

## **Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg**

### **Fortschreibung des Priorisierungsverfahrens zur Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg für den Pfad Boden-Oberflächengewässer**

**- Entwurf -**

**Auftraggeber:  
Landesanstalt für Umweltschutz,  
Baden-Württemberg**

**Auftragnehmer:  
INGARGE  
ES EnviroSustain GmbH/Weber Ingenieure GmbH**

**Stand: 11.10.04**

**IMPRESSUM**

<b>Herausgeber</b>	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe · Postfach 21 07 52, <a href="http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de">http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>Bearbeitung</b>	<b>INGARGE</b> - ES EnviroSustain GmbH, Kirchheim unter Teck und Weber Ingenieure GmbH, Pforzheim, Frank Burchardi und Dr. Rüdiger Philipps
<b>Redaktion</b>	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 4 – Wasser und Altlasten Cosima Hillmert
<b>Projektbegleitung</b>	Dr. R. Hahn, M. Lehmann, H. Vobis, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, U. Stahl, Regierungspräsidium Tübingen, C. Bierreth, Landratsamt Rastatt, B. Kugler, Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis, W. Otto, Landratsamt Lörrach, K. Sän-ger, Landratsamt Waldshut
<b>Biologische Beratung</b>	GAB Biotechnik GmbH, Dr. Jörn Lehmhus Umweltplanung Dr. Münzing, Dr. Thomas Münzing

---

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Übersicht über das Priorisierungsverfahren Pfad Boden-Oberflächengewässer</b>	<b>2</b>
<b>3 Zusammenstellung der Orientierungswerte (OW-OFG) .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Festlegung und Definition des Handlungsbedarfs für den Pfad Boden-Oberflächengewässer.....</b>	<b>9</b>
<b>5 Vorgehensweise bei Untersuchungen Pfad Boden-Oberflächengewässer .....</b>	<b>11</b>
5.1 Chemische Untersuchungen im Verfahrensschritt $m_{II}$ und $m_{III}$ .....	11
5.1.1 Probenahme am Ort der Beurteilung ( $m_{II}$ ) .....	11
5.1.2 Probenahme im Schutzgut ( $m_{III}$ ).....	12
5.2 Biologische Untersuchungen im Verfahrensschritt $m_{III}$ .....	12
5.2.1 Grundlagen .....	12
5.2.2 Probenahmestrategie.....	13
5.2.2.1 Fachliche Anforderungen .....	13
5.2.2.2 Untersuchungszeiten .....	13
5.2.2.3 Auswahl und Anzahl von repräsentativen Untersuchungspunkten bzw. – abschnitten.....	14
5.2.2.4 Ausrüstung.....	14
5.2.3 Durchführung der biologischen Untersuchung .....	14
5.2.3.1 Dokumentation der Standortfaktoren.....	14
5.2.3.2 Biologische Probenahme .....	15
5.2.4 Auswertung und Bewertung .....	16
<b>Literatur .....</b>	<b>17</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>21</b>
<b>Priorisierungsverfahren Pfad Boden-Oberflächengewässer .....</b>	<b>21</b>
A1 Schadstoffaustrag $m_I$ .....	21
A2 Ort der Beurteilung $m_{II}$ .....	33
A3 Wirkung $m_{III}$ .....	40
A4 Bedeutung $m_{IV}$ .....	44

---

**Abbildungsverzeichnis**

	Seite
Abb. 1	Austragsvariante 1 ..... 3
Abb. 2	Austragsvariante 2 ..... 3
Abb. 3	Austragsvariante 3 ..... 3
Abb. 4	Austragsvariante 4 ..... 3
Abb. 5	Überblick über das Priorisierungsverfahren Pfad Boden – Oberflächengewässer – Verfahrensfließbild ..... 5
Abb. 6	Übersicht über den Handlungsbedarf für den Pfad Boden – Oberflächengewässer (stehende Gewässer und Fließgewässer) ..... 10
Abb. 7	Verfahrensfließbild: Priorisierung des Pfades Boden – Oberflächengewässer, Schritt Schadstoffaustrag ..... 22
Abb. 8	Schematische Darstellung der Austragsvariante 1 (Verfahrensschritt m <sub>1</sub> ) ..... 23
Abb. 9	Schematische Darstellung der Austragsvariante 2 (Verfahrensschritt m <sub>1</sub> ) ..... 23
Abb. 10	Schematische Darstellung der Austragsvariante 3 (Verfahrensschritt m <sub>1</sub> ) ..... 24
Abb. 11	Schematische Darstellung der Austragsvariante 4 (Verfahrensschritt m <sub>1</sub> ) ..... 25
Abb. 12	Verfahrensfließbild, Priorisierung des Pfades Boden – Oberflächengewässer, Schritt Ort der Beurteilung ..... 35
Abb. 13	Verfahrensfließbild, Priorisierung des Pfades Boden – Oberflächengewässer, Schritt Wirkung im Schutzgut ..... 41
Abb. 14	Verfahrensfließbild, Priorisierung des Pfades Boden – Oberflächengewässer, Schritt Bedeutung des Schutzgutes ..... 44

---

**Tabellenverzeichnis**

	Seite
Tab. 1 Orientierungswerte für gelöste Stoffe in Oberflächengewässern (OW-OFG gelöste Stoffe).....	7
Tab. 2 Orientierungswerte für Feststoffe/Sedimente im Oberflächengewässer (OW-OFG Feststoffe) .....	8
Tab. 3 chemisch-physikalische Qualitätskomponenten im Fließgewässer .....	8

## ABKÜRZUNGEN/BEGRIFFE:

A	Ausscheiden
B	Belassen
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BN	Beweisniveau
c	repräsentative Schadstoffkonzentration
$c_{\text{OdB}}$	Schadstoffkonzentration am Ort der Beurteilung
$c_{\text{OfG}}$	Schadstoffkonzentration im Oberflächengewässer
DU	Detailuntersuchung
E	Emission vom Schadstoffherd berechnet über Volumenstrom und $c_{\text{OdB}}$
$E_{\text{max.FG}}$	Maximal zulässige Emission für Fließgewässer
$m_{\text{I}}$	Schadstoffaustrag
$m_{\text{II}}$	Ort der Beurteilung
$m_{\text{III}}$	Wirkung im Schutzgut
$m_{\text{IV}}$	Bedeutung Schutzgut
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss (Fließgewässer)
OdB	Ort der Beurteilung
OFG	Oberflächengewässer
OW-OFG	Orientierungswerte für Oberflächengewässer
OU	Orientierende Untersuchung
$r_0$	Stoffgefährlichkeit
$R_{\text{PS}}$	prioritätssetzendes Risiko = $r_0 \cdot m_{\text{I}} \cdot m_{\text{II}} \cdot m_{\text{III}} \cdot m_{\text{IV}}$
SU	Sanierungsuntersuchung
VwV	Verwaltungsvorschrift „Orientierungswerte“

# 1 Einführung

Mit dem Inkrafttreten von BBodSchG und BBodSchV ergab sich die Notwendigkeit, das baden-württembergische Bewertungs- bzw. Priorisierungsverfahren für altlastverdächtige Flächen und Altlasten fortzuschreiben. Für die Wirkungspfade Boden-Grundwasser, Boden-Mensch, Boden-Pflanze sowie für Gefahren durch Deponiegase erfolgte dies seitens der LfU im Rahmen eines mehrstufigen Projektes in den Jahren 2001 und 2002. Gleichzeitig wurden grundlegende Aspekte des bisherigen formalen Priorisierungsverfahrens überprüft und weiterentwickelt. Eine wesentliche Aufgabe war hierbei u. a. die Entkopplung der bodenschutzrechtlichen Festlegung des Handlungsbedarfs von der vergleichenden Priorisierung.

Die Aktualisierung des Priorisierungsverfahren für die Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg wird mit dem vorliegenden Papier für den Pfad Boden – Oberflächengewässer beendet. Das neu entwickelte Priorisierungsverfahren für diesen Pfad lehnt sich hierbei eng an die bereits bearbeiteten Wirkungspfade an.

Die Fortschreibung wurde von einem Arbeitskreis aus Mitgliedern von Fachbehörden und Experten der Landesanstalt für Umweltschutz sowie externen Beratern für spezielle Fragestellungen zur Gewässerbiologie begleitet und unterstützt.

Der Begriff „Oberflächengewässer“ steht dabei für ein Fließgewässer (z. B. Fluss nach WRRL) und ein stehendes Gewässer (z. B. einen See nach WRRL). Unter einem Fluss werden sowohl natürliche als auch künstliche Wasserläufe, wie z. B. Kanäle oder Gräben verstanden. Unter den Begriff See fallen entsprechend natürliche – wie z. B. Weiher, Teiche - und künstliche stehende Gewässer - wie z. B. Talsperren, Baggerseen oder Rückhaltebecken.

---

## 2 Übersicht über das Priorisierungsverfahren Pfad Boden-Oberflächengewässer

Das Priorisierungsverfahren für den Pfad Boden-Oberflächengewässer wurde in enger Anlehnung an die Systematik der bereits vorhandenen Wirkungspfade, speziell den Wirkungspfad Boden-Grundwasser, erarbeitet. Der Weg des Schadstoffs vom Schadensherd über den Ort der Beurteilung bis zum Schutzgut „Oberflächengewässer“ kann hiermit praxisnah beurteilt werden.

Nach der Festlegung der Stoffgefährlichkeit, die in gleicher Weise wie beim Wirkungspfad Boden – Grundwasser, Boden – Mensch und Boden – Pflanze erfolgt, wird im nächsten Schritt der bewertungsrelevante Austrag festgelegt. Er charakterisiert den Weg von der Fläche/Schadstoffherd zum Oberflächengewässer.

Der Austrag kann über die Austragsmedien Sickerwasser, Grundwasser oder Oberflächenwasser erfolgen. Das Verfahren unterscheidet dabei zwischen vier verschiedenen Austrags-szenarien. Bei der Bewertung muss der Bearbeiter sich für ein Szenario als Hauptaustrags-szenario entscheiden.

Die ersten drei Szenarien beschreiben den unterirdischen Austrag, der i.a. von einem Schadstofftransport in gelöster Form geprägt ist. Die Austräge 1 und 2 entsprechen dem Austrag beim Wirkungspfad Boden – Grundwasser. Austrag 3 bezieht sich auf direkte Sickerwasseraustritte z. B. aus schadhafte Dolen in das Oberflächengewässer. Der Austrag 4 umfasst „oberirdische“ Schadstoffausträge, die über erosive Prozesse und partikulär gebundenen Stofftransport erfolgen (periodische Oberflächenwasserabflüsse und Überschwemmungsereignisse).



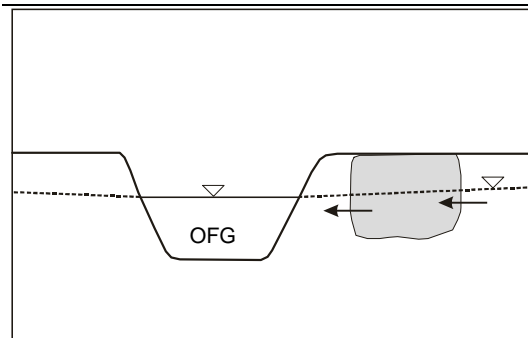


Abb. 1 Austragsvariante 1

**Austrag 1:** Der Schadstoffherd liegt im Grundwasser. Das Grundwasser infiltriert in das Oberflächengewässer

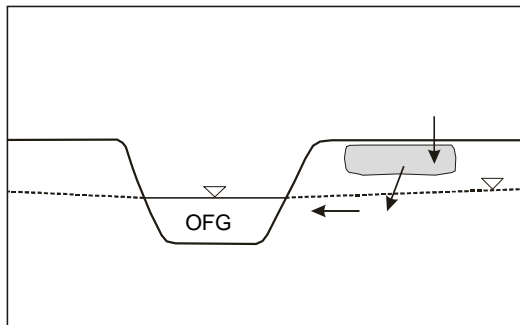


Abb. 2 Austragsvariante 2

**Austrag 2:** Der Schadstoffherd liegt in der ungesättigten Zone. Der Austrag erfolgt über das Sickerwasser in das Grundwasser, das dann in das Oberflächengewässer infiltriert.

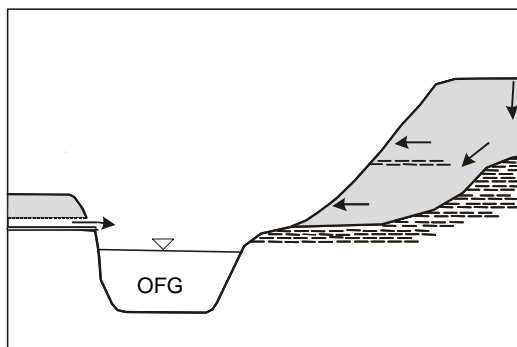


Abb. 3 Austragsvariante 3

**Austrag 3:** Der Schadstoffherd liegt in der ungesättigten Zone. Der Austrag erfolgt über das Sickerwasser direkt in das Oberflächenwasser.

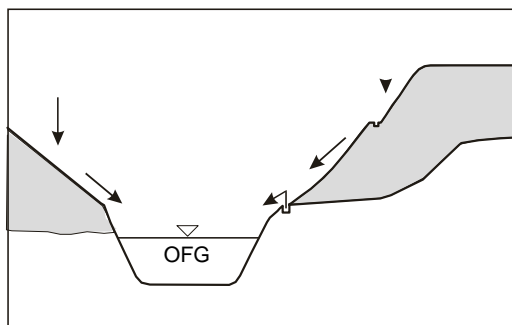


Abb. 4 Austragsvariante 4

**Austrag 4:** Dieser Austrag charakterisiert den oberirdischen Austrag. Er erfolgt nur oberflächlich von einer erosionsgefährdeten Fläche, bzw. durch Oberflächenwasser und umfasst überwiegend den partikulären Abtrag sowie auch mögliche Massenverlagerungen durch Erosionsereignisse (z. B. Rutschungen).

Eine detailliertere Darstellung der Austragsvarianten befindet sich im Anhang 1.1.

---

Für die Verfahrensschritte  $m_{II}$  „Ort der Beurteilung“ und  $m_{III}$  „Wirkung im Schutzgut“ wurden Orientierungswerte für das Oberflächengewässer (OW-OFG) für gelöste und partikulär gebundene Stoffe aus bestehenden Wertelisten als Bewertungsgrundlage für chemische Untersuchungen abgeleitet. Dabei ist der Ort der Beurteilung (OdB) abhängig von der Austragsvariante. Grundsätzlich ist er definiert als Übergangsbereich vom Gewässerbett bzw. Gewässerrand in das Oberflächengewässer. Der Eintrag von Schadstoffen in das Oberflächengewässer erfolgt dabei entweder in gelöster Form (Austräge 1-3) oder vorwiegend partikulär gebunden (Austrag 4).

Im Verfahrensschritt  $m_{III}$  „Wirkung im Schutzgut“ erfolgen neben chemischen Untersuchungen im Oberflächengewässer (Wasser- bzw. Sedimentproben) in enger Zusammenarbeit mit Gewässerexperten auch biologische Untersuchungen, um die Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose zu erfassen. Für die Planung, Durchführung und Bewertung der biologischen Untersuchungen ist eine entsprechende Handlungsanweisung entwickelt worden.

Der Verfahrensschritt  $m_{IV}$  „Bedeutung des Schutzgutes“ stellt die wirtschaftliche Bedeutung des Schutzgutes in den Vordergrund. Analog zu den anderen Wirkungspfaden werden als relevante Merkmale die Empfindlichkeit der menschlichen Nutzung sowie die Größe des Einzugsgebiets des Oberflächengewässers bzw. der erosionsgefährdeten Fläche bewertet.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Orientierungswerte zur Beurteilung von Schadstoffkonzentrationen bezogen auf das Oberflächengewässer dargestellt (Kapitel 3), es wird beschrieben, wie der Handlungsbedarf für die weiteren Untersuchungen zu ermitteln sind (Kapitel 4) und es werden dann im anschließenden Kapitel 5 die dazugehörigen limnologischen Untersuchungsverfahren vorgestellt.

Ein Gesamtüberblick über das Priorisierungsschema Boden – Oberflächengewässer ist in der Abb. 5 dargestellt und die einzelnen Verfahrensschritte  $m_I$  bis  $m_{IV}$  werden im Anhang 1 mit ihren Merkmalen und Ausprägungen erläutert.

