfluss im Gewässer, der zu dem Zeitpunkt, zu dem Entlastungsanlagen infolge eines einjährigen Niederschlagsereignisses anspringen, mit bestimmter Wahrscheinlichkeit überschritten wird (stofflicher Nachweis).
QK	Qualitätskomponenten
Q <sub>T,Einleitungen</sub>	Trockenwetterabfluss einer Kläranlage
$\sum Q_{T,Oberlieger}$	Trockenwetterabfluss oberhalb liegender Kläranlagen im Nachweisraum
r <sub>15,1</sub>	15-minütiger Blockregen der Jährlichkeit 1
RÜ	Regenüberlauf
RÜB	Regenüberlaufbecken
RWQM	River Water Quality Model
sal	Salzgehalt
Sa-ER	Salmoniden-Epirhithral
Sa-MR	Salmoniden-Metarhithral
Sa-HR	Salmoniden-Hyporhithral
SALK	Alkalinität
SCON	Konservative Substanz
SI	gelöste, inerte CSB-Fraktion, einschließlich des nicht sedimentierten Anteils der partikulären inerten CSB-Fraktion
SIC	gelöste Karbonate (inorganic carbon)
SMUSI	Schmutzfrachtsimulationsmodell
SNH	Ammoniumstickstoff / Ammoniakstickstoff (NH <sub>4</sub> -N+NH <sub>3</sub> -N)
SS	gelöste abbaubare CSB-Fraktion, einschließlich des nicht sedimentierten Anteils der abbaubaren partikulären CSB-Fraktion
SWQM	Simple Water Quality Model
T	Wiederkehrintervall eines Abflusswerts
Temp	Temperatur in Grad Celsius
Temp <sub>KA-Ablauf</sub>	Temperatur im Kläranlagenablauf
Temp <sub>MWE-Ablauf</sub>	Temperatur in der Mischwassereinleitung
Temp <sub>NWE-Ablauf</sub>	Temperatur in der Niederschlagswassereinleitung
t <sub>k</sub>	Temperatur in Kelvin
TOC	total organic carbon
uh	unterhalb
UWZ <sub>morph</sub>	morphologische Umweltziele
v	Fließgeschwindigkeit
VDG	Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V.
VwV	Verwaltungsvorschrift
WBP	Wiederbesiedlungspotential
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
XI	partikuläre inerte CSB-Fraktion
XS	abbaubare partikuläre CSB-Fraktion



# 1. Weiterentwicklung des Leitfadens 2004

## 1.1 Einleitung

Abwassereinleitungen aus der Siedlungsentwässerung stellen Benutzungen der Gewässer nach § 9 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) dar und bedürfen nach § 8 WHG einer Erlaubnis. Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in ein Gewässer darf nach § 57 Abs. 1 WHG erteilt werden, wenn

- (1) die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies bei Einhaltung der in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist (dies in enger Anlehnung an den bisherigen § 7a WHG-alt),
- (2) die Einleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften und sonstigen rechtlichen Anforderungen vereinbar ist und
- (3) Abwasseranlagen errichtet und betrieben werden, die erforderlich sind, um die Einhaltung der Anforderungen nach Nr. 1 und 2 sicherzustellen.

Während emissionsseitig hinsichtlich der Kläranlageneinleitungen zunächst die Anforderungen nach der Abwasserverordnung (AbwV) und für die Mischwasserentlastungen die diesbezüglich maßgeblichen Anforderungen (z. B. SMUSI-Kriterien zu Entlastungsfrachten, -häufigkeiten sowie –dauern) in Hessen einzuhalten sind, hat der Bundesgesetzgeber – nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) RL 2000/60/EG (EG, 2000) - der gesonderten Betrachtung der Gewässer, die mit den Abwässern belastet werden, eine große Bedeutung beigemessen. Weitergehende immissionsbezogene Anforderungen an die Qualität und Quantität des eingeleiteten Abwassers sind immer dann zu stellen, wenn dies aus Gründen des Gewässerschutzes erforderlich ist.

Nach den Vorschriften des WHG (§§ 27 bis 31 WHG), in Umsetzung von Artikel 4 der WRRL (EG, 2000) sind alle Oberflächenwasserkörper (vorbehaltlich der künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörper) in der Weise zu schützen, zu verbessern bzw. zu sanieren, dass die Oberflächengewässer bis zum Ende des Jahres 2015 (soweit keine Ausnahmen in Anspruch genommen werden) einen guten Zustand erreichen. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen sind bis zum Jahre 2012 umzusetzen. Im Jahr 2012 ist der Europäischen Kommission nach Art. 15 Abs. 3 WRRL ein Zwischenbericht mit einer Darstellung der Fortschritte vorzulegen, die bei der Durchführung des geplanten Maßnahmenprogramms (HMUELV, 2009a) erzielt wurden.

Für die Frage, ob aufgrund von Abwassereinleitungen Maßnahmen zur Zielerreichung nach WHG (Bund, 2009) erforderlich sind, ist es notwendig, die Auswirkungen der Abwassereinleitungen unter Berücksichtigung der örtlichen Gewässerverhältnisse zu beurteilen. Soweit ein Oberflächenwasserkörper noch nicht den guten ökologischen Zustand erreicht hat, stellt sich die Frage, ob kommunale Abwassereinleitungen hierfür mitursächlich sind.

Bereits im Jahr 2004 hat das Land Hessen einen „Leitfaden zum Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen in Hessen“ (HMULV, 2004a, 2004b), bestehend aus Handlungsanleitung und Begleitband, entwickelt und den Wasserbehörden sowie der Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Im Leitfaden 2004 wurde der Leitgedanke der WRRL, Einleitungen aus Punktquellen (u. a. Abwassereinleitungen) nach einem kombinierten Ansatz aus Emissions- und Immissionsanforderungen zu begrenzen, ansatzweise berücksichtigt. Die Abschät-

zung der Auswirkungen von Abwassereinleitungen in Gewässer basierte jedoch auf vergleichsweise einfachen Ansätzen. Ermittlungsansätze zur verbesserten Abbildung des Gesamtsystems Kanalnetz – Kläranlage – Gewässer wurden vor dem Hintergrund der in den letzten Jahren erkannten Fortschritte im Bereich der Modellierung (vor allem der integrierten Modellierung) weiterentwickelt. Diese Weiterentwicklung spiegelt sich in dem vorliegenden Leitfaden wider und wird im nachfolgenden Kap. 1.2 weiter ausgeführt.

Der vorliegende Leitfaden dient der Sachverhaltsaufklärung hinsichtlich der Frage, ob aufgrund von Abwassereinleitungen Maßnahmen zur Erreichung der Ziele des WHG erforderlich sind. Bei der Erteilung wasserrechtlicher Erlaubnisse ist zu klären, ob die beantragte Abwassereinleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften vereinbar ist.

Der vorliegende Leitfaden löst den Leitfaden 2004 ab.

## **1.2 Grundsätze und Ziele der Weiterentwicklung**

Seit dem Jahr 2004 wurden bei den Wasserbehörden und bei Ingenieurbüros Erfahrungen in der Anwendung des bisherigen Leitfadens (HMULV, 2004a) gesammelt. Hierdurch konnten einige wesentliche Kritikpunkte dieses Leitfadens aufgezeigt werden, die im Interesse einer möglichst sachgerechten Gewässerbetrachtung - auch vor dem Hintergrund eines sich aus der Leitfadenbetrachtung ggf. abzuleitenden Handlungsbedarfs – zu klären waren.

Bei der Festlegung dieses Anforderungsprofils für einen Immissionsnachweis wurden folgende Ziele verfolgt bzw. Grundsätze zugrunde gelegt:

1. Die Verbesserungsvorschläge zum bisherigen Leitfaden (HMULV, 2004a) sollten so weitgehend wie möglich berücksichtigt werden.
2. Rechtliche und fachliche Vorgaben (z. B. die Unterscheidung der Oberflächengewässer in Fließgewässertypen) müssen berücksichtigt werden.
3. Hinsichtlich der zur Durchführung des Immissionsnachweises erforderlichen Daten soll möglichst weitgehend auf bereits vorhandene (aktuelle) Daten zurückgegriffen werden können. Landesweit erhobene Daten sollen in die Bewertung einfließen. Vor-Ort-Erhebungen sind jedoch weiterhin unverzichtbar.
4. Zu treffende Annahmen sollen auf der „sicheren Seite“ liegen und dürfen nicht dazu führen, dass hydraulische oder stoffliche Belastungen in den Gewässern von vornherein unterschätzt werden.
5. Der zusätzliche Datenerhebungsaufwand, der gegenüber der Anwendung des bisherigen Leitfadens (HMULV, 2004a) unweigerlich erforderlich ist (z. B. zur Beschreibung der Gewässergeometrie), soll so gering wie möglich gehalten werden. Die Auswirkungen der Abwassereinleitungen im Gewässer sollen so realistisch abgeschätzt werden, wie dies aufgrund eines möglichst geringen zusätzlichen Datenerhebungsaufwandes (vgl. Nr. 3) möglich ist.

Das Anforderungsprofil beruht daher nicht auf der Basis des technisch und wissenschaftlich Möglichen, sondern des mit vertretbarem Aufwand Umsetzbaren. Es wird das Ziel verfolgt, die Auswirkungen der Abwassereinleitungen im Gewässer sowohl

hydraulisch als auch stofflich sachgerecht abzuschätzen und kritische, ggf. einen Handlungsbedarf auslösende Belastungen - hervorgerufen durch Einleitungen der Siedlungsentwässerung – zu erkennen.

Gegenüber dem Leitfaden (HMULV, 2004a) wird ein Anforderungsprofil für einen Immissionsnachweis zur Beurteilung der Gewässerverträglichkeit von Abwassereinleitungen aus der Siedlungsentwässerung definiert, in dem folgende Verbesserungen zu berücksichtigen sind:

## **I. Abbildung der hydraulischen Gewässersituation**

### **a) Ermittlung der vorhandenen Einleitungsabflüsse (Emissionen)**

1. Ansatz einer historischen (oder synthetischen) langjährigen Regenreihe beim hydraulischen Nachweis.
2. Berücksichtigung der Fließzeit und Retention im Kanalnetz und damit der unterschiedlichen Zeitpunkte und Zeitspannen der Einleitungen der einzelnen Abwasseranlagen ins Gewässer durch Einbeziehung der Ergebnisse aus Schmutzfrachtberechnungen (Abkehr von der nicht realistischen Annahme eines gleichzeitigen Entlastungsbeginns aller Entlastungsanlagen).
3. Berücksichtigung der räumlichen Verteilung der Einleitungen ins Gewässer und damit Erfordernis der Zuordnung der Einleitungen zu bestimmten Gewässerabschnitten
4. Möglichkeit der Abbildung mehrerer Kanalnetze in einem Nachweisraum (Siedlungsgebiete mit unterschiedlichen Kläranlageneinzugsgebieten).

### **b) Abbildung der Gewässerabflüsse**

1. Berücksichtigung der Retentionsprozesse im Gewässer
2. Realistischerer Ansatz zur Abbildung des maßgeblichen Gewässerabflusses. Der dem bisherigen Leitfaden (HMULV, 2004a) zugrunde gelegte Ansatz, bei einem einjährigen Niederschlagsereignis einen Gewässerabfluss von  $HQ_{1\text{pnat}}$  anzunehmen, wurde auf der Grundlage von Messwerten (Abflusswerten, Niederschlagsdaten) überprüft und geändert. Der neue Ansatz für die Annahme des Gewässerabflusses bei einem einjährigen bzw. zweijährlichen Niederschlagsereignis (siehe Kap. 7.3.1) basiert auf Analysen korrespondierender Pegel- und Niederschlagsdaten in Hessen (SYDRO Consult, 2010; SYDRO Consult, 2011).
3. Berücksichtigung natürlicher Einzugsgebiete (Abbildung zumindest als stationäre Zuflüsse)

#### Verbesserung der Datengrundlage:

Seitens des Landes Hessen können im Regelfall für die Basisflächen des gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses regionalisierte Hochwasserkennwerte zur Verfügung gestellt werden, die als Grundlage für die Ermittlung von Abflusswerten an den relevanten Gewässerstellen herangezogen werden können. Statistisch nicht abgesicherte Hüllkurven sind nicht mehr zu verwenden (vgl. HMULV, 2004a).

### **c) hydraulische Nachweisführung**

Berücksichtigung des Wiederkehrintervalls auftretender kritischer Abflussereignisse im Gewässer infolge von Abwassereinleitungen.

## **II. Abbildung der stofflichen Gewässersituation**

### **a) Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Anforderungen nach WHG**

1. Differenzierung der Anforderungen nach Fließgewässertypen gemäß Anlage 1 zu § 3 Satz 1 OGewV (Bund, 2011) und damit Abkehr von den Fließgewässerlandschaften
2. Berücksichtigung der Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten der Rahmenkonzeption Monitoring Teil B (LAWA, 2007)
3. Berücksichtigung des Parameters Phosphor (zumindest als konservativer Stoff)

### **b) Berücksichtigung weiterer fachlicher Aspekte**

1. Berücksichtigung der Dauer und Häufigkeit von stofflichen Belastungen im Gewässer (bei den erweiterten stofflichen Nachweisen)
2. Verwendung eines modifizierten Ansatzes nach Wolf zur Ermittlung der Wiederbelüftungsrate anstelle des bisher zugrunde gelegten „klassischen“ Ansatzes nach Wolf (Wolf, 1974), um im Bereich kleiner Wassertiefen in den Gewässern eine Überschätzung des Sauerstoffeintrags in das Gewässer zu vermeiden.

## **1.3 Umsetzung der Weiterentwicklung des Leitfadens**

Nach dem Leitfaden der Hochschulgruppe „Erfahrungsaustausch Dynamische Simulation in der Siedlungswasserwirtschaft“ (HSGSim, 2008) haben Modellbildung und Simulation mittlerweile einen festen Platz in der Siedlungswasserwirtschaft, da es die Modelle erlauben, die real ablaufenden Prozesse nachzubilden und Veränderungen von Einflussgrößen zu analysieren, ohne in das reale System selbst eingreifen zu müssen. Allerdings beschränkt sich die Erstellung und Anwendung von Simulationsmodellen in der Regel auf Teilsysteme des städtischen Entwässerungssystems (z. B. Abfluss- und Schmutzfrachtmodellierung in Kanalnetzen, Kläranlagenmodellierung, hydrologische Simulation des Abflusses im Gewässer). Die Modellierung des gesamten Entwässerungssystems als eine Einheit (integrierte Modellierung), die es erlaubt, Interaktionen zwischen den Teilsystemen abzubilden und zu analysieren, ist vor allem im Bereich der Forschung angesiedelt und beginnt sich nur allmählich in der Praxis zu etablieren.

Nach dem HSG-Leitfaden (HSGSim, 2008) besteht oftmals das Bestreben, für eine ganzheitliche Bewirtschaftung eines urbanen Entwässerungssystems bestehende komplexe Simulationsmodelle miteinander zu koppeln. Es besteht jedoch die Schwierigkeit, dass der Komplexitätsgrad derartiger Modelle für die integrierte Modellierung zu hoch ist, da sie ursprünglich für die detaillierte Analyse der dynamischen Vorgänge der einzelnen Teilsysteme entwickelt wurden. Die Kunst der integrierten Modellierung besteht nach (Schütze et al., 2004) jedoch darin, nicht alle verfügbaren möglichst detaillierten Modellansätze zu kombinieren, sondern sie besteht in der zielgerichteten Auswahl zueinander möglichst kompatibler und der Aufgabenstellung angepasster Ansätze, ihrer inhaltlichen und softwaretechnischen Kopplung sowie der geschickten Reduzierung der Modellkomplexität.

Zur Weiterentwicklung des Leitfadens (HMULV, 2004a) wurde die TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, im Juni 2007 mit einem Forschungsvorhaben beauftragt. Kernziel dieser Weiterentwicklung war es, einen rechnerischen, auf Simulationsmodelle gestützten Immissionsnachweis (stofflich und hydraulisch) zu entwickeln, der sich sowohl für bestehende (Ist-) als auch künftige (Prognose-) Situationen eignet. Hierbei wurde seitens des Landes darauf Wert gelegt, eine simulationsgestützte Analysen- und Bewertungsmethodik entwickeln zu lassen, die auf dem Schmutzfrachtsimulationsmodell SMUSI (HLUG, 2012) aufbaut und um zusätzliche Simulationsbausteine für den Gewässerabfluss und die Gewässergüte erweitert wird („erweitertes Schmutzfrachtmodell“).

Das Forschungsvorhaben wurde durch eine Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern der oberen und unteren Wasserbehörden des Landes Hessen sowie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) unter Leitung des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) intensiv begleitet.

Auf der Basis der Erkenntnisse im Rahmen dieses Vorhabens, welche aus den Forschungsergebnissen der TU Darmstadt, der Facharbeit der Arbeitsgruppe sowie aus der Einbindung externer Ing.-Büros resultieren, wurde der vorliegende Leitfaden als „Anforderungsprofil zur Durchführung eines Immissionsnachweises für die Beurteilung der Gewässerverträglichkeit“ im Sinne des geltenden Rechts entwickelt. Dieser Leitfaden wurde konzipiert, um „kritische“ Einleitungen häuslichen und kommunalen Abwassers sowie von Niederschlagswasser zu erkennen, die den guten ökologischen Zustand eines Gewässers bzw. deren Zielerreichung gefährden.

Die im Rahmen dieses Forschungsauftrags von der TU Darmstadt entwickelte simulationsgestützte Analysen- und Planungsmethodik (Kurzbezeichnung: „**Werkzeugpaket**“) erfüllt die im vorliegenden Dokument gestellten Anforderungen (mit Abweichungen hinsichtlich der Ergebnisdarstellung; vgl. Kap. 9). Mit dem Werkzeugpaket ist es außerdem möglich, die Auswirkungen geplanter zusätzlicher Abwasserbelastungen im Gewässer sowie die Wirkungen vorgesehener Maßnahmen noch vor ihrer Umsetzung abzuschätzen.

Dieses Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012) ist im Internet unter

[www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)

- Umwelt
- Gewässerschutz
- kommunales Abwasser
- Leitfaden Immissionsbetrachtung

auf der Seite des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zum Herunterladen eingestellt. Ergänzend wird eine von der Arbeitsgruppe erstellte Anleitung zur Anwendung dieses Werkzeugpakets (HMUELV, 2012) als Download zur Verfügung gestellt.

Der Einsatz anderer simulationsgestützter Programme der integrierten Modellierung zur immissionsorientierten Nachweisführung, die mindestens die Anforderungen dieses Anforderungsprofils erfüllen, ist ebenfalls zulässig.

## 2. Grundsätze des Leitfadens

### 2.1 Anwendungsbereich, Anwendungsgrenzen

Das vorliegende Anforderungsprofil für die Durchführung eines Immissionsnachweises für die Beurteilung der Gewässerverträglichkeit ist auf Abwassereinleitungen aus der Siedlungsentwässerung (Kläranlagen, Mischwasserentlastungsanlagen und Niederschlagswassereinleitungen des Trennsystems) in Fließgewässer begrenzt. Einleitungen ins Grundwasser oder in stehende Gewässer (Seen) sind nicht Gegenstand des Leitfadens.

Die Beurteilung des Zustandes der Oberflächengewässer und damit die Überwachung der Erreichung bzw. Einhaltung der Bewirtschaftungsziele erfolgt durch die in der Anlage 3 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV; Bund, 2011) aufgeführten Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustandes und des ökologischen Potentials, durch die in der Anlage 5 OGewV aufgeführten Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustandes und des ökologischen Potentials sowie durch die in der Anlage 7 OGewV genannten Umweltqualitätsnormen zur Beurteilung des chemischen Zustandes.

Schadstoffe gemäß den Anlagen 5 und 7 OGewV, die durch Abwassereinleitungen in die Gewässer eingebracht werden, sind nicht Gegenstand der Betrachtung innerhalb dieses Leitfadens. Für die Verminderung bzw. Vermeidung der Einbringung derartiger Stoffe in die Gewässer gelten insbesondere das WHG, das Hessische Wassergesetz (HWG; Hessen, 2010a), die Abwasserverordnung (AbwV; Bund, 2004) sowie die OGewV.

Im Rahmen der Leitfadenanwendung werden insbesondere folgende stoffliche Belastungen (aus Punktquellen oder diffusen Quellen) nicht betrachtet:

- Direkteinleitungen aus Gewerbe- und Industriebetrieben (Industriechemikalien)

**Hinweis:** Die aus diesen Einleitungen resultierenden hydraulischen und stofflichen Belastungen (sauerstoffzehrende Stoffe und Stickstoffverbindungen) sind durch Schmutzfrachtberechnungen (z. B. durch Anlegen von fiktiven Trenngebieten) zu berücksichtigen.

- Arzneimittel, Schwermetalle oder Flammschutzmittel, die über die kommunalen Kläranlagen in die Gewässer eingeleitet werden.
- Düngemittel, Nitrate, Pflanzenschutzmittel, etc. infolge diffuser Einleitungen aus ufersäumenden Flächen

Darüber hinaus gibt es aufgrund bestimmter **Nutzungen der Gewässer** weitergehende Anforderungen, die nicht Gegenstand des Leitfadens sind und deren Einhaltung gesondert zu betrachten ist:

- Anforderung an Badegewässer nach der Hessischen Verordnung über die Qualität und Bewirtschaftung der Badegewässer (VO-BGW; Hessen, 2008)
- Anforderungen an Gewässer, die der Trinkwassergewinnung dienen (hygienische Qualitätsziele)

- Anforderungen an Gewässer, die ein sonstiges Schutzbedürfnis aufweisen (Hygieneanforderungen, Anforderungen nach den naturschutzrechtlichen Regelungen in Umsetzung der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (EWG, 1992), etc.)
- Anforderungen an Gewässer zum Hochwasserschutz

## 2.2 Nachweiskonzept

Die Bewirtschaftungsziele, die durch niederschlagsbedingte Abwassereinleitungen nicht gefährdet werden dürfen, ergeben sich aus §§ 27 ff. WHG. Der (rechnerische) immissionsorientierte Nachweis, dass (niederschlagsbedingte) Abwassereinleitungen aus der Siedlungsentwässerung im Sinne des § 57 Abs. 1 WHG gewässerverträglich sind, wird nicht direkt über die biologischen Qualitätskomponenten, sondern die diesbezüglich unterstützenden hydromorphologischen, chemischen und physikalisch-chemischen Komponenten durchgeführt (vgl. Anlagen 3 und 4 OGewV).

Gemäß Anlage 3 OGewV (Bund, 2011) sind im Zusammenhang mit Fließgewässern folgende unterstützende Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potentials zu nennen:

### Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Qualitätskomponentengruppe	Parameter
Wasserhaushalt	Abfluss und Abflussdynamik
	Verbindung zu Grundwasserkörpern
Durchgängigkeit des Gewässers	
Morphologische Bedingungen	Tiefen- und Breitenvariation
	Struktur und Substrat des Gewässerbettes
	Struktur der Uferzone

### Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Qualitätskomponente	Mögliche Parameter
Temperaturverhältnisse	Wassertemperatur
Sauerstoffhaushalt	Sauerstoffgehalt
	Sauerstoffsättigung
	TOC
	BSB
Nährstoffverhältnisse	Gesamtphosphor
	ortho-Phosphat-Phosphor
	Gesamtstickstoff
	Nitrat-Stickstoff
	Ammonium-Stickstoff
Salzgehalt	Chlorid
	Leitfähigkeit bei 25 °C
	Sulfat
	Salinität
Versauerungszustand	pH-Wert
	Säurekapazität Ks
	(bei versauerungsgefährdeten Gewässern)

Tab. 1: Unterstützende Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potentials gemäß Anlage 3 OGewV

Die Verbindung zu Grundwasserkörpern sowie der Salzgehalt und der Versauerungszustand der Fließgewässer werden durch niederschlagsbedingte Abwassereinleitungen im Regelfall nicht negativ beeinträchtigt. Hinsichtlich der Prüfung dieser Aspekte werden keine Anforderungen in diesem Leitfaden gestellt.

Für die anderen Komponenten lassen sich Nachweisgrößen definieren, die aufgrund ihrer Wirkung auf die Komponenten als Prüfkriterien im Rahmen eines simulationsgestützten Nachweises herangezogen werden können. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Komponenten von einer Reihe von Faktoren beeinflusst werden, die aufgrund ihres Wirkungsgeflechts mit heutigen Ansätzen noch nicht umfassend modelltechnisch abgebildet werden können oder umfangreiche und detaillierte Daten voraussetzen, die nur mit einem erheblichen (zeit- und kostenintensiven) Aufwand zur Datenerhebung verbunden wären. In der Tabelle 2 sind die im Rahmen dieses Leitfadens zu betrachtenden Nachweisgrößen mit ihrem Bezug auf die Komponenten nach Anlage 3 OGeWV dargestellt.

Komponenten / Unterkomponenten	Nachweisgrößen mit Wirkung auf Komponenten
Abfluss und Abflussdynamik	Abfluss Q
Tiefen- und Breitenvariation	Abfluss Q
Struktur und Substrat des Gewässerbettes	Abfluss Q
Struktur der Uferzone	Abfluss Q
Temperaturverhältnisse	Berücksichtigung beim Sauerstoff und Ammoniak
Sauerstoffhaushalt	Sauerstoff
Nährstoffverhältnisse	Ammoniak, Gesamt-Phosphor
Durchgängigkeit des Gewässers	Wiederbesiedlungspotential mit Berücksichtigung der Durchgängigkeit der Querbauwerke

Tab. 2: Im Leitfaden zugrunde gelegte Nachweisgrößen im Zusammenhang mit den Qualitätskomponenten nach Anlage 3 OGeWV (Bund, 2011)

Ein modellgestützter Nachweis ist geeignet, sowohl bestehende Gewässersituationen (Ist-Zustand) als auch zukünftige Situationen (z. B. Wirkungen möglicher Maßnahmen oder infolge erhöhter Abwasserbelastungen) (Prognose-Zustand) abzubilden.

**Hinweis:** Die **Qualität der Simulationsergebnisse** hängt entscheidend von

- der Qualität der Eingangsdaten, aber auch
- den zugrunde gelegten Ermittlungsansätzen sowie
- den Nachweisverfahren ab.

Es wird daher empfohlen, die rechnerisch ermittelten Ergebnisse durch Messungen vor Ort auf Plausibilität zu überprüfen.

In welchen Fällen ein rechnerischer (modellgestützter) Nachweis erforderlich ist, wird im Kap. 2.3 dargestellt.



## 2.3 Übersicht über die Anwendung des Leitfadens

Für die Anwendung des Leitfadens gibt es im Wesentlichen drei auslösende Momente:

- a) Antragstellung auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis, die nach § 57 Abs. 1 Nr. 2 WHG eine Prüfung der Vereinbarkeit der Abwassereinleitung mit den Gewässereigenschaften und sonstigen rechtlichen Anforderungen voraussetzt (siehe Kap. 2.3.1), oder
- b) Notwendigkeit zur Sachverhaltsaufklärung gemäß Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL in Hessen (HMUELV, 2009a) bei Vorliegen eines nicht guten ökologischen Zustandes eines Oberflächenwasserkörpers (OWK) im Hinblick darauf, ob kommunale Abwassereinleitungen hierfür mit ursächlich sind. Es ist zu klären, ob aufgrund dieser Einleitungen Maßnahmen zur Erreichung der im WHG verankerten Ziele erforderlich sind (siehe Kap. 2.3.2).
- c) Soweit darüber hinaus vorhandene schädliche Gewässerveränderungen im Sinne des § 3 Nr. 10 WHG erkannt werden (z. B. bei Gewässerschauen) und eine Mitverursachung durch Abwassereinleitungen von vorneherein nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, so ist auch dieses ein Auslöser für eine gewässerbezogene Betrachtung.

### 2.3.1 Immissionsbetrachtung für die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis

Eine gewässerbezogene Beurteilung einer Abwassereinleitung ist erforderlich

- a) bei erstmaliger Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis,
- b) bei Änderung einer bestehenden Erlaubnis aufgrund erhöhter Belastung (stofflich und / oder hydraulisch) und
- c) bei Neuerteilung einer bestehenden (auslaufenden) Erlaubnis, falls der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potential im betroffenen OWK aufgrund einer nicht guten Beurteilung der biologischen Qualitätskomponenten nicht erreicht ist.

Ausgehend von einer konkreten Abwassereinleitung aus einer Kläranlage, Mischwasserentlastungsanlage oder einem Kanalnetz eines Trennsystems in ein Fließgewässer sind folgende Fragen zu klären:

1. Ist die Zulässigkeit einer Einleitung in ein Fließgewässer grundsätzlich gegeben?
2. Handelt es sich um eine Einleitung „unschädlich verschmutzten Niederschlagswassers“, die die Voraussetzungen der Bagatellregelung nach dem DWA M 153 erfüllt?

Eine solche Einleitung allein löst keine weitere Anwendung des Leitfadens aus; sie ist jedoch bei einer Leitfaden-Anwendung, die durch eine andere Abwassereinleitung ausgelöst wird, mit zu berücksichtigen, soweit sie innerhalb des abzugrenzenden Nachweisraumes (vgl. Kap. 3) liegt.

3. Erfolgt die zu betrachtende Einleitung in ein Gewässer, das an der Einleitestelle ein Einzugsgebiet von nicht mehr als 1.000 km<sup>2</sup> aufweist (in Hessen: Gewässer des Fließgewässertyps 5, 5.1, 6, 7, 9, 9.1 oder 19)?
4. Ist der gute ökologische Zustand des zu betrachtenden Oberflächenwasserkörpers auf Grundlage aktueller Daten bereits erreicht und kann eine Verschlechterung dieses Zustandes durch Abwassereinleitungen (im Anwendungsbereich des Leitfadens) ausgeschlossen werden?

### Zu Nr. 1: Zulässigkeit einer Einleitung in ein Fließgewässer

Es ist zu prüfen, ob das Gewässer bzw. der Gewässerabschnitt, in das bzw. den eingeleitet wird bzw. werden soll, besonders schutzbedürftig ist (gemäß Kap. 5.1). Einleitungen in besonders schutzbedürftige Gewässerabschnitte lassen eine Verschlechterung des ökologischen Zustandes entgegen § 27 Abs. 1 Nr. 1 WHG erwarten.

### Zu Nr. 2: „Bagatell“-Einleitungen

Einleitungen „unschädlich verschmutzten Niederschlagswassers“ aus Trennsystemen, aus Straßenentwässerungen bzw. von Gewerbeflächen lösen keine Gewässerbetrachtung nach dem Leitfaden aus, soweit die Voraussetzungen der **Bagatellregelung** nach **DWA M 153** eingehalten werden. Hiernach gilt:

#### A) Stoffliche Bedingungen:

Bei einer Einleitung in oberirdische Gewässer kann von einer Niederschlagswasserbehandlung abgesehen werden, wenn folgende drei Bedingungen gleichzeitig eingehalten sind (DWA M 153, Kap. 6.1):

- aa) Das zur Verfügung stehende Gewässer entspricht einem der Gewässertypen G1 bis G8 (nach DWA M 153):

Gewässertypen nach DWA M 153 (Bedingung für qualitative Bagatellregelung)		
<i>Meer</i>	G1	<i>offene Küstenregion</i> *
Fließgewässer	G2	<i>großer Fluss (MQ &gt; 50 m<sup>3</sup>/s)</i> **
	G3	<i>kleiner Fluss (b<sub>Sp</sub> &gt; 5 m)</i>
	G4	<i>großer Hügel- und Berglandbach (b<sub>Sp</sub> = 1 - 5 m, v ≥ 0,5 m/s)</i>
	G5	<i>großer Flachlandbach (b<sub>Sp</sub> = 1 - 5 m, v &lt; 0,5 m/s)</i>
		<i>kleiner Hügel- und Berglandbach (b<sub>Sp</sub> = &lt; 1 m, v ≥ 0,3 m/s)</i>
G6	<i>kleiner Flachlandbach (b<sub>Sp</sub> = &lt; 1 m, v &lt; 0,3 m/s)</i>	
stehende / gestaute Gewässer	G7	<i>großer See (&gt; 1 km<sup>2</sup> Oberfläche)</i> **
		<i>gestauter großer Fluss (MQ &gt; 50 m<sup>3</sup>/s)</i> **
	G8	<i>gestauter kleiner Fluss</i> <i>Marschgewässer</i> *

Tab. 3: Gewässertypen im Rahmen der Bagatellregelung nach DWA M 153

\* Diese Gewässer kommen in Hessen nicht vor.

\*\* Diese Gewässer liegen nicht im Anwendungsbereich des Leitfadens

- bb) Die undurchlässigen Flächen entsprechen den Flächentypen F1 bis F4 (nach DWA M 153, Kap. 6.1)

Flächentypen nach DWA M 153 (Bedingung für qualitative Bagatellregelung)	
F1	Gründächer, Gärten, Wiesen und Kulturland mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem
F2	Dachflächen und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten
F3	Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand über 3 m)
	Hofflächen und PKW-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten
	Wenig befahrene Verkehrsflächen (bis zu 300 Kfz/24 h) in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten, z. B. Wohnstraßen
F4	Straßen mit 300 bis 5000 Kfz/24 h z. B. Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen

Tab. 4: Flächentypen im Rahmen der Bagatellregelung nach DWA M 153

- cc) Das Regenwasser von insgesamt nicht mehr als 0,2 ha (2.000 m<sup>2</sup>) undurchlässiger Fläche wird innerhalb eines Gewässer- oder Uferabschnittes von 1.000 m eingeleitet.

### **B) Hydraulische Betrachtung:**

Auf die Schaffung von Rückhalteräumen kann verzichtet werden, wenn mindestens eine der drei folgenden Bedingungen eingehalten wird:

- aa) Es wird eingeleitet
- in einen Fluss (großer Fluss (MQ > 50 m<sup>3</sup>/s), kleiner Fluss (b<sub>sp</sub> > 5 m)) oder
  - in einen Teich oder einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche.
- bb) Die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1.000 m Länge insgesamt nicht mehr als 0,5 ha (5.000 m<sup>2</sup>).
- cc) Das erforderliche Speichervolumen ist kleiner als 10 m<sup>3</sup> (Ermittlung im Regelfall nach DWA-A 117)

Wenn eine Anwendung des Leitfadens durch eine andere Abwassereinleitung „ausgelöst“ wird, sind alle Abwassereinleitungen innerhalb des Nachweisraumes (vgl. Kap. 3) und damit auch die als „Bagatell“-Einleitung anzusehenden Niederschlagswassereinleitungen aus Regenwassernetzen in die Betrachtung einzubeziehen.

### **Hinweise zu Niederschlagswassereinleitungen aus Straßenentwässerungen bzw. von Gewerbeflächen:**

1. Die Beurteilung der Gewässerverträglichkeit einer einzelnen Niederschlagswassereinleitung aus einer Straßenentwässerung bzw. von einer Gewerbefläche (z. B. einzelnes Grundstück) stößt nicht zwangsläufig die Anwendung des Leitfadens an. Für die kurzfristige Beurteilung der stofflichen Behandlungsbedürftigkeit einer solchen Niederschlagswassereinleitung ist das geltende Regelwerk (DWA M 153) anzuwenden.

2. Wenn eine Anwendung des Leitfadens durch eine andere Abwassereinleitung ausgelöst wird, sind alle Abwassereinleitungen innerhalb des Nachweisraumes (vgl. Kap. 3) und damit auch Niederschlagswassereinleitungen aus Straßenenwässerungen bzw. von Gewerbeflächen in die Betrachtung einzubeziehen. Diese Einleitungen sind gesondert in SMUSI zu simulieren (z. B. durch Anlegen fiktiver Trenngebiete).  
Gegenüber der Beurteilung der einzelnen Niederschlagswassereinleitung nach Nr. 1 können sich aus der Gesamtbetrachtung aller Einleitungen innerhalb des Nachweisraumes ggf. Anforderungen für die Einzeleinleitungen ergeben.

Auf die Informationsbeschaffung und –übermittlung nach § 88 WHG wird verwiesen.

### Zu Nr. 3: Größe des Einzugsgebietes an der Einleitestelle

Einleitungen aus Kläranlagen, Mischwasserentlastungsanlagen oder Regenwasser- netzen in ein Gewässer, das an der Einleitestelle ein Einzugsgebiet von mehr als 1.000 km<sup>2</sup> aufweist, stellen Fälle dar, die außerhalb der Anwendungsgrenze des Leitfadens liegen.

Wenn in einem solchen Fall (Einzugsgebietsfläche von  $> 1.000 \text{ km}^2$  an der Einleitestelle) das Verhältnis der angeschlossenen undurchlässigen (abflusswirksamen) Siedlungsfläche zur Größe der Einzugsgebietsfläche des Gewässers an der Einleitestelle einen Wert von nicht mehr als 0,01 beträgt, der sog. b-Wert (HMULV, 2004a) also

$$\text{b-Wert} = \frac{\text{angeschlossene undurchlässige Siedlungsfläche } A_u}{\text{Einzugsgebietsfläche an der Einleitungsstelle } A_{E0}} \leq 1 \% \quad (1)$$

beträgt, kann davon ausgegangen werden, dass eine Schädigung des Gewässers durch diese Abwassereinleitung infolge ihrer Abwassermenge und ihrer Inhaltsstoffe (hier in erster Linie Stickstoff und sauerstoffzehrende Stoffe; vgl. Kap. 2.1) nicht erfolgt. Im Regelfall ist die Einhaltung der obigen Bedingung zu erwarten. Ein weitergehender Immissionsnachweis mit dem Leitfaden ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Sollte der b-Wert größer als 1 % sein, sind ggf. Anforderungen auf der Grundlage einer Mischungsrechnung (Gewässer, Abwasser) für einzelne Parameter (z. B. auch Phosphor) erforderlich.

### Zu Nr. 4: Datenbestand und ggf. Plausibilitätsprüfung zum ökologischen Zustand (gemäß Kap. 4.2 und 4.3)

Auf der Grundlage einer Auswertung des Datenbestandes ist festzustellen, ob der zu betrachtende Oberflächenwasserkörper bereits den guten ökologischen Zustand erreicht hat (vgl. Kap. 4.2.2). Die Aktualität des Datenbestandes ist vor allem im Hinblick auf die Gewässergüte und die Gewässerstruktur zu prüfen (vgl. Kap. 4.2.3 und 4.2.4). Es sind folgende Fälle zu unterscheiden:

**Fall 1:** Der gute ökologische Zustand ist auf Grundlage des Datenbestandes erreicht, die Daten sind aktuell und

- a) eine Erhöhung der bereits bestehenden Abwasserbelastungen innerhalb des Nachweisraumes ist nicht beantragt oder geplant.

→ Die Anwendung des Leitfadens kann beendet werden, ein rechnerischer Nachweis ist nicht erforderlich. Die (auslaufende) Erlaubnis kann hinsichtlich der Abwassermenge, der Parameter BSB<sub>5</sub>, CSB und Stickstoff vom Grundsatz her erneut erteilt werden; ggf. sind weitergehende Anforderungen aus anderen Gründen zu stellen.

oder b) eine Erhöhung der bereits bestehenden Abwasserbelastungen innerhalb des Nachweisraumes ist beantragt oder geplant. Hierzu zählt sowohl die Erhöhung der stofflichen und/oder hydraulischen Belastung einer bestehenden Abwassereinleitung als auch die Beantragung einer zusätzlichen (erstmaligen) Abwassereinleitung.

→ Eine Verschlechterung des guten ökologischen Zustandes kann nicht ausgeschlossen werden. Ein rechnerischer Nachweis ist zu führen.

**Fall 2:** Der gute ökologische Zustand ist auf Grundlage des Datenbestandes erreicht, die Daten sind jedoch nicht vollumfänglich aktuell. Diese Daten sind durch Vor-Ort-Begehungen auf der Grundlage vereinfachter Verfahren (Kap. 4.3) auf ihre Plausibilität hin zu überprüfen.

- a) Die Bestandsdaten sind plausibel und

aa) eine Erhöhung der bereits bestehenden Abwasserbelastungen innerhalb des Nachweisraumes ist nicht beantragt oder geplant, d.h. es ist weder eine Erhöhung der stofflichen und/oder hydraulischen Belastung einer bestehenden Abwassereinleitung noch die Beantragung einer zusätzlichen (erstmaligen) Abwassereinleitung vorgesehen.

→ Die Anwendung des Leitfadens kann beendet werden, ein rechnerischer Nachweis ist nicht erforderlich.

bb) eine Erhöhung der bereits bestehenden Abwasserbelastungen innerhalb des Nachweisraumes ist beantragt bzw. geplant. Hierzu zählt sowohl die Erhöhung der stofflichen und/oder hydraulischen Belastung einer bestehenden Abwassereinleitung als auch die Beantragung einer zusätzlichen (erstmaligen) Abwassereinleitung.

→ Eine Verschlechterung des guten ökologischen Zustandes kann nicht ausgeschlossen werden. Ein rechnerischer Nachweis ist zu führen.

- b) Die Bestandsdaten sind nicht plausibel.

→ Ein rechnerischer Nachweis ist zu führen.

**Fall 3:** Der gute ökologische Zustand ist auf Grundlage des Datenbestandes nicht erreicht.

- a) Die biologischen Qualitätskomponenten (QK) (Phytobenthos & Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische) sind als gut bewertet.

→ Die Problematik liegt außerhalb der Anwendungsgrenzen des Leitfadens (vgl. auch Abb. 5). Ein rechnerischer Nachweis bringt keinen Erkenntnisgewinn.

- b) Die biologischen Qualitätskomponenten (QK) (Phytobenthos & Makrophyten, Makrozoobenthos oder Fische) sind nicht als gut bewertet.

→ Ein rechnerischer Nachweis ist zu führen.

Soweit Gewässerabschnitte, in die Abwasser eingeleitet wird und die an der Einleitestelle eine Einzugsgebietsfläche  $A_E \leq 1.000 \text{ km}^2$  aufweisen (in Hessen: Gewässer des Fließgewässertyps 5, 5.1, 6, 7, 9, 9.1 oder 19),

1. auf der Grundlage aktueller Daten über einen guten ökologischen Gewässerzustand verfügen,
2. keine schädlichen Gewässerveränderungen im Sinne des § 3 Nr. 10 WHG offenkundig sind (z. B. bei Gewässerschauen)

UND 3. keine Erhöhung der bestehenden Abwasserbelastungen innerhalb des Nachweisraumes beantragt oder geplant, d. h. weder eine Erhöhung der stofflichen und/oder hydraulischen Belastung einer bestehenden Abwasser-einleitung noch die Beantragung einer zusätzlichen (erstmaligen) Abwassereinleitung vorgesehen ist,

ist ein rechnerischer Nachweis nach Kap. 7 nicht erforderlich.

**Hinweis:** Bei der Beurteilung des Erfordernisses eines rechnerischen Nachweises sind **alle Einleitungen** innerhalb des Nachweisraumes (Kap. 3) zu berücksichtigen (auch Einleitungen aus gewerblichen und industriellen Direkteinleitern sowie Niederschlagswassereinleitungen aus Straßenentwässerungen und von Gewerbeflächen). Auch diese Einleitungen sind in der Schmutzfrachtberechnung zu berücksichtigen.

In der nachfolgenden Abbildung 1 ist ein Verfahrensschema dargestellt, das die Anwendung des Leitfadens bei der Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis veranschaulicht.

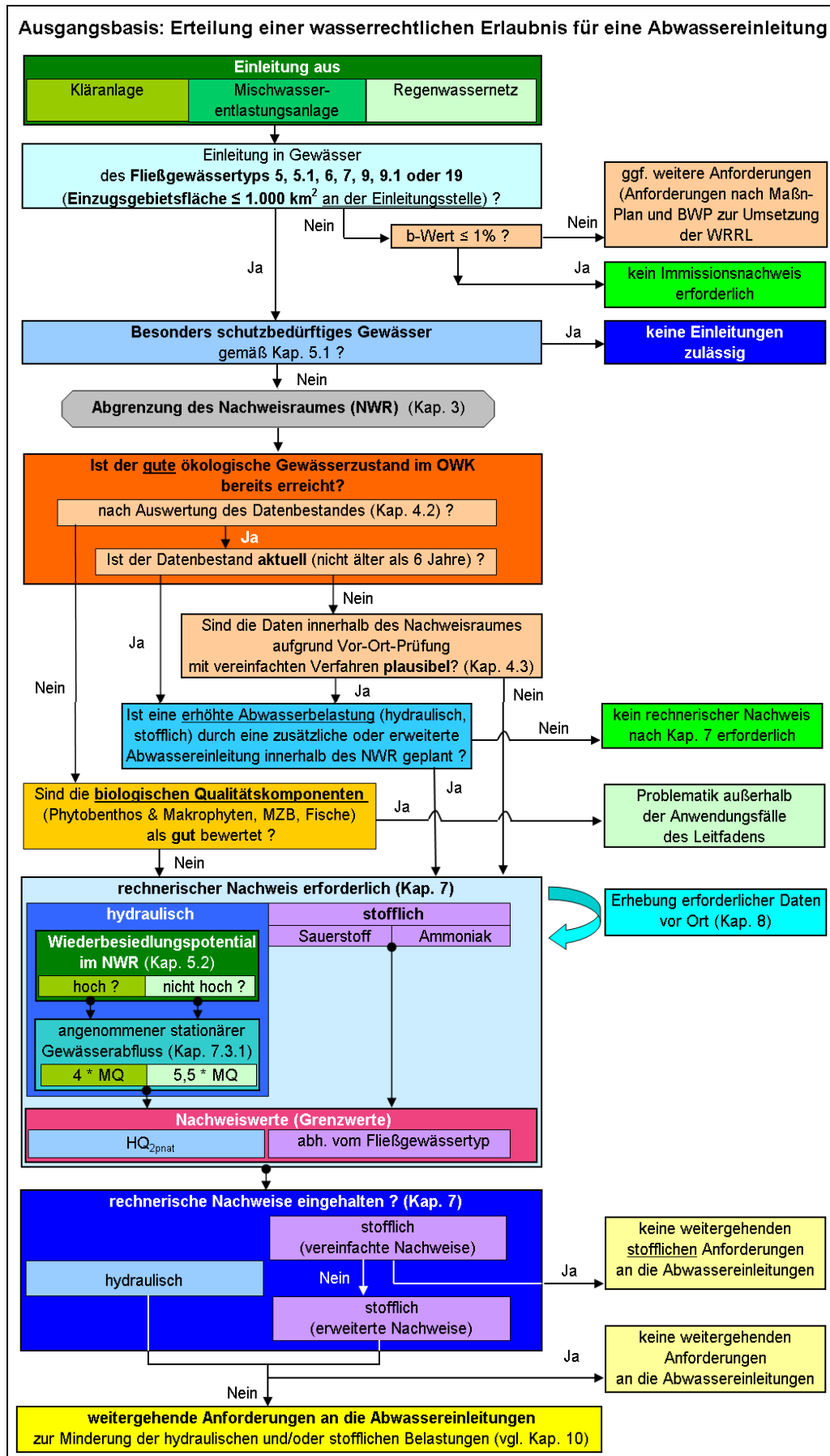


Abb. 1: Leitfadenanwendung bei Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis

### **2.3.2 Immissionsbetrachtung zur Sachverhaltsaufklärung gemäß Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL**

Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen oder chemischen Zustandes eines oberirdischen Gewässers sind immer dann zu ergreifen, wenn dieses Gewässer den guten ökologischen Zustand oder das gute ökologische Potential, soweit das Gewässer nach § 28 WHG als künstlich oder erheblich verändert eingestuft ist, oder den guten chemischen Zustand noch nicht erreicht hat.

Im Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL in Hessen (HMUELV, 2009a.; dort: Kap. 3.1.1) sind bei kommunalen Kläranlagen insbesondere Maßnahmen zur weiteren Verminderung der Abwasserbelastung durch Phosphor-Verbindungen vorgesehen. Welche Kläranlagen hiervon prioritär betroffen sind, ist dem Maßnahmenprogramm im Grundsatz und der diesbezüglichen Arbeitshilfe zur Phosphorreduzierung (HMUELV, 2011) im Einzelnen zu entnehmen. Auch zur Verbesserung der Misch- und Niederschlagswasserbehandlung und zur Ertüchtigung der entsprechenden Entlastungsanlagen und Kanalnetze sind im Maßnahmenprogramm in vielen Fällen bereits konkrete Maßnahmen vorgesehen.

Darüber hinaus gibt es jedoch eine Reihe von Abwassereinleitungen, deren Auswirkungen auf das aufnehmende Gewässer nur unzureichend bekannt sind. Ein Bedarf zur Sachverhaltsaufklärung gemäß Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL (HMUELV, 2009a.; Kap. 3.1.1) besteht immer dann, wenn ein oberirdisches Gewässer noch nicht den guten ökologischen Zustand erreicht hat und nicht bekannt ist, ob kommunale Abwassereinleitungen hierfür mit ursächlich sind. Es ist daher zu klären, ob aufgrund dieser Einleitungen Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG erforderlich sind.

Bei der Sachverhaltsaufklärung stellt ein konkreter Oberflächenwasserkörper (OWK) die Ausgangsbasis der Betrachtung dar. Wenn der OWK auf der Grundlage aktueller Daten bereits den guten ökologischen Gewässerzustand erreicht hat, ist keine weitere Sachverhaltsaufklärung mit dem Leitfaden erforderlich. Die bestehenden Abwassereinleitungen sind offensichtlich mit den Anforderungen an den guten ökologischen Zustand nach dem WHG vereinbar. Ob die bestehenden Abwassereinleitungen auch die Anforderungen an den guten chemischen Zustand nach dem WHG erfüllen, ist nicht Gegenstand einer Sachverhaltsaufklärung mit dem Leitfaden (vgl. Kap. 2.1). Ebenso bleibt eine gewässerbezogene Betrachtung bei einer erkennbaren schädlichen Gewässerveränderung im Sinne des § 3 Nr. 10 WHG nach Kap. 2.3 Buchstabe c) hiervon unberührt.

Bei Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für eine bestehende Abwassereinleitung mit fortan erhöhter stofflicher und/oder hydraulischer Belastung oder für eine neue (erstmalige) Abwassereinleitung in diesen OWK ist nach Kap. 2.3.1 vorzugehen.



Wenn der OWK den **guten ökologischen Zustand** noch **nicht erreicht** hat, sind folgende Schritte erforderlich:

1. Auf Grundlage des Datenbestandes ist zu klären, ob die nicht gute Bewertung des ökologischen Zustandes die **biologischen Qualitätskomponenten (QK)** (Phytobenthos & Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische) betrifft.
  - a) Wenn alle biologischen QK als gut oder besser eingestuft sind, der nicht gute ökologische Zustand des OWK daher andere Ursachen haben muss (z. B. Belastung durch flussgebietspezifische Schadstoffe nach Anlage 5 OGeWV), kann der Leitfaden nicht zu einer weiteren Sachverhaltsaufklärung beitragen. Die Ursachen der Gewässerbelastung liegen außerhalb der Anwendungsgrenzen des Leitfadens.
  - b) Wenn die biologischen QK nicht als gut eingestuft sind, folgt Schritt 2.
2. Innerhalb des OWK sind die Gewässerabschnitte zu identifizieren, in denen die biologischen QK (Phytobenthos & Makrophyten, Makrozoobenthos, Fische) keine gute Bewertung haben. Innerhalb dieser Gewässerabschnitte sind die Abwasser-einleitungen aus Kläranlagen, Mischwasserentlastungsanlagen und Regenwassernetzen der Trennsysteme sowie Straßenentwässerungen zu identifizieren.

**Hinweis:** Aufgrund einer geringen Anzahl von Messstellen innerhalb eines OWK ist es ggf. nicht möglich, eine Identifizierung konkreter Gewässerabschnitte vorzunehmen, in denen die biologischen QK nicht als gut eingestuft sind. In diesem Fall ist die gesamte Gewässerstrecke des OWK zu betrachten.

3. Es ist zu prüfen, ob die Gewässer an den jeweiligen Einleitestellen der unter Nr. 2 identifizierten Einleitungen eine Einzugsgebietsfläche von maximal 1.000 km<sup>2</sup> aufweisen. Soweit das aufnehmende Gewässer
  - als Bach (Fließgewässertyp 5, 5.1, 6 oder 7) oder
  - als kleiner Fluss (Fließgewässertyp 9, 9.1 oder Typ 19)eingestuft ist, kann von einer Einzugsgebietsflächengröße  $\leq 1.000 \text{ km}^2$  ausgegangen werden.

Einleitungen in Gewässerabschnitte mit einer Einzugsgebietsfläche  $> 1.000 \text{ km}^2$  liegen außerhalb der Anwendungsgrenzen des Leitfadens. Dies betrifft in Hessen Gewässerabschnitte der Fließgewässertypen 9.2 und 10.

- a) Wenn in einem solchen Fall (Einzugsgebietsfläche  $> 1.000 \text{ km}^2$ ) der b-Wert  $\leq 1 \%$  (siehe Kap. 2.3.1) beträgt, kann davon ausgegangen werden, dass eine Schädigung des Gewässers durch diese Abwassereinleitung infolge ihrer Abwassermenge und ihrer Inhaltsstoffe (hier in erster Linie Stickstoff und sauerstoffzehrende Stoffe; vgl. Kap. 2.1) nicht erfolgt. Im Regelfall ist die Einhaltung der obigen Bedingung zu erwarten.
- b) Sollte der b-Wert größer als 1 % sein, sind ggf. Anforderungen auf der Grundlage einer Mischungsrechnung (Gewässer, Abwasser) für einzelne Parameter erforderlich.

**Hinweis:** Anforderungen an die Abwassereinleitung hinsichtlich der Schadstoffe nach Anlage 5 und 7 der OGeWV bleiben hiervon unberührt.

4. Die unter Nr. 2 identifizierten Abwassereinleitungen mit einer Einzugsgebietsfläche von nicht mehr als 1.000 km<sup>2</sup> liegen in Gewässerabschnitten, die den Anforderungen an den guten ökologischen Zustand nach WHG in Verbindung mit Anlage 4 OGewV noch nicht genügen. In die Betrachtung, ob diese Abwassereinleitungen (im Rahmen der Anwendungsgrenzen des Leitfadens) (Mit)Verursacher der Defizite sind, sind auch die Einleitungen einzubeziehen, deren Einflussbereiche sich überlagern (siehe Kap. 3). Die Abwassereinleitungen nach Nr. 2 und 3 stellen daher die Ausgangspunkte für die Abgrenzung eines Nachweisraumes oder ggf. mehrerer Nachweisräume (innerhalb des OWK) dar (siehe auch Abb. 2).
5. Für jeden Nachweisraum sind die rechnerischen Nachweise nach Kap. 7 gesondert zu führen.

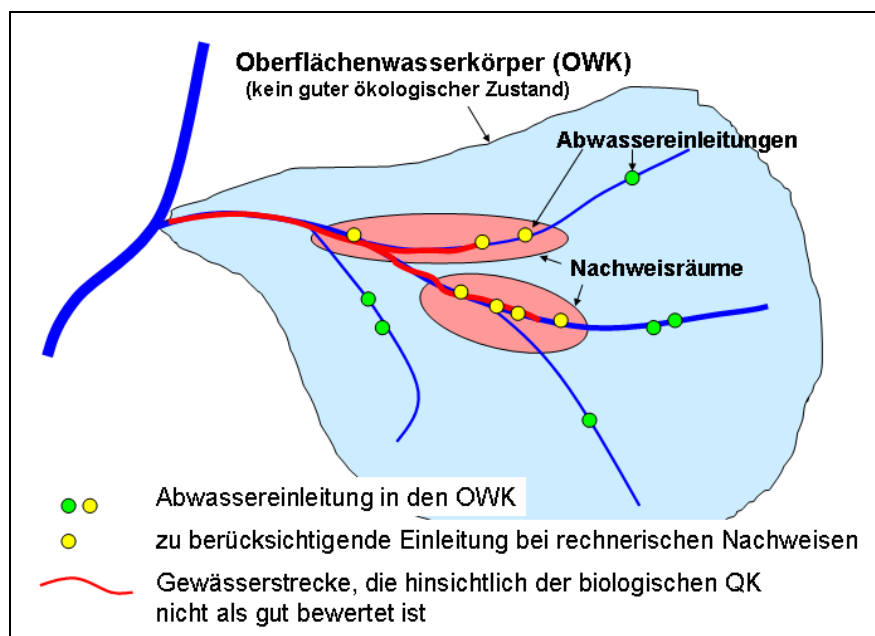


Abb. 2: Identifizierung der bei den rechnerischen Nachweisen zu berücksichtigenden Abwassereinleitungen

In der Abbildung 3 ist die Anwendung des Leitfadens zur Sachverhaltsaufklärung als Verfahrensschema veranschaulicht.

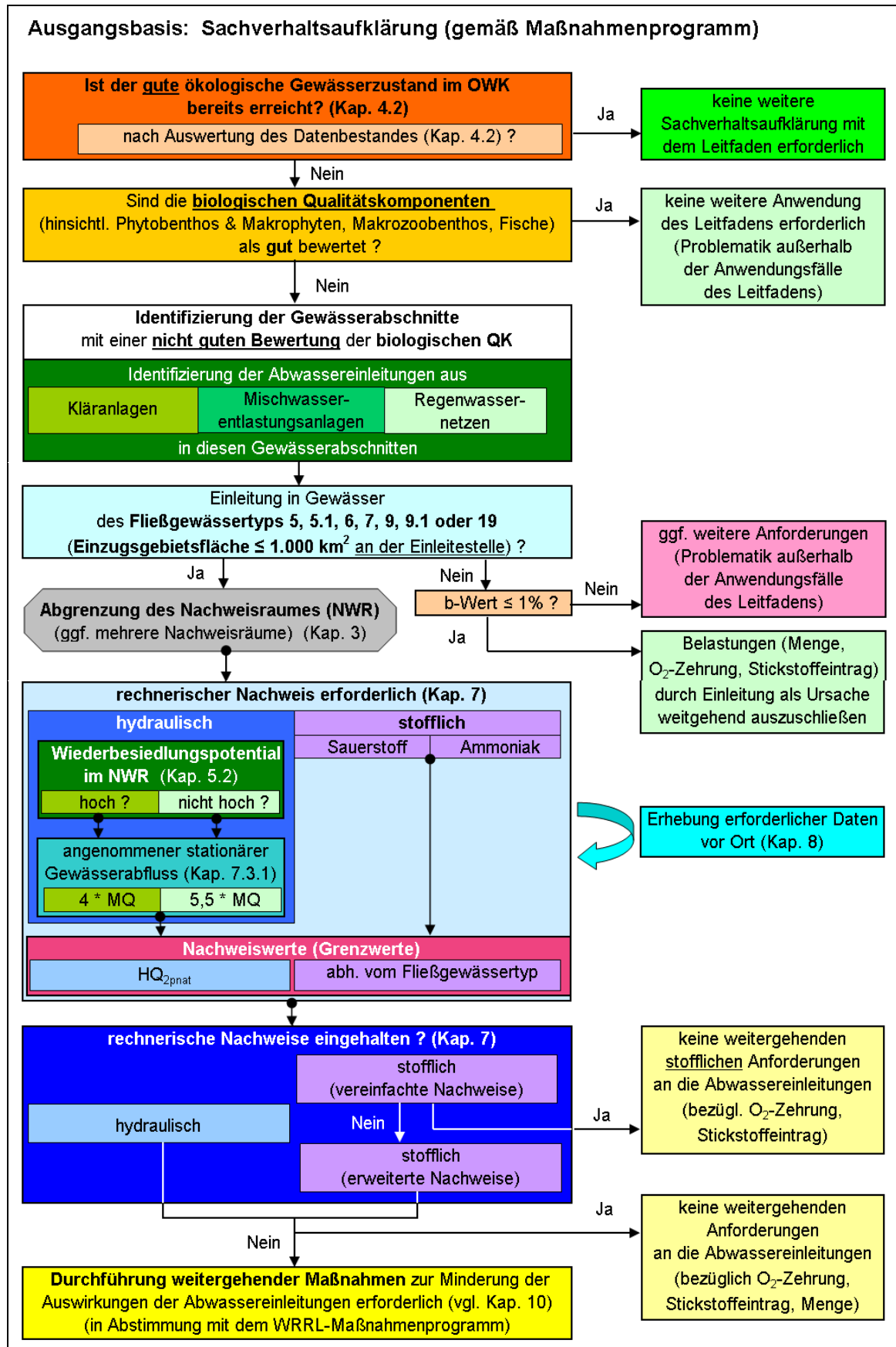


Abb. 3: Leitfadenanwendung zur Sachverhaltsaufklärung (gemäß Maßnahmenprogramm zur Umsetzung des WHG)

### 2.3.3 Überblick über die rechnerischen Nachweise

Soweit nach dem Kap. 2.3.1 bzw. 2.3.2 ein rechnerischer Nachweis erforderlich ist, sind für die Abschätzung der hydraulischen und stofflichen Auswirkungen von Abwassereinleitungen im Gewässer folgende Nachweise zu führen:

- a) hydraulischer Nachweis,
- b) Sauerstoff-Nachweis        und
- c) Ammoniak-Nachweis.

Der **hydraulische Nachweis** ist auf der Basis einer extremwertstatistischen Auswertung von Abflussganglinien durchzuführen, die aus langjährigen Regenreihen erzeugt werden.

Bei den **stofflichen Nachweisen** wird ein zweistufiges Vorgehen verfolgt. Es ist daher zulässig, für die beiden Nachweisparameter Sauerstoff und Ammoniakstickstoff zunächst einen vereinfachten Nachweis zu führen (vgl. auch Abb. 1 und 3). Wenn die Nachweiswerte (Grenzwerte) der vereinfachten stofflichen Nachweise nicht eingehalten werden, so dass hieraus in der Folge Maßnahmen zur Reduzierung der stofflichen Belastungen infolge der Abwassereinleitungen abzuleiten wären, wird vor der Planung derartiger Maßnahmen dringend empfohlen, den erweiterten Nachweis zu führen.

Bei Verwendung des **Werkzeugpakets** (TU Darmstadt/ifak, 2012) unterscheidet sich der Aufwand für die Durchführung eines erweiterten stofflichen Nachweises gegenüber dem eines vereinfachten stofflichen Nachweises für den Anwender nicht. Ein Unterschied ist lediglich in der Rechenzeit des Computers festzustellen.

## 3. Abgrenzung des zu betrachtenden Nachweisraumes

Weder aus wissenschaftlicher Sicht noch aus den Erfahrungen mit dem Leitfaden (HMULV, 2004a) konnten neue Erkenntnisse im Hinblick auf die Abgrenzung des zu betrachtenden Nachweisraumes gewonnen werden. Die Ermittlung des Nachweisraumes erfolgt daher nach der im Leitfaden (HMULV, 2004a) beschriebenen Weise.

Zu Beginn einer Nachweisführung ist ausgehend von der Einleitung oder der bekannten schädlichen Gewässerveränderung, die den Auslöser für die Durchführung des Nachweises darstellt, der Nachweisraum abzugrenzen. Betrachtet werden sämtliche Einleitungen, deren Einflussbereiche sich überlagern. Ausgehend von der konkreten Abwassereinleitung (bei einer erkannten, aber noch nicht näher betrachteten schädlichen Belastung stellt die Einleitung oberhalb des betroffenen Gewässerabschnittes den Ausgangspunkt dar) ist der Einflussbereich von Misch- und Niederschlagswassereinleitungen in Fließrichtung und entgegen der Fließrichtung gemäß Tab. 5 (vgl. auch Abb. 4) abzuschätzen. Diese Abschätzung wird hier vereinfachend für sämtliche Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung verwendet.

Soweit das Gewässer an der Einleitestelle der betrachteten Abwassereinleitung durch die nächste oberhalb gelegene Abwassereinleitung beeinflusst wird, ist der Nachweisraum entgegen der Fließrichtung auszudehnen. Wenn die betrachtete Abwassereinleitung das Gewässer auf Höhe einer unterhalb liegenden Einleitung gemäß Tab. 5

beeinflusst, ist der Nachweisraum in Fließrichtung zu erweitern. Die gleiche Betrachtung ist für jene Einleitestellen ober- und unterhalb liegender Einleitungen anzustellen, bis sich der Nachweisraum – wie in Abb. 4 dargestellt – abgrenzen lässt.

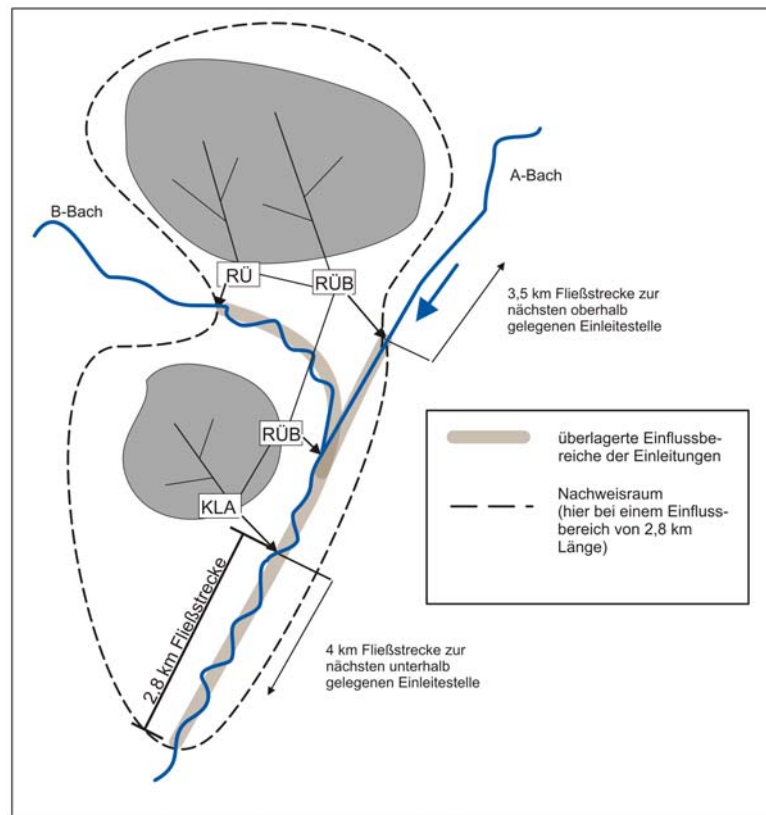


Abb. 4: Abgrenzung des Nachweisraumes über den Einflussbereich von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung

Abbildung 4 zeigt beispielhaft die Abgrenzung des zu betrachtenden Nachweisraumes mit Festlegung des Einflussbereiches und der zusammenhängend zu betrachtenden Gebiete.

Liegen aufgrund einer Ortsbegehung (siehe dazu Anhang 3, vor allem Anhang 3.1) detaillierte Werte für die mittlere Fließgeschwindigkeit und die mittlere Fließtiefe beim mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) vor, so können die Tabellenwerte linear interpoliert werden. Ansonsten sind die Werte für Fließgeschwindigkeit und Tiefe bei MNQ für die angegebenen Bereiche ( $\leq 0,1$ ,  $\leq 0,5$  und  $> 0,5$ ) durch Ortsbegehung abzuschätzen und der Einflussbereich gemäß Tabelle 5 anzunehmen.

Relevante Werte bei MNQ		Mittlere Fließgeschwindigkeit $v_m$ [m/s]		
		$\leq 0,1$	$\leq 0,5$	$> 0,5$
Mittlere Tiefe $h_m$ [m]	$\leq 0,1$	< 1,6 km	1,6 km	4 km
	$\leq 0,5$	2 km	2,8 km	
	$> 0,5$	4 km	4,8 km	

Tabelle 5: Einflussbereich [km] von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung (hier bei MNQ) (ATV, 1997), Tabellenwerte gemäß (BWK, 2000) mit 0,4 multipliziert

Die in (ATV, 1997) angegebenen Einflussbereiche sind gegenüber den Werten in Tabelle 5 um den Faktor 2,5 länger und stellen Orientierungswerte dar, die in Abhängigkeit von der Selbstreinigung des Gewässers reduziert werden können. Die in Tabelle 5 aufgeführten Werte sind als Mindestwerte zu verstehen. Es ist nicht zulässig, noch geringere Einflussbereiche anzunehmen.

**Hinweis:** Wenn der Nachweisraum mit einem Einflussbereich von 4,8 km ermittelt wird, kann auf eine Erhebung der mittleren Wassertiefe und der mittleren Fließgeschwindigkeit beim MNQ verzichtet werden.

## 4. Beurteilung des Gewässerzustandes

Im Rahmen der Bewertung der Auswirkungen von (vorhandenen, sich ändernden oder geplanten) Abwassereinleitungen auf den Zustand des aufnehmenden Gewässers ist es erforderlich, den Gewässerzustand auf der Grundlage fundierter und abgesicherter Daten zu erfassen und zu beschreiben.

### Auswertung des Datenbestandes (siehe Kap. 4.2)

Aufgrund der rechtlichen Regelungen (§ 9 OGeWV in Verbindung mit Anlage 9 OGeWV) ist der Zustand der Gewässer durch Monitoringprogramme zu überwachen, so dass in der Umweltverwaltung des Landes Hessen bereits eine Reihe von Daten zum Zustand der hessischen Gewässer vorhanden ist. Es ist geboten, sich anhand bereits erhobener Daten und bekannter Sachverhalte einen umfassenden Überblick über das zu betrachtende Gewässer zu verschaffen. Hierbei sind insbesondere folgende Daten heranzuziehen.

- Daten zum ökologischen Zustand
- Daten zur biologischen Gewässergüte  
Es liegen Ergebnisse biologischer Untersuchungen vor, die bei Monitoringprogrammen gewonnen wurden.
- Daten zur Gewässerstruktur und den strukturellen Defiziten
- Informationen zu bereits vorgesehenen Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur (Maßnahmenprogramm (HMUELV, 2009a)).

### Plausibilisierung der Daten vor Ort am Gewässer (siehe Kap. 4.3)

Wenn der OWK nach dem gemäß Kap. 4.2 vorhandenen Datenbestand einen guten ökologischen Zustand aufweist, diese Daten aufgrund des Zeitpunktes ihrer Erhebung aber nicht unbedingt den aktuellen Ist-Zustand widerspiegeln, ist eine Beurteilung des Gewässerzustandes vor Ort unverzichtbar. Hierbei geht es u. a. darum festzustellen, ob die vorhandenen Daten den tatsächlichen Zustand (Ist-Zustand) abbilden. Es ist bedeutsam, wie aktuell und wie umfassend die vorliegenden Daten sind.

Soweit sich bereits abzeichnet, dass rechnerische Nachweise zu führen sind (Kap. 2.3.1 und 2.3.2), ist zu klären, welche weiteren Daten für die Beurteilung der Auswirkungen von Abwassereinleitungen im Gewässer erhoben werden müssen (Kap. 8).

Im nachfolgenden Kap. 4.1 werden die Kriterien und Verfahren zur Bewertung des ökologischen Zustandes, der biologischen Gewässergüte und der Gewässerstruktur kurz dargestellt. Das Kap. 4.2 gibt darüber Auskunft, welche Gewässerzustandsdaten in Hessen im Regelfall vorhanden sind und wie diese Daten zugänglich sind. Im Kap. 4.3 werden die Verfahren beschrieben, mit denen der Gewässerzustand vor Ort zu beurteilen ist.

#### 4.1 Kriterien und Verfahren zur Beurteilung des Gewässerzustandes

Nach den §§ 5 und 6 OGewV in Verbindung mit § 27 WHG sind der ökologische und der chemische Zustand eines Gewässers zu beurteilen. Die Betrachtungen innerhalb des Leitfadens beziehen sich ausschließlich auf Komponenten, die der Bewertung des ökologischen Zustandes dienen. Die Schadstoffe nach Anlage 5 OGewV, die ebenfalls für die Bewertung des ökologischen Zustandes herangezogen werden, werden bei der Leitfadenanwendung ebenso wenig betrachtet wie die Schadstoffe, die für die Bewertung des chemischen Zustandes maßgebend sind (vgl. Anlage 7 OGewV). Die Abbildung 5 vermittelt einen Überblick über diesen Zusammenhang.