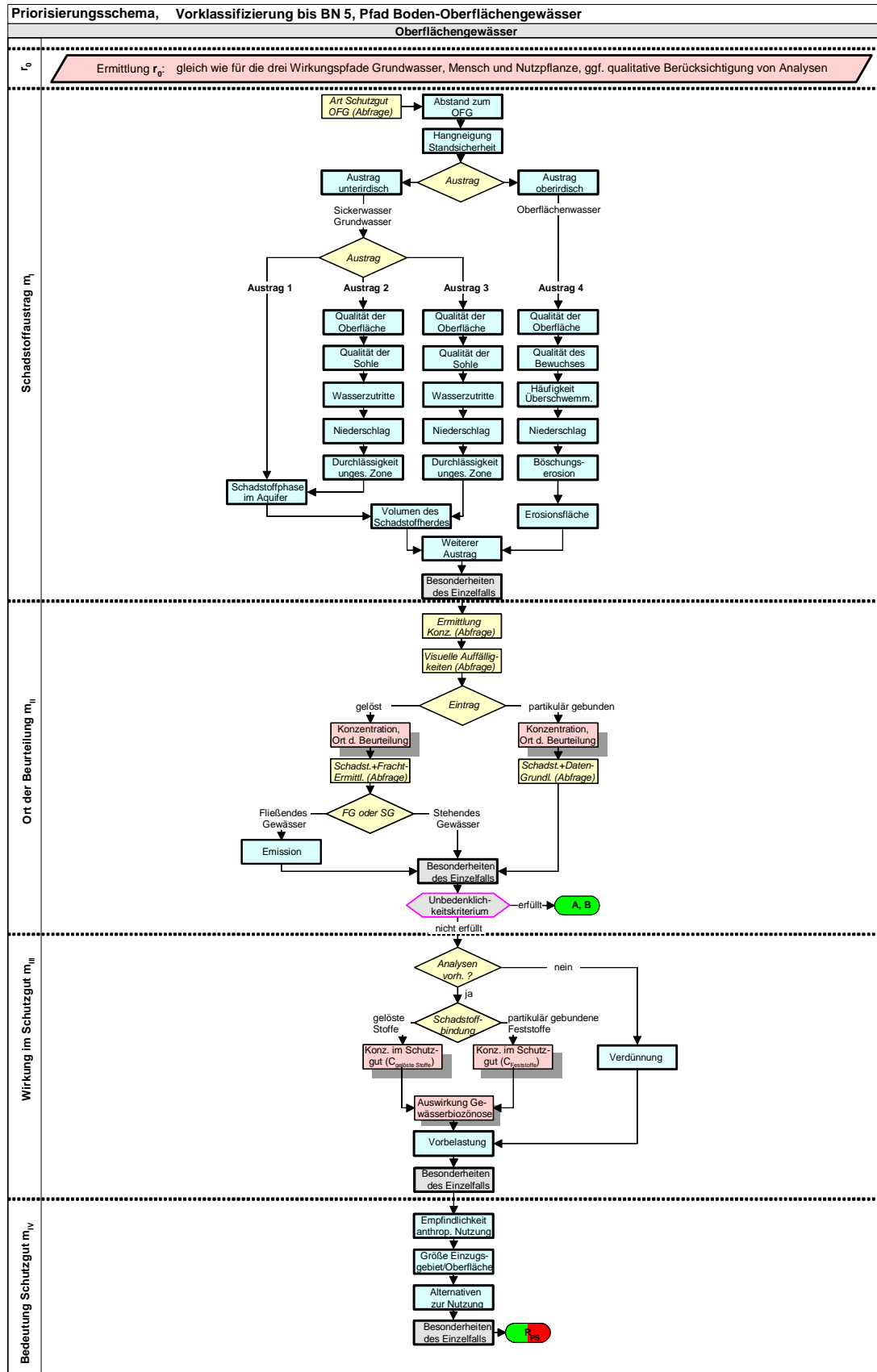


Abb. 5 Überblick über das Priorisierungsverfahren Pfad Boden-Oberflächengewässer-Verfahrensfließbild

### 3 Zusammenstellung der Orientierungswerte (OW-OFG)

Zur Bewertung der Stoffkonzentrationen für den Pfad Boden – Oberflächengewässer liegen bisher keine rechtsverbindlichen Prüfwerte in der BBodSchV vor. Im Rahmen der Fortschreibung des Pfades Boden – Oberflächengewässer wurden daher Parameterlisten zur Beurteilung von gelösten Stoffen und Feststoffen erstellt. Diese Zusammenstellung orientierte sich an den für die Altlastenpraxis relevanten Stoffen.

Die Parameterlisten haben gegenwärtig den Status von Orientierungswerten (OW-OFG). Die Anwendung erfolgt am Ort der Beurteilung und bei der Wirkung im Schutzgut als Immissionswert.

Die Orientierungswerte sind so ausgelegt, dass bei Einhaltung der Werte Beeinträchtigungen des Oberflächengewässers langfristig und dauerhaft ausgeschlossen sind. Diese Orientierungswerte OW-OFG wurden durch Abgleich mit vorhandenen Bewertungslisten verschiedener Regelwerke zusammengestellt und wurden mit dem Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg abgestimmt. Die wichtigsten Regelwerke sind:

- Qualitätsnormen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL),
- Oberflächenwasserqualitätszielverordnung (OQV) Baden-Württemberg,
- BBodSchV und
- Zielvorgaben LAWA.

Stoffe	Einheit	Orientierungswerte Oberflächengewässer (OW-OFG gelöste Stoffe)	Quelle
Aluminium	[µg/l]	200	(7)
Arsen	[µg/l]	10	(2)
Blei	[µg/l]	25	(2)
Cadmium	[µg/l]	1	(1)
Chrom, gesamt	[µg/l]	50	(2)
Chromat	[µg/l]	8	(3)
Kupfer	[µg/l] [µg/l]	(CaCO <sub>3</sub> ≥ 100 mg/l) 40 (CaCO <sub>3</sub> < 100 mg/l) 20	(2)
Nickel	[µg/l]	50	(3)
Quecksilber	[µg/l]	1	(1)
Thallium	[µg/l]	1	(5)
Zink	[µg/l] [µg/l]	(CaCO <sub>3</sub> ≥ 100 mg/l) 300 (CaCO <sub>3</sub> < 100 mg/l) 200	(2)
Ammonium	[µg/l]	500	(7)
Cyanid, gesamt	[µg/l]	10	(1)
Cyanid, leicht freisetzbar	[µg/l]	10	(3)
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)	[µg/l]	200	(3)
Summe Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)	[µg/l]	10	(3)
Benzol	[µg/l]	10	(1)
Summe Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)	[µg/l]	10	(3)
Chlorethen (Vinylchlorid)	[µg/l]	2	(1)
Summe 1,2,3- /1,3,5- und 1,2,4-Trichlorbenzol	[µg/l]	0,4	(1)
Phenole	[µg/l]	20	(3)
Summe Polychlorierte Biphenyle (PCB, 6 Kongenere n. Ballschmiter)	[ng/l]	0,5	(1 <sup>2</sup> )
Summe Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) 15 nach EPA ohne Naphthalin	[µg/l]	0,2	(2)
Anthracen	[µg/l]	0,01	(1)
Benzo[a]pyren	[µg/l]	0,01	(1)
Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthen, Indeno(123-cd)-pyren	[µg/l]	jeweils 0,025	(1)
Naphthalin	[µg/l]	1	(1)
Hexachlorbenzol	[µg/l]	0,03	(1)
Methyl-Tertiär-Butylether (MTBE)	[µg/l]	5	(5)
Pentachlorphenol	[µg/l]	2	(1)
2,4,6 Trinitrotoluol	[µg/l]	0,3	(5)

(1<sup>1</sup>) Die Einzelwerte Tetrachlorkohlenstoff und Trichlormethan betragen nach WRRL [1] jeweils 12 µg/l. Sie sind als Orientierungswert -OFG auf jeweils 10 µg/l herabgesetzt worden, um mit dem Summenwert LHKW (10 µg/l) konsistent zu sein.

(1<sup>2</sup>) In der WRRL [1] ist kein Summenwert PCB aufgeführt. Für die Orientierungswerte-OFG wurde die Summe PCB aus den Einzelwerten der 6 PCB-Kongenere nach Ballschmiter abgeleitet.

Tab. 1 Orientierungswerte für gelöste Stoffe in Oberflächengewässern (OW-OFG gelöste Stoffe)

Stoffe	Einheit	Orientierungswerte Oberflächengewässer	Quelle
		(OW-OFG Feststoffe)	
Arsen	[mg/kg]	40	(1)
Blei	[mg/kg]	100	(4)
Cadmium	[mg/kg]	1,2	(4)
Chrom	[mg/kg]	640	(1)
Kupfer	[mg/kg]	160	(1)
Nickel	[mg/kg]	120	(4)
Quecksilber	[mg/kg]	0,8	(4)
Zink	[mg/kg]	800	(1)
PCB-28	[µg/kg]	20	(1)
PCB-52	[µg/kg]	20	(1)
PCB-101	[µg/kg]	20	(1)
PCB-138	[µg/kg]	20	(1)
PCB-153	[µg/kg]	20	(1)
PCB-180	[µg/kg]	20	(1)
Dioxine und Furane	[ng ITEQ/kg]	100	(8)
Benzo[a]pyren	[µg/kg]	500	(6)
Fluoranthen	[µg/kg]	2500	(6)
Hexachlorbenzol	[µg/kg]	40	(4)
Dibutylzinn-Kation	[µg/kg]	100	(1)
Tetrabutylzinn	[µg/kg]	40	(1)

Tab. 2 Orientierungswerte für Feststoffe / Sedimente im Oberflächengewässer (OW-OFG Feststoffe)

Parameter	Einheit	Fließgewässer	Seen	Quelle
pH-Wert	[-]	< 6 bzw. > 9	x	(2)
Nitrit-N	[mg/l]	> 0,1	x	(2)
BSB <sub>5</sub>	[mg/l]	≤ 3 mg/l (Salmonidengewässer), ≤ 6 mg/l (Cyprinidengewässer)	x	(2)

X = Untersuchungen für Seen nach WRRL (nur zur Dokumentation!)[1]

Tab. 3 Chemisch-physikalische Qualitätskomponenten im Fließgewässer

- (1) 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 - Wasser-Rahmen-Richtlinie - (ABl. Nr. L 327 vom 22.12.2000 S. 1; Entscheidung Nr. 2455/2001/EG - ABl. Nr. L 331 vom 15.12.2001 S. 1)
- (2) Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Qualitätsziele für bestimmte gefährliche Stoffe und über Programme zur Verringerung der Gewässerverschmutzung (Gewässerqualitätszielverordnung) vom 10. April 2001 (GBl. 2001 S. 382)
- (3) Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), BGBl 1999, Nr. 36, Bonn 16. Juli 1999
- (4) ZV LAWA (AL)/ ZV LAWA: Zielvorgaben Länderarbeitsgemeinschaft Wasser für AL (Schutzgut Aquatische Lebensgemeinschaft) und Schutzgut Sediment (ZV LAWA) in Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der BRD, August 1998
- (5) LAWA Unterausschuss "Geringfügigkeitsschwellen", Geringfügigkeitsschwellen (GFS) zur Beurteilung von Grundwasserunreinigungen, Entwurf vom 28.05.2003
- (6) Hansestadt Bremen: Ökotoxikologische Bewertung von Chlor- und Phosphororganika sowie PAK in Sedimenten Bremer Gewässer, Ableitung von vorläufigen Orientierungswerten für Wasser und Sediment, Der Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung, Bremen, Sept. 1994
- (7) Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten u. Schadensfällen. Erlass des Sozialministeriums und Umweltministeriums B.-W. vom 16.09.93 in der Fassung v. 01.03.98, mit Hinweisen der Landesanstalt für Umweltschutz, Stand 30.04.98
- (8) Abfallklärslammverordnung (1992), Bundesgesetzblatt Jg. 1992, Teil I, S. 912 - 934

---

## 4 Festlegung und Definition des Handlungsbedarfs für den Pfad Boden-Oberflächengewässer

Die Untersuchung des Pfades Boden – Oberflächengewässer erfolgt analog zu den übrigen Wirkungspfaden. In den Fällen, in denen die Konzentrationen die Orientierungswerte für Oberflächengewässer bereits am Ort der Beurteilung unterschreiten (Unbedenklichkeitskriterium erfüllt), ergibt sich kein weiterer Handlungsbedarf.

Ziel der **Orientierenden Untersuchung (OU)** ist es, anhand von Konzentrationen am Ort der Beurteilung zu entscheiden, ob von der Fläche eine Gefahr für das Oberflächengewässer ausgeht und eine Detailuntersuchung (DU) notwendig oder eine Gefährdung auszuschließen ist. Dies erfolgt i. a. durch eine Beurteilung von Sickerwasser- bzw. Grundwasseranalysen (Austrag 1-3) bzw. Bodenbeprobungen (Austrag 4).

Für den Fall, dass eine Probenahme am Ort der Beurteilung nicht möglich ist (bspw. weil keine Sickerwasserfassung vorhanden ist), muss sowohl bei Fließgewässern als auch bei Stehenden Gewässern bereits in der OU eine Untersuchung im Schutzgut erfolgen oder eine Prognose gemacht werden. Die Untersuchungen umfassen dann Beprobungen des Oberflächengewässers oder des Sedimentes und obligatorisch biologische Untersuchungen. Dies ist v. a. beim oberirdischen Austrag (Austrag 4) der Fall.

Erfolgt der Schadstoffaustrag ins Oberflächengewässer über das Grundwasser, ist i.a. bereits eine abschließende Untersuchung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser durchgeführt worden. Diese Analysenergebnisse können im Rahmen der OU des Oberflächengewässers für die Beurteilung herangezogen werden können, ohne dass neue technische Untersuchungen durchzuführen wären. Die Notwendigkeit zur Durchführung einer DU ergibt sich insbesondere dann, wenn bei der DU des Grundwassers der Sonderfall der VwV „Schmaler Uferstreifen“ angewandt und der  $E_{\max, FG}$  überschritten wurde.

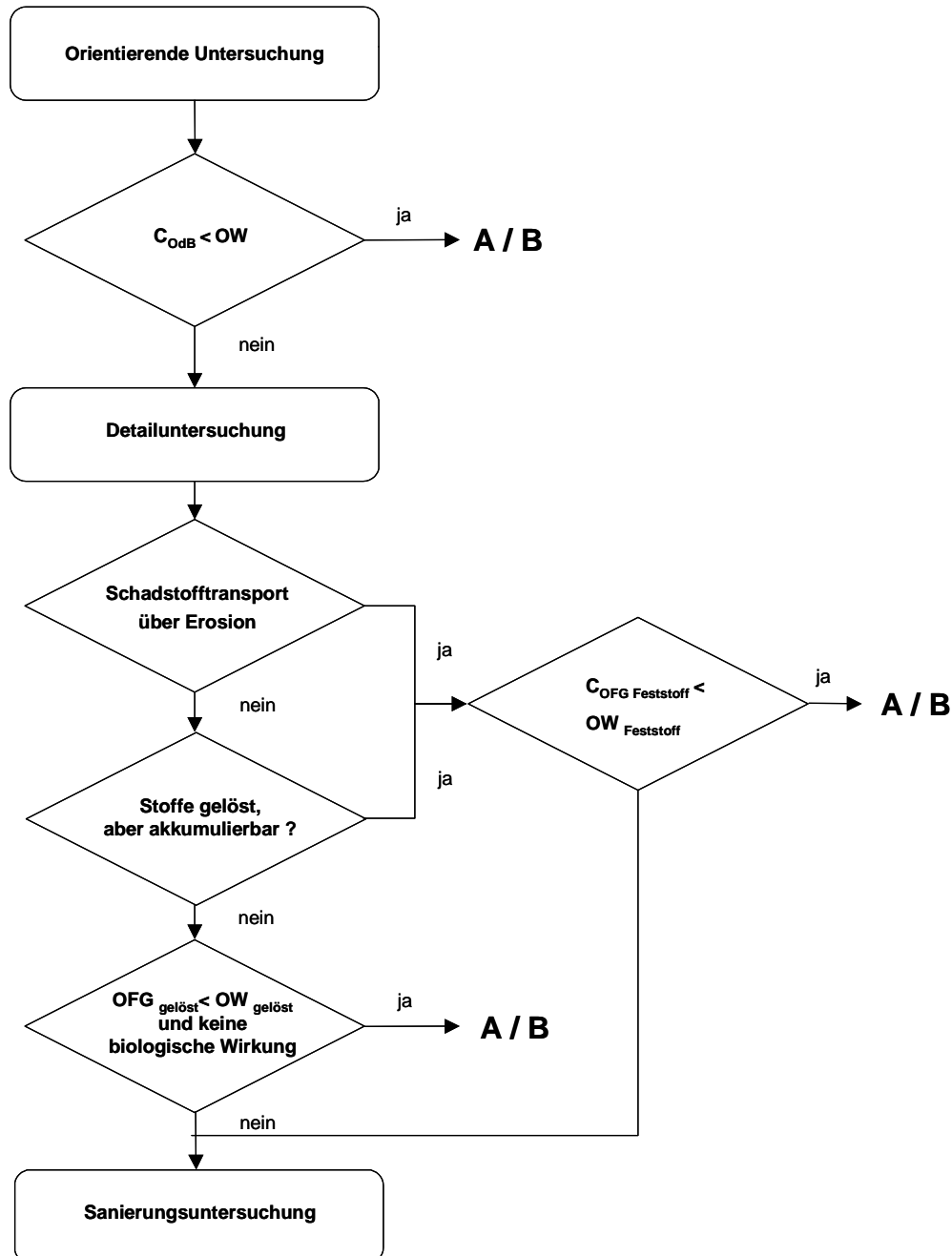
**Detailuntersuchungen (DU)** umfassen chemische Untersuchungen entweder für gelöste oder für partikulär gebundene Stoffe. Wenn gelöste Stoffe im Oberflächengewässer untersucht werden, sind obligatorisch sowohl chemische als auch biologische Untersuchungen durchzuführen.

Wurden in der Orientierenden Untersuchung im Grundwasser oder Sickerwasser auch Stoffe gemessen, die im Sediment des Oberflächengewässers akkumulierbar sind, wie z.B. Schwermetalle, PAK oder PCB, so muss in dieser Detailuntersuchung zusätzlich das Sediment auf diese akkumulierbaren Stoffe hin untersucht werden.

Die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen sind jeweils nur als Ergänzung und Überprüfung der chemischen Untersuchungen auf Plausibilität zu sehen. Wird bei auffälligem biologischem Befund in der chemischen Analytik jedoch keine Überschreitung der Orientierungswerte festgestellt, so kann dies ein Hinweis auf einen nur zeitweisen Eintrag in das Oberflächengewässer sein. In diesem Fall wird zunächst noch einmal die Vergleichbarkeit

von Probenahmestelle und Referenzpunkt überprüft, bevor die chemische Analytik in einem engeren Zeitraster wiederholt wird. Ergibt sich auch jetzt kein Hinweis, wird die Untersuchung beendet.

In der folgenden Abb. 6 ist der Handlungsbedarf in einem Fließschema zusammengefasst.



Hinweis: Wenn Ermittlung von  $c_{OdB}$  unverhältnismäßig aufwändig ist, dann ist eine Untersuchung im Schutzgut durchzuführen:  $c_{OFG} + \text{Biologie}$

Abb. 6 Übersicht über den Handlungsbedarf für den Pfad Boden – Oberflächengewässer (stehende Gewässer und Fließgewässer)



---

## 5 Vorgehensweise bei Untersuchungen Pfad Boden-Oberflächengewässer

In Gegensatz zu den bisher bearbeiteten Wirkungspfaden existieren für den Pfad Boden-Oberflächengewässer noch keine Arbeitshilfen, die die Methoden und den Umfang von Untersuchungsmaßnahmen regeln. Aus diesem Grund werden im Rahmen der Fortschreibung für den Pfad Boden-Oberflächengewässer Hinweise gegeben, welche Verfahren für die biologischen und chemischen Untersuchungen anzuwenden sind.

### 5.1 Chemische Untersuchungen im Verfahrensschritt $m_{II}$ und $m_{III}$

#### 5.1.1 Probenahme am Ort der Beurteilung ( $m_{II}$ )

Für den Pfad Boden – Oberflächengewässer hängt der Ort der Beurteilung vom relevanten Austrag ab (s. Kap. 2). Der Ort der Beurteilung für das Oberflächengewässer (OFG) ist in Anlehnung an den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV dort, wo der unmittelbare Übertritt eines gelösten Stoffes in das Oberflächengewässer stattfindet. Für die Austräge 1, 2 und 3 ergeben sich daher folgende Orte der Beurteilung: Austrittspunkt (Gewässerbett, Gewässerböschung, Rohreinleitung, Gewässerrand) des „Sickerwasser-/Grundwasser-Tröpfchens“ als Übertritt in das OFG. Die Bestimmung der Konzentration am Ort der Beurteilung erfolgt durch Probenahme an Grundwasser/Sickerwasser-Messstellen im schmalen Uferstreifen bzw. an Sickerwasseraustrittsstellen analog der Vorgehensweise beim Wirkungspfad Boden – Grundwasser.

Der Ort der Beurteilung für den Austrag 4 ist die Stelle, an der das oberflächige Sickerwasser mit Feststoffmaterial in das Oberflächengewässer eintritt. Die Probengewinnung von Feststoffmaterial am Ort der Beurteilung wird analog dem Anhang 1 BBodSchV (0 bis 10 cm Tiefe) für den Wirkungspfad Boden-Mensch durchgeführt.

---

### 5.1.2 Probenahme im Schutzgut (m<sub>III</sub>)

Die Probenahme im Schutzgut erfolgt abhängig vom Schadstoff und seiner relevanten Schadstoffbindung entweder im Wasser oder auch im Sediment des Oberflächengewässers.

Das von der LAWA herausgegebene AQS-Merkblatt P-8/3 (1998) [28] regelt die Probenahme von im Wasser gelösten Stoffen im Hinblick auf Planung, Technik, Dokumentation und Qualitätssicherung. Ziel ist eine repräsentative Probe zu erhalten. Wichtige Randbedingungen sind Variation der Abfluss- und Eintragsverhältnisse, die angestrebte statistische Sicherheit und der Personalaufwand.

Die Probenahme von partikulär gebundenen Stoffen (Schwebstoffe und Sedimente) wird durch das von der LAWA herausgegebene Merkblatt P-8/4 (2002) [27] geregelt. Der Regelungsumfang und die Randbedingungen entsprechen der Probenahme für Wasser. Die jeweilige Probenahme erfolgt durch einen Limnologen in enger Abstimmung mit dem Altlastenbearbeiter.

## 5.2 Biologische Untersuchungen im Verfahrensschritt m<sub>III</sub>

Die biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung zielt auf die integrale Erfassung von Gewässerbelastungen und deren Auswirkung auf die Biozönose ab. Es werden im Gegensatz zu chemischen Untersuchungen im Schutzgut keine Konzentrationen oder Frachten angezeigt, sondern die Auswirkungen von Gewässerbelastungen auf das Ökosystem dargestellt.

Die biologische Klassifizierung von Fließgewässern zur Ermittlung von anthropogenen Belastungen beruht in der Regel auf der Kontrolle der benthischen Makroinvertebratenfauna (substratbewohnende, makroskopisch erkennbare, wirbellose Organismen wie Schnecken, Muscheln, Würmer usw.). Die im Zuge einer Untersuchung nachgewiesenen benthischen Makroinvertebraten-Taxa (Taxa = Arten) werden üblicherweise für die Errechnung eines biologischen Index oder Scores verwendet, der wiederum eine bestimmte Belastung repräsentiert. Durch den Vergleich zwischen beobachteter Lebensgemeinschaft und unter unbelasteten Bedingungen gewonnener Referenz erfolgt eine Klassifizierung.

### 5.2.1 Grundlagen

Die Durchführung von biologischen Untersuchungen zur Ermittlung des Merkmals *Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose* erfolgt in der Detailuntersuchung nach folgendem Grundsatz:

---

Auswirkungen von altlastverdächtigen Flächen/Altlasten auf die Gewässerbiozönose werden durch einen direkten Vergleich zwischen der an einem unbelasteten Referenzpunkt erwarteten natürlichen Lebensgemeinschaft mit der an einem (belasteten) Ist-Punkt vorgefundenen Lebensgemeinschaft ermittelt.

Die Verfahrensschritte bei biologischen Untersuchungen im Fließgewässer werden wie folgt gegliedert:

1. Auswahl und Festlegung von mind. zwei Probenahmestellen (Referenzpunkt und Ist-Punkt im Eintragsbereich) mit vergleichbaren äußeren Randbedingungen wie bspw. Lichtverhältnisse, Strömung usw., Erfassung der Standortdaten im Feldprotokoll (Relevante Richtlinien: [34], [36]).
2. Probenahme Makroinvertebraten (ohne Hilfsmittel zu erkennende Tiere, Nachbestimmung im Labor), Dokumentation im Feldprotokoll mit Häufigkeitsschätzungen (Relevante Richtlinien: [34], [36]).
3. Auswertung, basierend auf dem Grundprinzip, dass sich Artengemeinschaften bei steigender Belastung unähnlicher werden. Die Auswertung erfolgt durch Berechnung des Wainstein-Index (Kombination aus Jaccard'scher Zahl und Renkonen'scher Zahl), der sowohl Artenzahlen als auch Artendichte (Abundanz) berücksichtigt (s. Kap. 5.2.4).

## 5.2.2 Probenahmestrategie

### 5.2.2.1 Fachliche Anforderungen

Generell ist die biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung von einem erfahrenen Limnologe durchzuführen, der aufgrund seiner wissenschaftlichen Ausbildung in der Lage ist, die ökologischen Wirkungsweisen und Zusammenhänge im Gewässer zu beurteilen.

### 5.2.2.2 Untersuchungszeiten

Die Probenahme sollte mindestens zu zwei verschiedenen Jahreszeiten erfolgen. Empfohlen wird ein Termin im Frühjahr und ein Termin im Herbst zur Erfassung der unterschiedlichen Entwicklungsstadien der benthischen Makroinvertebraten. Probenahmen nach extremen Ereignissen wie Hochwasser, langanhaltendem Niedrigwasser sind zu vermeiden. Die allgemeinen Anforderungen der EU-WRRL an die Überwachungsfrequenz (V.1.3.4) im Hinblick auf die Verringerung der Schwankungsbreite jahreszeitlicher oder natürlicher Schwankungen sind zu beachten (EU-WRRL V.1.3.4: *„Mit den gewählten Überwachungsfrequenzen muss der Schwankungsbreite bei den Parametern, die sowohl auf natürliche als auch auf anthropogene Ursachen zurückgehen, Rechnung getragen werden. Die Zeitpunkte, zu denen eine Überwachung durchgeführt wird, sind so zu wählen, dass die Auswirkungen jahreszeitlich bedingter Schwankungen auf die Ergebnisse so gering wie möglich sind und somit gesichert wird, dass Veränderungen des Wasserkörpers als Veränderungen infolge anthropogener Belastungen in den Ergebnissen ausgewiesen*

---

werden. Erforderlichenfalls sind in verschiedenen Jahreszeiten des gleichen Jahres zusätzliche Überwachungen durchzuführen.“)

### 5.2.2.3 Auswahl und Anzahl von repräsentativen Untersuchungspunkten bzw. –abschnitten

Die Probenahmestellen müssen im Hinblick auf die Standortverhältnisse möglichst ähnlich sein, um statistische Schwankungen, die aus unterschiedlichen Habitaten resultieren, zu vermeiden. Insbesondere ist auf gleichartige Licht-, Temperatur- und Strömungsverhältnisse sowie Beschaffenheit von Gewässersohle und -ufer und Pflanzenansammlungen zu achten.

Bei der Anzahl von Untersuchungspunkten ist die EU-WRRL zu beachten (EU WRRL V.1.3.2 Gestaltung der operativen Überwachung: ... *Bei Wasserkörpern, die durch eine signifikante Belastung aus Punktquellen gefährdet sind, wird für jeden Wasserkörper eine ausreichende Zahl von Überwachungsstellen gewählt, um das Ausmaß und die Auswirkungen der Belastung aus Punktquellen bewerten zu können...*). Um die Auswirkungen von Punktquellen wie u.a. SBV/Altlasten zu fassen, ist eine ausreichende Zahl von Beprobungspunkten notwendig. Die Entscheidung fällt der Sachverständige.

### 5.2.2.4 Ausrüstung

(s. DIN 38410 M1 [34]u. LfU-Arbeitsanleitung Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung [36])

- Standardgeräte: Probenahmegefäße, Fotoschalen (weiß), verschiedene Haarpinsel, Drahtsiebe, Entnahmeschöpfbecher, Permanent- und Bleistift, Pinzetten, Rechen, Konservierungsmittel, Kühlbox, Lupen, Petrischalen, Binokular, Mikroskopierbesteck, Lichtmikroskop
- Feldmessgeräte zur Vorortbestimmung von Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit
- Flügelrad oder Taschenanemometer zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit
- Sammelnetze mit unterschiedlichen Maschenweiten, Handkescher(n. Böttger)
- Surber-Fließgewässernetz zum Sammeln von Insekten, Fischlarven u.ä. in flachen Fließgewässern zur quantitativen Auswertung
- Pfahlkratzer mit Schabeleiste zur Gewinnung von festsitzenden Makroinvertebraten an Substraten wie großen Steinen, Uferbauten, Pfählen usw.
- Laborsiebmaschine zur Schlammaussiebung
- Persönliche Schutzausrüstung (Hüftstiefel, Wathosen, Gummihandschuhe, Sicherheitsleine)

## 5.2.3 Durchführung der biologischen Untersuchung

### 5.2.3.1 Dokumentation der Standortfaktoren

---

Zur Dokumentation und Qualitätssicherung werden die Standortfaktoren im Feldprotokoll 1 aufgenommen (siehe Biologisch-Ökologische Gewässeruntersuchung – Arbeitsanleitung [36]):

- Meteorologische Daten: Niederschlag, Bewölkung
- Hydrologische Daten: Breite, Tiefe (repräsentativ und mittel), Fließgeschwindigkeit (repräsentativ), Strömung, Wasserführung
- Verbauung des Gewässerufers und der –sohle
- Substrate
- Petrographie
- Erkennbare Verunreinigungen: Bauschutt, Hausmüll, Schwemmholz, landwirtschaftliche Abfälle, Bakterienaufwuchs, Sickerwasseraustritte mit Ausfällungen von Eisenhydroxidverbindungen
- Sichttiefe, Trübung und Färbung
- Vorortmessungen: Wassertemperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit, pH-Wert

#### 5.2.3.2 Biologische Probenahme

Die biologische Probenahme erfolgt grundsätzlich gegen die Fließrichtung, um ein ungewolltes Verdriften von Organismen zu vermeiden (Ist-Punkt(e) vor Referenzpunkt!). Zwei Vorgehensweisen bei der Sammelmethode sind zu unterscheiden: halbquantitativ und quantitativ.

Die halbquantitative Methode eignet sich für größere Fließgewässer, in denen auf einer ausreichend repräsentativen Gewässerabschnittslänge von ca. 10 – 30 m eine entsprechend große Individuenhäufigkeit (> 500) zur statistischen Absicherung zu erwarten ist (Bestimmung bereits größtenteils im Feld, Nachbestimmung im Labor).

Die quantitative Methode ist bei sehr kleinen Fließgewässern bspw. im Oberlauf eines Baches anzuwenden, wo mit der halbquantitativen Methode keine ausreichende statistische Absicherung der Individuenhäufigkeit mehr gewährleistet ist bzw. wo unverhältnismäßig lange Fließstrecken zur Beprobung erforderlich wären. Die Bestimmung erfolgt weitgehend im Labor. Durch den Einsatz eines Surber-Samplers mit definierter Grundfläche (bspw. 0,3 x 0,3 m) sind für Referenzpunkt und Ist-Punkt quantitative Bewertungen möglich.

Halbquantitativ:

- Probenahme: Festlegung der repräsentativen Gewässerabschnitte abhängig von Gewässerbreite und -struktur wie oben beschrieben, sowohl für Referenzpunkt als auch Ist-Punkt sind vergleichbare Gewässerstrecken zu wählen (ca. 10 – 30 m),
- Sammelzeit: mind. 15 Min., abhängig von Substratvielfalt und Taxa-Zahl entsprechend länger
- Methodik: „Kicksampling“, Lösen des Substrates bis ca. 10 cm Tiefe durch Lostreten, Aufwirbeln und Auffangen der Sedimente mittels aufgestelltem Netz, Maschenweite des Fangnetzes abhängig von der Korngröße der Sedimente

- 
- Taxabestimmung und Häufigkeitsschätzung im Feld: Bemusterung der Netzinhalte in wassergefüllter weißer Fotoschale mit bloßem Auge bzw. mit Lupe, Artenbestimmung und Häufigkeitsabschätzung im Feldprotokoll 2 (Biologisch-ökologische Arbeitsanleitung [36]) eintragen
  - Nachbestimmung im Labor: Von allen vorgefundenen Taxa sind Belegproben für die Nachbestimmung im Labor zu entnehmen (Konservierung gemäß DIN 38410 T1 [34]), fachgerechte Aufbewahrung der biologischen Proben bis zur späteren Nachbestimmung mit Binokular oder Lichtmikroskop

Quantitativ:

- Probenahme: Bei sehr kleinen Fließgewässern bspw. im Bachoberlauf ist eine Beprobung mittels Surber-Sampler durchzuführen. Es wird eine definierte Fläche beprobt, jeweils drei Surber-Sampler Flächen (oder mehr) an dem Referenz- und Ist-Punkt und der gesamte Inhalt wird zur Bestimmung herangezogen. Diese erfolgt weitgehend im Labor, da hier überwiegend sehr kleine und mikroskopisch sichtbare Arten anzutreffen sind.
- Taxabestimmung und Häufigkeitsschätzung im Labor: Bemusterung des kompletten Inhaltes des Samplers im Labor mittels Binokular und Lichtmikroskop

## 5.2.4 Auswertung und Bewertung

Bei den biologischen Auswertemethoden [25] handelt sich vor allem um Ähnlichkeits- und Diversitäts-Indices sowie verschiedene Indices zu Habitat-, Strömungs- und Ernährungspräferenzen.

Üblicherweise wird bei Gewässeruntersuchungen der Saprobienindex bestimmt. Dieser klassifiziert v. a. die Nährstoffsituation im Gewässer. Für die Beurteilung der Auswirkung von Sickerwässern aus Altablagerungen und Altstandorten auf die Gewässerbiozönose ist aber nicht nur die Änderung der Nährstoffsituation wichtig, sondern auch die Beurteilung der Auswirkung von Schadstoffen auf diese. Ein dafür geeigneter Index ist der **Wainstein-Index**.

Der Wainstein-Index vergleicht das Vorkommen bzw. Fehlen von Arten der Lebensgemeinschaften zwischen Messpunkt und Referenzstandort unter Berücksichtigung ihrer relativen Häufigkeiten. Dies ist ein gutes Instrument zur Beurteilung auch geringer Veränderungen der Struktur einer Lebensgemeinschaft im Vergleich zum Referenzpunkt.

$$Kw = Re \cdot JZ$$

Kw = Wainstein-Index  
Re = Renkonen'sche Zahl  
JZ = Jaccard'sche Zahl

Der Wainstein-Index nimmt Werte zwischen 0 und 100 % an, wobei höhere Werte eine größere Ähnlichkeit der Arten einschließlich der relativen Häufigkeit zwischen zwei Standorten A und B belegen.

$$JZ = (S_G / (S_A + S_B)) \cdot 100$$

JZ = Jaccard'sche Zahl

$S_G$  = Zahl der in beiden Gewässerabschnitten gemeinsam vorkommenden Arten

$S_A, S_B$  = Zahl der Arten in Gewässerabschnitt A bzw. B

Die Jaccard'sche Zahl ist der prozentuale Anteil der in beiden Abschnitten vorkommenden Arten bezogen auf die Gesamtzahl der vorkommenden Arten. Sie ist ein Maß für die Ähnlichkeit der Biozöosen beider Abschnitte.

$$Re (\%) = \sum \min D_{A,B}$$

Re = Renkonen'sche Zahl

$\min D_{A,B}$  = Summe der jeweils kleineren Dominanzwerte der gemeinsamen Arten von Standort A und B

D =  $n_A/N_A$  bzw.  $n_B/N_B$

$n_{A,B}$  = Individuenzahl der Art i im Gebiet A bzw. B

$N_{A,B}$  = Gesamtindividuenzahl aus Gebiet A bzw. B

Die Renkonen'sche Zahl ist das Maß der Übereinstimmung zweier Arten hinsichtlich ihrer Dominanzwerte (Häufigkeiten) in Prozent.