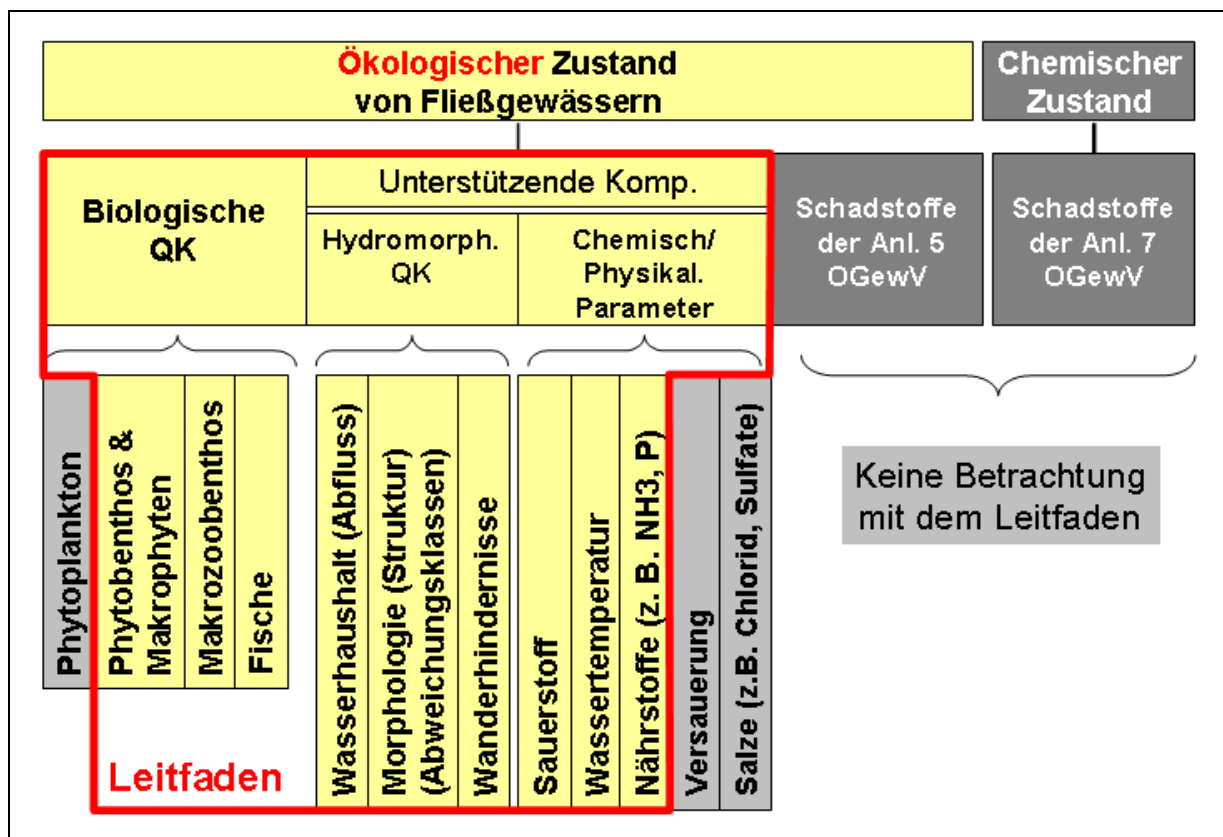


Abb. 5: Überblick über Qualitätskomponenten zur Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustandes gemäß OGewV im Kontext zum Leitfaden

#### 4.1.1. Bewertung des ökologischen Zustandes

Die Einstufung des ökologischen Zustands eines OWK erfolgt im Wesentlichen anhand der im Gewässer vorkommenden Fauna und Flora und richtet sich nach den in Anlage 3 OGewV aufgeführten Qualitätskomponenten. Die biologischen Qualitätskomponenten umfassen nach Anlage 3 OGewV

- Phytoplankton (frei im Wasser schwebende Algen),
- Makrophyten (Wasserpflanzen),
- Phytobenthos (auf dem Gewässerboden lebende Algen),
- Benthische wirbellose Fauna (Makrozoobenthos; Fischnährtiere) und
- Fischfauna.

Die wichtigsten Parameter sind die Artenzusammensetzung und die Artenhäufigkeit, beim Phytoplankton auch die Biomasse und bei der Fischfauna die Altersstruktur.

Als Maßstab für die Bewertung des ökologischen Zustands dient immer der Referenzzustand des jeweiligen Gewässertyps (Kap. 1.1.1 des Bewirtschaftungsplans (HMUELV, 2009b) und Anhang 1). Die anhand der biologischen Qualitätskomponenten klassifizierte sehr gute Zustandsklasse entspricht dabei vollständig oder weitgehend vollständig den natürlichen Bedingungen.

Das Bewirtschaftungsziel für die biologischen Komponenten ist der gute ökologische Zustand. Beim guten ökologischen Zustand weicht die Zusammensetzung und Häufigkeit der Arten nur geringfügig vom jeweiligen gewässertypspezifischen Referenzzustand ab. Bei einer mäßigen Abweichung fehlen bereits wichtige taxonomische Gruppen der typspezifischen Lebensgemeinschaft (z. B. wenn in der Forellenregion der Mittelgebirgsbäche in Hessen keine Groppen festgestellt werden), so dass dann die mäßige Zustandsklasse vorliegt und ein Handlungsbedarf zur Verbesserung der ökologischen Situation besteht (Abb. 6).

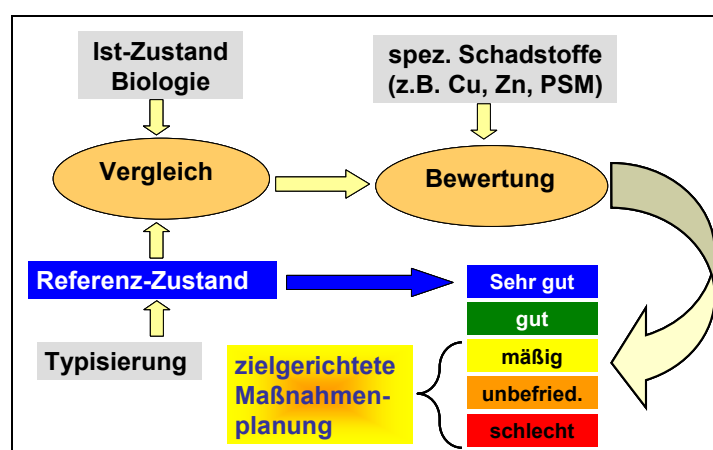


Abb. 6: Schematische Darstellung der gewässertypbezogenen Bewertung des ökologischen Zustands (HMUELV, 2009b)



Eine umfassende Beschreibung der deutschen Bewertungsverfahren findet sich u.a. im Handbuch zur Umsetzung der WRRL in Hessen (HMULV, 2007) sowie im Teil B der Rahmenkonzeption der LAWA (LAWA, 2007) und in der Beschreibung der Gewässertypensteckbriefe (Pottgiesser, Sommerhäuser, 2008). Die aktuellen Berichte zu den nationalen Bewertungsverfahren sowie die entsprechenden Softwareprogramme stehen unter den folgenden Internetadressen zum Herunterladen zur Verfügung:

Phytoplankton	<a href="http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke/">http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke/</a>
Phytobenthos / Makrophyten („PHYLIB“)	<a href="http://www.bayern.de/lfw/projekte">http://www.bayern.de/lfw/projekte</a>
Fische („fiBs“):	<a href="http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1296704_11/index1241097210642.html">http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1296704_11/index1241097210642.html</a>
Makrozoobenthos („PERLODES“):	<a href="http://www.fliessgewaesserbewertung.de">http://www.fliessgewaesserbewertung.de</a>

In der Regel werden diese nationalen Bewertungsverfahren in Hessen angewendet. Jedoch erfolgen in wenigen Ausnahmen für bestimmte Fließgewässertypen Abweichungen (Kap. 1.1.1 des Bewirtschaftungsplans (HMUELV, 2009b)).

Da die einzelnen biologischen Komponenten durch verschiedene Umweltfaktoren (z.B. Struktur, Durchgängigkeit, Nährstoffe) unterschiedlich stark beeinflusst werden, erfolgt bei der Beurteilung der Wasserkörper anhand mehrerer biologischer Komponenten keine Mittelwertbildung, sondern die Beurteilung erfolgt gemäß der schlechtesten erreichten Zustandsklasse. Als Bewirtschaftungsziel gilt, dass der Wasserkörper hinsichtlich aller biologischen Komponenten den guten Zustand erreicht.

#### 4.1.2 Bewertung der biologischen Gewässergüte (Saprobie) als Teil der Bewertung des Makrozoobenthos

Bei der Bewertung des ökologischen Zustands anhand des Makrozoobenthos wird nicht nur das Ergebnis der biologischen Gewässergüte (Saprobie) herangezogen. Vielmehr wird hierzu ein modulares Bewertungsverfahren eingesetzt, bestehend aus folgenden Modulen:

- Gewässergüte (Saprobie)  
(Saprobienindex nach DIN 38410 Teil 2 mit nach Gewässertypen differenzierten Klassengrenzen)  
Dieses Modul bewertet hauptsächlich die Auswirkungen der Belastung mit organischen, sauerstoffzehrenden Substanzen.
- Versauerung:  
Dieses Modul bewertet in den silikatischen Mittelgebirgsbächen die Auswirkungen von zumindest zeitweilig erniedrigten pH-Werten (in Hessen jedoch ohne besondere Bedeutung).

- Allgemeine Degradation:  
(Gewässertypspezifische Bewertungsformeln für einzelne Metrics)  
Mit diesem Modul wird der Einfluss durch sämtliche andere Belastungsfaktoren (Stressoren), insbesondere der Einfluss von Strukturgütedefiziten und intensiver Landnutzung im Einzugsgebiet, aber auch der Einfluss von temporären Misch- oder Regenwassereinleitungen bewertet.

Bei der Bewertung des ökologischen Zustands werden die Ergebnisse der Module „Gewässergüte“, „Versauerung“ und „Allgemeine Degradation“ nicht gemittelt, sondern die schlechteste Zustandsklasse bestimmt den Gesamtzustand (siehe nachstehende Abbildung).

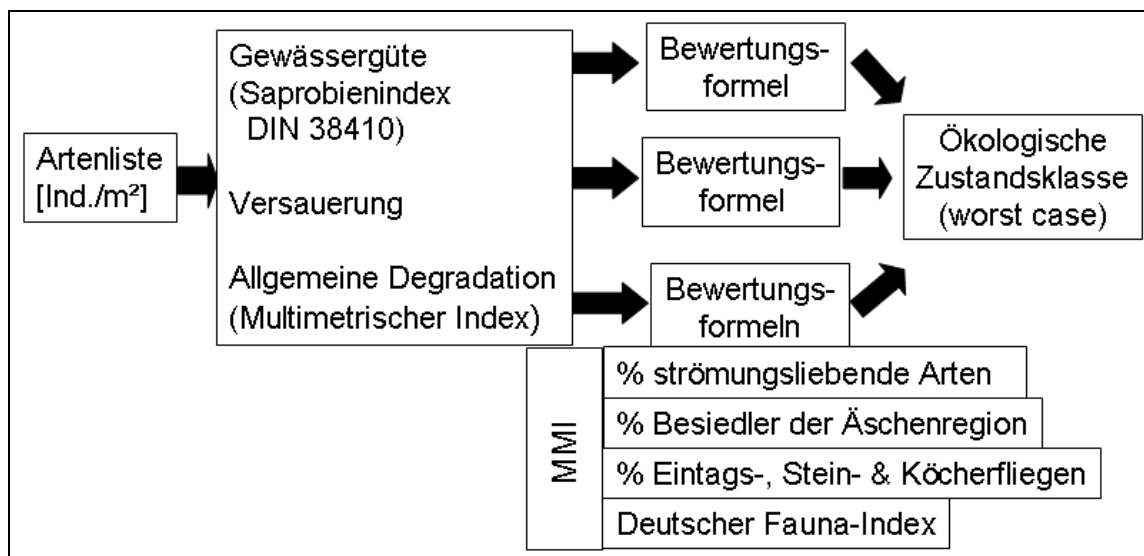


Abb. 7: Beurteilung der ökologischen Zustandsklasse anhand des Makrozoobenthos (Beispiel: silikatischer grobmaterialreicher Mittelgebirgsbach – Typ 5) (HMULV, 2007)

Weitere Einzelheiten zur Bewertung des ökologischen Zustands anhand des Makrozoobenthos finden sich unter [www.fliessgewaesserbewertung.de](http://www.fliessgewaesserbewertung.de) und in (HMULV, 2007; Kap. 3.1.B).

Aufgrund ihres unterschiedlichen Sauerstoffbedarfs eignen sich die Fischnährtiere (Makrozoobenthos) gut, um anhand ihres Vorkommens Rückschlüsse auf die jeweilige Gewässergüteklasse zu ziehen. Hinsichtlich der Sauerstoffverfügbarkeit besonders anspruchsvoll sind beispielsweise die Steinfliegen- und viele Eintagsfliegenlarven; hingegen können Wasserasseln oder verschiedene Egel auch noch bei zum Teil erheblichen Sauerstoffdefiziten im Gewässer überleben.

Die Bewertung der Gewässergüte berücksichtigt den jeweiligen Fließgewässertyp. Eine Darstellung der in Hessen vorkommenden Fließgewässertypen findet sich im Kapitel 1.1.1 des Bewirtschaftungsplans in Hessen (HMUDELV, 2009b). Im Anhang 1 dieses Leitfadens wird die Gewässertypologie erläutert und einige Fließgewässertypen werden exemplarisch dargestellt.

Da die Anwendung des Leitfadens bezüglich des Einzugsgebietes des Fließgewässers auf 1.000 km<sup>2</sup> eingeschränkt ist (vgl. Kap. 2.3), sind für die Leitfadenbetrachtung lediglich die folgenden Fließgewässertypen in Hessen von Bedeutung:

- Typ 5 Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 5.1 Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 6 Feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 7 Grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 9 Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse
- Typ 9.1 Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse
- Typ 19 Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern

Unter Berücksichtigung von typspezifischen Klassengrenzen (Fließgewässertypen) werden die Ergebnisse der Saprobienindices von ehemals sieben Klassen in fünf ökologische Zustandsklassen überführt (siehe Tabelle 6). Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass ein bestimmter Saprobienindex in Gewässern verschiedenen Typs zu einer unterschiedlichen Einstufung führen kann. Vor dieser „Neuordnung“ zeichnete sich die Gewässergüteklasse II sowohl für einen kleinen, von turbulenter Strömung geprägten Mittelgebirgsbach als auch einen langsam fließenden Fluss durch denselben Saprobienindex (kleiner als 2,3) aus. Seit Überführung in nunmehr fünf Zustandsklassen indiziert ein Saprobienindex beispielsweise von 2,2 (Wert innerhalb des bisherigen Qualitätsziels der Güteklasse II) in einem langsam fließenden Niederungsfließgewässer oder in einem großen Fluss keine beeinträchtigende Belastung; in einem Mittelgebirgsbach mit einem hohen physikalischen Sauerstoffeintrag muss bei gleichem Saprobienindex hingegen von einer merklichen Belastung ausgegangen werden.

biologische Gewässergüteklasse	Typ 5	Typ 5.1 Typ 7 Typ 9	Typ 6 Typ 9.1	Typ 19
1	≤ 1,45	≤ 1,6	≤ 1,7	≤ 1,9
2	> 1,45 - 2,0	> 1,6 - 2,1	> 1,7 - 2,2	> 1,9 - 2,35
3	> 2,0 - 2,65	> 2,1 - 2,75	> 2,2 - 2,8	> 2,35 - 2,9
4	> 2,65 - 3,35	> 2,75 - 3,35	> 2,8 - 3,4	> 2,9 - 3,45
5	> 3,35	> 3,35	> 3,4	> 3,45

Tabelle 6: Zuordnung der biologischen Gewässergüteklassen (Saprobie) mit gewässertypspezifischen Klassengrenzen beim Saprobienindex

### 4.1.3 Bewertung des morphologischen Gewässerzustands

#### 4.1.3.1 Gewässerstruktur

Für das Erreichen des guten ökologischen Zustandes nach WHG ist neben der biologischen Gewässergüte auch der morphologische Gewässerzustand, die Struktur eines Gewässers, wesentlich. Die Strukturausstattung eines Gewässers (Beschaffenheit und Struktur von Gewässersohle und Ufer) ist für die ökologische Funktionsfähigkeit eines Gewässers entscheidend.

Mit der Gewässerstrukturbewertung wird der strukturelle Zustand auf der Grundlage eines Leitbildes für den natürlichen Zustand bezüglich der Abweichung von diesem Leitbild bewertet.

In Hessen wurde flächendeckend eine Kartierung der Gewässerstruktur weitgehend nach der LAWA-Verfahrensempfehlung „Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer (1995 - 1998)“ (LAWA, 1999) durchgeführt. Hierbei wurden die Gewässer in Hessen (über 23.000 km Fließlänge) in 100 m-Abschnitten anhand der sechs Hauptkomponenten

Laufentwicklung	Sohlenstruktur
Längsprofil	Uferstruktur
Querprofil	Gewässerumfeld,

die wiederum über 26 Einzelkomponenten beurteilt wurden (siehe auch Anhang 2), einer Gesamtbewertung unterzogen.

Die Bewertung aus dem Jahr 1999 weist jedem Gewässerabschnitt eine Strukturgütekategorie zu, die in der Gewässerstrukturgütekarte (HMULV, 1999) in einer Farbskala von dunkelblau bis rot dargestellt ist (vgl. Tab. 7):

Gewässerstruktur- klasse	Farbe	Bewertung
1	dunkelblau	naturnah / unverändert
2	hellblau	gering verändert
3	dunkelgrün	mäßig verändert
4	hellgrün	deutlich verändert
5	gelb	stark verändert
6	orange	sehr stark verändert
7	rot	vollständig verändert
	schwarz	Sonderfall, unbewertet

Tabelle 7: Gewässerstrukturklasse (HMULV, 1999)

#### 4.1.3.2 Morphologische Umweltziele und Abweichungsklassen

Das Konzept der morphologischen Umweltziele ( $UWZ_{\text{morph}}$ ) (HMUENV, 2009b) geht davon aus, dass je nach Gewässertyp und Fischregion eine bestimmte Mindestausprägung von maßgeblichen Strukturmerkmalen (z. B. besondere Sohlenstrukturen, Strömungsdiversität, Längs- und Querbänke, etc.) in einem Bewertungsabschnitt vorhanden sein muss, damit dieser für die verschiedenen gewässertypsspezifischen Organismen als „lebensraumgeeignet“ angesehen werden kann. Zur Ableitung dieser Ziele konnte in Hessen auf die Daten der Gewässerstrukturgütekartierung zurückgegriffen werden.

Beispiel:

Für die Forellenregion in den silikatischen Mittelgebirgsbächen mit den Leitfischarten Bachforelle, Mühlkoppe und Bachneunauge gelten folgende Ziele:

- Tiefen – und Breitenvarianz: sehr groß, groß oder mäßig
- und • Strömungsdiversität: sehr groß, groß oder mäßig
- und • Längs- und Querbänke: mindestens 1x auf 100 m vorhanden
- und • besondere Sohlenstrukturen: mindestens 2x auf 100 m vorhanden  
oder mindestens große Substratvielfalt
- und • natürliches Sohlensubstrat

Das Umweltziel, der gute ökologische Zustand, wird im Mittel dann erreicht, wenn **mindestens 35% der Gewässerabschnitte in einem Wasserkörper** hochwertige Strukturen aufweisen (HMUELV, 2009b, Kap. 5.1.3.1). Es wird daher davon ausgegangen, dass es ausreichend ist, wenn in **35% der Gewässerabschnitte** die morphologischen Umweltziele erreicht werden. Hierbei sollen die hochwertigen Gewässerabschnitte möglichst gleichmäßig im Gewässer verteilt sein, so dass sie jeweils als sog. Trittsteinhabitate den Gewässerorganismen zur Verfügung stehen.

Um die vorliegenden Gewässerstrukturgüteinformationen bezüglich der morphologischen Umweltziele gezielt bewerten zu können, wurde das Konzept der „**Abweichungsklassen**“ zur Lokalisierung von defizitären Gewässerstrecken entwickelt. Über die „Abweichungsklassen“ wird beschrieben, in welchem Ausmaß ein Gewässerabschnitt von dem (fließgewässertypspezifischen) morphologischen Umweltziel abweicht.

Abweichungsklasse	Zustand	Farbe	Abweichung vom Mindestzielzustand (UWZ <sub>morph</sub> )
5	sehr gut	blau	deutlich positive Abweichung
4	gut	grün	Keine oder leicht positive Abweichung
3	mäßig	gelb	geringe negative Abweichung
2	unbefriedigend	orange	stärker negative Abweichung
1	schlecht	rot	sehr starke negative Abweichung

Tabelle 8: Abweichungsklassen: Definition, Grenzen und Farbzuzuweisung in Analogie zu den biologischen Gewässergüteklassen (aus: HMUELV, 2009b, Kap. 5.1.3.1; modifiziert)

#### 4.1.3.3 Wanderhindernisse

Wanderhindernissen als ein Merkmal der Gewässerstruktur kommt eine besondere Bedeutung zu, da die Durchgängigkeit eines Gewässersystems eine wichtige Voraussetzung für die Ausbildung gewässertypspezifischer Lebensgemeinschaften in den einzelnen Gewässerabschnitten ist. Querbauwerke unterschiedlichster Konstruktion und Funktion unterbrechen oft die Durchgängigkeit eines Gewässers, indem sie für aquatische Organismen (Fische und auch Makrozoobenthos) eine unüberwindbare Wander- und damit Ausbreitungsbarriere darstellen. Zu derartigen Wanderhindernissen zählen klassische Wehre, aber auch Abstürze, Verrohrungen, Durchlässe, Massivsohlenabschnitte, Sohlengleiten usw.

Im Jahr 2007 wurden in sämtlichen WRRL-relevanten Gewässern Hessens die die Durchgängigkeit beeinträchtigenden Querbauwerke erfasst und in einer Datenbank „Wanderhindernisse“ eingepflegt. Insgesamt wurden hessenweit über 19.000 Wanderhindernisse kartiert und auch bezüglich der Aufwärts- und Abwärtspassierbarkeit für kleine und große Fische sowie Makrozoobenthos differenziert bewertet.

## 4.2 Datenbestand

### 4.2.1 GIS-Anwendungen

Das Land Hessen stellt zum Gewässerschutz umfangreiche Daten in IT-Fachanwendungen auf der Basis von Geoinformationssystemen (GIS-Anwendungen) zur Verfügung. In diesem Zusammenhang sind zu nennen:

- I. Hessisches Karteninformationssystem zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (**WRRL-Viewer**)
- II. Gewässerstrukturgüte-Informationssystem (**GESIS**)

In den Kapiteln 4.2.2 bis 4.2.4 werden zur Vereinfachung konkrete Hinweise zum Auffinden bestimmter Daten gegeben.

#### 4.2.1.1 WRRL-Viewer

Viele relevante Daten zur Gewässergüte, zur Gewässerstruktur und zum ökologischen Zustand einschließlich der Ergebnisse durchgeführter Monitoringprogramme nach dem WHG und der OGewV sind im **Hessischen Karteninformationssystem (WRRL-Viewer)** unter der Internetadresse:

<http://wrrl.hessen.de/viewer.htm> ersichtlich.

Im WRRL-Viewer sind folgende Arten von Daten zu unterscheiden:

- **Geo-Fachdaten** mit Bezug zur WRRL  
Die Rechte an diesen Daten liegen beim HLUG bzw. HMUELV, bei den Regierungspräsidien und dem Landesbetrieb Hessen-Forst.
- **Geo-Basisdaten** (z.B. topographische Karten oder Luftbilder) dienen zur Orientierung und Übersicht.  
Die Rechte an diesen Daten liegen beim Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG).

Unter folgender Adresse ist eine ausführliche Anleitung zum Umgang mit dem WRRL-Viewer (HMUELV; 2009c) im Internet eingestellt:

<http://www.flussgebiete.hessen.de>

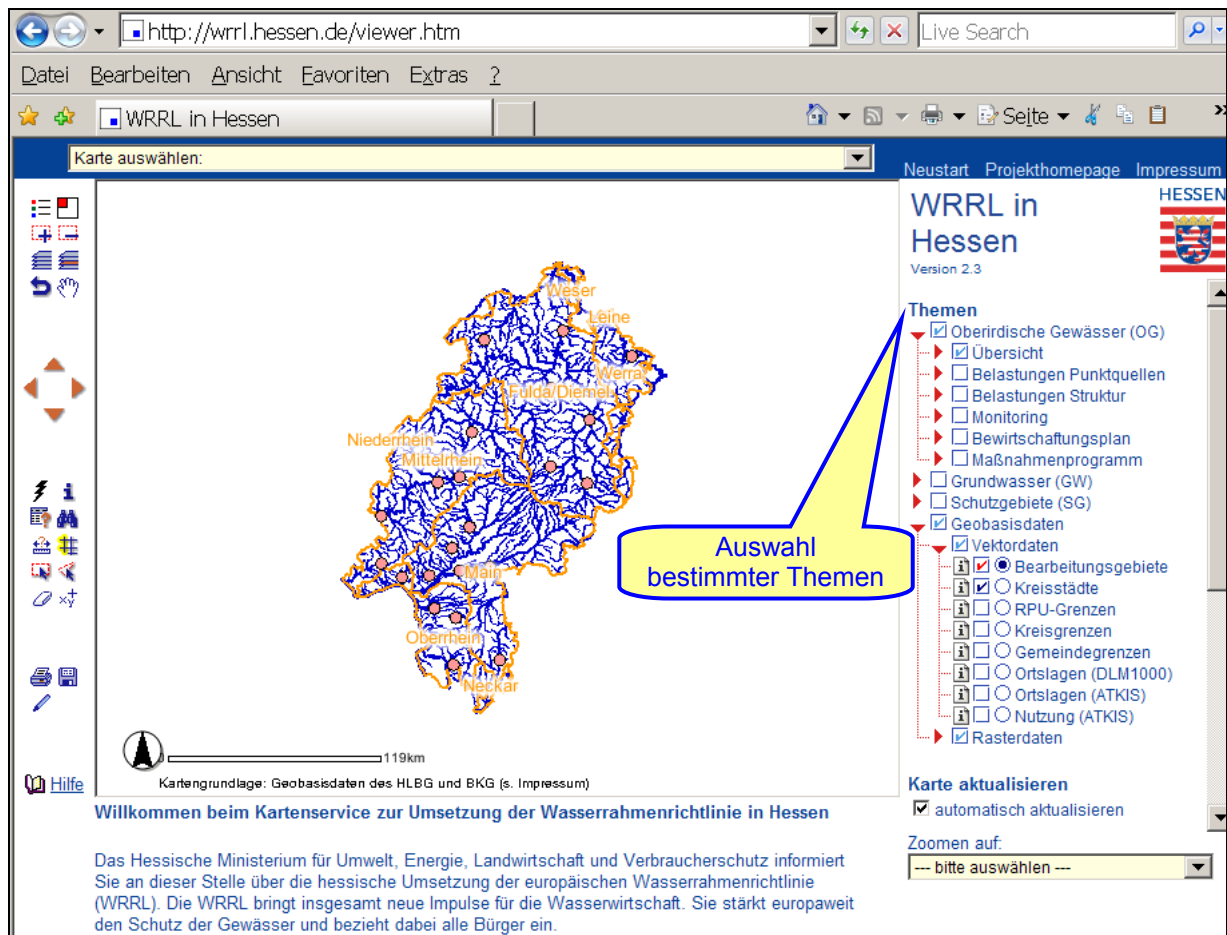


Abb. 8: Eröffnungsseite des WRRL-Viewers

**Hinweis:** Im WRRL-Viewer sind hauptsächlich Daten zu Gewässerabschnitten mit Einzugsgebieten von mehr als 10 km<sup>2</sup> enthalten.

Daten zu Gewässerabschnitten mit Einzugsgebieten unterhalb von 10 km<sup>2</sup> sind vor Ort zu erheben (vgl. Kap. 4.3), soweit die erforderlichen Daten aktuell nicht anderweitig bereits vorliegen.

#### 4.2.1.2 Gewässerstrukturgüte-Informationssystem (GESIS)

Im Rahmen der landesweiten Gewässerstrukturgütekartierung (1995 – 1998) wurde die morphologische Beschaffenheit der hessischen Fließgewässer (über 23.000 km) in Abschnitten von ca. 100 m anhand von 26 Einzelparametern erfasst und bewertet.

Um diesen Datenpool einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und allen Interessierten benutzerfreundlich zur Verfügung zu stellen, wurde das Gewässerstrukturgüte-Informationssystem (GESIS) 1998/1999 entwickelt und im Jahr 2000 zur Verfügung gestellt. Die detailliert erhobenen Ergebnisse der Strukturgütekartierung sind über das GESIS zugänglich unter:

<http://www.gesis.hessen.de/>.

Weitergehende Informationen zur Strukturgütekartierung, die GESIS zugrunde liegt, ist unter [www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)

- Umwelt → Gewässerschutz → Bäche, Flüsse, Seen
- Gewässerstrukturgüte
- Erläuterungsbericht sowie
- Kartieranleitung

erhältlich.

#### 4.2.2. Datenbestand zum ökologischen Zustand

Im WRRL-Viewer ist zum einen der ökologische Zustand in den einzelnen Untersuchungsbereichen des Gewässers und für die einzelnen biologischen Qualitätskomponenten dargestellt (siehe hierzu auch Abb. 11). Zum anderen ist aber auch der ökologische Zustand des gesamten Wasserkörpers dargestellt.

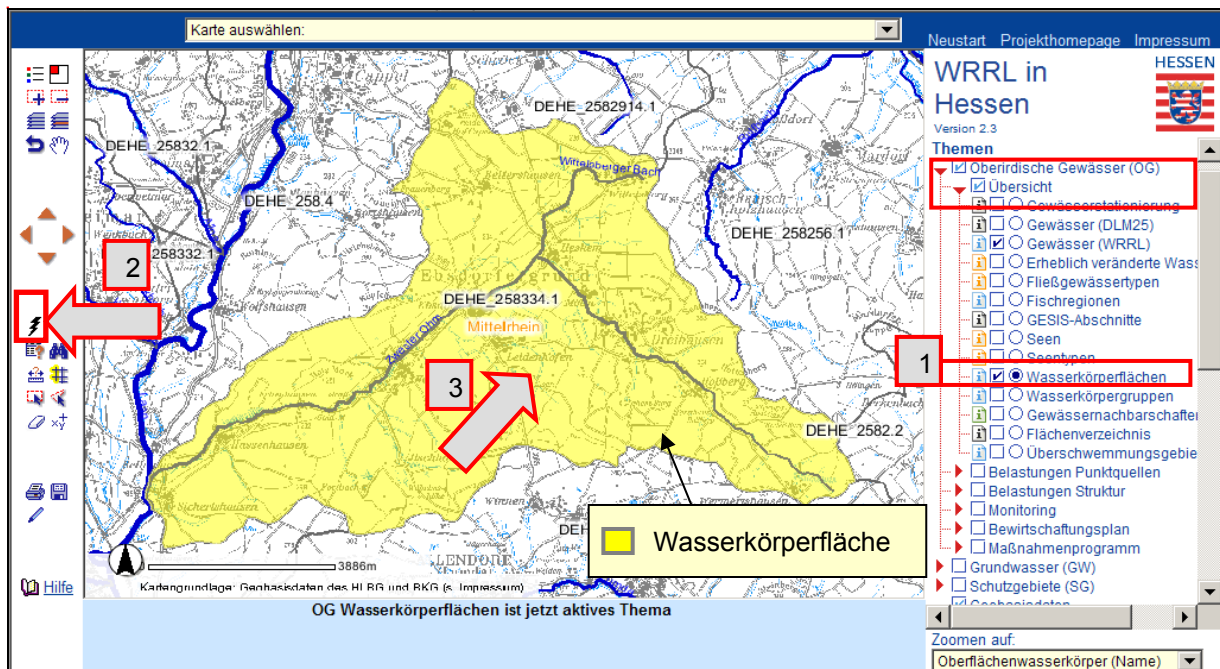



Abb. 9: Darstellung der Vorgehensweise zur Ermittlung des ökologischen Zustands eines Wasserkörpers

Unter dem Thema „Oberirdische Gewässer (OG)“ mit dem Menüpunkt

- „Übersicht“
- „Wasserkörperflächen“

ist die Bewertung des ökologischen Zustands in einem neuen Fenster ersichtlich.

Wie in der Abb. 9 dargestellt, sind dazu

- (1) die „Wasserkörperflächen“ zu aktivieren (Häkchen und Punkt setzen)
- (2) die Schaltfläche  („Blitz“) anzuklicken und
- (3) mit der linken Maustaste auf die Wasserkörperfläche zu klicken.



Es erscheint dann ein neues Fenster, welches im ersten Registerblatt den sogenannten „**Steckbrief**“ des jeweils aktivierten Oberflächenwasserkörpers (siehe nachstehende Abb. 10) aufzeigt.

Steckbrief Oberflächenwasserkörper		Vorgeschlagene Maßnahmen	
Wasserkörper: Zwester Ohm (DEHE_258334.1)		Struktur Punktquellen diffuse Belastungen	
Stand 19.11.2009			
Stammdaten		Maßnahmenplanung	
Bearbeitungsgebiet (BAG): Mittelrhein Federführendes Regierungspräsidium Abteilung Umwelt (RPU): GI Fließgewässertyp: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche (5.1) dominante Fischregion: Untere Forellenregion Länge: 24,2 km EZG innerhalb WK: 6.948,06 ha MQ: 405 l/s MNQ: 54 l/s erheblich veränderter Wasserkörper: nein Vorranggewässer: nein		<b>Maßnahmenplanung</b> <b>Maßnahmengruppen Struktur</b> Bereitstellung von Flächen: 7,0 ha 140.000 € Entwicklung naturnaher Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen: 4,8 km 284.000 € Herstellung der linearen Durchgängigkeit: 13 Stück 233.000 € ökologisch verträgliche Abflussregulierung: 0,0 km 0 € Förderung natürlicher Rückhalt: 0,0 km 0 € Maßnahme an Bundeswasserstraße: 0,0 km 0 €	
<b>ökologischer Zustand</b> <b>biologische Qualitätskomponenten</b> Makrozoobenthos gesamt: unbefriedigend Gewässergüte (Streckenanteil größer Zustandsklasse 2): 61,11 % Fische: Makrophyten und Phytobenthos: unbefriedigend Phytoplankton:		<b>Maßnahmengruppen Punktquellen</b> Ertüchtigung von kommunalen Kläranlagen: x 40.000 € Ertüchtigung von direktleitenden industriellen und gewerblichen Abwasseranlagen: qualifizierte Entwässerung im Misch- und Trennverfahren: 0 € dezentrale Maßnahmen zu Abflussvermeidung, -verminderung, -verzögerung: 0 € Ertüchtigung der Misch- und Niederschlagswasserbehandlung: 0 € sonstige Maßnahmen Punktquellen: x 0 €	
<b>hydromorphologische Qualitätskomponenten</b> Anzahl weitgehend unpassierbare oder unpassierbare Wanderhindernisse: 44 Struktur ("defizitäre" Abschnitte): 89,96 %		<b>Maßnahmen diffusen Belastungen</b> Flächen zu Erosionsminderung: 588,7 ha	
<b>physikalisch-chemische Hilfskomponenten</b> Sauerstoff (Minimum): 7,7 mg/l Chlorid (Mittelwert): 28,10 mg/l Ammonium-N (Mittelwert): 0,16 mg/l Phosphor gesamt (Mittelwert): ohne Bewertung ortho-Phosphat-P (Mittelwert): 0,318 mg/l		<b>Maßnahmengruppe Pflanzenschutzmittel (PSM)</b> Pflanzenschutzmittel-Maßnahmen: x	
<b>spezifische Stoffe</b> Anhang VIII Pflanzenschutzmittel: schlecht Anhang VIII Feststoffgebundene Schadstoffe: weitere spezifische Schadstoffe:			
<b>ökologischer Zustand gesamt:</b> unbefriedigend			

Abb. 10: Ausschnitt aus dem im WRRL-Viewer für jeden Wasserkörper dargestellten Steckbrief

Die Bewertung der biologischen Komponenten für den gesamten OWK ist ebenso ersichtlich, wenn im WRRL-Viewer folgende Häkchen gesetzt werden (vgl. Abb. 11):

- Thema „Oberirdische Gewässer“
- „Bewirtschaftungsplan“
    - „Bewertung ökologischer Zustand“
      - Makrozoobenthos
      - Fische
      - Kieselalgen

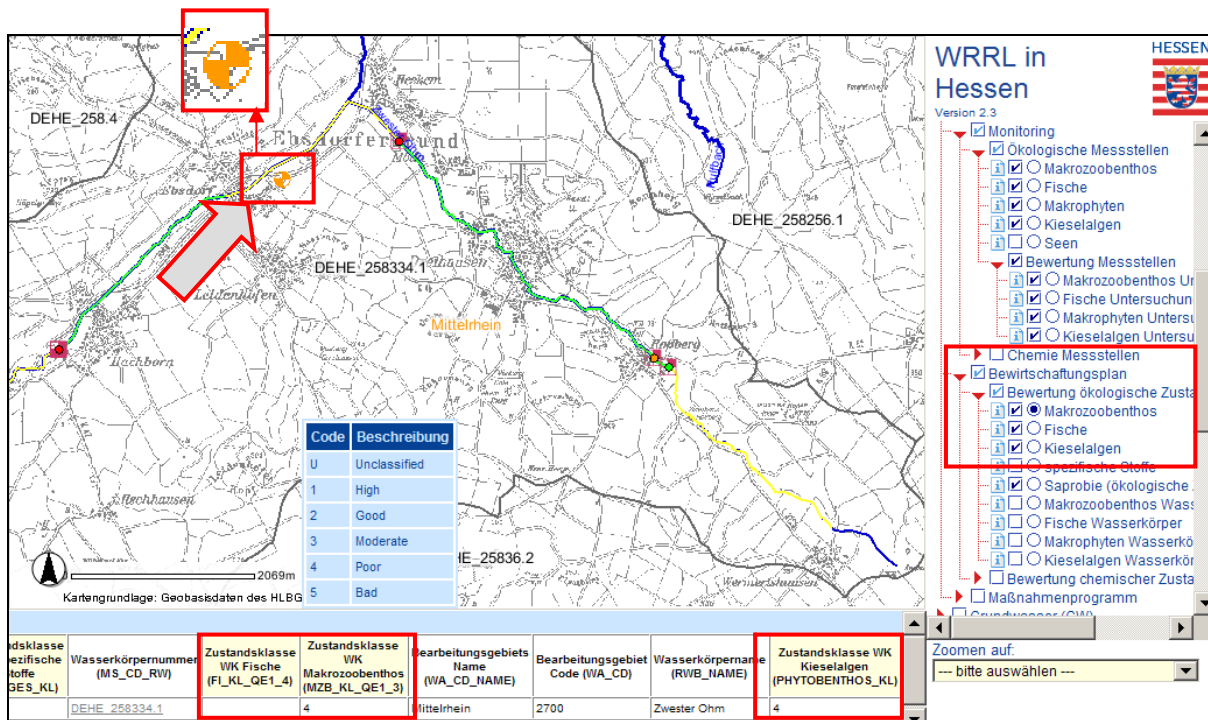


Abb. 11: Angaben zu Gesamtbewertung der biologischen Komponenten im WRRL-Viewer

Der in vier Quadranten unterteilte Kreis gibt durch die Farbgebung seiner Quadranten die Bewertung für die biologischen Komponenten im OWK wieder:



Der in der Abb. 11 dargestellten OWK wird bezüglich des Makrozoobenthos und der Kieselalgen als unbefriedigend bewertet. Für die Fische liegt keine Bewertung vor (der obere linke Quadrant ist farblich nicht unterlegt). Dieselben Informationen lassen sich der Tabelle in der Abb. 11 entnehmen, wenn eine der biologischen Komponenten aktiviert (Häkchen und Punkt setzen) und der Kreis mit der linken Maustaste angeklickt wird.

Es erscheinen die Angaben zur Zustandsklasse WK Fische  
 Zustandsklasse WK Makrozoobenthos und  
 Zustandsklasse WK Kieselalgen

Weitere Stammdaten zum Oberflächenwasserkörper wie die Angabe zum Fließgewässertyp, zur Abflussklasse (Spannbreite zum MNQ am tiefsten Punkt des OWK), zur Größenklasse des Einzugsgebietes des gesamten OWK etc. können ebenfalls dem WRRL-Viewer entnommen werden und sind in der nachfolgenden Abb. 12 dargestellt.

**WRRL in Hessen**  
Version 2.3

**Themen**

- Oberirdische Gewässer (OG)
  - Übersicht
  - Gewässerstationierung
  - Gewässer (DLM25)
  - Gewässer (WRRL)
  - Erheblich veränderte Wa
  - Fließgewässertypen
  - Fließregionen
  - GESIS-Abschnitte
  - Seen
  - Seentypen
  - Wasserkörperflächen
  - Wasserkörpergruppen
  - Gewässernachbarschaft
  - Flächenverzeichnis
  - Überschwemmungsge
- Belastungen Punktquellen
- Belastungen Struktur
- Monitoring
- Bewirtschaftungsplan
- Maßnahmenprogramm
- Grundwasser (GW)
- Schutzgebiete (SG)
- Geobasisdaten

**OG Fließgewässertypen**

Code	Beschreibung
5	Silikatische Mittelgebirgsbäche (s)
5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche (s)
6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche (k)
7	Karbonatische Mittelgebirgsbäche (k)
9	Silikatische Mittelgebirgsflüsse (s)
9.1	Karbonatische Mittelgebirgsflüsse (k)
9.2	Große Flüsse des Mittelgebirges (k)
10	Ströme des Mittelgebirges (k)
19	Fließgewässer der Niederungen (k)

Rec	Gewässerkennnummer (KENN)	Hauptname (HAUPTNAME)	Nebename (NEBENNAME)	Gewässertyp (TY_CD_RW)	MZB-Typ (MZB_TYP)	Nationaler Code (MS_CD_RW)	Name Wasserkörper (RWB_NAME)	Abflussklasse (ABFLUSS)	Größenklasse (GR_KLASSE)	HMWB (HMWB)
1	258334	Zwester Ohm		5.1	5.1	DEHE_258334.1	Zwester Ohm	1	1	

**OG Fließgewässertypen**

Code	Beschreibung
1	< 0,1 MNQ m³/s
2	0,1 - 0,5 MNQ m³/s
3	0,5 - 1 MNQ m³/s
4	1 - 5 MNQ m³/s
5	5 - 10 MNQ m³/s
6	10 - 50 MNQ m³/s
7	5 - 50 MNQ m³/s

Rec	Gewässerkennnummer (KENN)	Hauptname (HAUPTNAME)	Nebename (NEBENNAME)	Gewässertyp (TY_CD_RW)	MZB-Typ (MZB_TYP)	Nationaler Code (MS_CD_RW)	Name Wasserkörper (RWB_NAME)	Abflussklasse (ABFLUSS)	Größenklasse (GR_KLASSE)	HMWB (HMWB)
1	258334	Zwester Ohm		5.1	5.1	DEHE_258334.1	Zwester Ohm	1	1	

**OG Fließgewässertypen**

Code	Beschreibung
0	< 10 km² Einzugsgebiet
1	10 - 100 km² Einzugsgebiet
2	100 - 1000 km² Einzugsgebiet
3	1000 - 10000 km² Einzugsgebiet
4	> 10000 km² Einzugsgebiet

Rec	Gewässerkennnummer (KENN)	Hauptname (HAUPTNAME)	Nebename (NEBENNAME)	Gewässertyp (TY_CD_RW)	MZB-Typ (MZB_TYP)	Nationaler Code (MS_CD_RW)	Name Wasserkörper (RWB_NAME)	Abflussklasse (ABFLUSS)	Größenklasse (GR_KLASSE)	HMWB (HMWB)
1	258334	Zwester Ohm		5.1	5.1	DEHE_258334.1	Zwester Ohm	1	1	

Abb. 12: Auffinden grundlegender Daten (Stammdaten) im WRRL-Viewer

### 4.2.3 Datenbestand zur Gewässergüte

Bei den im WRRL-Viewer enthaltenen Gewässergütedaten handelt es sich um eine Zusammenstellung von Untersuchungsergebnissen seit 1999. Es sind daher die Untersuchungsergebnisse der zuletzt erstellten Gewässergütekarte Hessens aus dem Jahr 1999 ebenso enthalten wie die Monitoring-Ergebnisse nach der WRRL bzw. der

OGewV seit dem Jahr 2005. Darüber hinaus sind Untersuchungsergebnisse zur Saprobie aus dem Jahr 2009 enthalten (vgl. HLOG, 2010a und 2010b).

In dem im Jahre 2009 veröffentlichten Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL in Hessen (HMUELV, 2009a) sind Angaben zur biologischen Gewässergüte (Saprobie) der einzelnen Gewässerabschnitte enthalten (vgl. dort: Anhang 3-1: Ergebnistabelle Maßnahmenprogramm Oberflächengewässer). Da die Gewässeruntersuchungen nach WRRL fortgeschrieben werden und Untersuchungen auch nach Erstellung des Maßnahmenprogramms durchgeführt wurden, können sich im WRRL-Viewer Abweichungen gegenüber den Angaben im Maßnahmenprogramm ergeben.

Die Ergebnisse der Messungen im Rahmen des Monitorings werden laufend fortgeschrieben, und der Viewer wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Dennoch ist die Aktualität der Daten im Hinblick auf ihre Aussagekraft und Belastbarkeit hin zu überprüfen. Auskunft über die Aktualität der Daten gibt der WRRL-Viewer (Siehe Erläuterung zur Abb. 14).

Im WRRL-Viewer können je nach Auswahl der Themen verschiedene biologische Parameter dargestellt werden. In der Abb. 13 ist die Lage der Messstellen für Makrozoobenthos (MZB) dargestellt. Die Gewässergüte (Saprobie) ist ein Teilaspekt der Gesamtbewertung des MZB und ist in Anlehnung an die der jeweiligen Zustandsklasse zugeordneten Farbgebung (vgl. Tab. 6) als Einfärbung des Gewässerverlaufs dargestellt. Die Einfärbung erfolgt jeweils bis zur nächsten Messstelle (Messstellen von 1999 sind nicht dargestellt, wurden aber bei der Bewertung berücksichtigt).

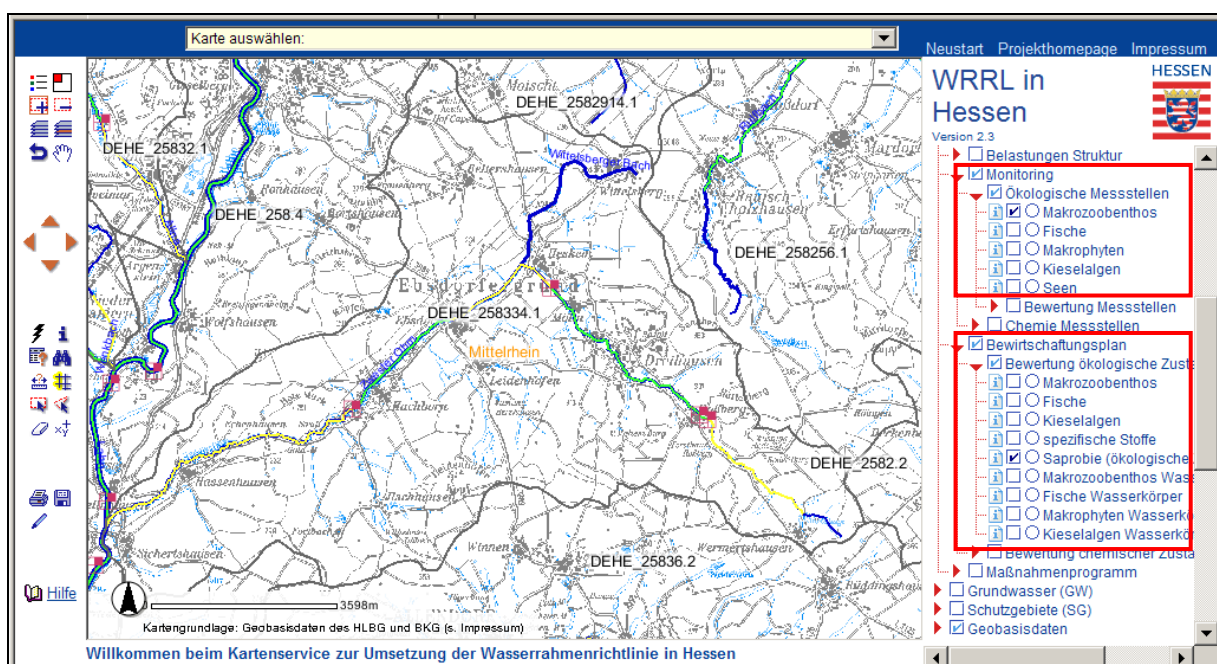


Abb. 13: Darstellung der Lage der Messstellen für Makrozoobenthos (MZB) im WRRL-Viewer (HMUELV, 2009c)

Unter dem Thema „Oberirdische Gewässer (OG)“ mit dem Menüpunkt  
 → „Monitoring“ → „Ökologische Messstellen“  
 → „Bewertung Messstellen“  
 → „Makrozoobenthos Untersuchungsbereich“  
 sind die Saprobie-Ergebnisse ersichtlichen.

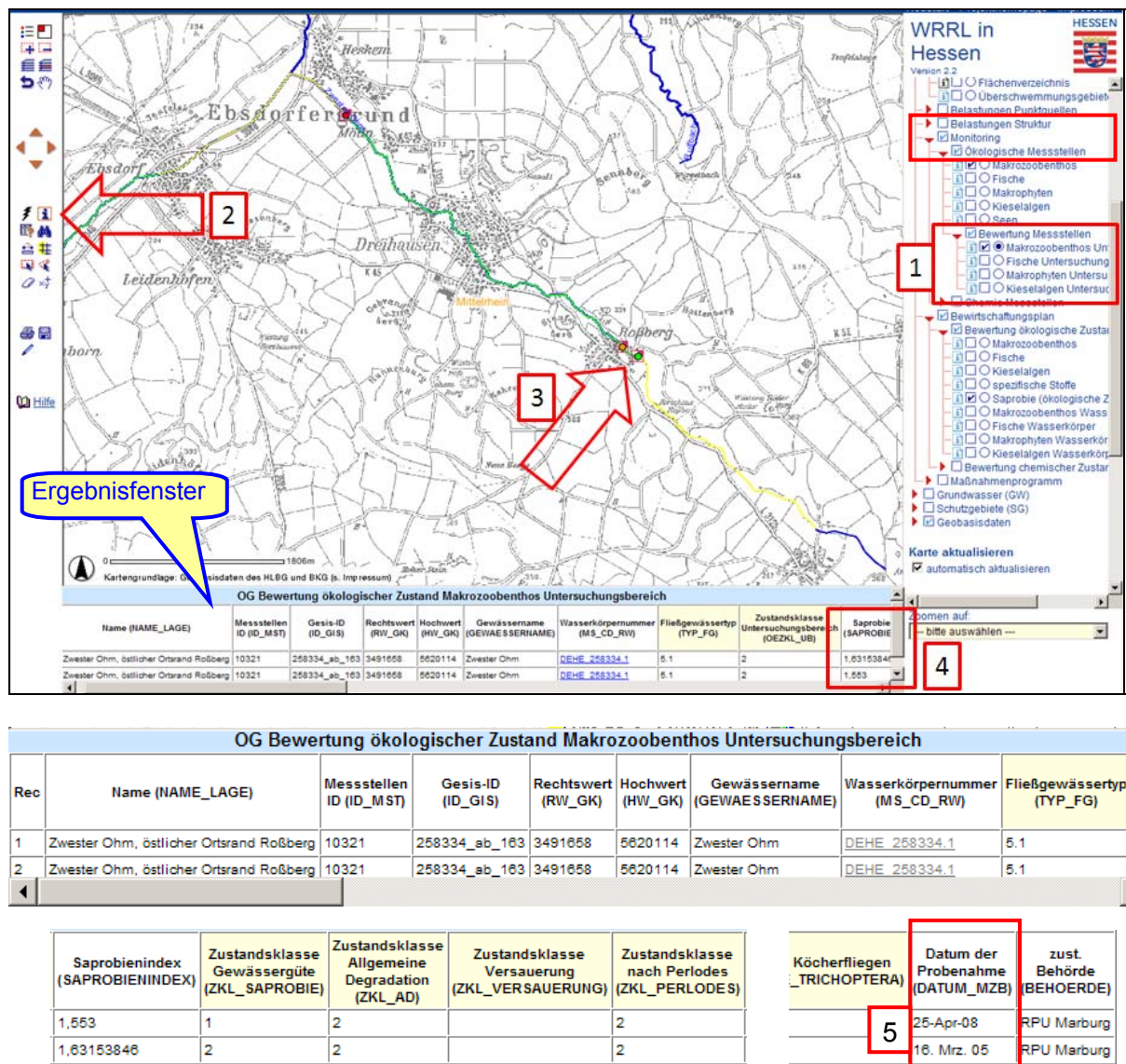



Abb. 14: Darstellung der Vorgehensweise zur Ermittlung vorhandener Saprobieergebnisse

Wie in Abb. 14 dargestellt, ist für die Ermittlung der vorhandenen Angaben zur Saprobie zunächst der Menüpunkt „Makrozoobenthos Untersuchungsbereich“ zu aktivieren (1), anschließend der Info-Button zu aktivieren (2) und die gesuchte Messstelle (3) auf der Karte anzuklicken. Im Ergebnisfenster erscheinen die Informationen zur Messstelle. Im dargestellten Beispiel (Abb. 14) sind die Ergebnisse für die Saprobie zu sehen (4). Ferner ist zu erkennen, dass die betrachtete Gewässerstelle bisher zweimal untersucht wurde (5). Anhand des Datums der Messungen ist auf die Aktualität der Daten zu schließen.

Der farbige Punkt im Symbol für die beiden MZB-Messstellen (3)  (siehe auch Abb. 15) zeigt die Gesamtbewertung für das Makrozoobenthos an der betreffenden Stelle an. Der grüne Punkt zeigt „MZB: guter Zustand“ an. An der direkt unterhalb liegenden Stelle ist der Zustand der Saprobie „gut“, aber MZB nur noch „unbefriedigend“ (orange: „Zustandsklasse“ 4). Dies ist insofern schlüssig, als diese Mess-

stelle in einem Rückstaubereich liegt, wodurch die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos negativ beeinflusst wird.

Zustandsklasse Untersuchungsbereich (OEZKL_UB)	Saprobienindex (SAPROBIENINDEX)	Zustandsklasse Gewässergüte (ZKL_SAPROBIE)
2	1,63153846	2
2	1,553	1

Zustandsklasse Untersuchungsbereich (OEZKL_UB)	Saprobienindex (SAPROBIENINDEX)	Zustandsklasse Gewässergüte (ZKL_SAPROBIE)
4	1,96849315	2

Abb. 15: Veranschaulichung der Gesamtbewertung für das Makrozoobenthos einschließlich der Bewertung der Gewässergüte (Saprobie)

Unter dem Thema „Oberirdische Gewässer (OG)“ mit dem Menüpunkt  
 → „Monitoring“ → „Ökologische Messstellen“  
 → „Bewertung Messstellen“ → „Fische Untersuchungsbereich“

ist die Bewertung des Untersuchungsbereiches hinsichtlich der Fische (Fischvorkommen und Artenvielfalt) ersichtlich.

## 4.2.4 Datenbestand zur Gewässerstruktur

### 4.2.4.1 Vorhandene Daten zur Strukturbewertung in GESIS

Das Gewässerstrukturgüte-Informationssystem (GESIS) (vgl. Kap. 4.2.1.2) bietet verschiedene Möglichkeiten der Recherche, kartographischen Visualisierung und Auswertungen über die Struktur von Gewässern und Gewässerabschnitten bis hin zur Darstellung der Einzelparameter in Erhebungsbögen (siehe auch Anhang 2).

Die Kartierung nach GESIS umfasst auch kleine Gewässer mit einem Einzugsgebiet bis 10 km<sup>2</sup>, die nicht als Oberflächenwasserkörper nach Anlage 1 OGEWV gelten.

The screenshot shows the GESIS web application interface. At the top, there is a navigation bar with the HESSEN logo and the title 'GESIS Gewässerstrukturgüte-Informationssystem'. Below this is a menu with options like 'Startseite', 'Karte', 'Auswahl', 'Abfrage', and 'Statistik'. The main area features a map of a river network with various water bodies highlighted in different colors. A red line on the map is labeled '3'. On the right side, there is a legend and a toolbar. The legend is titled 'Themen' and 'Legende' and includes several categories: 'Wanderhindernis Fachdaten', 'GESIS Fachdaten', 'Gewässersgmentierung', and 'Strukturgütebewertung'. The 'Strukturgütebewertung' category is expanded, showing 'Gesamtbewertung' (checked), 'Laufentwicklung', 'Längsprofil', and 'Querprofil'. A red box labeled '1' highlights the 'Strukturgütebewertung' category. The toolbar on the right has an 'Info' icon highlighted with a red box labeled '2'. At the bottom of the map, there is a scale bar and a coordinate display.

Abb. 16: Daten zur Strukturbewertung in GESIS

Zur Anzeige der Strukturdaten in GESIS ist folgendes Vorgehen sinnvoll:

- (1) Thema „Strukturgütebewertung“ → „Gesamtbewertung“
- (2) Info-Button anklicken
- (3) Gewässerabschnitt durch Anklicken auswählen

Der Anwender erhält hierdurch einen Überblick über die Gesamtbewertung der Struktur eines Gewässerabschnittes sowie die Bewertung der sechs Hauptkomponenten (siehe Abb. 17).

Desweiteren ist der Zeitpunkt der Datenerhebung (Erfassungsdatum) angegeben, der Auskunft über die Aktualität der Daten gibt. Im vorliegenden Beispiel (Abb. 17) beruht die Bewertung der Struktur auf Daten, die bereits 1997 erhoben wurden. Inwieweit seit jener Zeit Maßnahmen zur Verbesserung der Struktur durchgeführt wurden, die eine andere Bewertung zulassen, wäre zu überprüfen.

The screenshot shows the 'Informationen zum Gewässerabschnitt anzeigen' window in the GESIS system. The 'Überblick' tab is selected, and the 'Erfassungsdatum' dropdown menu is set to '22.03.1997'. The 'Bewertung' section shows the following data:

Bewertung	
Gesamtbewertung	gering verändert
Laufentwicklung	gering verändert
Längsprofil	mäßig verändert
Querprofil	gering verändert
Sohlenstruktur	unverändert
Uferstruktur	unverändert
Gewässerumfeld	unverändert

Abb. 17: Überblick über die Gesamtbewertung der Struktur eines Gewässerabschnittes mit Angabe des Zeitpunktes der Datenerhebung (GESIS)

Sowohl über die Registerkarte „Details“ (Abb. 18) als auch über die Registerkarte „Erhebungsbogen“ (vgl. auch Anhang 2) ist die vorhandene Bewertung der Hauptkomponenten und die Einzelbewertungen eines Gewässerabschnittes ersichtlich.

The screenshot displays the 'Details' tab of the GESIS software. At the top, there are four tabs: 'Überblick', 'Details', 'Erhebungsbogen', and 'Fotos'. Below the tabs, there is a date selection field for 'Erfassungsdatum' (22.03.1997) and buttons for 'Speichern/Drucken', 'Kopieren', and 'Abbrechen'. The main content area is divided into two main sections: 'Basisdaten' and 'Bewertung'. The 'Basisdaten' section contains a table with the following data:

Abschnittsbezeichnung	258334_ab_180
Koordinaten	3492540.8, 5619080.0
Gewässer	Zwester Ohm (258334)
Abschnitt	180
Erfassungsdatum	22.03.1997
Regierungspräsidium	RP Gießen (5)
Kreis	Landkreis Marburg-Biedenkopf (534)
Gemeinde	Ebsdorfergrund (534008)
Gewässernachbarschaft	Obere Lahn & Ohm/Wohra
Bearbeitungsgebiet	Mittelrhein (2700)
Wasserkörper	Zwester Ohm (DEHE_258334.1)
Wasserkörpergruppe	Mittlere Lahn Teil IV

The 'Bewertung' section is highlighted with a red box and shows a tree view of evaluation components with their respective status:

- Gesamtbewertung (gering verändert)
- Laufentwicklung (gering verändert)
- Längsprofil (mäßig verändert)
  - Querbauwerke
  - Rückstau
    - kein Rückstau
  - Verrohrung
    - keine Verrohrung
  - Querbänke
  - Strömungsdiversität
  - Tiefenvarianz
- Querprofil (gering verändert)
- Sohlenstruktur (unverändert)

The right-hand sidebar contains several 'einblenden' (show) buttons for different components: 'Oberer Abschnitt', 'Unterer Abschnitt', 'Alle Einzelparameter: einblenden', 'Laufentwicklung: einblenden', 'Längsprofil: einblenden', 'Querprofil: einblenden', 'Sohlenstruktur: einblenden', 'Uferstruktur: einblenden', and 'Gewässerumfeld: einblenden'.

Abb. 18: Einzelbewertungen unter der Registerkarte „Details“ (GESIS)

Die Gewässerstruktur der einzelnen Gewässerabschnitte ist sowohl hinsichtlich der Gesamtbewertung als auch hinsichtlich der sechs Hauptkomponenten als Farbband entlang des Gewässerverlaufs ersichtlich (Abb. 16 und 19).





Abb. 19: Farbliche Darstellung der Bewertung der Hauptkomponente „Querprofil“ (GESIS)

Über die Schaltfläche **Bewertungstabelle anzeigen** lässt sich die Gesamtbewertung und die Einzelbewertungen der Hauptkomponenten zusätzlich als tabellarische Übersicht abrufen (Abb. 20).

Gewässer in Tabelle:  Darstellung:

Bewertungstabelle																		
Abschnitt	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
Gesamtbewertung	Red	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
Laufentwicklung	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Längsprofil	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Querprofil	Red	Green	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Yellow
Sohlenstruktur	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
Uferstruktur	Red	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Gewässerumfeld	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Red

Abb. 20: Visualisierung in der Bewertungstabelle (GESIS)

- naturnah / unverändert
- gering verändert
- mäßig verändert
- deutlich verändert
- stark verändert
- sehr stark verändert
- vollständig verändert

#### 4.2.4.2 Vorhandene Daten zur Erreichung der morphologischen Umweltziele (Abweichungsklassen)

Da in Hessen flächendeckend eine Strukturkartierung nach dem Vor-Ort-Verfahren vorliegt, konnte für jeden 100 m-Abschnitt geprüft werden, ob in diesen Abschnitten die morphologischen Umweltziele erreicht sind oder aber geringfügig bis deutlich von diesen abgewichen wird.

Die Größenordnung der Abweichungen vom Mindestzielzustand der zu erreichenden Gewässerstruktur wird im **WRRL-Viewer** für jeden 100 m-Abschnitt kartographisch veranschaulicht (Angabe der Abweichungsklasse und Farbbänder entlang des Gewässerverlaufs). Blaue oder grüne Einfärbung bedeutet demnach, dass die morphologischen Umweltziele erreicht sind, während eine gelbe, orangefarbene oder rote Färbung strukturelle Defizite anzeigt.

Rec	Wasserkörpernummer (MS_CD_RW)	Fischregion (REGIONEN)	Abweichungsklasse (ABWKLASS)	Umweltzielerreichung (UMWELTZIELERREICHUNG)	Heavily Modifyd (HMWB)	Bearbeitungsgebiet (WA_CD)
1	DEHE_258334.1	Obere Forellenregion	4	ja		2700
2	DEHE_258334.1	Obere Forellenregion	5	ja		2700
3	DEHE_258334.1	Obere Forellenregion	5	ja		2700

Abb. 21: Vorgehensweise zum Auffinden der Angabe der Abweichungsklasse

Zur Anzeige der Umweltzielerreichung (morphologisch) und der Abweichungsklasse sind folgende Themen zu aktivieren:

- (1) Thema „Oberirdische Gewässer (OG)“
  - Belastungen Struktur
  - Struktur Abweichungsklasse
  - Aktivierung des Themas durch Anklicken („Punkt“ setzen)
- (2) Info-Button anklicken
- (3) Gewässerabschnitt durch Anklicken auswählen
- (4) Angabe der Abweichungsklasse und Ergebnis der Umweltzielerreichung

In dem in Abb. 21 betrachteten Gewässerabschnitt (3) ist das Umweltziel erreicht („ja“) (4). Bezogen auf das gesamte Gewässer ist es jedoch nicht erreicht, da die überwiegende Mehrzahl der Abschnitte mit der Farbgebung gelb bis rot (Abweichungsklassen 3 bis 1) bewertet ist.

#### 4.2.4.3 Vorhandene Daten zu den Wanderhindernissen

Zum Auffinden der vorhandenen Wanderhindernisse sind im **WRRL-Viewer** folgende Schritte erforderlich (siehe Abb. 22):

- (1) Thema „Oberirdische Gewässer (OG)“
  - Belastungen Struktur
    - Wanderhindernisse (Häkchen bei „aufwärts“ und „abwärts“ setzen)
    - Aktivierung des Themas durch Anklicken („Punkt“ setzen)
- (2) Info-Button anklicken
- (3) Wanderhindernis durch Anklicken auswählen
- (4) Ergebnis der Bewertung der Passierbarkeit des Wanderhindernisses
  - Gesamtpassierbarkeit: aufwärts, abwärts
  - Aufwärtspassierbarkeit: große Fische, kleine Fische, Makrozoobenthos
  - Abwärtspassierbarkeit: große Fische, kleine Fische, Makrozoobenthos

	Gesamtpassierbarkeit Aufwärts (AUF_GESAMT)	Gesamtpassierbarkeit Abwärts (AB_GESAMT)	Aufwärtspassierbarkeit große Fische (AUF_GROSS)	Aufwärtspassierbarkeit kleine Fische (AUF_KLEIN)	Aufwärtspassierbarkeit Makrozoobenthos (AUF_BENTHOS)
52	unpassierbar	unpassierbar	unpassierbar	unpassierbar	weitgehend unpassierbar
41	unpassierbar	weitgehend unpassierbar	unpassierbar	unpassierbar	unpassierbar

	Abwärtspassierbarkeit große Fische (AB_GROSS)	Abwärtspassierbarkeit kleine Fische (AB_KLEIN)	Abwärtspassierbarkeit Makrozoobenthos (AB_BENTHOS)
	unpassierbar	unpassierbar	weitgehend unpassierbar
	weitgehend unpassierbar	weitgehend unpassierbar	weitgehend unpassierbar

Abb. 22: Auffinden der vorhandenen Daten zu den Wanderhindernissen

Im Ergebnisfenster ist neben der Bewertung der Gesamtpassierbarkeit aufwärts und abwärts der betrachteten Gewässerstelle auch eine Bewertung der Passierbarkeit für das Makrozoobenthos sowie für kleine und große Fische gesondert ablesbar (siehe Scrollleiste in Abb. 22).

Es werden folgende Beurteilungen der Gesamtpassierbarkeit unterschieden:

- passierbar
- bedingt passierbar
- weitgehend passierbar
- unpassierbar

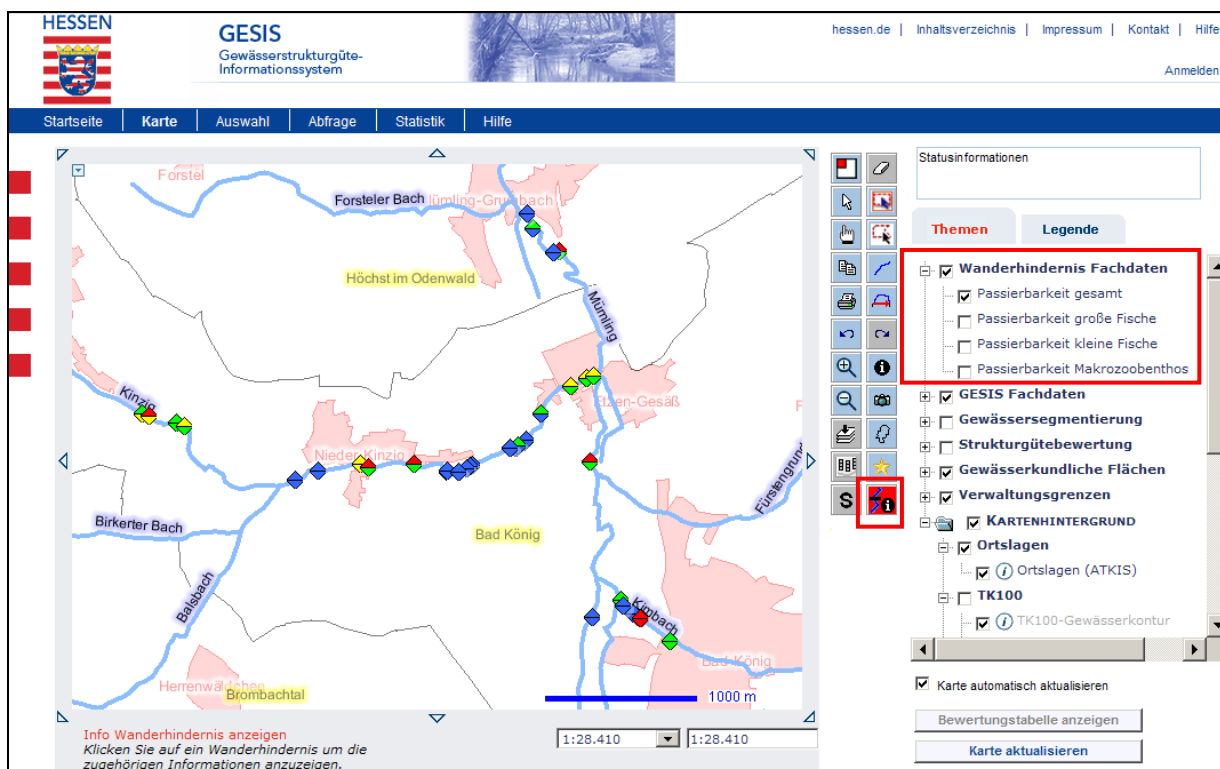


Abb. 23: Themenauswahl und Werkzeug zur Darstellung der Wanderhindernisse im GESIS-Viewer

Detailliertere (ggf. aktuellere) Daten zu den Wanderhindernissen sowie zugehörige Fotos befinden sich darüber hinaus im **GESIS-Viewer** (siehe Kap. 4.2.1.2; Abb. 23).

Die Symbole für die Wanderhindernisse erscheinen im Kartenfenster, wenn die Häkchen unter „Themen“ bei „Wanderhindernis Fachdaten“ und der jeweiligen Faunenkomponente (große bzw. kleine Fische, MZB oder Gesamtbewertung) gesetzt wurden. Dann können die weitergehenden Informationen und Fotos durch Anklicken des jeweiligen Wanderhindernis-Symbols mit Hilfe des Werkzeugs „Info Wanderhindernis anzeigen“ (i-Symbol mit Bach und Querbalken) angezeigt werden (Abb. 23).

Es öffnet sich ein neues Fenster mit den detaillierten Informationen zum jeweiligen Wanderhindernis und einer Schaltfläche für den Wechsel zu den Fotos zum Wanderhindernis (Abb. 24).

**HESSEN**  
**GESIS - Gewässerstrukturgüteinformationssystem**  
 Informationen zum Wanderhindernis anzeigen

Info zum Wanderhindernis [Fotos](#)

Erfassungsdatum: 21.05.2007 [Speichern/Drucken](#) [Kopieren](#) [Abbrechen](#)

Basisdaten			
Objektname	Absturz 2	Erfassungsdatum	21.05.2007
Objektnummer	19485		
Koordinaten	3498258.0, 5513073.0	TK 25	6219
Gewässer	Kinzig	Gemarkung	Nieder-Kinzig
Gewässerkennziffer	24746	Gemarkungsnummer	3161
Gew. abschnittsnummer	24746_ab_19	Gemeinde	Bad K-nig
Wasserkörper	DEHE_24746.1	Kreis	Odenwaldkreis
WRRL-Gewässer	ja	Gebietskennzahl	247469000

Hauptinformationen			
LAWA-Index	hoher Absturz	Bauart	Setzsteinbauwerk
Bauwerkstyp	Absturz	weitere Bauart	-
Betriebsaspekte	nicht feststellbar	weitere Bauart	-
zus. Betriebsaspekte	-	Nutzung	nein
zus. Betriebsaspekte	-	Ausleitungsstrecke	nein
Funktion	Sohlenstabilisierung	FAA im Hauptgewässer	nein
		Status	in Betrieb
		Baulicher Zustand	intakt / wirksam

Geometrische Randbedingungen		Hydrologische Randbedingungen	
Länge (m)	8,00	AEO (km²)	
Breite (m)	2,50	MNQ (m³/s)	
Neigung 1 :	0,00	MQ (m³/s)	
Wasserspiegeldiff. (m)	1,00		
Rückstau	kein Rückstau		

Abschätzung der Passierbarkeit		
	Aufstieg	Abstieg
Gesamtbewertung	unpassierbar	bedingt passierbar
Große Fische	weitgehend unpassierbar	weitgehend unpassierbar
Kleine Fische	unpassierbar	bedingt passierbar
Makrozoobenthos	unpassierbar	weitgehend unpassierbar

Handlungsbedarf	
Handlungsbedarf generell	ja

Abb. 24: Fenster „Info zum Wanderhindernis“ in GESIS

#### 4.2.4.4 Vorhandene Daten zu den Strukturmaßnahmen nach dem Maßnahmenprogramm nach WHG

Bereits in das Maßnahmenprogramm aufgenommene Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur sind ebenfalls im WRRL-Viewer enthalten. In der Abb. 25 wird die Vorgehensweise zum Auffinden dieser Informationen veranschaulicht:

- (1) Thema „Oberirdische Gewässer (OG)“
  - Maßnahmenprogramm
    - Strukturmaßnahmen
      - Herstellung lineare Durchgängigkeit, punktuell oder
      - Herstellung lineare Durchgängigkeit
      - Bereitstellung von Flächen
      - Entwicklung naturnaher Gewässer
      - Ökologisch verträgliche Abflussregulierung
      - Förderung natürlicher Rückhalt
      - Maßnahmen an Bundeswasserstraßen
- (2) Info-Button anklicken
- (3) Gewässerabschnitt durch Anklicken auswählen

- (4) Benennung der bereits vorgesehenen Maßnahmen im ausgewählten Gewässerabschnitt
  - (4a) Maßnahmennummer (ID)
  - (4b) Maßnahmenart
  - (4c) von der Maßnahme betroffene Gewässerabschnitte

**OG Strukturmaßnahmen, Herstellung linearer Durchgängigkeit, linienhaft**

Rec	Maßnahmen ID (MASSNAHME_ID)	Bezeichnung d. Maßnahme (BEZEICHNUNG)	ID Massnahmenart (MASSNAHMENART_ID)	Maßnahmenart (MASSNAHMENART)	Gewässerkennung (KENN)	Gewässerhauptname (HAUPTNAME)	von ID_GIS (VON_ID_GIS)	bis ID_GIS (BIS_ID_GIS)	zu beplanende Strecke [km] (ZUBEPLANENDE STRECKE)	Anzahl Querbauwerke (ANZAHLQUERBAUWERKE)
1	60826		10050	*HIND: Herst. lin. Durchg. Abelle drucken	258334	Zwester Ohm	258334_ab_123	258334_ab_123		1


Maßnahmengruppen ID (MASSNAHMENGRUPPEN_ID)	Maßnahmengruppe (MASSNAHMENGRUPPE)	Wasserkörpernummer (MS_CD_RW)
22	Herstellung der linearen Durchgängigkeit	DEHE_258334.1

Abb. 25: Informationen zu vorgesehenen Strukturmaßnahmen im WRRL-Viewer

Die Gewässerabschnitte, in denen bereits Strukturmaßnahmen vorgesehen sind und die im WRRL-Viewer abgebildet werden, sind gemäß der nachstehenden Farbgebung für die sieben Maßnahmengruppen farblich gekennzeichnet.

	OG Strukturmaßnahmen, Herstellung linearer Durchgängigkeit, punktuell		OG Strukturmaßnahmen, Bereitstellung von Flächen		OG Strukturmaßnahmen, Förderung natürlicher Rückhalt
	OG Strukturmaßnahmen, Herstellung linearer Durchgängigkeit, linienhaft		OG Strukturmaßnahmen, Entwicklung naturnaher Gewässer		OG Strukturmaßnahmen, ökologisch verträgliche Abflussregulierung
			OG Strukturmaßnahmen, Maßnahmen an Bundeswasserstraßen		

Nähere Informationen zu den Maßnahmen in den Gewässerabschnitten sind ersichtlich (siehe Abb. 26), wenn

- (5) die Schaltfläche  aktiviert und
- (6) der zu betrachtende Gewässerabschnitt erneut ausgewählt wird.

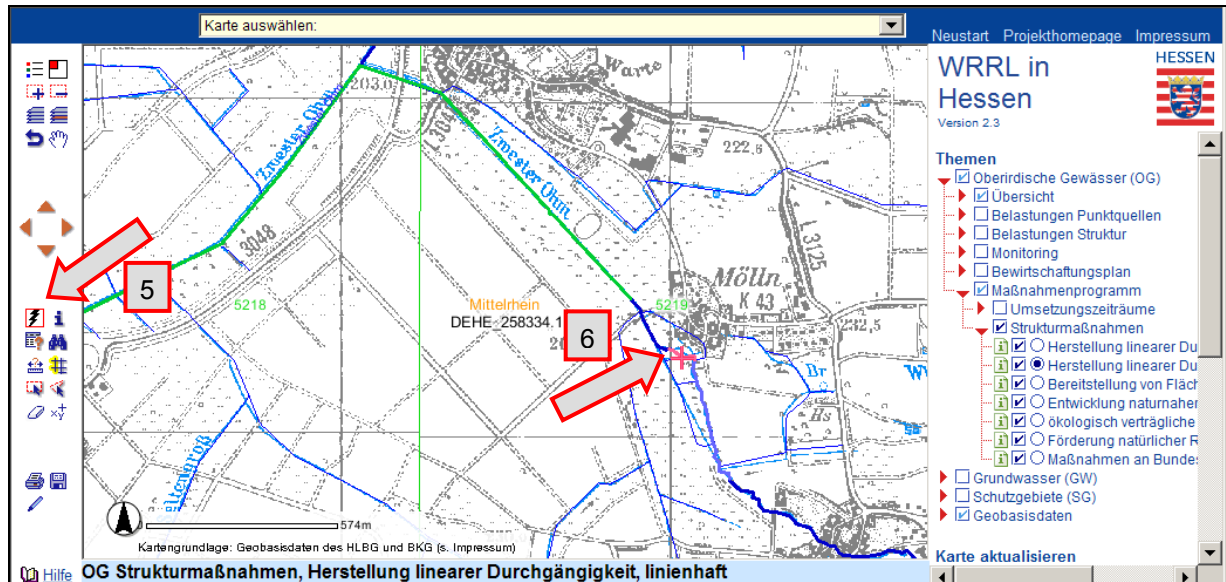


Abb. 26: Auffinden näherer Informationen zu den Maßnahmen im Maßnahmenprogramm nach WHG

Es öffnet sich ein neues Fenster mit dem Titel „Vorgeschlagene Maßnahmen“, dem über die in Abb. 25 dargestellten Informationen hinaus eine Kurzbeschreibung der Maßnahmen sowie weitere Angaben zum Planungszustand, zu den Akteuren und den beteiligten Gemeinden zu entnehmen sind. In erster Näherung ist eine Kostenschätzung für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen enthalten.

Steckbrief		Vorgeschlagene Maßnahmen						
Oberflächenwasserkörper		Struktur Punktquellen diffuse Belastungen						
Wasserkörper: Zwerster Ohm (DEHE_258334.1)								
Stand 19.11.2009								
Maßnahmennummer	Maßnahmenbezeichnung	Maßnahmengruppe	Maßnahmenart	Planungszustand	von ID_GIS	bis ID_GIS	zu beplanende Strecke [km]	Maßnahmenraum [km]
60682	STRUK: Mod. ext. Unterhalt.: Zwerster Ohm, zwischen Hachborn u. Ebsdorf	Entwicklung naturnaher Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen	STRUK: Mod. ext. Unterhalt.	umgesetzt	258334_ab_74	258334_ab_90	1,5	1,7

60736	FL: Korridor: Zwester Ohm, unterhalb Wermertshausen	Bereitstellung von Flächen	FL: Korridor	in (Umsetzungs-) Planung	258334_ab_184	258334_ab_193	1
60740	*STRUK: Entw. naturn. Strukt: Zwester Ohm, unterhalb Wermertshausen	Entwicklung naturnaher Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen	*STRUK: Entw. naturn. Strukt	in (Umsetzungs-) Planung	258334_ab_184	258334_ab_193	1
60826	*HIND: Herst. lin. Durchg.: Zwester Ohm, Wehr der Unterhäusermühle, Mölln	Herstellung der linearen Durchgängigkeit	*HIND: Herst. lin. Durchg.	Vorschlag	258334_ab_123	258334_ab_123	,1
63528	STRUK: Strukt. Bett Ufer: Zwester Ohm, bei Mölln	Entwicklung naturnaher Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen	STRUK: Strukt. Bett Ufer	genehmigt / zugelassen	258334_ab_124	258334_ab_127	,3 ,4
<b>Anzahl Querbauwerke</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>			<b>Hauptakteur</b>	<b>beteiligte Gemeinden</b>	<b>einmalige Kosten</b>	
	Strukturierung von Gewässerbett und Uferbereiche, Einbau von Sohlenbauwerken, Leitwerken, Buhnen, Störsteinen, Geschiebedepots, Totholzelementen, riffle and pool-Sequenzen, Kolken, Fischunterständen, Anlegung von Steil- und Flachufem, Bermen, strukturreichen Uferzonen Verzweigungen, Umlaufinnen, Inselstrukturen, Entwicklung von standorttypischen Vegetationsbeständen im und am Gewässer ; Kurzbeschreibung Defizit: Strukturloses (monotones) Gewässerbett und Uferbereiche, ausbaubedingt kein eigendynamisches Entwicklungspotential vorhanden ; Ursachen: 1. Gewässerausbau mit dem Ziel der Verbesserung der Vorflut / des Hochwasserabflusses 2. Nutzung des Uferbereiche (Landwirtschaft, Bebauung, Kleingarten etc.)			Privater Träger	Ebsdorfergrund	20.000 €	<b>geschätzte Kosten, die noch der Evaluierung unterliegen</b>

Abb. 27: Informationen zu den vorgeschlagenen Maßnahmen im WRRL-Viewer

### 4.3 Beurteilung des Gewässers vor Ort (Plausibilität)

Wenn der gute ökologische Zustand auf der Grundlage des Datenbestandes (vgl. Kap. 4.2) erreicht ist, die Aktualität der zugrundeliegenden Daten (aufgrund des Zeitpunkts der Datenerhebung) aber in Frage zu stellen ist, ist es erforderlich, diese Daten auf ihre Plausibilität hin zu überprüfen.

Im Regelfall sollte ein bereits erreichter guter ökologischer Zustand keine Verschlechterung erfahren haben. Für die Frage, ob eine wasserrechtliche Erlaubnis wie beantragt erteilt werden kann, ist es unverzichtbar, vor Ort am Gewässer an repräsentativen Stellen (unterhalb von Einleitestellen) in ausreichender Anzahl innerhalb des Nachweisraumes eine Begutachtung durchzuführen und die Aktualität der bereits vorhandenen Daten zu überprüfen. Mit vereinfachten Verfahren sind die ermittelten Gewässereigenschaften auf Plausibilität hin zu überprüfen, d. h. es ist ein Abgleich durchzuführen zwischen den bereits vorhandenen Daten und dem Befund vor Ort.

Daten, die für diese Plausibilitätsüberprüfung erforderlich sind, sind zu erheben.



### Hinweise zu den Untersuchungen vor Ort

Für die Bestimmung einiger Parameter sind die in Tabelle 9 aufgeführten gerätetechnischen Grundausstattungen und methodischen Grundkenntnisse erforderlich.

Parameter	Methode gerätetechnische Ausstattung	Bemerkungen
Gewässerbreite	Maßband bzw. Zollstock	
Gewässertiefe (bei MNQ)	Maßband bzw. Zollstock	erforderlich zur Abschätzung des Nachweisraumes
Fließgeschwindigkeit	Driftkörper mit Zollstock und Stoppuhr oder Messflügel bzw. magnetisch-induktives Messgerät	Die Anwendung von Messflügeln ist aufgrund geringer Wassertiefen häufig nicht möglich
Temperatur	Thermometer oder über Messfühler der O <sub>2</sub> -, pH- oder Leitfähigkeits-Messgeräte	
Sauerstoffgehalt	Sauerstoff-Messgerät	
pH-Wert	pH-Messgerät	
Leitfähigkeit	Leitfähigkeits-Messgerät	
Biologie	<b>Pinzette, Lupe, Surber-Sampler oder Netz oder Sieb, Eimer, Weißschale</b>	Grundlegende Artenkenntnisse (Fachkenntnisse) <b>zwingend erforderlich !</b>
chem. Parameter	verschließbare Plastikflaschen, handelsübliche Schnelltests zur chem. Gewässergütebestimmung	
organoleptische Beurteilung	zwei durchsichtige Gläser (mind. eines verschraubbar)	zur Beurteilung der Wasserfärbung

Tabelle 9: Grundausstattung und erforderliche Fachkenntnisse für die Bestimmung einiger Gewässerparameter

### Hinweise zum Untersuchungszeitraum

Um die Daten der Erhebungsbögen (Anhang 3.1, 3.3, 3.5 bis 3.7) in einem Schritt erheben zu können, sollte die Gewässeruntersuchung (mit Ausnahme der Messungen nach Kap. 4.3.2) möglichst im Frühjahr (März/April) oder im Herbst (September/Oktober) durchgeführt werden. Zu diesen Zeiten sind die vegetationsbezogenen Kriterien in der Regel gut ausgeprägt, ohne die Einsicht in das Gewässer und damit die Beurteilung morphologischer Merkmale zu behindern. Die Untersuchungen zur Gewässerstruktur sind aufgrund der besseren Sichtverhältnisse durch den geringen Uferbewuchs von Oktober bis April durchzuführen.

Die Gewässererhebungen sollten bei Niedrigwasser durchgeführt werden, und Regenereignisse sollten mindestens 24 Stunden zurückliegen. Dies gilt insbesondere für die Messungen der wasserchemischen Parameter.

### 4.3.1 Untersuchung der allgemeinen Gewässerqualität

Innerhalb des Nachweisraumes ist an repräsentativen Stellen in ausreichender Anzahl (unterhalb von Einleitestellen) eine Begutachtung der Gewässerqualität durchzuführen. Es ist Folgendes zu prüfen (siehe auch Anhänge 3.1 bis 3.4):

- Verschlammung:** Sind unterhalb von Einleitestellen Schlammablagerungen sichtbar (vor allem in Bereichen mit geringer Fließgeschwindigkeit)?
- Grobstoffe:** Sind unterhalb von Einleitestellen Verschmutzungen durch Grobstoffe (auch Hygieneartikel) sichtbar?
- Sauerstoff im Gewässerbett:** Ist die Unterseite von Steinen oder anderen Hartsubstraten schwärzlich oder gräulich verfärbt?  
(Hinweis auf Sauerstoffmangel auf der Gewässersohle)
- Eutrophierung:** Ist die Oberseite von Steinen oder anderen Hartsubstraten von einem grün-braunen Algenrasen überzogen  
(Moose und Wasserpflanzen sind hierbei nicht gemeint)
- Geruch / Farbe:** Vergleich zu einer Trinkwasserprobe

Im Anhang 3.3 ist ein Erhebungsbogen (VDG, 2001) enthalten, der eine vereinfachte Einstufung der Untersuchungsergebnisse (in fünf Bewertungsstufen von sehr gut bis schlecht) ermöglicht.

Im Anhang 3.4 werden eindrucksvolle Beispiele einer schlechten Gewässergüte dargestellt.

### 4.3.2 Untersuchungen zur physikalisch-chemischen Gewässerqualität

In Anlehnung an Anlage 3 Nr. 3.2 OGeV ist an repräsentativen Stellen in ausreichender Anzahl (unterhalb von Einleitestellen) zur Plausibilisierung der vorhandenen Daten bzw. zur Erhebung fehlender Daten in Fließgewässern eine Bewertung der folgenden Komponenten durchzuführen:

- Sauerstoffhaushalt
- Temperaturverhältnisse
- pH-Wert
- Salzgehalt / Leitfähigkeit
- Nährstoffverhältnisse

Die Messergebnisse können lediglich einen momentanen Zustand der Wasserqualität wiedergeben. Eine Erhebung fehlender Daten kann nur auf der Basis von Messreihen erfolgen, die so ausgelegt sind, dass die ggf. kritischen Zustände erfasst werden können. Messungen der Temperatur, des pH-Wertes und des Sauerstoffgehaltes sind nur aussagekräftig, wenn diese in Schönwetterperioden im Sommer kontinuierlich über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden.

Der Salzgehalt und der Versauerungszustand werden im Regelfall nicht durch niederschlagsbedingte Abwassereinleitungen nachteilig beeinflusst. Saure oder salzhaltige Abwässer z. B. aus Kur-, Gewerbe- oder Industriebetrieben sind gesondert zu betrachten (vgl. auch Kap. 2.1 und 2.2).

Im Anhang 3.5 (in Anlehnung an VDG, 2001) dieses Leitfadens ist eine Tabelle zur Einstufung der Messergebnisse physikalisch/chemischer Parameter enthalten. Diese Tabelle wurde weitgehend dem Leitfaden 2004 (HMULV, 2004a; dort VDG, 2001) entnommen, im Hinblick auf Anlage 6 OGewV sowie die von der LAWA entwickelten Orientierungswerte (LAWA, 2007) jedoch vor allem in den Bewertungsstufen 1 und 2 („sehr gut“ und „gut“) modifiziert.

In der Anlage 6 OGewV werden hinsichtlich allgemeiner physikalisch-chemischer Qualitätskomponenten Anforderungen an den sehr guten ökologischen Zustand und das höchste ökologische Potential von Fließgewässern gestellt. Diese Anforderungen sind im Anhang 3.5 in die Bewertungsstufe 1 („sehr gut“) im Hinblick auf die Parameter BSB<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>-N und o-PO<sub>4</sub>-P eingeflossen. Für die Bewertungsstufe 2 („gut“) wurden die Orientierungswerte nach (LAWA, 2007) verwendet, die den Übergang vom „guten“ zum „mäßigen“ Zustand darstellen.

### 4.3.3 Untersuchungen der biologischen Gewässerqualität (Saprobie)

Auch bei der Verifizierung der vorhandenen Daten zur biologischen Gewässergüte kann ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung des Saprobienindices verwendet werden (siehe Anhang 3.6; (VDG, 2001) modifiziert). Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass ein nach diesem vereinfachten Verfahren erzieltetes Ergebnis ggf. einen schlechteren Saprobienindex ausweist, als dieser nach der Methode gemäß DIN 38410 ermittelt würde. Dies liegt daran, dass mit dem vereinfachten Verfahren lediglich auf Familien- (z.B. Baetidae) bzw. Gattungsniveau (z.B. Baetis sp.) und nicht immer auf Artniveau bestimmt wird.

Im Regelfall ist eine Bestimmung der Saprobie mit dem vereinfachten Verfahren nach Anhang 3.6 ausreichend. Grundlage zur Anwendung dieses vereinfachten Verfahrens sind jedoch fundierte Artenkenntnisse, denn beim vereinfachten Verfahren wird lediglich auf eine mikroskopische Präparation verzichtet (z. B. Verzicht auf die Bestimmung einzelner *Baetis*-Arten gemäß DIN 38410). Es wird besonders darauf hingewiesen, dass das Ergebnis nur dann als gesichert gelten kann, wenn die Summe der relativen Häufigkeiten mindestens 20 beträgt (vgl. Anhang 3.6). Sofern sich deutliche Abweichungen zu den vorhandenen Daten ergeben, ist die Nachbestimmung des Saprobienindices nach dem Verfahren der DIN 38410 (z. B. einschließlich der Bestimmung der verschiedenen *Baetis*-Arten) durch Fachkundige im Rahmen der Erstellung des Einleitungsantrages geboten.

#### Hinweise zum vereinfachten Verfahren (Anhang 3.6)

Um einen repräsentativen Wert für die biologische Güte zu erhalten, ist es erforderlich, alle wesentlichen Sohlsubstrate (Kies, Steine, Feinsubstrate, Totholz/Laub) nach wirbellosen Organismen abzusuchen. Die Bestimmung des Saprobienindices ergibt nur einen abgesicherten Wert, wenn genügend Organismen gesammelt werden, so dass die Häufigkeitszahl *h* (Abundanzwert) von mindestens 20 erreicht wird (siehe Erhebungsbogen im Anhang 3.6). Der untersuchte Gewässerbereich sollte nicht in einem Staubereich, unter einer Brücke oder unterhalb einer Verrohrung liegen.

Mögliche Fehleinschätzungen können entstehen, wenn

- durch starke Regenfälle viele Tiere verdriftet wurden,
- das Gewässer trotz guter Wasserbeschaffenheit technisch ausgebaut ist (z. B. durch Verrohrung),
- nur ein Substrattyp untersucht wird,
- nur an Ruhigwasserstellen untersucht wird oder
- einige Arten aufgrund der Jahreszeit fehlen (beste Aufsamlungszeit ist von März bis Mai, spätere Untersuchungen sind aber möglich)

Um eine vergleichende Bewertung der unterschiedlichen Probestellen zu erhalten, wird empfohlen, die Untersuchung folgendermaßen durchzuführen:

- 10 Steine aufnehmen und alle Seiten nach Tieren absuchen,
- 5 x im Wasserpflanzenbestand keschern,
- 5 x Feinsubstrat (Kies, Sand, Schlamm) sieben,
- 3 Totholzanschwemmungen bzw. Laubpackungen durchsuchen.

Die Substratuntersuchungen sind an den jeweiligen Gewässertyp anzupassen. So wird in der Regel bei Flachlandbächen die Untersuchung an Steinen entfallen. Die Bestimmung der Tiere erfolgt am besten in einer mit Bachwasser (2 cm) gefüllten Weißschale. Gemäß dem Bestimmungsschlüssel in [Anhang 3.6](#) werden die verschiedenen Arten ausgezählt und der Saprobienindex der Probestelle bestimmt.

Neben den Abwassereinleitungen kann die Ursache eines schlechten Gütezustands auch auf ein übermäßiges Wachstum von Algen oder Wasserpflanzen (Eutrophierung) zurückzuführen sein. Insbesondere infolge von Phosphatüberschüssen im Gewässer – aber auch in Rückstaubereichen größerer Gewässer - kommt es zu einem vermehrten Algen-/Pflanzenwachstum, d. h. zum Aufbau von organischer Substanz. Spätestens zum Ende der Vegetationsperiode sterben die Algen bzw. Wasserpflanzen ab. Es kommt hier somit erst sekundär zu einer erhöhten organischen Belastung.

#### **4.3.4 Vereinfachte morphologische Untersuchungen (Anhang 3.7)**

Eine morphologische Untersuchung des Gewässers ist an allen Einleitestellen durchzuführen. Hinsichtlich der Gewässerstruktur ist zu überprüfen, ob die Struktur im Gewässer vor Ort mit der in GESIS ausgewiesenen Bewertung der Struktur übereinstimmt. Hierfür ist keine detaillierte Kartierung im Sinne der Kartieranleitung (vgl. Kap. 4.2.1.2) durchzuführen. Es sind nur vereinfachte morphologische Untersuchungen nach dem [Anhang 3.7](#) erforderlich. Diese Bewertung nach dem vereinfachten Verfahren ist nicht als Ersatz der in GESIS dokumentierten ortsspezifischen Kartierung zu verstehen, sondern als Plausibilisierung.

Hierbei sind Renaturierungsmaßnahmen in den letzten Jahren oder Veränderungen des Gewässers infolge seiner Eigendynamik wie

- Profilaufweitungen,
- Verringerung der Wassertiefe bei höheren Abflüssen,
- Erhöhung der Rauigkeit,
- Laufverlängerung, etc.,

die sich in den GESIS-Daten noch nicht widerspiegeln, besonders zu berücksichtigen.

### Hinweise zum vereinfachten Verfahren (Anhang 3.7)

Mit dem vereinfachten Verfahren zur Bestimmung der Gewässerstruktur können kleine Fließgewässer von 0,5 bis 10 m Breite bewertet werden. Die Bewertung der Gewässer (Mittelgebirgsgewässer; Flachlandgewässer (in Hessen nur Typ 19)) erfolgt gemäß Anhang 3.7. Die Fotodokumentation im Anhang 3.8 soll bei der Bewertung der Parameter eine Hilfestellung geben.

Der bewertete Abschnitt sollte in etwa eine Länge von 100 m aufweisen. Für die Bestimmung der Gesamtstruktur wird auf folgende Parameter zurückgegriffen:

Parameter 1:	Nutzung der Aue	Parameter 6:	Gewässerquerschnitt
Parameter 2:	Gewässerrandstreifen	Parameter 7:	Strömungsbild
Parameter 3:	Gewässerverlauf	Parameter 8:	Tiefenvarianz
Parameter 4:	Uferbewuchs	Parameter 9:	Gewässersohle
Parameter 5:	Uferstruktur		

Die Bestimmung der Gesamtstruktur erfolgt über die Mittelwertbildung aus der Einzelbewertung der Parameter 1 bis 9. Für die Beurteilung von morphologischen Beeinträchtigungen durch Abwasser- bzw. Niederschlagswassereinleitungen sind die Parameter 1 (Nutzung der Aue) und 2 (Gewässerrandstreifen) nicht zu berücksichtigen. Die vereinfachte Einstufung in die jeweilige Strukturklasse erfolgt gemäß Tabelle 10.

Mittelwert	Gesamtbewertung Gewässerstruktur
1,0 - 1,6	sehr gut (I)
1,7 - 2,4	gut (II)
2,5 - 3,4	mäßig (III)
3,5 - 4,4	unbefriedigend (IV)
4,5 - 5,0	schlecht (V)

Tabelle 10: Bewertung der vereinfachten morphologischen Untersuchungen

**Hinweis:** Soweit sich aufgrund des Datenbestandes sowie der Beurteilung des Gewässers vor Ort bereits abzeichnet, dass ein rechnerischer Nachweis erforderlich ist, wird empfohlen, die für die Nachweisführung erforderlichen Daten (nach Kap. 8) auf Grundlage der vorhandenen Daten auf Plausibilität zu überprüfen und die noch fehlenden Daten (z. B. Querprofile, Wanderhindernisse) bei der Vor-Ort-Untersuchung gleich mit zu erheben.

Es sollte auch geklärt werden, ob bereits Maßnahmen zur Strukturverbesserung durchgeführt wurden. Bereits durchgeführte, im Datenbestand noch nicht verzeichnete Maßnahmen (Profilaufweitung, Verringerung der Wassertiefe bei höheren Abflüssen, Erhöhung der Rauigkeit, Laufverlängerung, zusätzliche Strukturmerkmale, etc.) sowie Veränderungen des Gewässers infolge seiner Eigendynamik können sich günstig auf das Ergebnis des Nachweises auswirken.

### 4.3.5 Auswertung der Ergebnisse der Erhebungen vor Ort

Die Ergebnisse der Gewässeruntersuchung sind den vorhandenen Daten

- zum ökologischen Zustand (Kap. 4.2.2),
- zur Gewässergüte (Kap. 4.2.3) und
- zur Gewässerstruktur (Kap. 4.2.4)

gegenüberzustellen und auf Plausibilität zu prüfen.

Soweit die Gewässerabschnitte innerhalb des Nachweisraumes (vgl. Kap. 3)

- a) auf Grundlage der vorhandenen Daten einen sehr guten oder guten Gewässerzustand nach Kap. 4.2 aufweisen **und**
- b) diese Daten hinsichtlich ihrer Aktualität durch Untersuchungen am Gewässer mindestens auf dem Niveau der Anforderungen nach Kap. 4.3.1 bis 4.3.4 bestätigt werden konnten,

ist von einem guten ökologischen Gewässerzustand auszugehen. Das weitere Vorgehen zur Anwendung des Leitfadens ist dem Kap. 2.3 zu entnehmen.

## 5. Schutzbedürfnis und Wiederbesiedlungspotential eines Gewässers

Arten sind nicht beliebig durch bestimmte Maßnahmen im Gewässer anzusiedeln. Selbst die „besten“ Maßnahmen können keine nennenswerten biologischen Wirkungen entfalten, wenn die Bestände anspruchsvoller Fließgewässerarten erst einmal großflächig erloschen sind. Anspruchsvolle Arten stellen besondere Anforderungen sowohl an die stoffliche als auch an die strukturelle Situation eines Gewässers.

Die nachfolgende Prüfung des Schutzbedürfnisses und des Wiederbesiedlungspotentials des Gewässers ist für alle durch eine Abwassereinleitung betroffenen Gewässerabschnitte durchzuführen.

### 5.1 Prüfung des Schutzbedürfnisses eines Gewässers

Von einem besonderen Schutzbedürfnis eines Gewässerabschnitts ist auszugehen

- a) bei hoher ökologisch-funktionaler Bedeutung für angrenzende Gewässer (-abschnitte): Quellbereiche,
- b) ggf. bei Temporärgewässern und Gewässern in FFH-Gebieten aufgrund ihrer Seltenheit und Empfindlichkeit und
- c) bei besonderer Naturnähe hinsichtlich der Gewässergüte und der Struktur.

Besonders schutzbedürftige Gewässer(abschnitte) sind von Abwassereinleitungen freizuhalten. Um ein besonderes Schutzbedürfnis der zu betrachtenden Gewässer bzw. Gewässerabschnitte identifizieren und damit die Strecke des einleitungsfrei zu haltenden Gewässerabschnittes festlegen zu können, ist eine **Ortsbegehung unverzichtbar**.

### 5.1.1 Quellbereiche

Die Festlegung der von Abwassereinleitungen frei zu haltenden Quellbereiche erfolgt vereinfacht gemäß BWK-M3 (2001) [vgl. Anhang 4 dieses Leitfadens]. Dort wird eine einleitungsfrei zu haltende Strecke von mindestens 150 m unterhalb von Punktquellen genannt. Bei Quellrinnsalen mit mehreren oder diffusen Quellwasserzutrittsstellen ist in Abhängigkeit der Länge der Quellwasseraustritte eine Gewässerstrecke von mindestens 150 m unterhalb des letzten Quellwasseraustritts bis zu einer Gewässerstrecke von mindestens 300 m von Abwassereinleitungen frei zu halten.

Bei temporären Fließgewässern (die nicht bereits nach Kap. 5.1.2 von Einleitungen freizuhalten sind) beziehen sich die Streckenangaben auf die Gewässerstrecke unterhalb des obersten Abschnittes mit regelmäßigem Abfluss.

Einleitungen in Bereiche oberhalb der einleitungsfrei zu haltenden Quellabschnitte (z. B. über offene Zuleitungsrinnen oder temporäre Gewässerstrecken) sind generell unzulässig, wenn die Einleitungen in die zu schützenden Bereiche einmünden.

Vorhandene Gewässerbeeinträchtigungen können eine Ausnahme von den Kriterien zum Quellschutz begründen, wenn der Quellbereich über eine Strecke von mehr als 300 m oder - bei kürzeren Quellrinnsalen - bis zum Zusammenfluss als irreversibel und massiv beeinträchtigt einzustufen ist.

Dagegen sind Quellbereiche auch dann von Einleitungen freizuhalten, wenn:

- nur die Quellen bautechnisch gefasst sind oder das Quellwasser den Fließgewässern auf künstliche Weise zugeführt wird,
- tiefer liegende Gewässerabschnitte zwar als irreversibel und massiv beeinträchtigt einzustufen sind, die Quellbereiche aber noch relativ naturnah sind oder
- anthropogen in den Bachlauf verlagerte Quellbereiche vorhanden sind (z. B. durch Aufschüttungen, wobei hier lediglich eine Abwärtsverschiebung des von Einleitungen freizuhaltenden Quellbereiches erforderlich ist).

### 5.1.2 Temporär trockenfallende Gewässer(abschnitte)

Ob bei Temporärgewässern und Gewässern in FFH-Gebieten ein hohes Schutzbedürfnis aufgrund der Seltenheit und Empfindlichkeit vorliegt, ist durch eine auf den Einzelfall bezogene Prüfung der örtlichen Verhältnisse zu beurteilen.

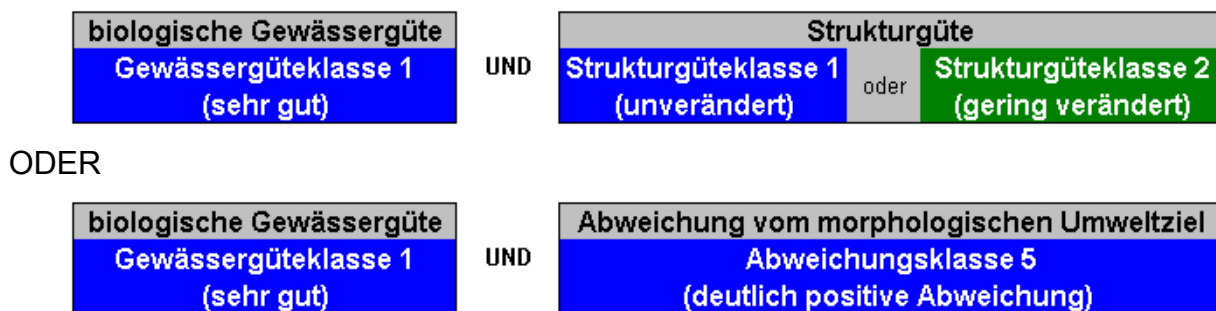
Diese Prüfung bedingt nicht zwangsläufig eine limnologische Untersuchung. In manchen Fällen können bereits durch einfache Erhebungen zur Strukturgüte und zum Abflussverhalten Aussagen über die ökologische Situation getroffen werden. So sollte in einem ersten Schritt geprüft werden, ob ein Gewässer zumindest zeitweise über einen natürlichen Abfluss verfügt. In einem zweiten Schritt sind ökomorphologische Kriterien zu Linienführung, Sohl- und Uferausprägung zu erheben (siehe auch dazu Kap. 4.3.4) und zu bewerten. Im Wesentlichen ist dabei zu beurteilen, in welchem Umfang das Gewässer über naturnahe morphologische Strukturen verfügt. Zeigen die Erhebungen bereits in dieser Phase, dass die Existenz des Wasserlaufs einzig auf seiner Funktion zum Ableiten des Kläranlagenablaufs und von Oberflächenwasser (Misch- bzw. Niederschlagswasser) beruht, kann von weiteren Untersuchungen abgesehen

werden. Als Vorgehensweise verbleiben in solchen Situationen in der Regel die folgenden Alternativen:

- ⇒ den Anlagenstandort aufzugeben,
- ⇒ nach einer Sanierung in ein ausreichend abflussstarkes Fließgewässer einzuleiten oder
- ⇒ bei **nachweislich** fehlendem ökologischen Entwicklungspotential des Gewässers den Wasserlauf nicht als besonders schutzbedürftiges Gewässer zu betrachten.

### 5.1.3 Gewässer mit besonderer Naturnähe

Von einem besonderen Schutzbedürfnis eines Gewässerabschnitts aufgrund besonderer Naturnähe ist auszugehen, wenn dieser nach Kap. 4.2 auf Grundlage der vorhandenen Daten folgendermaßen eingestuft ist:



Diese nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Vorgehensweise der Prüfung nochmals:

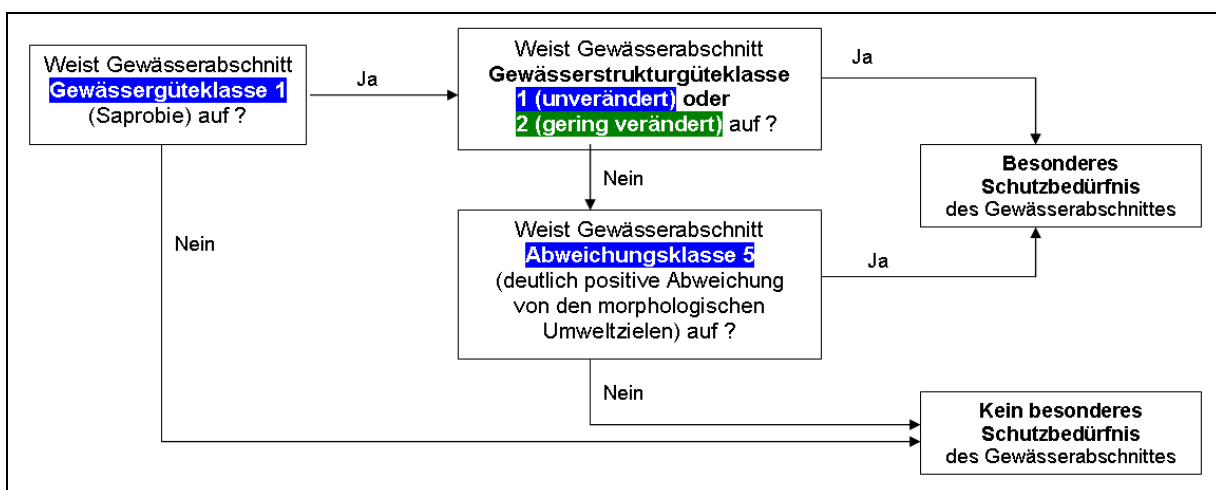


Abb. 28: Verfahrensschema zur Prüfung des Schutzbedürfnisses eines Gewässers

Falls für ein in Frage kommendes Gewässer mit nachgewiesener Gewässerstrukturgüte 1 oder 2 oder mit der Abweichungsklasse 5 keine Daten zur Gewässergüteuntersuchung (siehe Kap. 4.2.3) vorliegen, ist eine Untersuchung der Saprobie gemäß DIN 38410 (2004) durchzuführen.



## 5.2 Ermittlung des (abiotischen) Wiederbesiedlungspotentials

Nur naturnahe Gewässerabschnitte oder durch Renaturierungsmaßnahmen wieder revitalisierte Gewässerabschnitte bieten – bei sehr guter oder guter Gewässergüte - die Chance, dass sich hier eine lebensraumtypische Flora und Fauna einstellen wird, d. h. hier ist von einem hohen (Wieder-)Besiedlungspotential auszugehen.

Die hydraulische Wirkung von Abwassereinleitungen wird nicht allein durch die innerhalb einer bestimmten Zeit eingeleiteten Abwassermengen und die dadurch veränderten Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen in den Gewässern bedingt, sondern die Wirkung und damit der angerichtete Schaden im Gewässer infolge von Einleitungen ist ebenso von dem durch die vorhandene Gewässerstruktur bestimmten Wiederbesiedlungspotential abhängig.

Die Ermittlung des Wiederbesiedlungspotentials ist erforderlich, um entscheiden zu können, welcher hydraulische Nachweis zu führen ist (vgl. Kap. 7.3.2). Hierfür ist das **Wiederbesiedlungspotential abschnittsweise für jeden 100 m-Abschnitt der gesamten Gewässerstrecke innerhalb des Nachweisraumes** zu bestimmen. Diesbezüglich kann auf die Gewässerstationierung im WRRL-Viewer sowie auf die 100m-Abschnitte in der Gewässerstrukturgütekartierung (GESIS-Abschnitte) zurückgegriffen werden.

Bei der Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials eines 100 m-Abschnittes ist zwischen einem hohen und einem nicht hohen Wiederbesiedlungspotential zu unterscheiden:

Von einem **hohen Wiederbesiedlungspotential** ist auszugehen, wenn

1. die Gewässergüte (Kap. 4.1.2, 4.2.3) im betrachteten 100 m-Gewässerabschnitt
  - der Zustandsklasse 1 (sehr gut) oder Zustandsklasse 2 (gut) entspricht,
2. die morphologischen Umweltziele (Abweichungsklassen, Kap. 4.2.4.2) im betrachteten 100 m-Gewässerabschnitt erreicht sind
  - mit einer Abweichungsklasse 5 (deutlich positive Abweichung) oder
  - mit einer Abweichungsklasse 4 (keine bis leicht positive Abweichung)

**und**

3. ggf. vorhandene Wanderhindernisse im betrachteten 100 m-Abschnitt sowie 300 m oberhalb und unterhalb dieses Abschnittes sowohl aufwärts als auch abwärts für das Makrozoobenthos und kleine und große Fische passierbar oder bedingt passierbar (Gesamtpassierbarkeit) sind.

Verfehlt der zu betrachtende Gewässerabschnitt nur knapp die morphologischen Umweltziele (Abweichungsklasse 3), so kann nur dann von einem hohen Wiederbesiedlungspotential ausgegangen werden, wenn 1.000 m ober- und unterhalb dieses 100 m-Abschnittes alle ggf. vorhandenen Wanderhindernisse in der Gesamtbewertung passierbar oder bedingt passierbar sind (siehe Kap. 4.2.4.3).

Die Abbildung 29 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

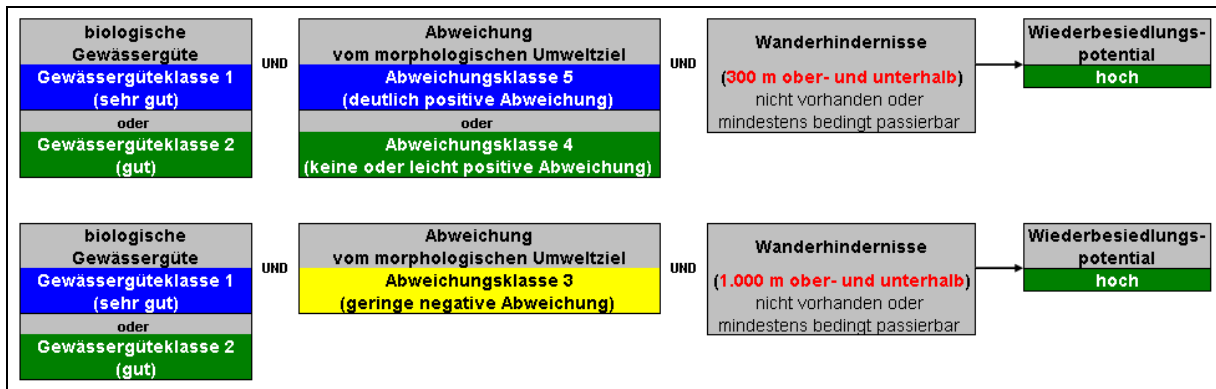


Abb. 29: Erforderliche Gewässereigenschaften für ein hohes Wiederbesiedlungspotential eines 100 m-Abschnittes

In allen anderen Fällen ist von einem **nicht hohen Wiederbesiedlungspotential** des betrachteten 100 m-Abschnittes auszugehen.

Die vorliegende Gewässergüte, die Abweichungsklasse sowie die im Maßnahmenprogramm aufgeführten strukturellen Verbesserungsmaßnahmen sind für die Fließgewässer im Hessischen Karteninformationssystem (WRRL-Viewer) ersichtlich (siehe Kap. 4.2.3 und 4.2.4).

Im [Anhang 6.4](#) wird anhand eines Beispiels die Vorgehensweise zur Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials aller 100 m-Abschnitte innerhalb eines Nachweisraumes sowie zur Gesamtbeurteilung des Wiederbesiedlungspotentials des Nachweisraumes aufgezeigt und graphisch dargestellt (vgl. Abb. A6-1 und A6-2).

Für die Gewässer mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10 km<sup>2</sup> ist auch die Bewertung der Wanderhindernisse hinsichtlich der Durchgängigkeit des Gewässers im WRRL-Viewer (siehe Kap. 4.2.4.3) ersichtlich.

In den Gewässern mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner 10 km<sup>2</sup> wurde bislang keine Kartierung der Wanderhindernisse durchgeführt. In diesen Gewässern sind alle Bauwerke im jeweils betrachteten 100 m-Gewässerabschnitt sowie 300 m bzw. 1000 m ober- und unterhalb dieses Abschnittes auf ihre Wirkung als Hindernis für die Wanderungen der aquatischen Fauna und damit auf das Wiederbesiedlungspotential zu prüfen. Hierfür ist die Kartierungs- und Bewertungsvorschrift nach [Anhang 5](#) zu verwenden. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren (einschließlich Fotodokumentation).

## 6. Modelltechnische Mindestanforderungen an die Nachweisführung

### 6.1 Anforderungen an die Simulationsmodelle

Zur Beurteilung der Gewässerverträglichkeit von Abwassereinleitungen der Siedlungsentwässerung und damit zum Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen ist in den nach Kap. 2.3 identifizierten Fällen eine Nachweisführung auf der Basis integrierter Modellierung der Einleitungen der Siedlungsentwässerung und des Gewässers erforderlich.

Zum einen sind auf Seiten der Emissionen die Abflüsse und Schmutzfrachten aus der Siedlungsentwässerung (Kläranlagen, Kanalnetze mit Mischwasserentlastungsanlagen, Niederschlagswassereinleitungen aus Trennsystemen, von Gewerbeflächen und Straßenentwässerungen sowie die Abwassermengen der industriellen Direkteinleiter), zum anderen sind für das Gewässer unter Einbeziehung der natürlichen Einzugsgebiete der Abfluss sowie die Güte zur Abschätzung der Immissionen zu modellieren.

Die aus den aufgestellten Modellen ermittelten Ergebnisse sind neben der Komplexität der hinterlegten Berechnungsansätze entscheidend von der Qualität der Eingangsgrößen abhängig.

Bei der integrierten Modellierung kann auf der Grundlage zweier prinzipiell unterschiedlicher Ansätze gearbeitet werden:

a) Konzept „Supermodell“

Integration aller Teilgebiete der Modellierung (Schmutzfrachtsimulation für die Siedlungsentwässerung, Gewässerabfluss- und -gütesimulation) in einem einzigen Modellsystem, bei dem die Teilsysteme auf eine gemeinsame Datenstruktur zugreifen können. Die Teilmodelle arbeiten auf einer einheitlichen Variablen- und Parametergrundlage.

b) Konzept des „Interfaced Model“

Kopplung der unterschiedlichen Modelle für die einzelnen Teilgebiete durch die Implementierung von Schnittstellen, die den Datenaustausch einschließlich der Umwandlung der Variablen und Parameter zwischen den verschiedenen Teilmodellen gewährleisten. Die Umwandlung der Variablen und Parameter an die Erfordernisse des Teilmodells, an das die Daten zu übergeben sind, erfolgt damit bei der Implementierung der Schnittstellen, nicht jedoch in den Modellen selbst.

Bei dieser parallelen (synchronen) Kopplung sind die Module derart miteinander verbunden, dass in jedem Zeitschritt jedes der Teilsysteme (für diesen Zeitschritt) simuliert wird (HSGSim, 2008). Dabei sind synchrone Daten mit gleicher zeitlicher Diskretisierung auszutauschen; bei unterschiedlichen Variablensätzen der einzelnen Modelle sind entsprechende Konvertierungen der Parameter vorzunehmen.

Zur Modellkopplung kann das *Open Modelling Interface* (OpenMI, 2010) verwendet werden.

**Hinweis:** Für die Modellkopplung innerhalb des **Werkzeugpakets** (TU Darmstadt/ifak, 2012) wurde OpenMI (2010) verwendet.

## 6.2 Schmutzfrachtsimulationsmodell zur Abbildung der Einleitungen der Siedlungsentwässerung (Emissionen)

Ziel einer Schmutzfrachtsimulation eines Kanalnetzes ist es, die Entlastungskenngrößen der in ein Gewässer entlastenden Abwasseranlagen (Regenüberlaufbecken, Regenüberläufe, Niederschlagswassereinleitungen aus Trenngebieten, Kläranlagen) rechnerisch zu ermitteln. Zu diesen Entlastungskenngrößen zählen:

- Entlastungsanzahl
- Entlastungsdauer
- Entlastungswassermenge
- Entlastungsstofffrachten
- Entlastungskonzentrationen
- Entlastungsspitzenwerte (Maximalabflüsse)

bezogen auf zu definierende Zeiträume (Ereignis, Monat, Jahr).

Niederschlagswassereinleitungen von Gewerbeflächen und Straßenentwässerungen sowie die Abwassermengen der industriellen Direkteinleiter sind bei der Schmutzfrachtsimulation zu berücksichtigen. Dies kann z. B. durch das Anlegen „fiktiver“ Trenngebiete mit entsprechenden Eingangsgrößen erfolgen. Ggf. ist eine gesonderte Simulation erforderlich.

Flächendeckend liegen für die hessischen Kanalnetze Schmutzfrachtberechnungen vor. Vorwiegend wurden diese mit dem hydrologischen Programm SMUSI (Schmutzfrachtsimulationsmodell) aufgestellt. Dieses Programm liegt mittlerweile in der Version 6.1 vor und kann beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie bezogen werden (HLUG, 2012).

**Hinweis:** Die **Aktualität vorhandener SMUSI-Datensätze** ist zu prüfen. Soweit diese nicht die aktuelle Ist-Situation der Abwasseranlagen, der angeschlossenen Einwohner, etc. abbilden, ist eine Aktualisierung erforderlich. Falls bisher nicht erfolgt, sind Niederschlagswassereinleitungen von Gewerbeflächen und Straßenentwässerungen sowie die Abwassermengen der industriellen Direkteinleiter ggf. gesondert zu berücksichtigen.

Da die Qualität der Modellierung (Simulation) von Kanalnetzen zwischenzeitlich ein hohes Niveau erreicht hat, sind die emissionsseitigen Belastungen, die sich aus der Schmutzfrachtberechnung ermitteln lassen, bei der Immissionsbetrachtung unmittelbar zu berücksichtigen. Es muss z. B. auch möglich sein, die im Kanalnetz stattfindenden Translationsprozesse und die Rückstaumöglichkeiten (durch Aktivierung des Rückstauvolumens im Kanalnetz) abzubilden.

**Hinweis:** Im **Werkzeugpaket** (TU Darmstadt/ifak, 2012) wurde das Modell SMUSI mit einem Gewässermodell (erweitert um einen Gewässergütebaustein) verknüpft.

Da die Einhaltung der Regeln der Technik für die Befreiung von der Abwasserabgabe nach Nr. 3.3.2 Abs. 3 der VwV-AbwAG/HAbwAG (Hessen, 2007) in Verbindung mit § 5 HAbwAG der Wasserbehörde mit SMUSI-Datensätzen nachzuweisen ist, wird empfohlen, auch für die Immissionsnachweise SMUSI als Schmutzfrachtsimulationsmodell zu verwenden.

Bei der Schmutzfrachtberechnung sind die Parameter BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>ges</sub>, o-PO<sub>4</sub>-P und AFS zu berücksichtigen. Gegenüber den Datensätzen für den Emissionsnachweis, der als Nachweis für die Abwasserabgabe (zumindest bei Verwendung von SMUSI) vorrangig die Einleitungen aus Mischwasserentlastungsanlagen und Trennsystemen (Niederschlagswasser) im Blick hat, ist für die Immissionsbetrachtung (zumindest bei Verwendung von SMUSI) eine Kalibrierung der Eingangsdaten erforderlich. Für die Abbildung der Kläranlageneinleitung ist in den Schmutzfrachtsimulationsdatensätzen für die Immissionsbetrachtung auch die Abbauleistung der Kläranlage zu beschreiben (siehe Kap. 8.3.2).

Bei der Schmutzfrachtberechnung sind desweiteren Bauwerke zur weitergehenden Mischwasserbehandlung, z. B. die Nachschaltung von Retentionsbodenfiltern oder Dämpfungsbecken hinter Regenüberlaufbecken zu berücksichtigen. Das Schmutzfrachtmodell SMUSI wurde für die Durchführung des Immissionsnachweises um das Element „Dämpfungsbecken“ erweitert.

Die bei der Schmutzfrachtberechnung zu verwendende Regenreihe hängt von dem zu führenden Immissionsnachweis (hydraulisch oder vereinfacht / erweitert stofflich) ab (siehe hierzu Kap. 7.3.3., 7.4.4.1, 7.4.5.1 und 8.3.1).

### **6.3 Gewässerabflussmodell mit Abbildung der Zuflüsse aus natürlichen Einzugsgebieten**

Zusätzlich zum Kanalnetz ist das Gewässer mit den sich bildenden Gewässerabflüssen über ein hydrologisches Modell abzubilden. Das Gewässermodell berechnet die Abflusswellen, die sich aus der Grundbelastung durch die natürlichen Einzugsgebiete sowie die Überlagerung mit den Einleitmengen aus der Siedlungsentwässerung im Gewässer ergeben.

Vor allem niederschlagsbedingte Abwassereinleitungen, die bei entsprechenden Niederschlagsereignissen stoßartig aus den Mischwasserentlastungsanlagen, den Regenwassernetzen der Trennsysteme, den Straßenentwässerungen, den Gewerbeflächen, etc. in die Gewässer stattfinden, verändern besonders in kleinen Fließgewässern innerhalb sehr kurzer Zeit die Strömungs- und damit vielfach die Lebensbedingungen vor allem des Makrozoobenthos. Eine hohe hydraulische Belastung kann zu einer Verdriftung von Organismen aus ihren Lebensräumen und damit zu einem Verlust von Individuen (Abundanz), aber auch von Arten der Lebensgemeinschaften führen. Die Gewässersohle kann teil- bis großflächig in Bewegung geraten mit einer umfassenden Verfrachtung von Organismen (Katastrophendrift) (ATV, 1997). Nach dem HSG-Leitfaden (HSGSim, 2008) hängt von der Gewässermorphologie – sicherlich auch von den als naturnah anzusehenden Abflussverhältnissen – sowie von den Entlastungsabflüssen ab, ob eine niederschlagsbedingte Abwassereinleitung als eine kritische hydraulische Belastung anzusehen ist. In welchem Ausmaß Entlastungsereignisse von der Biozönose ohne nachhaltige Beeinträchtigung verkraftet werden können

nen, hängt auch vom Vorhandensein von Refugialräumen und vom Wiederbesiedlungspotential des betreffenden Gewässerabschnittes ab (HSGSim, 2008).

### 6.3.1 Berücksichtigung der natürlichen Einzugsgebiete

Die Berechnung der Abflüsse aus natürlichen Einzugsgebieten mit Hilfe deterministischer Modelle erfordert neben den meteorologischen Eingangsdaten eine mathematisch-physikalische Beschreibung des Einzugsgebiets. Die beschreibenden Informationen werden für die systemhydrologische Berechnung von Belastungsbildung, Abflussbildung und Abflusskonzentration verwendet. Im Rahmen des Immissionsnachweises ist ein hierfür erforderliches integriertes Niederschlags-Abfluss-Modell (N-A) zur Ermittlung instationärer Abflüsse wünschenswert, aber nicht zwingend erforderlich.

Der Ansatz, einen stationären Abfluss im Gewässer zu Beginn der niederschlagsbedingten Einleitungen der Siedlungsentwässerung ins Gewässer anzunehmen und damit auf eine detaillierte Berechnung der Belastungs- und Abflussbildung mittels eines N-A-Modells zu verzichten, wurde in Anlehnung an den Leitfaden 2004 (HMULV, 2004a) gewählt und erscheint fachlich vertretbar. Der in diesem Fall an jedem Nachweisort (vgl. Kap. 7.2) anzusetzende stationäre Gewässerabfluss hängt von dem zu führenden Nachweis (hydraulisch oder stofflich) ab und wird in den Kap. 7.3.1 bzw. 7.4.1 näher ausgeführt.

Wenn für die natürlichen Einzugsgebiete Abflussganglinien (z. B. aus Messreihen oder bereits erstellten N-A-Modellen) vorliegen, sollten diese verwendet werden.

**Hinweis:** Bei Verwendung des **Werkzeugpakets** (TU Darmstadt/ifak, 2012) ist ein Einlesen von Zeitreihen zum Abflussgeschehen nicht möglich.

### 6.3.2 Berücksichtigung des Transport- und Retentionsverhaltens des Gewässers

Zur sachgerechten Berücksichtigung des Transport- und Retentionsverhaltens der Fließstrecke des Gewässers ist das zu betrachtende Gewässer in eine Reihe von Gewässerabschnitten (Gerinneabschnitten) zu gliedern, für die jeweils repräsentative Querprofile zu ermitteln sind.

Die Berechnung des Abflusstransports in offenen Gerinnen kann durch die Angabe eines Querprofils mit automatischer Berechnung der Kennlinie ( $A = f(h)$  und  $Q = f(h)$ ) unter Verwendung der Abflussbeziehung nach Manning-Strickler erfolgen. Soweit aus aktuell durchgeführten Abflussberechnungen Kennlinien bereits bekannt sind, können auch diese verwendet werden. Auf der Basis dieser Kennlinien ist eine Volumen-Abfluss-Beziehung zu ermitteln, die mittels linearer Speicherberechnung (z. B. Ostrowski, 1992) für die Abflussberechnung zu verwenden ist.

Es muss möglich sein, Verzweigungen innerhalb des Gewässerlaufs sowie Zusammenführungen von Gewässerarmen modelltechnisch abzubilden. Verzweigungen sind zumindest über eine Abflussaufteilung, besser jedoch über eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung oder eine Querschnitts-Abfluss-Beziehung (Kennlinien) abzubilden. Ziel soll es sein, auch z. B. Flutmulden abbilden zu können.

Ebenso sind Rückstaubereiche im Gewässer im Modell abzubilden.

**Hinweis:** Mittels des **Werkzeugpakets** (TU Darmstadt/ifak, 2012) lassen sich Rückstaubereiche über eine Kennlinie modellieren, die den Zusammenhang zwischen mittlerer Wassertiefe, mittlerer durchflossener Querschnittsfläche und Abfluss erfasst. Für die modelltechnische Abbildung von Rückstaubereichen im Werkzeugpaket muss der vom Rückstau beeinflusste Gewässerabschnitt (Gerinneelement) eine Mindestlänge umfassen, die einer Fließzeit von mindestens 1 min. entspricht. Ferner lassen sich die im betroffenen Gewässerabschnitt erfolgenden Stoffumsätze sowie die in diesem Bereich verminderte Wiederbelüftung modellieren.

## 6.4 Gewässergütemodell zur Abbildung stofflicher Prozesse im Gewässer

Die in der Realität auftretenden komplexen Wechselwirkungen zwischen dynamischen Einleitungen sowie den zeitveränderlichen Eigenschaften des an der Einleitestelle vorliegenden Gewässerabflusses als auch die komplexen biochemischen Umwandlungsprozesse im Gewässer konnten mit dem Leitfaden (HMULV, 2004a) noch nicht berücksichtigt werden. Im vorzulegenden Immissionsnachweis nach dem Leitfaden (HMULV, 2004a) wurden die aus den Abwassereinleitungen resultierenden stofflichen Belastungen im Gewässer im Wesentlichen durch Mischungsrechnungen der Konzentrationen der Einleitungen und der im Gewässer angenommenen Konzentrationen ermittelt, ohne die Transport- und Retentionsprozesse im Gewässer abzubilden.

Zukünftig ist es erforderlich, die stofflichen Belastungen durch die Einbindung eines dynamischen Gewässergütemodells zu ermitteln. Ein solches Modell muss es erlauben,

- Stofftransportprozesse
- Stoffabbau- und Umwandlungsprozesse

zu berücksichtigen, wobei bei bestimmten Prozessen eine dynamische Berechnung, d. h. eine Ermittlung der Größen in Abhängigkeit vom aktuellen Abflussgeschehen zu erfolgen hat. Dies betrifft z. B. die Ermittlung der Wiederbelüftungsrate sowie den pH-Wert und damit die Ammoniakstickstoffkonzentration im Gewässer (siehe Kap. 6.4.2).

Da die Gewässergüte von einer Reihe von Eingangsgrößen beeinflusst wird, ist besondere Sorgfalt auf die Qualität dieser Eingangsgrößen zu legen.

### 6.4.1 Abbildung von Stofftransportprozessen

Bei der Modellierung des Verhaltens der Stoffe im Gewässer spielen neben den Umwandlungs- und Abbauprozessen die Transportvorgänge eine maßgebliche Rolle.

Herkömmliche Ansätze zur Stoffmodellierung in Gewässern basieren im Allgemeinen auf der Modellierung der Stoffumsätze in (konzeptionellen) vollständig durchmischten Rührreaktoren. Beim Transport entlang der Rührreaktoren unterliegen die Inhaltsstoffe der sog. Numerischen Dispersion (einer Dispersion, die als Effekt der mathematischen Modellierung in den Ergebnissen zu beobachten ist, jedoch in der Realität nicht auftritt). Um diese unerwünschten Nebeneffekte der Modellierung auszuschließen, soll bei der Modellierung der Ansatz nach Lagrange Berücksichtigung finden (vgl.

auch Muschalla, 2006). In diesem Ansatz werden Stoffe nicht innerhalb von Rührreaktoren modelliert, sondern im Rahmen von sich im Wasser bewegenden Wasserpaketen betrachtet.

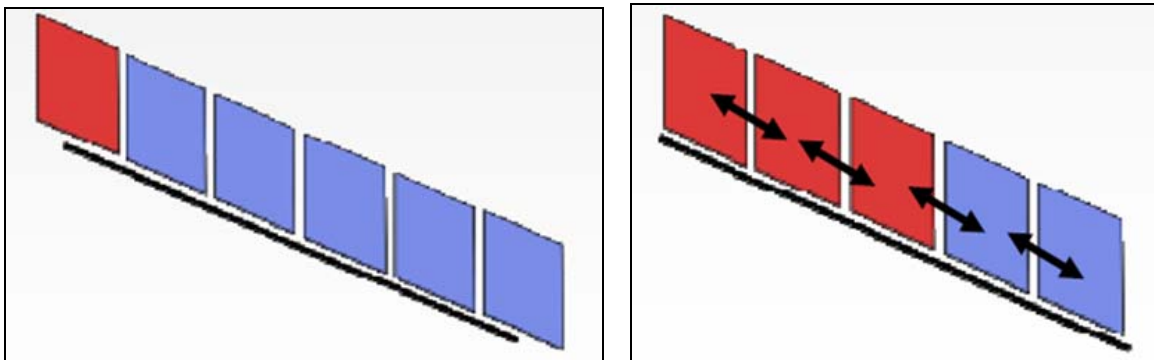


Abb. 30: Darstellung von Wasserpaketen nach dem Ansatz Lagrange (Schütze et al., 2010)

Der Stofftransport durch Advektion, Dispersion (Turbulenz) und Diffusion lässt sich dadurch beschreiben, dass sich ein Gewässerabschnitt als eine Kaskade vieler voll durchmischter Reaktoren darstellen lässt, die – da nicht freistehend – wie eine Kette aneinandergereihter Wasserpakete mit der Welle „schwimmen“. Diese Vorgehensweise einer sehr feinen Unterteilung eines jeden Gewässerabschnittes in sehr viele Wasserpakete erlaubt eine von numerischen Dispersionseffekten freie Modellierung und mildert Effekte von Einleitungen nicht fälschlicherweise (durch numerische Dispersionseffekte) ab. Literaturstudien und Vergleiche mit realen Daten (Richter, 1993) zeigten, dass sich durch numerische Dispersion erhebliche Fehler einschleichen können (vgl. ifak, 2008), die es zu vermeiden gilt.

## 6.4.2 Abbildung von Abbau- und Umwandlungsprozessen

Mit einem Gewässergütemodell müssen sich die wichtigsten Prozesse und Parameter abbilden lassen, die für die Simulation von gelöstem Sauerstoff und von Ammonium in Fließgewässern erforderlich sind.

### 6.4.2.1 Stoffliche Parameter

#### Sauerstoff

Die Sauerstoffkonzentration ist für die Beurteilung der Wasserqualität eines Gewässers eine der wichtigsten Kenngrößen. Geringe Sauerstoffkonzentrationen haben einen direkten Einfluss auf die Fischpopulation, aber auch das Makrozoobenthos ist auf eine ausreichende Sauerstoffversorgung im Gewässer angewiesen. Im Hinblick darauf, welche Sauerstoffkonzentrationen in den Gewässern vorhanden sein sollen, welche nicht – nicht einmal kurzzeitig – unterschritten werden dürfen, wobei wiederum zwischen den verschiedenen Fließgewässertypen aufgrund des unterschiedlichen Anspruchs der entsprechenden Lebensgemeinschaften zu unterscheiden ist, sind Vorgaben in der EG-Fischgewässer-Richtlinie (EG, 2006) sowie in der Rahmenkonzeption Monitoring (LAWA, 2007) enthalten.



Da hinsichtlich der Sauerstoffkonzentration vielfältige Abhängigkeiten von anderen Größen und Teilprozessen und dadurch wiederum Einflüsse auf andere Prozesse bestehen, steigt die Komplexität der Modellierung der Sauerstoffkonzentration nach dem HSG-Leitfaden (HSGSim, 2008) mit den zu berücksichtigenden Prozessen des Stickstoff- und Phosphorkreislaufes, der Eutrophierung im Gewässer, der Wassertemperatur, dem pH-Wert, der Wiederbelüftung, der Sonneneinstrahlung, etc. stark an.

## Stickstoff

Stickstoffverbindungen haben vor allem im Zusammenhang mit

- der Sauerstoffzehrung bei der Umsetzung von Ammonium zu Nitrit und weiter zum Nitrat (Nitrifikation),
- der Fischtoxizität von Nitrit und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und
- der Eutrophierung durch einen erhöhten Gesamtstickstoffeintrag

einen relevanten Einfluss auf die Gewässer. Wenngleich der Eintrag von Stickstoff zu einem großen Teil aus diffusen Quellen stammt (v. a. durch Düngung in der Landwirtschaft), kann die punktuelle Einleitung von stickstoffhaltigem Abwasser lokal eine kritische Belastung darstellen.

**Organischer Stickstoff:** Der organische Stickstoff ( $\text{N}_{\text{org}}$ ) ist überwiegend an Feststoffe gebunden. Im Kanalnetz werden die  $\text{N}_{\text{org}}$ -Verbindungen durch Hydrolyse bei längerer Fließzeit zum Teil bereits zu Ammoniumstickstoff umgewandelt (HSGSim, 2008). Durch die Entlastung von Mischwasser bei Niederschlagsereignissen ist jedoch auch mit einem Eintrag von organischem Stickstoff in die Gewässer zu rechnen.

**Ammonium / Ammoniak:** Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) entsteht beim Abbau organischen Stickstoffs (Ammonifikation). In Abhängigkeit von pH-Wert und Temperatur dissoziiert Ammonium zu Ammoniak, das fischgiftig wirkt.

**Nitrit:** Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) entsteht als Zwischenprodukt der mikrobiellen Nitrifikation von Ammonium zu Nitrat. Nach der Fischgewässer-Richtlinie (EG, 2006) wird als Richtwert für Salmonidengewässer ein Wert von  $\leq 0,01 \text{ mg/l NO}_2$ , für Cyprinidengewässer von  $\leq 0,03 \text{ mg/l NO}_2$  angegeben. Die Toxizität von Nitrit hängt nach (HSGSim, 2008) im Wesentlichen von den vorhandenen Chlorid- und Sauerstoffkonzentrationen ab. Nitrit reduziert die Sauerstoffaufnahme im Blut. Niedrige Sauerstoffkonzentrationen im Gewässer verstärken die schädliche Wirkung des Nitrits. Erhöhte Chloridkonzentrationen erschweren die Nitritaufnahme bei Fischen, reduzieren diesbezüglich die Giftigkeit von Nitrit, stellen jedoch anderweitig ein Problem dar.

**Nitrat:** Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) absorbiert relativ schlecht am Bodenmaterial, so dass es häufig ins Grundwasser gelangt oder oberflächlich ausgewaschen wird (HSGSim, 2008). Von hohen Nitratkonzentrationen im Ablauf von Kläranlagen ist dann auszugehen, wenn keine Denitrifikation (Umwandlung zu elementarem Stickstoff) betrieben wird.

## Phosphor

Phosphorverbindungen stammen hauptsächlich aus abgeschwemmten Düngemitteln und aus dem kommunalen Abwasser. Der Gehalt an Phosphorverbindungen hat im Zusammenhang mit der Eutrophierung einen bedeutsamen Einfluss auf die Gewässer.

Das Element Phosphor kommt in der Natur vorrangig in der vollständig oxidierten Form als Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) vor; darüber hinaus auch als organisch gebundenes Phosphat und Polyphosphat. Der größte Teil des Phosphors im Abwasser ist anorganisch und gelöst und besteht in erster Linie aus Ortho-Phosphat ( $\text{H}_n\text{PO}_4^{n-3}$ ) und Polyphosphaten. Nur ein geringer Teil besteht aus kolloidal gelösten organischen Phosphorverbindungen (Bever et al., 1990). Zwischen den Gehalten an Gesamtphosphor ( $\text{P}_{\text{ges}}$ ) und Ortho-Phosphat-Phosphor ist daher zu unterscheiden. Das Verhältnis liegt etwa bei 0,7 : 1 (o- $\text{PO}_4\text{-P}$  :  $\text{P}_{\text{ges}}$ ). Bei erhöhten Ortho-Phosphat-Konzentrationen (nach (LAWA, 2007) wird ein Orientierungswert von 0,07 mg/l o- $\text{PO}_4\text{-P}$  angegeben) sind ökologische Defizite im Gewässer nicht auszuschließen. Im Hessischen Maßnahmenprogramm (HMUELV, 2009a) sind Maßnahmen zur Verminderung der Phosphoremissionen aus kommunalen Kläranlagen vorgesehen. Hierzu wurde eine entsprechende Arbeitshilfe erstellt (HMUELV, 2011).

## Abfiltrierbare Stoffe

Es ist bekannt, dass sich abfiltrierbare Stoffe aufgrund ihrer akkumulierenden sowie sedimentierenden und das Lückensystem der Gewässersohle (Interstitial) zusetzenden Wirkung (Verschlammung) negativ auf die Lebensgemeinschaften, vor allem das Makrozoobenthos, auswirken. Adsorptiv gebundene Schadstoffe (z. B. Schwermetalle) können sich infolge der Sedimentation auf der Gewässersohle akkumulieren. Abfiltrierbare Stoffe verursachen darüber hinaus eine Trübung im Gewässer, die eine verringerte Lichteinstrahlung mit Auswirkungen auf die Sauerstoffproduktion durch Photosynthese zur Folge hat (HSGSim, 2008).

### 6.4.2.2 Abzubildende Prozesse und Parameter

Die zu betrachtenden Zielgrößen (Nachweisgrößen) des Gewässergütemodells sind

- a) das **Sauerstoffdefizit** (bzw. die minimale Sauerstoffkonzentration) und
- b) die **Ammoniakkonzentration** (aufgrund ihrer Toxizität für Fische).

Die Phosphorkonzentration ist (zumindest als konservativer Prozess) zu berücksichtigen, und die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

#### Hinweis:

#### Keimbelastung:

Da keine umfassenden Messwerte zu den aus Kläranlagen-, Misch- und Regenwassereinleitungen resultierenden Keimbelastungen vorliegen, erscheint eine Berücksichtigung dieses Parameters derzeit als nicht praktikabel. Auf einen entsprechenden Nachweis wurde in diesem Leitfaden verzichtet.

**Hinweis:****abfiltrierbare Stoffe (AFS)**

Trotz der im Kap. 6.4.2.1 beschriebenen Problematik, die mit dem Eintrag von abfiltrierbaren Stoffen verbunden ist, kann auf eine Abschätzung der Belastung mit abfiltrierbaren Stoffen (Feinsedimenten) auf der Basis eines konservativen Ansatzes (Mischungsrechnung) verzichtet werden, da eine sachgerechte Beurteilung dieses Parameters und damit aussagekräftige Ergebnisse nur unter Berücksichtigung von Absetzwirkungen und Aufwirbelungen im Gewässer erzielt werden können. Ein solcher Ansatz steht derzeit nicht zur Verfügung und die hierfür erforderlichen Daten wären in dem erforderlichen Umfang nur mit einem erheblichen Aufwand zu erheben. Mangels sachgerechter und (mit vertretbarem Aufwand) leistbarer Abbildung derartiger, in ihrer Bedeutung nicht zu unterschätzender Prozesse wurde auf die Einbeziehung dieses Parameters bei den stofflichen Nachweisen insgesamt verzichtet.

Im Gewässergütemodell sind für die Nachweisführung der genannten Zielgrößen folgende Prozesse abzubilden:

**I. für die Ermittlung des Sauerstoffdefizits**

- a) Sauerstoffzehrung infolge punktueller Einleitungen organischen Materials (Abbau organischen Materials)
- b) Sauerstoffzehrung infolge punktueller Einleitung von Ammoniumstickstoff (Nitrifikation)
- c) Wiederbelüftung über die Wasseroberfläche (physikalischer Sauerstoffeintrag)
- d) sauerstoffzehrende Prozesse im Sediment (Sedimentsauerstoff)
- e) Photosynthese (zumindest vereinfacht)

**II. für die Ermittlung der Ammoniakkonzentration**

- f) Ammoniaktoxizität

**III. für die Ermittlung der Phosphorkonzentration**

- g) Abbildung zumindest als konservative Stoffgruppe (ohne Abbauprozesse)

Nach (Schütze, 2011) wird die Interaktion zwischen den unterschiedlichen Stoffen über die verschiedenen Prozesse in der mathematischen Modellierung in der Regel über Differentialgleichungssysteme beschrieben. Beispielsweise reduziert der Abbauprozess organischen Materials den entsprechenden Stoff und vermindert gleichzeitig Sauerstoff; ist jedoch kein organisches Material mehr vorhanden, kommt dieser Abbauprozess zum Erliegen. Je nach Anzahl und Gestalt der berücksichtigten Prozesse und Interaktionen fallen diese unter Umständen recht komplex aus. Ihre Lösung erfolgt in der Regel mit numerischen Lösungsverfahren, da eine analytische Lösung derselben nur in stark vereinfachten Spezialfällen möglich ist. Für das Niederschreiben dieser Gleichungssysteme hat es sich im Wasserwesen bewährt, eine Kurznotation zu verwenden. Diese enthält sämtliche Informationen des Differentialgleichungssystems und verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen den Prozessen und Variablen. In der Kläranlagenmodellierung ist diese Notation („**Petersen-Matrix**“ oder

„Petersen-Gujer-Matrix“ seit langem verbreitet, in der Gewässergütesimulation findet sie zunehmende Anwendung und hat sich nach (Schütze, 2011) in den Bereichen, in denen es um die Simulation biochemischer kinetischer Prozesse geht, zum Standard entwickelt. Beispielsweise ist das River Water Quality Model No. 1 (RWQM1) der International Water Association (IWA) in dieser Notation niedergeschrieben (Reichert et al., 2001), aber auch für andere, gängige Modelle finden sich Modellbeschreibungen, die diese Notation verwenden.

**Hinweis:** Das im **Werkzeugpaket** (TU Darmstadt/ifak, 2012) verwendete Gütemodell SWQM („Simple Water Quality Model“) wird mittels der Petersen-Matrix beschrieben.

Soweit für die Nachweisführung nicht das Werkzeugpaket verwendet wird, wird empfohlen, die dem verwendeten Modell zugrunde liegenden Prozesse und Parameter zur besseren Vergleichbarkeit mit dem SWQM ebenfalls in der Notation der „Petersen-Matrix“ zu beschreiben (vgl. auch Kap. 9). Näheres hierzu ist in (Henze et al., 2001) veröffentlicht.