Unter bestimmten Umständen kann es möglich sein, dass eine eindeutige Aussage mit dem Wainstein-Index allein nicht zu erzielen ist. In diesen Fällen sind vom Gewässerbiologen zusätzlich weitere statistische Auswertungen mit dem vorhandenen Datensatz durchzuführen. Empfehlenswert sind u.a. Auswertungen, die verschiedene Ernährungstypen berücksichtigen (weiterführende Angaben unter [25]). Für die Fälle, in denen biologisch abbaubare Substanzen eine Rolle spielen, sollte zusätzlich noch eine Auswertung nach dem Saprobienindex (DIN 38410, T2 [35]) erfolgen. Bei der Bewertung des Merkmals sind diese zusätzlichen Auswertungen mit anzugeben.

## Literatur

- [1] Landesanstalt für Umweltschutz, Altlastenbearbeitung Baden-Württemberg, Stand des Priorisierungsverfahrens und Fortschreibung für die Wirkungspfade Boden-Grundwasser, Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Gefahren durch Deponiegas, Stand: 18.04.2002
- [2] Landesanstalt für Umweltschutz, Bodenschutz, Arbeitshilfe zur Bearbeitung von Verdachtsflächen/altlastverdächtigen Flächen und schädlichen Bodenveränderungen/Altlasten nach BBodSchG, 2001

- 
- [3] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Schriftenreihe Wasserwirtschaftsverwaltung, Heft 18, Altlastenhandbuch Teil I, Altlasten-Bewertung, Dezember 1988, 128 Seiten, 2. Auflage
- [4] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Schriftenreihe Wasserwirtschaftsverwaltung, Heft 19 Altlastenhandbuch Teil II, Untersuchungsgrundlagen, Dezember 1988, 95 Seiten, 2. Auflage
- [5] Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Erlass des Sozialministeriums und des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 16. September 1993, AZ: 32-8984.00 (UM), 57-8490.1.40 (SM) in der Fassung vom 01. März 1998
- [6] Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – UBA-Texte Nr. 15/2003
- [7] Leitbildbezogenes biozönotisches Bewertungsverfahren für Fließgewässer in der Bundesrepublik Deutschland – UBA-Texte Nr. 62/2002
- [8] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Stand: 27.02.2002
- [9] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Gewässer;

Band I (1997):

- Teil 1: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer zum Schutz vor gefährlichen Wasserinhaltsstoffen;
- Teil 2: Erprobung der Zielvorgaben von 28 gefährlichen Wasserinhaltsstoffen in Fließgewässern;

Band II (1997):

- Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber und Zink;

Band III (1998):

- Teil 1: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer zum Schutz vor gefährlichen Wasserinhaltsstoffen;
- Teil 2: Erprobung der Zielvorgaben für Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmittel für trinkwasserrelevante oberirdische Binnengewässer.

- [10] 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 - Wasser-Rahmen-Richtlinie - (ABl. Nr. L 327 vom 22.12.2000 S. 1; Entscheidung Nr. 2455/2001/EG - ABl. Nr. L 331 vom 15.12.2001 S. 1)
- [11] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts WHG - Wasserhaushaltsgesetz vom 19. August 2002 (BGBl. I Nr. 59 vom 23.8.2002 S. 3245)
- [12] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch TrinkwV 2001 - Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 (BGBl. I Nr. 24 vom 28.5. 2001 S. 959)
- [13] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – Musterverordnung zur Umsetzung der Anhänge II und IV der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Ra-



---

tes vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Stand: 05.12.2002

- [14] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I 1998 S. 502, 2001 S. 2331)
- [15] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I 1999 S. 1554)
- [16] WG - Wassergesetz für Baden-Württemberg Fassung vom 1. Januar 1999 (GBl. 1999 S. 1; 2001 S. 605; 19.11.2002 S. 42802, ber. S. 531)
- [17] Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Qualitätsziele für bestimmte gefährliche Stoffe und über Programme zur Verringerung der Gewässerverschmutzung (Gewässerqualitätszielverordnung) vom 10. April 2001 (GBl. 2001 S. 382)
- [18] Verordnung des Sozialministeriums und des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über die Qualität der Badegewässer (Badegewässerverordnung) vom 1. August 1999 (GBl. 1999 S. 389)
- [19] Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über die Qualität von Fischgewässern (Fischgewässerverordnung) - Baden-Württemberg - vom 28. Juli 1997 (GBl. Nr. 15 vom 12.8. 1997 S. 340)
- [20] Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über die Entnahme von Wasser aus oberirdischen Gewässern zum Zweck der Trinkwasserversorgung (Oberflächenwasserqualitätsverordnung) vom 26. März 1997 (GBl. S. 147; 10.7.2002 S 342)
- [21] BORCHARDT, D. ET AL.; VON KEITZ, S. & SCHMALHOLZ, M. (HRSG.) (2002): Handbuch der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Inhalte, Neuerungen und Anregungen für die nationale Umsetzung. – Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [22] UHLMANN, D. & HORN, W. (2001): Hydrobiologie der Binnengewässer: ein Grundriss für Ingenieure und Naturwissenschaftler. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- [23] LAMPERT, W. & SOMMER, U. (1999): Limnoökologie (2. Auflage). – Georg Thieme Verlag, Stuttgart – New York.
- [24] MUDROCH, A. & MACKNIGHT, S. D. (1994): Techniques for Aquatic Sediments Sampling (2<sup>nd</sup> edition). – Lewis Publishers, Boca Raton – Ann Arbor – London – Tokyo.
- [25] Bohn, C., Gretzschel, O., Hirschfeld, J., Nischwitz, G., Pöpperl, R., Schmidt, G., Möltgen, J. (2003): FLUMAGIS – TN 2, Methoden und Modelle.- Forschungsprojekt „Fluss-einzugsgebietmanagement mit GIS-Methoden“ Univ. Münster
- [26] SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL(1998): Lehrbuch der Bodenkunde.- 14. Auflage, Enke Verlag, 494 S.
- [27] AQS-Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen (Mai 2002): Probenahme von Schwebstoffen und Sedimenten

- 
- [28] AQS-Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen (Mai 1998): Probenahme aus Fließgewässern
- [29] EN ISO 8689 - 1 (August 2000): Biologische Klassifizierung von Flüssen – Teil 1: Richtlinie zur Interpretation von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten in Fließgewässern (Deutsche Fassung)
- [30] EN ISO 8689 - 2 (August 2000): Biologische Klassifizierung von Flüssen – Teil 2: Richtlinie zur Darstellung von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten in Fließgewässern (Deutsche Fassung)
- [31] EN 28265 (1994): Wasserbeschaffenheit – Probenahme für biologische Untersuchungen – Anleitung zum Entwurf und Einsatz von Probenahmegeräten für die quantitative Erfassung benthischer Makroinvertebraten auf steinigen Substraten in flachem Süßwasser
- [32] EN ISO 9391(1995): Wasserbeschaffenheit – Probenahme von Makroinvertebraten aus tiefen Gewässern – Anleitung zum Einsatz von qualitativen und quantitativen Sammlern und Besiedlungskörpern
- [33] DIN EN 27828 (März 1994): Wasserbeschaffenheit – Probenahme für biologische Untersuchungen – Anleitung zur Probenahme aquatischer, benthischer Makro-Invertebraten mit dem Handnetz (DEV M 8)
- [34] DIN 38 410 Teil 1 (Dezember 1987): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (DEV), Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M), Allgemeine Hinweise, Planung und Durchführung von Fließgewässeruntersuchungen (M 1)
- [35] DIN 38 410 Teil 2 (Oktober 1990): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (DEV), Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M), Bestimmung des Saprobienindex (M 2)
- [36] LfU Baden-Württemberg (1992): Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung, Arbeitsanleitung – Ermittlung der Gewässergüteklassen der Fließgewässer in Baden-Württemberg, 1.Auflage

---

## Anhang

### Priorisierungsverfahren Pfad Boden-Oberflächengewässer

#### A1 Schadstoffaustrag $m_1$

Der Verfahrensschritt  $m_1$  (**Schadstoffaustrag**) umfasst alle wesentlichen Merkmale, die den Weg zwischen dem Schadstoffherd und dem Ort der Beurteilung charakterisieren. Abb. 7 gibt einen Überblick über die Struktur dieses Priorisierungsschrittes.

Nach der Abfrage zur Art des Schutzgutes werden als erste relevante Merkmale der Abstand der altlastverdächtigen Fläche / Altlast zum Oberflächengewässer sowie die Hangneigung / Standsicherheit bewertet. Anschließend muss sich der Bearbeiter anhand der Standortbedingungen für einen relevanten Austrag von vier grundsätzlich möglichen Austrägen entscheiden. In den Abb. 8 – 11 sind die möglichen Varianten im Detail dargestellt.

Von den drei „unterirdischen“ Austrägen entsprechen die Austräge 1 und 2 in ihrer Systematik dem Wirkungspfad Boden – Grundwasser. Der Austrag 3 bezieht sich auf direkte Sickerwasseraustritte z. B. aus schadhafte Dolen in das Oberflächengewässer. Die Merkmalsinhalte der Austräge 2 und 3 unterscheiden sich nur geringfügig, wobei aber zu beachten ist, dass bestimmte Merkmale wie z. B. „Durchlässigkeit ungesättigte Zone“ im Vergleich zum Wirkungspfad Boden – Grundwasser gegenläufige m-Werte aufweisen.

Der Austrag 4 umfasst „oberirdische“ Schadstoffausträge, die bevorzugt über erosive Prozesse und partikulär gebundenen Stofftransport erfolgen (Oberflächenabfluss, Überschwemmungen). Die Merkmale berücksichtigen primär den Oberflächenabtrag steuernde Faktoren wie z. B. Bewuchs und Böschungserosion.

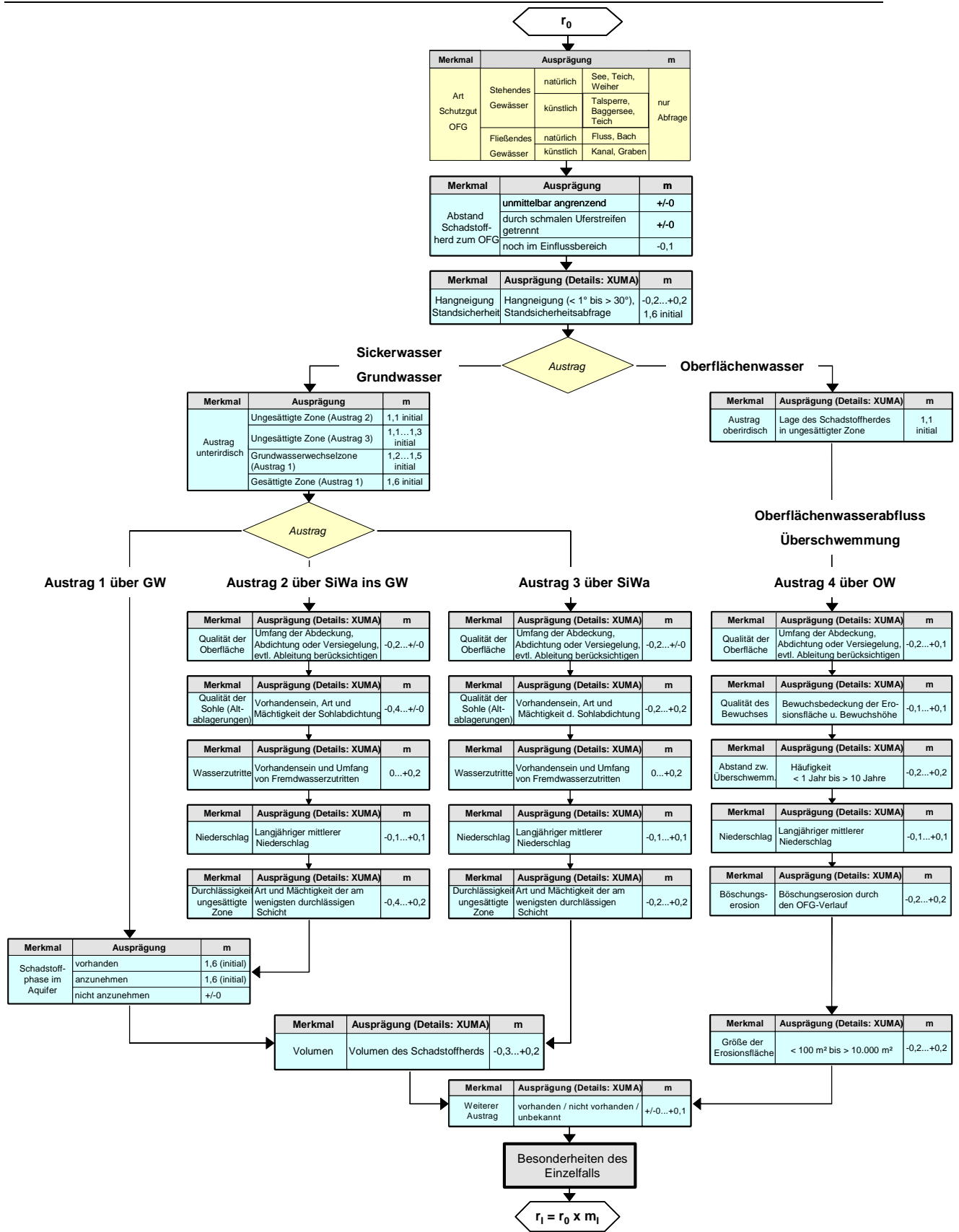
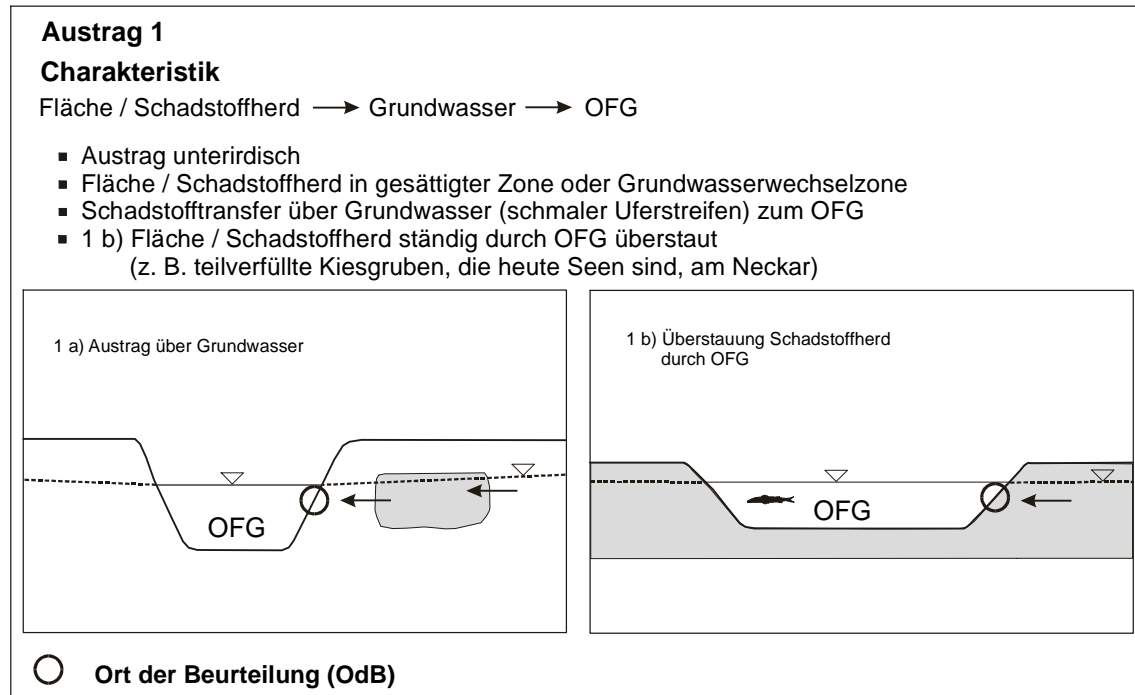
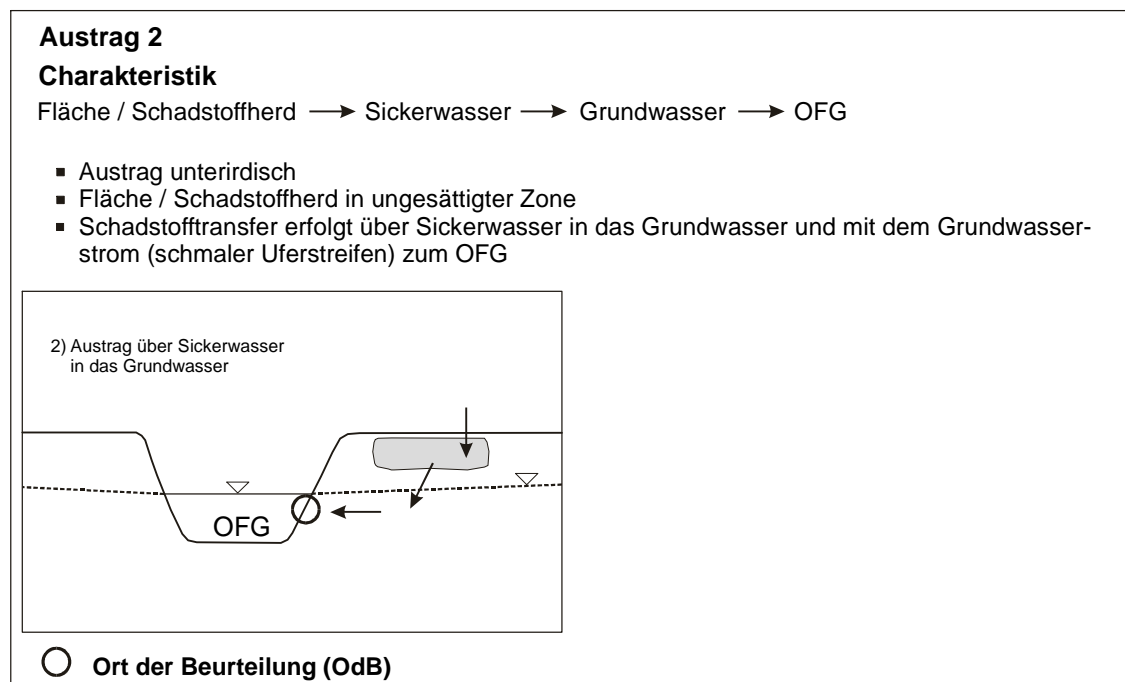
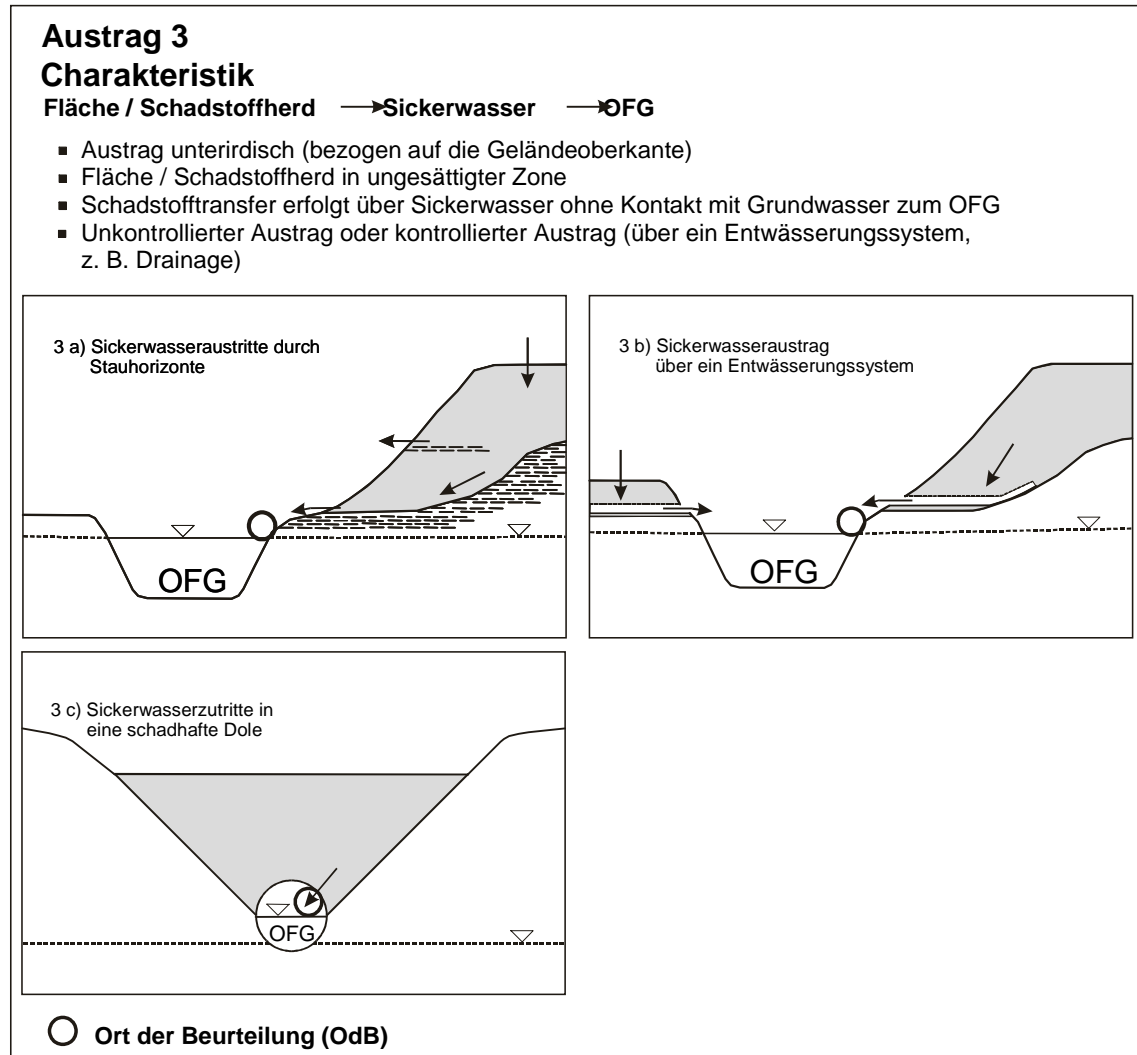