**Ausführungen zum Gütemodell SWQM des Werkzeugpakets** (Schütze, 2011)

Die Petersen-Matrix zur Beschreibung des Gütemodells SWQM sieht wie nachfolgend dargestellt aus:

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
Process	SO	SNH	SI	SS	SCON	SALK	SIC	Rate
Wiederbelueftung	1	0	0	0	0	0	0	$k_2 \cdot (SO_{\text{sat}} - SO) \cdot k_{2,\text{temp}} \cdot \text{fac}$
Nitrifikation	$Y_A \cdot (64/14)$	-1	0	$Y_A$	0	$-2/14 \cdot \text{fac} \cdot \text{SALK}$	$-1 \cdot Y_A \cdot i_{C,\text{COD}}$	$k_3 \cdot \text{SNH} \cdot SO / (SO + K_{\text{NO}_2}) \cdot \text{SALK} / (\text{SALK} + K_{\text{SALK}}) \cdot \text{SIC} / (\text{SIC} + K_{\text{SIC}}) \cdot k_{3,\text{temp}} \cdot \text{fac}$
Sedimentsauerstoffbedarf	-1	0	0	0	0	0	$i_{C,\text{COD}}$	$SO / (SO + K_{\text{SOD}}) \cdot \text{SOD} / (h + \text{eps}) \cdot \text{sod}_{\text{temp}} \cdot \text{fac}$
Photosynthese	1	0	0	0	0	0	$-1 \cdot i_{C,\text{COD}}$	$\alpha \cdot (h + \text{eps}) \cdot \text{SIC} / (\text{SIC} + K_{\text{SIC}}) \cdot (90 - 51) / (90 \cdot 3.14159)$
Abbau	$(-1) \cdot (1 - f_{\text{XI}})$	$i_{\text{N,SS}} \cdot f_{\text{XI}} \cdot f_{\text{nonSed,RW}}$	-1	0	0	$i_{\text{N,SS}}/14$	$(1 - f_{\text{XI}}) \cdot i_{C,\text{COD}}$	$k_1 \cdot SO / (SO + K_{\text{O}_2}) \cdot \text{SS} \cdot k_{1,\text{temp}} \cdot \text{fac}$

Tab. 11: Gütemodell SWQM des Werkzeugpakets in Petersen-Matrix-Notation (TU Darmstadt/ifak, 2010)

ASM SWQM\_Doku2\_Hessen  
 Autor: ifak e. V. Magdeburg, mas, 06/2008, 03/2011 SWQM4  
 Description: Simple Water Quality Model No. 1; Version 4.0  
 valid=True

	SO	SNH	SI	SS	SCON	SALK	SIC	Rate
<b>Wiederbelueftung</b>	1	0	0	0	0	0	0	$k_2 \cdot (SO_{\text{sat}} - SO) \cdot k_{2,\text{temp}}$
<b>Nitrifikation</b>	$Y_A \cdot \frac{64}{14}$	-1	0	$Y_A$	0	$\frac{-2}{14} \cdot \text{fac} \cdot \text{SALK}$	$-1 \cdot Y_A \cdot i_{C,\text{COD}}$	$k_3 \cdot \frac{\text{SNH}}{SO + K_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{\text{SALK}}{\text{SALK} + K_{\text{SALK}}} \cdot \frac{\text{SIC}}{\text{SIC} + K_{\text{SIC}}} \cdot k_{3,\text{temp}}$
<b>Sedimentsauerstoffbedarf</b>	-1	0	0	0	0	0	$i_{C,\text{COD}}$	$\frac{SO}{SO + K_{\text{SOD}}} \cdot \frac{\text{SOD}}{h + \text{eps}} \cdot \text{sod}_{\text{temp}}$
<b>Photosynthese</b>	1	0	0	0	0	0	$-1 \cdot i_{C,\text{COD}}$	$\frac{\alpha}{h + \text{eps}} \cdot \frac{\text{SIC}}{\text{SIC} + K_{\text{SIC}}} \cdot \frac{90 - 51}{90 \cdot 3.14159}$
<b>Abbau</b>	$-1 \cdot (1 - f_{\text{XI}})$	$i_{\text{N,SS}} \cdot f_{\text{XI}} \cdot f_{\text{nonSed,RW}}$	-1	0	0	$\frac{i_{\text{N,SS}}}{14}$	$(1 - f_{\text{XI}}) \cdot i_{C,\text{COD}}$	$k_1 \cdot \frac{SO}{SO + K_{\text{O}_2}} \cdot \text{SS} \cdot k_{1,\text{temp}}$

Abb. 31: Gütemodell SWQM des Werkzeugpakets in Petersen-Matrix-Notation in anderer Darstellung als in Tabelle 11

Die nachfolgenden Ausführungen entstammen (Schütze, 2011):

Die Spalten der Matrix (Spalten 2 bis 8 in Tab. 11) beschreiben die Stofffraktionen, die Zeilen die Umwandlungsprozesse. Im SWQM werden folgende Stoffe / Stofffraktionen simuliert:

Kürzel	Stoff / Stofffraktion
<b>SO</b>	Gelöster Sauerstoff
<b>SNH</b>	Ammoniumstickstoff / Ammoniakstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}+\text{NH}_3\text{-N}$ )
<b>SI</b>	gelöste, inerte CSB-Fraktion, einschließlich des nicht sedimentierten Anteils der partikulären inerten CSB-Fraktion (XI)
<b>SS</b>	gelöste abbaubare CSB-Fraktion, einschließlich des nicht sedimentierten Anteils der abbaubaren partikulären CSB-Fraktion (XS) und XH (heterotrophe Organismen, zuweilen auch als XBH bezeichnet).
<b>SCON</b>	Konservative Substanz (d.h. keinerlei Abbauprozessen unterliegend)
<b>SALK</b>	Alkalinität ( $\text{HCO}_3\text{-Äquivalent}$ )
<b>SIC</b>	gelöste Karbonate (inorganic carbon) [ $\text{SALK}+\text{CO}_2$ ]

Tab. 12: Stoffe des Gütemodells SWQM (TU Darmstadt/ifak, 2010; Schütze, 2011)

Die Spalten 2 bis 8 der Tab. 11 entsprechen demnach jeweils einer Fraktion, jede Zeile entspricht einem Prozess. Die Matrixelemente sind die stöchiometrischen Koeffizienten. Ein Wert von Null in Zeile  $i$  und Spalte  $j$  bedeutet, dass die Stofffraktion  $j$  durch den Prozess  $i$  nicht beeinflusst wird. Enthält eine Spalte lediglich Nullen, bedeutet dies, dass dieser Stoff durch keinerlei Prozesse beeinflusst wird (konservativer Stoff). Dies ist beispielsweise für SCON im SWQM der Fall. Die Matrix gibt einen Überblick über die Zusammenhänge der Stoffe und der Prozesse. Die Petersen-Matrix des SWQM besitzt also fünf Zeilen und sieben Spalten (zzgl. einer weiteren Spalte rechts, die die kinetischen Raten (Prozessgeschwindigkeiten) jedes Prozesses enthält).

Die Prozessraten (Spalte „Rate“ in Tab. 11) enthalten zum einen auch die Terme, die die Abhängigkeiten der Prozessgeschwindigkeit von der Temperatur beschreiben ( $k_{1\text{temp}}$ ,  $k_{2\text{temp}}$  usw.); zum anderen sind Terme enthalten, die sicherstellen, dass ein fortgesetzter Prozess für einen Stoff  $X$  nicht zu einer negativen Stoffkonzentration von  $X$  führt, sondern dass der Prozess stoppt, sobald der Stoff  $X$  nicht mehr vorhanden ist. In der Modellierung haben sich hierfür sog. Monodterme der Form  $X/(X+K_X)$  bewährt, die für  $X \gg K_X$  annähernd 1 sind ( $K_X$  ist hierbei ein Parameter kleinen Wertes) und für  $X=0$  den Wert 0 haben.

### 6.4.2.3 Sauerstoffzehrung infolge des Abbaus organischen Materials

Nach (TU Darmstadt/ifak, 2010) basieren die meisten Gewässergütemodelle, die Sauerstoff als eine Kerngröße beinhalten, auf dem von Streeter und Phelps (1925) formulierten Ansatz, der das Sauerstoffdefizit beschreibt. Die Umwandlungsprozesse werden hierbei als Differentialgleichung (bzw. als Differentialgleichungssysteme) beschrieben. Nahezu alle späteren Modelle enthalten neben diesem Term zusätzliche Terme, die die weiteren Prozesse beschreiben (z. B. Nitrifikation usw.). Sie unterscheiden sich im Wesentlichen in ihrer Komplexität und in ihren Variablensätzen. Gehen traditionelle Modelle noch vom Parameter Biologischer Sauerstoffbedarf BSB (meist  $\text{BSB}_5$ ) zur Beschreibung des organischen Sauerstoffbedarfs aus, so verwenden neuere und aktuell in Wissenschaft und Praxis diskutierte Ansätze, auch im Hinblick auf die Kopplung mit anderen Subsystemen im Rahmen eines integrierten Modellierungsansatzes (vgl. z. B. Schütze, M. R. et al., 2002), den Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) als beschreibenden Parameter. Ein Beispiel hierfür ist das RWQM1

(Reichert et al., 2001). Auch nach dem vorliegenden Anforderungsprofil ist zur Beschreibung des organischen Sauerstoffbedarfs der CSB zu verwenden. Der BSB<sub>5</sub> sollte jedoch ergänzend mit abgebildet werden.

Um die unterschiedlichen Eigenschaften des CSB in den verschiedenen Abwasserleitungen besser berücksichtigen zu können, wird der CSB in unterschiedliche Fraktionen unterteilt. Im Bereich der Kläranlagenmodellierung ist eine Unterteilung in folgende vier Fraktionen üblich:

- gelöste, abbaubare CSB-Fraktion
- gelöste, inerte (nicht abbaubare) CSB-Fraktion
- partikuläre, abbaubare CSB-Fraktion
- partikuläre, inerte (nicht abbaubare) CSB-Fraktion

Im Rahmen des Immissionsnachweises ist es ausreichend, den CSB in zwei Fraktionen zu modellieren:

- abbaubare CSB-Fraktion
- inerte (nicht abbaubare) CSB-Fraktion.

Beim Abbau organischen Materials (d. h. der abbaubaren CSB-Fraktion) wird inertes Material erzeugt und zu einem geringen Anteil auch Stickstoff freigesetzt. Die mit diesem Prozess verknüpfte Stickstofffreisetzung kann bei der integrierten Modellierung vernachlässigt werden.

Bei der Ermittlung der minimalen Sauerstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von der Zeit und dem Ort (Gewässerstrecke) spielt die temperaturabhängige Sauerstoffsättigung eine wichtige Rolle. Welche Wassertemperatur in Abhängigkeit vom Fließgewässertyp für die stoffliche Nachweisführung zur Abbildung des „worst case“ anzusetzen ist, ist dem Kap. 7.4.2 zu entnehmen.

Für die Ermittlung der Sauerstoffsättigung stehen mehrere Ansätze zur Verfügung. Im Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012) wurde der Ansatz der American Public Health Association (APHA, 1992) gewählt:

$$C_{O_2, \text{Sättigung}} = C_{O_2, \text{Sättigung-0}} * DO_{\text{satt, kor., Höhe}} * DO_{\text{satt, kor., Salz}} \quad (2)$$

mit:	$C_{O_2, \text{Sättigung}}$	Sauerstoffsättigungskonzentration	[mg/l]
	$C_{O_2, \text{Sättigung-0}}$	Sauerstoffsättigungskonzentration ohne Berücksichtigung der Höhe über dem Meeresspiegel und des Salzgehaltes	[mg/l]
	$DO_{\text{satt, kor., Höhe}}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Höhe über dem Meeresspiegel	[ - ]
	$DO_{\text{satt, kor., Salz}}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Salzgehaltes	[ - ]

$$C_{O_2, \text{sättigung-0}} = e^{-139,344} + \frac{157.570,1}{t_k} - \frac{66.423.080}{t_k^2} + \frac{12.438.000.000}{t_k^3} - \frac{862.194.900.000}{t_k^4} \quad [\text{mg/l}]$$

$$DO_{\text{satt, kor., Salz}} = e^{-1 \text{ sal} \left( 0,017674 - \frac{10,754}{t_k} + \frac{2140,7}{t_k^2} \right)} \quad (3)$$

$$DO_{\text{satt, kor., Salz}} = e \quad (4)$$

$$\text{DO}_{\text{sätt,korr.,Höhe}} = 1 - 0,1148 \frac{\text{msn}}{1000} \quad (5)$$

mit	$t_k = \text{Temp} + 273,16$	[K]
	Temp	Temperatur in Grad Celsius [°C]
	$t_k$	Temperatur in Kelvin [K]
	msn	Höhe [m ü NN]
	sal	Salzgehalt [ppt]

**Hinweis:** Bei der Modellierung der Sauerstoffkonzentration im Gewässer ergibt sich die Schwierigkeit, dass Minimalwerte u. U. erst in deutlicher Entfernung von der Einleitestelle zu erwarten sind, d. h. in unterhalb gelegenen Gewässerabschnitten, in denen sich in der Regel zusätzliche Einflüsse (weitere Abwassereinleitungen, Belastungen aus diffusen Quellen, weitere Zuflüsse, Einmündungen in größere Gewässer, etc.) überlagern. Im Kap. 7.2 (Nachweisorte) werden hierzu weitergehende Überlegungen angestellt.

#### 6.4.2.4 Sauerstoffzehrung infolge punktueller Einleitung von Ammoniumstickstoff (Nitrifikation)

Die ökologische Wirkung von Ammoniak und Nitrit auf die Gewässerfauna unterstreicht das Erfordernis der Berücksichtigung von Konzentration und Einwirkdauer in Gewässerabschnitten, die durch erhöhte Ammoniumkonzentrationen (z. B. durch Punktquellen) gefährdet sind (HSGSim, 2008).

Im Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012) wird die Nitrifikation einstufig modelliert. Soweit sich Nitrit z. B. im Zusammenhang mit der Fischgewässer-Richtlinie (EG, 2006) als problematisch erwiesen hat, sollte der Nitrifikationsprozess zweistufig abgebildet und zusätzlich die Chloridkonzentration in die Modellierung mit aufgenommen werden. Dies erfordert jedoch zusätzliche Eingangswerte (ggf. einen Datenerhebungsaufwand) für die Modellierung.

#### **Hinweis zum Werkzeugpaket** (TU Darmstadt/ifak, 2012):

Beim Abbau von Ammonium wird Sauerstoff gezehrt. Der stöchiometrische Koeffizient („Umwandlungsfaktor“)  $Y_A$ -64/14 (siehe Tab. 11, Spalte 2, Zeile 3) hat bei dem in der Literatur (vgl. Gujer et al., 1999) für  $Y_A$  üblichen Wert von 0,24 den Wert von -4,33, wie er sich auch in anderen Gewässergütemodellen (vgl. z. B. Lijklema, 1996) wiederfindet.

Der Einfluss der Nitrifikation auf die Alkalinität (leicht absinkend), die für die Ermittlung des Ammoniaks entscheidend ist, kann bei der Modellierung vernachlässigt werden.

#### 6.4.2.5 Wiederbelüftung

Mit dem im Leitfaden 2004 (HMULV, 2004a) zugrunde gelegten Ansatz nach Wolf (1974) wurden vor allem bei niedrigen Wassertiefen (im Bereich kleiner als 0,5 m) vergleichsweise hohe Wiederbelüftungsraten ermittelt. Bei kleinen Wassertiefen lässt sich mit diesem Ansatz eine Überschätzung des physikalischen Sauerstoffeintrags in das Gewässer und damit möglicherweise eine Unterschätzung eines Sauerstoffdefizits nicht ausschließen.

Die Ermittlung der Wiederbelüftung ist für die Ermittlung der Sauerstoffkonzentration von großer Bedeutung. Die Wiederbelüftung erfolgt über den Eintrag von atmosphärischem Sauerstoff über die Wasseroberfläche und hängt in Fließgewässern hauptsächlich von der Fließgeschwindigkeit und der Wassertiefe ab. Es existiert eine Vielzahl von Ansätzen (vgl. z. B. Bowie et al., 1985), die nach dem gleichen Schema aufgebaut sind und im Regelfall nur für einen eng begrenzten Gültigkeitsbereich (z. B. bezüglich der Wassertiefe oder der Fließgeschwindigkeit) entwickelt wurden. Bei der Wahl des Ansatzes zur Berechnung der Wiederbelüftung wurde im Leitfaden darauf geachtet, dass der zu verwendende Ansatz für die überwiegende Mehrzahl der hessischen Fließgewässer gültig ist. Im Regelfall ist bei dem für den Sauerstoff-Nachweis relevanten Abfluss (siehe Kap. 7.4.1) in den hessischen Gewässern von Wassertiefen  $h < 0,5$  m und Fließgeschwindigkeiten von etwa 0,15 bis 0,75 m/s auszugehen. Andere Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen resultieren in den kleineren Gewässern meist aus einer Stauregulierung des Gewässers.

Um eine Unterschätzung eines möglichen Sauerstoffdefizits bei der Nachweisführung zu vermeiden, ist der sog. modifizierte Ansatz nach Wolf (ATV, 2001) zu verwenden, in dem die Temperaturabhängigkeit des Prozesses gemäß dem Ansatz von Churchill et al. (1962) beschrieben wird:

$$k_2 = \frac{1,02^{(T-20)} \cdot \left(3 + \frac{40}{k_{st}}\right) \cdot \frac{v^{0,7}}{h_{korr}^{1,7}} + \frac{0,5}{h}}{24} \quad [1/h] \quad (6)$$

mit	$k_2$	Wiederbelüftungsrate	[1/h]
	T	Wassertemperatur	[°C]
	$k_{st}$	Manning-Strickler-Beiwert	[m <sup>1/3</sup> /s]
	v	Fließgeschwindigkeit	[m/s]
	h	Wassertiefe	[m]
	$h_{korr} = h$	für $h \geq 0,5$ m	[m]
	$h_{korr} = (10 - 13,5 \cdot h)^{-0,588}$	für $h < 0,5$ m	[m]

Hierbei entspricht der Faktor (Multiplikator)  $1,02^{(T-20)}$  dem Temperaturkoeffizienten nach dem Ansatz nach Churchill et. al. (1962).

Bei der zu verwendenden Wassertiefe  $h_{korr}$  handelt es sich um eine Tiefenkorrektur, die dem Ausgleich rechnerisch überhöhter Einträge bei niedrigen Wassertiefen dient.

Die temperaturangepasste Wiederbelüftungsrate  $k_2$  beschreibt die Austauschgeschwindigkeit von gelöstem Sauerstoff zwischen Wasser und Luft. Das Produkt der Rate  $k_2$  mit der Differenz zwischen Sättigungs- und aktueller Sauerstoffkonzentration (Sauerstoffdefizit) ergibt die Wiederbelüftung.

#### Hinweis zum Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012):

Im Gütemodell SWQM werden – im Gegensatz zu vielen anderen Gewässergütemodellen – Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe dynamisch aus der aktuellen hydraulischen Berechnung (und nicht aus den vom Anwender vorzugebenden mittleren Werten [siehe Leitfaden (HMULV, 2004a)]) ermittelt.

Der Rauigkeitsbeiwert  $k_{st}$  zur Beschreibung der Rauigkeit der Gewässersohle ist vom Anwender vorzugeben.



**Hinweis zum Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012):**

Die Wiederbelüftung an Wehren und Abstürzen wird im Gütemodell SWQM nicht berücksichtigt, da hierfür ein erheblicher Datenerhebungsaufwand zur Beschreibung der Wehre und Abstürze entlang der Gewässerstrecke erforderlich wäre.

**6.4.2.6 Sauerstoffzehrende Prozesse im Sediment**

Bei der Modellierung ist der Sedimentsauerstoffbedarf zu berücksichtigen. In Analogie zu anderen Gewässergütemodellen (z. B. Lijklema, 1996; QUAL2E, Bowie et al., 1992) kann dieser in vereinfachter Form durch einen Koeffizienten in  $[g/m^2*d]$  beschrieben werden.

**Hinweis zum Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012):**

Die in Tab. 11 für den Sedimentsauerstoff angegebene Rate zeichnet sich u. a. dadurch aus, dass infolge der Division durch die Wassertiefe  $h$  (Tab. 11: Spalte 9, Zeile 3) ein geringerer Einfluss des Sedimentsauerstoffbedarfs auf den Sauerstoffgehalt der gesamten Wassersäule beschrieben wird.

Der durch den Sedimentsauerstoffbedarf entstehende Einfluss auf den Karbonatgehalt kann bei der Modellierung vernachlässigt werden.

**6.4.2.7 Photosynthese**

Der Einfluss der Photosynthese auf den Sauerstoffhaushalt eines Gewässers kann nur dann ausreichend abgebildet werden, wenn wichtige Prozesse wie die Licht- und Dunkelatmung der photosynthetisch aktiven Biomasse (z. B. Makrophyten, Algen im Gewässer) und damit die biogene Wiederbelüftung (chemischer Prozess) sowie die Temperaturverhältnisse, die Beschattung (infolge Uferbewuchs) des jeweiligen Gewässerabschnittes zum jeweiligen Zeitpunkt und der Bewölkungsgrad in die Betrachtung eingehen. Da diese Detailinformationen im Regelfall nicht vorliegen und die Wechselwirkungen insgesamt sehr komplex sind, wird empfohlen, den Einfluss der Photosynthese über eine Photosynthese-Aktivitätsrate und die geographische Breite zu modellieren. Zur Berücksichtigung der geographischen Breite ist für Hessen die Annahme eines mittleren Breitengrades von 51 Grad ausreichend. Aus der - jahres- und tageszeitlich veränderlichen – Sonnenhöhe wird hierdurch eine Näherung des Einflusses des Tageslichtes auf die Photosynthese berücksichtigt (Schütze, 2011).

**Hinweis zum Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012):**

Die in Tab. 11 für die Photosynthese angegebene Rate (Spalte 9) enthält einen Faktor  $(90-51)/(90*\pi)$ , der eine Mittelung des Wertes über das Jahr zur Folge hat.

### 6.4.2.8 Ammoniaktoxizität

Der durch den Parameter  $\text{NH}_4\text{-N}$  erfasste Ammonium-Stickstoff hat eine überaus große Bedeutung in den Gewässern, da dieser in Abhängigkeit von der Temperatur und dem pH-Wert als Ammoniumionen  $\text{NH}_4^+$ , aber auch in seiner dissoziierten Form als Ammoniak  $\text{NH}_3$  auftreten kann, das für Fische akut toxisch ist (siehe Kap. 6.4.2.1).

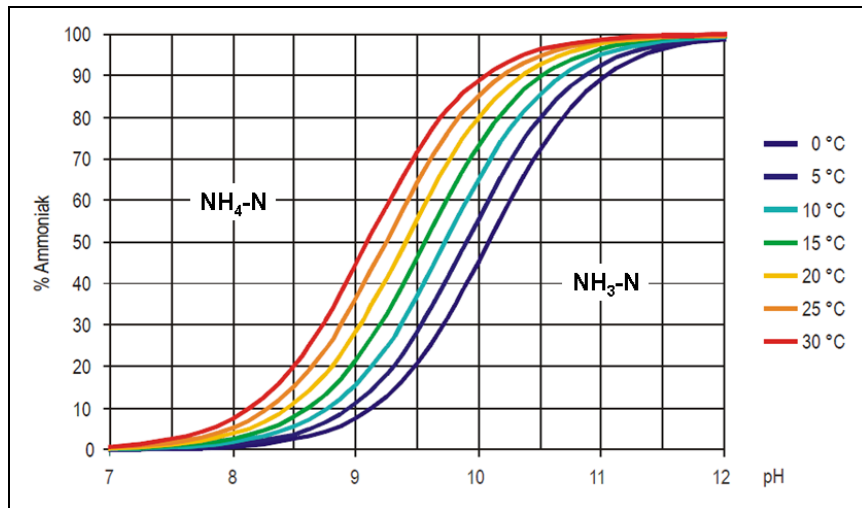


Abb. 32: Prozentuale Verteilung von Ammoniak/Ammonium in Abhängigkeit vom pH-Wert und von der Temperatur (Liechti, 2010; in Anlehnung an Emerson, 1975)

Im Gewässer liegen pH-Werte üblicherweise zwischen 7 und 12. Abb. 32 zeigt die prozentuale Verteilung von Ammoniak/Ammonium in Abhängigkeit vom pH-Wert und von der Temperatur. Ab einem pH-Wert von 7,5 nimmt der Anteil des Ammoniaks exponentiell zu. Der Einfluss der Temperatur ist gerade bei pH-Werten zwischen 8 und 11 sehr ausgeprägt.

Der Ammoniakanteil des Ammonium-Stickstoffs kann mit dem Ansatz nach Emerson (1975) berechnet werden. Hierfür muss zunächst der resultierende pH-Wert im Gewässer nach einer Einleitung bestimmt werden. Dies erfolgt mit dem Ansatz nach Jordan (1989) zur Berechnung des pH-Wertes. Es wird zunächst die Konzentration der gelösten Karbonate in der Entlastung und im Gewässerzufluss bestimmt. Hierfür sind Angaben zu pH-Wert im Gewässer vor der Einleitung (Vorbelastung) und der jeweiligen Abwassereinleitungen erforderlich. Ausführungen zu dem anzusetzenden pH-Werten sind den Kap. 7.4.2 und 7.4.3 zu entnehmen.

$$C_T \cong \text{Alk} \cdot \left( \frac{10^{-\text{pH}}}{10^{-6,3}} + 1 \right) \quad (7)$$

Mit:  $C_T$  Konzentration der gelösten Karbonate [mmol/l]  
Alk Alkalinität [mmol/l]

Die Alkalinität lässt sich mit der Beziehung

$$\text{Alk} = 2,0 \cdot (\text{pH} - 6,0) \quad (8)$$

rechnerisch ermitteln. In der nachfolgenden Tabelle ist die hieraus abgeleitete Alkalinität für einige pH-Werte angegeben:

<b>pH-Wert [-]</b>							6,5	6,6	6,7	6,8	6,9
<b>Alkalinität [mmol/l]</b>							1	1,2	1,4	1,6	1,8
<b>pH-Wert [-]</b>	7	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	
<b>Alkalinität [mmol/l]</b>	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	
<b>pH-Wert [-]</b>	8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	
<b>Alkalinität [mmol/l]</b>	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,6	5,8	
<b>pH-Wert [-]</b>	9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5					
<b>Alkalinität [mmol/l]</b>	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7					

Tab. 13: Gewässeralkalinitäten in Abhängigkeit vom pH-Wert (HMULV, 2004b; modifiziert)

Anschließend wird jeweils die resultierende Alkalinität und die Konzentration der gelösten Karbonate im Gewässer durch eine Mischungsrechnung ermittelt (siehe HMULV, 2004b; Muschalla, 2006):

$$C_{T,G} = \frac{C_{T,V} \cdot Q_G + C_{T,E} \cdot Q_E}{Q_G + Q_E} \quad (9)$$

mit:

$C_{T,G}$	Konzentration der gelösten Karbonate im Gewässer	[mmol/l]
$C_{T,V}$	Konzentration der gelösten Karbonate vor der Einleitung	[mmol/l]
$C_{T,E}$	Konzentration der gelösten Karbonate der Einleitung	[mmol/l]
$Q_G$	Abfluss Gewässer vor der Einleitung	[m <sup>3</sup> /s]
$Q_E$	Abfluss der Einleitung	[m <sup>3</sup> /s]

$$ALK_G = \frac{ALK_V \cdot Q_G + ALK_E \cdot Q_E}{Q_G + Q_E} \quad (10)$$

mit:

$ALK_G$	Alkalinität im Gewässer	[mmol/l]
$ALK_V$	Alkalinität im Gewässer vor der Einleitung	[mmol/l]
$ALK_E$	Alkalinität der Einleitung	[mmol/l]

Der Einfluss der Nitrifikation auf die Alkalinität (leicht absinkend), die für die Ermittlung des Ammoniaks bedeutsam ist, kann bei der Modellierung vernachlässigt werden (siehe auch Kap. 6.4.2.4).

Aus der Alkalinität und der Konzentration der gelösten Karbonate im Gewässer lässt sich der pH-Wert im Gewässer berechnen:

$$\text{pH}_G \cong -\log \left( \frac{10^{-6,3} \cdot C_{T,G} - 10^{-6,3} \cdot ALK_G}{ALK_G} \right) \quad (11)$$

mit:  $\text{pH}_G$  pH-Wert im Gewässer [-]

Mit dem pH-Wert und der Temperatur im Gewässer wird die Ammoniak-Stickstoff-Konzentration nach Emerson (1975) berechnet:

$$[\text{NH}_3\text{-N}] = \frac{1}{10^{(\text{pK}_S - \text{pH})} + 1} \cdot ([\text{NH}_4^+\text{-N}] + [\text{NH}_3\text{-N}]) \quad (12)$$

mit:

$$\text{pK}_S = 0,09018 + \frac{2729,92}{273,2 + T} \quad (13)$$

$[\text{NH}_3\text{-N}]$	molare Konzentration des $\text{NH}_3\text{-N}$	(Ammoniak-Stickstoff)
$[\text{NH}_4^+\text{-N}]$	molare Konzentration des $\text{NH}_4^+\text{-N}$	(Ammonium-Stickstoff)
T	Wassertemperatur [°C]	

**Hinweis zum Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012):**

Im Gütemodell werden der Karbonatgehalt und der pH-Wert entsprechend den o. g. Formeln aus dem aktuellen Abflussgeschehen im Gewässer simuliert. Ebenfalls aus dem aktuellen Abflussgeschehen wird aus dem Summenparameter Ammoniumstickstoff / Ammoniakstickstoff ( $\text{SNH} = \text{NH}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ ) in Abhängigkeit von pH-Wert und Temperatur die Konzentration des fischgiftigen Ammoniakstickstoffs ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) ermittelt.

#### 6.4.2.9 Phosphor

Die Konzentrationen für  $\text{P}_{\text{ges}}$  (optional auch für o- $\text{PO}_4\text{-P}$ ) im Gewässer sind zumindest über eine Mischungsrechnung zu ermitteln und über die Zeit in den einzelnen Gewässerabschnitten auszugeben.

## 7. Fachliche Anforderungen an die Immissionsnachweise

### 7.1 Überblick über die zu führenden Nachweise

Um die Gewässerverträglichkeit von Abwassereinleitungen im Gewässer abschätzen zu können, ist es erforderlich, für die hydraulischen und die stofflichen Auswirkungen gesonderte Nachweise zu führen:

#### I. Hydraulischer Nachweis (Kap. 7.3)

Es ist nachzuweisen, dass kritische Abflussereignisse im Gewässer infolge von Abwassereinleitungen in Abhängigkeit vom Wiederbesiedlungspotential der zu betrachtenden Gewässerstrecke nicht häufiger als ein- bzw. zweijährlich auftreten (Näheres vgl. Kap. 7.3.2). Der hydraulische Nachweis ist auf der Basis einer extremwertstatistischen Auswertung von Abflussganglinien durchzuführen, die aus langjährigen Regenreihen erzeugt werden.

**Hinweis zur Sohlschubspannung:**

Bei der ausschließlichen Begrenzung des Abflusses erfolgt keine Differenzierung nach dem Fließgewässertyp (feinmaterialreich, grobmaterialreich), der bei gleichem Abfluss aufgrund einer unterschiedlichen (natürlichen) Gewässersohle hinsichtlich der Bettbewegung und des Abdriftens von Kleinstlebewesen unterschiedlich reagiert und beeinflusst wird. Obwohl die Sohlschubspannung eine sinnvolle Nachweisgröße darstellt, ihre Bestimmung jedoch mit einer deutlich genaueren Betrachtung eines jeden Gewässerabschnittes mit dem Erfordernis der Erhebung weiterer engmaschiger Eingangsdaten verbunden ist, wird ein Sohlschubspannungsnachweis nicht gefordert.

**II. Stoffliche Nachweise**

Zur Abschätzung der stofflichen Auswirkungen der Abwassereinleitungen im Gewässer sind folgende Nachweise zu führen:

- a) Nachweis der **minimalen Sauerstoffkonzentrationen** (Kap. 7.4.4.3, 7.4.5.3)
- b) Nachweis der **maximalen Ammoniakstickstoffkonz.** (Kap. 7.4.4.4, 7.4.5.4)

Wie den Abb. 1 und Abb. 3 (Verfahrensschemata) zu entnehmen ist, ist es beim stofflichen Nachweis zulässig, für die beiden Nachweisparameter Sauerstoff und Ammoniakstickstoff zunächst einen vereinfachten Nachweis zu führen. Wenn die Nachweiswerte (Grenzwerte) des vereinfachten stofflichen Nachweises nicht eingehalten werden, so dass hieraus in der Folge Maßnahmen zur Reduzierung der stofflichen Belastungen infolge der Abwassereinleitungen abzuleiten wären, wird vor der Planung derartiger Maßnahmen dringend empfohlen, den erweiterten Nachweis zu führen.

**Hinweis zum Gesamt-Phosphor:**

Ein Nachweis für den Parameter **Gesamt-Phosphor** muss nicht geführt werden. Die Konzentrationen für Pges im Gewässer sind jedoch zumindest über eine Mischungsrechnung zu ermitteln und über die Zeit in den einzelnen Gewässerabschnitten auszugeben!

Die nachfolgende Tabelle gibt einen ersten Überblick über die Unterschiede in den Nachweisarten und den beiden Nachweisebenen bei den stofflichen Nachweisen:

Nachweisart		Regenreihe	Nachweiswert (Grenzwert)
hydraulisch		langjährige Regenreihe	Einzelwert (extremwertstatistische Auswertung von Abflussganglinien)
stofflich	vereinfacht	Sauerstoff	Einzelwert
		Ammoniak	Einzelwert
	erweitert	Sauerstoff	Neuner-Matrix
		Ammoniak	Neuner-Matrix

Tab. 14: Überblick über die Unterschiede in den Nachweisarten

## 7.2 Nachweisorte

### 7.2.1 Nachweisorte für den hydraulischen Nachweis

Die Nachweisorte beim hydraulischen Nachweis (Q-Nachweis) sind grundsätzlich immer die Einleitestellen der Abwasseranlagen. Der hydraulische Nachweis ist daher mindestens für jeden Gewässerabschnitt (Gerinneelement) zu führen, in den Abwasser eingeleitet wird (vgl. Abb. 33: Gerinneelemente G3, G5, G7, G10 und G84).

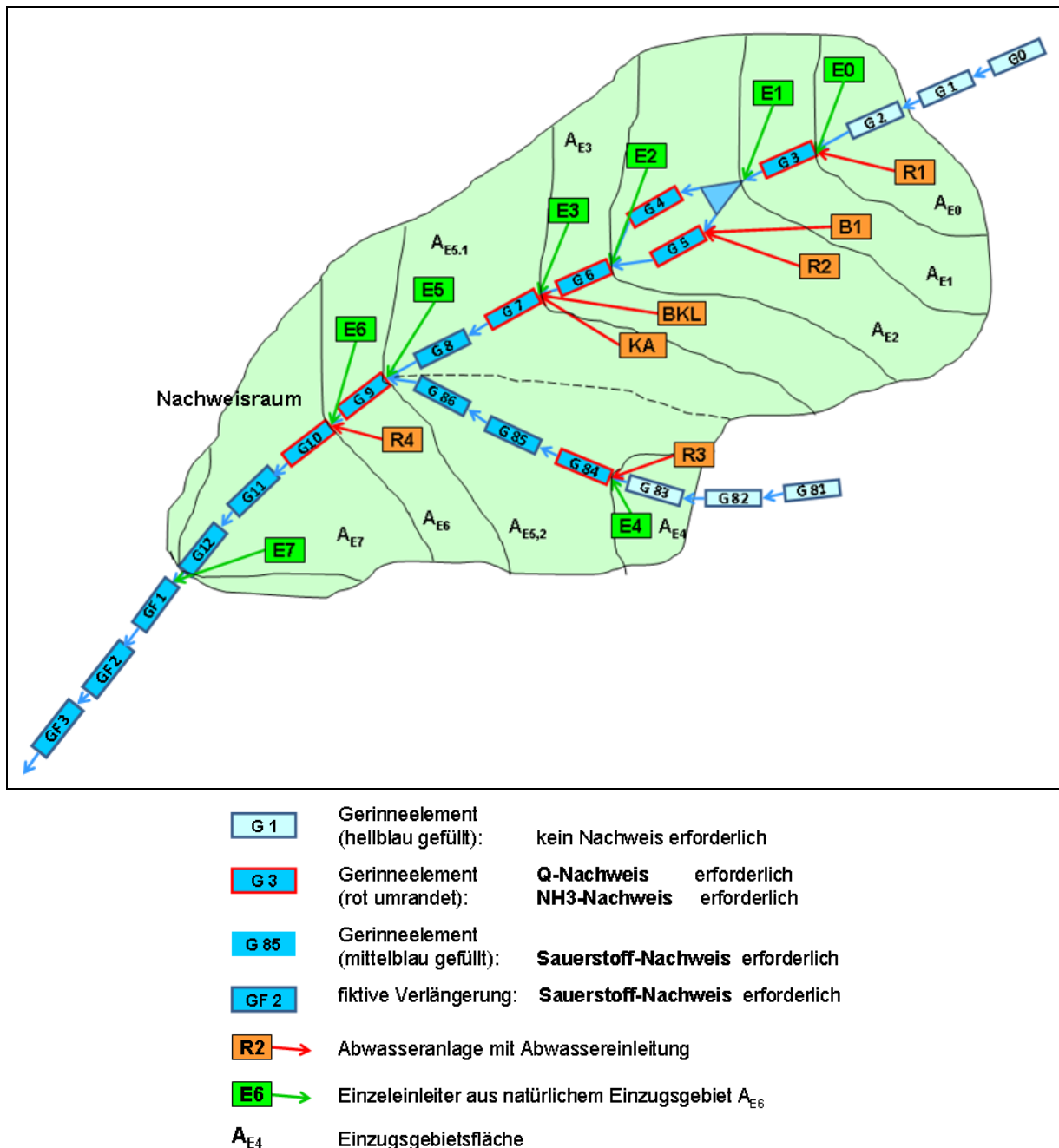


Abb. 33: Schematische Darstellung der Nachweisorte für den hydraulischen Nachweis, den Sauerstoff- und den Ammoniakstickstoff-Nachweis

Zusätzlich sind hydraulische Nachweise an folgenden Stellen zu führen:

- bei **Verzweigungen** im Gewässer in beiden Gewässerarmen sowie in mehreren Gewässerabschnitten unterhalb des Zusammenflusses, unabhängig davon, ob in diesen Abschnitten eine Abwassereinleitung stattfindet. (Abb. 33: G4, G6, G7)
- im Element hinter der Einmündung eines Nebengewässers (vgl. Abb. 33: G9)
- optional im ersten fiktiven Verlängerungsabschnitt (Kap. 7.2.2; vgl. Abb. 33: GF1)

Aus der Abb. 33 wird ersichtlich, dass auch der **Abfluss aus dem natürlichen Einzugsgebiet** (vgl. Kap. 7.3.1 bzw. 7.4.1) für folgende Orte zu ermitteln ist:

- für jede Einleitestelle (Einzugsgebiet bis zur Einleitestelle) (vgl. Abb. 33: E0, E1, E3, E4 und E6)
- vor und hinter einer Verzweigung (vgl. Abb. 33: E1 und E2)
- hinter der Einmündung eines Nebengewässers (vgl. Abb. 33: E5)
- vor dem ersten fiktiven Verlängerungsabschnitt (vgl. Abb. 33: E7)

Die entsprechenden Teileinzugsgebiete (in Abb. 33: A<sub>E0</sub> bis A<sub>E7</sub>) sind den hydraulischen Nachweisorten entsprechend einzuteilen und zu ermitteln (vgl. auch Kap. 8.4).

**Hinweis:** Bei Einleitungen in Gewässer mit nachweislich<sup>1</sup> fehlender ökologischer Entwicklungsfähigkeit insbesondere in nicht ständig wasserführenden Gewässern (Entwässerungsgräben) sind die gewässerbezogenen Einleitungsanforderungen nicht an diesen Einleitestellen zu prüfen, sondern an den Einleitestellen der Gräben in die ökologisch entwicklungsfähigen Gewässer (und diese Anforderungen - entsprechend übertragen - an den Einleitestellen zu stellen); dies ist bei der Modellerstellung für den rechnerischen Nachweis entsprechend zu berücksichtigen. Fragen des Grundwasserschutzes sind dabei gesondert zu klären.

## 7.2.2 Nachweisorte für den Sauerstoff-Nachweis

Beim Sauerstoff-Nachweis geht es darum nachzuweisen, dass die durch die Abwassereinleitungen hervorgerufene Sauerstoffzehrung (Minimalkonzentrationen des Sauerstoffs im Gewässer) den jeweils maßgebenden Nachweiswert (Grenzwert) nicht unterschreitet.

Wenn bekannt wäre, an welchem Ort im Gewässer die niedrigste O<sub>2</sub>-Konzentration auftritt, wäre ein Nachweis an dieser Stelle ausreichend. Da dies aufgrund zahlreicher Einflussfaktoren (chemische und physikalische sich zeitlich verändernde Randbedingungen) sowie der Überlagerung unterschiedlicher Einleitungen etc. jedoch nicht bekannt ist, ist der Sauerstoff-Nachweis **für alle Gewässerabschnitte innerhalb des Nachweisraumes** zu führen. Die gesamte Gewässerstrecke unterhalb der ersten im

---

<sup>1</sup> Mit Hilfe eines biologischen Fachgutachtens muss nachgewiesen werden, dass der von der Einleitung betroffene Gewässerabschnitt nicht über eine typische Biozönose (für Temporärgewässer) verfügt und sich diese auch potenziell nicht entwickeln kann (Erftverband, 2005).

Nachweisraum zu betrachtenden Einleitestelle einer Abwasseranlage ist auf die jeweils niedrigste Sauerstoffkonzentration hin abzuprüfen.

Bei der Modellierung der Sauerstoffkonzentration im Gewässer zur Abschätzung des Minimums ergibt sich die Schwierigkeit, dass Minimalwerte meist erst in deutlicher Entfernung von den jeweiligen Einleitestellen zu erwarten sind, d. h. in unterhalb gelegenen Gewässerabschnitten, in denen sich in der Regel zusätzliche Einflüsse (weitere Abwassereinleitungen, Belastungen aus diffusen Quellen, weitere Zuflüsse, Einmündungen in größere Gewässer etc.) überlagern. Nicht zu vernachlässigen ist der Umstand, dass der Nachweisraum (vgl. Kap. 3) im Hinblick auf die sich gegenseitig beeinflussenden Abwassereinleitungen abzugrenzen ist. Die niedrigsten Sauerstoffkonzentrationen, die zumindest auch aus den innerhalb des Nachweisraumes zu betrachtenden Abwassereinleitungen resultieren, können daher auch außerhalb des gemäß Kap. 3 abzugrenzenden Nachweisraumes liegen.

Um die Sauerstoffminima dennoch abschätzen zu können, ist das Gewässer am Ende des Nachweisraumes **fiktiv um etwa 20 km zu verlängern**. Auch **in jedem der fiktiven Gerinneabschnitte** ist ein Sauerstoff-Nachweis zu führen.

#### Hinweis zum Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012)

Bei Verwendung des Werkzeugpakets wird empfohlen,

- drei fiktive Gerinnebausteine mit einer Länge von jeweils 7,5 km sowie
- einen vierten fiktiven Gerinnebaustein mit einer Länge von 300 m vorzusehen (vgl. auch schematische Abb. 34).

Es wird von einer fiktiven Verlängerung des letzten Gewässerabschnitts vor der Grenze des Nachweisraums ausgegangen, ohne weitere stoffliche und hydraulische Belastungen sowie Änderungen der Gewässerstruktur der unterhalb gelegenen Gewässerabschnitte in der Realität zu berücksichtigen. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Vorgehen.

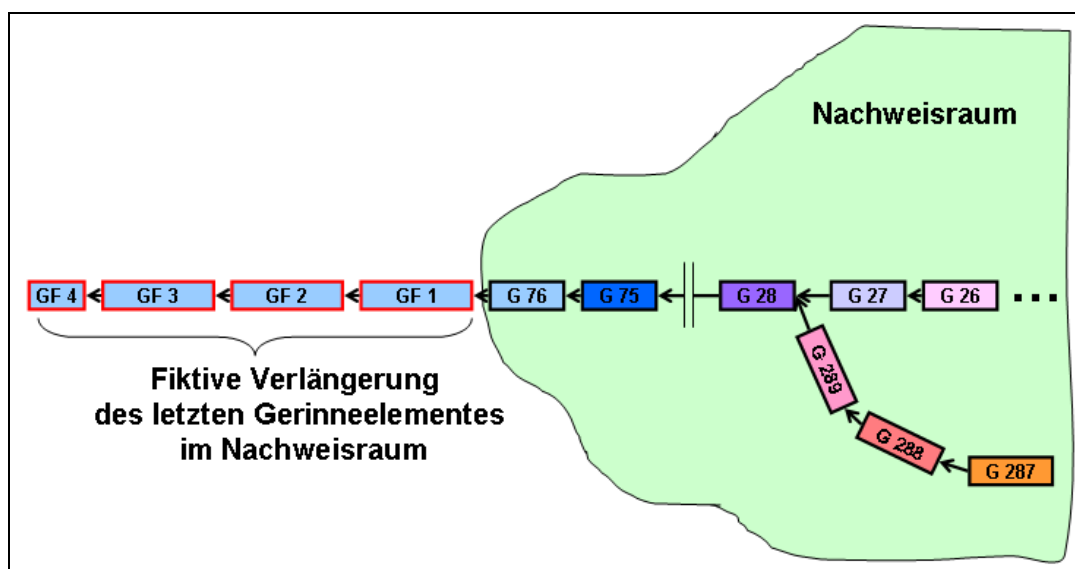


Abb. 34: Fiktive Verlängerung des letzten Gewässerabschnitts im Nachweisraum



Bei der **Definition der fiktiven Gerinneabschnitte** sollten die Gerinnedaten (Querprofil, Rauigkeit, Gefälle) des letzten Gerinneabschnittes im Nachweisraum übernommen werden. Der fiktive Abschnitt soll jedoch eine erheblich größere Länge als der letzte reale Abschnitt aufweisen. Abweichend hiervon ist jedoch Folgendes zu beachten:

- a) Wenn der letzte reale Gewässerabschnitt ein **Staubereich** ist, so sollte der letzte nicht gestaute Gewässerabschnitt für die fiktive Verlängerung angesetzt werden.
- b) Wenn unterhalb des letzten Gewässerabschnitts in dem realen Gewässerverlauf Staubereiche vorhanden sind, dann muss dies bei der abschließenden Bewertung des rechnerischen Sauerstoff-Nachweises unbedingt berücksichtigt werden !

### Erläuterung zum Ansatz der fiktiven Verlängerung

Wenn die realen Gewässergegebenheiten unter Berücksichtigung der Veränderungen der Sohlenverhältnisse (Breite, Struktur, Gefälle, etc.), einmündender Nebengewässer, weiterer Abwassereinleitungen und ggf. der Einmündung in größere Gewässer in die Betrachtung einbezogen werden sollen, lässt sich angesichts der großen Entfernungen, in denen Sauerstoffdefizite auftreten können, bei der in Hessen bestehenden Siedlungsstruktur keine handhabbare Abgrenzung des Nachweisraumes durchführen. Selbst wenn nicht der im BWK M7 (BWK, 2008) dargestellte Ansatz (Ausdehnung des Nachweisraumes bis zu der Gewässerstelle, an der wieder 99 % der O<sub>2</sub>-Ursprungskonzentration erreicht sind) verfolgt wird, sondern der Nachweisraum sich lediglich bis zu der Gewässerstelle mit dem zu erwartenden Sauerstoffminimum erstreckt, wäre die Anwendbarkeit des Leitfadens grundsätzlich in Frage zu stellen.

#### **Hinweis:**

Bei der Zugrundelegung einer **fiktiven Gerinneverlängerung** lassen sich die realen Sauerstoffverhältnisse im Gewässer nicht exakt abbilden. Da unter natürlichen Verhältnissen bach- bzw. flussabwärts durch Verbreiterung des Gewässers mit in der Regel abnehmender Fließgeschwindigkeit und abnehmendem Gefälle mit einer geringeren Wiederbelüftungsrate und damit ungünstigeren Sauerstoffverhältnissen zu rechnen ist, kann durch die Methode einer fiktiven Verlängerung eines Gerinnes nicht das schlimmstenfalls zu erwartende Sauerstoffdefizit („worst case“) abgeschätzt werden, denn das fiktive Gerinne weist infolge seiner Anlehnung an das Gerinneprofil des letzten Gewässerabschnittes im Nachweisraum hinsichtlich der Sauerstoffsituation meist etwas günstigere Bedingungen auf. Es kann daher nicht unbedingt von einer Betrachtung „auf der sicheren Seite“ ausgegangen werden.

Der **Ansatz**, die realen Gerinnedaten (Breite, Struktur, Gefälle, etc.) zugrunde zu legen, die zusätzlichen Einflüsse (weitere Abwassereinleitungen, Belastungen aus diffusen Quellen, weitere Zuflüsse, Einmündungen in größere Gewässer, etc.) aber zu vernachlässigen, ist nicht geeignet, die realen Sauerstoffverhältnisse im Gewässer abzubilden, würde aber einen erheblichen Aufwand zur Erhebung der Gerinnedaten nach sich ziehen.

### 7.2.3 Nachweisorte für den Ammoniakstickstoff-Nachweis

Die Nachweisorte beim Ammoniakstickstoff-Nachweis sind grundsätzlich immer die Einleitestellen der Abwasseranlagen. Dieser Nachweis ist daher mindestens für jeden Gewässerabschnitt (Gerinneelement) zu führen, in den Abwasser eingeleitet wird (vgl. Abb. 33: Gerinneelemente G3, G5, G7, G10 und G84).

Zusätzlich sind Ammoniak-Nachweise an folgenden Stellen zu führen:

- bei **Verzweigungen** im Gewässer in beiden Gewässerarmen sowie im Gewässerabschnitt unterhalb des Zusammenflusses, unabhängig davon, ob in diesen Abschnitten eine Abwassereinleitung stattfindet. (vgl. Abb. 33: G4 und G6)
- im Element hinter der Einmündung eines Nebengewässers (vgl. Abb. 33: G9)
- optional im ersten fiktiven Verlängerungsabschnitt (Kap. 7.2.2; vgl. Abb. 33: GF1)

Damit entsprechen die Nachweisorte für den Ammoniak-Nachweis fast genau denen des hydraulischen Nachweises (Unterschied: beim hydraulischen Nachweis Betrachtung mehrerer Gewässerabschnitte unterhalb eines Zusammenflusses).

## 7.3 Hydraulischer Nachweis

### 7.3.1 Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebieten

Die Nachweisgröße für den hydraulischen Nachweis ist der einleitungsbedingte Gewässerabfluss. Diese Größe ist nicht zwingend über eine Langzeitsimulation nachzuweisen. Die Berechnung der Abflüsse aus den natürlichen Einzugsgebieten mit Hilfe deterministischer Modelle erfordert neben den meteorologischen Eingangsdaten eine mathematisch-physikalische Beschreibung des Einzugsgebietes, um die Abflussbildung und Abflusskonzentration ermitteln zu können.

Bei der Weiterentwicklung des Leitfadens 2004 (HMULV, 2004a) wurde der Schwerpunkt nicht auf die Entwicklung eines Niederschlags-Abfluss-Modells gelegt. In Anlehnung an den Leitfaden 2004 wird es als ausreichend angesehen, die Abflüsse aus den natürlichen Einzugsgebieten zum Zeitpunkt des Einsetzens eines Regenereignisses im Siedlungsentwässerungsgebiet bis zur niederschlagsbedingten Änderung der Abwassereinleitungen (Kläranlagenablauf, Anspringen der ersten Mischwasserentlastungsanlage bzw. der ersten Regenwassereinleitung) als stationär anzunehmen. In Fließrichtung nimmt der Abfluss im Gewässer aufgrund des zunehmenden Einzugsgebietes natürlich (zahlenmäßig) zu.

Im Rahmen einer vom HMUENV im Jahre 2009 in Auftrag gegebenen Analyse korrespondierender Pegel- und Niederschlagsdaten (SYDRO Consult, 2010) wurde untersucht, auf welchen Gewässerabfluss ein Niederschlagsereignis der Jährlichkeit 1 mit welcher Wahrscheinlichkeit trifft. Die Untersuchung erfolgte auf der Basis von Pegel- und Niederschlagsdaten des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) und von Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Insgesamt konnten 28 Datenpaare (Pegel – Niederschlagsstation) der Analyse zugrunde gelegt werden, wobei diese Pegel Einzugsgebiete von 6 bis 490 km<sup>2</sup> umfassen. Im Jahre 2011 wurde ergänzend eine vergleichbare Untersuchung für Niederschlagsereignisse der Jährlichkeit 2 durchgeführt (SYDRO Consult, 2011).

Auf der Grundlage dieser Untersuchungen wurde festgelegt, für den hydraulischen Nachweis als stationären Abfluss (hydraulische Vorbelastung)  $Q_{\text{Gew.,Vorb.,hydraul.}}$ .

- bei Niederschlagsereignissen der Jährlichkeit 1

$$Q_{\text{Gew.,Vorb.,hydraul.}} = 4 * MQ \quad (14)$$

- bei Niederschlagsereignissen der Jährlichkeit 2

$$Q_{\text{Gew.,Vorb.,hydraul.}} = 5,5 * MQ \quad (15)$$

mit MQ Mittelwasserabfluss [m<sup>3</sup>/s]

anzunehmen. Auf der genannten Datengrundlage ist davon auszugehen, dass

- ein einjähriges Niederschlagsereignis mit einer annähernd 90 %-igen Wahrscheinlichkeit auf einen Gewässerabfluss trifft, der kleiner als 4,0 MQ ist, und
- ein zweijährliches Niederschlagsereignis mit einer annähernd 90 %-igen Wahrscheinlichkeit auf einen Gewässerabfluss trifft, der kleiner als 5,5 MQ ist.

**Hinweis:** An jedem Nachweisort (Kap. 7.2) des hydraulischen Nachweises (vgl. Abb. 33) ist der Abfluss aus den hinzukommenden natürlichen Einzugsgebieten (Teileinzugsgebieten) zu berücksichtigen.

**Fall 1:** Das Wiederbesiedlungspotential (WBP) ist innerhalb des Nachweisraumes insgesamt als hoch zu bewerten (siehe Kap. 7.3.2, Anhang 6.4):

→ Berücksichtigung der natürlichen Einzugsgebiete **mit 4 \* MQ** (bzw. **4 ΔMQ** als Zuwachswert) (vgl. auch Kap. 8.4).

**Fall 2:** Das Wiederbesiedlungspotential (WBP) ist innerhalb des Nachweisraumes insgesamt als nicht hoch zu bewerten (siehe Kap. 7.3.2, Anhang 6.4):

→ Berücksichtigung der natürlichen Einzugsgebiete **mit 5,5 \* MQ** (bzw. **5,5 ΔMQ** als Zuwachswert)

### 7.3.2 Grenzwert für den zulässigen Gewässerabfluss

Die hydraulische Wirkung von Mischwasser- und Niederschlagswassereinleitungen auf die Gewässerbiozönose ist nicht allein von der Fließgeschwindigkeit und der Sohlschubspannung (bestimmt über den Einleitungs- und Gewässerabfluss) abhängig, sondern wird ebenso von der Häufigkeit und Dauer kritischer Belastungen sowie von der Gewässerstruktur bestimmt.

Die Nachweisgröße der ökologisch verträglichen hydraulischen Belastung orientiert sich an Abflussereignissen, die geeignet sind, die fließgewässertypspezifischen Lebensgemeinschaften dauerhaft zu schädigen und die Gewässerstruktur durch ihre bettverändernde Wirkung nachteilig zu verändern. Es handelt sich hierbei um Abflussereignisse, die in naturnahen Einzugsgebieten etwa zweijährlich vorkommen (siehe auch BWK, 2008; HMULV, 2004a). Ein solch „kritisches“ Abflussereignis lässt sich mit dem zweijährlichen potentiell naturnahen Hochwasserabfluss ( $HQ_{2\text{pnat}}$ ) umschreiben.

Das Ziel des hydraulischen Nachweises ist es zu ermitteln, wie häufig der kritische Abfluss ( $HQ_{2pnat}$ ) im Gewässer unter Berücksichtigung von Abwassereinleitungen erreicht wird (einleitungsbedingter Gewässerabfluss  $HQ_{urban}$ ). Da die Wirkung von Abflussereignissen in Abhängigkeit vom Wiederbesiedlungspotential (siehe Kap. 5.2) eines Gewässerabschnittes unterschiedlich ausfällt, wird die zulässige Häufigkeit des Auftretens eines Abflussereignisses mit dem Ausmaß des  $HQ_{2pnat}$  in Abhängigkeit vom Wiederbesiedlungspotential der Fließstrecke innerhalb des Nachweisraumes ( $WBP_{NWR}$ ) unterschieden.

Für die Beurteilung des  $WBP_{NWR}$  ist das Wiederbesiedlungspotential eines jeden 100 m-Gewässerabschnittes ( $WBP_{Gew,i}$ ) innerhalb des Nachweisraumes nach Kap. 5.2 zu beurteilen. Das Wiederbesiedlungspotential wird im Wesentlichen von der Gewässerstruktur und der Durchgängigkeit, aber auch von der Gewässergüte bestimmt.

### Es gilt Folgendes:

- a) Wenn mindestens 35 % der Fließstrecke im Nachweisraum (d. h. mindestens 35 % der 100 m-Abschnitte im NWR) über ein hohes Wiederbesiedlungspotential verfügen, ist von einem **insgesamt hohen  $WBP_{NWR}$**  auszugehen.
- b) Wenn die Anforderungen an ein insgesamt hohes Wiederbesiedlungspotential  **$WBP_{NWR}$**  im Nachweisraum nach Buchst. a) aktuell noch nicht erfüllt werden, aber von einer zeitnahen, mit der Wasserbehörde abgestimmten Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte und / oder Verminderung struktureller Defizite bereits gesichert ausgegangen werden kann, so können diese Maßnahmen bei der Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials der betreffenden 100 m-Gewässerabschnitte berücksichtigt werden. Auf dieser Basis ist zu prüfen, ob die Anforderungen an ein insgesamt hohes Wiederbesiedlungspotential  **$WBP_{NWR}$**  im Nachweisraum nach Buchst. a) erfüllt werden.
- c) In allen anderen Fällen ist von einem **insgesamt nicht hohen  $WBP_{NWR}$**  im Nachweisraum auszugehen.

Hydraulisch ist nachzuweisen, dass der kritische Gewässerabfluss mit dem Ausmaß des  $HQ_{2pnat}$  infolge der Abwassereinleitungen in Gewässern mit einem im Nachweisraum insgesamt hohen Wiederbesiedlungspotential ( $WBP_{NWR}$ ) nicht häufiger als einmal pro Jahr (einjährlich) und in Gewässern mit einem im Nachweisraum insgesamt nicht hohen  $WBP_{NWR}$  nicht häufiger als alle zwei Jahre (zweijährlich) auftritt. Für den einleitungsbedingten Gewässerabfluss der Jährlichkeit 1 ( $HQ_{1,urban}$ ) bzw. der Jährlichkeit 2 ( $HQ_{2,urban}$ ) (Ist-Wert) ist somit Folgendes nachzuweisen:

In Gewässern mit einem im Nachweisraum

- a) **insgesamt hohen Wiederbesiedlungspotential** gilt:

$$\boxed{HQ_{1,urban} \leq HQ_{2pnat}} \quad (16)$$

- b) **insgesamt nicht hohen Wiederbesiedlungspotential** gilt:

$$\boxed{HQ_{2,urban} \leq HQ_{2pnat}} \quad (17)$$

mit

$HQ_{1,urban}$	einjährlicher einleitungsbedingter Gewässerabfluss	$[m^3/s]$
$HQ_{2,urban}$	zweijährlicher einleitungsbedingter Gewässerabfluss	$[m^3/s]$
$HQ_{2pnat}$	zweijährlicher potentiell naturnaher Hochwasserabfluss	$[m^3/s]$

### 7.3.3 Hydraulisches Nachweisverfahren

Bei dem hydraulischen Nachweis ist eine hoch aufgelöste (Auflösung  $\Delta t = 5$  min), möglichst historische Regenreihe (mit einem Kontinuum von mindestens 10 Jahren) als Belastungsniederschlag für die Siedlungsgebiete anzusetzen (vgl. Kap. 8.3.1).

Wie im Kap. 7.3.1 ausgeführt, muss der Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebieten nicht unbedingt über ein Niederschlags-Abfluss-Modell ermittelt werden. Auch der Ansatz eines stationären Abflusses im Gewässer zum Zeitpunkt des Einsetzens des maßgebenden Regenereignisses bis zur niederschlagsbedingten Änderung der Abwassereinleitungen (Kläranlagenablauf, Anspringen der ersten Mischwasserentlastungsanlage bzw. der ersten Regenwassereinleitung) wird als ausreichend angesehen. In der Konsequenz dieses Ansatzes wird bei den Nachweisverfahren von einer Überregnung der Siedlungsgebiete ausgegangen.

Mit einer hoch aufgelösten, möglichst historischen Regenreihe ist der Gewässerabfluss  $HQ_{1,urban}$  bzw.  $HQ_{2,urban}$  aus den resultierenden Einleitungsabflüssen dynamisch zu simulieren. Der Index „urban“ wird verwendet, weil hierbei der Gewässerabfluss nur aufgrund von Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten („urbanen“ Gebieten) simuliert wird, für den Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebieten aber ein stationärer Wert angesetzt wird (siehe Kap. 7.3.1).

Aus den durch Simulation generierten einleitungsbedingten Abflüssen wird der Nachweiswert  $HQ_{1,urban}$  bzw.  $HQ_{2,urban}$  (Ist-Wert) in Abhängigkeit von Wiederbesiedlungspotential der gesamten Gewässerstrecke innerhalb des Nachweisraumes ermittelt und dem Abflussgrenzwert  $HQ_{2,pnat}$ , der nur einjährlich bzw. zweijährlich erreicht werden darf, gegenübergestellt (siehe Kap. 7.3.2).

Die Ermittlung des Nachweiswertes  $HQ_{1,urban}$  bzw.  $HQ_{2,urban}$  (Kap. 7.3.2) für die relevanten Nachweisorte erfolgt durch eine extremwertstatistische Auswertung der jeweiligen Abflussganglinien nach DVWK Merkblatt 251 (1999). Es wird auf Folgendes hingewiesen:

#### I. Erzeugung einer Partiellen Serie maximaler Abflusswerte

- a) Um die Ermittlung von  $HQ_{1,urban}$  bzw.  $HQ_{2,urban}$  nicht nur auf die simulierten Jahreshöchstabflusswerte zu stützen, ist eine Partielle Serie maximaler Abflusswerte zu erzeugen. Aus der simulierten Zeitreihe von **M Jahren** wird beispielsweise eine Anzahl  $L$  von  $L = 3 * M$  voneinander unabhängiger maximaler Abflussereignisse als partielle Serie entnommen (vgl. auch BWK, 2008). Diese Abflussereignisse sind auf Unabhängigkeit, Homogenität und das Vorhandensein von Ausreißern (DVWK 251/1999) zu prüfen.
- b) Alternativ hierzu kann die Partielle Serie noch während des Simulationsvorgangs durch Auswertung der bei der Simulation generierten Abflusswerte erzeugt werden (Erzeugung der Partiellen Serie „on-the-fly“; TU Darmstadt/ifak, 2010). Hierfür ist es erforderlich, einen Schwellenwert festzulegen, der der Ereignisabgrenzung dient bzw. definiert, welche Abflussereignisse in die weitere Betrachtung (Häufigkeitsauswertung) eingehen. Es ist darauf zu achten, dass bei der Erzeugung einer Partiellen Serie mittels eines Schwellenwertes die ausgewählten maximalen Abflusswerte unabhängig voneinander sind (siehe DVWK 251/1999).

## Festlegung des Schwellenwertes

Da nach Kap. 7.3.1 mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann, dass zum Zeitpunkt des Einsetzens niederschlagsbedingter Abwassereinleitungen bei Regenereignissen

- der Jährlichkeit 1 im Gewässer ein Abfluss von nicht mehr als  $4,0 \cdot MQ$  und
- der Jährlichkeit 2 im Gewässer ein Abfluss von nicht mehr als  $5,5 \cdot MQ$

vorherrscht, sollte der Schwellenwert zur Erzeugung einer Partiiellen Serie als Trockenwetterabfluss folgendermaßen festgelegt werden:

In Gewässern mit einem im Nachweisraum

### a) insgesamt hohen Wiederbesiedlungspotential (siehe Kap. 7.3.2)

$$\text{Schwellenwert} = 4,0 \cdot MQ + Q_{T,\text{Einleitungen}} + \sum Q_{T,\text{Oberlieger}} \quad (18)$$

### b) insgesamt nicht hohen Wiederbesiedlungspotential (siehe Kap. 7.3.2)

$$\text{Schwellenwert} = 5,5 \cdot MQ + Q_{T,\text{Einleitungen}} + \sum Q_{T,\text{Oberlieger}} \quad (19)$$

mit	$MQ$	Mittelwasserabfluss im Gewässer am Nachweisort
	$Q_{T,\text{Einleitungen}}$	Trockenwetterabfluss einer Kläranlage (Berücksichtigung ab Einleitestelle dieser Kläranlage)
	$\sum Q_{T,\text{Oberlieger}}$	Trockenwetterabfluss oberhalb liegender Kläranlagen im Nachweisraum

Die Höhe des Schwellenwertes ist entscheidend für die Auswahl der auszuwertenden Hochwasserereignisse wie die Abb. 35 veranschaulicht.

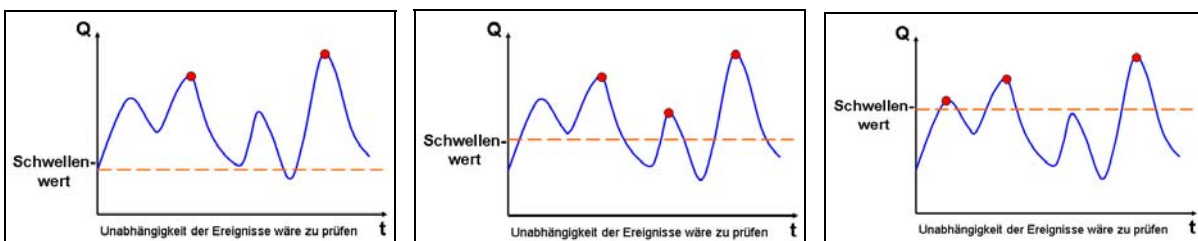


Abb. 35: Prinzip der Auswahl der auswertbaren Hochwasserereignisse in Abhängigkeit des Schwellenwertes

Der Schwellenwert ist für jeden Nachweisort des hydraulischen Nachweises (siehe Kap. 7.2.1) festzulegen.

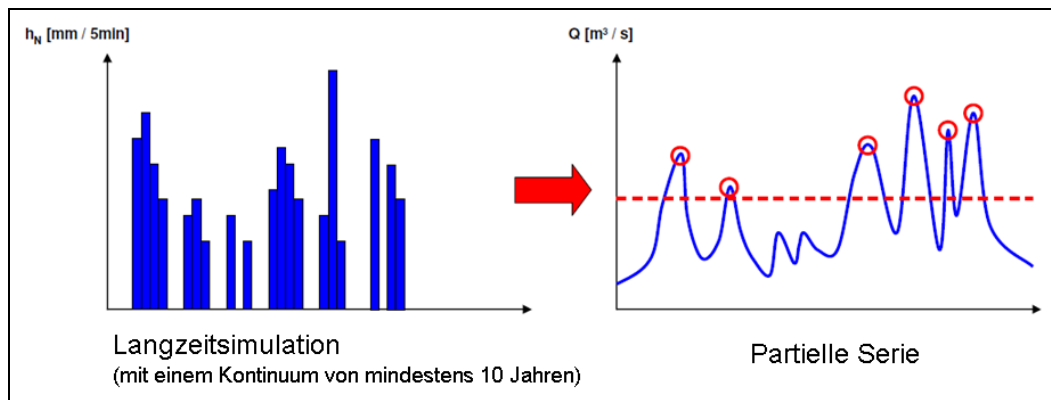


Abb. 36: Erzeugung einer Partiiellen Serie mittels Festlegung eines Schwellenwertes (TU Darmstadt, 2008)

## II. Ermittlung der Wiederkehrintervalle der maximalen Abflusswerte der Partiiellen Serie

Die ausgewählten maximalen Abflusswerte sind nach abnehmender Größe anzuordnen.

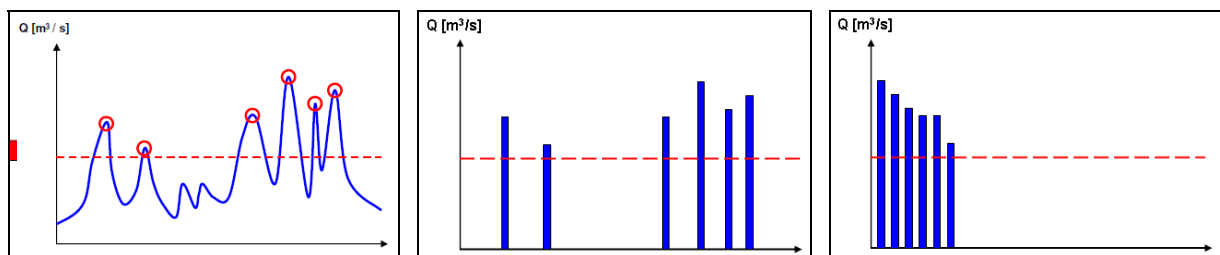


Abb. 37: Anordnung der Abflusswerte der Partiiellen Serie abnehmend nach der Größe

Die Ermittlung der HQ-Werte auf Basis der Häufigkeiten einer Partiiellen Serie ist gemäß DVWK 251 (1999) dann zulässig, wenn es sich um kleine Wiederkehrintervalle handelt. Dies ist bei der Durchführung eines Immissionsnachweises im Zusammenhang mit der Beurteilung der Gewässerverträglichkeit von Abwassereinleitungen der Fall.

Die aus der Partiiellen Serie ermittelten Wiederkehrintervalle beziehen sich zunächst auf den Stichprobenumfang  $L$  und müssen für jahresbezogene Aussagen (Simulationszeitraum  $M$  Jahre) mit dem Faktor  $M/L$  korrigiert werden.

Die rechnerische Zuordnung der Wiederkehrintervalle zu den ausgewählten Abflusswerten erfolgt für das Wiederkehrintervall T gemäß nachfolgender Gleichung (vgl. DVWK, 1999 sowie Sartor, 2008):

$$T = \frac{L + 0,4}{k - 0,3} \cdot \frac{M}{L} \quad (20)$$

mit:	T	Wiederkehrintervall eines Abflusswerts	[a]
	M	Anzahl der simulierten Jahre	[-]
	L	Anzahl der Abflusswerte (Anzahl der Werte in der Stichprobe)	[-]
	k	Ordnungszahl der Stichprobenwerte (in der absteigend angeordneten Reihe)	[-]
		k = 1 größter Wert der Stichprobe	
		k = L kleinster Wert der Stichprobe	

Das Wiederkehrintervall ist für jeden ausgewählten Abflusswert einzeln zu ermitteln.

### III. Ermittlung von $HQ_{1,urban}$ bzw. $HQ_{2,urban}$ durch Interpolation der ermittelten Wiederkehrintervalle

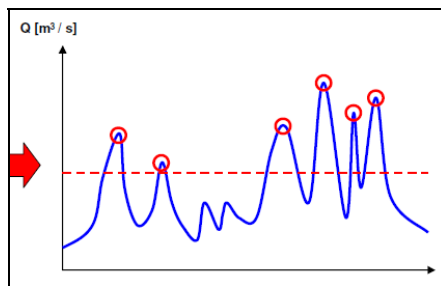
Nach Ermittlung der einzelnen Wiederkehrintervalle für die vorliegenden Abflusswerte der Partiellen Serie ist in Gewässern mit einem im Nachweisraum

- **insgesamt hohen Wiederbesiedlungspotential**  
für das Wiederkehrintervall T = 1 der Abflusswert für  $HQ_{1,urban}$ ,
- **insgesamt nicht hohen Wiederbesiedlungspotential**  
für das Wiederkehrintervall T = 2 der Abflusswert für  $HQ_{2,urban}$

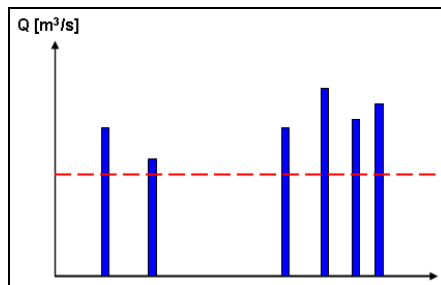
durch Interpolation zwischen den beiden Abflusswerten zu ermitteln, deren Wiederkehrintervall unmittelbar unterhalb und oberhalb des Intervalls 1 bzw. 2 liegen. In der Abb. 38 wird die Vorgehensweise zur Ermittlung des  $HQ_{1,urban}$  graphisch dargestellt.

Nach dem BWK M7 (BWK, 2008) wird empfohlen, die Interpolation mittels einer linearen Regression im halblogarithmischen Maßstab vorzunehmen. Soweit von einer halblogarithmischen Verteilungsfunktion der Wiederkehrintervalle ausgegangen werden kann, können die Abflusswerte über den natürlichen Logarithmus der Wiederkehrintervalle aufgetragen und durch lineare Regression der sich im Regelfall als Gerade darstellbaren Verteilungsfunktion der L Wertepaare ( $Q_i; \ln(T_i)$ ) ausgewertet werden. Es lässt sich eine Regressionsgerade in der Form  $Q = a \cdot \ln(T) + b$  ermitteln. Der Wert für  $HQ_{1,urban}$  bzw.  $HQ_{2,urban}$  lässt sich mit dem Wiederkehrintervall T = 1 bzw. 2 rechnerisch ermitteln.

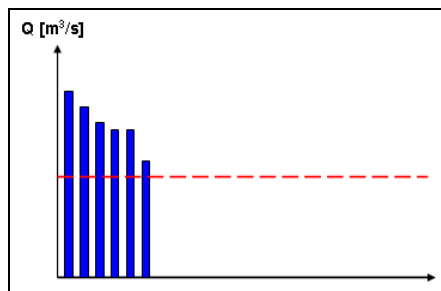




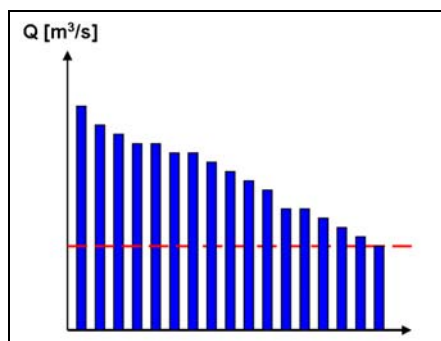
Erzeugung einer Partiiellen Serie (mittels Schwellenwert)



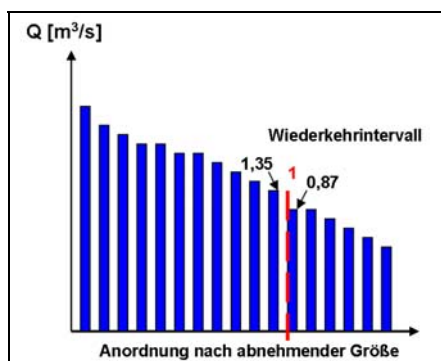
Darstellung einiger weniger ausgewählter maximaler Abflusswerte



Anordnung nach abnehmender Größe



Anordnung aller ausgewählten maximalen Abflusswerte nach abnehmender Größe und Ermittlung der einzelnen Wiederkehrintervalle



Ermittlung von  $HQ_{1,urban}$  durch Interpolation

Abb. 38: Vorgehen zur Ermittlung von  $HQ_{1,urban}$

## 7.4 Stoffliche Nachweise

Zur Abschätzung der stofflichen Auswirkungen der Abwassereinleitungen im Gewässer sind folgende Nachweise zu führen:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| a) Nachweis der <b>minimalen Sauerstoffkonzentrationen</b> | (Kap. 7.4.4.3, 7.4.5.3) |
| b) Nachweis der <b>maximalen Ammoniakstickstoff-Konz.</b>  | (Kap. 7.4.4.4, 7.4.5.4) |

### 7.4.1 Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebieten

Anders als beim hydraulischen Nachweis ist bei den stofflichen Nachweisen ein Gewässerabfluss zugrunde zu legen, der es erlaubt, die minimal (Sauerstoffkonzentration) bzw. maximal (Ammoniakkonzentration) auftretenden Stoffkonzentrationen im Gewässer mit hoher Wahrscheinlichkeit auf der sicheren Seite abzuschätzen. Hierfür ist ein niedriger Abfluss im Gewässer anzusetzen, so dass die stofflichen Prozesse „konzentriert“ ablaufen und die Abwassereinleitungen aufgrund ihrer stofflichen Inhaltsstoffe und Frachten die größten Auswirkungen auf das Gewässer haben.