Abb. 7 Verfahrensfließbild: Priorisierung des Pfades Boden-Oberflächengewässer, Schritt Schadstoff-austrag

Abb. 8 Schematische Darstellung der Austragsvariante 1 (Verfahrensschritt m<sub>1</sub>)Abb. 9 Schematische Darstellung der Austragsvariante 2 (Verfahrensschritt m<sub>1</sub>)

Abb. 10 Schematische Darstellung des Austragsvariante 3 (Verfahrensschritt  $m_1$ )

## Austrag 4 Charakteristik

Fläche / Schadstoffherd → Oberflächenwasser → OFG

- Austrag nur oberirdisch (überwiegend durch erosiven Abtrag)
- Fläche / Schadstoffherd in ungesättigter Zone
- Schadstofftransfer erfolgt oberflächlich von der Erosionsfläche über Oberflächenwasser zum OFG
- Erosionsfläche ist nur die Fläche eines Schadstoffherdes, die direkt einer Erosionswirkung durch einen Oberflächenwasserabfluss ausgesetzt und/oder durch die Lage als rutschungsgefährdete Fläche einzustufen ist
- Unkontrollierter Austrag oder kontrollierter Austrag (Entwässerungssystem, z. B. Rand- und Böschungsgräben)
- Primärer Austragsweg für Feststoffmaterial (Wassererosion, Rutschung, Randerosion durch OFG, Überschwemmung)

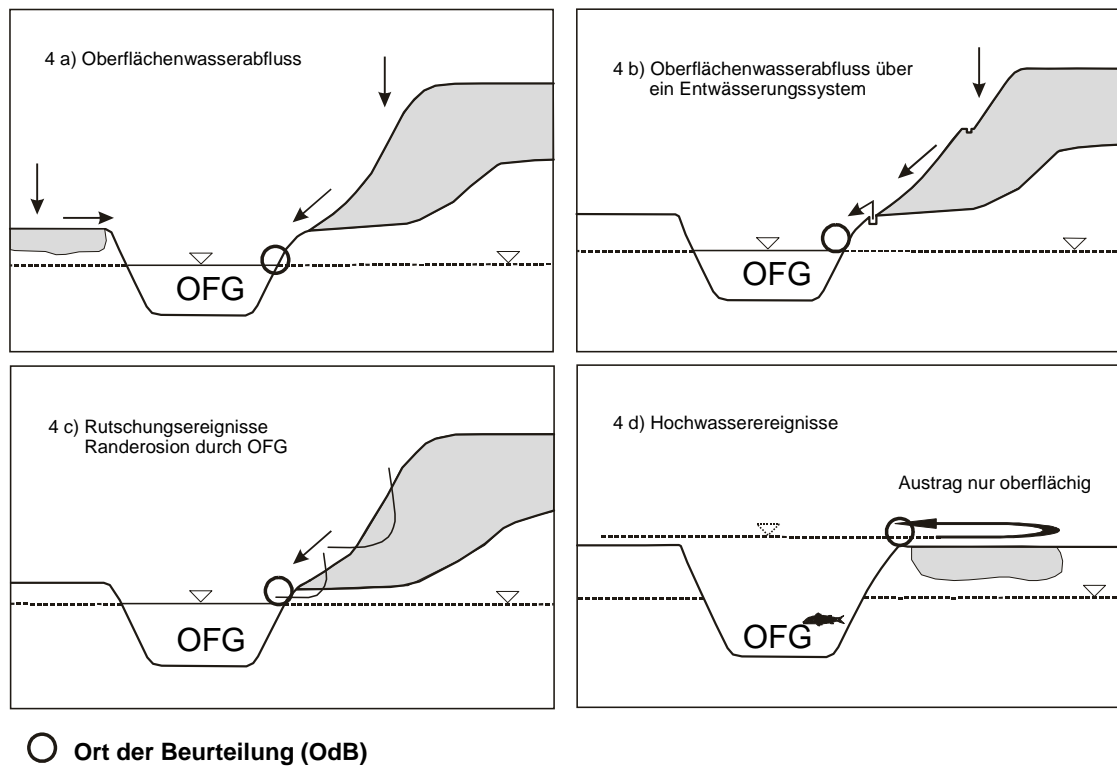
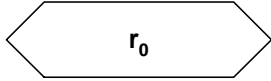


Abb. 11 Schematische Darstellung der Austragsvariante 4 (Verfahrensschritt m<sub>1</sub>)

Grundwasser	Mensch	Pflanze	Depotiegas	Oberflächengewässer
r <sub>0</sub>	r <sub>0</sub>	r <sub>0</sub>	r <sub>0</sub>	r <sub>0</sub>
m <sub>I</sub>	m <sub>I</sub>	m <sub>I</sub>	m <sub>I</sub>	<b>m<sub>I</sub></b>

**Erläuterungen zum Verfahrensfließbild**

<p>Ermittlung der Stoffgefährlichkeit r<sub>0</sub> entsprechend dem bisherigen XUMA-Verfahren. Berücksichtigung von Analyseergebnissen aus dem Schadensherd (i. d. R. nicht Ort der Beurteilung)</p>		<p>im Einzelfall und qualitativ (Beispiel: für die Branche bzw. Ablagerungsart untypisch hohe/niedrige Schadstoffkonzentrationen).</p>																	
<p>Abfrage dient zur Dokumentation und Qualitätssicherung. Die Angaben sollen den allgemeinen Kenntnisstand über das Oberflächengewässer ergänzen. Die Angabe zu der Ausprägung „Stehendes Gewässer“ oder</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th colspan="3">Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Art Schutzgut OFG</td> <td rowspan="2">Stehendes Gewässer</td> <td>natürlich</td> <td>See, Teich, Weiher</td> <td rowspan="4">nur Abfrage</td> </tr> <tr> <td>künstlich</td> <td>Talsperre, Baggersee, Teich</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fließendes Gewässer</td> <td>natürlich</td> <td>Fluss, Bach</td> </tr> <tr> <td>künstlich</td> <td>Kanal, Graben</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung			m	Art Schutzgut OFG	Stehendes Gewässer	natürlich	See, Teich, Weiher	nur Abfrage	künstlich	Talsperre, Baggersee, Teich	Fließendes Gewässer	natürlich	Fluss, Bach	künstlich	Kanal, Graben	<p>„Fließendes Gewässer“ wird dann im weiteren Verfahrensablauf bei den Schritten m<sub>II</sub> (Rautenabfrage „FG oder SG“) und bei m<sub>III</sub> (Merkmal „Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose“) automatisch berücksichtigt.</p>
Merkmal	Ausprägung			m															
Art Schutzgut OFG	Stehendes Gewässer	natürlich	See, Teich, Weiher	nur Abfrage															
		künstlich	Talsperre, Baggersee, Teich																
	Fließendes Gewässer	natürlich	Fluss, Bach																
		künstlich	Kanal, Graben																
<p>Merkmal zur Charakterisierung der Beeinflussung des OFG durch den Abstand des Schadstoffherdes zum OFG. Die Ausprägung „unmittelbar angrenzend“ bezieht sich auf eine Lage des Schadstoffherdes direkt angrenzend am Uferstrand (z. B. erkennbar durch sichtbare Abfallstoffe im Uferböschungsbereich). Die Ausprägung „schmaler Uferstreifen“ bezieht sich in erster Linie auf die Austräge 1 und 2. Der schmale Ufer-</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Abstand Schadstoffherd zum OFG</td> <td>unmittelbar angrenzend</td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>durch schmalen Uferstreifen getrennt</td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>noch im Einflussbereich</td> <td>-0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Abstand Schadstoffherd zum OFG	unmittelbar angrenzend	+/-0	durch schmalen Uferstreifen getrennt	+/-0	noch im Einflussbereich	-0,1	<p>streifen wird in der VwV Orientierungswerte, Fass. v. 30.04.98 definiert (Hinweise zur VwV, für das Grundwasser Sonderfall 2, schmaler Uferstreifen). Für den Pfad Boden-Oberflächengewässer ist der schmale Uferstreifen als Regelfall zu betrachten. Die Ausprägung „noch im Einflussbereich“ umfasst in der Regel einen noch in größerer Entfernung liegenden Schadstoffherd mit einem Schadstofftransfer durch die Austräge 1 bis 4 zum OFG.</p>							
Merkmal	Ausprägung	m																	
Abstand Schadstoffherd zum OFG	unmittelbar angrenzend	+/-0																	
	durch schmalen Uferstreifen getrennt	+/-0																	
	noch im Einflussbereich	-0,1																	



Merkmal zur Charakterisierung der Hangneigung und zur Beurteilung der Standsicherheit. Es bezieht sich in der Regel auf Altablagerungen. Bei Hangneigungen > 30° sind bei Altablagerungen mögliche Rutschungen im Hangbereich (z. B. Sickerwassereinstau, Starkregen) zu beachten. Deshalb erfolgt bei der Eingabe „Hangneigung > 30°“ automatische eine Abfrage für das Merkmal „Standsicherheit“. Liegt keine Standsicherheit vor, wird automatisch ein Initialwert von 1,6 eingesetzt. Der Abschlag von -0,2 bezieht sich auf einen dauerhaften Zustand der Ausprägung.

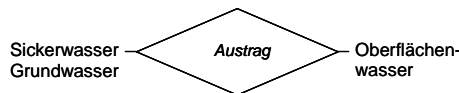
Merkmal	Ausprägung	m
Hangneigung, Standsicherheit (Dauerhaftigkeit)	Hangneigung sehr steil (> 30°), Standsicherheitsabfrage	+0,2
	Hangneigung steil (20-30°)	+0,2
	Hangneigung stark geneigt (10-20°)	+0,1
	Hangneigung geneigt (1-10°)	+/-0
	Hangneigung eben (< 1°)	-0,2

Ebenso charakterisiert die Hangneigung den Austrag von möglichen schadstoffbehafteten Partikeln von einer erosionsgefährdeten Fläche durch den Oberflächenwasserabfluss beim Austrag 4. Die Erosionswirkung erhöht sich hierbei entsprechend der Hangneigung.

Automatische Abfrage nur bei Hangneigung > 30°

Merkmal	Ausprägung	m
Standsicherheit	gem. Standsicherheitsgutachten gewährleistet	+/-0
	vermutlich nicht gewährleistet	1,6 initial
	gem. Standsicherheitsgutachten nicht gewährleistet	1,6 initial
	unbekannt	1,6 initial

Verzweigung zur Festlegung des relevanten Austrages. Der Austrag erfolgt über das Sicker-, Grund- und Oberflächenwasser. Für die Priorisierung ist der Weg, der den höchsten Schadstoffaustrag verursacht, bewertungsrelevant.




Hinweis: Im weiteren Verfahrensablauf erfolgt bei m<sub>1</sub> für den Austrag über Sicker- und Grundwasser eine Verzweigung in 3 charakteristische Austragsszenarien. Es besteht die Möglichkeit, beim Merkmal „Weiterer Austrag“ einen Zuschlag zu berücksichtigen.

Merkmal	Ausprägung	m
Austrag unterirdisch	Lage des Schadstoffherdes in ungesättigter Zone (Austrag 2 über GW)	1,1 initial
	Lage d. Schadstoffherd. i. ungesättigter Zone (Austrag 3 direkt über SiWa)	1,1...1,3 initial
	Lage des Schadstoffherdes in Grundwasserwechselzone (Austrag 1)	1,2...1,5 initial
	Lage des Schadstoffherdes in gesättigter Zone (Austrag 1)	1,6 initial

Neue Merkmalsbezeichnung – wobei die Ausprägungen und Initialwerte sich an den Wirkungspfad Boden-Grundwasser (Merkmal „Lage zum Grundwasser“) orientieren. Das Merkmal umfasst den unterirdischen Austrag aus dem Schadstoffherd über das Sicker- und/oder Grundwasser. Zur Verdeutlichung sind bei den Ausprägungen die möglichen Austräge aufgeführt. Wenn beim Austrag 3 ein kontinuierlicher Sickerwasseraustrag (z. B. Sickerwassereinstau in einer Altablagerung) erfolgt, ist ein Initialwert > 1,1 einzusetzen. Für den Fall, dass ein räumlich abgrenzbarer Schadstoffkörper in der ungesättigten Zone besteht und sich gleichzeitig eine ± hiervon getrennte Schadstoffphase im Aquifer des schmalen Uferstreifens befindet bzw. dort anzunehmen ist, gilt die Ausprägung „ungesättigte Zone“. Die Schadstoffphase im Aquifer des schmalen Uferstreifens wird dann beim entsprechenden Merkmal für die Austräge 1 und 2 weiter unten berücksichtigt.