Auf der Grundlage der im Kap. 7.3.1 kurz dargestellten Untersuchungen (SYDRO Consult, 2010 und 2011) wurde festgelegt, für die stofflichen Nachweise als stationären Abfluss (Vorbelastung)  $Q_{\text{Gew.,Vorb.,stoffl.}}$  folgende Werte anzusetzen:

Wenn der Wert für MNQ			
gesichert ermittelt vorliegt:	$Q_{\text{Gew.,Vorb.,stoffl.}}$	=	$MNQ$ (21)
ansonsten:	$Q_{\text{Gew.,Vorb.,stoffl.}}$	=	$0,1 * MQ$ (22)

Nach (SYDRO Consult, 2010) kann davon ausgegangen werden, dass ein einjähriges Niederschlagsereignis mit einer etwa 95 %-igen Wahrscheinlichkeit auf einen Gewässerabfluss trifft, der größer als MNQ ist. Für die stofflichen Nachweise ist der Ansatz des MNQ damit zu 95 % auf der sicheren Seite.

**Hinweis:** An jedem Nachweisort des Ammoniakstickstoff-Nachweises (Kap. 7.2.3) ist sowohl für den Ammoniakstickstoff-Nachweis als auch für den Sauerstoff-Nachweis der Abfluss aus den hinzukommenden natürlichen Einzugsgebieten (Teileinzugsgebieten) mit **MNQ bzw.  $0,1 * MQ$**  (als Zuwachswerte:  **$\Delta MNQ$  bzw.  $0,1 * \Delta MQ$** ) zu berücksichtigen.

### 7.4.2 Gewässervorbelastung

Wie im Kap. 4.1.1 ausgeführt, dient als Maßstab für die Bewertung des ökologischen Zustands immer der Referenzzustand des jeweiligen Fließgewässertyps (siehe Kap. 1.1.1 des Bewirtschaftungsplans (HMUELV, 2009b) und Anhang 1). Die anhand der biologischen Qualitätskomponenten klassifizierte sehr gute Zustandsklasse entspricht dabei vollständig oder weitgehend vollständig den natürlichen Bedingungen. Das Bewirtschaftungsziel für die biologischen Komponenten ist der gute ökologische Zustand, bei dem die Zusammensetzung und Häufigkeit der Arten nur geringfügig vom jeweiligen gewässertypspezifischen Referenzzustand abweicht.

Den allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten kommt eine unterstützende Bedeutung bei der Bewertung des ökologischen Zustandes/Potentials zu. Sie dienen vor allem der Ergänzung und Unterstützung der Interpretation der Ergebnisse für die biologischen Qualitätskomponenten.

In der Rahmenkonzeption Monitoring (LAWA, 2007) wurden Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten entwickelt, die für die anzunehmenden Gewässervorbelastungen wesentlich sind. Die **Hintergrundwerte** haben Eingang gefunden in die Anlage 6 OGewV, in der Anforderungen an den sehr guten ökologischen Zustand und das höchste ökologische Potential von Fließgewässern gestellt werden. Die **Orientierungswerte** stellen gemäß (LAWA, 2007) Schwellenwerte für den Übergang vom „guten“ zum „mäßigen“ Zustand/Potential dar.

Nach (HMUELV, 2009b) wurde in Hessen kein Wasserkörper festgestellt, der hinsichtlich aller relevanten biologischen Qualitätskomponenten einen sehr guten Zustand aufweist. Von den 419 bewerteten Wasserkörpern weisen insgesamt 25 Wasserkörper und damit 6 % der Wasserkörper einen guten Zustand auf. Der weitaus größere Anteil der Fließgewässer befindet sich hiernach noch nicht in einem guten ökologischen Zustand.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht vertretbar, in den Fließgewässern lediglich eine den Hintergrundwerten entsprechende Vorbelastung anzunehmen. Für die Vorbelastung im Gewässer als Eingangsgrößen für die stofflichen Nachweise sind die in der Tabelle 15 angegebenen Werte für die chemischen und physikalischen Parameter - differenziert nach den Fließgewässertypen – zugrunde zu legen. Von diesen Werten kann nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden. Der zuständigen Wasserbehörde sind Abweichungen auf Grundlage belastbarer und aussagekräftiger Daten nachzuweisen.

Fließgewässertyp		dominante Fisch-gemeinschaften		Wasser-temperatur	pH-Wert [-]	Sauer-stoff [mg/l]	BSB <sub>5</sub> [mg/l]	CSB [mg/l]	TOC [mg/l]	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	Pges [mg/l]	o-PO4-P [mg/l]	AFS [mg/l]
Typ 5	Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	Sa-ER	Sa-MR	20 °C	8,0	8	3		6	0,17	0,1	0,07	Empfehlung: 15
Typ 5.1	Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	Sa-ER	Sa-MR	20 °C	8,0	8	3		6	0,17	0,1	0,07	
Typ 6	Feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	Sa-ER	Sa-MR	20 °C	8,0	8	3		6	0,17	0,1	0,07	
Typ 7	Grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	Sa-ER	Sa-MR	20 °C	8,0	8	3		6	0,17	0,1	0,07	
Typ 9	Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	Sa-HR		21,5 °C	8,0	8	3		6	0,17	0,1	0,07	
Typ 9.1	Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	Sa-HR		21,5 °C	8,0	8	3		6	0,17	0,1	0,07	
Typ 19	Kleine Niederungs-fließgewässer in Fluss- und Strömälern	Cyp-R		21,5 °C	8,0	7	4,5		8,5	0,17	0,15	0,1	

Tab. 15: Anzusetzende Vorbelastungen in oberirdischen Gewässern

mit	Sa-ER	Salmoniden-Epirhithral
	Sa-MR	Salmoniden-Metarhithral
	Sa-HR	Salmoniden-Hyporhithral
	Cyp-R	cyprinidengeprägte Gewässer des Rhithrals

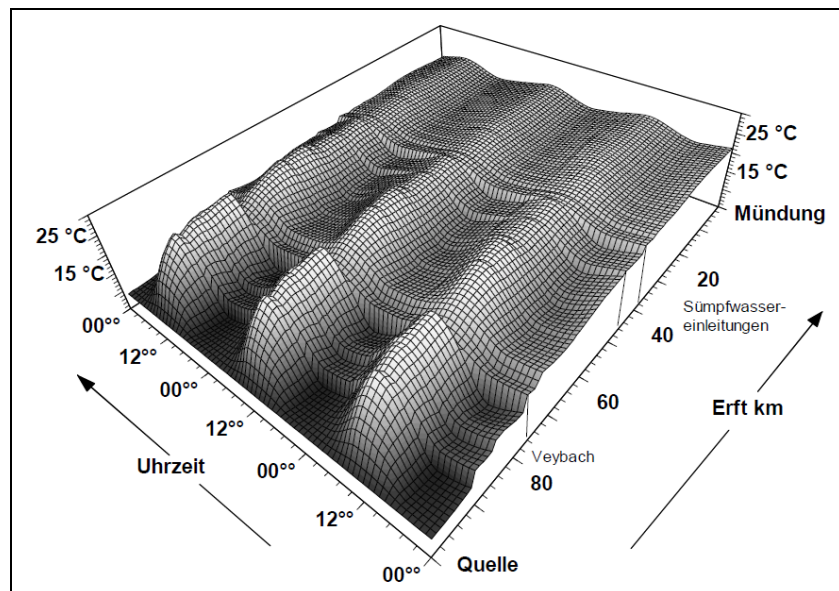
Bei den in der Tabelle 15 aufgeführten Werten für die Parameter Sauerstoff, BSB<sub>5</sub>, TOC und NH<sub>4</sub>-N handelt es sich um die Mittelwerte zwischen dem jeweiligen Hintergrundwert und dem Orientierungswert nach (LAWA, 2007). Für die Parameter P<sub>ges</sub> und o-PO<sub>4</sub>-P orientiert sich die Vorbelastung im Gewässer an den für die einzelnen Fließgewässertypen geltenden Orientierungswerten nach (LAWA, 2007), obwohl die o-PO<sub>4</sub>-P-Konzentrationen in einer Vielzahl der hessischen Wasserkörper um mehr als das Zweifache überschritten werden (HMUELV, 2009a; dort: Abb. 3-2). Für die zugrunde zu legende Temperatur und den pH-Wert in den Gewässern wurde folgende Festlegung getroffen:

### Temperatur:

Der „worst case“ wird angesichts der oftmals bereits aufgetretenen hohen Wassertemperaturen in den heißen Sommern der vergangenen Jahre (v. a. in den Jahren 2003 und 2007) realistischer durch den Orientierungswert abgebildet. Obwohl hinsichtlich der Wassertemperatur innerhalb eines Fließgewässertyps sehr deutlich nach den Fischgemeinschaften unterschieden wird (LAWA, 2007), wurde für die Festlegung der Temperatur vereinfacht auf die dominante Fischgemeinschaft abgestellt.

### Abb. 39:

Änderung der Wassertemperatur über die Zeit (Tagesganglinien) und entlang der Fließstrecke am Beispiel der Erft im Sommer 2000 (Christoffels, 2002)



### pH-Wert:

Für den pH-Wert sind in der Rahmenkonzeption (LAWA, 2007) keine Hintergrundwerte angegeben. Als Orientierungswerte wird für die in Hessen vorkommenden Fließgewässertypen eine Spanne von 6,5 bis 8,5 angegeben (Ausnahme: Typ 19 mit pH-Werten von 5 bis 8). Aufgrund vorliegender Messwerte (HLUG, 2010c) zum pH-Wert in hessischen Fließgewässern ist ein **pH-Wert von 8,0** als Vorbelastung anzunehmen.

Ein höherer pH-Wert (pH > 8,0) kann bei karbonatischen Gewässern (z. B. Typ 6, 7, 9.1, evtl. auch 19) sachgerecht sein. Soweit Eutrophierungen im Gewässer ersichtlich sind, ist der pH-Wert in der Annahme

- um 0,5 (bei abschnittsweiser Eutrophierung) und
- um 1,0 (bei deutlicher Eutrophierung) zu erhöhen.

Der Ansatz eines niedrigeren pH-Wertes (pH < 8,0) ist nur zulässig, wenn eine solche Abweichung auf Grundlage fundierter Daten nachgewiesen wird, die eine belastbare Aussage über den Versauerungszustand des Gewässers über einen längeren Zeitraum zulassen.

Die in Hessen vorkommenden Fließgewässertypen 9.2 und 10 (siehe Anhang 1) weisen ein Gewässereinzugsgebiet von mindestens 1.000 km<sup>2</sup> auf und liegen damit außerhalb der Anwendungsgrenzen des Leitfadens (vgl. Kap. 2). Diese Gewässertypen sind in der Tabelle 15 daher nicht aufgeführt.

### 7.4.3 Belastungsgrößen aus Abwassereinleitungen

#### 7.4.3.1 Stoffkonzentrationen im Ablauf der Kläranlagen

Für den Immissionsnachweis sind Angaben zu den Ablaufkonzentrationen der Parameter BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>ges</sub> (optional auch o-PO<sub>4</sub>-P) und AFS erforderlich.

Für die Ablaufkonzentrationen der Parameter BSB<sub>5</sub>, CSB, NH<sub>4</sub>-N und P<sub>ges</sub> sollten die 90-Percentilwerte der im Rahmen der Eigenkontrolle durchgeführten Messungen angesetzt werden. Diese Werte können den Eigenkontrollberichten nach § 7 der Abwassereigenkontrollverordnung (EKVO) (Hessen, 2010c) entnommen werden.

**Hinweis:** Bei Durchführung der Schmutzfrachtberechnung für den Immissionsnachweis mit SMUSI sind diese Daten in die Dateien \*.KLA der SMUSI-Datensätze aller zu betrachtenden Kläranlagen einzupflegen.

Die Parameter AFS und TOC gehören auf vielen Kläranlagen nicht zum Standardmessprogramm und werden auch nur selten durch staatliche Messungen (im Rahmen der staatlichen Überwachung) erfasst.

**TOC:** Ist für eine Leitfadenbetrachtung kein eigenes Messprogramm möglich, so kann näherungsweise ein CSB:TOC-Verhältnis von 3,2:1 angesetzt werden (Braun et al., 1999).

**AFS:** Die anzusetzende Ablaufkonzentration für AFS sollte durch jeweils mindestens drei 24 h-Mischproben bei Trocken- und bei Regenwetter abgesichert werden.

Für die Abwassereinleitungen aus den Kläranlagen, den Mischwasserentlastungsanlagen (Kap. 7.4.3.2) und den Regenwasserkanälen der Trennsysteme (Kap. 7.4.3.3) sind für die Ermittlung der Sauerstoffzehrung bzw. der Sauerstoffkonzentrationen sowie der Ammoniakkonzentrationen in den Gewässerabschnitten Eingangswerte für die **Sauerstoffkonzentration** und den **pH-Wert** anzugeben.

Da in Hessen auf einer Vielzahl von Kläranlagen Messwerte zur O<sub>2</sub>-Konzentration im Ablauf der Kläranlagen vorliegen, wurde eine Auswertung dieser Daten unter Berücksichtigung der Abwassertemperatur und der diesbezüglichen O<sub>2</sub>-Sättigungskonzentration durchgeführt, um eine realistische Annahme für das zugrunde zu liegende Sauerstoffdefizit im Abwasser der Kläranlagenabläufe treffen zu können. Aus dieser Untersuchung wurde ein Sauerstoffdefizit in der Spannbreite von 0 % bis 100 % deutlich, so dass empfohlen wird, in Anlehnung an den Leitfaden 2004 (HMULV, 2004a) entweder ein Sauerstoffdefizit von 40 % (bei 20 °C Abwassertemperatur) anzusetzen oder das Defizit durch umfangreiche Messreihen in den Sommermonaten zu ermitteln und der Wasserbehörde Abweichungen vom 40%-Ansatz belastbar nachzuweisen.

Für die Einleitungen aus Kläranlagen sind ohne Nachweis anderer Eingangswerte folgende Werte zugrunde zu legen (siehe auch Tab. 17):

<b>Einleitungen aus Kläranlagen:</b>	Sauerstoffdefizit:	40 %
	Sauerstoffkonzentration:	5,46 mg/l
	pH-Wert:	7,5

#### 7.4.3.2 Stoffkonzentrationen im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen

Die Stoffkonzentrationen im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen werden durch Schmutzfrachtberechnungen (in Hessen mit SMUSI; HLOG, 2012) berechnet.

Für die Erhebung der Abwasserabgabe (Emissionsseite) ist der diesbezüglich zu führende Nachweis auf den Parameter CSB abgestellt. Daher sind die Zulaufkonzentrationen, die den in den \*.SMZ-Dateien der SMUSI-Datensätze enthaltenen mittleren Stoffkonzentrationen des Schmutzwasserabflusses aus Mischwasserentlastungsanlagen zugrunde liegen, lediglich auf den CSB abgeglichen.

Für den zu führenden Immissionsnachweis sind die anderen fünf Parameter (AFS, BSB<sub>5</sub>, TOC, NH<sub>4</sub>-N und PO<sub>4</sub>-P) über eine Auswertung der Betriebstagebücher (nur Trockenwettertage) der einzelnen Kläranlagen abzugleichen. Erfolgt dies nicht, sind die nachfolgend aufgeführten Annahmen gemäß SMUSI-Dokumentation (HLOG, 2007b; dort: Kap. 3.2.1.1) zugrunde zu legen:

Parameter	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	TOC	NH <sub>4</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
<b>Mittlere Konzentration im Schmutzwasserabfluss</b>	400 mg/l	300 mg/l	600 mg/l	200 mg/l	22 mg/l	15 mg/l

Tab. 16: Mittelwerte der Schmutzwasserabflusskonzentrationen (HLOG, 2007b)

Für die Sauerstoffkonzentration und den pH-Wert in den Abläufen der Mischwasserentlastungsanlagen (MWE) sind ohne Nachweis anderer Eingangswerte folgende Werte zugrunde zu legen (siehe auch Tab. 17):

<b>Einleitungen aus MWE:</b>	Sauerstoffdefizit:	40 %
	Sauerstoffkonzentration:	5,46 mg/l
	pH-Wert:	7,4

#### 7.4.3.3 Eingangsgrößen für die Regenwassereinleitungen aus Trennsystemen

Für die Stoffkonzentrationen in den Regenwassereinleitungen (NWE) aus Trennsystemen gilt Kap. 7.4.3.2 entsprechend.

Für die Sauerstoffkonzentration und den pH-Wert in diesen Abwassereinleitungen sind ohne Nachweis anderer Eingangswerte folgende Werte zugrunde zu legen (siehe auch Tab. 17):

<b>Einleitungen aus NWE:</b>	Sauerstoffdefizit:	20 %
	Sauerstoffkonzentration:	7,28 mg/l
	pH-Wert:	6,5

Diese Eingangswerte sind für die verschiedenen Abwassereinleitungen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Einleitungsart	Sauerstoffdefizit	Sauerstoffkonzentration	pH-Wert
Kläranlageneinleitung	40 %	5,46 mg/l	7,5
Mischwassereinleitung	40 %	5,46 mg/l	7,4
Regenwassereinleitung (Trennsystem)	20 %	7,28 mg/l	6,5

Tab. 17: Zugrunde zu legende Werte für das Sauerstoffdefizit, die Sauerstoffkonzentration und den pH-Wert der Abwassereinleitungen

## 7.4.4 Vereinfachtes Nachweisverfahren

### 7.4.4.1 Belastungsniederschläge

Bei den vereinfachten stofflichen Nachweisen werden die im Nachweisraum maßgebenden SMUSI-Regenreihen (HLUG, 2012) als Belastungsniederschlag angesetzt. Hierbei können für verschiedene Teilgebiete unterschiedliche Regenbelastungen angesetzt werden, indem die entsprechenden SMUSI-Regenreihen dem jeweiligen Systemelement zugeordnet werden (HLUG, 2011).

### 7.4.4.2 Herleitung der stofflichen Anforderungen

Bei der Herleitung der stofflichen Grenzwerte wurde neben der Rahmenkonzeption der LAWA (LAWA, 2007) auch die EG-Fischgewässer-Richtlinie (EG, 2006) berücksichtigt. In der EG-Fischgewässer-RL wird hinsichtlich des Parameters Sauerstoff zwischen Salmoniden- und Cyprinidengewässern unterschieden. An den Parameter Ammoniak werden für die Salmoniden- und Cyprinidengewässer dieselben Anforderungen gestellt.

Nach der Rahmenkonzeption der LAWA (LAWA, 2007) lassen sich folgende Fischgemeinschaften den Fließgewässertypen zuordnen:

Fließgewässertyp	Ausprägung der Fischgemeinschaften			
	Sa-ER	Sa-MR	Sa-HR	Cyp-R
Typ 5	X	X	X	X
Typ 5.1	X	X	X	X
Typ 6		X	X	X
Typ 7	X	X	X	X
Typ 9		X	X	X
Typ 9.1			X	X
Typ 19		X	X	X

Tab. 18: Zuordnung der Fischgemeinschaften zu den Fließgewässertypen nach der Rahmenkonzeption der LAWA (LAWA, 2007)

Erläuterungen (aus LAWA, 2007)

- Sa-ER** = salmonidengeprägte Gewässer des Epirhithrals. Umfasst die Oberläufe kleinerer Fließgewässer. In der Regel ist die Bachforelle allein oder zusammen mit der Mühlkoppe dominierend, oft auch die einzige (Leit)art. Darüber hinaus können weitere Arten (z.B. Elritze, Schmerle, teilweise Bachneunauge) auftreten. In Gewässern mit geringem Gefälle (v.a. Tiefland) kann neben Bachforelle und Bachneunauge der Dreistachlige Stichling an Bedeutung gewinnen (regionalspezifisch: Meerforelle, Neunstachliger Stichling, u.a.).
- Sa-MR** = salmonidengeprägte Gewässer des Metarhithrals. In den meisten Fällen sind Bachforelle und je nach vorherrschendem Sediment Mühlkoppe dominierende Arten. Zudem können verschiedene Arten des Rhithrals (z.B. Bachneunauge, Schmerle; insbesondere auch Äsche und diverse rheophile Arten) mehr oder weniger stark hervortreten.
- Sa-HR** = salmonidengeprägte Gewässer des Hyporhithrals. Arten wie die Äsche und teilweise die Elritze prägen oft die Gemeinschaften dieser Gewässer (die Äsche fehlt aber in einigen Regionen). Diverse Cypriniden treten regelmäßig auf. Bachforelle und je nach vorherrschendem Sediment Mühlkoppe kommen in der Regel als Leitarten vor.
- Cyp-R** = cyprinidengeprägte Gewässer des Rhithrals. Fischgemeinschaften werden oft von Schmerle und teilweise Elritze dominiert. Bachforelle und Mühlkoppe können teilweise als Leitart auftreten, ebenso auch z.B. Hasel, Döbel und andere Cypriniden. Regionalspezifisches Hervortreten einiger Arten (z.B. Schneider, Strömer).

Es lässt sich feststellen, dass die für die Anwendung des Leitfadens relevanten Fließgewässertypen sowohl durch Salmoniden- als auch Cyprinidengewässer geprägt sind. In den Gewässern der Typen 5, 5.1, 6, 7, 9 und 9.1 sind eher die Salmoniden-Fischgemeinschaften dominant. Bei dem Fließgewässertyp 19 ist zwar von einer Dominanz der Cyprinidenen-Fischgemeinschaften auszugehen, doch auch die Salmoniden-Fischgemeinschaften des Metarhithrals und des Hyporhithrals prägen das Bild dieses Gewässertyps.

In den Gewässern der für die Anwendung des Leitfadens relevanten Fließgewässertypen stellen die Salmoniden-Fischgemeinschaften aufgrund ihres höheren Anspruches an die Gewässereigenschaften zunächst den Maßstab für die Ableitung der stofflichen Anforderungen dar.

#### **7.4.4.3 Grenzwerte für die minimale Sauerstoffkonzentration**

Die über den gesamten Simulationszeitraum ermittelten Sauerstoffkonzentrationen (Ist-Werte) werden in Anlehnung an den Leitfaden 2004 (HMULV, 2004a) einem Basisgrenzwert gegenübergestellt (SOLL-Wert), der nicht unterschritten werden soll. Für die Beurteilung der Gesamtsituation ist es erforderlich, dass die über die Zeit ermittelten Sauerstoffkonzentrationen in den einzelnen Gewässerabschnitten ersichtlich sind. Die Häufigkeit und die Dauer kritischer Sauerstoffkonzentrationen müssen ablesbar und dokumentiert sein.

Die EG-Fischgewässerrichtlinie (EG, 2006) sieht für Cyprinidengewässer einen Imperativwert von 4 mg/l und für Salmonidengewässer einen solchen von 6 mg/l vor. Wie in Kap. 7.4.4.2 ausgeführt, stellen die Salmoniden-Fischgemeinschaften aufgrund ihres höheren Anspruches an die Gewässereigenschaften die Grundlage für die Ableitung der stofflichen Anforderungen dar, so dass hierdurch auch die Fische in Cyprinidengewässern geschützt werden. Eine 1:1-Übernahme des Imperativwertes von



6 mg/l gewährleistet jedoch noch keine Erreichung bzw. Einhaltung des guten ökologischen Zustandes für alle biologischen Qualitätskomponenten (u. a. die Artenvielfalt). Bei einer Sauerstoffkonzentration von 6 mg/l wird zudem nicht in allen Gewässern der unterschiedlichen Fließgewässertypen eine gute Gewässergüte (Saprobie) sichergestellt. Hinsichtlich der Sauerstoffminima sind die Orientierungswerte der Rahmenkonzeption der LAWA (LAWA, 2007) heranzuziehen. Unter Berücksichtigung der gewässertypspezifischen Anforderungen an die Saprobie und der Schwankungen zwischen Tagesminimum (in den frühen Morgenstunden) und Tagesmaximum werden aus den Orientierungswerten (LAWA, 2007) folgende Basisgrenzwerte abgeleitet:

Fließgewässertyp		Orientierungswert Sauerstoff [mg/l] (LAWA, 2007)	Saprobienindex guter ökologischer Zustand	Basisgrenzwert Sauerstoff [mg/l]
<b>Typ 5</b>	Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	7	2,0	<b>6,9</b>
<b>Typ 5.1</b>	Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	7	2,1	<b>6,6</b>
<b>Typ 6</b>	Feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	7	2,2	<b>6,3</b>
<b>Typ 7</b>	Grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	7	2,1	<b>6,6</b>
<b>Typ 9</b>	Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	7	2,1	<b>6,6</b>
<b>Typ 9.1</b>	Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	7	2,2	<b>6,3</b>
<b>Typ 19</b>	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	6	2,35	<b>6,0</b>

Tab. 19: Basis-Grenzwerte für den vereinfachten Sauerstoff-Nachweis

#### 7.4.4.4 Grenzwerte für die maximale Ammoniakstickstoff-Konzentration

Die über den gesamten Simulationszeitraum ermittelten Ammoniakstickstoff-Konzentrationen (Ist-Werte) werden in Anlehnung an den Leitfaden 2004 (HMULV, 2004a) einem Basisgrenzwert gegenübergestellt (SOLL-Wert), der nicht überschritten werden soll. Für die Beurteilung der Gesamtsituation ist es erforderlich, dass die über die Zeit ermittelten Ammoniakstickstoff-Konzentrationen in den einzelnen Gewässerabschnitten ersichtlich sind. Die Häufigkeit und die Dauer kritischer Ammoniakstickstoff-Konzentrationen müssen ablesbar und dokumentiert sein.

In Anlehnung an die EG-Fischgewässerrichtlinie (EG, 2006), die sowohl für Salmoniden- als auch für Cyprinidengewässer einen Imperativwert von < 0,025 mg/l Ammoniak (NH<sub>3</sub>) (entspricht < 0,021 mg/l NH<sub>3</sub>-N) und einen Richtwert von 0,005 mg/l NH<sub>3</sub> (entspricht 0,0041 mg/l NH<sub>3</sub>-N) (IKSR, 2009) vorsieht, wurde für alle Fließgewässertypen ein dem Imperativwert entsprechender einheitlicher Basisgrenzwert für den vereinfachten Ammoniakstickstoff-Nachweis festgelegt.

Fließgewässertyp		Basisgrenzwert Ammoniakstickstoff NH <sub>3</sub> -N
<b>Typ 5</b>	Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	<b>0,021 mg/l</b>
<b>Typ 5.1</b>	Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	
<b>Typ 6</b>	Feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	
<b>Typ 7</b>	Grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	
<b>Typ 9</b>	Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	
<b>Typ 9.1</b>	Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	
<b>Typ 19</b>	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	

Tab. 20: Basis-Grenzwert für den vereinfachten Ammoniakstickstoff-Nachweis

## 7.4.5 Erweitertes Nachweisverfahren

### 7.4.5.1 Belastungsniederschläge

Bei den erweiterten stofflichen Nachweisen (Sauerstoff, Ammoniakstickstoff) ist eine hoch aufgelöste (Auflösung  $\Delta t = 5$  min), historische Regenreihe (mit einem Kontinuum von mindestens 10 Jahren) als Belastungsniederschlag für die Siedlungsgebiete anzusetzen. Unter Umständen kann auch eine synthetische Regenreihe (vgl. Kap. 8.3.1) verwendet werden.

### 7.4.5.2 Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte

Während bei den vereinfachten stofflichen Nachweisen Basisgrenzwerte zugrunde gelegt werden, die als Extremwerte nicht über- (Ammoniakstickstoff) bzw. unterschritten (Sauerstoff) werden dürfen, bieten die erweiterten Nachweise aufgrund ihrer Kontinuumssimulation (mittels langjähriger Regenreihen) den Vorteil, neben der Intensität einer aufgetretenen Belastung auch Aussagen zu der Dauer und der Häufigkeit von Belastungen zu machen.

Durch umfangreiche Forschungsarbeiten vor allem in den 1990er Jahren (FWR, 1994; FWR, 1998; Lammersen, 1997; Podraza, 1999) folgten Aussagen zu den fachlichen Zusammenhängen zwischen Expositionsdauern, Wiederkehrhäufigkeiten und Intensitäten von Belastungen durch niedrige Sauerstoff- bzw. hohe Ammoniakkonzentrationen. Diese Erkenntnisse mündeten in Matrizen von Häufigkeits-Dauer-Grenzwerten, die in Abhängigkeit von Expositionsdauern und Wiederkehrhäufigkeiten von Belastungen definiert sind (vgl. auch BWK, 2008).

### 7.4.5.3 Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für die Sauerstoffkonzentration

Für die Fließgewässertypen wird der Häufigkeits-Dauer-Grenzwert für häufige, lang andauernde Belastungen mit dem Basis-Grenzwert für die Sauerstoffkonzentration (siehe Kap. 7.4.4.3) gleichgesetzt, da dieser als Minimalwert bei einer lang andauernden Belastung nicht unterschritten werden soll.

Unter Berücksichtigung der Häufigkeit und der Dauer einer Belastung sind auch Sauerstoffkonzentrationen unterhalb des Basisgrenzwertes akzeptabel, soweit diese über

eine modelltechnische Kontinuumssimulation (Langzeitsimulation) ermittelt und nachgewiesen werden. Die in der Tabelle 21 aufgeführten Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte wurden unter Berücksichtigung der EG-Fischgewässer-Richtlinie (EG, 2006), der Orientierungswerte nach (LAWA, 2007) sowie der gewässertypspezifischen Anforderungen an die Saprobie festgelegt (vergleiche auch Kap. 7.4.4.3). Eine über den Imperativwert von 4 mg/l für die weniger anspruchsvollen Arten der Cyprinidengewässer hinausgehende Unterschreitung der Sauerstoffkonzentration ist zu vermeiden. Dieser Wert (4,0 mg/l) stellt daher den Grenzwert für sehr seltene und kurz andauernde Belastungsereignisse dar und darf höchstens alle 2 Jahre (Häufigkeit: < 0,5 pro Jahr) für die Dauer von weniger als einer Stunde (Dauer: < 1 Stunde) erreicht, nicht aber unterschritten werden (siehe Tab. 21).

Fließgewässertypen	Häufigkeit der Belastung		Dauer der Belastung		
			kurz	mittel	lang
			< 1 Stunde	1 - 6 Stunden	> 6 Stunden
			[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Typ 5	selten	< 0,5 pro Jahr	4,0	4,5	5,0
	mittel	≥ 0,5 bis < 4 pro Jahr	4,5	5,0	6,0
	häufig	≥ 4 bis ≤ 25 pro Jahr	5,0	6,0	6,9
Typ 5.1 Typ 7 Typ 9	selten	< 0,5 pro Jahr	4,0	4,5	5,0
	mittel	≥ 0,5 bis < 4 pro Jahr	4,5	5,0	6,0
	häufig	≥ 4 bis ≤ 25 pro Jahr	5,0	6,0	6,6
Typ 6 Typ 9.1	selten	< 0,5 pro Jahr	4,0	4,5	5,0
	mittel	≥ 0,5 bis < 4 pro Jahr	4,5	5,0	6,0
	häufig	≥ 4 bis ≤ 25 pro Jahr	5,0	6,0	6,3
Typ 9.2 Typ 10 Typ 19	selten	< 0,5 pro Jahr	4,0	4,5	5,0
	mittel	≥ 0,5 bis < 4 pro Jahr	4,5	5,0	5,5
	häufig	≥ 4 bis ≤ 25 pro Jahr	5,0	5,5	6,0

Tab. 21: Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für Sauerstoff

#### Hinweis zur Interpretation der Tabelle 21:

##### Beispiel: Gewässertyp 5.1

Häufig und lang andauernd darf die O<sub>2</sub>-Konzentration von 6,6 mg/l im Gewässer nicht unterschritten werden. Über kürzere Zeiträume (Dauer) und bei entsprechend längeren zeitlichen Abständen (Häufigkeit) sind niedrigere O<sub>2</sub>-Konzentrationen tolerierbar.

Anstelle einer O<sub>2</sub>-Konzentration von 6,6 mg/l darf eine O<sub>2</sub>-Konzentration von lediglich 6,0 mg/l über einen Zeitraum

- a) von jeweils bis zu 6 Stunden bis zu 25 mal pro Jahr oder
- b) von mehr als 6 Stunden, aber nur bis zu 4 mal pro Jahr

erreicht, nicht aber unterschritten werden.

Eine O<sub>2</sub>-Konzentration von 4,5 mg/l darf über einen Zeitraum

- a) von jeweils bis zu 6 Stunden, aber nur max. alle zwei Jahre oder
- b) von max. einer Stunde bis zu 4 mal pro Jahr

erreicht, nicht aber unterschritten werden.

#### 7.4.5.4 Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für die Ammoniakstickstoff-Konzentration

Für die Fließgewässertypen wird der Häufigkeits-Dauer-Grenzwert für häufige, lang andauernde Belastungen mit dem Basis-Grenzwert für die Ammoniakstickstoff-Konzentration gleichgesetzt, da dieser als Maximalwert nicht überschritten werden soll.

Nach der EG-Fischgewässer-Richtlinie (EG, 2006) gilt sowohl für Salmoniden- als auch für Cyprinidengewässer ein Imperativwert von  $< 0,021$  mg/l Ammoniakstickstoff ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) [entspricht  $0,025$  mg/l Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )] und ein Richtwert von  $0,0041$  mg/l  $\text{NH}_3\text{-N}$  [entspricht  $0,005$  mg/l  $\text{NH}_3$ ]. In Untersuchungen zur Wirkung von Stoffen auf aquatische Lebensgemeinschaften wurde für den Lachs (*Salmo salar*) bezüglich der akuten Toxizität von Ammoniak eine mittlere letale Konzentration  $\text{LC}_{50}$  (24 h) von  $0,1$  bis  $0,2$  mg/l  $\text{NH}_3$  festgestellt (IKSR, 2009). Auf den Ammoniakstickstoff-Wert umgerechnet handelt es sich folglich um Werte zwischen  $0,08$  mg/l und  $0,16$  mg/l  $\text{NH}_3\text{-N}$ . Da sich die  $\text{LC}_{50}$ -Werte auf eine über 24 Stunden andauernde Belastung beziehen, wird eine Konzentration von  $0,2$  mg/l  $\text{NH}_3\text{-N}$ , die maximal alle zwei Jahre (Häufigkeit:  $< 0,5$  pro Jahr) und dann nicht länger als maximal eine Stunde im Gewässer vorkommt, als maximal zulässiger Grenzwert unter den genannten Bedingungen angesehen.

Fließgewässertypen	Häufigkeit der Belastung		Dauer der Belastung		
			kurz	mittel	lang
			$< 1$ Stunde	1 - 6 Stunden	$> 6$ Stunden
			[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Typ 5, 5.1	selten	$< 0,5$ pro Jahr	0,2	0,15	0,1
Typ 6, 7, 9	mittel	$\geq 0,5$ bis $< 4$ pro Jahr	0,15	0,1	0,04
Typ 9.1, 19	häufig	$\geq 4$ bis $\leq 25$ pro Jahr	0,1	0,04	0,021

Tab. 22: Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für Ammoniakstickstoff ( $\text{NH}_3\text{-N}$ )

#### Hinweis zur Interpretation der Tabelle 22:

##### Beispiel (gilt für alle Fließgewässertypen):

Häufig und lang andauernd darf die  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Konzentration von  $0,021$  mg/l im Gewässer nicht überschritten werden. Über kürzere Zeiträume (Dauer) und bei entsprechend längeren zeitlichen Abständen (Häufigkeit) sind höhere  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Konzentrationen jedoch tolerierbar.

Anstelle einer  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Konzentration von  $0,021$  mg/l darf eine Konzentration von  $0,1$  mg/l  $\text{NH}_3\text{-N}$  über einen Zeitraum

- von jeweils max. 1 Stunde bis zu 25 mal pro Jahr,
- von jeweils bis zu 6 Stunden bis zu 4 mal pro Jahr oder
- von jeweils mehr als 6 Stunden, aber nur max. alle zwei Jahre

erreicht, nicht aber überschritten werden.

Eine  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Konzentration von  $0,2$  mg/l darf max. alle zwei Jahre über eine Dauer von weniger als einer Stunde erreicht, aber nicht überschritten werden!

## 8. Datengrundlage, -ermittlung und -aufbereitung

Wenn gemäß Kap. 2.3.1 bzw. 2.3.2 ein rechnerischer Nachweis nach Kap. 7 erforderlich ist, werden für die Nachweisführung Daten benötigt zu:

- der Abgrenzung des Nachweisraumes
- Einleitungen aus Kläranlagen
- Einleitungen aus Mischwasserentlastungsanlagen
- Einleitungen aus Regenwassernetzen der Trennsysteme
- Niederschlagwassereinleitungen aus Straßenentwässerungen und von Gewerbeflächen
- den natürlichen Einzugsgebieten
- den Gewässern bzw. Gewässerabschnitten

### 8.1 Daten zur Abgrenzung des Nachweisraumes

Zu Beginn einer Nachweisführung ist ausgehend von der Einleitung oder der bekannten schädlichen Gewässerveränderung (vgl. Kap 2.3), die den Auslöser für die Durchführung des Nachweises darstellt, der Nachweisraum gemäß Kap. 3 abzugrenzen. Ausgehend von der konkreten Abwassereinleitung (bei einer erkannten, aber noch nicht näher betrachteten schädlichen Gewässerveränderung stellt die Einleitung oberhalb des betroffenen Gewässerabschnittes den Ausgangspunkt dar) ist der Einflussbereich in Fließrichtung und entgegen der Fließrichtung gemäß Tab. 5 (vgl. auch Abb. 4) zu ermitteln. Hierfür ist eine Ortsbegehung erforderlich.

Soweit die Gewässerstelle auf der Höhe der Einleitung der betrachteten Abwassereinleitung durch die oberhalb gelegene Abwassereinleitung hydraulisch und / oder stofflich beeinflusst wird, ist der Nachweisraum entgegen der Fließrichtung auszuweiten. Wenn die betrachtete Abwassereinleitung das Gewässer auf Höhe einer unterhalb liegenden Einleitung gemäß Tab. 5 beeinflusst, ist der Nachweisraum in Fließrichtung zu erweitern. Die gleiche Betrachtung ist für jene Einleitestellen ober- und unterhalb liegender Einleitungen anzustellen, bis sich der Nachweisraum entsprechend Kap. 3 abgrenzen lässt.

Wie bereits aus Tab. 5 ersichtlich wird, werden für Einleitestellen folgende Daten benötigt:

Bereich	Daten	Datenquellen
<b>Abgrenzung des Nachweisraumes</b>	<u>an den Einleitestellen im Gewässer:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere Wassertiefe <math>h_m</math> bei MNQ</li> <li>• mittlere Fließgeschwindigkeit <math>v_m</math> bei MNQ</li> </ul> → Ermittlung des jeweiligen Einflussbereiches nach Tabelle 5	Ortsbegehung

Tab. 23: Daten zur Abgrenzung des Nachweisraumes

## 8.2 Daten zu Kläranlageneinleitungen

Die Lage der Einleitestellen jeder innerhalb des Nachweisraumes zu betrachtenden Kläranlage ist für die Zuordnung zum Gewässer zu bestimmen. Die Lage der Einleitestellen der kommunalen Kläranlagen kann dem WRRL-Viewer (vgl. Kap. 4.2.1.1) oder der wasserrechtlichen Erlaubnis entnommen oder über topographische Karten ermittelt werden. Auf dieser Grundlage ist jeder Kläranlageneinleitung ein Gewässerabschnitt zuzuordnen.

Eine Ortsbegehung wird empfohlen, um die Lage der Kläranlageneinleitungen zu verifizieren.

Sowohl für die Daten zum Abfluss der Kläranlagen als auch zu den Stoffkonzentrationen können die Daten aus den Eigenkontrollberichten herangezogen werden, die bei den Anlagenbetreibern vorliegen.

Für eine repräsentative Abflusstagesganglinie bei Trockenwetter kann die durchschnittliche Trockenwetterabflussmenge aus EKVO-Berichten der letzten 3 Jahre (vgl. auch Jahresschmutzwassermengenermittlung nach § 6 Abs. 1 HAbwAG) mit einer für die Kläranlagengröße typischen Abflussganglinienform (wie z.B. in SMUSI (HLUG, 2012) hinterlegt) gebildet werden. Für eine detailliertere Beurteilung sollten für die Abflusstagesganglinie die tatsächlichen einzelnen Messdaten zu Grunde gelegt werden.

Als Konzentrationswerte für die Schmutzkonzentrationen sind die 90-Perzentilwerte zu berücksichtigen. Um ein repräsentatives Bild zu erhalten, sollten mindestens die Daten der EKVO-Berichte der letzten 3 Jahre in die Betrachtung einbezogen werden.

Zu den darüber hinaus erforderlichen Angaben zum Sauerstoffgehalt des Kläranlagenablaufs, der Ablauftemperatur und dem pH-Wert siehe Ausführungen im Kap. 7.4.3.1 und Tab. 24.

Bei der Abbildung der Abwassereinleitungen aus Abwasserbehandlungsanlagen sind auch die direkt einleitenden Kleinkläranlagen zu berücksichtigen. Je nach Ausbaugröße können aus Kleinkläranlagen bis zu 8 m<sup>3</sup> behandeltes Schmutzwasser pro Tag (dies entspricht etwa einem Anschluss von bis zu 50 EW) in ein Gewässer eingeleitet werden.

In der folgenden Tabelle 24 sind die für die Abbildung der Kläranlageneinleitungen erforderlichen Daten zusammengestellt:

Bereich	Daten	Datenquellen	
<b>Einleitestellen</b>	Lage der Einleitestellen für Zuordnung der Einleitestellen zu einem Gewässerabschnitt (Gerinneelement) gemäß Kap. 8.5	wasserrechtlicher Erlaubnisbescheid WRRL-Viewer topographische Karten	
<b>Abfluss</b>	repräsentative Abflusstagesganglinie bei Trockenwetter	Durchschnittliche Trockenwetterabflussmenge aus EKVO-Berichten der letzten 3 Jahre mit einer für die Kläranlagengröße typischen Abflussganglinienform	
<b>Ablaufkonzentrationen (Schmutzkonzentrationen)</b>	BSB <sub>5</sub> CSB NH <sub>4</sub> -N P <sub>ges</sub>	90-Perzentilwerte der 2 h-Mischprobe (bei Trockenwetter)	EKVO-Berichte der letzten drei Jahre (vorhanden bei den Kläranlagenbetreibern sowie den zuständigen Wasserbehörden)
	o-PO <sub>4</sub> -P		optional
	TOC	90-Perzentilwerte der 2 h-Mischprobe	falls Messungen nicht vorliegen, sollten Messungen durchgeführt werden. Näherungsweise kann ein CSB:TOC-Verhältnis von 3,2 : 1 angenommen werden (Braun et al., 1999)
	AFS	90-Perzentilwerte der 2 h-Mischprobe	falls Messungen nicht vorliegen, ist eine sachgerechte Annahme auf der Basis von 24 h-Mischproben bei Trockenwetter und bei Regenwetter zu treffen.
<b>Ablauftemperatur</b>	Temp <sub>KA-Ablauf</sub>	Standard-Annahme: 20 °C zur Abbildung des worst case	
<b>Sauerstoffkonzentration</b>	O <sub>2</sub>	Standard-Annahme: O <sub>2</sub> -Konzentration: 5,46 mg/l (Sauerstoffdefizit: 40 % bei 20 °C) (Abweichungen sind möglich auf der Grundlage umfangreicher Messreihen im Sommer) (siehe Kap. 7.4.3.1)	
<b>pH-Wert</b>	pH	Standard-Annahme: pH-Wert: 7,5 (siehe Kap. 7.4.3.1)	
<b>Alkalinität</b>	Alk	Standard-Annahme bei einem pH-Wert vom 7,5: 3,0 mmol/l (siehe Kap. 6.4.2.8, Tab. 13)	

Tab. 24: Zusammenstellung der erforderlichen Daten zu Kläranlageneinleitungen

## 8.3 Daten zu Misch- und Regenwassereinleitungen

### 8.3.1 Belastungsniederschlag

Der Belastungsniederschlag ist in Abhängigkeit von dem durchzuführenden Nachweis anzusetzen. Hinsichtlich des Belastungsniederschlags sind zwei Fälle zu unterscheiden (vgl. auch Kap. 7.1, Tab. 14):

#### **Vereinfachte stoffliche Nachweise:**

Bei den vereinfachten stofflichen Nachweisen (Sauerstoff- und Ammoniakstickstoff-Nachweis) werden die im Nachweisraum maßgebenden repräsentativen SMUSI-Regenreihen (Kontinuum über ein  $\frac{3}{4}$  Jahr, hergeleitet aus einer 30jährigen Regenreihe) (HLUG, 2012) in Abhängigkeit von der Jahresniederschlagshöhe im Nachweisraum als Belastungsniederschlag angesetzt. Hierbei können für verschiedene Teilgebiete unterschiedliche Regenbelastungen angesetzt werden, indem die entsprechenden SMUSI-Regenreihen dem jeweiligen Systemelement zugeordnet werden (HLUG, 2011).

#### **Hydraulischer und erweiterte stoffliche Nachweise:**

Für den hydraulischen und die erweiterten stofflichen Nachweise ist eine hoch aufgelöste (Auflösung  $\Delta t = 5$  min) historische oder synthetische Regenreihe (mit einem Kontinuum von mindestens 10 Jahren) als Belastungsniederschlag für die Siedlungsgebiete anzusetzen.

##### I. historische Regenreihen

Langjährige historische Regenreihen liegen sowohl beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) als auch beim Deutschen Wetterdienst (DWD) vor.

In Hessen werden seitens des Landes zurzeit Niederschlagsdaten von ca. 40 kontinuierlich messenden hessischen Stationen (Pluvio) mit Datenfernübertragung erfasst. Die Zeitreihen der Pluvio liegen je nach Bau der Messstelle frühestens ab den Jahren 1999/2000 vor. Diese Daten liegen für den Niederschlagsfall als Minutenwerte vor. Für die Simulation wären hieraus 5 min-Werte zu generieren. Für den vorangegangenen Zeitraum liegen im HLUG fallweise digitalisierte Niederschlagsreihen aus Schreiberaufzeichnungen an Niederschlagsstationen vor.

Von Seiten des DWD werden etwa 60 Niederschlagsstationen auf hessischem Gebiet unterhalten. Für einzelne Niederschlagsmessstationen in Hessen liegen daher langjährige historische Regenreihen beim DWD vor.

##### II. synthetische Regenreihe

Soweit für das zu betrachtende Gebiet (Nachweisraum) historischen Regenreihen mit der erforderlichen Auflösung oder einem ausreichend langen Kontinuum weder beim HLUG noch beim DWD zur Verfügung stehen, kann **für den Immissionsnachweis** auf synthetische Niederschlagsreihen zurückgegriffen werden.



Seit 2005 steht für Hessen ein Programm zur Berechnung von synthetischen Niederschlagsreihen (NiedSim) beim HLOG zur Verfügung (HLOG, 2005). Es handelt sich um ein stochastisches Niederschlags-Simulationssystem für Punktniederschläge, das für Hessen und Rheinland-Pfalz erstellt wurde. Mit NiedSim können für jeden Punkt (Auflösung 1-km-Raster) im Bearbeitungsgebiet synthetische Niederschlagsreihen in 5-Minuten-Auflösung für die Jahre 1958 bis 2001 erzeugt werden (vgl. [www.hlug.de](http://www.hlug.de) → Wasser → Niederschlag → Niederschlagssimulationsmodell NiedSim). Die erzeugten synthetischen Niederschlagszeitreihen entsprechen zwar keinem tatsächlichen oder historischen Niederschlagsverlauf, die statistischen Kennwerte für den jeweiligen Standort sind jedoch realistisch. Es ist dabei zu beachten, dass jeweils nur eine repräsentative Niederschlagsreihe herangezogen wird, da die einzelnen Raster unabhängig voneinander simuliert werden und die resultierenden Niederschlagsreihen aufgrund des stochastischen Verfahrens keine zeitliche Zusammengehörigkeit aufweisen.

Bei der Berechnung dieser synthetischen Niederschlagsreihen mit NiedSIM werden nachfolgend aufgeführte relevante Eigenschaften des Niederschlags berücksichtigt:

- realistische Jahressummen,
- Großwetterlagen mit nassen und trockenen Perioden,
- realistischer Ablauf der Niederschlagsereignisse,
- jahreszeitliche Schwankungen der Niederschlagscharakteristika und
- Geländehöhen.

Die Anlehnung an reale Niederschlagsreihen geht so weit, dass Extrema mit Extrema der regionalen Niederschlagsextremwertanalyse (KOSTRA (DWD, 2000)) übereinstimmen. Zur Erstellung der synthetischen Niederschlagsreihen werden Methoden der Statistik und Zeitreihenanalyse sowie geostatistische Verfahren eingesetzt.

#### **Hinweise zur Verwendung von langjährigen Regenreihen:**

- a) Die **Verwendung von historischen Regenreihen** hat vor der Verwendung synthetischer Regenreihen **Vorrang!**
- b) Eine **langjährige synthetische Regenreihe** kann für jeden Ort in Hessen vom HLOG bezogen werden. Die Erzeugung einer Regenreihe für einen bestimmten Ort erfolgt infolge der Simulation einmalig, d. h. eine solche Reihe ist nicht reproduzierbar.

Soweit eine synthetische Regenreihe (im sog. „SMUSI-Format“) vom HLOG gegen Entrichtung einer entsprechenden Gebühr (Hessen, 2009) bezogen und verwendet wird, ist diese der zuständigen Wasserbehörde zur Prüfung des Immissionssachverhalts vorzulegen.

Hinsichtlich der mittleren jährlichen Niederschlagshöhe ist ein repräsentativer Ort (ggf. mehrere repräsentative Orte) innerhalb des Nachweisraumes mit der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen.

Alle Regenreihen sind in 5 min-Schritten gemäß dem originären Format des gewählten Schmutzfrachtsimulationsmodells bereitzustellen.

### 8.3.2 Datensätze zu Schmutzfrachtsimulationen

Der Abfluss aus den Misch- und Regenwassereinleitungen ist mit einem geeigneten Schmutzfrachtsimulationsmodell zu simulieren.

#### Hinweise:

1. Da die Einhaltung der Regeln der Technik für die Befreiung von der Abwasserabgabe nach Nr. 3.3.2 Abs. 3 VwV-AbwAG/HAbwAG i. V. m. § 5 HAbwAG der Behörde mit SMUSI-Datensätzen nachzuweisen ist, wird empfohlen, auch für die Immissionsnachweise SMUSI als Schmutzfrachtsimulationsmodell zu verwenden.
2. Die Datensätze müssen die **aktuelle Situation (Ist-Zustand)** der Abwasseranlagen und –einleitungen abbilden. Im Zuge der vom Land Hessen durchgeführten Förderung des Baus von Abwasseranlagen (Hessen, 2006) sind Anlagen gebaut und erweitert worden, die sich oftmals nicht in den SMUSI-Datensätzen widerspiegeln. **Eine Aktualisierung der Datensätze ist unverzichtbar!**

Vorliegende SMUSI-Datensätze für Misch- und Niederschlagswassereinleitungen (siehe Kap. 6.2) können dann verwendet werden, wenn diese

- a) die aktuelle Ist-Situation abbilden (vgl. obiger Hinweis Nr. 2, d. h. es sind alle Abwasseranlagen (KA, RÜB, RÜ, Trennsysteme) einschließlich weitergehender Mischwasserbehandlungsanlagen wie Retentionsbodenfilter, Regenrückhaltebecken, etc. im aktuellen Ausbauzustand abzubilden),
- b) Niederschlagswassereinleitungen aus Straßentwässerungen und von Gewerbeflächen berücksichtigen und
- c) für die Verwendung für den Immissionsnachweis angepasst werden. Hierzu gehört ein Abgleich der mittleren Stoffkonzentrationen des Schmutzwasserabflusses mit den Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage auch für die anderen fünf Parameter (AFS, BSB<sub>5</sub>, TOC, NH<sub>4</sub>-N und PO<sub>4</sub>-P) über eine Auswertung der Betriebstagebücher (nur Trockenwettertage) der einzelnen Kläranlagen (vgl. Kap. 7.4.3.2).

Während die Datensätze für den emissionsbezogenen Nachweis zur Prüfung der Befreiung der Niederschlagswassereinleitungen von der Abwasserabgabe (§ 5 HAbwAG) lediglich auf den Parameter CSB abzustellen und zu kalibrieren sind (vgl. Nr. 3.3.2 VwV-AbwAG/HAbwAG), müssen die Eingangsgrößen für die Immissionsnachweise in ihrer Gesamtheit mit realen Werten abgeglichen sein. Es muss daher eine Überprüfung der Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage (anhand des Betriebstagebuches) vorgenommen werden. Insgesamt sind alle Ablaufkonzentrationen der Parameter (BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>ges</sub>, o-PO<sub>4</sub>-P und AFS) auf Realitätsnähe zu überprüfen bzw. auf Grundlage der gemessenen Kläranlagenzuläufe zu kalibrieren.

### 8.3.3 Einleitestellen der Misch- und Niederschlagswassereinleitungen

Die Lage der Einleitestellen jeder im Nachweisraum liegenden Mischwasserentlastungsanlage und der Regenwasserkanäle der Trennsysteme (einschließlich der Straßentwässerungen und Niederschlagswassereinleitungen aus Gewerbe- und Industrieflächen) ist für die Zuordnung zu einem Gewässerabschnitt zu bestimmen. Diese

Daten können dem WRRL-Viewer (vgl. Kap. 4.2.1.1) oder der wasserrechtlichen Erlaubnis entnommen oder über topographische Karten ermittelt werden. Auf dieser Grundlage ist jeder Einleitestelle ein Gewässerabschnitt zuzuordnen.

Eine Ortsbegehung ist hierbei unverzichtbar, da erfahrungsgemäß einige Einleitestellen nicht exakt verzeichnet sind und sonstige Einleitungen wie Straßen- bzw. Autobahntwässerungen sowie Niederschlagswassereinleitungen von Gewerbeflächen nicht im WRRL-Viewer enthalten sind. Ein Einblick in das jeweilige Wasserbuch, das bei der Oberen Wasserbehörde geführt wird, kann Auskunft über weitere Einleitungen geben.

### 8.3.4 Zusammenstellung der erforderlichen Daten

In der folgenden Tabelle 25 sind die für die Abbildung der Mischwasser- und Niederschlagswassereinleitungen erforderlichen Daten zusammengestellt:

Bereich	Daten	Datenquellen
Belastungs-niederschlag	<b>vereinfachter stofflicher Nachweis</b>	
	<u>stofflich:</u> SMUSI-Regenreihe	SMUSI (HLUG, 2012)
	<b>erweiterter Nachweis</b>	
	<u>hydraulisch und stofflich:</u> langjährige historische oder synthetische Regenreihe Kontinuum: mindestens 10 Jahre Auflösung: 5 Minuten  Die Verwendung von <u>historischen Regenreihen hat Vorrang!</u>	<u>Historische Regenreihen:</u> HLUG DWD  <u>synthetische Regenreihen:</u> HLUG (NIEDSIM)
Schmutzfracht-simulation	<u>Aktuelle Datensätze</u> zur Schmutzfrachtsimulation mit Berücksichtigung	Kommunen / Abwasserverbände (ggf. Neuberechnungen erforderlich) Empfehlung: SMUSI
	<ul style="list-style-type: none"> <li>der Parameter: BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>ges</sub>, AFS (optional: auch o-PO<sub>4</sub>-P)</li> </ul>	Abgleich der Ablaufkonzentrationen (90-Perzentilwerte anhand Betriebstagebuch) mit den Ergebnissen der Schmutzfrachtsimulation. Die in die Schmutzfrachtberechnung eingehenden mittleren Stoffkonzentrationen des Schmutzwasserabflusses sind an die Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage (Betriebstagebuchaufzeichnungen an Trockenwettertagen) anzupassen (Kalibrierung).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>der vorhandenen <ul style="list-style-type: none"> <li>Regenentlastungsanlagen</li> <li>Regenrückhaltebecken,</li> <li>Retentionsbodenfilter,</li> <li>Dämpfungsbecken, etc.</li> </ul> </li> <li>Niederschlagswassereinleitungen aus Straßentwässerungen und von Gewerbeflächen</li> </ul>	Berücksichtigung in Schmutzfrachtberechnung (z. B. durch Anlegen fiktiver Trenngebiete)

Bereich	Daten	Datenquellen
<b>Ablauftemperatur</b>	Temp <sub>MWE</sub> -Ablauf Temp <sub>NWE</sub> -Ablauf	Standard-Annahme: 20 °C zur Abbildung des worst case
<b>Sauerstoffkonzentration O<sub>2</sub></b>	Mischwassereinleitungen	Standard-Annahme: O <sub>2</sub> -Konzentration: 5,46 mg/l (Sauerstoffdefizit: 40 % bei 20 °C) (Abweichungen sind möglich auf der Grundlage umfangreicher Messreihen im Sommer)
	Niederschlagswassereinleitungen	Standard-Annahme: O <sub>2</sub> -Konzentration: 7,28 mg/l (Sauerstoffdefizit: 20 % bei 20 °C) (Abweichungen sind möglich auf der Grundlage umfangreicher Messreihen im Sommer)
<b>pH-Wert</b>	Mischwassereinleitungen	Standard-Annahme: pH-Wert: 7,4
	Niederschlagswassereinleitungen	Standard-Annahme: pH-Wert: 6,5
<b>Alkalinität</b>	Mischwassereinleitungen	Standard-Annahme bei einem pH-Wert vom 7,4 2,8 mmol/l (siehe Kap. 6.4.2.8)
	Niederschlagswassereinleitungen	Standard-Annahme bei einem pH-Wert vom 6,5: 1,0 mmol/l (siehe Kap. 6.4.2.8)
<b>Einleitestellen</b>	Lage der Einleitestellen für Zuordnung der Einleitestellen zu einem Gewässerabschnitt (Gerinneelement)	wasserrechtlicher Erlaubnisbescheid WRRL-Viewer topographische Karten

Tab. 25: Zusammenstellung der erforderlichen Daten zu Misch- und Niederschlagswassereinleitungen

## 8.4 Daten zu natürlichen Einzugsgebieten

Soweit der sich aus den natürlichen Einzugsgebieten eines Gewässers bildende Abfluss nicht durch ein Niederschlags-Abfluss-Modell simuliert wird, kann der Abfluss aus dem natürlichen Einzugsgebiet durch eine Reihe von Einzeleinleitungen aus entsprechend den hydraulischen Nachweisorten (gemäß Kap. 7.2.1) zu bildenden Teileinzugsgebietsflächen abgebildet werden. Gemäß Kap. 7.3.1 bzw. Kap. 7.4.1 kann für den Abfluss jeweils ein stationärer Abfluss ins Gewässer angenommen werden. Soweit Abflussganglinien an den maßgebenden Gewässerstellen vorliegen, sollten diese verwendet werden.

Der Abfluss aus den natürlichen Einzugsgebietsflächen ist für folgende Orte zu ermitteln (vgl. auch Abb. 33; dort: E0 bis E7):

- für jede Einleitestelle (Einzugsgebiet bis zur Einleitestelle)
- vor und hinter einer Verzweigung
- hinter der Einmündung eines Nebengewässers
- vor dem ersten fiktiven Verlängerungsabschnitt

Um die aus den natürlichen Einzugsgebieten resultierenden Abflüsse an den für den hydraulischen Nachweis maßgebenden Gewässerstellen umfassend zu berücksichtigen, richtet sich die Einteilung der Teileinzugsgebiete (in Abb. 33:  $A_{E0}$  bis  $A_{E7}$ ) als Erstes nach den Nachweisorten für den hydraulischen Nachweis (siehe Kap. 7.2.1).

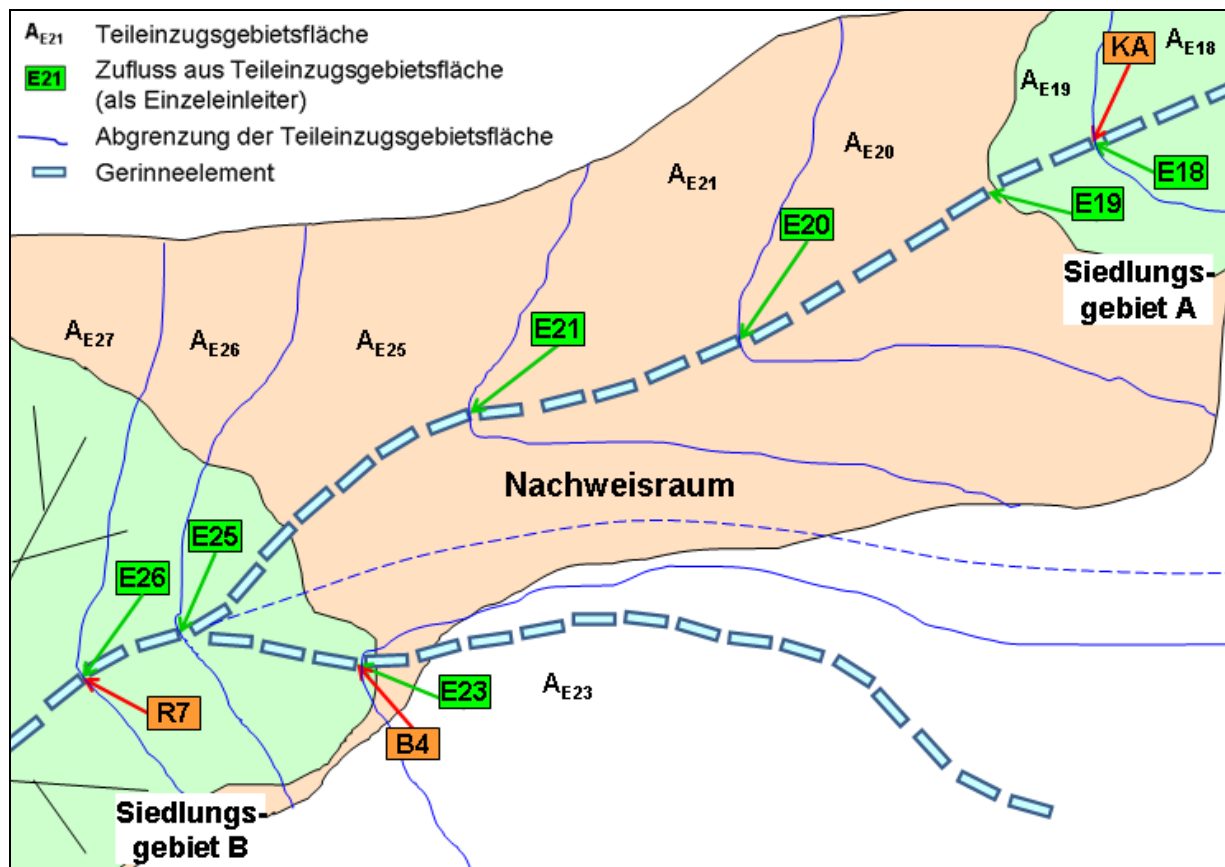


Abb. 40: Einteilung der Einzugsgebietsfläche in Teileinzugsgebietsflächen

Um aber auch einen sachgerechten stofflichen Nachweis durchführen zu können, sind ggf. zusätzliche Teileinzugsgebietsflächen einzuteilen. Dies ist z. B. erforderlich, wenn die Gewässerstrecke zwischen zwei Einleitestellen vergleichsweise groß ist (allerdings noch von einer Beeinflussung der unterhalb liegenden Einleitung auszugehen ist (Stichwort: Abgrenzung des Nachweisraums)). Dieser Zusammenhang wird in Abb. 40 durch die beiden Teileinzugsgebietsflächen  $A_{E20}$  und  $A_{E21}$  verdeutlicht.

Für den **hydraulischen Nachweis** ist

- bei einem hohen  $WBP_{NWR}$  ein Abfluss aus den natürlichen Teileinzugsgebietsflächen in Höhe von  $4,0 \cdot MQ$  (als Zuwachswerte:  $4,0 \cdot \Delta MQ$ )
- bei einem nicht hohen  $WBP_{NWR}$  ein Abfluss aus den natürlichen Teileinzugsgebietsflächen in Höhe von  $5,5 \cdot MQ$  (als Zuwachswerte:  $5,5 \cdot \Delta MQ$ ) anzusetzen (vgl. Kap. 7.3.1)

Für die **stofflichen Nachweise** ist

diesbezüglich  $MNQ$  (ggf. auch  $0,1 \cdot MQ$ ) (als Zuwachswerte:  $\Delta MNQ$  bzw.  $0,1 \cdot \Delta MQ$ ) anzusetzen (vgl. Kap. 7.4.1).

Für die Ermittlung dieser Werte an den relevanten Gewässerstellen ist die Kenntnis folgender Größen erforderlich:

- a) die Größen der Teileinzugsgebietsflächen und
- b) die zugehörigen spezifischen Abflussspenden.

Hieraus lassen sich die als Einzeleinleiter anzunehmenden Abflüsse ermitteln.

### **Zu a) Teileinzugsgebietsflächen**

Die Ermittlung der Flächen der Teileinzugsgebiete kann

- mit Hilfe einer topographischen Karte mit Höhenlinien (Isohypsen) zur Ermittlung der Wasserscheiden oder
- mit einem Digitalen Höhenmodell erfolgen.

### **Zu b) Abflussspenden**

Für die Berücksichtigung der natürlichen Einzugsgebiete werden

- für den hydraulischen Nachweis:  
die spezifischen mittleren Abflussspenden **M<sub>q</sub>**  
(→ **4 \* M<sub>q</sub>** bzw. **5,5 \* M<sub>q</sub>**; siehe Kap. 7.3.1),
- für die stofflichen Nachweise:  
die spezifischen mittleren Niedrigwasserabflussspenden **MN<sub>q</sub>** bzw.  
die spezifischen mittleren Abflussspenden **M<sub>q</sub>** (→ **0,1 \* M<sub>q</sub>**; siehe Kap. 7.4.1),  
benötigt.

Für die Ermittlung des relevanten Abflussgrenzwertes (gemäß Kap. 7.3.2) sind zusätzlich die spezifischen Abflussspenden für das potentiell naturnahe zweijährliche Hochwasser (**H<sub>q2p<sub>nat</sub></sub>**) an den relevanten Gewässerstellen (Nachweisorten, Kap. 7.2.1) zu ermitteln.

Diese Werte sind bei der zuständigen Wasserbehörde zu erfragen.

Bereich	Daten	Datenquellen
<b>Teileinzugs- gebietsflächen</b>	Größe und Lage der Teileinzugsgebietsflächen	topographische Karten Digitales Höhenmodell Gewässerkundliches Flächenverzeichnis (WRRL-Viewer)  Dem gewässerkundlichen Flächen- verzeichnis - vgl. auch Abb. 41a und 41b - können für bestimmte Gewässerstellen die Einzugsgebietsflächen bis zu jener Stelle entnommen werden. Hieraus können (mit topographischen Karten) die Einzugs- bzw. Teileinzugsgebiete für die einzelnen Nach- weisorte (Kap. 7.2.1) ermittelt werden.
<b>Abflussspenden</b>	Spezifische Abflussspenden für alle hydraulischen Nachweisorte, ggf. für zusätzliche Gewässerstellen (vgl. Abb. 33 und Abb. 40):  MNq (bei Vorliegen gesicherter Werte) Mq Hq <sub>2pnat</sub>	Gewässerkundliches Flächenverzeichnis  (Über die den Basisflächen des gewässer- kundlichen Flächenverzeichnisses - vgl. Abb. 41a und 41b - zugeordneten Abfluss- spenden können die Abflussspenden der Teileinzugsgebietsflächen ermittelt werden.)  Abflussspenden erhältlich über die zuständige Wasserbehörde
<b>Abflusswerte</b>	für alle hydraulischen Nachweisorte, ggf. für zusätzliche Gewässerstellen (vgl. Abb. 33 und Abb. 40):  MNQ (bei Vorliegen gesicherter Werte) MQ (hieraus 4 * MQ bzw. 5,5 * MQ) HQ <sub>2pnat</sub>	Gewässerkundliches Flächenverzeichnis  (Über die den Basisflächen des gewässer- kundlichen Flächenverzeichnisses - vgl. Abb. 41a und 41b - zugeordneten Abfluss- spenden können die Abflussspenden der Teileinzugsgebietsflächen und hieraus die Abflüsse an den Nachweisorten ermittelt werden.)
	<b>Hinweis:</b> Einzeleinleiter sind zur Abbildung oberhalb liegender Einzugsgebiete als Q-Werte (MNQ, 4*MQ, 5,5*MQ), innerhalb des Nachweisraumes als Zuwächse, d. h. ΔQ-Werte (ΔMNQ, 4*ΔMQ, 5,5*ΔMQ) anzugeben.	

Tab. 26: Zusammenstellung der erforderlichen Daten  
zu natürlichen Einzugsgebieten

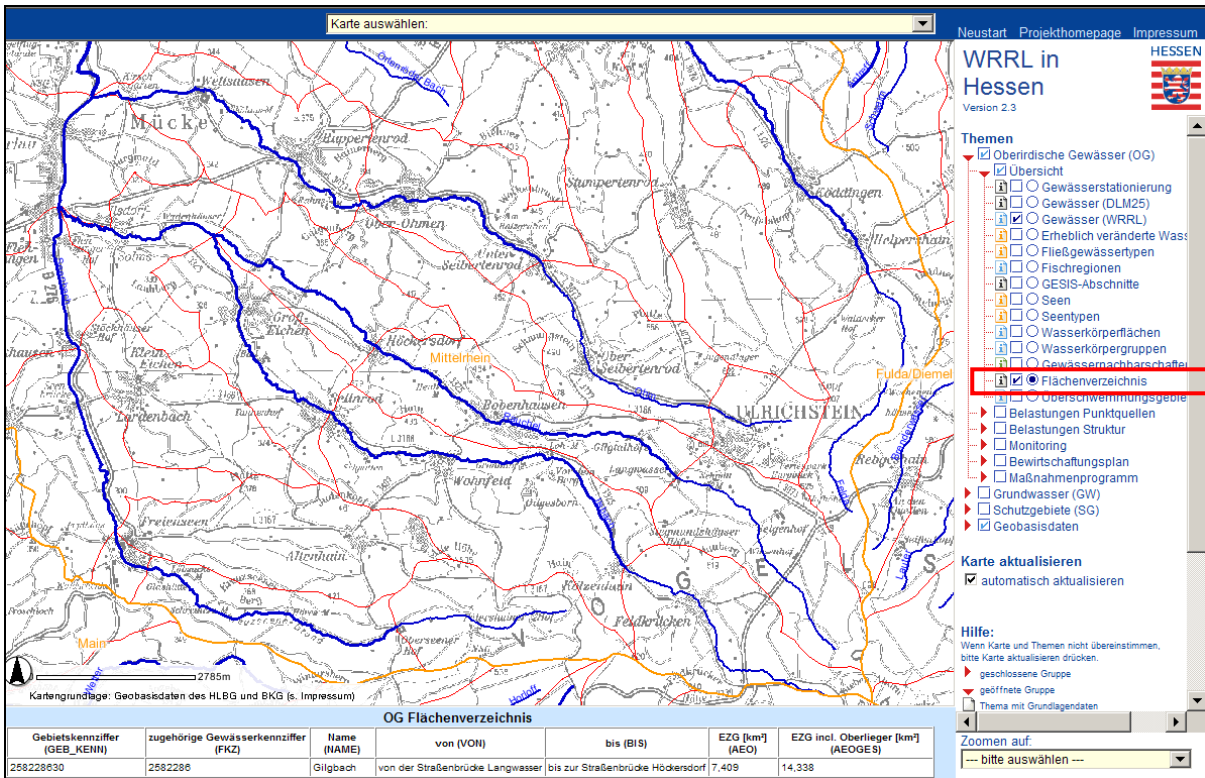


Abb. 41a: Basisflächen (rot umrandet) des Gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses mit Einzugsgebietsgrößen im WRRL-Viewer (vgl. auch Kap. 4.2.1.1)

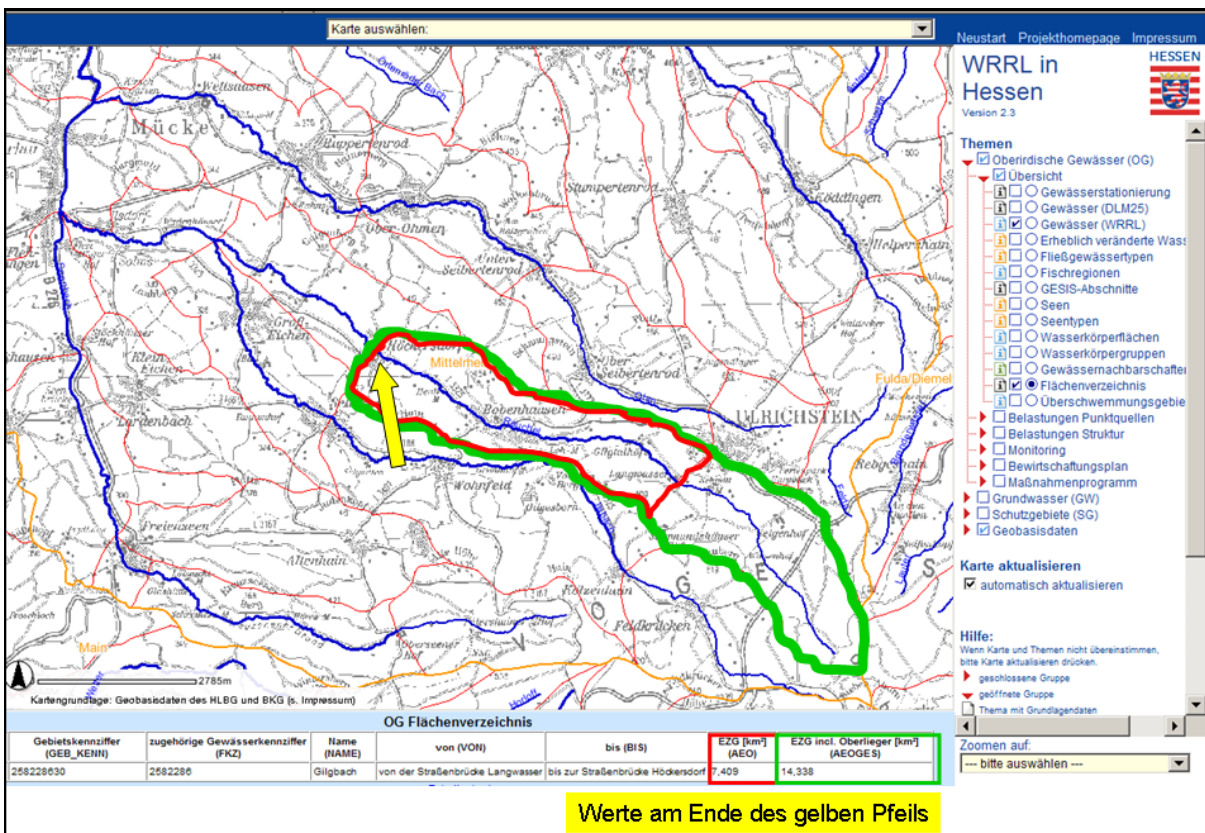


Abb. 41b: Einzugsgebietsflächengröße einer Basisfläche (rot umrandet) und der Gesamtfläche bis zu dieser Gewässerstelle (grün umrandet)



## 8.5 Daten zu Gewässern

Für die Abbildung eines Gewässers ist dieses in eine Reihe von Gewässerabschnitten einzuteilen, für die detaillierte Angaben zur Länge, zum Querprofil, zum Sohlgefälle und zum Rauheitsbeiwert erforderlich sind.

Es sind Gewässerabschnitte zu bilden, bei denen die angesetzten Werte jeweils als mittlere, repräsentative Werte für den betreffenden Gewässerabschnitt gelten können. Bei einer deutlichen Änderung des Sohlgefälles oder des Querprofils ist ein neuer Gewässerabschnitt zu bilden. Die Länge der Gewässerabschnitte soll eine Länge von 300 m nicht überschreiten.

### 8.5.1 Querprofile

Die Geometrie eines Gewässerquerschnittes stellt eine zentrale Größe bei der Ermittlung des Abflusses und damit sowohl für den hydraulischen Nachweis als auch für die stofflichen Nachweise dar, deren Nachweisgrößen (Konzentrationen) erheblich vom Abfluss beeinflusst werden. Auf die in die Nachweisführung eingehenden Profildaten ist besonderes Augenmerk zu richten.

Die Ermittlung der Querprofildaten ist folgendermaßen möglich:

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li><b>I. Rückgriff auf bereits vorhandene Daten</b></li><li><b>II. Erhebung der Daten vor Ort</b></li></ul> |
|--|

#### 8.5.1.1 Rückgriff auf bereits vorhandene Daten

Im Rahmen der Ermittlung von Überschwemmungsflächen stehen Profile vieler hessischer Gewässer im Retentionskataster Hessen (RKH, HLUG) zur Verfügung. In diesem Kataster sind etwa 4.700 km von insgesamt ca. 23.000 km Gewässerstrecke in Hessen erfasst. Für die im RKH enthaltenen Gewässer können die Profildaten vom HLUG gegen Entrichtung einer Gebühr (Stichwort: Querprofildaten RKH; Hessen, 2009) bezogen werden.

Die Profile aus dem Retentionskataster beziehen sich nicht nur auf den Bereich des Gewässerprofils, sondern auch auf die Vorländer, da es beim Retentionskataster um die Überschwemmungsgebiete und Retentionsräume bei 100-jährlichen Hochwasserereignissen geht. Für die Nachweisführung zur Beurteilung von Abwassereinleitungen sind im Wesentlichen lediglich die kleinen Jährlichkeiten 1 und 2 von Interesse. Für die Modellierung reichen daher im Regelfall die Profilpunkte im Umfeld von 20°m links und rechts der Uferlinie des Gewässers aus. Zur einfacheren Handhabung der Profildaten sollten nur die Daten aus diesem Bereich verwendet werden.

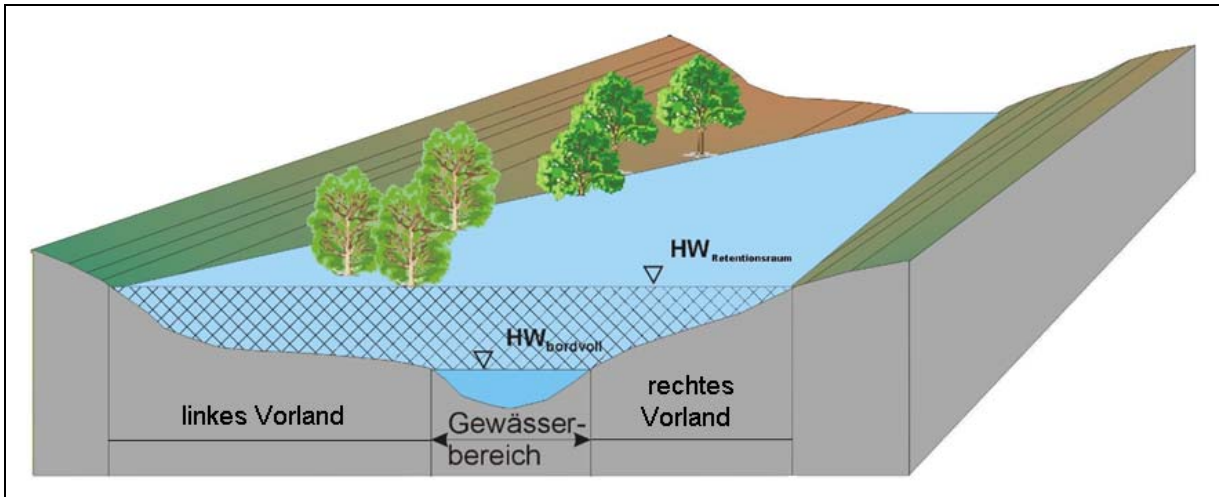


Abb. 42: Skizze zum Retentionskataster Hessen (HGN, HMUENV)

In der nachfolgenden Abbildung 43 ist eine Darstellung von verzeichneten Querprofilen im Retentionskataster Hessen ersichtlich.

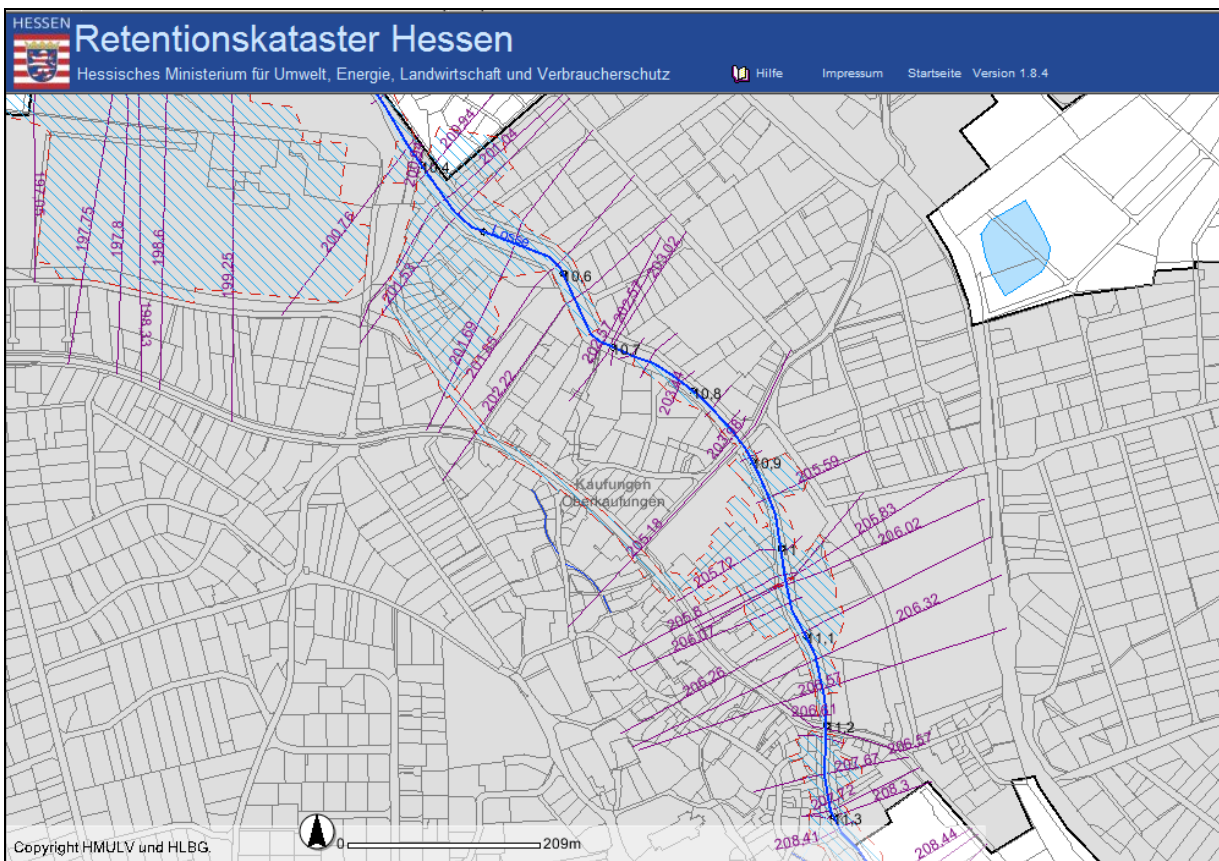


Abb. 43: Verzeichnete Querprofile im Retentionskataster (exemplarisch) (HLUG)

Die Lage der einzelnen Profile wird durch Geraden mit Angabe der Wasserspiegelhöhe beim 100jährigen Hochwasserereignis ( $HQ_{100}$ ) entlang der Gewässerkilometrierung verdeutlicht. Die einzelnen Profile werden über eine Reihe von Profilpunkten mit Angaben der Geländehöhe (über NN) und sog. Positionen, d. h. der Entfernung zum



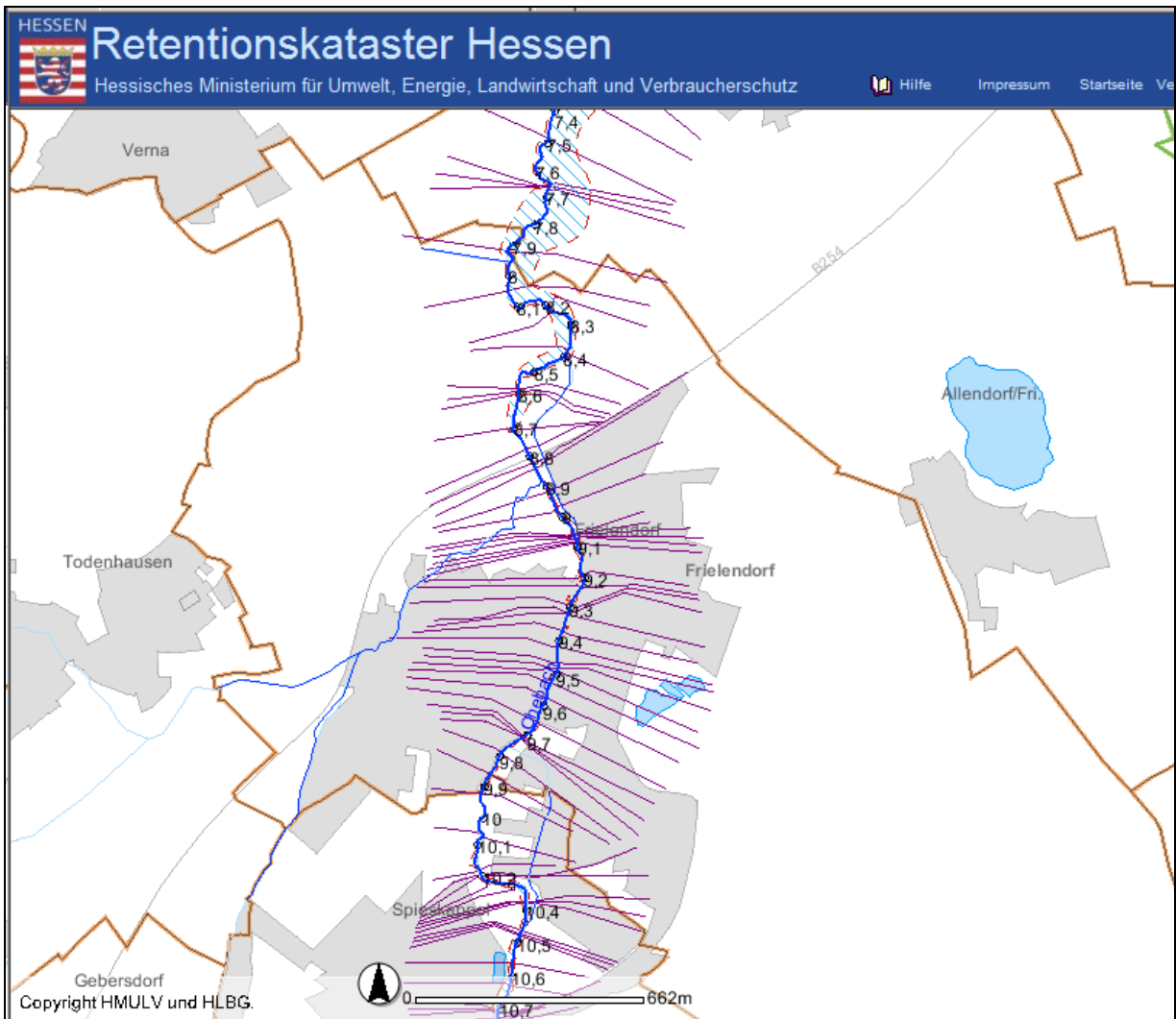


Abb. 46: Darstellung einer Gewässerstrecke mit vergleichsweise vielen Querprofilen in geringem Abstand im Retentionskataster Hessen (HLUG)

Da es zur Abbildung des Gewässers nicht erforderlich ist, eine äußerst kleinräumige Einteilung in Gewässerabschnitte vorzunehmen (im Regelfall sollten Abschnitte von **100 m bis 300 m** vorgesehen werden), können die innerhalb dieser Abschnitte vorhandenen Gerinnep Profile zu stellvertretenden mittleren Profilen zusammengefasst werden, soweit sich keine deutlichen Änderungen im Querprofil, im Sohlgefälle oder in der Fließgeschwindigkeit zeigen.

Im Bereich der Abflussberechnung spielen die aus dem Querprofil abgeleiteten Größen „durchflossene Fläche“ und „benetzter Umfang“ für die Ermittlung der Volumen-Abfluss-Beziehung eine wesentliche Rolle. Die Sauerstoffkonzentration wird unter anderem von der Wiederbelüftung beeinflusst. In die Abschätzung der Wiederbelüftung gehen die Fließgeschwindigkeit und die Wassertiefe, indirekt aber auch die Wasseroberfläche (physikalischer Sauerstoffeintrag) als Größen ein.

Ausschlaggebend für die Zusammenfassung von Profilen ist folglich die Ähnlichkeit hinsichtlich folgender Größen:

- Verhältnis der durchflossenen Fläche zum benetzten Umfang,
- Wasserspiegelbreite,
- Fließtiefe.

Soweit sich die Querschnitte nicht signifikant ändern, können benachbarte Profile zu einem mittleren Profil zusammengefasst werden. Die Gewässerabschnitte sollen jedoch eine Strecke von 300 m nicht überschreiten.

Die Bestimmung des mittleren Querprofils ist immer im Rahmen einer örtlichen Begehung vorzunehmen.

Bei der Abbildung des Gewässers ist es wünschenswert, auch die Brückenbauwerke oder Wehre zu berücksichtigen, da sie aufgrund ihrer Querschnittsänderungen erheblichen Einfluss auf den Abfluss haben. Gewässerverrohrungen sind über den Rohrdurchmesser abzubilden.

**Hinweis zum Werkzeugpaket** (TU Darmstadt/ifak, 2012):

1. Bei Verwendung des Werkzeugpakets ist bei der Einteilung des Gewässers in Gewässerabschnitte darauf zu achten, dass die Länge eines Gewässerabschnittes (Gerinneelements) so gewählt wird, dass eine Mindestfließzeit von 1 Minute nicht unterschritten wird. Es wird empfohlen, für die Länge eines Gerinneelementes eine Fließzeit von etwa 3 Minuten anzustreben.  
Bei Verwendung von Querprofildaten aus dem RKH ist in vielen Fällen davon auszugehen, dass die Gewässerstrecken zwischen den einzelnen Profilen diese Fließzeitbedingung nicht einhalten, so dass ein abschnittstypisches Profil (aus mehreren Profilen) zu bestimmen ist, das dem Charakter des betrachteten Gewässerbereichs entspricht. Hierfür ist eine Ortsbegehung unverzichtbar.
2. Brückenbauwerke, Abstürze oder Wehre lassen sich mit dem Werkzeugpaket nicht abbilden.

### 8.5.1.2 Erhebung der Daten vor Ort

Sofern im Retentionskataster für das zu bearbeitende Gebiet keine Querprofile vorhanden sind (dies trifft auf ca. 18.000 km Gewässerstrecke zu!), müssen die Querprofile mittels örtlicher Vermessung aufgenommen werden. Informationen aus eventuell durchgeführten Projekten (z. B. Renaturierungsmaßnahmen usw.) können (ergänzend) verwendet werden, soweit diese aktuell sind und die Ist-Situation darstellen. Ist eine Vermessung notwendig, so kann vor Ort das mittlere bzw. repräsentative Profil des betrachteten Gewässerabschnitts bestimmt und anschließend vermessen werden.

Es wird empfohlen, die Querprofile im Lamellenformat (pro Höhenkoordinate Y Aufnahme zweier x-Koordinaten - Gewässerbreite links und rechts) aufzunehmen. Die Abb. 47 gibt hierfür ein Beispiel:

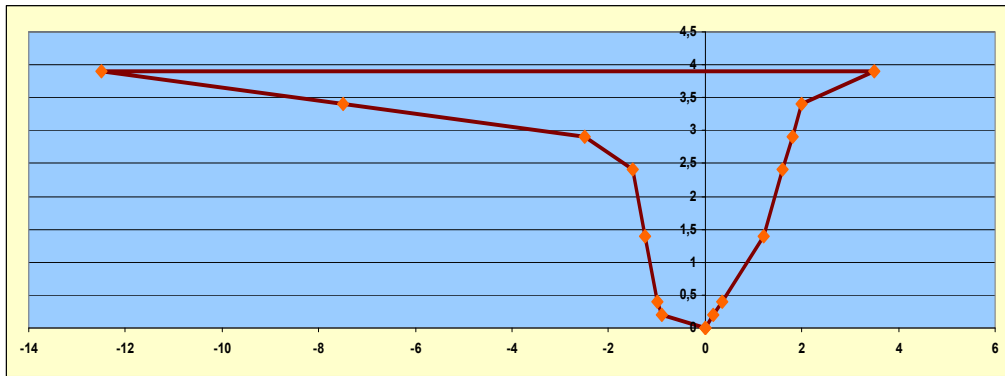


Abb. 47: Exemplarische Querprofildaten im Lamellenformat

**Hinweis:** Um bei der modelltechnischen Nachweisführung (vor allem beim Sauerstoffnachweis) unrealistisch kleine Wassertiefen zu vermeiden, wird empfohlen, eine ggf. horizontale Gewässersohle durch ein kleines Dreieck (Höhe: etwa 10 cm) zu ersetzen.

## 8.5.2 Längsprofil

Nach der Bestimmung der mittleren Profile wird für jedes dieser Profile das Sohlgefälle des jeweils betrachteten Gewässerabschnitts benötigt. Das mittlere Gefälle wird dabei wie folgt ermittelt:

### a) bei Rückgriff auf Profildaten des Retentionskatasters Hessen (HLUG)

Wenn innerhalb eines Gewässerabschnittes ein mittleres Querprofil aus mehreren, dem RKH entnommenen Profilen gebildet wurde, ist die Sohlhöhe aller im RKH aufgenommenen Profile dem RKH zu entnehmen. Mit Kenntnis der Lage des mittleren Profils im Längsschnitt kann für jedes mittlere Profil ein Höhenprofil erstellt werden.

Das Höhenprofil setzt sich also aus mehreren Punkten zusammen, deren x-Wert der Profilmeter und deren y-Wert die Sohlhöhe ist. Mit dem Verfahren der linearen Regression wird dieses Höhenprofil durch eine Gerade mit der bestmöglichen Anpassung ersetzt. Die Steigung dieser Regressionsgeraden entspricht dem mittleren Sohlgefälle des jeweiligen mittleren Profils.

### b) bei Erhebung der Querprofile vor Ort

Bei der Erhebung der Querprofile ist die Sohlhöhe hinsichtlich ihrer Geländehöhe (m über NN) einzumessen. Aus den Sohlhöhen und der Längsverortung der Querprofile lässt sich – erforderlichenfalls abschnittsweise – ein Sohlgefälle (ggf. unter Zuhilfenahme der linearen Regression) ermitteln.

### 8.5.3 Rauheit

Der Rauheitsbeiwert (hier Manning-Strickler-Beiwert  $k_{st}$ ) ist von der Beschaffenheit der Sohle und des Ufers abhängig. Für den bestehenden Zustand ist ein repräsentativer Wert zu wählen (vgl. Anhang 3.2). Für Gerinne mit ungleichen Rauheiten des benetzten Umfangs kann näherungsweise ein Manning-Strickler-Durchschnittsbeiwert gebildet werden. Mit den benetzten Teilumfängen  $l_{u,i}$  ( $l_u = \sum l_{u,i}$ ) und den zugehörigen Manning-Strickler-Beiwerten  $k_{st,i}$  lautet der Zusammenhang:

$$\frac{l_u}{k_{st}^{3/2}} = \sum \left( \frac{l_{u,i}}{k_{st,i}^{3/2}} \right) \quad (23)$$

[Schneider, 1994]

mit:	$l_u$	benetzter Umfang	[m]
	$l_{u,i}$	benetzter Teilumfang	[m]
	$k_{st}$	Manning-Strickler-Durchschnittsbeiwert	[m <sup>1/3</sup> /s]
	$k_{st,i}$	Manning-Strickler-Beiwerte für benetzten Teilumfang	[m <sup>1/3</sup> /s]

**Hinweis:** Die dem Retentionskataster zugrunde liegenden digitalen Profildaten enthalten auch Angaben zum Manning-Strickler-Beiwert  $k_{st}$ . Dieser Wert bezieht das gesamte, für das HQ<sub>100</sub> relevante Gewässerprofil mit ein und berücksichtigt daher die Rauheiten eines erheblich größeren bzw. weiteren Gerinnequerschnittes, als dies für die Fragestellungen des Leitfadens maßgebend ist.

Um den  $k_{st}$ -Wert des für die Leitfaden-Betrachtung relevanten Teils des Profils (Bereich des benetzten Umfangs bei HQ<sub>1</sub> bzw. HQ<sub>2</sub>) sachgerecht erfassen zu können, ist eine **Ortsbegehung unumgänglich**.

### 8.5.4 Stoffliche Gewässervorbelastung

Die in Abhängigkeit vom Fließgewässertyp anzusetzenden Werte für die chemischen und physikalischen Parameter sind der Tabelle 15 zu entnehmen. Von diesen Werten kann nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden (vgl. Kap. 7.4.2).

### 8.5.5 Zusammenstellung der erforderlichen Daten zum Gewässer

In der nachfolgenden Tabelle sind die erforderlichen Daten zum Gewässer nochmals zusammengestellt:

Bereich	Daten	Datenquellen
<b>Gewässerabschnitte</b>	Lage und Länge der Gewässerabschnitte  Es sind hinsichtlich der <u>Profile</u> , des <u>Sohlgefälles</u> und der <u>Rauheiten</u> möglichst homogene Gewässerabschnitte zu bilden (siehe Kap. 8.5)	Ortsbegehung topographische Karten Retentionskataster Hessen
	erforderliche <u>Zuordnungen</u> zu den Gewässerabschnitten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Abwassereinleitungen (Schmutz-, Misch- und Niederschlagswasser)</li> <li>• der Einleitungen aus natürlichen Einzugsgebieten</li> </ul>	
<b>Querprofile</b>	Profildaten (Die Darstellung eines Querprofils als einfaches Dreiecks- oder Trapezprofil ist <u>nicht ausreichend</u> , vgl. Kap. 8.5.1)  bei Gewässerverrohrungen: Rohrdurchmesser	Erhebungen vor Ort Retentionskataster Hessen (RKH)  wasserwirtschaftliche Unterlagen (Genehmigungsunterlagen) (Gewässerunterhaltungspflichtiger)
	Wasserspiegelbreite Fließtiefe Verhältnis der durchflossenen Fläche zum benetzten Umfang	Erhebungen vor Ort Retentionskataster Hessen (RKH)
	ggf. Wasserstands-Abfluss-Beziehung	
<b>Sohlgefälle, Längsprofile</b>	mittleres Sohlgefälle eines Gewässerabschnittes	Vermessung vor Ort (Höhenkoten) Angaben im Retentionskataster Hessen (RKH) Topographische Karten Digitales Höhenmodell
<b>Rauheit (Sohle, Uferbereiche)</b>	Rauheitsbeiwert nach Manning-Strickler $k_{st}$ (Kap. 8.5.3)	Erhebung vor Ort (Beurteilung anhand Literaturangaben) (vgl. Anhang 3.2)
<b>Fließgewässertyp</b>	Einstufung gemäß Anlage 1 OGewV	WRRL-Viewer (vgl. Kap. 4.2.1.1)



Bereich	Daten	Datenquellen
<b>Wiederbesiedlungspotential (WBP)</b>	<p>Für <u>jeden 100 m-Gewässerabschnitt</u> innerhalb des Nachweisraumes:</p> <p><u>Bewertung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Gewässergüte</li> <li>• der Abweichungsklasse</li> <li>• aller Wanderhindernisse hinsichtlich der Durchgängigkeit des Gewässers im Bereich von 300 m bzw. 1000 m oberhalb und unterhalb des jeweiligen 100 m-Abschnittes</li> </ul> <p>Aus der Beurteilung des WBP der einzelnen 100 m-Gewässerabschnitte ist das WBP für die <u>Gewässerstrecke innerhalb des Nachweisraumes</u> zu bestimmen</p>	<p>hinsichtlich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Gewässergüte (siehe Kap. 4.2 und 4.3)</li> <li>• der Abweichungsklasse (siehe Kap. 4.2 und 4.3)</li> <li>• der Wanderhindernisse (siehe Kap. 4.2.4.3; Anhang 5)</li> </ul> <p>siehe Kap. 5.2, Anhang 6.4</p>
<b>Stoffliche Gewässervorbelastungen</b>	<p><u>Parameter:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wassertemperatur</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• Sauerstoffkonzentration</li> </ul> <p><u>Konzentrationen:</u></p> <p>BSB<sub>5</sub>  CSB  TOC  NH<sub>4</sub>-N  P<sub>ges</sub>  o-PO<sub>4</sub>-P  AFS</p>	<p>Angaben zur Abbildung des "worst case"  <u>Standard-Annahmen:</u>  gemäß Tab. 15</p> <p>(Näheres hierzu im Kap. 7.4.2)</p>

Tab. 27: Zusammenstellung der erforderlichen Daten zum Gewässer

## 9. Anforderungen an die Dokumentation und Ergebnisdarstellung

Zur Nachvollziehbarkeit und Prüfung der simulationsgestützten Berechnungen zur immissionsorientierten Nachweisführung ist der Immissionsnachweis, die zugehörigen Eingangsgrößen und die Ergebnisse umfassend zu dokumentieren. Dies umfasst insbesondere folgende Unterlagen:

### I. Erläuterungsbericht

mit Darstellung nachfolgender Themenkomplexe

#### A) Veranlassung und Aufgabenstellung

#### B) Datengrundlage für die Bestandsanalyse

B1)	Abgrenzung des Nachweisraumes (mit Angabe der Entfernungen der einzelnen Einleitungen und der Eingangsgrößen der Tabelle 5)	Kap. 3 Kap. 8.1 Anhang 6.1
B2)	Beurteilung des Gewässerzustandes - Stammdaten zum Oberflächenwasserkörper - Ökologischer Zustand bezüglich Makrozoobenthos - Gewässerstruktur, Abweichungsklasse	Kap. 4.2, 4.3 Anhang 6.2 Anhang 6.3
B3)	Beurteilung des Schutzbedürfnisses der zu betrachtenden Gewässerstrecken	Kap. 5.1
B4)	Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials der einzelnen 100 m-Gewässerabschnitte und der gesamten Gewässerstrecke innerhalb des Nachweisraumes	Kap. 4.2.4.3 Anhang 5 Kap. 5.2 Anhang 6.4
B5)	Daten zu den Abwassereinleitungen (Entwässerungsgebiete, Kläranlagen, Misch- und Niederschlagswassereinleitungen einschließlich der Niederschlagswassereinleitungen von Straßen- entwässerungen, Gewerbeflächen, Abwassermenge von industriellen Direkteinleitern)	Kap. 8.2 Kap. 8.3 Tab. 24, 25 Anhang 6.6
B6)	Daten zum Gewässer für den rechnerischen Nachweis (einschl. Einteilung der natürlichen Teileinzugsgebiete, Einteilung in Gewässerabschnitte, Abflussspenden, Abflusswerte an den Nachweisorten, Geometrie der Gewässerabschnitte, stoffliche Vorbelastungen im Gewässer)	Kap. 8.4 Kap. 8.5 Tab. 26, 27 Anhang 6.5

#### C) Verwendete Modelle und Software

Soweit nicht das Werkzeugpaket (TU Darmstadt/ifak, 2012) verwendet wird, sind die den verwendeten Modellen hinterlegten Ermittlungsverfahren sowie die stofflichen Parameter und Prozesse zu beschreiben. Zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Werkzeugpaket wird hinsichtlich des Gütemodells eine Beschreibung in der Notation der „Petersen-Matrix“ empfohlen (Kap. 6.4.2.2).

Der zuständigen Wasserbehörden ist nachzuweisen, dass die Anforderungen an die Nachweisführung nach Kap. 6 und 7 umfassend eingehalten werden. Abweichungen sind explizit darzustellen und zu erläutern.

#### D) Durchführung der rechnerischen Nachweise (hydraulisch und stofflich)

D1)	Angabe der Nachweisorte (für den hydraulischen Nachweis)	Kap. 7.2.1
D2)	Angabe des Abflussgrenzwertes $HQ_{2pnat}$ für jeden hydraulischen Nachweisort	Kap. 7.3.2
D3)	Angabe des Schwellenwertes für jeden hydraulischen Nachweisort	Kap. 7.3.3
D4)	Ergebnisse der rechnerischen Nachweise Bestandssituation mit Ergebnisinterpretation (Aussagen zur Einhaltung der Grenzwerte, zum Ausmaß von Über- und Unterschreitungen und Belastungszeiträumen und zum Handlungsbedarf)	

#### E) Vorgeschlagene Maßnahmen

#### F) Zusammenfassung

## II. Planunterlagen:

- Anlage 1: Übersichtsplan mit Darstellung des Nachweisraumes  
(Einzugsgebiet der zu betrachtenden Gewässer und Abwassereinleitungen im Maßstab 1:25.000)
- Anlage 2: Übersichtsplan des Gesamtsystems
- mit Darstellung der Einleitestellen der Abwasseranlagen und sonstigen Abwassereinleitungen,
  - mit Darstellung der betrachteten Siedlungsflächen mit farblicher Markierung des Mischsystems, Trennsystems und der Außengebiete,
  - mit Einteilung der natürlichen Einzugsgebiete (Einzeleinleiter) (Nachweisorte; siehe Kap. 7.2.1),
  - mit Zuordnung der Einzeleinleiter (Abwassereinleitungen, natürliche Einzugsgebiete) zu Gerinneelementen im geeigneten Maßstab
- Anlage 3: Systemlogik für die Schmutzfrachtberechnungen  
(ggf. mehrere Kanalnetze)
- Anlage 4: Systemlogik für den rechnerischen Immissionsnachweis im Bestand  
(Bestandsnachweis)
- Anlage 5: Systemlogik für den rechnerischen Immissionsnachweis für erforderliche Maßnahmen (Maßnahmenvarianten)
- Anlage 6: Graphische Darstellung der Ergebnisse als Ganglinien  
(Abfluss, Sauerstoff- und Ammoniakkonzentrationen im Gewässer)

### **III. Textunterlagen (einschließlich Tabellen):**

- Anlage 7: Eingabedaten und Ergebnisse der Schmutzfrachtberechnungen
- Anlage 8: Dokumentation der Gewässerbegehung (mit Fotodokumentation)
- Anlage 9: Querprofile der Gewässerabschnitte
- Anlage 10: Gewässerdaten
- Anlage 11: Auswertungen zu den hydraulischen und stofflichen Belastungen
  - Analyse von Überschreitungen der zulässigen Häufigkeit des Auftretens des kritischen Gewässerabflusses ( $HQ_{2pnat}$ )
  - Analyse von Überschreitungen des Nachweiswertes bei den vereinfachten stofflichen Nachweisen
  - Dauer-Häufigkeits-Analyse bei den erweiterten stofflichen Nachweisen

### **IV. Digitale Unterlagen**

- Anlage 12: Datensätze zur Schmutzfrachtsimulation
- Anlage 13: Datensätze zu den rechnerischen Immissionsnachweisen (Bestand, Maßnahmenvarianten)
- Anlage 14: Regenreihen (historisch, synthetisch)
- Anlage 15: Querprofile der Gewässerabschnitte

Der Umfang der erforderlichen Dokumentation ist mit der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen. In konkreten Fall können zusätzliche Unterlagen erforderlich sein.

Bereich	Daten
<b>Abgrenzung des Nachweisraumes</b> (siehe Kap. 8.1)	an den Einleitestellen im Gewässer: <ul style="list-style-type: none"> <li>● mittlere Wassertiefe bei MNQ</li> <li>● mittlere Fließgeschwindigkeit bei MNQ</li> <li>● ermittelte Einflussbereiche (jeder Einleitung)</li> <li>● Entfernungen zwischen den einzelnen Einleitestellen</li> <li>● Größe des Nachweisraumes (Übersichtsplan)</li> <li>● Darstellung der zu betrachtenden Gewässerstrecke</li> </ul>
<b>Kläranlagen</b> (siehe Kap. 8.2)	
Einleitestellen	● Lage der Einleitestellen
Abfluss	Durchschnittliche Trockenwetterabflussmenge (EKVO-Berichte) mit einer für die Kläranlagengröße typischen Abflussganglinienform
Ablaufkonzentrationen	geprüfte Werte für BSB <sub>5</sub> , CSB, TOC, NH <sub>4</sub> -N, P <sub>ges</sub> , o-PO <sub>4</sub> -P, AFS (bei Trockenwetter)
Ablauftemperatur	● Temp <sub>KA-Ablauf</sub>
Sauerstoffkonzentration	● O <sub>2 KA-Ablauf</sub>
pH-Wert	● pH <sub>KA-Ablauf</sub>
Alkalinität	● Alk <sub>KA-Ablauf</sub>
<b>Mischwasser- und Niederschlagswassereinleitungen</b> (siehe Kap. 8.3)	
Belastungsniederschläge	<ul style="list-style-type: none"> <li>● für vereinfachte stoffliche Nachweise (Sauerstoff, Ammoniak)</li> <li>● für hydraulische und erweiterte stoffliche Nachweise</li> </ul>
Schmutzfrachtsimulation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Eingabedaten und Ergebnisse der Schmutzfrachtberechnung</li> <li>● Systemlogik</li> </ul>
Ablauftemperatur Temp.	● Temp <sub>MWE-Ablauf</sub> ● Temp <sub>NWE-Ablauf</sub>
Sauerstoffkonzentration	● O <sub>2 MWE</sub> ● O <sub>2 NWE</sub>
pH-Wert	● pH <sub>MWE</sub> ● pH <sub>NWE</sub>
Alkalinität	● Alk <sub>MWE</sub> ● Alk <sub>NWE</sub>
Einleitestellen	● Lage der Einleitestellen
<b>natürliche Einzugsgebiete</b> (Kap. 8.4)	
Teileinzugsgebietsflächen	Größe und Lage der Teileinzugsgebietsflächen
Abflussspenden	Werte für spezifische Abflussspenden (MNq, Mq, HQ <sub>2pnat</sub> ) für die einzelnen Teileinzugsgebietsflächen für alle hydraulischen Nachweisorte, ggf. für zusätzliche Gewässerstellen (vgl. Abb. 33 und Abb. 40):
Abflusswerte	MNQ (bzw. ΔMNQ), MQ (bzw. ΔMQ), HQ <sub>2pnat</sub> für die einzelnen Teileinzugsgebietsflächen für alle hydraulischen Nachweisorte, ggf. für zusätzliche Gewässerstellen (vgl. Abb. 33 und Abb. 40):
<b>Gewässer</b> (Kap. 8.5)	
Gewässerabschnitte (Gerinneelemente)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lage, Länge und Gefälle der Gewässerabschnitte</li> <li>● Zuordnung der Abwassereinleitungen zu den Gerinneelementen</li> </ul>
Querprofile	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Profildaten</li> <li>● Wasserspiegelbreite</li> <li>● Fließtiefe</li> <li>● Verhältnis der durchflossenen Fläche zum benetzten Umfang</li> </ul> ggfs: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rohrdurchmesser (bei Gewässerverrohrungen)</li> </ul>

<b>Gewässer (Kap. 8.5) - Fortsetzung -</b>	
Sohlgefälle, Längsprofile	mittleres Sohlgefälle jedes Gewässerabschnittes
Rauheit (Sohle, Uferbereiche)	Rauheitsbeiwert nach Manning-Strickler $k_{st}$ (Angabe für jeden Gewässerabschnitt (Gerinneelement))
Fließgewässertyp	Angabe des Fließgewässertyps
Wiederbesiedlungspotential	Für jeden 100 m-Gewässerabschnitt innerhalb des Nachweisraumes (zzgl. 300 m bzw. 1.000 m oberhalb und unterhalb des Nachweisraumes): <u>Bewertung</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Gewässergüte</li> <li>• der Abweichungsklasse</li> <li>• aller Wanderhindernisse hinsichtlich der Durchgängigkeit des Gewässers</li> <li>• des Wiederbesiedlungspotentials</li> </ul> <u>Zusätzlich:</u> Bewertung der Durchgängigkeit des Gewässers bis 300 m bzw. 1.000 m oberhalb und unterhalb des Nachweisraumes und Bewertung des Wiederbesiedlungspotentials der gesamten Gewässerstrecke innerhalb des Nachweisraumes
Stoffliche Gewässervorbelastungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wassertemperatur</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• Alkalinität</li> <li>• Sauerstoffkonzentration</li> <li>• Konzentrationen (BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>ges</sub>, o-PO<sub>4</sub>-P, AFS)</li> </ul>

Tab. 28: Auflistung der erforderlichen Daten (Näheres siehe Kap. 8)

## 10. Weiteres Vorgehen - Maßnahmenwahl

Wenn ein rechnerischer Nachweis nach Kap. 7 durchgeführt wurde, hatte sich im Vorfeld der Untersuchungen (vgl. Kap. 4) gezeigt, dass der gute ökologische Zustand des Gewässers entweder noch nicht erreicht ist oder aber durch eine geplante Erhöhung der Abwasserbelastung gefährdet werden könnte. Wenn auch beim erweiterten rechnerischen Nachweis Grenzwertüberschreitungen (beim Abfluss- oder Ammoniak-Nachweis) bzw. Grenzwertunterschreitungen (beim Sauerstoffnachweis) festgestellt werden, ist dies bei Abbildung der bestehenden Einleitesituation ein deutlicher Hinweis auf ein ökologisches Defizit im Gewässer, für das die Ursache zumindest auch bei den betrachteten Abwassereinleitungen liegt.

Bei der Simulation eines Prognose-Zustandes, d. h. bei Berücksichtigung erhöhter Abwasserbelastungen (hydraulisch oder stofflich) infolge vermehrten Abwasseranfalls bestehender Einleitungen oder zusätzlicher (neuer) Abwassereinleitungen, sollte stets ein Vergleich mit der Ist-Situation durchgeführt werden, um die Auswirkungen der erhöhten Belastungen abschätzen zu können. Wenn die geplante Erhöhung der Abwasserbelastungen innerhalb des Nachweisraumes im Vergleich mit der Bestandssituation zu Grenzwertüberschreitungen führt, sind emissionsseitige Maßnahmen zur Einhaltung erhöhter gewässerbezogener Anforderungen erforderlich.

Für die Maßnahmenwahl gilt insgesamt der Vorrang von emissionsseitigen Maßnahmen zur weitergehenden Misch- und Regenwasserbehandlung, das heißt es gilt der Grundsatz:

„Behandlung vor Einleitung“

Grundsätzlich sollten somit die Emissionen *v o r* Einleitung in das betroffene Gewässer entsprechend der mit den rechnerischen Nachweisen aufgezeigten Überlastungen vermindert werden. Durch entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung der Abwasserbelastungen lassen sich die nachteiligen Auswirkungen der Abwassereinleitungen in ihrer Gesamtheit, d. h. auch von Belastungen reduzieren, die nicht Gegenstand des Leitfadens sind (z. B. Schwebstoffen).

In der wasserwirtschaftlichen Vollzugspraxis treten oftmals Fälle auf, in denen die gemäß rechnerischem Nachweis erforderlichen Maßnahmen zur Reduzierung der Gewässerbelastung emissionsseitig, d.h. vor Einleitung in das Gewässer nicht oder nur sehr erschwert durchgeführt werden können. Diese Problematik liegt vielfach in den örtlichen Verhältnissen (z. B. nicht zur Verfügung stehende Flächen für die Umsetzung von Maßnahmen) begründet. Nur wenn nachgewiesen wird, dass emissionsseitige Maßnahmen (z. B. Dämpfungsbecken in Erdbauweise) nur mit einem nicht mehr vertretbarem Aufwand durchgeführt werden könnten, ist es zulässig, entsprechender Maßnahmen *i m* Gewässer (z. B. Gewässeraufweitungen o.ä.) durchzuführen.

Emissionsseitige Maßnahmen zur Reduzierung des Abwasserabflusses (z. B. durch die Schaffung von Retentionsvolumina) sind vor allem dann erfolgversprechend, wenn in dem von der Einleitung betroffenen Gewässerabschnitt bereits ein hohes Wiederbesiedlungspotential vorhanden ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind Maßnahmen dargestellt, die zur Reduzierung hydraulischer und stofflicher Belastungen durch Misch- und Regenwassereinleitungen grundsätzlich möglich und geeignet sind.

Maßnahmen	Anmerkungen
Abflussvermeidung, Abflussverminderung und Abflussverzögerung	
Regenrückhaltebecken im Netz oder Speicherbewirtschaftung	Rückhalteräume im Netz vergleichsweise teuer
Optimierung der Drosselabflüsse von Entlastungsanlagen	
Rückhaltebecken als Dämpfungsbecken nachgeschaltet	Ablauf als Kiesfilter oder Vegetationspassage
Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle und ähnliche Speichereinrichtungen	Ablauf als Kiesfilter oder Vegetationspassage
Erhöhung des Drosselabflusses zur Kläranlage	Ausreichende Reinigungsleistung und hydraulische Kapazität der Kläranlage vorhanden?
Rechen, Siebe (ggf. Fein- und Feinstsiebe), Wirbelabscheider und andere mechanische Verfahren	Der Einsatz von Feinstsieben bei Mischwasserentlastungsanlagen ist kritisch zu hinterfragen.
Retentionsbodenfilter (RBF)	Ausleitstrecke für O <sub>2</sub> -Anreicherung zweckmäßig (v. a. bei entsprechendem Gefälle vom RBF zum Gewässer)
Ablaufgerinne mit naturnahen Strukturen Sickerstrecken Schüttsteinriegel Vegetationspassagen	einem Speicherbauwerk nachgeschaltet sehr wirksam
Gewässerprofilaufweitung (Ausuferungsflächen, Hochwasserrückhaltebecken)	nur dann einsetzen, wenn keine Probleme durch Feststoffe zu erwarten sind, Mindestkonzentration an O <sub>2</sub> im Gewässer darf nicht unterschritten werden
Anlage von Uferrandstreifen, Erhöhung der Strukturvielfalt	auch als Maßnahme zur Verbesserung der Strukturgröße sinnvoll, Erhöhung der physikalischen Belüftung
Flockungsfiltration	Dosierung muss auf Zulauf abgestimmt werden
Fällung mit anschließender Feststoffabscheidung	Dosierung muss auf Zulauf abgestimmt werden

Tab. 29: Maßnahmen zur Verminderung akuter hydraulischer und stofflicher Gewässerbelastungen durch Misch- und Niederschlagswassereinleitungen



---

Die emissionsseitig erforderlichen Maßnahmen zur Dämpfung der Mischwassereinleitungen - die auch ggf. mittels einer naturnahen Gewässerprofilaufweitung umgesetzt werden können, siehe Tabelle 29 - stehen neben den strukturverbessernden Maßnahmen im Gewässer, die bei fehlendem oder geringem Wiederbesiedlungspotential zur Herstellung eines möglichst hohen Wiederbesiedlungspotentials durchgeführt werden (siehe Kap. 5.2 und 7.3.2). Geeignete strukturverbessernde Maßnahmen, die der Verbesserung des Wiederbesiedlungspotentials auch im Sinne der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) dienen, sind im WRRL-Maßnahmenprogramm dargestellt (siehe Kap. 4.2.4.4).

Bezüglich der noch durchzuführenden Maßnahmen zur Verbesserung der saprobiellen Belastungssituation ist darauf hinzuweisen, dass diese nicht nur auf den Ausbau von Anlagen der Siedlungsentwässerung - Kläranlagen, Regen- bzw. Mischwassereinleitungen – beschränkt werden sollten; wesentliche Verbesserungen sind hierbei heute oft nur noch zu erreichen, wenn auch andere Belastungsquellen - Einträge aus der Landwirtschaft, Feinsedimenteinträge, Eutrophierung, Strukturdefizite (z.B. Rückstau) - wirksam vermindert werden.

Es wird empfohlen, unter Einbeziehung der im Maßnahmenprogramm bereits vorgesehenen Maßnahmen ein Konzept zu erstellen, inwieweit die im Maßnahmenprogramm aufgeführten Maßnahmen bereits die gemäß den rechnerischen Nachweisen erforderlichen Verbesserungen hinsichtlich der Abwassereinleitungen bewirken können und welche weiteren Maßnahmen aus der Sachverhaltsaufklärung mittels dieses Leitfadens erforderlich werden.



## 11. Literaturverzeichnis

- Alex, J. (2010) Ansätze zur Modellierung von Stofftransport und Stoffumsätzen in Kanalnetz und Fließgewässer  
Vorlesungsreihe Abwasserentsorgung III, 21. Mai 2010, Dresden  
ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg
- APHA (1992) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater  
18th edition  
American Public Health Association, Washington D.C.
- ATV (1997) Abwassertechnische Vereinigung e.V. (Hrsg.):  
2. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 2.1.1  
„Beeinflussung der Gewässergüte durch Mischwassereinleitungen“:  
Weitergehende Anforderungen an Mischwasserbelastungen:  
Grundlagen und Vorprüfung (2. Teil) sowie Hinweise zur biologischen  
Beurteilung mischwasserbelasteter Gewässer.  
Korrespondenz Abwasser 1997 Nr. 44 (5), 922-927.
- ATV (2001) ATV-Gewässergütemodell  
ATV-DVWK Hauptgeschäftsstelle Hennef
- Bever, J.  
Teichmann, H. (1990) Weitergehende Abwasserreinigung  
Stickstoff- und Phosphorelimination, Sedimentation und Filtration  
- Lehrbriefsammlung -  
R. Oldenbourg Verlag München Wien 1990
- Bowie, GL.,  
Mills, WB.  
Porcella, DB.  
Campell, CL.  
Pagenkopf, JR  
Rupp, GL;  
Johnson, KM; Chan, PWH; Gherini, SA; Chamberlin, CE (1985) Rates, constants, and kinetic formulations  
in surface water quality modeling  
US Environmental Protection Agency  
Athens Georgia: U.S. Environmental Protection Agency,  
EPA/600/3-85/040
- Braun, G;  
Stock H.-D.,  
Furtmann K. (1999) Verbesserung der Einleiterüberwachung durch die Einführung  
der Messgrößen TOC, TNb und Pges-ICP  
Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA-Texte Bd. 69/99, Berlin
- Bund (2004) Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser  
in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV)  
vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S.1108, 2625), zuletzt geändert durch  
Artikel 5 Absatz 8 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)
- Bund (2009) Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S.  
2585), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 9 des Gesetzes vom  
24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)
- Bund (2011) Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer  
(Oberflächengewässerverordnung – OGewV)  
vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429)
- BWK (2001) Merkblatt-M3  
Ableitung von Anforderungen an Niederschlagswassereinleitungen un-  
ter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse  
  
Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kultur-  
bau (BWK) e.V., Düsseldorf.

- 
- BWK (2008) Merkblatt BWK M7  
Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt M3, November 2008  
Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V.
- Christoffels, E. (2002) ATV-DVWK-Gewässergütemodell  
Ein Werkzeug für die Flussgebietsplanung  
[http://www.erftverband.de/fileadmin/Erftverband/Abteilung\\_G/gewaesse\\_rguetemodell.pdf](http://www.erftverband.de/fileadmin/Erftverband/Abteilung_G/gewaesse_rguetemodell.pdf)
- Churchill et al. (1962) Prediction of Stream Reaeration Rates.  
Zitiert in S. C. Chapra. Surface Water-Quality Modeling;  
New York: McGraw Hill.
- DIN 38410 (10/2004) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)  
Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M1)
- DVWK 251/1999 (1999) Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen  
DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft  
Kommissionsvertrieb, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft  
Gas und Wasser mbH, Bonn
- DWA (2006a) Arbeitsblatt DWA-A 117  
Bemessung von Regenrückhaltebecken  
April 2006, korrigierte Fassung November 2009
- DWA (2006b) DWA-Themen:  
Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen  
DWA (Hrsg.), Hennef 2006
- DWA (2007) Merkblatt DWA-M 153  
Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser  
DWA-Regelwerk, DWA (Hrsg.), Hennef
- DWA (2010) DWA-Merkblatt M 509 (Gelbdruck):  
Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke  
DWA (Hrsg.), Hennef 2010
- DWD (2000) KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes  
KOordinierte STarkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen
- Erftverband (2005) Handlungskonzept zur weitergehenden Niederschlagswasserbehandlung  
Kategorisierung der Einleitsituationen und zeitliche Umsetzung von Maßnahmen im Erftverbandsgebiet  
Erftverband (Hrsg.), 1. Auflage
- Emerson K.  
Russo, R. E.  
Lund, R.E.  
Thursten, R. V. (1975) Aqueous ammonia equilibrium concentrations: effects of pH and temperature  
J. Fish. Res. Bd. Can. 32, 2379-2383

- EG (2000) Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Europäische Wasserrahmenrichtlinie)  
 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/1 vom 22.12.2000  
 verfügbar unter: [www.flussgebiete.hessen.de](http://www.flussgebiete.hessen.de)  
 → Wasserrahmenrichtlinie → Grundsätze der WRRL  
 → Downloads „Die EG-Wasserrahmenrichtlinie“
- EG (2006) Richtlinie 2006/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten (Fischgewässer-Richtlinie)  
 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 264 vom 25.09.2006
- EG (2008) Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG  
 Amtsblatt der Europäischen Union L 348/84 vom 24.12.2008
- EWG (1992) Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie)  
 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 206/7 vom 22.7.1992
- Furniss, M.,  
 Love, M. FishXing (Fish Crossing),  
 Software and learning systems for fish passage through culverts,  
 Software Manual, <http://www.stream.fs.fed.us/fishxing/index.html>
- FWR (1994) Urban Pollution Management Manual.  
 Marlow, UK: Foundation for Water Research.
- FWR (1998) Urban Pollution Management Manual 2nd Edition.  
 Marlow, UK: Foundation for Water Research.
- GESIS Gewässerstruktur-Informationssystem (GESIS)  
 Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
 verfügbar unter: <http://www.gesis.hessen.de>
- Gujer et al.,  
 Henze, M.,  
 Mino, T.,  
 van Loosdrecht, M.C.M. (1999) The Activated Sludge Model No. 3  
 IAWQ Task Group on Mathematical Modelling for Design and Operation of Biological Wastewater Treatment. Kollekolle
- Henze, M.  
 Gujer, W.,  
 Mino, T.,  
 van Loosdrecht, M. (2001) Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3  
 Scientific and Technical Report No. 9  
 IWA London
- Hessen (2006) Verordnung über Zuweisungen zum Bau von Abwasseranlagen (GVBl. I 2006, S. 31) vom 8. Februar 2006, zuletzt geändert durch Verordnung vom 9. November 2011 (GVBl. I S. 690)

- Hessen (2007) Allgemeine Verwaltungsvorschrift für den Vollzug des Abwasserabgabengesetzes und des Hessischen Ausführungsgesetzes zum Abwasserabgabengesetz (VwV-AbwAG/HAbwAG) vom 31. Mai 2007 (StAnz. 2007, S. 1225), geändert durch VwV vom 15. Februar 2011 (StAnz. 2011, S. 342)
- Hessen (2008) Hessische Verordnung über die Qualität und Bewirtschaftung der Badegewässer (VO-BGW) vom 21. Juli 2008 (GVBl. I S. 796), geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 18. August 2011 (GVBl. I S. 396, 397)
- Hessen (2009) Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (VwKostO-MUELV) vom 8. Dezember 2009 (GVBl. I 2009, S. 522), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 24. Mai 2011 (GVBl. I S. 214)
- Hessen (2010a) Hessisches Wassergesetz vom 14. Dezember 2010 (GVBl. I S. 548)
- Hessen (2010b) Hessisches Ausführungsgesetz zum Abwasserabgabengesetz (HAbwAG) vom 29. September 2005 (GVBl. I 2005, S. 664), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. Juni 2011 (GVBl. I S. 292)
- Hessen (2010c) Abwassereigenkontrollverordnung (EKVO) vom 23. Juli 2010 (GVBl. I S. 257), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juni 2012 (GVBl. S. 172, 175)
- HLUG Retentionskataster Hessen (RKH)  
Näheres unter  
<http://www.hlug.de/medien/wasser/rkh/kataster.htm>  
Bezug von Profildaten beim :  
Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie  
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden
- HLUG (2005) Niederschlagssimulationsmodell (NiedSIM)  
Näheres unter  
<http://www.hlug.de/static/medien/wasser/niederschlag/niedsim.htm>
- HLUG (2007a) Das Makrozoobenthos in hessischen Fließgewässern - Ergebnisse aus dem vorgezogenen Monitoring zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie.  
[www.flussgebiete.hessen.de](http://www.flussgebiete.hessen.de) → Bewirtschaftungsplan → Monitoring.
- HLUG (2007b) Dokumentation des Schmutzfrachtmodells SMUSI (Version 5.1)  
Teil I – Theoretische Grundlagen (August 2007)  
Erstellt durch die TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung  
Hrsg: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)  
Bezug mit Erwerb des Programms SMUSI über Lizenzen über das HLUG: <http://www.hlug.de/medien/wasser/abwasser/index.htm>
- HLUG (2010a) Ökologischer Zustand – Bewertung der Gewässergüte  
Karte mit typspezifischer Bewertung der Gewässergüte  
verfügbar unter:  
<http://www2.hmuenv.hessen.de/umwelt/wasser/wrrl/umsetzung/monitoring/>  
→ Karte mit typspezifischer Bewertung der Gewässergüte 2010 (pdf)

- 
- HLUG (2010b) Bericht zur Gewässergüte  
[http://www2.hmuelv.hessen.de/imperia/md/content/internet/wrrl/5\\_service/monitoring/hlug\\_berichtgewaesserguetekarte2010.pdf](http://www2.hmuelv.hessen.de/imperia/md/content/internet/wrrl/5_service/monitoring/hlug_berichtgewaesserguetekarte2010.pdf)
- HLUG (2010c) Messungen physikalischer und chemischer Parameter  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
unveröffentlicht
- HLUG (2011) Dokumentation des Schmutzfrachtmodells SMUSI (Version 6.0)  
Teil II – Benutzerhandbuch (Juli 2011)  
Erstellt durch die TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung  
Hrsg: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)  
Bezug mit Erwerb des Programms SMUSI über Lizenzen über das HLUG: <http://www.hlug.de/medien/wasser/abwasser/index.htm>
- HLUG (2012) Schmutzfrachtsimulationsmodell (SMUSI)  
Bezug über Lizenzen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie:  
<http://www.hlug.de/medien/wasser/abwasser/index.htm>
- HMUELV (2009a) Maßnahmenprogramm 2009 – 2015  
herunterladbar unter: [www.flussgebiete.hessen.de](http://www.flussgebiete.hessen.de)  
→ Bewirtschaftungsplanung  
→ Maßnahmenprogramm Hessen 2009 – 2015 → Anhang 3.1  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- HMUELV (2009b) Bewirtschaftungsplan Hessen 2009 – 2015  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
herunterladbar unter: [www.flussgebiete.hessen.de](http://www.flussgebiete.hessen.de)  
→ Bewirtschaftungsplanung → Bewirtschaftungsplan 2009 - 2015
- HMUELV (2009c) Anleitung zum Umgang mit dem ArcIMS-Kartendienst zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie Hessen  
herunterladbar unter:  
[www.flussgebiete.hessen.de](http://www.flussgebiete.hessen.de)  
→ Service → Hessisches Karteninformationssystem (WRRL-Viewer)  
→ WRRL-Viewer → Ausführliche Hilfe zum WRRL-Viewer
- HMUELV (2011) Arbeitshilfe zur Verminderung der Phosphoremissionen aus kommunalen Kläranlagen  
erstellt von der Technischen Hochschule Mittelhessen,  
Fachbereich Bauwesen  
Zentrum für Energie- und Umweltsystemtechnik (ZEuUS)  
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und anaerobe Verfahrenstechnik  
Hrsg.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
herunterladbar unter: [www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)  
→ Umwelt → Gewässerschutz → Kommunales Abwasser

- HMUELV (2012) Werkzeugpaket als mögliches Umsetzungsinstrument des Leitfadens für das Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen - Anleitung anhand eines Demo-Beispiels - Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
herunterladbar unter: [www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)  
→ Umwelt → Gewässerschutz → Kommunales Abwasser  
→ Leitfaden Immissionsbetrachtung
- HMULV (1999) Gewässerstrukturgütekarte  
herunterladbar unter: [www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)  
→ Umwelt → Gewässerschutz → Bäche, Flüsse, Seen  
→ Gewässerstrukturgüte  
→ Übersichtskarten sowie Erläuterungsbericht
- HMULV (2004a) Leitfaden zum Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen Handlungsanleitung, September 2004  
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
- HMULV (2004b) Leitfaden zum Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen Begleitband (Grundlagen und Erläuterungen mit Anwendungsbeispielen), September 2004  
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
- HMULV (2007): Handbuch zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Hessen  
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz  
5. Lieferung (Überwachung, Information und Anhörung der Öffentlichkeit): <http://www.flussgebiete.hessen.de>  
→ Service → Informationsmaterial
- HSGSim (2008) HSG-Leitfaden Integrierte Modellierung von Kanalnetz, Kläranlage und Gewässer HSG-Leitfaden der Arbeitsgruppe Integrierte Modellierung zur integrierten Bewirtschaftung und Modellierung in der Siedlungswasserwirtschaft 1. Auflage 2008  
Hrsg.: Hochschulgruppe „Erfahrungsaustausch Dynamische Simulation in der Siedlungswasserwirtschaft“ (HSGSim)  
<http://www.hsgsim.org>
- ifak (2008) *SIMBA 6.0, Handbuch und Referenz.*  
ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg.
- IKSR (2009) Ableitung von Umweltqualitätsnormen für Rhein-relevante Stoffe Bericht Nr. 164  
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)  
<http://www.iksr.de> (→ Dokumente/Archiv → Fachberichte)
- Jordan, C. (1989) The mean pH of mixed fresh Waters.  
Wat. Res. 23 (10), 1331-1334.
- Lammersen, R. (1997) Die Auswirkungen der Stadtentwässerung auf den Stoffhaushalt von Fließgewässern  
Schriftenreihe Stadtentwässerung und Gewässerschutz, Nr. 15,  
Hrsg.: Prof. Dr. Ing. F. Sieker, Hannover



- LAWA (1999) Verfahrensempfehlung „Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer (1995 -1998)“
- LAWA (2006) Rahmenkonzeption Monitoring  
Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen  
Arbeitspapier I: Gewässertypen / Referenzbedingungen / Klassengrenzen (Entwurf 2.1: Stand: 21.11.2006)
- LAWA (2007) Rahmenkonzeption Monitoring  
Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen  
Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten (Stand: 07.03.2007)  
Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)  
LAWA-Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“
- Liechti, P. (2010) Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005, Bundesamt für Umwelt, Bern. 44 S. [www.umwelt-schweiz.ch/uv-1005-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uv-1005-d)
- Lijklema, L.  
Aalderink, R. H.  
Ruiter, H. de (1996) Procesbeschrijvingen DUFLOW  
Zuurstofhuishouding in stromende en stagnante Watersystemen  
Landbouwniversiteit Wageningen, June 1996
- MUNLV NRW (2005) Handbuch Querbauwerke  
Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.),  
Düsseldorf 2005
- Muschalla, D. (2006) Evolutionäre multikriterielle Optimierung komplexer wasserwirtschaftlicher Systeme  
Dissertation, Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie der Technischen Universität Darmstadt
- OpenMI (2010) Open Modelling Interface (OpenMI)  
verfügbar unter: <http://www.openmi.org>
- Ostrowski, M. (1992) Ein universeller Baustein zur Simulation hydrologischer Prozesse  
Wasser & Boden 11, Nr. 1992, S. 755-760.
- Podraza, P. (1999) Regenentlastungen der Mischwasserkanalisation – Einflüsse auf die Makroinvertebratenzönose.  
Westarp-Verlag, Hohenwarsleben, ISBN 3894320966.
- Pottgiesser, T.  
Sommerhäuser, M (2008) Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente  
veröffentlicht auf der Internetseite des Umweltbundesamtes (UBA) unter <http://www.uba.de/wasser/themen/downloads/gewaessertypen/> begleit-text\_steckbriefe\_anhang.pdf
- Reichert, P  
Borchardt, D.,  
Henze, M.,  
Rauch, W.,  
Shanahan, P,  
Somlyódy, L., Vanrolleghem, P.A. (2001) River Water Quality Model No. 1  
Scientific and Technical Report No. 12  
IWA London

- Richter, K. M. (1993) *Aspects of Longitudinal Dispersion in A Meandering Laboratory Channel*.  
Diplomarbeit, RWTH Aachen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, University of Sheffield.
- RP Kassel (2006) Abschlussbericht Pilotprojekt Fulda/Eder/Schwalm  
Ableitung von Prioritäten bei Maßnahmen zur Verbesserung der aquatischen Durchgängigkeit in Gewässersystemen des Koordinierungsraumes Fulda / Diemel  
herunterladbar unter: [www.flussgebiete.hessen.de](http://www.flussgebiete.hessen.de)  
→ Bewirtschaftungsplanung → Pilotprojekte  
→ Pilotprojekt Fulda/Eder/Schwalm  
→ Abschlussbericht PP Fulda/Eder/Schwalm
- Sartor, J. (2008) Hydrologisch-hydraulische Bemessung von Hochwasserpumpwerken  
Korrespondenz Abwasser (KA) 2008 (55), Nr. 8, S. 860 - 864
- Schneider, K.-J. (1994) Bautabellen für Ingenieure  
Mit europäischen und nationalen Vorschriften  
11. Auflage, Werner-Verlag
- Schütze, M. R.  
Butler, D.  
Beck, M. B. (2002) Modelling, simulation and control of urban wastewater systems  
Springer Verlag
- Schütze, M.  
Alex, J. (2004) Suitable Integrated Modelling – based on simplified models  
Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference  
on Urban Drainage Modelling  
UDM 2004, Dresden, 15-17. September 2004, S. 355 - 365
- Schütze, M.  
Alex, J. (2010) Forschungsvorhaben  
„Modifizierung des Leitfadens zum Erkennen kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen – Entwicklung einer simulationsgestützten Analyse- und Planungsmethodik“,  
Abschlusspräsentation am 24.08.2010, Wiesbaden
- Schütze, M. (2011) SWQM – Simple Water Quality Model  
Erläuterungen des SWMQ  
als Ergänzung zur Dokumentation des Forschungsvorhabens „Modifizierung des Leitfadens zum Erkennen kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen – Entwicklung einer simulationsgestützten Analyse- und Planungsmethodik“  
Dokumentation des Werkzeugpakets zur integrierten hydraulischen und stofflichen Modellierung für die immissionsorientierte Nachweisführung  
[unveröffentlicht]  
ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg
- Streeter, H. W.  
Phelps, E. B. (1925) A Study of the Pollution and Natural Purification  
of the Ohio River  
Public Health Bulletin  
Washington D.C.: United States Public Health Service
- SYDRO Consult (2010) Analyse korrespondierender Pegel- und Niederschlagsdaten  
hinsichtlich der Bemessungslastfälle des *Leitfadens für das Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen*  
(unveröffentlicht)  
Sydro Consult; Ingenieurgesellschaft für Systemhydrologie, Wasserwirtschaft, Informationssysteme mbH, Darmstadt

- 
- SYDRO Consult (2011) Analyse korrespondierender Pegel- und Niederschlagsdaten hinsichtlich der Bemessungslastfälle des *Leitfadens für das Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen* - Ergänzung der Auswertung um eine weitere Jährlichkeit (unveröffentlicht)  
Sydro Consult; Ingenieurgesellschaft für Systemhydrologie, Wasserwirtschaft, Informationssysteme mbH, Darmstadt
- TU Darmstadt (2008) Präsentation im Rahmen der Erarbeitung eines Werkzeugpakets zur Weiterentwicklung des Leitfadens zum Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen durch die TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung (ihwb) [unveröffentlicht]
- TU Darmstadt/ifak (2010) Dokumentation des Forschungsvorhabens „Modifizierung des Leitfadens zum Erkennen kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen – Entwicklung einer simulationsgestützten Analyse- und Planungsmethodik“  
Dokumentation des Werkzeugpakets zur integrierten hydraulischen und stofflichen Modellierung für die immissionsorientierte Nachweisführung [unveröffentlicht]  
TU Darmstadt (Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung (ihwb)) und Institut für Automation und Kommunikation e. V. (ifak), Magdeburg
- TU Darmstadt/ifak (2012) Werkzeugpaket zur integrierten hydraulischen und stofflichen Modellierung für die immissionsorientierte Nachweisführung  
TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung (ihwb)  
Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg (ifak)
- VDG (2001) Ökologische Bewertung von Fließgewässern  
Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V., Band 64, Bonn
- Wolf, P. (1974) Simulation des Sauerstoffhaushaltes in Fließgewässern  
Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft Nr. 53
- WRRL-Viewer Hessisches Karteninformationssystem zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
verfügbar unter der Internetadresse:  
[http://gismo.hluq.de/website/wrrl\\_monitoring/viewer.htm](http://gismo.hluq.de/website/wrrl_monitoring/viewer.htm)



## **Anhänge**



## Anhang 1: Gewässertypologie - Die Fließgewässertypen in Hessen

Die WRRL fordert als Grundlage für die Abgrenzung von Wasserkörpern sowie für die Aufstellung der Überwachungs- und Maßnahmenprogramme eine eindeutige Zuordnung zu biozönotisch relevanten Fließgewässertypen. Der deutschen Fließgewässertypologie liegt das System B (LAWA, 2006) der Wasserrahmenrichtlinie zugrunde. Wichtige Parameter der Typenbildung sind neben der Ökoregion, der Höhenlage und dem Gefälle insbesondere die Geomorphologie und die Einzugsgebietsgröße, die folgendermaßen unterschieden wird:

Bäche	10 – 100 km <sup>2</sup>
Kleine Flüsse	100 – 1.000 km <sup>2</sup>
Große Flüsse	1.000 – 10.000 km <sup>2</sup>
Ströme	> 10.000 km <sup>2</sup>

Nach derzeitigem Stand werden bundesweit 25 Fließgewässertypen unterschieden:

- vier für die Ökoregion der Alpen
- acht für das Mittelgebirge
- neun für das Norddeutsche Tiefland sowie
- vier von der Ökoregion unabhängige Typen, die in verschiedenen Ökoregionen verbreitet sind.

In Hessen werden insgesamt 9 Fließgewässertypen unterschieden (Beispiele siehe Abb. A1-2):

- Typ 5 Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 5.1 Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 6 Feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 7 Grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche
- Typ 9 Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse
- Typ 9.1 Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse
- Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges
- Typ 10 Kiesgeprägte Ströme
- Typ 19 Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern

In Hessen überwiegen insgesamt sowohl hinsichtlich der Anzahl als auch hinsichtlich der Fließlänge deutlich die silikatischen Mittelgebirgsbäche (Typ 5 und 5.1) (siehe nachstehende Abb. A1-1). Zudem finden sich in Südhessen in den breiten Talsohlen von Main und Oberrhein noch relativ häufig die Niederungsfließgewässer (Typ 19).