Das Merkmal kennzeichnet ausschließlich einen oberflächigen Austrag (Austrag 4) von der Erosionsfläche durch Oberflächenwasser (OW) und die Verlagerung (Rutschung, Böschungserosion) von schadstoffbelastetem Feststoffmaterial. Der Schadstoffherd liegt in der ungesättigten Zone. Der Initialwert entspricht der „Lage in der ungesättigten Zone“ analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser bzw. dem Merkmal „Austrag unterirdisch“.

Merkmal	Ausprägung	m
Austrag oberirdisch	Lage des Schadstoffherdes in ungesättigter Zone (Austrag 4)	1,1 initial

<p>Verzweigung zur Differenzierung der <b>unterirdischen Austräge 1, 2 und 3</b> mit unterschiedlicher Priorisierungsrelevanz der Merkmale. <b>Austrag 1</b> - nur über Grundwasser mit einem Schadstoffherd in der gesättigten Zone oder Grundwasserwechselzone und dem priorisierungsrelevanten Merkmal „Schadstoffphase im Aquifer“. Beim <b>Austrag 2</b> liegt der Schadstoffherd in der ungesättigten Zone. Der Schadstofftransfer erfolgt über das Sickerwasser in das Grundwasser und führt</p>		<p>nach Abfrage mehrerer Merkmale dann auch zum Merkmal „Schadstoffphase im Aquifer“, das priorisierungsrelevant sein kann. Der <b>Austrag 3</b> kennzeichnet einen Schadstofftransfer nur über das Sickerwasser und der Schadstoffherd liegt in der ungesättigten Zone. Die Merkmale „Qualität der Oberfläche“, „Qualität der Sohle“, „Wasserzutritte“, „Niederschlag“ und „Durchlässigkeit der ungesättigten Zone“ sind bei den Austrägen 2 und 3 nur bei einer Lage des Schadstoffherds in der ungesättigten Zone priorisierungsrelevant.</p>
---	---	--

Initialwirksames Merkmal für den Austrag 1 – nur über das Grundwasser												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Schadstoffphase im Aquifer</td> <td>vorhanden</td> <td>1,6 (initial)</td> </tr> <tr> <td>anzunehmen</td> <td>1,6 (initial)</td> </tr> <tr> <td>nicht anzunehmen</td> <td>+/-0</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Schadstoffphase im Aquifer	vorhanden	1,6 (initial)	anzunehmen	1,6 (initial)	nicht anzunehmen	+/-0	<p>Merkmal analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser mit Initialwirkung für den Fall, dass ein räumlich abgrenzbarer Schadstoffkörper in der ungesättigten Zone besteht (z. B. Altablagerung oder geringmächtiges Lockergestein über grundwasserführendem Festgestein) und sich gleichzeitig eine ± hiervon getrennte Schadstoffphase im Aquifer befindet bzw. dort anzunehmen ist. Gemeint ist hier der Aquifer des schmalen Uferstreifens.</p>	
Merkmal	Ausprägung	m										
Schadstoffphase im Aquifer	vorhanden	1,6 (initial)										
	anzunehmen	1,6 (initial)										
	nicht anzunehmen	+/-0										

<b>Merkmale für den Austrag 2 – über Sickerwasser in das Grundwasser</b>			
Merkmal zur Charakterisierung des sickerwassergebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.	<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung (Details: XUMA)</b>	<b>m</b>
	Qualität der Oberfläche	Umfang der Abdeckung, Abdichtung oder Versiegelung, evtl. Ableitung berücksichtigen	-0,2...+/-0
Nur für Altablagerungen. Gemeint ist nicht die geogene ungesättigte Zone, sondern eine (de facto selten vorhandene) künstliche Sohlabdichtung. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.	<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung (Details: XUMA)</b>	<b>m</b>
	Qualität der Sohle (Altablagerungen)	Vorhandensein, Art und Mächtigkeit der Sohlabdichtung	-0,4...+/-0
Merkmal zur Charakterisierung des sickerwassergebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.	<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung (Details: XUMA)</b>	<b>m</b>
	Wasserzutritte	Vorhandensein und Umfang von Fremdwasserzutritten	0...+0,2
Merkmal zur Charakterisierung des sickerwassergebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.	<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung (Details: XUMA)</b>	<b>m</b>
	Niederschlag	Langjähriger mittlerer Niederschlag	-0,1...+0,1
Merkmal zur Charakterisierung des sickerwassergebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.	<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung (Details: XUMA)</b>	<b>m</b>
	Durchlässigkeit ungesättigte Zone	Art und Mächtigkeit der am wenigsten durchlässigen Schicht	-0,4...+0,2
<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung</b>	<b>m</b>	Merkmal analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser mit Initialwirkung für den Fall, dass ein räumlich abgrenzbarer Schadstoffkörper in der ungesättigten Zone besteht (z. B. Altablagerung oder geringmächtiges Lockergestein über grundwasserführendem Festgestein) und sich gleichzeitig eine ± hiervon getrennte Schadstoffphase im Aquifer befindet bzw. dort anzunehmen ist. Gemeint ist hier der Aquifer des schmalen Uferstreifens.
Schadstoffphase im Aquifer	vorhanden	1,6 (initial)	
	anzunehmen	1,6 (initial)	
	nicht anzunehmen	+/-0	

**Merkmale für den Austrag 3 – nur über Sickerwasser**

Merkmal zur Charakterisierung des sickerwasser-gebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.

Merkmal	Ausprägung (Details: XUMA)	m
Qualität der Oberfläche	Umfang der Abdeckung, Abdichtung oder Versiegelung, evtl. Ableitung berücksichtigen	-0,2...+/-0

Merkmal zur Charakterisierung des sickerwasser-gebundenen Schadstoffaustrages durch **Stauwirkung** einer Sohlabdichtung. Nur für Altablagerungen. Gemeint ist nicht die geogene ungesättigte Zone, sondern eine (de facto selten vorhandene) künstliche Sohlabdichtung. Im Vergleich zum Grundwassermerkmal „Qualität der Sohle“ (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) ergibt sich hier eine Gegensätzlichkeit: je wirksamer eine Sohlabdichtung ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit von Sickerwasseraustritten an der Sohle und damit eine Gefährdung des OFG.

Merkmal	Ausprägung	m
Qualität der Sohle (Altablagerungen)	keine Sohlabdichtung vorhanden	- 0,2
	Sohlabdichtung (ab 0,6 m) vorhanden	+ 0,2
	unbekannt	+ 0,2

Merkmal zur Charakterisierung des sickerwasser-gebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.

Merkmal	Ausprägung (Details: XUMA)	m
Wasserzutritte	Vorhandensein und Umfang von Fremdwasserzutritten	0...+0,2

Merkmal zur Charakterisierung des sickerwasser-gebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser.

Merkmal	Ausprägung (Details: XUMA)	m
Niederschlag	Langjähriger mittlerer Niederschlag	-0,1...+0,1

Merkmal zur Charakterisierung des sickerwasser-gebundenen Schadstoffaustrags durch eine **stauwirksame Schicht** in der ungesättigten Zone. Im Vergleich zum Grundwassermerkmal „Durchlässigkeit ungesättigte Zone“ (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) ergibt sich hier eine Gegensätzlichkeit: je wirksamer eine geologische Barriere (Stauwirkung durch eine am wenigsten durchlässige, bindige Schicht) in der ungesättigten Zone (auf Höhe des Schwankungsniveaus des OFG-Wasserspiegels) zur gesättigten Zone hin ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit von Sickerwasseraustritten und damit eine Gefährdung des OFG.

Merkmal	Ausprägung	m
Durchlässigkeit ungesättigte Zone	am wenigsten durchlässige Schicht < 1 m	- 0,2
	am wenigsten durchlässige Schicht > 1 m	+ 0,2
	nicht vorhanden	- 0,2
	unbekannt	+ 0,2

Wie bisher wird das Volumen des Schadstoffherds beim Verfahrensschritt  $r_0$  abgefragt und beim Schritt  $m_1$  mit Zu-/ Abschlägen versehen.

Merkmal	Ausprägung (Details: XUMA)	m
Volumen	Volumen des Schadstoffherds	-0,3...+0,2

<b>Merkmale für den Austrag 4 – nur über Oberflächenwasser</b>																
<p>Merkmal zur Charakterisierung des oberflächenwassergebundenen Schadstoffaustrags überwiegend durch Partikelablösung von der Erosionsoberfläche. Die Ausprägungen orientieren sich am Wirkungspfad Boden-Grundwasser. Im Vergleich zum Grundwassermerkmal ergeben sich bei den einzelnen Zu- und Abschlägen gegenläufige Werte, da beim Austrag 4 der Oberflächenwasserabfluss unmittelbar ins OFG abfließt. Durch eine ausreichende Abdeckung oder Abdichtung, die weniger als 50 % von der Erosionsfläche umfasst, ist z. B. eine lineare Erosion nicht auszuschließen. Entwässerungsgräben (z. B. Quergräben an der Basis von Böschungsstufen) können die Abflussgeschwindigkeit vermindern und verkleinern das Einzugsgebiet für die darunter liegende Fläche und wirken so erosionsmindernd. Die genauen Details sind in XUMA aufgeführt.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Qualität Oberfläche für Alttablagerungen</td> <td>Ableitung vorhanden / nicht vorhanden, Abdeckung oder Abdichtung</td> <td>-0,2...+0,1</td> </tr> <tr> <td>Qualität Oberfläche für Altstandorte</td> <td>Ableitung vorhanden / nicht vorhanden, Flächenversiegelung</td> <td>-0,2...+0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Qualität Oberfläche für Alttablagerungen	Ableitung vorhanden / nicht vorhanden, Abdeckung oder Abdichtung	-0,2...+0,1	Qualität Oberfläche für Altstandorte	Ableitung vorhanden / nicht vorhanden, Flächenversiegelung	-0,2...+0,1						
	Merkmal	Ausprägung	m													
Qualität Oberfläche für Alttablagerungen	Ableitung vorhanden / nicht vorhanden, Abdeckung oder Abdichtung	-0,2...+0,1														
Qualität Oberfläche für Altstandorte	Ableitung vorhanden / nicht vorhanden, Flächenversiegelung	-0,2...+0,1														
<p>Das Merkmal charakterisiert den erosionsvermindernden Faktor Bewuchs. Der Bewuchs (Vegetationsbedeckung der Bodenoberfläche) stellt einen wirksamen Schutz zur Minderung des Bodenabtrags dar. Die Wirksamkeit erhöht sich mit der prozentualen Zunahme der Bodenbedeckung und ihrer Nähe zur Bodenoberfläche.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Qualität des Bewuchses</td> <td>Bewuchs bis 30 %</td> <td>+0,1</td> </tr> <tr> <td>Bewuchs 30 – 50 %</td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>Bewuchs &gt; 50 % und Bewuchshöhe &lt; 1 m</td> <td>-0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Qualität des Bewuchses	Bewuchs bis 30 %	+0,1	Bewuchs 30 – 50 %	+/-0	Bewuchs > 50 % und Bewuchshöhe < 1 m	-0,1					
Merkmal	Ausprägung	m														
Qualität des Bewuchses	Bewuchs bis 30 %	+0,1														
	Bewuchs 30 – 50 %	+/-0														
	Bewuchs > 50 % und Bewuchshöhe < 1 m	-0,1														
<p>Merkmal zur Charakterisierung des oberflächenwassergebundenen Schadstoffaustrags, der durch Überschwemmungen (in der Regel Hochwasserereignisse, die zu einer kurzfristigen Überstauung führen) verursacht wird. Die Ausprägungen richten sich auf die Häufigkeit von Überschwemmungen. Die Abfrage nach der Überschwemmungshäufigkeit erfolgt nur bei Flächen/Schadstoffherden, wenn die Hangneigung &lt; 10° ist.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Abstand zwischen Überschwemmungen (Häufigkeit)</td> <td>&lt; 1 Jahr</td> <td>+ 0,2</td> </tr> <tr> <td>1 - 3 Jahre</td> <td>+ 0,1</td> </tr> <tr> <td>3 - 5 Jahre</td> <td>+/- 0</td> </tr> <tr> <td>5 - 10 Jahre</td> <td>- 0,1</td> </tr> <tr> <td>&gt; 10 Jahre</td> <td>- 0,2</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Abstand zwischen Überschwemmungen (Häufigkeit)	< 1 Jahr	+ 0,2	1 - 3 Jahre	+ 0,1	3 - 5 Jahre	+/- 0	5 - 10 Jahre	- 0,1	> 10 Jahre	- 0,2	
Merkmal	Ausprägung	m														
Abstand zwischen Überschwemmungen (Häufigkeit)	< 1 Jahr	+ 0,2														
	1 - 3 Jahre	+ 0,1														
	3 - 5 Jahre	+/- 0														
	5 - 10 Jahre	- 0,1														
	> 10 Jahre	- 0,2														
<p>Merkmal zur Charakterisierung des oberflächenwassergebundenen Schadstoffaustrags. Ausprägungen analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser bzw. Austrag 2 und 3.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung (Details: XUMA)</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niederschlag</td> <td>Langjähriger mittlerer Niederschlag</td> <td>-0,1...+0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung (Details: XUMA)	m	Niederschlag	Langjähriger mittlerer Niederschlag	-0,1...+0,1									
Merkmal	Ausprägung (Details: XUMA)	m														
Niederschlag	Langjähriger mittlerer Niederschlag	-0,1...+0,1														

Das Merkmal charakterisiert den Austrag von schadstoffbehafteten Partikeln durch eine mögliche Böschungserosion (z. B. durch eine erkennbare Unterspülung der Böschung oder durch sichtbare Abfälle im Böschungsbereich), die durch den Fließgewässerverlauf des OFG unmittelbar verursacht wird. Der Abschlag von -0,2 bezieht sich auf einen dauerhaften Zustand der Ausprägung.	Merkmal	Ausprägung	m
	Böschungserosion	Böschungserosion durch OFG-Verlauf ist vorhanden oder anzunehmen	+0,2
		Böschungserosion durch OFG-Verlauf ist nicht auszuschliessen	+0,1
		Böschungserosion durch OFG-Verlauf ist nicht anzunehmen	+/-0
Böschungserosion durch OFG-Verlauf ist auszuschliessen		-0,2	

Das Merkmal charakterisiert die tatsächlich erosionsgefährdete Fläche eines Schadstoffherdes. Unter der Erosionsfläche ist nur die Fläche eines Schadstoffherdes zu verstehen, die unmittelbar einer Erosionswirkung durch einen Oberflächenwasserabfluss ausgesetzt und durch ihre Lage als rutschungsgefährdet einzustufen ist. Die Erosionsfläche ist in der Regel durch eine Standortbegehung zu umgrenzen. Bei der Ermittlung der Stoffgefährlichkeit $r_0$ wurde die Gesamtfläche des Schadstoffherdes ermittelt.	Merkmal	Ausprägung	m
	Größe der Erosionsfläche	> 10.000 m <sup>2</sup>	+ 0,2
		5.000 – 10.000 m <sup>2</sup>	+ 0,1
		1.000 – 5.000 m <sup>2</sup>	+/- 0
		100 – 1.000 m <sup>2</sup>	- 0,1
< 100 m <sup>2</sup>		- 0,2	

Merkmale für die Austräge 1, 2, 3 und 4				
Merkmal dient zur Berücksichtigung eines weiteren Austrags. In der Praxis zeigen sich auch Mischformen zwischen unterirdischem und oberirdischem Austrag. Grundsätzlich werden 2 Mischformen unterschieden:	Merkmal	Ausprägung	m	I. Die unterirdischen Austräge 1, 2 oder 3 sind bewertungsrelevant, und es kommt noch Austrag 4 vor. II. Austrag 4 ist bewertungsrelevant, und zusätzlich tritt noch ein weiterer unterirdischer Austrag (1,2 oder 3) auf.
	Weiterer Austrag	vorhanden	+0,1	
		nicht vorhanden	+/-0	
unbekannt		+0,1		
Vergabe von Zu- oder Abschlägen für bisher nicht erfasste Merkmale	Besonderheiten des Einzelfalls		oder Ausprägungen in den Austragswegen 1 bis 4.	

## A2 Ort der Beurteilung $m_{II}$

Der **Ort der Beurteilung** (OdB) ist definiert als Übergangsbereich vom Gewässerbett bzw. Gewässerrand in das Oberflächengewässer (s. Abb. 8-11). Der Eintrag von Schadstoffen in das OFG erfolgt dabei entweder in gelöster Form (Austräge 1–3) oder vorwiegend partikulär gebunden (Austrag 4).

In der Tab. 1 bis 3 sind die Parameterlisten zur Beurteilung der Messergebnisse zu finden.

Generell gilt, dass keine weiteren Untersuchungen notwendig sind, wenn die Konzentrationen  $c_{OdB}$  am Ort der Beurteilung ( $m_{II}$ ) von gelösten Stoffen und partikulär gebundenen Stoffen die Orientierungswerte OFG einhalten. In diesem Fall ist das sog. Unbedenklichkeitskriterium erfüllt und die Priorisierung kann grundsätzlich abgebrochen werden. Zur Qualitätssicherung und Dokumentation des Bewertungsergebnisses empfiehlt es sich jedoch die XUMA-Bewertung fortzusetzen.

Anders als beim Pfad Boden-Grundwasser wird nach der Bewertung der Schadstoffkonzentration nur im Fall des Pfades „gelöste Schadstoffe“ im „fließenden Gewässer“ als nächste bewertungsrelevante Abfrage die Emission berücksichtigt. Das Emissionskriterium entfällt bei der Bewertung der übrigen Abfragepfade, da in diesen Fällen die Gefahr der späteren Akkumulation von zuvor gelösten Stoffen (v.a. Schwermetallen) v. a. im Sediment des Oberflächengewässers besteht.