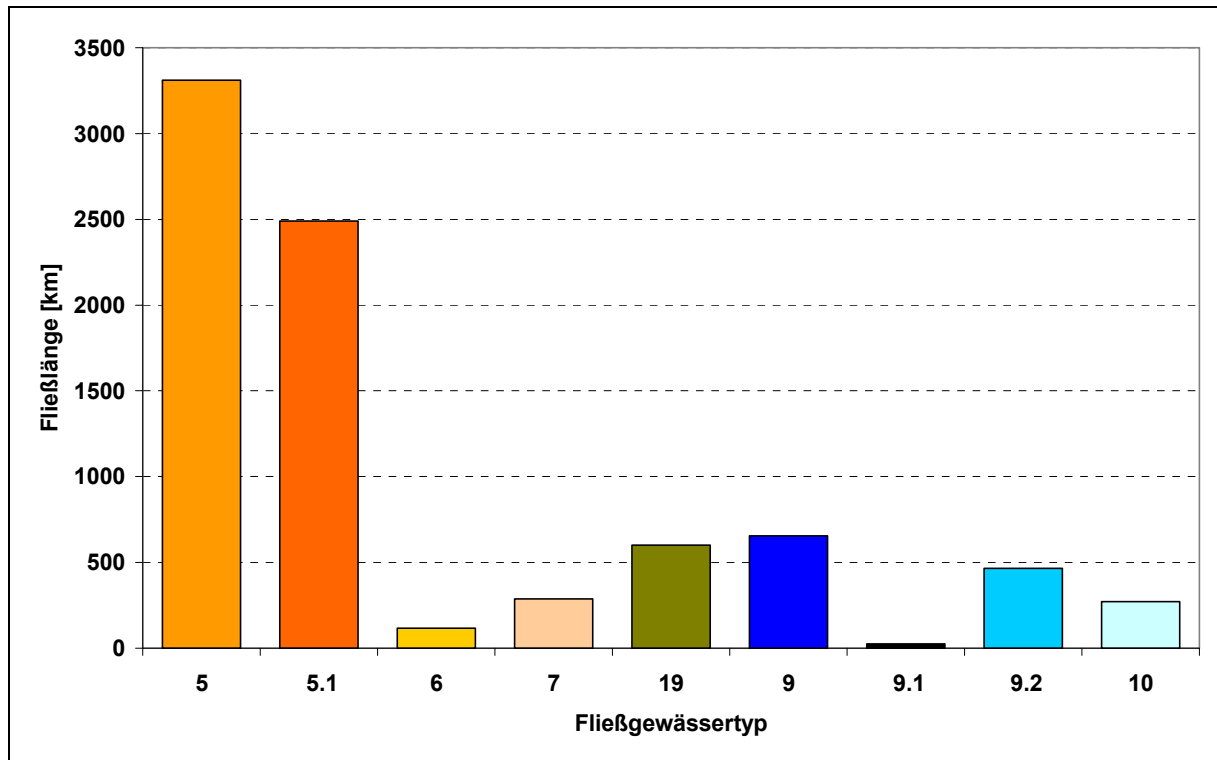


Abb. A1-1: Fließlängen der 9 verschiedenen Fließgewässertypen in Hessen (HMUELV, 2009b)  
(Datengrundlage: aktualisierte Bestandsaufnahme (HLUG))



## Veranschaulichung einiger Fließgewässertypen

(HLUG, 2007a)



Typ 5: grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach

Beispiel: Grundelbach



Typ 5.1: feinmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach

Beispiel: Holzape



Typ 7: grobmaterialreicher, karbonatischer Mittelgebirgsbach

Beispiel: Gatterbach



Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern

Beispiel: Riedgraben



Typ 9: kleiner, silikatischer Mittelgebirgsfluss

Beispiel: Untere Nuhne



Typ 9.2: großer, silikatischer Mittelgebirgsfluss

Beispiel: Untere Eder

Abb. A1-2: Beispiele verschiedener Fließgewässertypen in Hessen

**Anhang 2: Einzelbewertung der Gewässerstrukturgüte nach GESIS (Erhebungsbogen)**

**Gewässerstrukturgütekartierung**  
Erhebungsbogen gemäß Verfahrensempfehlung der LAWA 1998

**Kartierabschnitt** Gewässerkennzahl: 258334 - Gewässerabschnitt: 180

**Gewässername:** Zwester Ohm

TK-Blatt-Nr: [ ] Erhebungsdatum: 22.03.97

**Gewässernutzung:** Schifffahrt [ ], Wasserkraft [ ], Hochwasserschutz [ ], Siedlung [ ], keine der o.g. [ ]

**Gewässerlage:** Ortslage [ ], freie Landschaft [x]

**Gewässertyp:** Kerb- und Klammtalgewässer [K], Sohlenkerbtalgewässer [B], Mäandertalgewässer [M], Aue- und Muldentalgewässer allgemein [A], Auetalgewässer mit kiesigem Sediment [Ak], Flachlandgewässer [F]

**Größenklasse:** Gewässerbreite: < 1 m [ ], 1-5 m [x], 5-10 m [ ], > 10 m [ ]; Abschnittslänge: 50 m [ ], 100 m [ ], 100 m [ ], 400 m [ ]

**Sonderfall:** verrohrt [ ]

---

**1. Laufentwicklung**

**1.1 Laufkrümmung:** mäandrierend [x], geschlängelt [ ], stark geschwungen [ ], mäßig geschwungen [ ], schwach geschwungen [ ], gestreckt [ ], geradlinig [ ]

**1.2 Krümmungserosion:** gekrümmt (häufig stark [x], vereinzelt stark [ ], häufig schwach [ ], vereinzelt schwach [ ], keine [ ]), ungekrümmt (keine [ ])

**1.3 Längsbänke:** viele [ ], mehrere [x], zwei [ ], eine [ ], Ansätze [ ], keine [ ]

**1.4 Besondere Laufstrukturen:** viele [x], mehrere [ ], zwei [ ], eine [ ], Ansätze [ ], keine [ ]

**BEWERTUNG der funktionalen Einheiten:** Krümmung: 2, Beweglichkeit: 2, Σ: [ ], Wertzahl: [ ], Klasse: 2

---

**2. Längsprofil**

**2.1 Querbauwerke:** Grundswellen [ ], Absturz mit Umlauf [ ], raue Gleite/Rampe [ ], Absturz mit Teilrampe [ ], kleiner Absturz [ ], Absturz mit Fischpaß [ ], glatte Gleite [ ], glatte Rampe [ ], hoher Absturz [ ], sehr hoher Absturz [ ], kein Querbauwerk [x]

**2.2 Rückstau:** geringer Rückstau [ ], mäßiger Rückstau [ ], starker Rückstau [ ], kein Rückstau [x]

**2.3 Verrohrung:** Sediment (bis 5% [ ], 5-20% [ ], > 20% [ ]), glatt (keine [x])

**2.4 Querbänke:** viele [ ], mehrere [x], zwei [ ], eine [ ], Ansätze [ ], keine [ ]

**2.5 Strömungsdiversität:** sehr groß [ ], groß [x], mäßig [ ], gering [ ], keine [ ]

**2.6 Tiefenvarianz:** sehr groß [ ], groß [x], mäßig [ ], gering [ ], keine [ ]

**natürliche Längsprofilelemente:** 3

**anthropogene Wanderbarrieren (Malus-Addition):** K

Σ: [ ], Klasse: 3

---

**3. Querprofil**

**3.1 Profiltyp:** Naturprofil [ ], annähernd Naturprofil [x], Erosionsprofil, variierend [ ], verfallendes Regelprofil [ ], Erosionsprofil, tief [ ], Trapez, Doppelttrapez [ ], V-Profil, Kastenprofil [ ]

**3.2 Profiltiefe:** sehr flach [ ], flach [ ], mäßig tief [x], tief [ ], sehr tief [ ], staureguliert [ ]

**3.3 Breitenerosion:** Profiltiefe (sehr tief [ ], mäßig tief bis sehr flach [ ]), stark [ ], schwach [ ], keine [x]

**3.4 Breitenvarianz:** sehr groß [ ], groß [x], mäßig [ ], gering [ ], keine [ ]

**3.5 Durchlässe:** Durchlaß, nicht strukturschädlich [ ], Lauf verengt [ ], Ufer unterbrochen [ ], kein Sediment [ ], kein Durchlaß [x]

**Profiliefe:** 3

**Breitenentwicklung:** 2

**Profilform:** 3

Σ: [ ], Wertzahl: [ ], Klasse: 3

---

Landsamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz 198 (LAWA 98-1)

Güteklasse	1	2	3	4	5	6	7
Indexspanne	1 - 1,7	1,8 - 2,6	2,7 - 3,5	3,6 - 4,4	4,5 - 5,3	5,4 - 6,2	6,3 - 7

### 4.1 Sohlensubstrat

Schlack, Schlamm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ton, Lehm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kies und Schotter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schotter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schotter und Steine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blöcke, Schotter und Steine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
reines Blockwerk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
anstehernder Fels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
anstehernder Torf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sohlenverbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nicht feststellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 4.2 Sohlenverbau

Steinschüttung	<input type="checkbox"/>
Massivsohle mit Sediment	<input type="checkbox"/>
Massivsohle, kein Sediment	<input type="checkbox"/>
kein Sohlenverbau	<input checked="" type="checkbox"/>

### 4.3 Substratdiversität

sehr groß	<input checked="" type="checkbox"/>
groß	<input type="checkbox"/>
mäßig	<input type="checkbox"/>
gering	<input type="checkbox"/>
keine	<input type="checkbox"/>

### 4.4 Besondere Sohlenstrukturen

viele	<input type="checkbox"/>
mehrere	<input checked="" type="checkbox"/>
zwei	<input type="checkbox"/>
eine	<input type="checkbox"/>
Ansätze	<input type="checkbox"/>
keine	<input type="checkbox"/>

Rauscheflächen, Schnellen  
Stillwasserpools  
durchströmte Pools  
Kehrwasser, Totholz  
Flachwasser, Detritus  
Wurzelflächen  
Tiefriinnen  
Kolke, Makrophyten  
Kaskaden

### BEWERTUNG der funktionalen Einheiten

Art/Verteilung der Substrate  
1

Sohlenverbau  
1

Σ

Wertzahl

Klasse 1

### 5.1 Uferbewuchs

Wald	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Galerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Röhricht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
teilweise Wald, Galerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebüsch, Einzelgehölz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krautflur, Hochstauden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wiese, Rasen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Galerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebüsch, Einzelgehölz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erosion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
naturbedingt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 5.2 Uferverbau

Lebendverbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Steinschüttung/Steinwurf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzverbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Böschungsrasen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pflaster, Steinsatz, unvertugt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
wilder Verbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beton, Mauer, Pflaster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kein Uferverbau	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### 5.3 Besondere Uferstrukturen

viele	<input checked="" type="checkbox"/>
mehrere	<input type="checkbox"/>
zwei	<input type="checkbox"/>
eine	<input type="checkbox"/>
Ansätze	<input type="checkbox"/>
keine	<input type="checkbox"/>

Erennumlauf  
Prallbaum  
Unterstand  
Sturzbaum  
Holzansammlung  
Ufersporn  
Nistwand

### BEWERTUNG der funktionalen Einheiten

Art/Verteilung der Substrate  
1

Sohlenverbau  
1

Σ

Wertzahl

Klasse 1

### 6.1 Flächennutzung

Wald, bodenständig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
naturnahe Biotope	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grünland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wald, nicht bodenständig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acker, Gärten, Nadelforst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Park, Grünanlage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bebauung mit Freiflächen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bebauung ohne Freiflächen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 6.2 Gewässerrandstreifen

flächenhaft Wald/Sukzession	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gewässerrandstreifen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saumstreifen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 6.3 Sonstige Umfeldstrukturen

Abgrabung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fischleich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gewässerunverträgliche Anlagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
befestigte Verkehrsanlagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anschüttung, Müllablagerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hochwasserschutzbauwerk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
keine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### BEWERTUNG der funktionalen Einheiten

Art/Verteilung der Substrate  
1

Sohlenverbau  
1

Σ

Wertzahl

Klasse 1

### Zusammenfassende Bewertung der funktionalen Einheiten

1. Laufentwicklung	Wertzahl	Klasse	2
2. Längsprofil	Wertzahl	Klasse	3
3. Querprofil	Wertzahl	Klasse	3
4. Sohlenstruktur	Wertzahl	Klasse	1
5. Uferstruktur	Wertzahl	Klasse	1
6. Gewässerumfeld	Wertzahl	Klasse	1
Σ			
Ø			
<b>Sohle</b>	<b>2</b>		
<b>Ufer</b>	<b>2</b>		
<b>Land</b>	<b>1</b>		
<b>Gesamt</b>	<b>2</b>		

Anmerkungsblatt

Name \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Güteklasse	1	2	3	4	5	6	7
Indexspanne	1 - 1,7	1,8 - 2,6	2,7 - 3,5	3,6 - 4,4	4,5 - 5,3	5,4 - 6,2	6,3 - 7

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Stand: 10/2012)

### Anhang 3: Erhebung von Gewässerdaten

#### Anhang 3.1: Daten zur Gewässerbegehung

Gewässername: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_  
 Abschnitt: \_\_\_\_\_ Witterung: \_\_\_\_\_ Lufttemperatur: \_\_\_\_\_ °C  
 Länge des Abschnittes: \_\_\_\_\_ m (Station: \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_  
 ab Entfernung vom Hauptgewässer stromaufwärts \_\_\_\_\_ km

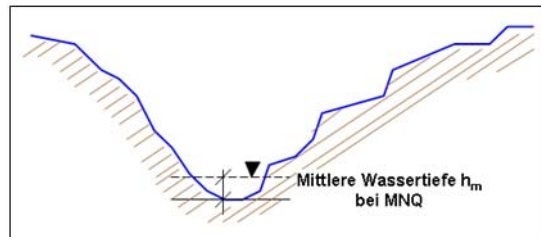
**Mittlere Fließgeschwindigkeit ( $v_m$ ) (bei ~MNQ)** \_\_\_\_\_ m/s

Die mittlere Fließgeschwindigkeit  $v_m$  im Einflussbereich der Einleitung ist durch mehrere Messungen an unterschiedlichen repräsentativen Gewässerabschnitten zu bestimmen (Driftkörper, Flügelmessung)

**Stauregulierung im Einflussbereich der Einleitung** Ja  Länge ca. \_\_\_\_\_ m  
 Nein

**Mittlere Wassertiefe ( $h_m$ ) (bei ~ MNQ)** \_\_\_\_\_ m

im Einflussbereich der Einleitung



**Sohlsubstrattyp:**

Lehm	<input type="checkbox"/>
Sand, Sand und Kies	<input type="checkbox"/>
Kies und Schotter	<input type="checkbox"/>
Schotter (labil)	<input type="checkbox"/>
Schotter (stabil)	<input type="checkbox"/>
Schotter und Steine (labil)	<input type="checkbox"/>
Blöcke, Schotter, Steine (stabil)	<input type="checkbox"/>
Sohlverbau (vereinzelt)	<input type="checkbox"/>
Sohlverbau (> 50%)	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>

$k_{st}$  [ $m^{1/3}/s$ ]

(Abschätzung)

Angaben zur Quelle (vgl. z. B. Anhang 3)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Eutrophierung**

Die Mehrzahl der Hartsubstrate wird von grünbraunen Belägen (z.T. mit silbrig schimmernden Gasblasen = Sauerstoff) überzogen **und / oder**

Das Gewässer ist sehr stark mit fädigen Grünalgen durchsetzt **und / oder**

Es treten starke Gewässer-  
 verkrautungen (Makrophyten-  
 bewuchs) innerhalb des  
 Bachbettes auf

deutlich erkennbar

zu vermuten / in Abschnitten

keine

<b>Messungen (falls erforderlich)</b>		nicht durchgeführt
<b>pH- Wert</b> - nachmittags an Sonnentagen zwischen Mai und Oktober		[ - ]
<b>Wassertemperatur</b> - nachmittags an Sonnentagen zwischen Mai und Oktober		°C
<b>Alkalinität (Säurekapazität <math>K_{S4,3}</math>)</b>		mmol/l
<b>Sauerstoffkonzentration</b> - in der fließenden Welle		mg/l
<b>Sauerstoffsättigung</b> - in der fließenden Welle		%
<b>Leitfähigkeit</b>		µS/cm

**Bemerkungen/ Beobachtungen**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Bearbeiter/in: \_\_\_\_\_

### Anhang 3.2: Literaturangaben zur Abschätzung von Strickler-Beiwerten (BWK, 2001)

Beschaffenheit der Sohle	$k_{st}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	Quelle
Feinsand (Sohle)	56, 61	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Fester Sand, etwas Ton oder Schotter	50	Lange/ Lecher (1993)
Sand/Kies (Sohle)	50	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Kohäsiv, teils kiesig (Sohle)	50	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Feinsand, Riffeln/Dünen (Sohle)	50	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Sohle und Böschung schlammig, vereinzelt Pflanzen	36-40	DVWK Schriften 92 (1990)
Erdmaterial schollig aufgeworfen	31-38	DVWK Schriften 92 (1990)
Scholliger Lehm	30	Lange/ Lecher (1993) / DVWK Schriften 92 (1990)
Sand und Kies bis 6 cm, Böschungen stellenweise schlammig	42-50	DVWK Schriften 92 (1990)
Feinkies, ca. 10-30 mm	45	Lange/ Lecher (1993)
Feinkies, kein Geschiebetransport	45	DVWK Schriften 92 (1990)
Feinkies, viel Sand, kein Geschiebetransport	50	DVWK Schriften 92 (1990)
Mittlerer Kies, ca. 20-60 mm	40	Lange/ Lecher (1993)
Mittlerer Kies, kein Geschiebetransport	40	DVWK Schriften 92 (1990)
Grobkies, Böschungen etwas angegriffen, Sohle mit einigen Steinen, kein Geschiebetransport	43	DVWK Schriften 92 (1990)
Gut abgerundeter Kalksteinschotter bis 5 cm, Zwischenräume durch Sand und Schlamm ausgeglichen, kein Geschiebetransport	44-46	DVWK Schriften 92 (1990)
Grobkies, kein Geschiebetransport	35	DVWK Schriften 92 (1990)
Grobkies, ca. 50-150 mm	35	Lange/ Lecher (1993) / DVWK Schriften 92 (1990)
Steinschüttung, Geröll (Sohle)	34, 37	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Mit Geröll und Unregelmäßigkeiten	30	Lange/ Lecher (1993)
Steinwurf (Böschung)	33	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Steinsatz (Böschung)	31, 33	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Kopfgroße Steine, ruhendes Geschiebe (Wildbäche)	25-28	Lange/ Lecher (1993)
Mit groben Steinen ausgelegt	25-30	Lange/ Lecher (1993) / DVWK Schriften 92 (1990)
Gleichförmig gebrochene Steine, geschüttet, 10-20 cm groß, ebene Sohle, kein Geschiebetransport	51-52	DVWK Schriften 92 (1990)
Feste Sohle, ohne Unregelmäßigkeiten	40	Lange/ Lecher (1993)
Steiniger Boden, vereinzelt Pflanzen	35-38	DVWK Schriften 92 (1990)
Mäßige Geschiebeführung	33-35	Lange/ Lecher (1993)
Gras, Rasen (Böschung)	48, 52	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Verkrautet	30-35	Lange/ Lecher (1993)
Stark verwurzelt Steilufer (Böschung)	34	DVWK Merkblatt 220, Tab 3.1
Erdkanäle, gewunden, träge fließend, Gras	30-40	DVWK Schriften 92 (1990)
Kurzes Gras, etwas Unkraut	30-45	DVWK Schriften 92 (1990)
Stärker bewachsen	33-35	DVWK Schriften 92 (1990)
Bei Geschiebetrieb	34-38	DVWK Schriften 92 (1990)
Erdkanäle, gewunden, träge fließend, dichter Bewuchs an Sohle und Böschung	25-35	DVWK Schriften 92 (1990)
Stark verkrautet	25-29	DVWK Schriften 92 (1990)
Sand, Lehm, Kies, stark bewachsen	20-25	Lange/ Lecher (1993)

### Anhang 3.3 Vereinfachte Untersuchung der Gewässerqualität (VDG, 2001)

Bewertungsstufen	
1 nicht belastet / sehr gut (blau)	2 wenig belastet / gut (grün)
3 mäßig belastet / mäßig (gelb)	4 kritisch belastet / unbefriedigend (orange)
5 übermäßig belastet / schlecht (rot)	
<b>M 2a: Wasserqualität – Vereinfachte Untersuchung</b>	
Gewässer: Abschnitt: Datum / Uhrzeit: Wetter:	11. Geruch • Mit Trinkwasserprobe vergleichen <input type="checkbox"/> nahezu geruchlos, frisch unangenehm 12. Farbe • Mit Trinkwasserprobe vor weißem Hintergrund vergleichen <input type="checkbox"/> farblos, klar (schwach bräunliche Färbung durch Huminstoffe z.B. in Mooregebieten möglich) <input type="checkbox"/> kein Algenrasen zu erkennen 13. Steinoberseiten (Eutrophierungsneigung) • Ist die Oberseite von Steinen oder von anderem Hartsubstrat von einem grün-braunen Algenrasen überzogen? (zunächst mit den Fingern fühlen u. anschauen; evtl. Lupe zur Hilfe nehmen) <i>Achtung! Moose und Wasserpflanzen sind hier nicht gemeint!</i> 14. Steinunterseiten (Sauerstoff im Gewässerbett) • Ist die Unterseite von Steinen oder anderen Hartsubstraten schwärzlich verfärbt? (Hinweis auf Sauerstoffmangel in der Gewässersohle) <input type="checkbox"/> keine Verfärbung
	2 Geruch vorhanden, aber nicht unangenehm <input type="checkbox"/> leicht getrübt <input type="checkbox"/> Steine/Hartsubstrat vereinzelt (vor allem an sonnigen Stellen) von einem dünnen Algenfilm überzogen <input type="checkbox"/> Steinunterseiten nur in Stillwasserzonen mit Verfärbung
	<input type="checkbox"/> unangenehmer, muffiger Geruch ; Schlammablagerungen können nach faulen Eiern (H <sub>2</sub> S) riechen <input type="checkbox"/> stärker getrübt oder grünlich gefärbt (durch fädige Grünalgen oder freischwebende Algen/Phytoplankton) <input type="checkbox"/> Steine/Hartsubstrat flächenhaft von grün-braunem Algenrasen überzogen; fädige Grünalgen im freien Wasser <input type="checkbox"/> Steinunterseiten überall mit grauer bis schwarzer Verfärbung
<b>M 2a: Auswertung</b>	
Achtung, keine Mittelwertbildung, sondern Überlegung ist gefragt! Welches sind die besonderen Probleme an dieser Probestelle? Muss möglicherweise weitergeforscht werden?	
1. Bei welchem Parameter ist die Bewertung schlechter als Bewertungsstufe 2? <input type="checkbox"/> Bei keinem: Die Wasserqualität ist in Ordnung <input type="checkbox"/> bei Parameter: _____	
2. Auf welche Probleme und Belastungen könnte dies hinweisen? <input type="checkbox"/> Eutrophierung/Überdüngung (sichtbar v.a. an Algen im Wasser und/oder auf den Steinen, verursacht durch zu hohen Nährstoffgehalt) <input type="checkbox"/> Sauerstoffmangel, Abwasserbelastung (erkennbar am Geruch des Wassers und des schlammigen Sedimentes sowie an verfärbten Steinunterseiten)	
Eine physikalisch-chemische Untersuchung des Wassers gibt genauere Auskunft (Bewertungsbogen M 2b)	



### Anhang 3.4: Fotodokumentation: Gewässerqualität



Abb. A3-1: **Eutrophierung:**  
Gewässer grünlich gefärbt  
(durch fädige Grünalgen)  
(Foto: D. Borchardt)

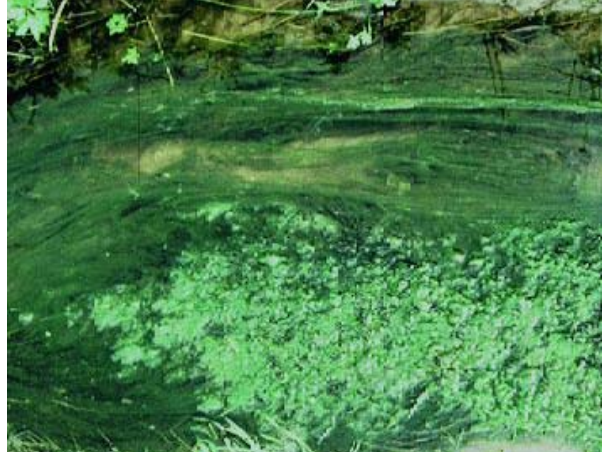


Abb. A3-2: **Eutrophierung:** Steine/Hartsubstrate  
flächenhaft von grünem Algenrasen  
überzogen; fädige Grünalgen im  
freien Wasser  
(Foto: T. Schmidt)



Abb. A3-3: Gewässer durch ästhetische  
Störstoffe aus Mischwassereinleitung  
beeinträchtigt  
(Foto: O. Grimm)



Abb. A3-4: Steinunterseiten überall mit grauer  
bis schwarzer Verfärbung,  
Hinweis auf Sauerstoffmangel  
(Foto: D. Borchardt)



**Anhang 3.5: Physikalisch / chemische Untersuchung der Gewässerqualität**

Parameter	Fließgewässertypen	Bewertungsstufen				
		1 sehr gut	2 gut	3 mäßig	4 unbefriedigend	5 schlecht
Temperatur im Sommer [°C]	Typ 5, 5.1, 6, 7	≤ 18	≤ 20	20 - 22	22 - 24	> 24
	Typ 9, 9.1	≤ 18	≤ 21,5	21,5 - 23	23 - 24	
	Typ 19	≤ 20	≤ 21,5	21,5 - 23	23 - 24	
pH-Wert [-]	alle Typen	6,5 - 8,5		5,5 - < 6,5 oder > 8,5 - 9,0	5,0 - < 5,5 oder < 9,0 - 9,5	< 5,0 oder > 9,5
Leitfähigkeit [µS/cm]	alle Typen	< 300	301 - 500	501 - 700	701 - 900	> 900 Hinweis: in Kalkbächen natürlicherweise bis 900
Sauerstoffsättigung [%]	alle Typen	91 - 110	81 - 90 oder 111 - 120	71 - 80 oder 121 - 130	61 - 70 oder 131 - 140	> 60 oder > 140
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> ) [mg/l]	Typ 5, 5.1, 6, 7, 9, 9.1 Typ 19	≤ 2,0 ≤ 3,0	≤ 4,0 ≤ 6,0	4,1 - 6,0 6,1 - 8,0	6,1 - 10 8,1 - 10	> 10
Ammoniumstickstoff NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	alle Typen	< 0,04	≤ 0,3	0,31 - 0,6	> 0,6 - 1,2	> 1,2
Nitratstickstoff NO <sub>3</sub> -N [mg/l]	alle Typen	< 1,0	1,1 - 2,5	2,6 - 5,0	5,1 - 10	> 10
ortho-Phosphat PO <sub>4</sub> -P [mg/l]	Typ 5, 5.1, 6, 7, 9, 9.1 Typ 19	0,02 0,02	0,07 0,1	0,08 - 0,2 0,11 - 0,2	0,21 - 0,4	> 0,4

**Auswertung:**

**Wurden einzelne Parameter schlechter als Bewertungsstufe 2 bewertet ?**

- Nein: Wasserqualität ist in Ordnung
- Ja: weitere Klärung erforderlich

**Welche besonderen Probleme gibt es an der Probenahmestelle?**

- Geben die Einzelergebnisse Hinweise auf
  - Eutrophierung ?
  - Versauerung ?
  - Versalzung ?
- Abwasserbelastung ?
- giftige Stoffe ?

**Erläuterungen zu den Parametern**









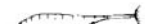
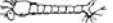




<b>pH-Wert:</b>	Hinweis auf Versauerung bzw. Eutrophierung
<b>Leitfähigkeit:</b>	Hinweis auf Ionenbelastung allgemein, Versalzung im Besonderen (Geologie des Einzugsgebietes ist zu berücksichtigen)
<b>Sauerstoff:</b>	Untersättigung: Hinweis auf org. Belastung Übersättigung: Hinweis auf Eutrophierung
<b>Ammoniumstickstoff:</b>	NH <sub>4</sub> -N Hinweis auf vor kurzer Zeit erfolgte Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr, Toxizität
<b>Nitratstickstoff:</b>	NO <sub>3</sub> -N Hinweis auf weiter zurückliegende Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr
<b>Ortho-Phosphat-Phosphor:</b>	PO <sub>4</sub> -P Hinweis auf Belastung mit Abwasser und /oder anorganische Düngemittel; Eutrophierungsgefahr

### Anhang 3.6: Vereinfachte biologische Untersuchung (Saprobienindex) (VDG, 2001; modifiziert)







Biologische Gewässergüte - Saprobie						
<p>Die in einem Bachabschnitt gefundenen Tiere werden mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels bestimmt und die Individuen einer Art ausgezählt. Die Häufigkeit (h) wird in die Tabelle eingetragen. Danach wird der Saprobienindex berechnet (Anleitung am Ende dieser Tabelle). Natürlich kann es in einem Bach Arten geben, die nicht mit dem Schlüssel zu bestimmen sind. Auch ist einigen Arten kein Saprobiewert zuzuordnen, weil über ihr Vorkommen nicht auf die Gewässergüte geschlossen werden kann. Trotzdem sollten diese Arten der Vollständigkeit halber mit aufgeführt werden. Die hier genannten Indikationswerte (s und G) wurden in Anlehnung an DIN 38410 (2004) festgelegt.</p> <p>* Da nicht in allen Fällen bis auf die Art bestimmt wird, ist zu berücksichtigen, dass in manchen Gruppen die Indikationswerte je nach Art variieren können. Für diese Gruppen wurde ein mittlerer Saprobiewert sowie das Indikationsgewicht 4 festgelegt.</p>						
<p><b>H = Häufigkeit (geschätzt)</b>      Häufigkeitsklassen h von 1 bis 7:  <b>s = Saprobie; Zeigerwert</b>      h = 1 Einzelbefund      h = 4 mittel      h = 7 Massenvorkommen  <b>G = Indikationsgewicht</b>      h = 2 wenig      h = 5 mittel bis viel         h = 3 wenig bis mittel      h = 6 viel</p>						
Bioindikatoren	h	s	G	$P_1 = h \cdot s \cdot G$	$P_2 = h \cdot G$	
<b>Schwämme - Porifera</b>						
Süßwasserschwämme - Fa. Spongilidae		2,2	4			
<b>Strudelwürmer - Turbellaria</b>						
Alpenstrudelwurm ( <i>Crenobia alpina</i> )		1,1	16			
Vielaugenstrudelwurm ( <i>Polycelis felina</i> )		1,1	16			
Dreieckskopfstrudelwurm ( <i>Dugesia gonocephala</i> )		1,5	8			
Milchweißer Strudelwurm ( <i>Dendrocoelum lacteum</i> )		2,4	8			
Trauer-Strudelwurm ( <i>Dugesia lugubris</i> )		2,1	4			
Wildblickender Strudelwurm ( <i>Planaria torva</i> )		2,3	4			
Polycelis nigra		2,0	8			
<b>Wenigborster - Oligochaeta</b>						
Schlammröhrenwurm ( <i>Tubifex tubifex</i> )		3,6	8			
<b>Egel - Hirudinea</b>						
Großer Schneckenegel ( <i>Glossiphonia complanata</i> )		2,3	4			
Zweiäugiger Plattegel ( <i>Helobdella stgnalis</i> )		2,6	4			
Rolleegel ( <i>Erpobdella octoculata</i> )		2,8	8			
<b>Schnecken - Gastropoda</b>						
Flussnapfschnecke ( <i>Ancylus fluviatilis</i> )		1,9	4			
Teichnapfschnecke ( <i>Acroloxus lacustris</i> )		2,2	4			
Quellenschnecke ( <i>Bythinella spec.</i> )		1,0	16			
Flussschwimmschnecke ( <i>Theodoxus fluviatilis</i> )		1,7	8			
Posthornschnecke ( <i>Planorbarius corneus</i> )		2,2	4			
Langfühlerige Schnauzenschnecke ( <i>Bithynia tentaculata</i> )		2,3	4			
Eiförmige Schlamm- und Quellschnecke ( <i>Radix peregra</i> )		2,3	4			
Quellen-Blasenschnecke ( <i>Physa fontinalis</i> )		2,0	4			
Spitze Blasenschnecke ( <i>Physella acuta</i> )		2,8	8			
<b>Muscheln - Bivalvia</b>						
Wandermuschel ( <i>Dreissena polymorpha</i> )		2,1	4			
Kugelmuschel ( <i>Sphaerium corneum</i> )		2,4	4			
Flussmuschel (Fam. Unionidae)		2,0	4			
<b>Krebstiere - Crustacea</b>						
Flohkrebs ( <i>Gammarus spec.</i> )*		2,0	4			
Wasserassel ( <i>Asellus aquaticus</i> )		2,8	4			
<b>Zwischensumme aller h und aller P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub></b>						


© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V. (VDG)

Übertrag:						
Bioindikatoren		h	s	G	$P_1 = h \cdot s \cdot G$	$P_2 = h \cdot G$
<b>Eintagsfliegenlarven - Ephemeroptera</b>						
Habroleptoides confusa (schwimmende E.-larven)		1,5	4			
Ephemera spec. (grabende E.-larven)*		2,0	4			
Fam. Ephemerellidae (kriechende E.-larven)*		1,6	4			
Fam. Baetidae (schwimmende E.-larven)*		2,1	4			
Ecdyonurus spec. (flache E.-larven)*		1,5	8			
Rhitrogena semicolorata (flache E.-larven)		1,6	8			
Epeorus spec. (flache E.-larven)		1,3	8			
<b>Steinfliegenlarven - Plecoptera</b>						
Dinocras spec.		1,4	8			
Perla marginata		1,2	8			
Leuctra spec.		1,5	8			
<b>Köcherfliegenlarven - Trichoptera</b>						
Silo spec.		1,5	4			
Sericostoma spec.		1,5	8			
Lepidostoma hirtum		1,8	8			
Anabolia nervosa		2,0	8			
Rhyacophila spec.*		1,8	4			
Hydropsyche spec.		2,0	4			
<b>Fliegenlarven - Brachycera</b>						
Rattenschwanzlarve (Eristalinae)		4,0	16			
<b>Mückenlarven - Nematocera</b>						
Lidmücke (Liponeura spec.)		1,0	16			
Zuckmückenlarve (Chironomus thummi)		3,2	4			
<b>Käfer - Coleoptera</b>						
Bachtaumelkäfer (Orectochilus villosus)		2,0	4			
Hakenkäfer (Elmis mauget)		1,5	4			
<b>Summe aller h und aller P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub></b>						
Weitere Arten: (vereinzelt +; häufig ++; massenhaft +++)				<b>Hinweis:</b> Die Summe aller Häufigkeitsziffern muss mindestens 20 betragen, damit das Ergebnis als gesichert gilt.		
<b>Berechnung des Saprobienindex</b>						
Saprobienindex =		<input type="text" value="Summe aller P&lt;sub&gt;1"/>	=	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>
		<input type="text" value="Summe aller P&lt;sub&gt;2"/>	=	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>
<small>(Der Saprobienindex kann auch ohne Indikationsgewicht "G" berechnet werden. In diesem Fall wird "G" bei der Produktbildung ersatzlos gestrichen.)</small>						
<b>Bestimmung der biologischen Gewässergüte</b>						
Bewertung der Saprobie in Abhängigkeit vom Fließgewässertyp						
biologische Gewässergüteklasse	Typ 5	Typ 5.1 Typ 7 Typ 9	Typ 6 Typ 9.1	Typ 9.2	Typ 10	Typ 19
1	≤ 1,45	≤ 1,6	≤ 1,7	≤ 1,8	≤ 1,85	≤ 1,9
2	> 1,45 - 2,0	> 1,6 - 2,1	> 1,7 - 2,2	> 1,8 - 2,25	> 1,85 - 2,3	> 1,9 - 2,35
3	> 2,0 - 2,65	> 2,1 - 2,75	> 2,2 - 2,8	> 2,25 - 2,85	> 2,3 - 2,9	> 2,35 - 2,9
4	> 2,65 - 3,35	> 2,75 - 3,35	> 2,8 - 3,4	> 2,85 - 3,4	> 2,9 - 3,45	> 2,9 - 3,45
5	> 3,35	> 3,35	> 3,4	> 3,4	> 3,45	> 3,45
© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V. (VDG) (modifiziert)						

Bestimmungstabellen – Hauptschlüssel					
1 Schale oder Gehäuse vorhanden	➔	Mollusca – Weichtiere (S. 56 - 58)	➔	 Schnecken	 Muscheln
1* Schale oder Gehäuse nicht vorhanden	.....	2			
2 frei beweglich	.....	3			
2* festsitzend	➔	Porifera – Schwämme (S. 54)	➔	 Schwämme	 Süßwasserpolyphen
3 Körper ungegliedert	.....	4			
3* Körper gegliedert od. geringelt	.....	5			
4 Fortbewegung schlängelnd, weiß	➔	Nematoda – Fadenwürmer	➔	 Fadenwürmer	
4* Fortbewegung gleitend	➔	Turbellaria – Strudelwürmer (S. 54)	➔	 Strudelwürmer	
5 Körper ohne Beine	.....	6			
5* Körper mit gegliederten Beinen	.....	7			
6 Körper mit deutlichen Anhängen (Borsten, Stummelfüße)	.....	8			
6* Körper ohne Anhänge	.....	9			
7 drei Beinpaare	.....	10			
7* mehr als drei Beinpaare	➔	Krebse u. Spinnentiere (S. 58 / 59)	➔	 Krebse	 Spinnentiere
8 Kopf meist nicht deutlich sichtbar	➔	Diptera – Fliegenlarven	➔	 Fliegenlarven	
8* Kopf deutlich sichtbar	➔	Diptera – Mückenlarven (S. 65 / 66)	➔	 Mückenlarven	
9 Körper ohne Saugnapf	➔	Oligochaeta – Wenigborster (S. 55)	➔	 Wenigborster	
9* Körper mit wenigstens einem deutlichen Saugnapf am Körper	➔	Hirudinea – Egel (S. 55)	➔	 Egel	
10 mit vollentwickelten Flügeln	➔	Hexapoda – Insekten (S. 67 / 68)	➔	 Insekten (Käfer)	 Insekten (Wanzen)
10* mit Stummelflügeln oder ohne Flügel	➔	Hexapoda – Insektenlarven (S. 60 - 64)	➔		

					
Eintagsfliegenlarven	Steinfliegenlarven	Köchertliegenlarven (köchertragender Typ)	Köchertliegenlarven (köcherloser Typ)	Libellenlarven	Käferlarven

© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (VDG) 

<p><b>Schwämme</b> (Porifera)</p>	<p>feststehend. Körper ohne typische Formen: Klumpig oder geweihartig verzweigt</p>		<p><b>Süßwasserschwämme</b> (Spongillidae) ▶ s : 2,2</p>
<p><b>Strudelwürmer</b> (Turbellaria)</p> <p>langgestreckt, Bauchseite liegt Unterlage ganz auf. Kopfteil mit Augen</p>			
<p>▶ 2 Augen, weit vom Stirn- rand entfernt (→). ▶ 2 Tentakeln (→)</p>		<p>bis 16 mm</p>	<p><b>Alpenstrudelwurm</b> (<i>Crenobia alpina</i>) ▶ s : 1,1 in kühlen Gebirgsbächen</p>
<p>▶ viele Randaugen (→). ▶ 2 Tentakeln (→)</p>		<p>bis 18 mm</p>	<p><b>Vielaugenstrudelwurm</b> (<i>Polycelis felina</i>) ▶ s : 1,1 in kühlen Bächen u. Quellen</p>
<p>▶ dreieckiger Kopf mit seitlichen „Öhrchen“ (→). ▶ 2 Augen (→)</p>		<p>bis 25 mm</p>	<p><b>Dreieckskopfstrudelwurm</b> ▶ s : 1,5 (<i>Dugesia gonocephala</i>)</p>
<p>übrige wichtige Strudelwürmer mit gewisser Toleranz gegenüber Gewässer- belastungen (Tricladida)</p>			
		<p>bis 12 mm</p>	<p><b>Polycelis nigra</b> ▶ s : 2,0</p>
		<p>bis 20 mm</p>	<p><b>Planaria torva</b> ▶ s : 2,3</p>
		<p>bis 20 mm</p>	<p><b>Dugesia lugubris</b> ▶ s : 2,1</p>
		<p>bis 26 mm</p>	<p><b>Dendrocoelum lacteum</b> ▶ s : 2,4</p>



**Wenigborster (Oligochaeta)**

bildet Tierketten. Durchsichtig. Fadenförmiger Fühler am Kopf

rötlich gefärbt. Lebt in Kolonien im Schlamm. Hinterende ragt heraus, macht pendelnde Bewegungen

Körper segmentiert mit winzigen Borsten pro Segment

**Teichschlange** (*Stylaria lacustris*)  
bis 20 mm

**Schlammröhrenwurm** (*Tubifex tubifex*)  
bis 80 mm

s : 3,6

**Egel (Hirudinea)**

mit 2 deutlich abgesetzten großen Haftscheiben an d. Körperenden (→). Mundscheibe mit 4 Augen (→)

Körper fest, knorpelig, stark abgeflacht. 3 Paar Augen (→). Auf jedem 3. Rückenring runde Warzen

farblos oder hell-graubraun. 2 Augen (→). Querovale dunkle Platte auf Rücken (→)

braun, mit helleren Flecken. 8 Augen (→)

Hinterende mit Saugnapf. Spanneraupenartige Bewegungen.

**Gemeiner Fischegel** (*Pisciola geometra*)  
bis 100 mm

**Großer Schneckenegel** (*Glossiphonia complanata*)  
bis 30 mm

**Zweiäugiger Plattegel** (*Helobdella stagnalis*)  
bis 10 mm

**Rollegel** (*Erpobdella octoculata*)  
bis 60 mm

s : 2,3

s : 2,6







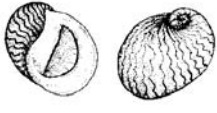


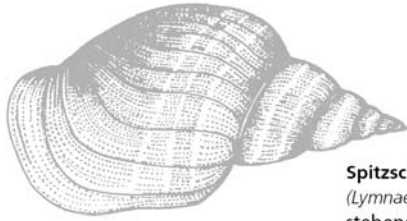






s : 2,8

Plattegel:  
Breiter Hinterleib



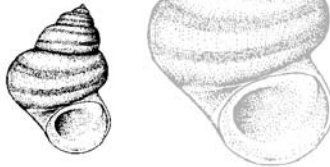


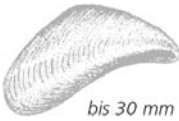




Rollegel:  
lang gestreckt

Plattegel und Rollegel: Bewegungsformen

© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (VDG)



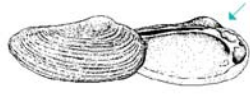
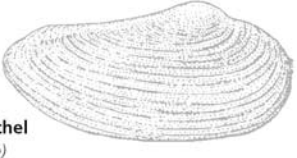

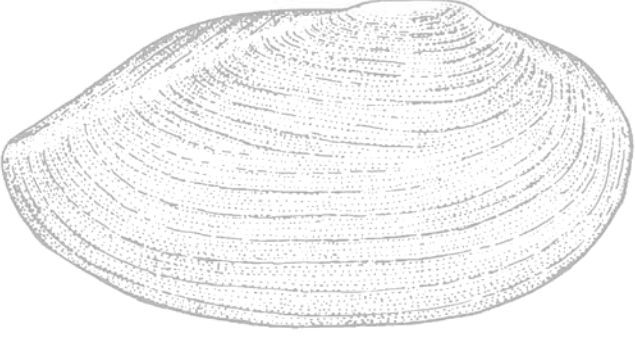




<p><b>Schnecken</b> (Gastropoda)</p>	<p>Schale spiralig gewunden. Kopf mit 1 Paar Fühlern. Kriechfuß</p>		
<p>Schale spitzhaubenförmig. Mündung eiförmig</p>		 bis L 7 / B 5 / H 4 mm	<p><b>Flussnapfschnecke</b> (<i>Ancylus fluviatilis</i>) in schnell strömenden, sauerstoffreichen Gewässern</p> <p>s : 1,9</p>
<p>Schale schildförmig</p>		 bis L 7 / B 3 / H 2 mm	<p><b>Teichnapfschnecke</b> (<i>Acroloxus lacustris</i>) v.a. in Stillgewässern</p> <p>s : 2,2</p>
<p>klein. 4 - 5 Umgänge. Spitze stumpf (→). Mündung stumpfeckig</p>		 H bis 4 mm	<p><b>Quellenschnecke</b> (<i>Bythinella sp.</i>) in Quellbächen</p> <p>s : 1,0</p>
<p>Schale eiförmig, dickwandig. Gewinde kaum erhoben. Weißlich, mit Netzzeichnung</p>		 L bis 12 mm	<p><b>Flußschwimmschnecke</b> (<i>Theodoxus fluviatilis</i>) In strömenden Gewässern, auch in Ebene</p> <p>s : 1,7</p>
<p>Gewinde lang ausgezogen, spitz, fast so hoch wie Mündung. Letzter Umgang bauchig</p>		 H bis 60 mm	<p><b>Spitzschlamm-schnecke</b> (<i>Lymnaea stagnalis</i>) stehende und langsam fließende Gewässer; häufig</p>
<p>Schale in einer Ebene aufgerollt. Mündungsrand schief, herzförmig</p>		 H bis 14 mm	<p><b>Posthornschnecke</b> (<i>Planorbis corneus</i>) pflanzenreiche, stehende u. langsam fließende Gewässer, v.a. im Tiefland</p> <p>s : 2,2</p>
<p>Mündung spitz-oval. Deckel mit konzentrischem Kern. 5 - 5 1/2 Umgänge.</p>		 H bis 12 mm	<p><b>Langfühlerige Schnauzenschnecke</b> (<i>Bithynia tentaculata</i>)</p> <p>s : 2,3</p>
<p>Gewinde kurz, kegelförmig, stumpf. Mündung eiförmig. Form variabel</p>		 H bis 20 mm	<p><b>Eiförmige Schlamm-schnecke</b> (<i>Radix peregra</i>)</p> <p>s : 2,3</p>





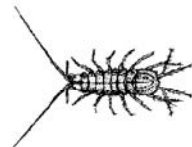







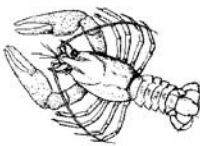
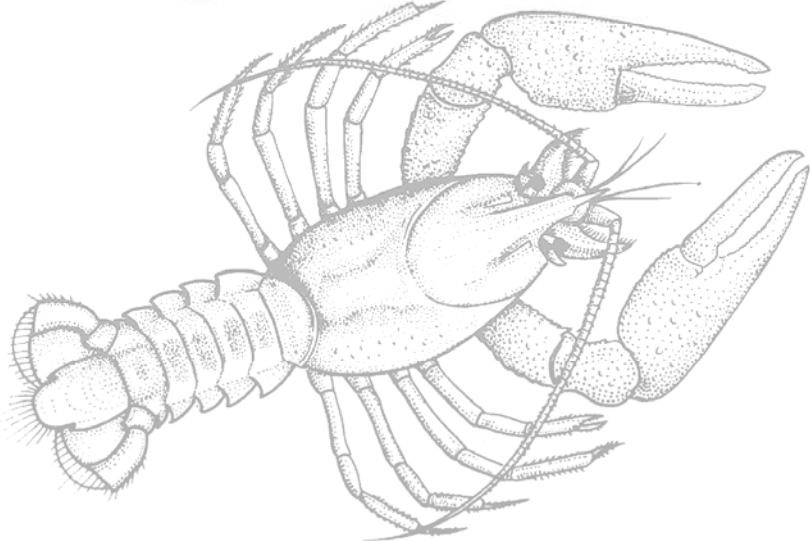
<p>Schale linksgewunden. Spitze abgerundet. 4 Umgänge</p>		<p>H bis 12 mm</p>	<p><b>Quellen-Blasenschnecke</b> (<i>Physa fontinalis</i>) in klaren, stehenden u. langsam fließenden Gewässern</p>	<p>s : 2,0</p>
<p>Schale links gewunden. Spitze spitz. 6 Umgänge</p>		<p>H bis 12 mm</p>	<p><b>Gemeine Blasenschnecke</b> (<i>Physella acuta</i>)</p>	<p>s : 2,8</p>
<p>Schale rundlich, kegelförmig gebändert. Stufig abgesetzte Windungen. 6 Umgänge</p>		<p>H bis 40 mm</p>	<p><b>Sumpfdückelschnecke</b> (<i>Viviparus viviparus</i>) in langsam fließenden, größeren Gewässern; selten</p>	
<p>Klein. Schale kreisförmig mit niedrigem Gewinde. Mündungsrand und Deckel kreisrund</p>		<p>H bis 5 mm</p>	<p><b>Gemeine Federkiemenschnecke</b> (<i>Valvata piscinalis</i>)</p>	
<p><b>Muscheln (Bivalvia)</b> Schale zweiklappig, Kopf fehlt. Beilförmiger Fuß</p>				
<p>Schale dreikantig, kahnförmig. Zickzack-Zeichnung. Mit Sekretfäden an Steinen o.ä. festsitzend</p>		 <p>bis 30 mm</p>	<p><b>Wandermuschel</b> (<i>Dreissena polymorpha</i>)</p>	<p>s : 2,2</p>
<p>Kleinste Muschel. Schale ungleichseitig. Wirbel mittelständig (→)</p>		 <p>bis 8 mm</p>	<p><b>Erbsenmuschel</b> (<i>Pisidium sp.</i>) in sandigen Bächen</p>	
<p>Schale gleichseitig. Wirbel mittelständig (→)</p>		 <p>bis 22 mm</p>	<p><b>Kugelmuschel</b> (<i>Sphaerium corneum</i>) in langsam fließenden od. stehenden Gewässern; häufig</p>	<p>s : 2,2</p>

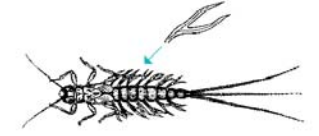
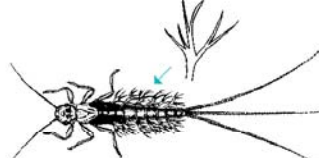
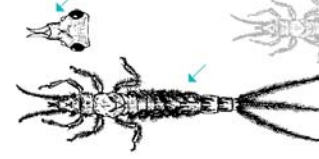
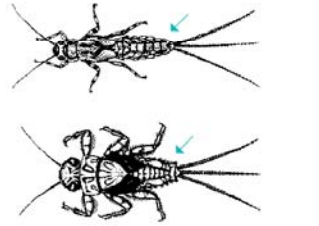
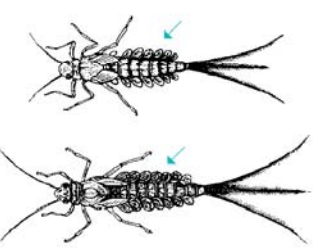




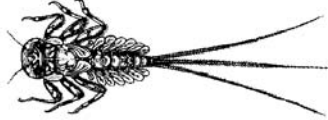

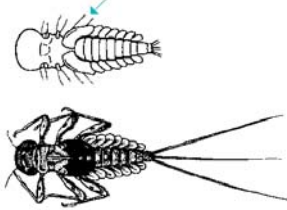

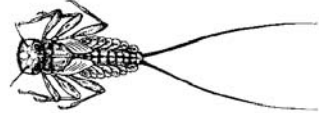
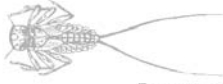
<p>Schale nierenförmig, dickwandig (→), schwer. Rostbraun bis schwarz. Sehr selten!</p>		 <p><b>Flussperlmuschel</b> (<i>Margaritifera margaritifera</i>) kalkarme Fließgewässer der Mittelgebirge; sehr selten geworden</p> <p>bis 120 mm; dargestellt im Maßstab 1:2</p>
<p>Schale kräftig. (→) Schloß mit Haupt- u. Seitenzähnen</p>		 <p><b>Flussmuschel</b> (<i>Unionidae</i>) häufig in schwach strömenden u. stehenden Gewässern</p> <p>bis 90 mm; dargestellt im Maßstab 1:2</p> <p>s : 2,0</p>
<p>Schale dünnwandig. Schloßzähne nicht vorhanden. Länglich eiförmig</p>		 <p><b>Teichmuschel</b> (<i>Anodonta sp.</i>) hauptsächlich im Flachland</p> <p>bis 200 mm; dargestellt im Maßstab 1:2</p>
<p><b>Spinnentiere</b> (Arachnida)</p> <p>Vier Beinpaare. Kopf u. Brust verwachsen. Flügel- u. antennenlos</p>		 <p><b>Wasserspinne</b> (<i>Argyroneta aquatica</i>) vorwiegend in stehenden Gewässern</p> <p>bis 15 mm</p>
<p>braun. Dichtes Haarkleid. Webt unter Wasser glockenförmige Netze die mit Luft gefüllt werden</p>		 <p><b>Wassermilben</b> (<i>Hydracarina</i>)</p> <p>bis 5 mm</p>
<p>rot oder bunt gefärbt. Viele Arten. Sehr klein</p>		

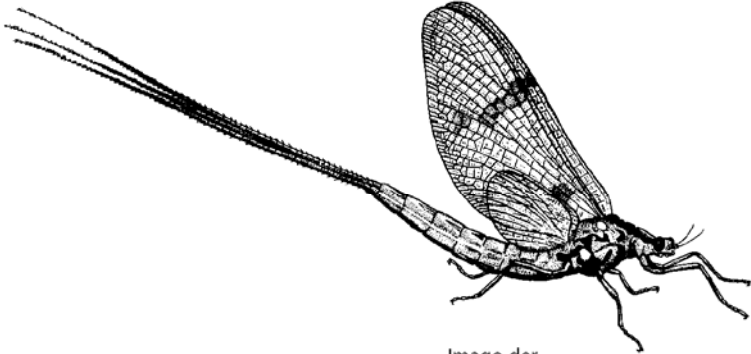


<b>Krebstiere</b> (Crustacea)	meist mehr als 4 Beinpaare. Bei einigen Arten von Schale verdeckt		
Körper seitlich zusammengedrückt. Hell, einfarbig		 bis 20 mm	<b>Flohkrebs</b> ( <i>Gammarus spec.</i> ) s : 2,0
Körper dorso-ventral abgeflacht. Grau-braun		 bis 12 mm	<b>Wasserassel</b> ( <i>Asellus aquaticus</i> ) s : 2,8
Durchsichtig. Hüpfende Bewegung. 2 große verästelte Antennen sichtbar		 bis 4 mm	<b>Wasserfloh</b> (Cladocera) Bsp. <i>Daphnia pulex</i>
1. Antennenpaar groß (→). ♀ mit Eipaketen (→). Ruckartige Bewegungen		 bis 3 mm	<b>Hüpfertling</b> (Copepoda) Bsp. <i>Cyclops sp.</i>
Muschelartige, zwei-klapplige Schale		 bis 2 mm	<b>Muschelkrebs</b> (Ostracoda)
Hinterleib mit auffälligen roten Querflecken		bis 120 mm	<b>Amerikanischer Flußkrebs</b> ( <i>Orconectes limosus</i> )
			
© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (VDG)			

<p><b>Insektenlarven (Hexapoda)</b></p>	
<p><b>Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera)</b></p>	<p>meist drei lange Schwanzborsten. Tracheenkiemen seitlich am Hinterleib</p>
<p>in stehenden und fließenden Gewässern der Ebene und des Mittelgebirges</p>	
<p>Die 7 Paar Kiemen bestehen aus je 2, am Grunde verschmolzenen Fäden (→)</p>	 <p>bis 10 mm <b>Habroleptoides confusa</b> <span style="float: right;">▶ s : 1,5</span></p>
<p>7 Paar bäumchenartige (nicht blattförmige) Kiemen am H. leib (→). Klein</p>	 <p>bis 6 mm <b>Habrophlebia sp.</b></p>
<p>7 Paar federförmig gefranste Kiemen schräg über Hinterleib (→). Oberkiefer dolchartig den Kopf überragend (→)</p>	 <p>bis 23 mm <b>Ephemera sp.</b> gräbt im sandigen Sediment strömungsberuhigter Zonen <span style="float: right;">▶ s : 2,0</span></p>
<p>5 Paar Kiemenblätter dachziegelartig auf Oberseite des H. leibes (→). Das 4. u. 5. Paar oft verdeckt</p>	 <p>bis 10 mm <b>Fam. Ephemerellidae</b> <span style="float: right;">▶ s : 1,6</span></p>
<p>7 Paar Kiemenblätter am Hinterleib. Sie können doppelt (Cloeon) oder einfach (Baetis) (→) sein. Kopf senkrecht zur Körperachse</p>	 <p>5 - 10 mm <b>Fam. Baetidae</b> z.T. sehr häufig, auch in langsam fließenden Gewässern, über 15 Arten <span style="float: right;">▶ s : 2,1</span></p>




<p>in schnell fließenden Bächen des Mittelgebirges</p>		 <i>Ecdyonurus sp</i> strömungsliebend; fehlt in Norddeutschland bis 15 mm	<p>s : 1,5</p>
<p>7 Paar Kiemenblätter seitlich am H.leib. V. Brust an jeder Seite scheibenartig verlängert. Gestalt stark abgeplattet. Augen auf Kopfoberseite</p>		 <i>Rhitrogena semicolorata</i> auf Steinen in schnell fließenden Gebirgs- oder Quellbächen, häufig bis 12 mm	<p>s : 1,6</p>
<p>7 Paar Kiemenblätter seitlich am H.leib. Blätter des 1. Paares stark vergrößert, berühren sich auf Bauchseite (→). Gestalt abgeplattet. Augen auf Kopfoberseite</p>		 <i>Epeorus sp</i> strömungsliebend; fehlt in Norddeutschland. bis 14 mm	<p>s : 1,2</p>



Imago der Eintagsfliege

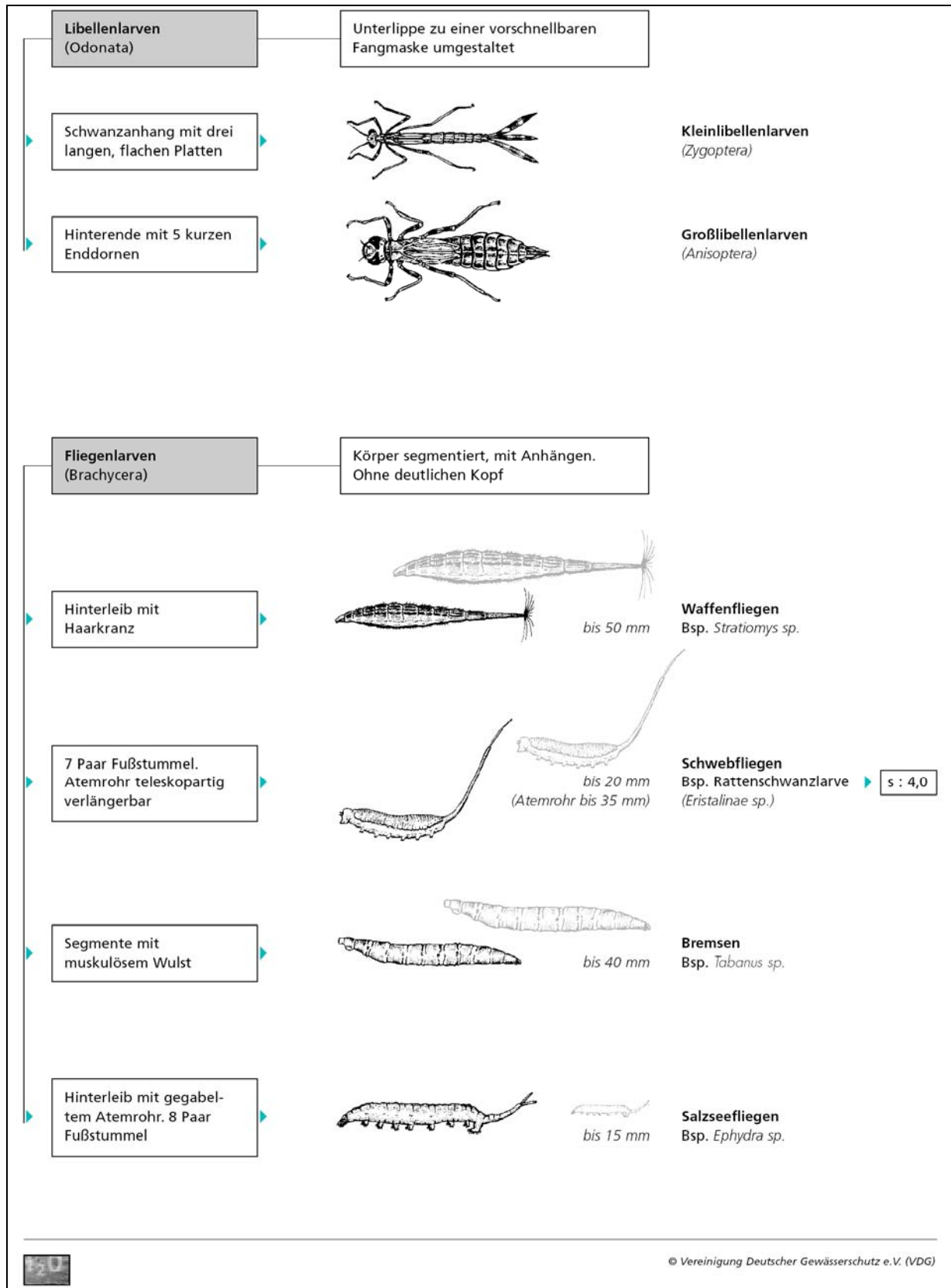
© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (VDG)


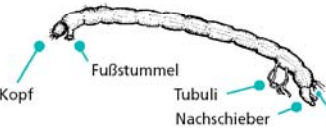

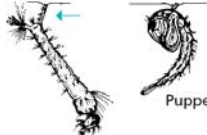
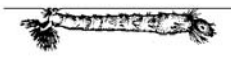
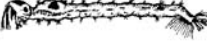
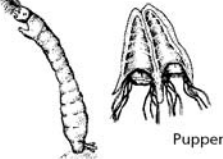




<p><b>Steinfliegenlarven (Plecoptera)</b></p>	<p>zwei lange Schwanzborsten. Keine Kiemen seitlich am Hinterleib</p>			
<p>Farbe braun-rot bis dunkelbraun, mit heller Zeichnung. Helle Kiemenbüschel zwischen den Beinwurzeln (→) u. an den Wurzeln der Schwanzfäden (→)</p>			<p>bis 30 mm <i>Dinocras sp.</i></p>	<p>s : 1,4</p>
<p>Farbe gelb mit schwarzer Zeichnung. Kiemenbüschel zwischen den Beinwurzeln. Keine Kiemen zwischen den Wurzeln der Schwanzfäden (→) (s. <i>Dinocras</i>!)</p>			<p>bis 30 mm <i>Perla marginata</i></p>	<p>s : 1,2</p>
<p>Gedrungene Körperform. Farbe braun. Flügelscheiden stehen nach hinten schräg ab (→). Weit verbreitet</p>			<p>bis 8 mm <i>Nemoura sp.</i></p>	
<p>Schmaler, langer Körper. Farbe gelb bis hellbraun. Parallel nach hinten gerichtete Flügelscheiden (→)</p>			<p>bis 12 mm <i>Leuctra sp.</i></p>	<p>s : 1,5</p>
<p>Körper u. Kopf meist durch Flecke gezeichnet. Farbe gelb bis olivgrün. Geringe Körpergröße.</p>			<p>bis 16 mm <i>Fam. Perlodidae</i></p>	



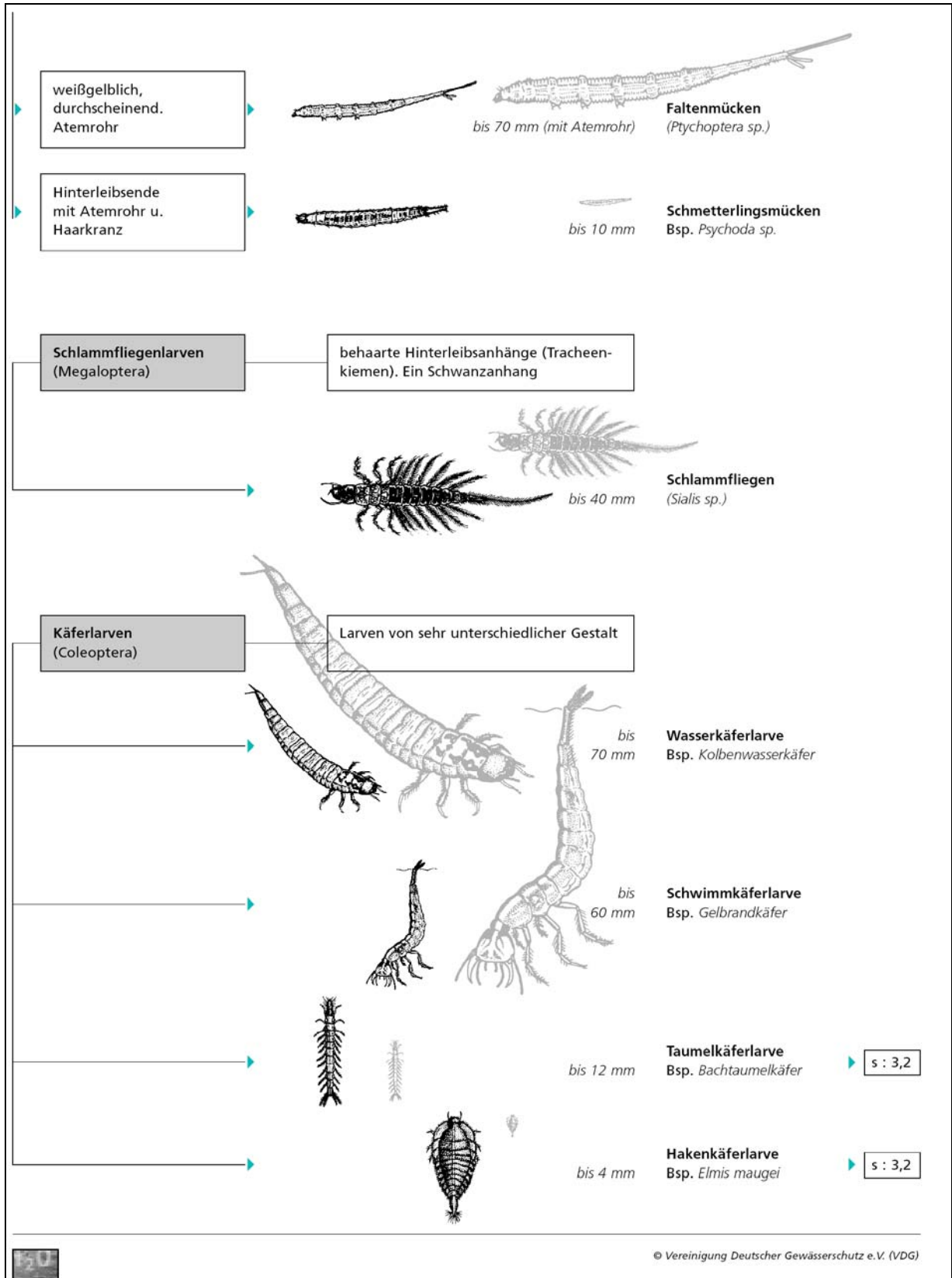
<p><b>Köcherfliegenlarven (Trichoptera)</b></p>	<p>1. leben in Köchern aus Pflanzenteilen, Sand oder Kies. Kopf der Larve bildet mit Körperachse einen rechten Winkel 2. freilebend. Kopf der Larve bildet mit Körperachse etwa eine Gerade</p>		
<p>Gehäuse halb-ellipsoid aus kleinen Steinchen u. grobem Sand</p>		<p>bis 9 mm</p>	<p><b>Agapetus sp.</b> In schnellfließenden Bächen des Gebirges.</p>
<p>Gehäuse röhrenförmig aus Sand. An beiden Seiten 2-3 Belastungssteine, die so breit wie das Gehäuse sind</p>		<p>bis 12 mm</p>	<p><b>Silo sp.</b> In schnellfließenden Bächen; vom Gebirge bis in die Ebene. <span style="float: right;">▶ s : 1,5</span></p>
<p>Gehäuse aus Sand. dünnwandig glatt</p>		<p>bis 15 mm</p>	<p><b>Sericostoma sp.</b> In Gebirgs- u. Mittelgebirgsbächen od. in schnellfließenden Gewässern der Ebene <span style="float: right;">▶ s : 1,5</span></p>
<p>Gehäuse aus vierseitig angeordneten quadratischen Blattstückchen</p>		<p>bis 18 mm</p>	<p><b>Lepidostoma hirtum</b> In pflanzenreichen Fließgewässern der Ebene <span style="float: right;">▶ s : 1,8</span></p>
<p>Altgehäuse (Rohr aus Sand) mit überragenden Blattrippen u. Ästchen</p>		<p>bis 30 mm 70 mm (mit Ästchen)</p>	<p><b>Anabolia nervosa</b> In langsam fließenden, auch stehenden Gewässern <span style="float: right;">▶ s : 2,0</span></p>
<p>Freilebend. Verzweigte Büschelkiemen am Körper (→)</p>		<p>bis 25 mm</p>	<p><b>Rhyacophila sp.</b> In schnellfließenden Gewässern des Gebirges u. der Ebene <span style="float: right;">▶ s : 1,8</span></p>
<p>3 verhornte Brustplatten (→). Verzweigte Büschelkiemen am gelblichen Körper (→)</p>		<p>bis 20 mm</p>	<p><b>Hydropsyche sp.</b> In schnellfließenden Gewässern des Gebirges u. der Ebene <span style="float: right;">▶ s : 2,0</span></p>
<p>Variabler Köcher</p>		<p>bis 35 mm</p>	<p><b>Limnephilus flavicornis</b> In stehenden und langsam fließenden Gewässern aller Art</p>

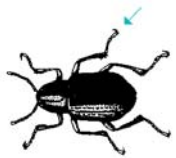
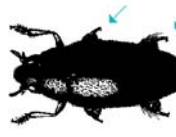


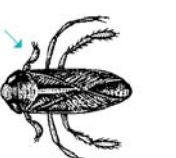
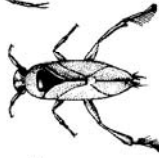
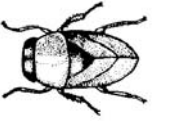


Mückenlarven (Nematocera)	Körper segmentiert, mit Anhängen. Kopf deutlich sichtbar			
Oberseite gewölbt, grau. Unterseite mit 6 Saugnäpfen	 <p>Larve von unten mit Saugnäpfen</p>	bis 9 mm	<b>Lidmücken</b> Bsp. <i>Liponeura sp.</i> In schnell fließenden Gewässern des Hochgebirges	s : 1,0
hell- bis dunkelrot. Zuckende Bewegungen durch abwechselndes Hin- und Herkrümmen		bis 13 mm	<b>Zuckmücken</b> Bsp. <i>Chironomus thummi</i>	s : 3,2
Hinterleibsende mit Haarkranz. Weißlichgelb		bis 15 mm	<b>Gnitzen</b> Bsp. <i>Bezzia sp.</i>	
mit Atemrohr (→). Hängt schräg an Wasseroberfläche		bis 10 mm	<b>Stechmücken</b> Bsp. <i>Culex sp.</i>	
ohne Atemrohr. Hängt waagrecht an Wasseroberfläche		bis 10 mm	<b>Stechmücken</b> Bsp. <i>Anopheles sp.</i>	
durchsichtig. Schweben in waagerechter Haltung im Wasser. Dunkle Tracheenblasen		bis 15 mm	<b>Büschelmücken</b> ( <i>Corethra sp.</i> ) weiße Mückenlarve	
an Mundöffnung Fächerkorb aus Borsten. Vorn Fußstummel. Hinten Haftscheibe		bis 15 mm	<b>Kriebelmücken</b> Bsp. <i>Simulium sp.</i>	
u-förmige Krümmung des Körpers. Bei Fortbewegung werden die U-Schenkel abwechselnd vorwärts geschoben		bis 8 mm	<b>Tastermücken</b> Bsp. <i>Dixa sp.</i>	
Hinterleib mit 6 behaarten Chitinspitzen		bis 30 mm	<b>Schnaken</b> Bsp. <i>Tipula sp.</i>	

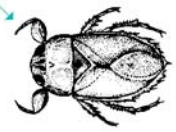

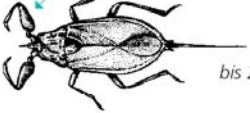

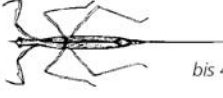
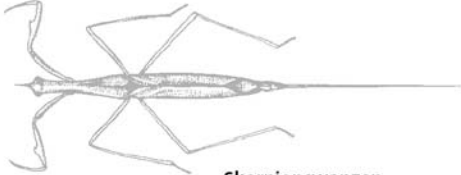


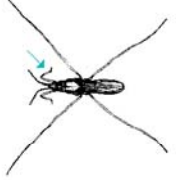
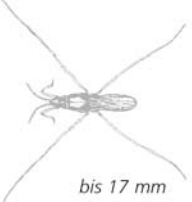










<b>Insekten</b> (Hexapoda)	Vorderflügel als derbe Deckflügel ausgebildet		
<b>Käfer</b> (Coleoptera)			
Flügel glänzend schwarz. Klauen groß u. kräftig (→). Unter Steinen		bis 2 mm	<b>Hakenkäfer</b> ( <i>Elmis maugei</i> ) s : 1,5
Schwimmt blitzschnell in Kreisbögen auf Wasseroberfläche. Schwarz. Dicht behaart. Mittel- u. Hinterbeine verkürzt (→)		bis 6 mm	<b>Bachtaumelkäfer</b> ( <i>Orectochilus villosus</i> ) s : 2,0
Fühler kurz, keulenförmig, meist kürzer als Kiefertaster (→)		bis 18 mm	<b>Wasserkäfer</b> Bsp. Stachelwasserkäfer ( <i>Hydrophilus caraboides</i> )
Fühler lang, fadenförmig, Hinterbeine länger als Vorder- und Mittelbeine (→)		bis 17 mm	<b>Schwimmkäfer</b> Bsp. Furchenschwimmer ( <i>Acilius sulcatus</i> )
<b>Wanzen</b> (Heteroptera)	Vorderflügel im Basalteil derb, im Endteil häutig. Mit Stechrüssel		
V.beine kurz. V.füße schaufelartig (→) verbreitert. V.flügel horizontal flachliegend		bis 15 mm	<b>Ruderwanzen</b> Bsp. <i>Corixa</i> sp.
Auf dem Rücken schwimmend. V.flügel dachartig		bis 17 mm	<b>Rückenschwimmer</b> ( <i>Notonecta</i> sp.)
Auf dem Rücken schwimmend. Klein! Körper hoch, dachartig gewölbt		bis 2,5 mm	<b>Zwergrückenschwimmer</b> ( <i>Plea minutissima</i> )



<p>Körper länglich bis rundlich-oval. V.beine bei einigen Arten zu Raubbeinen umgebildet (→)</p>		 bis 16 mm	<p><b>Schwimmwanzen</b> Bsp. <i>Naucoris cimicoides</i></p>
<p>Hinterleib mit Atemrohr. V.schenkel stark verdickt (→)</p>		 bis 22 mm (ohne Atemrohr)	<p><b>Skorpionswanzen</b> Wasserskorpion (<i>Nepa rubra</i>)</p>
<p>Körper stabförmig. Atemrohr fast so lang wie der Körper</p>		 bis 40 mm (ohne Atemrohr)	<p><b>Skorpionswanzen</b> Stabwanze (<i>Ranatra linearis</i>)</p>
<p>Körper stabförmig. Kopf so lang wie der Thorax</p>		 bis 12 mm	<p><b>Teichläufer</b> (<i>Hydrometra sp.</i>)</p>
<p>Vorderbeine stark verkürzt (→), Seidenglänzende Behaarung</p>		 bis 17 mm	<p><b>Wasserläufer</b> (<i>Gerris sp.</i>)</p>
<p>Vorderbeine wenig verkürzt. Gestalt klein, gedrunen. Augen groß. Hauptfarbe schwarz</p>		 bis 2,5 mm	<p><b>Stoßwasserläufer</b> (<i>Microvelia sp.</i>)</p>
<p>Körper länglich oval mit einer seidenglänzender Behaarung. Augen kuglig vorstehend</p>		 bis 7 mm	<p><b>Stoßwasserläufer</b> (<i>Velia sp.</i>)</p>



**Anhang 3.7 a: Vereinfachte morphologische Untersuchung (Mittelbergsgewässer) (VDG, 2001; modifiziert)**

Gewässer: Abschnitt:	1 natürlich / sehr gut (blau)	2 naturnah / gut (grün)	3 wenig naturnah / mäßig (gelb)	4 naturnah / unbefriedigend (orange)	5 schlecht (rot)	Einzelbeurteilung
<b>M 1a: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld: Mittelbergsbäche (bewertet wird ein ca. 100m langer, repräsentativer Gewässerabschnitt)</b>						
1. <b>Nutzung der Aue*</b> • Wie wird die Aue im überschaubaren Umfeld des Gewässers überwiegend genutzt?	<input type="checkbox"/> naturnaher Wald (Laubbäume)	<input type="checkbox"/> extensive Nutzung oder Brauche: nicht gedüngte oder wenig beweidete Wiesen, keine Bebauung	<input type="checkbox"/> kleinere Äcker, Weiden oder Gärten <input type="checkbox"/> Nadelwald	<input type="checkbox"/> intensive Landwirtschaft; Äcker <input type="checkbox"/> stellenweise Bebauung	<input type="checkbox"/> geschlossene Ortschaft <input type="checkbox"/> Industriegebiet	
2. <b>Gewässerrandstreifen*</b> • Gibt es einen naturbelassenen Gewässerrandstreifen? (Breite ab Uferkante)	<input type="checkbox"/> > 20 m	<input type="checkbox"/> ca. 5-20 m	<input type="checkbox"/> ca. 2-5 m	<input type="checkbox"/> < 2 m	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	
3. <b>Gewässerverlauf</b> • Wie ist der überwiegende Verlauf des Gewässers? Ist er verändert worden?	<input type="checkbox"/> geschwungen, nicht verändert	<input type="checkbox"/> mäßig geschwungen (z.T. verändert)	<input type="checkbox"/> gestreckt (mäßig verändert)	<input type="checkbox"/> weitgehend gerade (stark verändert)	<input type="checkbox"/> gerade (sehr stark verändert)	
4. <b>Uferbewuchs*</b> • In welchem Ausmaß ist eine standorttypische Ufervegetation vorhanden?	<input type="checkbox"/> durchgehender Gehölzsaum (Laubbäume) von mehreren Metern Breite	<input type="checkbox"/> schmaler, aber durchgehender Gehölzsaum <input type="checkbox"/> Feuchtwiese, Hochstauden oder Röhrichte	<input type="checkbox"/> lückiger Gehölzsaum mit Krautflur <input type="checkbox"/> Krautflur aus Brennnesseln u.a. Nährstoffzeigern	<input type="checkbox"/> Einzelbäume; evtl. Krautflur <input type="checkbox"/> standortfremde Vegetation (z.B. Pappeln, Nadelbäume oder Ziersträucher) <input type="checkbox"/> gemähtes Ufer	<input type="checkbox"/> keine Uferbäume, keine Krautflur, befestigter Uferstrand	
5. <b>Uferstruktur</b> • Wie ist das Ufer beschaffen?	<input type="checkbox"/> keine festgelegte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen	<input type="checkbox"/> Ufer begründet, aber nicht sichtbar befestigt. Mit einigen Einbuchtungen und Aufweitungen	<input type="checkbox"/> Ufer stellenweise befestigt < 50%, doch sind Uferabbrüche möglich	<input type="checkbox"/> Ufer überwiegend befestigt (durch Steinschüttungen oder Holzpfähle)	<input type="checkbox"/> gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.a.)	
6. <b>Gewässerquerschnitt</b> • Wie stark ist der Bach im Verhältnis zum Umland unatürlich eingetieft?	<input type="checkbox"/> Sehr flach Breite:Tiefe-Verhältnis > 10:1	<input type="checkbox"/> Flach Breite:Tiefe-Verhältnis > 5:1	<input type="checkbox"/> mäßig tief Breite:Tiefe-Verhältnis > 3:1	<input type="checkbox"/> tief Breite:Tiefe-Verhältnis > 2:1	<input type="checkbox"/> sehr tief Breite:Tiefe-Verhältnis < 2:1	
7. <b>Strömungsbild</b> • Wie deutlich ist ein Wechsel von unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten anhand der Strömung erkennbar?	<input type="checkbox"/> mosaikartig, d.h. neben- und hintereinander finden sich unterschiedliche Strömungsbilder	<input type="checkbox"/> dicht hintereinander wechseln sich schnell und langsam fließendes Wasser ab	<input type="checkbox"/> Wechsel von langsam und schnell fließendem Wasser in größeren Abständen	<input type="checkbox"/> Wechsel von langsam und schnell fließendem Wasser erkennbar	<input type="checkbox"/> Strömung einheitlich	
8. <b>Tiefenvarianz</b> • Wie groß ist die Variation von tiefen und flacheren Gewässerbereichen? (ggf. mit Stock sondieren)	<input type="checkbox"/> sehr groß, d.h. tiefe und flache Gewässerbereiche wechseln mosaikartig ab	<input type="checkbox"/> groß	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> keine	
9. <b>Gewässersohle</b> • Wie ist die Gewässersohle beschaffen? (ggf. mit Stock sondieren)	<input type="checkbox"/> mosaikartige Verteilung von Sand/Kies/Steinen und Totholz; Inselbildungen ausgeprägt	<input type="checkbox"/> Gewässersohle abwechslungsreich (Sand/Kies/Steine/Totholz); Inselbildungen in Ansätzen	<input type="checkbox"/> Gewässersohle gleichmäßiger, unterschiedliche Strukturen in größeren Abständen	<input type="checkbox"/> Gewässersohle über große Strecken verschlammmt, versandet und/oder gepflastert bzw. betoniert	<input type="checkbox"/> einformige Gewässersohle, vollständig verschlammmt und/oder gepflastert bzw. betoniert	
<b>M 1a: Bestimmungen der Gewässerstrukturgüte</b>		<b>Mittelwert</b> 1,0 - 1,6	<b>Mittelwert</b> 1,7 - 2,4	<b>Mittelwert</b> 2,5 - 3,4	<b>Mittelwert</b> 3,5 - 4,4	<b>Mittelwert</b> 4,5 - 5,0
<b>Gewässerstrukturgüte</b>		1 sehr gut	2 gut	3 mäßig	4 unbrfr.	5 schlecht
<b>Summe (der Einzelbewertungen von 1. bis 9.)</b>					<b>Mittelwert = Gesamtbewertung Gewässerstruktur</b>	

\* gegebenenfalls linkes und rechtes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden










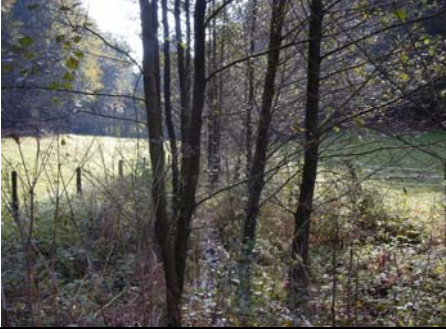


**Anhang 3.7 b: Vereinfachte morphologische Untersuchung (Flachlandgewässer) (VDG, 2001; modifiziert)**






Gewässer: Abschnitt:	1 natürlich / sehr gut (blau)	2 naturnah / gut (grün)	3 wenig naturnah / mäßig (gelb)	4 naturnah / unbefriedigend (orange)	5 schlecht (rot)	Einzelbewertung
<b>M 1b: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld: Flachlandbäche (bewertet wird ein ca. 100m langer, repräsentativer Gewässerabschnitt)</b>						
1. <b>Nutzung der Aue*</b> • Wie wird die Aue im überschaubaren Umfeld des Gewässers überwiegend genutzt?	<input type="checkbox"/> naturnaher Wald (Laubbäume), Auwald	<input type="checkbox"/> extensive Nutzung oder Brache: nicht gedüngte oder wenig beweidete Wiesen, keine Bebauung	<input type="checkbox"/> kleinere Äcker, Weiden oder Gärten <input type="checkbox"/> Nadelwald	<input type="checkbox"/> intensive Landwirtschaft; Äcker <input type="checkbox"/> stellenweise Bebauung	<input type="checkbox"/> geschlossene Ortschaft <input type="checkbox"/> Industriegebiet	
2. <b>Gewässerrandstreifen*</b> • Gibt es einen naturbelassenen Gewässerrandstreifen? (Breite ab Uferkante)	<input type="checkbox"/> > 20 m	<input type="checkbox"/> ca. 5-20 m	<input type="checkbox"/> ca. 2-5 m	<input type="checkbox"/> < 2 m	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	
3. <b>Gewässerverlauf</b> • Wie ist der überwiegende Verlauf des Gewässers? Ist es begradigt worden?	<input type="checkbox"/> mäandrierend, nicht begradigt	<input type="checkbox"/> stark geschwungen (wenig begradigt)	<input type="checkbox"/> geschwungen (mäßig begradigt)	<input type="checkbox"/> leicht gekrümmt (überwiegend begradigt)	<input type="checkbox"/> gerade (vollständig begradigt)	
4. <b>Uferbewuchs*</b> • In waldlichem Ausmaß ist eine standorttypische Ufervegetation vorhanden?	<input type="checkbox"/> Auwald; durchgehender Weiden- und/oder Erlensaum von mehreren Metern Breite	<input type="checkbox"/> schmaler, aber durchgehender Weiden- oder Erlensaum	<input type="checkbox"/> lückiger Weiden- oder Erlensaum mit Krautflur <input type="checkbox"/> Krautflur aus Brennnesseln u.a. Nährstoffzeigern	<input type="checkbox"/> Einzelbäume; evtl. Krautflur <input type="checkbox"/> standortfremde Vegetation (z.B. Pappeln, Nadelbäume oder Ziersträucher)	<input type="checkbox"/> keine Uferbäume, keine Krautflur, befestigter Uferstrand	
5. <b>Uferstruktur</b> • Wie ist das Ufer beschaffen?	<input type="checkbox"/> keine festgelegte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen	<input type="checkbox"/> Ufer begradigt, aber nicht sichtbar befestigt. Mit einigen Einbuchtungen und Aufweitungen	<input type="checkbox"/> Ufer stellenweise befestigt < 50%, doch sind Uferabbrüche möglich	<input type="checkbox"/> Ufer überwiegend befestigt (durch Steinschüttungen oder Holzpfähle)	<input type="checkbox"/> gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.ä.)	
6. <b>Gewässerquerschnitt</b> • Wie stark ist der Bach im Verhältnis zum Umland unnatürlich eingetieft?	<input type="checkbox"/> sehr flach Breite: Tiefe-Verhältnis > 10:1	<input type="checkbox"/> flach Breite: Tiefe-Verhältnis > 5:1	<input type="checkbox"/> mäßig tief Breite: Tiefe-Verhältnis > 3:1	<input type="checkbox"/> tief Breite: Tiefe-Verhältnis > 2:1	<input type="checkbox"/> sehr tief Breite: Tiefe-Verhältnis < 2:1	
7. <b>Strömungsbild</b> • Wie deutlich ist ein Wechsel von unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten anhand der Strömung erkennbar?	<input type="checkbox"/> unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten auf engem Raum zu erkennen		<input type="checkbox"/> unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten auf längeren Strecken erkennbar	<input type="checkbox"/> Strömung einheitlich, aber Fließen des Wassers deutlich zu erkennen	<input type="checkbox"/> Strömung kaum erkennbar, glatte Wasseroberfläche	
8. <b>Tiefenvarianz</b> • Wie groß ist die Variation von tiefen und flacheren Gewässerbereichen? (ggf. mit Stock sondieren)	<input type="checkbox"/> sehr groß bis groß		<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> keine	
9. <b>Gewässersohle</b> • Wie ist die Gewässersohle beschaffen? (ggf. mit Stock sondieren)	<input type="checkbox"/> Gewässersohle abwechslungsreich (Kies/Sand/Lehm oder andere Feinsubstrate), viel Totholz		<input type="checkbox"/> Gewässersohle gleichmäßiger, unterschiedliche Strukturen in größeren Abständen	<input type="checkbox"/> Gewässersohle über grössere Strecken verschlammte und/oder befestigt	<input type="checkbox"/> gleichförmige Gewässersohle, vollständig verschlammte und/oder befestigt	
<b>M 1a: Bestimmungen der Gewässerstrukturgüte</b>						
<b>Mittelwert</b>	1,0 - 1,6	1,7 - 2,4	2,5 - 3,4	3,5 - 4,4	4,5 - 5,0	<b>Summe (der Einzelbewertungen von 1. bis 9.)</b>
<b>Gewässerstrukturgüte</b>	1 sehr gut	2 gut	3 mäßig	4 unbefr.	5 schlecht	<b>Mittelwert = Gesamtbewertung Gewässerstruktur</b>

\* gegebenenfalls linkes und rechtes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden






**Anhang 3.8: Fotodokumentation: Gewässerstruktur und Gewässerumfeld**






1. Nutzung der Aue (ggf. rechtes u. linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>naturnaher Wald</b> (Laubbäume)</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p>extensive Nutzung oder <b>Brache</b>: nicht gedüngte oder wenig beweidete Wiesen, keine Bebauung</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p>kleinere Äcker, Weiden oder <b>Gärten</b> oder Nadelwald</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p>intensive Landwirtschaft, Äcker <b>und/oder</b> stellenweise <b>Bebauung</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>geschlossene Ortschaft oder Industriegebiet</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 






<b>2. Gewässerrandstreifen</b> (ggf. rechtes u. linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)		
<b>1</b> natürlich / sehr gut	<b>&gt; 20 m</b>	Foto: IGUG 
<b>2</b> naturnah / gut	<b>ca. 5 – 20 m</b>	Foto: C. Günther 
<b>3</b> wenig naturnah / mäßig	<b>ca. 2 – 5 m</b>	Foto: IGUG 
<b>4</b> naturfern / unbefriedigend	<b>&lt; 2 m</b>	Foto: IGUG 
<b>5</b> schlecht	<b>nicht vorhanden</b>	Foto: C. Günther 






3. Gewässerverlauf		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>geschwungen, nicht verändert</b></p>	<p>Foto: M. Graw</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p><b>mäßig geschwungen (z.T. verändert)</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>gestreckt (mäßig verändert)</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>weitgehend gerade (stark verändert)</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>gerade (sehr stark verändert)</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 













<b>4. Uferbewuchs</b> (ggf. rechtes u. linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>durchgehender Gehölzsaum (Laubbäume) von mehreren Metern Breite</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p>schmäler, aber durchgehender Gehölzsaum und/oder <b>Feuchtwiese, Hochstauden oder Röhrriech</b></p>	<p>Foto: M. Graw</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>lückiger Gehölzsaum mit Krautflur</b> und/oder Krautflur aus Brennnesseln u.a. Nährstoffzeigern</p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>Einzelbäume; evtl. Krautflur</b> <b>Standortfremde Vegetation</b> (z. B. Pappeln, Nadelbäume oder Ziersträucher) Gemähte Ufer</p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>keine Uferbäume, keine Krautflur, befestigter Uferstrand</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 

5. Uferstruktur (ggf. rechtes u. linkes Ufer getrennt bewerten und Mittelwert bilden)		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>keine verfestigte Uferlinie, viele Einbuchtungen und Aufweitungen, Gewässer kann sich ungehindert in die Breite ausdehnen</b></p>	<p>Foto: T. Schmidt</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p><b>Ufer begradigt, aber nicht sichtbar befestigt; mit einigen Einbuchtungen und Aufweitungen</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>Ufer stellenweise befestigt &lt; 50%, doch sind Uferabbrüche möglich</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>Ufer überwiegend befestigt (durch Steinschüttungen oder Holzpfähle)</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>gerade Uferlinie, Ufer steil abfallend, befestigt (Pflaster, Beton o.ä.)</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 

6. Gewässerquerschnitt		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>sehr flach</b> <b>Breite:Tiefe-Verhältnis</b> <b>&gt; 10:1</b></p>	<p>Foto: T. Schmidt</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p><b>flach</b> <b>Breite:Tiefe-Verhältnis</b> <b>&gt; 5:1</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>mäßig tief</b> <b>Breite:Tiefe-Verhältnis</b> <b>&gt; 3:1</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>tief</b> <b>Breite:Tiefe-Verhältnis</b> <b>&gt; 2:1</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>sehr tief</b> <b>Breite:Tiefe-Verhältnis</b> <b>&lt; 2:1</b></p>	<p>Foto: Gemeinde Fulda</p> 

7. Strömungsbild		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>mosaikartig;</b> <b>d.h. neben- und hinter-</b> <b>einander finden sich</b> <b>unterschiedliche</b> <b>Strömungsbilder</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p><b>dicht hintereinander</b> <b>wechseln sich schnell</b> <b>und langsam</b> <b>fließendes Wasser ab</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>Wechsel von langsam</b> <b>und schnell fließendem</b> <b>Wasser in größeren</b> <b>Abständen</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>Wechsel von langsam</b> <b>und schnell</b> <b>fließendem Wasser</b> <b>noch erkennbar</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>Strömung einheitlich</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 

8. Tiefenvarianz		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>sehr groß, d.h. tiefe und flache Gewässerbereiche wechseln sich mosaikartig ab</b></p>	<p>Foto: T. Schmidt</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p><b>groß</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>mäßig</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>gering</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>keine</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 

9. Gewässersohle		
<p><b>1</b> natürlich / sehr gut</p>	<p><b>mosaikartige Verteilung von Sand/Kies/Steinen und Totholz; Inselbildungen ausgeprägt</b></p>	<p>Foto: T.Schmidt</p> 
<p><b>2</b> naturnah / gut</p>	<p><b>Gewässersohle abwechslungsreich (Sand/Kies/Steine/ Totholz); Inselbildungen in Ansätzen</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>3</b> wenig naturnah / mäßig</p>	<p><b>Gewässersohle gleichmäßiger, unterschiedliche Strukturen in größeren Abständen</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 
<p><b>4</b> naturfern / unbefriedigend</p>	<p><b>Gewässersohle über größere Strecken verschlammt, versandet und/oder gepflastert bzw. betoniert</b></p>	<p>Foto: C. Günther</p> 
<p><b>5</b> schlecht</p>	<p><b>einförmige Gewässersohle, vollständig verschlammt und/oder gepflastert bzw. betoniert</b></p>	<p>Foto: IGUG</p> 

#### Anhang 4: Vereinfachte Festlegung der von Abwassereinleitungen freizuhaltenden Quellbereiche

Vereinfacht kann die Festlegung der von Abwassereinleitungen freizuhaltenden Quellbereiche nach der nachfolgenden Tabelle A4-1 sowie der Abbildung A4-1 erfolgen. Die Zielsetzungen des Biotopschutzes und der Biotopvernetzung sollten dabei ebenso berücksichtigt bleiben wie die Erfordernisse zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften durch Sicherung eines ausreichenden Wiederbesiedlungspotentials (BWK, 2001).

Abschnittslängen der Quellwasseraustritte	Längen der einleitungsfrei zu haltenden Gewässerabschnitte (m)		
	bis 300 m Fließstrecke kein Zusammenfluss mit anderem Fließgewässer	bis 300 m Fließstrecke vom Quellwasseraustritt Zusammenfluss mit einem oder mehreren Fließgewässer/n mit einer Länge von:	
		≤ 300 m	> 300 m
≤ 50 m	mindestens 150 m	bis mindestens 10 m unterhalb des untersten Zusammenflusses, mindestens aber 150 m Gesamtlänge	bis zum Zusammenfluss
> 50 bis ≤ 100 m	mindestens 200 m	bis mindestens 10 m unterhalb des untersten Zusammenflusses, mindestens aber 200 m Gesamtlänge	
> 100 m	mindestens 300 m	bis mindestens 10 m unterhalb des untersten Zusammenflusses, mindestens aber 300 m Gesamtlänge	

Tabelle A4-1: Längen von einleitungsfrei zu haltenden Quellabschnitten in Abhängigkeit vom Typ des Quellwasseraustritts und vom Zusammenfluss mit anderen Fließgewässern (BWK, 2001)

Die Streckenangaben beziehen sich bei permanenten Fließgewässern auf die Abschnitte unterhalb des obersten Quellwasseraustritts, bei temporären Fließgewässern (die nicht bereits gemäß Kap. 5.1.2 von Einleitungen freizuhalten sind) auf die Gewässerstrecke unterhalb des obersten Abschnittes mit regelmäßigem Abfluss.

Es wird davon ausgegangen, dass eine einleitungsfrei zu haltende Gewässerstrecke von mindestens 150 m unterhalb von Punktquellen einen ausreichenden Schutz für die empfindlichen Quellbereiche bietet. Bei Quellrinnsalen mit mehreren oder diffusen Quellwasserzutrittsstellen wird vereinfachend angenommen, dass eine Gewässerstrecke von 150 m unterhalb des letzten Quellwasseraustritts, aber insgesamt um nicht mehr als 300 m ab dem ersten Quellaustritt von Abwassereinleitungen frei zu halten ist. Die nachfolgende Abb. A4-1 veranschaulicht noch einmal die Festlegung der einleitungsfrei zu haltenden Quellabschnitte anhand verschiedener Beispiele.

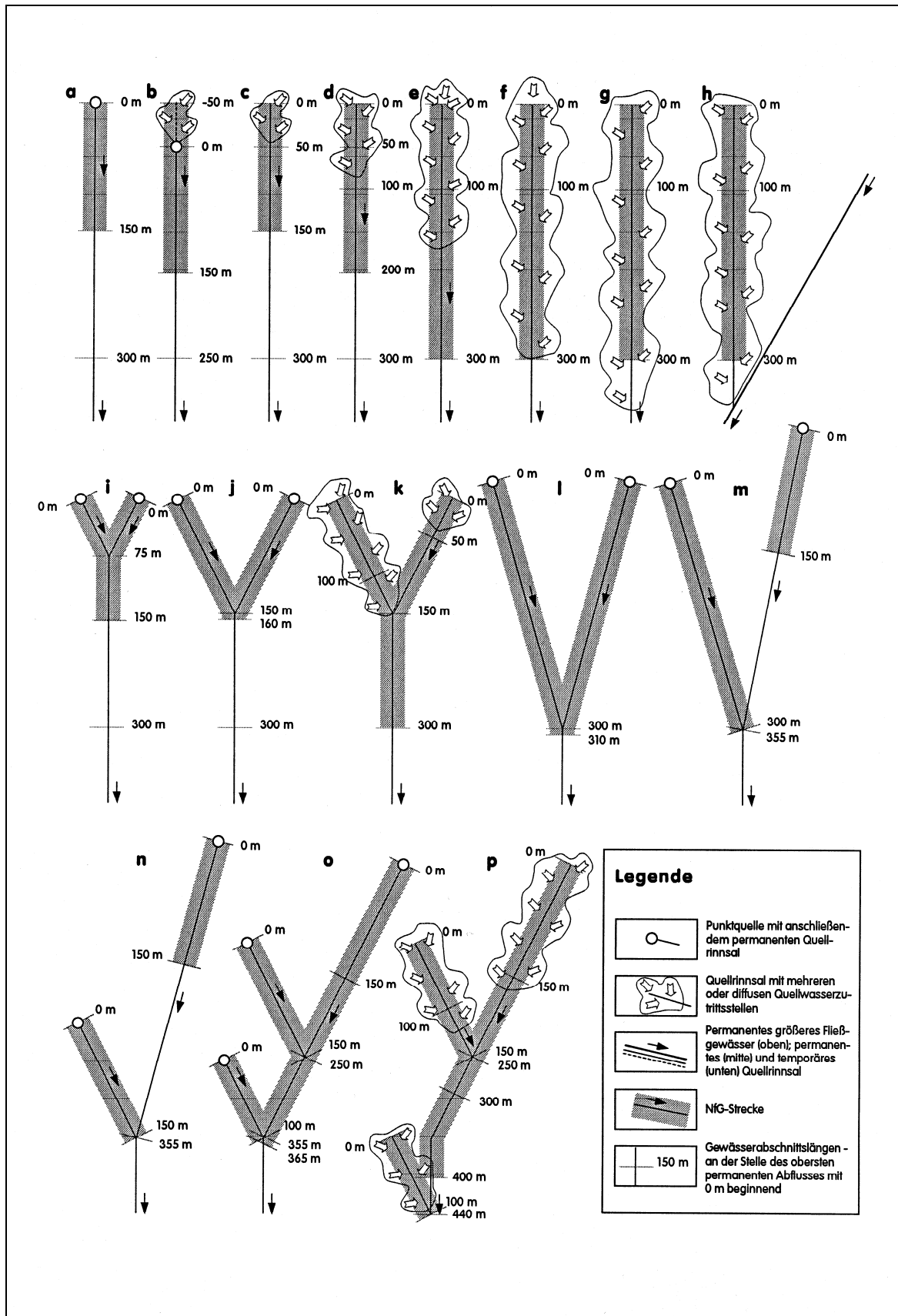


Abb. A4-1: Beispiele zur Festlegung der von Niederschlagswassereinleitungen frei zu haltenden Quellbachabschnitte (BWK, 2001)





## Zum Anhang 5: Erläuterungen zum Kartierblatt Geometrische und hydraulische Anforderungen

**Hinweis:** Die Datenaufnahmen und die Bewertung der Durchgängigkeit sollen bei Gewässerabflüssen zwischen MNQ und MQ erfolgen.

Bei der Kartierung sind vor Ort alle zutreffenden Kästchen anzukreuzen.

Lage: Der Rechts-/Hochwert (Gauß-Krüger-Koordinaten) des Hindernisses ist am unteren Ende des jeweiligen Bauwerks mittels GPS-Gerät aufzunehmen.

Wassernutzung: Bei der Nutzung des Wassers (z. B. für Teiche oder zur Wasserkraftnutzung) am Bauwerk ist dies festzuhalten und zu vermerken. In der Regel ist dann von einer verminderten Abwärtspassierbarkeit auszugehen. Dies gilt auch, wenn Wasser durch schmale Spalten (z. B. unter Schützen) fließt oder ein freier Wasserstrahl ohne ausreichendes Wasserpolster auf harte Flächen oder Körper trifft.

Bei der Bewertung wird zwischen den Hindernistypen

- Längsbauwerk und
- Absturz / Wehr

unterschieden. Es sind hierbei folgende Kriterien zu bewerten:

a) bei Längsbauwerken

- Länge L des Bauwerks
- Vorhandensein/ Ausprägung der Schichtdicke des natürlichen Sohlsubstrats
- Mindestwassertiefe  $h_2$  (siehe Tabelle A5-3)
- Vorhandensein einer Sohle aus Steinschüttung
- mittlere Fließgeschwindigkeit  $v_m$  (siehe Tabelle A5-4)

b) bei Abstürzen / Wehren

- Wasserspiegeldifferenz an Abstürzen  $\Delta h_{WSP}$  (siehe Tabelle A5-1)
- Vorhandensein einer durchgehenden rauen Sohle / glatten Schwelle
- Mindestwassertiefe  $h_3$  (siehe Tabelle A5-3)
- Unterwassertiefe an Abstürzen  $h_1$  (siehe Tabelle A5-2)

Die für die Bewertung erforderlichen **Fischregionen** sind im WRRL-Viewer unter  
→ Oberirdische Gewässer → Übersicht → Fischregionen  
ersichtlich (siehe auch Kap. 4.2.2, z. B. Abb. 9).

Die Anforderungen für die Obere Forellenregion gelten auch als Anhaltswerte für die Quellregion.

Die Höhen  $h_1$  (Tabelle A5-2),  $h_2$  und  $h_3$  (Tabelle A5-3) gelten oberhalb der Sohlrauheit, also nicht in Steinlücken im Längsverlauf der Sohle.

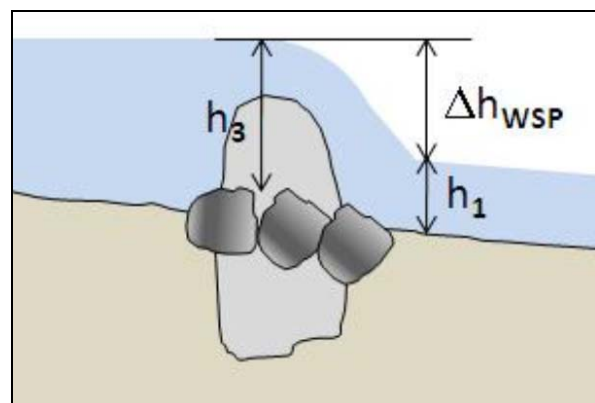


Abb. A5-1: Erläuterung der Höhenangaben an Abstürzen

Die Mindestwassertiefe  $h_3$  in Abstürzen muss mindestens in einer ausreichend breiten Lücke (je nach Fischregion mindestens 15-30 cm Breite, siehe Tab. A5-5) im Querschnitt (z. B. in quer verlaufenden Steinriegeln), aber auf dem gesamten zu durchschwimmenden Weg durch den Absturz vorliegen.

Durch Treibgut verlegte Lücken und Durchlässe gelten als nicht passierbar. Verklausungen in Gewässerabschnitten mit naturnaher, geringer Profiltiefe ohne künstliche seitliche Festlegung des Ufers gelten nicht als Wanderhindernis.

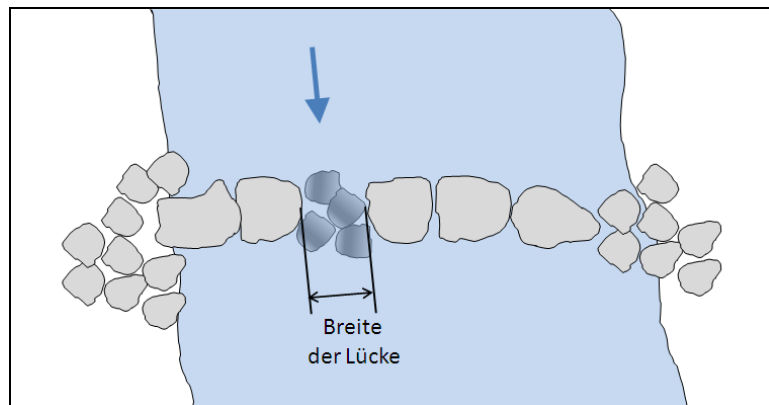


Abb. A5-2: Breite der Lücke an Abstürzen

Die Werte für die mittlere Fließgeschwindigkeit  $v_m$  (Tabelle A5-4) gelten nur bei vorhandener rauer Sohle. Ein entsprechender Wanderkorridor muss auf der ganzen Länge des Bauwerks vorliegen. Glatt gesetzte oder verfugte Wasserbausteine sind keine raue Sohle. Abstürze innerhalb der Längsbauwerke (Verrohrungen, Brückendurchlässe, massiver Sohlverbau wie betonierete, gepflasterte oder mit Wasserbausteinen befestigte Sohlen) sind gesondert zu erfassen. Die ungünstigere Bewertung beider Hindernisse zählt dann für das gesamte Bauwerk.

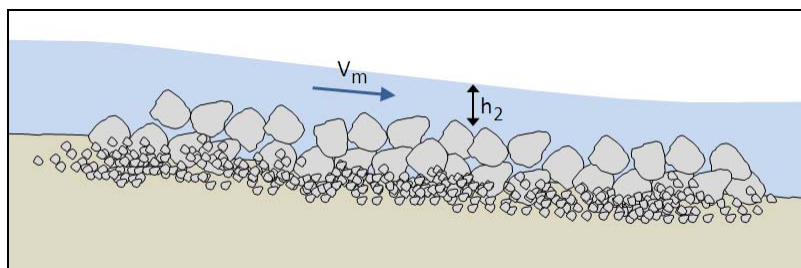


Abb. A5-3: Mittlere Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe in Längsbauwerken

Bei Längsbauwerken, die mit einer Schicht natürlichen Bach-Sohlmaterials überlagert sind, ist bei sehr geringen Wassertiefen eine Abwertung in die nächst schlechtere Klasse vorzunehmen.

Die **Gesamtbewertung** (siehe Zeilen „Ergebnis der Bewertung“) erfolgt durch spaltenweise Auswertung. Das Ergebnis der Bewertung ist die schlechtestmögliche Bewertung auf Grundlage der Ankreuzungen. Eine Ausnahme hiervon bilden die Fälle, bei denen für Parameter auch bessere Einstufungen möglich sind (Kriterien 1. und 4. im Kartierblatt Tabelle „Absturz/Wehr“). Von der sich ergebenden Gesamtbewertung kann nur in begründeten Fällen um 1 Stufe abgewichen werden.

Das **Kartierblatt** ist für jedes Bauwerk im betrachteten Gewässerabschnitt (300m bzw. 1000 m ober- und unterhalb jeder Einleitestelle) auszufüllen. Zusätzlich sind zwei aussagefähige **Fotos** des Bauwerks (in und gegen Fließrichtung) bezüglich der eventuellen Wirkung als Wanderhindernis beizufügen.

Tabelle A5-1: Bewertung der Wasserspiegeldifferenz  $\Delta h_{WSP}$  [m] an Abstürzen

Bewertungsstufe	Obere Forellenregion	Untere Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion	Brachsenregion
1	< 0,20	< 0,18	< 0,15	< 0,13	< 0,10
2	0,2	0,18	0,15	0,13	0,1
3	0,21 bis 0,25	0,19 bis 0,22	0,16 bis 0,19	0,14 bis 0,16	0,11
4	0,26 bis 0,30	0,23 bis 0,27	0,20 bis 0,25	0,17 bis 0,20	0,13 bis 0,14
5	> 0,30	> 0,27	> 0,25	> 0,20	> 0,14

Quelle: Werte in Anlehnung an (DWA, 2006b)

Tabelle A5-2: Bewertung der Unterwassertiefe  $h_1$  [m] an Abstürzen

Bewertungsstufe	Obere Forellenregion	Untere Forellenregion	Äsche, Döbel, Plötze, Hasel	Barbe, Brachsen, Hecht, Lachs
1	> 0,25	> 0,30	> 0,40	> 0,50
2	0,25	0,3	0,4	0,5
3	0,24 bis 0,22	0,29 bis 0,25	0,39 bis 0,34	0,49 bis 0,38
4	0,21 bis 0,17	0,24 bis 0,20	0,33 bis 0,23	0,37 bis 0,25
5	< 0,17	< 0,20	< 0,23	< 0,25

Quelle: Werte in Anlehnung an (DWA, 2006b) unter Berücksichtigung von (DWA, 2010)

Tabelle A5-3: Mindestwert für Wassertiefe  $h_2$  bzw.  $h_3$  [m] in Bauwerken

	Obere Forellenregion	Untere Forellenregion	Äsche, Döbel, Plötze, Hasel	Barbe, Brachsen, Hecht, Lachs
in Längsbauwerken $h_2$	0,21	0,21	0,3	0,4
in Abstürzen $h_3$	0,14	0,17	0,17	0,3

Quelle: Werte in Anlehnung an (MUNLV NRW, 2005) und (DWA, 2010)

Tabelle A5-4: Grenzwerte für mittlere Fließgeschwindigkeit  $v_m$  [m/s] in längeren Bauwerken

Fischregion	Länge des Bauwerks		
	bis ca. 5 m	bis ca. 10 m	> 10 m
Obere Forellenregion	$\leq 1,6$	$\leq 1,4$	$\leq 0,9$
Untere Forellenregion	$\leq 1,5$	$\leq 1,3$	$\leq 0,9$
Äschenregion	$\leq 1,4$	$\leq 1,2$	$\leq 0,8$
Barbenregion	$\leq 1,3$	$\leq 1,1$	$\leq 0,7$
Brachsenregion	$\leq 1,2$	$\leq 1,0$	$\leq 0,7$

Quelle: Werte in Anlehnung an (DWA, 2010)

Tabelle A5-5: Mindestbreite  $b_L$  [m] der Lücken in Abstürzen

Fischregion / Arten	Obere Forellenregion	Untere Forellenregion	Äsche, Döbel, Plötze, Hasel, Hecht, Brachsen	Barbe, Lachs	Karpfen
$b_L$ [m]	0,15	0,15	0,21	0,3	0,38

Quelle: Werte in Anlehnung an (DWA, 2010)

**Anhang 6: Dokumentation von Eingangsdaten für den Immissionsnachweis**

**Anhang 6.1: Abgrenzung des Nachweisraumes (anhand eines Beispiels)**

**Abgrenzung des Nachweisraumes**

Fließrichtung	Einleitung	Einleite- stelle (Gewässer- kilometer)	mittlere Fließ- geschwindigkeit [m/s]	mittlere Wassertiefe [m]	Einfluss- bereich gemäß Tab. 5 [km]	Abstand zur nächsten <u>oberhalb</u> gelegenen Einleitung [km]	Abstand zur nächsten <u>unterhalb</u> gelegenen Einleitung [km]
	...						
oberhalb gelegene Einleitungen	RÜB B2	X-Bach (3,40 km)	außerhalb des hier relevanten Nachweisraumes				
	RÜ R3	X-Bach (5,74 km)	≤ 0,1 m/s	≤ 0,5 m	2,0 km	2,340 km (> 2,0 km)	0,820 km
	RÜB B3	X-Bach (6,56 km)	≤ 0,1 m/s	≤ 0,5 m	2,0 km	0,820 km	1,050 km
	RÜ R4	X-Bach (7,81 km)	≤ 0,5 m/s	≤ 0,5 m	2,8 km	1,050 km	0,480 km
	RÜB B4	X-Bach (8,09 km)	≤ 0,5 m/s	≤ 0,5 m	2,8 km	0,480 km	0,790 km
	<b>RÜB B5</b>	<b>X-Bach (8,88 km)</b>	<b>≤ 0,5 m/s</b>	<b>≤ 0,5 m</b>	<b>2,8 km</b>	<b>0,790 km</b>	<b>0,560 km</b>
	RÜ R5	X-Bach (9,44 km)	≤ 0,5 m/s	≤ 0,5 m	2,8 km	0,560 km	0,365 km
unterhalb gelegene Einleitungen	TS T3	X-Bach (9,805 km)	≤ 0,5 m/s	≤ 0,5 m	2,8 km	0,365 km	0,960 km
	RÜB B6	X-Bach (10,785 km)	≤ 0,5 m/s	≤ 0,5 m	2,8 km	0,960 km	0,355 km
	KA	X-Bach (11,12 km)	≤ 0,5 m/s	≤ 0,5 m	2,8 km	0,355 km	0,670 km
	RÜ R6	X-Bach (11,79 km)	≤ 0,5 m/s	> 0,5 m	4,8 km	0,670 km	1,920 km
	RÜ R7	X-Bach (13,71 km)	≤ 0,5 m/s	> 0,5 m	4,8 km	1,920 km	5,230 km (> 4,8 km)
	RÜB H1	X-Bach (18,54 km)	außerhalb des hier relevanten Nachweisraumes				
	...						

zu betrachtende Einleitungen im Nachweisraum

Der Nachweisraum (ausgehend von der Einleitung des RÜB B5) reicht entgegen der Fließrichtung von der Einleitestelle des RÜ R3 und in Fließrichtung bis 4,8 km unterhalb der Einleitestelle des RÜ R7.

Die Gewässerstrecke innerhalb des Nachweisraumes weist eine Länge von 12,77 km (13,71 km - 5,74 km + 4,8 km) und damit 128 100 m-Abschnitte (vgl. Kap. 5.2) auf.

## Anhang 6.2: Stammdaten zum Oberflächenwasserkörper (OWK) (anhand eines Beispiels)

<b>Stammdaten Oberflächenwasserkörper (OWK)</b>			
Gewässerkennnummer	258334		
Gewässername	Zwester Ohm		
Name OWK	Zwester Ohm		
Fließgewässertyp	5.1		
	Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche		
dominante Fischregion	Untere Forellenregion		
Abflussklasse	1		
MNQ am tiefsten Punkt des OWK	< 0,1	m <sup>3</sup> /s	
Länge (OWK)	24,2	km	
Einzugsgebietsfläche innerhalb des OWK	69,48	km <sup>2</sup>	6.948,06 ha
erheblich veränderter Wasserkörper	Nein		
Vorranggewässer	Nein		
<b>Bewertung des ökologischen Zustands des OWK (WRRL-Viewer → Steckbrief (Kap. 4.2.2))</b>			
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>			
Makrozoobenthos gesamt	unbefriedigend		
Gewässergüte (Streckenanteil > Zustandsklasse 2)	61,11	%	
Fische			
Makrophyten und Phytobenthos	unbefriedigend		
<b>Hydromorphologische Qualitätskomponenten</b>			
Anzahl weitgehend unpassierbarer oder unpassierbarer Wanderhindernisse	44		
Struktur ("defizitäre Abschnitte")	89,96	%	
<b>Physikalisch-chemische Hilfskomponenten</b>			
Sauerstoff (Minimum)	7,7	mg/l	
Ammonium-N (Mittelwert)	0,16	mg/l	
Phosphor gesamt (Mittelwert)	ohne Bewertung		mg/l
ortho-Phosphat-P (Mittelwert)	0,318	mg/l	
<b>Ökologischer Zustand gesamt</b>	<b>unbefriedigend</b>		

### Anhang 6.3: Daten zum Gewässerzustand (anhand eines Beispiels)

#### Anhang 6.3a: Ökologischer Gewässerzustand bezüglich Makrozoobenthos

100 m-Abschnitte des Nachweisraumes	GESIS-Abschnitt	Ökologischer Zustand bezüglich Makrozoobenthos					Aktualität der Daten (Messstelle)
		Zustandsklasse Gewässergüte (ZKL_SAPROBIE)	Zustandsklasse Allgemeine Degradation (ZKL_AD)	Zustandsklasse nach Perloides (ZKL_PERLODES)	ökol. Zustandsklasse Untersuchungsbereich (OEZKL_UB)		
	GESIS_ID						
1 *	258334_ab_158	2	4	4	4	16.03.2005	
2	258334_ab_157	2	4	4	4		
3	258334_ab_156	2	4	4	4		
4	258334_ab_155	2	4	4	4		
5	258334_ab_154	2	4	4	4		
...	...						
42	258334_ab_117	3	5	5	5	07.04.2006	
43	258334_ab_116	3	5	5	5		
44	258334_ab_115	3	5	5	5		
...	...						

\* im ersten 100 m-Abschnitt liegt die oberste Einleitestelle innerhalb des Nachweisraumes

#### Anhang 6.3b: Gewässerstruktur und Abweichungsklasse

100 m-Abschnitte des Nachweisraumes	GESIS-Abschnitt	Gewässerstruktur							Abweichungs-klasse (Kap. 4.2.4.2) (ABWKLASS)
		Gesamt-bewertung	Hauptkomponenten						
	GESIS_ID		Lauf-entwicklung	Längs-profil	Quer-profil	Sohlen-struktur	Ufer-struktur	Gewässer-umfeld	
1 *	258334_ab_158	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Grün	3
2	258334_ab_157	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Grün	2
3	258334_ab_156	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Grün	2
4	258334_ab_155	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Grün	4
5	258334_ab_154	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Grün	3
6	258334_ab_153	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Orange	3
7	258334_ab_152	Orange	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Orange	3
8	258334_ab_151	Orange	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Orange	2
...	...								
42	258334_ab_117	Orange	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Orange	2
43	258334_ab_116	Orange	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Orange	2
44	258334_ab_115	Orange	Rot	Grün	Orange	Grün	Grün	Orange	2
...	...								

\* im ersten 100 m-Abschnitt liegt die oberste Einleitestelle innerhalb des Nachweisraumes

#### Darstellung über Bewertungstabelle in GESIS (Kap. 4.2.4.1, Abb. 20)

Gewässer in Tabelle:  Darstellung:

**Bewertungstabelle**

Abschnitt	115	116	117	151	152	153	154	155	156	157	158
Gesamtbewertung	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Laufentwicklung	Rot	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Längsprofil	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Querprofil	Grün	Grün	Grün	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Sohlenstruktur	Orange	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Uferstruktur	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Gewässerumfeld	Grün	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün

	naturnah / unverändert
	gering verändert
	mäßig verändert
	deutlich verändert
	stark verändert
	sehr stark verändert
	vollständig verändert

## Anhang 6.4: Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials

### Anhang 6.4a: Veranschaulichung der maßgebenden Gewässerstrecke für die Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials eines 100 m-Abschnittes innerhalb des Nachweisraumes

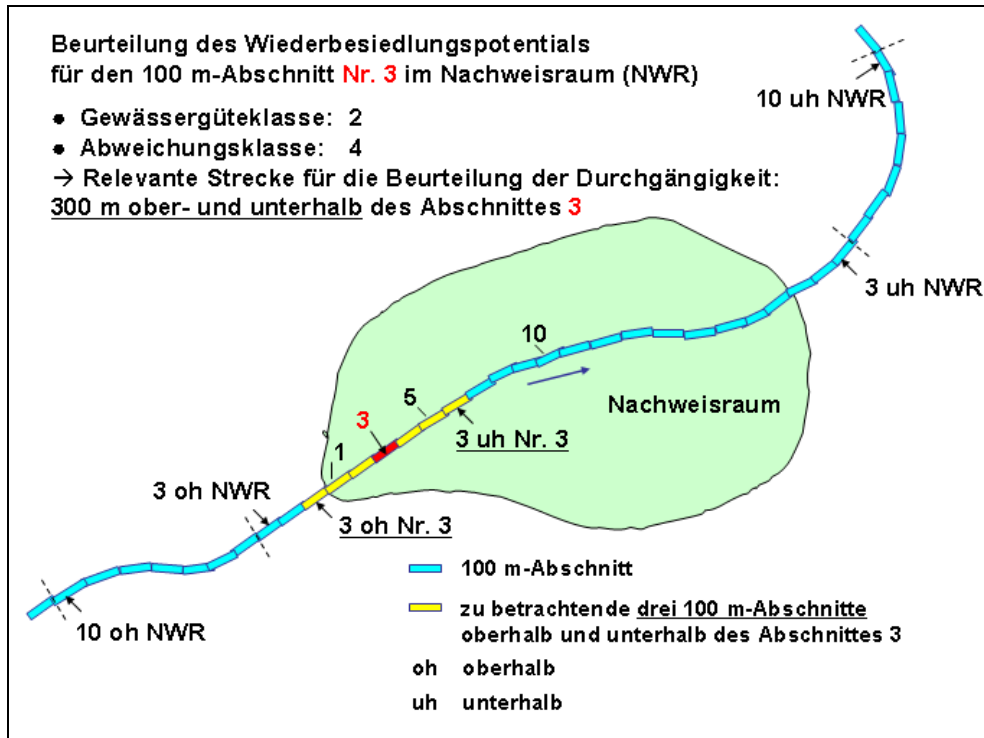


Abb. A6-1: Exemplarische Darstellung der sieben zu betrachtenden Abschnitte zur Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials des 100-m-Abschnittes Nr. 3

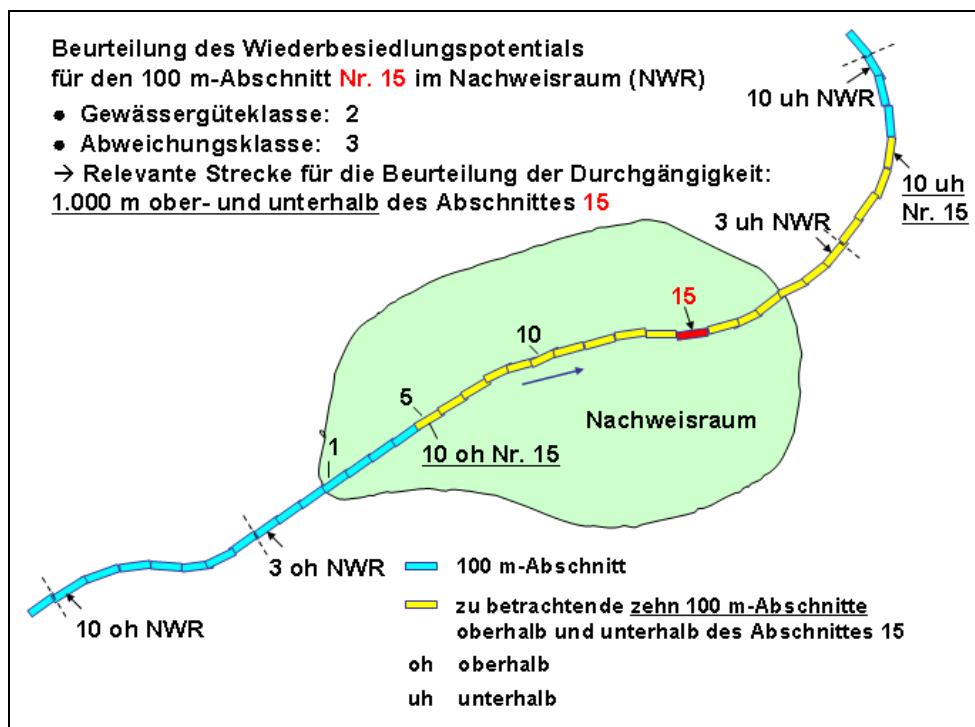


Abb. A6-2: Exemplarische Darstellung der 21 zu betrachtenden Abschnitte zur Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials des 100-m-Abschnittes Nr. 15



**Anhang 6.4b: Beispiel für die Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials aller 100 m-Abschnitte innerhalb des Nachweisraumes sowie Gesamtbeurteilung für den Nachweisraum**

100 m-Abschnitte des Nachweisraumes [m]		Beurteilung des Wiederbesiedlungspotentials (WBP) der einzelnen 100 m-Abschnitte																
		biol. Gewässergüteklasse (Kap. 4.2.3)					Abweichungs-klasse (Kap. 4.2.4.2)					Wanderhindernis im 100 m-Abschnitt (Kap. 4.2.4.3)		Gesamtpassierbarkeit des 100 m-Abschnittes unter Einbeziehung 300 m <sup>(1)</sup>   1.000 m <sup>(2)</sup> ober- und unterhalb des 100 m-Abschnittes		Wiederbesiedlungspotential		
		1	2	3	4	5	5	4	3	2	1	vorh. ?	Gesamtpassierbarkeit aufwärts   abwärts		100 m-Abschnitt hoch	nicht hoch	insgesamt (Nachweisraum)	
		weitestgehender Rückgriff auf Datenbestand										vorzunehmende Auswertungen						
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]		
bis 1.000 m oberhalb des NWR	10 oh	700	100							Nein								
	9 oh		100							Nein								
	8 oh		100							ja	unpassierbar	unpassierbar						
	7 oh		100							Nein								
	6 oh		100							Nein								
	5 oh		100							Nein								
	4 oh		100							Nein								
	3 oh		300	100							ja	unpassierbar	weitgehend unpassierbar					
	2 oh			100							Nein							
	1 oh			100								Nein						
	1			100	100	X			X			Nein			Nein	—		X
	2		200	100	X			X			Nein			Ja	—	X		
3	300	100	X			X			Nein			Ja	—	X				
4	400	100		X		X			Nein			—	—		X			
5	500	100		X			X		Nein			—	—		X			
6	600	100		X			X		Nein			—	—		X			
7	700	100	X				X		Nein			—	Nein		X			
8	800	100	X				X		Nein			—	Nein		X			
9	900	100	X				X		Nein			—	Ja	X				
10	1.000	100	X				X		Nein			—	Ja	X				
11	1.100	100	X				X		Nein			—	Ja	X				
12	1.200	100		X				X	Nein			—	—			X		
...	...		...			...			...			...		...				
37	3.700	100	X			X			Nein			Ja	—	X				
38	3.800	100	X					X	Nein			—	—		X			
39	3.900	100	X					X	Nein			—	Nein		X			
40	4.000	100	X			X			Ja	bedingt passierbar	passierbar	Ja	—	X				
41	4.100	100	X					X	Nein			—	—		X			
42	4.200	100	X					X	Nein			—	—		X			
43	4.300	100	X			X			Nein			Ja	—	X				
bis 1.000 m unterhalb des NWR	1 uh	700	100							Nein								
	2 uh		100							Nein								
	3 uh		100								Nein							
	4 uh		100								Nein							
	5 uh		100							ja	unpassierbar	weitgehend unpassierbar						
	6 uh		100								Nein							
	7 uh		100								Nein							
	8 uh		100								Nein							
	9 uh		100								Nein							
	10 uh		100								Nein							
												entspricht		1.800 m	2.500 m			
														41,8 %	58,2 %			

**Abkürzungen:**  
 WBP Wiederbesiedlungspotential  
 NWR Nachweisraum  
 oh oberhalb  
 uh unterhalb

**Erläuterungen zur Tabelle**

- (1) Für die Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit des betrachteten 100 m-Abschnittes ist eine **Strecke von 300 m** oberhalb und unterhalb relevant, soweit der betrachtete Abschnitt die **biol. Gewässergüteklasse 1 oder 2** und die **Abweichungsklasse 5 oder 4** aufweist.
- (2) Für die Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit des betrachteten 100 m-Abschnittes ist eine **Strecke von 1.000 m** oberhalb und unterhalb relevant, soweit der betrachtete Abschnitt die **biol. Gewässergüteklasse 1 oder 2** und die **Abweichungsklasse 3** aufweist.

Nachweisraum Abschnitt 1:

Im Abschnitt 1 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 4 oder besser ausgewiesen. Die Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 1 (Spalte 13) ist dennoch zu verneinen, da im Abschnitt (3 oh), d. h. innerhalb von 300 m oberhalb des betrachteten 100 m-Abschnittes ein unpassierbares Wanderhindernis vorhanden ist. Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 1 ist daher als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16).

Nachweisraum Abschnitt 2:

Im Abschnitt 2 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 4 oder besser ausgewiesen. Die Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 2 kann als vorhanden angesehen werden (Spalte 13), da innerhalb von 300 m oberhalb (Abschnitte 1, 1 oh und 2 oh) und 300 m unterhalb (Abschnitte 3, 4 und 5) des betrachteten 100 m-Abschnittes kein Wanderhindernis vorhanden ist. Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 2 kann als **hoch** angesehen werden (Spalte 15).

Nachweisraum Abschnitt 3:

Situation vergleichbar mit Abschnitt 2

Nachweisraum Abschnitt 4:

Da im Abschnitt 4 eine biologische Gewässergüteklasse von 3 oder schlechter ausgewiesen ist, ist das Wiederbesiedlungspotential dieses Abschnittes als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16). Die ausgewiesene Abweichungsklasse von 4 oder besser kann nicht zu einer Einstufung eines hohen Wiederbesiedlungspotentials führen. Auf eine Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit dieses Abschnittes unter Einbeziehung oberhalb und unterhalb liegender Abschnitte kann in diesem Fall verzichtet werden (Querbalken in den Spalten 13 und 14).

Nachweisraum Abschnitt 5:

Da im Abschnitt 5 eine biologische Gewässergüteklasse von 3 oder schlechter ausgewiesen ist, ist das Wiederbesiedlungspotential dieses Abschnittes als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16). Die ausgewiesene Abweichungsklasse von 3 kann nicht zu einer Einstufung eines hohen Wiederbesiedlungspotentials führen. Auf eine Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit dieses Abschnittes unter Einbeziehung der bis zu 1.000 m oberhalb und unterhalb liegenden Abschnitte kann in diesem Fall verzichtet werden (Querbalken in den Spalten 13 und 14).

Nachweisraum Abschnitt 6:

analog wie Abschnitt 5

Nachweisraum Abschnitt 7:

Im Abschnitt 7 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 3 ausgewiesen. Die Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 7 ist nicht als vorhanden anzusehen (Spalte 14), da innerhalb von 1.000 m oberhalb (Abschnitte 6, 5, 4, 3, 2, 1, 1 oh, 2 oh, 3 oh und 4 oh) und 1.000 m unterhalb (Abschnitte 8 bis 17) des betrachteten 100 m-Abschnittes zumindest ein Wanderhindernis vorhanden ist, das nicht mindestens bedingt passierbar ist (hier: Abschnitt 3 oh: aufwärts unpassierbar, abwärts weitgehend unpassierbar). Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 7 ist daher als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16).

Nachweisraum Abschnitt 8:

analog wie Abschnitt 7

Nachweisraum Abschnitt 9:

Im Abschnitt 9 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 3 ausgewiesen. Die Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 9 kann als vorhanden angesehen werden (Spalte 14), da innerhalb von 1.000 m oberhalb (Abschnitte 8 bis 1, 1 oh und 2 oh) und 1.000 m unterhalb (Abschnitte 10 bis 19) des betrachteten 100 m-Abschnittes kein Wanderhindernis vorhanden ist, das nicht mindestens bedingt passierbar ist (hier: gar kein Wanderhindernis vorhanden). Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 9 ist daher als **hoch** anzusehen (Spalte 15).

Nachweisraum Abschnitte 10 und 11:

analog wie Abschnitt 9

Nachweisraum Abschnitt 12:

Da im Abschnitt 12 eine biologische Gewässergüteklasse von 3 oder schlechter ausgewiesen ist, ist das Wiederbesiedlungspotential dieses Abschnittes als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16). Die ausgewiesene Abweichungsklasse von 2 oder schlechter lässt ebenfalls keine Einstufung eines hohen Wiederbesiedlungspotentials zu. Auf eine Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit dieses Abschnittes unter Einbeziehung oberhalb und unterhalb liegender Abschnitte kann in diesem Fall verzichtet werden (Querbalken in den Spalten 13 und 14).

Nachweisraum Abschnitt 37:

Analog wie Abschnitt 2; für die Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit sind die Abschnitte 34, 35 und 36 (300 m oberhalb) und 38, 39 und 40 (300 m unterhalb) zu betrachten. Innerhalb dieser Strecke befindet sich zwar ein Wanderhindernis (im Abschnitt 40), dieses ist aber zumindest bedingt passierbar. Damit kann von einer Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 37 ausgegangen werden (Spalte 13). Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 37 ist daher als **hoch** anzusehen (Spalte 15).

Nachweisraum Abschnitt 38:

Im Abschnitt 38 ist eine Abweichungsklasse 2 oder schlechter ausgewiesen. Trotz der biologischen Gewässergüteklasse von 2 oder besser ist das Wiederbesiedlungspotential dieses Abschnittes als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16). Auf eine Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit dieses Abschnittes unter Einbeziehung oberhalb und unterhalb liegender Abschnitte kann in diesem Fall verzichtet werden (Querbalken in den Spalten 13 und 14).

Nachweisraum Abschnitt 39:

Im Abschnitt 39 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 3 ausgewiesen. Für die Beurteilung der Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 39 sind die Abschnitte innerhalb von 1.000 m oberhalb (Abschnitte 29 bis 38) und 1.000 m unterhalb (Abschnitte 40 bis 43, 1 *uh* bis 6 *uh*) zu betrachten. Im Abschnitt 40 befindet sich ein Wanderhindernis, welches mindestens bedingt passierbar ist; im Abschnitt 5 *uh* ist allerdings ein Wanderhindernis vorhanden, das aufwärts unpassierbar und abwärts weitgehend unpassierbar ist. Von einer Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 39 kann daher nicht ausgegangen werden. Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 39 ist als **nicht hoch** anzusehen (Spalte 16).

Nachweisraum Abschnitt 40:

Im Abschnitt 40 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 4 oder besser ausgewiesen. Die Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 40 kann als vorhanden angesehen werden (Spalte 13), da innerhalb von 300 m oberhalb (Abschnitte 37 bis 39) und 300 m unterhalb (Abschnitte 41 bis 43) des betrachteten 100 m-Abschnittes zwar ein Wanderhindernis vorhanden ist (im Abschnitt 40 selbst), dieses aber mindestens bedingt passierbar ist. Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 40 ist daher als **hoch** anzusehen (Spalte 15).

Nachweisraum Abschnitte 41 und 42:

analog wie Abschnitt 38

Nachweisraum Abschnitte 43:

Im Abschnitt 43 ist eine biologische Gewässergüteklasse 2 oder besser und eine Abweichungsklasse 4 oder besser ausgewiesen. Die Gesamtpassierbarkeit des Abschnittes 43 kann als vorhanden angesehen werden (Spalte 13), da innerhalb von 300 m oberhalb (Abschnitte 40 bis 42) und 300 m unterhalb (Abschnitte 1 *uh* bis 3 *uh*) des betrachteten 100 m-Abschnittes zwar ein Wanderhindernis vorhanden ist (im Abschnitt 40), dieses aber mindestens bedingt passierbar ist. Das Wiederbesiedlungspotential des Abschnittes 43 kann als **hoch** angesehen werden (Spalte 15).

**Ergebnis:** 18 der 43 100 m-Abschnitte des Nachweisraumes (NWR) und damit 42 % (d. h. mehr als 35 %) der Fließstrecke im NWR weisen ein hohes Wiederbesiedlungspotential auf. Nach Kap. 7.3.2 ist daher von einem **insgesamt hohen Wiederbesiedlungspotential im Nachweisraum** ( $WBP_{NWR}$ ) auszugehen.

**Anhang 6.5: Daten zum Gewässer für den rechnerischen Nachweis  
(anhand eines Beispiels)**

**Einteilung in Teileinzugsgebiete und Gewässerabschnitte**

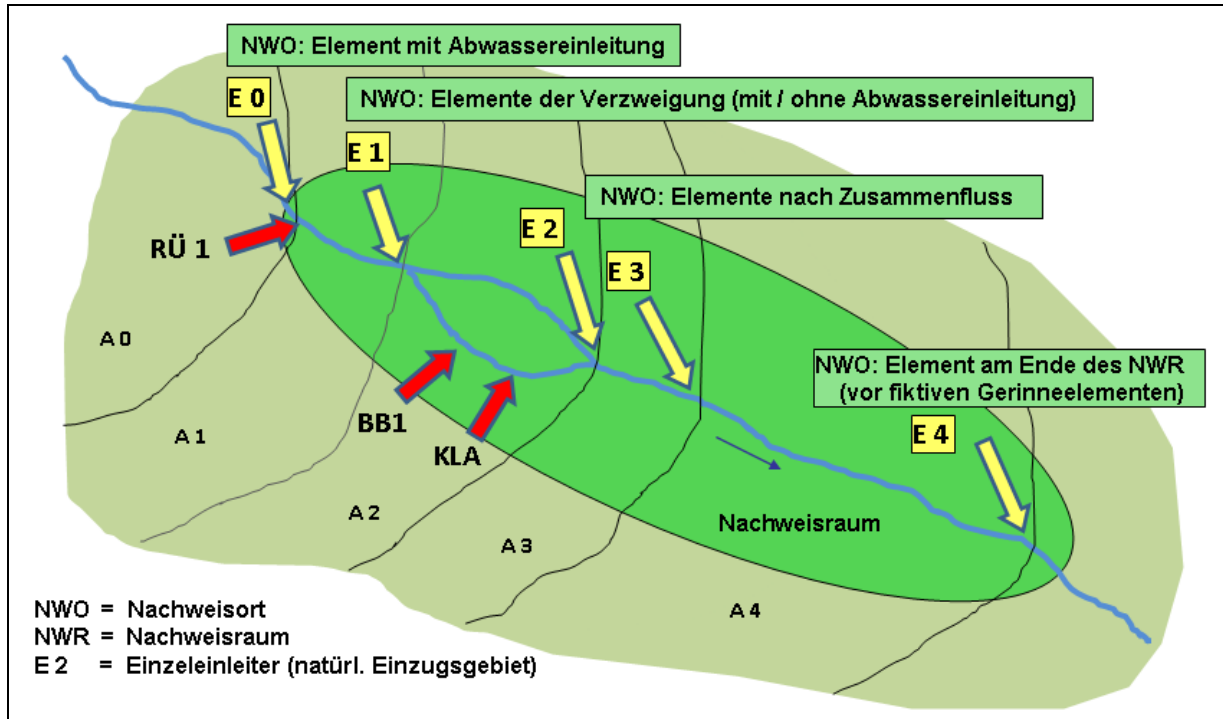


Abb. A6-3: Schematische Darstellung eines Nachweisraumes mit Einteilung der Teileinzugsgebiete für die jeweiligen Nachweisorte (des hydraulischen Nachweises)

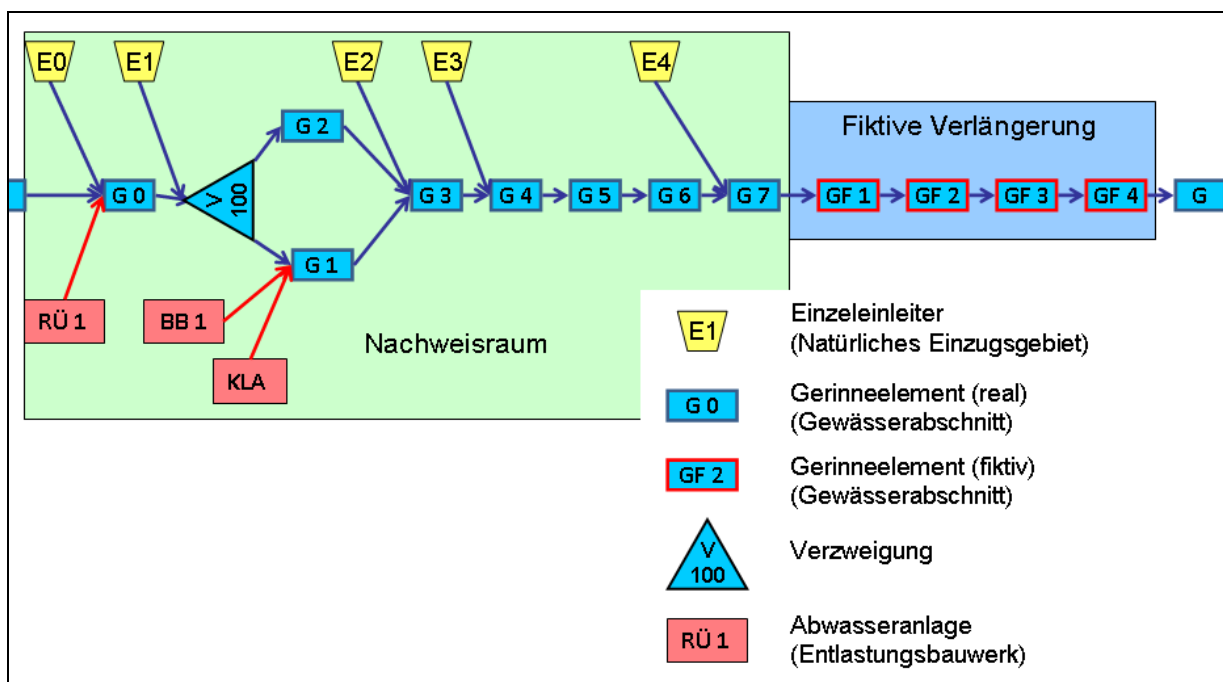


Abb. A6-4: Systemplan mit Abwassereinleitungen, Gewässerabschnitten und natürlichen Einzugsgebieten

## Natürliche Einzugsgebiete, Abflussspenden, Abflusswerte

natürliche Einzugsgebiete (Einzelleinleiter)	Einzugsgebietsgröße $A_{Ei}$ [km <sup>2</sup> ]	Teileinzugsgebietsgröße $\Delta A_{Ei}$ [km <sup>2</sup> ]	Abflussspenden			Abflusswerte				
			MNq	Mq	Hq <sub>2pnat</sub>	MNQ	MQ	4 * MQ	5,5 * MQ	HQ <sub>2pnat</sub>
			[l/s*km <sup>2</sup> ]	[l/s*km <sup>2</sup> ]	[l/s*km <sup>2</sup> ]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
E0	13,50		1,95	15,4	121,5	26,3	207,90	831,6	1143,5	1640,3
E1	15,20	1,70	2,25	15,7	123,7	30,2	234,59	938,36	1290,2	1850,5
E2	16,70	1,50	2,25	15,7	123,7	33,5	258,14	1032,56	1419,8	2036,1
E3	17,70	1,00	2,25	15,7	123,7	35,8	273,84	1095,36	1506,1	2159,8
E4	20,60	2,90	2,65	16,2	126,9	43,5	320,82	1283,28	1764,5	2527,8

Tab. A6-1: Eingangsdaten zu den natürlichen Einzugsgebieten (Zahlenwerte exemplarisch)

## Geometrie der Gewässerabschnitte Angaben für den hydraulischen Nachweis

Gewässerabschnitt (Gerinnelement) $G_i$	Geometrie des Gewässerabschnittes				Angaben für den hydraulischen Nachweis		
	Länge	Gefälle	Rauhigkeit $k_{st}$	Querprofil	Nachweisort	Schwellenwert	Grenzwert HQ <sub>2pnat</sub>
	[m]	[‰]	[m <sup>1/3</sup> /s]			[l/s]	[l/s]
G0	420	1,3	35	Nr. 1	Ja	844	1640
G1	390	1,3	35	Nr. 2	Ja	685	1050
G2	460	1,1	35	Nr. 2	Ja	685	1050
G3	350	1,1	35	Nr. 3	Ja	1053	2036
G4	480	1,1	35	Nr. 4	Ja	1107	2160
G5	420	1,1	35	Nr. 5	Nein		
G6	370	1,1	35	Nr. 6	Nein		
G7	395	1,0	35	Nr. 7	Ja	1312	2528

Tab. A6-2: Eingangsdaten zur Geometrie der Gewässerabschnitte und Angaben für den hydraulischen Nachweis (Zahlenwerte exemplarisch)

## Stoffliche Gewässervorbelastung

		stoffliche Vorbelastungen im Gewässer		
Fließgewässertyp	19	typspezifische Standardwerte gemäß Tab. 15	in stofflichen Nachweisen verwendete Werte	Abweichung von den Standardwerten?
Wassertemperatur	[°C]	21,5	21,5	Nein
pH-Wert	[-]	8,0	8,0	Nein
Sauerstoff	[mg/l]	7,0	7,0	Nein
BSB <sub>5</sub>	[mg/l]	4,5	4,5	Nein
CSB	[mg/l]			
TOC	[mg/l]	8,5	8,5	Nein
NH <sub>4</sub> -N	[mg/l]	0,17	0,17	Nein
P <sub>ges</sub>	[mg/l]	0,15	0,15	Nein
o-PO <sub>4</sub> -P	[mg/l]			
AFS	[mg/l]	15,0	15,0	Nein

Tab. A6-3: Eingangsdaten zur stofflichen Vorbelastung im Gewässer (Zahlenwerte exemplarisch)

natürliche Einzugsgebiete (Einzelseiter)	Einzugs- gebiets- große $A_{Ei}$ [km <sup>2</sup> ]	Teileinzugs- gebiets- große $\Delta A_{Ei}$ [km <sup>2</sup> ]	Abflusspenden			Gewässerabschnitt (Gerinneelement)	Geometrie des Gewässerabschnittes				Nachweisorte	Abflusswerte				Angaben für hydraul. Nachweis	
			MNq [l/s*km <sup>2</sup> ]	Mq [l/s*km <sup>2</sup> ]	Hq <sub>gnat</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]		Länge [m]	Gefälle [%]	Rauhigkeit $k_{rt}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	Querprofil		Nachweisorte	MNQ [l/s]	MQ [l/s]	4*MQ [l/s]	5,5*MQ [l/s]	Schwellenwert
E0	13,50		1,95	15,4	121,5	G0	420	1,3	35	Nr. 1	Ja	26,3	207,9	831,6	1143,5	843,0	1640,3
E1	15,20	1,70	2,25	15,7	123,7	G1	390	1,3	35	Nr. 2	Ja	15,1	117,3	469,2	645,1	685	925,3
E2	16,70	1,50	2,25	15,7	123,7	G2	460	1,1	35	Nr. 2	Ja	15,1	117,3	469,2	645,1	685	925,3
E3	17,70	1,00	2,25	15,7	123,7	G3	350	1,1	35	Nr. 3	Ja	33,5	258,1	1032,6	1419,8	1053	2036,1
						G4	480	1,1	35	Nr. 4	Ja	35,8	273,8	1095,4	1506,1	1107	2159,8
						G5	420	1,1	35	Nr. 5	Ja						
						G6	370	1,1	35	Nr. 6	Ja						
E4	20,60	2,90	2,65	16,2	126,9	G7	395	1,0	35	Nr. 7	Ja	43,5	320,8	1283,3	1764,5	1312	2527,8
						GF 1	7.500	1,0	35	Nr. 7	Ja	Nachweisorte ausschließlich für den Sauerstoff-Nachweis					
						GF 2	7.500	1,0	35	Nr. 7							
						GF 3	7.500	1,0	35	Nr. 7							
						GF 4	300	1,0	35	Nr. 7							

Tab. A6-4: Verschneidung der Tabellen A6-1 und A6-2 als tabellarische Umsetzung der Abbildung A6-4 (Zahlenwerte exemplarisch)

## Anhang 6.6: Eingangsdaten zu Abwassereinleitungen und zum Niederschlag

### Abwassereinleitungen

Abwasser- anlage	Ablauf der Abwasseranlage								
	Standardwerte gemäß				in stofflichen Nachweisen verwendete Werte				Abweichung von den Standardwerten?
	Tabelle 17		Tabelle 24	Tabelle 13	pH-Wert	Sauerstoff	Temperatur	Alkalinität	
	pH-Wert	Sauerstoff	Temperatur	Alkalinität					
[-]	[mg/l]	[° C]	[mmol/l]	[-]	[mg/l]	[° C]	[mmol/l]		
RÜ 1	7,4	5,46	20	3,0	7,4	5,46	20	3,0	Nein
BB 1	7,4	5,46	20	3,0	7,4	5,46	20	3,0	Nein
KLA	7,5	5,46	20	3,0	7,5	5,46	20	3,0	Nein

Tab. A6-5: pH-Wert, Sauerstoffkonzentration, Temperatur (Ablauf) und Alkalinität der einzelnen Abwassereinleitungen

Abwasser- anlage	Stoffkonzentrationen						
	BSB <sub>5</sub>	CSB	TOC	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>ges</sub>	o-PO <sub>4</sub> -P	AFS
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
	Mittlere Konzentration im Schmutzwasserabfluss						
RÜ 1	400	600	200	29	28	20	530
BB 1	400	600	200	29	28	20	530
	Trockenwetterablaufkonzentration						
KLA	8,0	48,0	10,0	3,7	2,2	1,5	25,0

Tab. A6-6: Verwendete Stoffkonzentrationen (Zahlenwerte exemplarisch)

### Niederschlagsreihen

Für die vereinfachten stofflichen Nachweise:

SMUSI-Regenreihe 725 mm

Für den hydraulischen Nachweis und die erweiterten stofflichen Nachweise:

Langzeitregenreihe Darmstadt  
Zeitspanne 1972 - 1986

(Zahlenwerte exemplarisch)









HESSEN



Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Mainzer Straße 80

65189 Wiesbaden