Im Gegensatz zum Grundwasser, für das feste  $E_{max}W$ -Werte gelten, muss im Fall des Oberflächengewässers für jeden Standort ein gewässerspezifischer Emissionswert  $E_{max,FG}$  bestimmt werden.

Die Emission ( $E_{max,FG}$ ) errechnet sich aus der Konzentration am Ort der Beurteilung und dem Grundwasserabstrom ( $Q_{GW}$ ) bzw. Sickerwassermenge ( $Q_{SWa}$ ) vom Schadstoffherd:

Formel für die maximal zulässige Emission:

$$E_{max,FG} = \frac{0,5 * OW - OFG * MNQ}{1 + \frac{MNQ}{400 l/s}} : 11,574$$

Einheiten:

$$\begin{aligned} E_{max,FG} &= [g / d] \\ OW-OFG &= [\mu g / l] \\ MNQ &= [l / s] \end{aligned}$$

Bei der obigen Formel geht man davon aus, dass im Oberstrom grundsätzlich eine Vorbelastung vorliegt. Es wird dabei von einer Altlast zusätzlich zum betrachteten Fall pro 400 l / s MNQ ausgegangen, die jeweils mit  $E_{max,FG}$  bei MNQ emittiert, wobei der Schadstoffgehalt um 0,5 OW–OFG steigen darf.

Aufgrund dieser sehr stringenten Bedingungen ist davon auszugehen, dass, wenn rechnerisch der  $E_{max,FG}$  eingehalten ist, auch messtechnisch die Orientierungswerte im Oberflächengewässer eingehalten werden.

Der für die Berechnung erforderliche Volumenstrom (MNQ = Mittlere Niedrigwasserabflüsse) des Oberflächengewässers kann aus den Wertetabellen der Hydrologischen Atlanten Baden-Württemberg sowie aus regionalisierten MNQ entnommen werden. Für den Fall, dass keine Daten zum MNQ vorliegen und MNQ nicht vergleichend abgeschätzt werden kann, sind unter Beachtung der zeitlichen und örtlichen Repräsentativität direkte Messungen des Abflusses möglich.



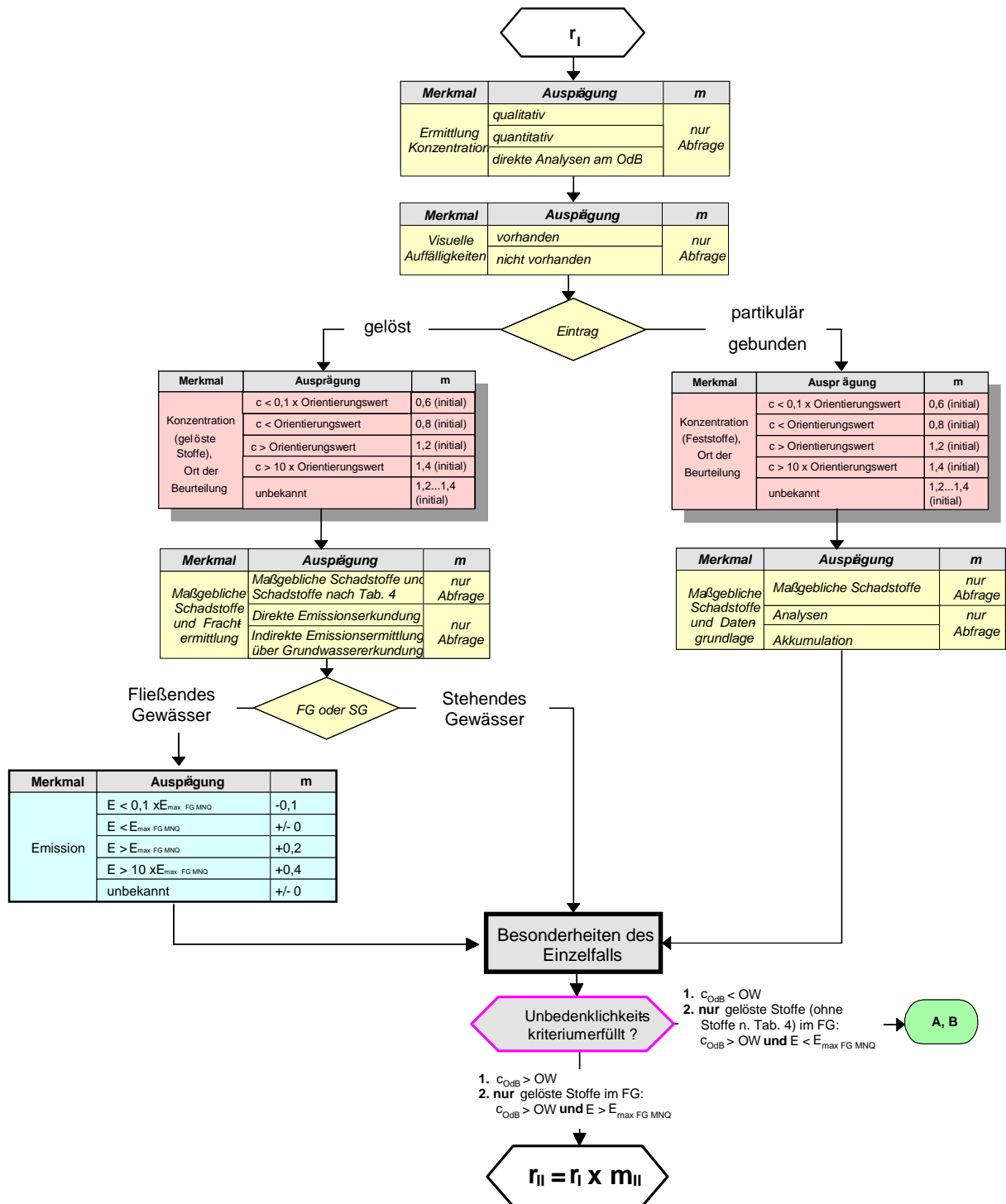
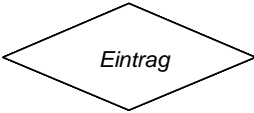


Abb. 12 Verfahrensfließbild, Priorisierung des Pfades Boden – Oberflächengewässer, Schritt Ort der Beurteilung

Grundwasser	Mensch	Pflanze	Deponie-gas	Oberflächenge-wässer
$r_0$	$r_0$	$r_0$	$r_0$	$r_0$
$m_I$	$m_I$	$m_I$	$m_I$	$m_I$
$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$	<b><math>m_{II}</math></b>

**Erläuterungen zum Verfahrensfliessbild**

<p>Beim Schritt <math>m_{II}</math> ist analog BBodSchV die Situation am Ort der Beurteilung zu charakterisieren. Dies ist das Ergebnis der Konzentrationsermittlung, zu deren Verfahren an dieser Stelle eine dokumentarische Abfrage erfolgt. „Qualitativ“ sind in diesem Sinne verbalargumentative oder über die Standortsituation (Austräge) abgeleitete Konzentrationsprognosen. „Quantitativ“ sind Modellrechnungen (z. B. Sickerwassereintrag bei einer schadhafte Dole) oder Rückrechnungen aus dem Sickerwasser- und Grundwasserabstrom. „Direkte Analyse am OdB“ bedeutet eine unmittelbare</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Ermittlung Konzentration</td> <td>qualitativ</td> <td rowspan="3">nur Abfrage</td> </tr> <tr> <td>quantitativ</td> </tr> <tr> <td>direkte Analysen am OdB</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Ermittlung Konzentration	qualitativ	nur Abfrage	quantitativ	direkte Analysen am OdB	<p>Probenahme am OdB (z. B. Sickerwassereinleitung über ein Entwässerungsrohr, Messstelle am Gewässerrand im schmalen Uferstreifen). Mit der Ausprägung „visuelle Auffälligkeiten“ werden signifikante und visuell erkennbare Auffälligkeiten (z. B. rote Eisenausfällungen am Böschungsfuß einer Altablagerung) am OdB dokumentarisch erfasst. Sie können gleichzeitig zur Lokalisierung von Sickerwasseraustrittsstellen dienen.</p>
Merkmal	Ausprägung	m								
Ermittlung Konzentration	qualitativ	nur Abfrage								
	quantitativ									
	direkte Analysen am OdB									
<p>Merkmal dient zur Qualitätssicherung und Dokumentation. Mit der Ausprägung „visuelle Auffälligkeiten“ werden signifikante und visuell erkennbare Auffälligkeiten (z. B. Verockerungen - rote Eisenausfällungen - oder Schlierenbildungen am Böschungsfuß einer Altabla-</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Visuelle Auffälligkeiten</td> <td>vorhanden</td> <td rowspan="2">nur Abfrage</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Visuelle Auffälligkeiten	vorhanden	nur Abfrage	nicht vorhanden	<p>gerung) am OdB dokumentarisch erfasst. Sie können gleichzeitig zur Lokalisierung von Sickerwasseraustrittsstellen dienen.</p>	
Merkmal	Ausprägung	m								
Visuelle Auffälligkeiten	vorhanden	nur Abfrage								
	nicht vorhanden									

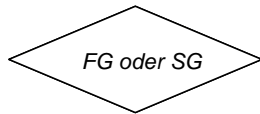
<p>Grundsätzlich wird unterschieden in einen gelösten und einen partikulär gebundenen Stoffeintrag. Der gelöste Stoffeintrag ist i. d. R. durch.</p>		<p>die Austräge 1, 2 und 3 gekennzeichnet. Der Austrag 4 kennzeichnet den partikulären Eintrag.</p>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Merkmal</th> <th style="width: 50%;">Ausprägung</th> <th style="width: 30%;">m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Konzentration (gelöste Stoffe), Ort der Beurteilung</td> <td>c &lt; 0,1 x Orientierungswert</td> <td>0,6 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &lt; Orientierungswert</td> <td>0,8 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &gt; Orientierungswert</td> <td>1,2 (initial)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>c &gt; 10 x Orientierungswert</td> <td>1,4 (initial)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>unbekannt</td> <td>1,2...1,4 (initial)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ort der Beurteilung für das Oberflächengewässer (OFG) ist in Anlehnung an den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV dort, wo der unmittelbare Übertritt eines gelösten Stoffes in das OFG stattfindet. Für die <b>Austräge 1, 2 und 3</b> ergeben sich folgende Orte der Beurteilung: Austrittspunkt (Gewässerbett, Gewässerböschung, Rohreinleitung, Gewässerrand) des „Sickerwasser-/Grundwasser-Tröpfchens“ als Übertritt in das OFG. „c“ als Ergebnis der Konzentrationsermittlungen sind repräsentative Konzentrationen (Festlegung durch Nutzer und Bewertungskommission in Abhängigkeit von der Datenqualität) für den Parameter mit der höchsten Konzentration im Verhältnis zum Orientierungswert (OW). Die Ausprägungen von „c“ erfolgen analog dem bisherigen Verfahren für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser. Die Spreizung des Initialwerts im Konzentrationsbereich um den Orientierungswert soll hierbei den gewässerökologischen Zustand nach WRRL berücksichtigen. Die Konzentrationsangaben der <b>Orientierungswerte</b> sind in den Tabellen 1 bis 4 aufgeführt.</p>	Merkmal	Ausprägung	m	Konzentration (gelöste Stoffe), Ort der Beurteilung	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)	c < Orientierungswert	0,8 (initial)	c > Orientierungswert	1,2 (initial)		c > 10 x Orientierungswert	1,4 (initial)		unbekannt	1,2...1,4 (initial)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Merkmal</th> <th style="width: 50%;">Ausprägung</th> <th style="width: 30%;">m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Konzentration (Feststoffe), Ort der Beurteilung</td> <td>c &lt; 0,1 x Orientierungswert</td> <td>0,6 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &lt; Orientierungswert</td> <td>0,8 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &gt; Orientierungswert</td> <td>1,2 (initial)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>c &gt; 10 x Orientierungswert</td> <td>1,4 (initial)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>unbekannt</td> <td>1,2...1,4 (initial)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ort der Beurteilung für das Oberflächengewässer (OFG) ist in Anlehnung an den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV dort, wo der unmittelbare Übertritt eines partikulär gebundenen Stoffes in das OFG stattfindet. Der OdB für den <b>Austrag 4</b> ist die unmittelbare Stelle, an der das Oberflächenwasser und Oberflächenwasser mit Feststoffmaterial in das OFG eintritt. Die Proben-gewinnung von Feststoffmaterial am OdB wird anlog dem Anhang 1 nach BBodSchV (0 bis 10 cm Tiefe) für den Wirkungspfad Boden-Mensch durchgeführt. „c“ als Ergebnis der Konzentrationsermittlungen sind repräsentative Konzentrationen (Festlegung durch Nutzer und Bewertungskommission in Abhängigkeit von der Datenqualität) für den Parameter mit der höchsten Konzentration im Verhältnis zum Orientierungswert (OW). Die Ausprägungen von „c“ erfolgen analog dem bisherigen Verfahren für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser. Die Konzentrationsangaben der <b>Orientierungswerte</b> sind in den Tabellen 1 bis 4 aufgeführt.</p>	Merkmal	Ausprägung	m	Konzentration (Feststoffe), Ort der Beurteilung	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)	c < Orientierungswert	0,8 (initial)	c > Orientierungswert	1,2 (initial)		c > 10 x Orientierungswert	1,4 (initial)		unbekannt	1,2...1,4 (initial)
Merkmal	Ausprägung	m																															
Konzentration (gelöste Stoffe), Ort der Beurteilung	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)																															
	c < Orientierungswert	0,8 (initial)																															
	c > Orientierungswert	1,2 (initial)																															
	c > 10 x Orientierungswert	1,4 (initial)																															
	unbekannt	1,2...1,4 (initial)																															
Merkmal	Ausprägung	m																															
Konzentration (Feststoffe), Ort der Beurteilung	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)																															
	c < Orientierungswert	0,8 (initial)																															
	c > Orientierungswert	1,2 (initial)																															
	c > 10 x Orientierungswert	1,4 (initial)																															
	unbekannt	1,2...1,4 (initial)																															

<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung</b>	<b>m</b>
<i>Maßgebliche Schadstoffe und Frachtermittlung</i>	<i>Maßgebliche Schadstoffe und Schadstoffe nach Tab. 4</i>	<i>nur Abfrage</i>
	<i>Direkte Emissionserkundung</i>	<i>nur Abfrage</i>
	<i>Indirekte Emissionsermittlung über Grundwassererkundung</i>	

Abfrage dient zur Dokumentation und Qualitätssicherung analog dem Wirkungspfad Boden – Grundwasser und bezieht sich auf das o. g. Merkmal „Konzentration“. Das Merkmal dient aber auch als Entscheidungsgrundlage für mögliche Sedimentuntersuchungen im Schritt **m<sub>III</sub>** (Merkmal „Konzentration Feststoff“). Bei den maßgeblichen Schadstoffen ist insbesondere das Vorkommen von Stoffen nach Tabelle 2 (Schwermetalle, PCB) zu beachten. Diese Schadstoffe können beim Übertritt in das OFG aus dem gelösten Zustand in den partikulären Zustand (z. B. durch Ausfällungsprozesse) übergehen. Sind die Konzentrationen am OdB für gelöste Schadstoffe nach Tab. 2 größer als der Orientierungswert, dann entfällt das Unbedenklichkeitskriterium - unabhängig von der Emissionsabschätzung - für gelöste Stoffe. Es sind dann grundsätzlich Sedimentuntersuchungen auf diese Schadstoffe im Schritt **m<sub>III</sub>** durchzuführen. Hierzu erfolgt im XUMA eine automatische Abfrage. Weiterhin wird abgefragt, ob die nachfolgende Emissionsabschätzung im Fließgewässer auf einer direkten Emissionserkundung (anhand von Konzentrationen aus dem Schadensherd) oder einer Rückrechnung aus dem Grundwasserabstrom oder Oberflächenwasserabstrom (Austrag 3 Dole) basiert.

<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung</b>	<b>m</b>
<i>Maßgebliche Schadstoffe und Datergrundlage</i>	<i>Maßgebliche Schadstoffe</i>	<i>nur Abfrage</i>
	<i>Analysen</i>	<i>nur Abfrage</i>
	<i>Akkumulation</i>	

Abfrage dient zur Dokumentation und Qualitätssicherung analog dem Wirkungspfad Boden – Grundwasser und bezieht sich auf das o. g. Merkmal „Konzentration“. Als maßgebliche Schadstoffe sind die Schwermetalle und PCB (Anlage 6, Tabelle 2) zu betrachten. „Akkumulation“ beinhaltet aufgrund der Datenlage und fachlichen Beurteilung der Standortbedingungen am OdB eine Einschätzung, ob eine Anreicherung von partikulär gebundenen Stoffen im Sediment anzunehmen ist.



Verzweigung zur Abfrage nach dem Gewässertyp (fließendes oder stehendes Gewässer). Die Abfrage ist darin begründet, dass für Stehende Gewässer kein Merkmal „Emission“ zur Anwendung kommt.

Merkmal	Ausprägung	m
Emission	$E < 0,1 \times E_{\max \text{ FG MNQ}}$	-0,1
	$E < E_{\max \text{ FG MNQ}}$	+/- 0
	$E > E_{\max \text{ FG MNQ}}$	+0,2
	$E > 10 \times E_{\max \text{ FG MNQ}}$	+0,4
	unbekannt	+/- 0

Schadstoffemissionen sind beim Pfad Boden-Oberflächengewässer ebenso wie Schadstoffkonzentrationen ein wesentliches Element der Gefährdungsabschätzung. Zur Einschätzung der Relevanz einer Emission im OFG werden die Emissionen Schadstoffherd E und  $E_{\max \text{ FG MNQ}}$  zueinander in Beziehung gesetzt. Die Berechnung von E Schadstoffherd erfolgt analog dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser. Zur Ermittlung von  $E_{\max \text{ FG MNQ}}$  werden die aktuellen MNQ (Mittlere Niedrigwasserabflüsse = Volumenstrom OFG) des fließenden Gewässers herangezogen. Aufgrund der gewässerspezifischen Berücksichtigung des MNQ gibt es auch keine festgelegten  $E_{\max \text{ FG}}$ -Werte für das Fließgewässer. Die Berechnung von  $E_{\max \text{ FG MNQ}}$  erfolgt nach den Anforderungen zum Schutz von Fließgewässern vor Schadstoffeinträgen aus Altlasten und sonstigen wassergefährdenden Flächen über Grundwasser, Sickerwasser oder wild abfließendes Wasser (LfU, Entwurf Stand 02/1997). Der erforderliche Volumenstrom (MNQ) des OFG kann aus den Wertetabellen der Hydrologischen Atlanten Baden-Württemberg sowie aus regionalisierten MNQ (Mittlere Niedrigwasserabflüsse) entnommen werden. Die durchgeführte Emissionsbetrachtung kann gleichzeitig als Kenngröße zur Festlegung von möglichen Emissionsbegrenzungen bei der Ermittlung von Sanierungszielen (einzelfallbezogene Mindestanforderung) herangezogen werden. Im Priorisierungsverfahren dient das Merkmal „Emission“ i. W. jedoch zum Vergleich unterschiedlicher Fälle hinsichtlich des Schadstoffeintrags.

Vergabe von Zu- oder Abschlägen für bisher nicht erfasste Merkmale oder

Besonderheiten des Einzelfalls

oder Ausprägungen

Das Unbedenklichkeitskriterium für gelöste Stoffe ist erfüllt, wenn die Konz.  $OdB < OW \text{ OFG}$  ist, oder

Unbedenklichkeitskriterium erfüllt ?

wenn die Emissionsbedingungen eingehalten werden und keine Stoffe nach Tabelle 4 Konz.  $OdB > OW\text{-}OFG$  sind.

### A3 Wirkung m<sub>III</sub>

Im Verfahrensschritt m<sub>III</sub> wird die **Wirkung im Schutzgut** anhand von chemischen Untersuchungen entweder im Oberflächenwasser und/oder im Feststoff (Sediment) bewertet. Die Vorgaben für die Untersuchungen im Schutzgut basieren auf vorhandenen Normen und Regelwerken (DIN-Normen, AQS-Merkblätter) und sind in Kapitel 5 (chemische und biologische Untersuchungen) zusammengestellt. In Anlehnung an die Zielvorgaben der EU-WRRL werden mit Hilfe von biologischen Untersuchungen zusätzlich „Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose“ bewertet. Die biologischen Untersuchungen sind als Ergänzung der chemischen Untersuchungen zu sehen und stellen ein integrales Element bei der Bewertung von Wirkungen im Schutzgut dar.

Die biologischen Untersuchungen im Rahmen der Altlastenuntersuchung erfassen die Auswirkung von Altlastverdachtsflächen auf die Gewässerbiozönose (hier: Makroinvertebraten). Die Beeinträchtigung wird festgestellt durch den direkten Vergleich des beeinträchtigten Gewässerabschnitts mit einem unbelasteten Referenzpunkt.

In Kap. 5.2 „Biologische Untersuchungen“ ist das Vorgehen ausführlich beschrieben.

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt nach einem dreistufigen Schema, wobei die gegenüber chemischen Untersuchungen prinzipiell deutlich geringere Aussageschärfe der biologischen Untersuchung mit dem weiten Geltungsbereich der Index-Werte berücksichtigt wird. Ein Wainstein-Index von 70–100 % zeigt an, dass eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den untersuchten Standorten (Referenzpunkt und Ist-Punkt) vorhanden ist. In einem mittleren Bereich zwischen Wainstein-Index 30–70 % sind Einflüsse auf die Artenzusammensetzung und -häufigkeit nicht auszuschließen. Unterhalb eines Wainstein-Index von 30 % sind Auswirkungen auf die Biozönose eindeutig erkennbar.

In stehenden Gewässern werden Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose anhand von Untersuchungen der Fische im Hinblick auf die Akkumulation von Schadstoffen (Schwermetalle und lipophile organische Schadstoffe) untersucht. Die Bewertungsgrundlagen (Richt- und Grenzwerte) entstammen dem Lebensmittelrecht.

Wenn im Priorisierungsverfahren nach der Orientierenden Untersuchung noch keine Analysen vorliegen, wird die Verdünnung als das initiale Merkmal zur Bewertung der Wirkung im Schutzgut herangezogen. Die mit Hilfe von Kenngrößen wie Volumenstrom „Schadstoffherd“ und MNQ „Oberflächengewässer“ abgeschätzte Verdünnung besitzt auf diesem Beweisniveau gegenüber anderen Faktoren wie biologische Abbaubarkeit, Adsorption, Strömungsverhältnisse die größte Relevanz. Aus diesem Grund können diese Parameter i. a. vernachlässigt werden.

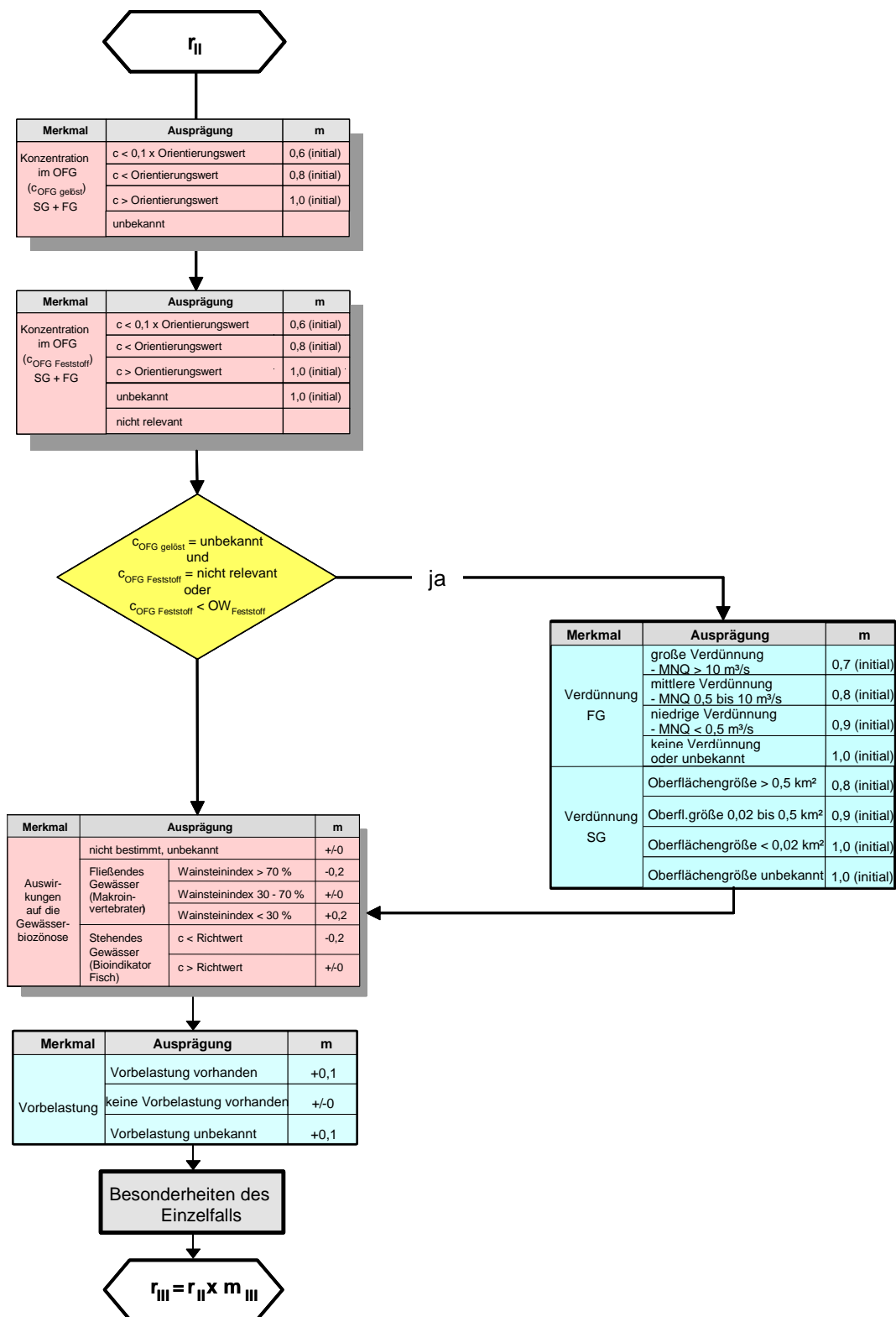


Abb. 13 Verfahrensfließbild, Priorisierung des Pfades Boden-Oberflächengewässer, Schritt Wirkung im Schutzgut

Grundwasser	Mensch	Pflanze	Deponiegas	Oberflächengewässer
$r_0$	$r_0$	$r_0$	$r_0$	$r_0$
$m_I$	$m_I$	$m_I$	$m_I$	$m_I$
$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$
$m_{III}$	$m_{III}$	$m_{III}$	$m_{III}$	<b><math>m_{III}</math></b>

**Erläuterungen zum Verfahrensfließbild**

<p>Initiales Merkmal zur Berücksichtigung von gelösten Schadstoffen im Schutzgut „Oberflächengewässer“. Die Orientierungswerte (OW-OFG<sub>gelöst</sub>) sind in Tab. 1 aufgelistet. Die Probenahme im Fließgewässer erfolgt gemäß AQS-Merkblatt 8/3 (1998).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Konzentration im OFG (c<sub>OFG gelöst</sub>) SG + FG</td> <td>c &lt; 0,1 x Orientierungswert</td> <td>0,6 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &lt; Orientierungswert</td> <td>0,8 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &gt; Orientierungswert</td> <td>1,0 (initial)</td> </tr> <tr> <td>unbekannt</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Konzentration im OFG (c <sub>OFG gelöst</sub> ) SG + FG	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)	c < Orientierungswert	0,8 (initial)	c > Orientierungswert	1,0 (initial)	unbekannt		<p>Die Überwachungsfrequenz und Zahl der Beprobungsstellen richtet sich gemäß Vorgabe EU-WRRL nach den Standortgegebenheiten. Die Probenahme im Fließgewässer sollte den Bereich oberhalb und unterhalb des Schadstoffherdes erfassen, um evtl. Vorbelastungen des Schutzgutes vom Einfluss des Schadstoffherdes unterscheiden zu können.</p>		
Merkmal	Ausprägung	m														
Konzentration im OFG (c <sub>OFG gelöst</sub> ) SG + FG	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)														
	c < Orientierungswert	0,8 (initial)														
	c > Orientierungswert	1,0 (initial)														
	unbekannt															
<p>Initiales Merkmal zur Berücksichtigung von partikulär gebundenen Schadstoffen im Schutzgut „Oberflächengewässer“. Die Orientierungswerte (OW-OFG<sub>Feststoff</sub>) sind in Tab. 2 aufgelistet. Hier geht es um den Nachweis von Stoffen im Sediment. Diese Stoffe werden entweder direkt als Partikel v.a. oberirdisch eingetragen (s. Austrag 4), aber auch durch den gelösten Transport (Austrag 1-3) vom Schadstoffherd über das Sickerwasser oder Grundwasser in das Oberflächengewässer eingetragen.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Konzentration im OFG (c<sub>OFG Feststoff</sub>) SG + FG</td> <td>c &lt; 0,1 x Orientierungswert</td> <td>0,6 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &lt; Orientierungswert</td> <td>0,8 (initial)</td> </tr> <tr> <td>c &gt; Orientierungswert</td> <td>1,0 (initial)</td> </tr> <tr> <td>unbekannt</td> <td>1,0 (initial)</td> </tr> <tr> <td>nicht relevant</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Konzentration im OFG (c <sub>OFG Feststoff</sub> ) SG + FG	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)	c < Orientierungswert	0,8 (initial)	c > Orientierungswert	1,0 (initial)	unbekannt	1,0 (initial)	nicht relevant		<p>Dort werden sie aufgrund von Milieuänderungen aus- / mitgefällt oder an Sedimentpartikel sorbiert und sind deshalb nicht mehr im Wasser nachzuweisen. Die Probenahme für diese Schwebstoffe und Sedimente erfolgt gemäß AQS-Merkblatt 8/4 (2002). Die Überwachungsfrequenz und Zahl der Beprobungsstellen richtet sich gemäß Vorgabe EU-WRRL nach den Standortgegebenheiten. Die Probenahme im Fließgewässer sollte den Bereich oberhalb und unterhalb des Schadstoffherdes erfassen, um den Einfluss des Schadstoffherdes von evtl. Vorbelastungen des Schutzgutes zu unterscheiden.</p>
Merkmal	Ausprägung	m														
Konzentration im OFG (c <sub>OFG Feststoff</sub> ) SG + FG	c < 0,1 x Orientierungswert	0,6 (initial)														
	c < Orientierungswert	0,8 (initial)														
	c > Orientierungswert	1,0 (initial)														
	unbekannt	1,0 (initial)														
	nicht relevant															
<p>Abfrage, ob Merkmal „Verdünnung“ zu berücksichtigen ist</p> <p>Die Verdünnung spielt nur im Zusammenhang mit gelösten Stoffen eine Rolle, da akkumulierbare Stoffe im Sediment nicht verdünnt werden.</p>		<p>Das Merkmal Verdünnung wird nur dann berücksichtigt, wenn es sich um gelöste Stoffe handelt, deren Konzentration unbekannt ist und die Konzentration akkumulierbarer Stoffe die Orientierungswerte<sub>Feststoff</sub> unterschreiten oder die Beurteilung dieser Stoffe nicht relevant ist (Schadstoffspektrum aus OU zeigt keine akkumulierbaren Stoffe).</p>														



<p>Initiales Merkmal zur Bewertung des Einflusses von Verdünnungseffekten im Schutzgut durch Abgleich Volumenstrom (Grundwasser bzw. Sickerwasser) Schadstoffherd mit Volumenstrom Fließgewässer durch den MNQ. Für stehende Gewässer (SG) wird vereinfachend die Oberflächengröße herangezogen,</p>	<p>z.B. 1) SG &gt; 0,5 km<sup>2</sup> (Bodensee, Schluchsee Federsee, Titisee),                  2) SG 0,02-0,5 km<sup>2</sup> (Illensee, Feldsee, Mummelsee, Wildsee) und                  3) SG &lt; 0,02 km<sup>2</sup> (ca. 4000 Seen/Weiher in Ba.-Wü. mit einer Oberfläche &lt; 2000 m<sup>2</sup> = 0,002 km<sup>2</sup>).                  Die Spreizung der Initialwerte entspricht dem Wirkungspfad Boden – Grundwasser.</p>	<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">Verdünnung FG</td> <td>große Verdünnung - MNQ &gt; 10 m<sup>3</sup>/s</td> <td>0,7 (initial)</td> </tr> <tr> <td>mittlere Verdünnung - MNQ 0,5 bis 10 m<sup>3</sup>/s</td> <td>0,8 (initial)</td> </tr> <tr> <td>niedrige Verdünnung - MNQ &lt; 0,5 m<sup>3</sup>/s</td> <td>0,9 (initial)</td> </tr> <tr> <td>keine Verdünnung oder unbekannt</td> <td>1,0 (initial)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Verdünnung SG</td> <td>Oberflächengröße &gt; 0,5 km<sup>2</sup></td> <td>0,8 (initial)</td> </tr> <tr> <td>Oberfl.größe 0,02 bis 0,5 km<sup>2</sup></td> <td>0,9 (initial)</td> </tr> <tr> <td>Oberflächengröße &lt; 0,02 km<sup>2</sup></td> <td>1,0 (initial)</td> </tr> <tr> <td>Oberflächengröße unbekannt</td> <td>1,0 (initial)</td> </tr> </table>	Verdünnung FG	große Verdünnung - MNQ > 10 m <sup>3</sup> /s	0,7 (initial)	mittlere Verdünnung - MNQ 0,5 bis 10 m <sup>3</sup> /s	0,8 (initial)	niedrige Verdünnung - MNQ < 0,5 m <sup>3</sup> /s	0,9 (initial)	keine Verdünnung oder unbekannt	1,0 (initial)	Verdünnung SG	Oberflächengröße > 0,5 km <sup>2</sup>	0,8 (initial)	Oberfl.größe 0,02 bis 0,5 km <sup>2</sup>	0,9 (initial)	Oberflächengröße < 0,02 km <sup>2</sup>	1,0 (initial)	Oberflächengröße unbekannt	1,0 (initial)
Verdünnung FG	große Verdünnung - MNQ > 10 m <sup>3</sup> /s	0,7 (initial)																		
	mittlere Verdünnung - MNQ 0,5 bis 10 m <sup>3</sup> /s	0,8 (initial)																		
	niedrige Verdünnung - MNQ < 0,5 m <sup>3</sup> /s	0,9 (initial)																		
	keine Verdünnung oder unbekannt	1,0 (initial)																		
Verdünnung SG	Oberflächengröße > 0,5 km <sup>2</sup>	0,8 (initial)																		
	Oberfl.größe 0,02 bis 0,5 km <sup>2</sup>	0,9 (initial)																		
	Oberflächengröße < 0,02 km <sup>2</sup>	1,0 (initial)																		
	Oberflächengröße unbekannt	1,0 (initial)																		

<p>Merkmal zur Erfassung der Auswirkungen von toxisch wirkenden Stoffen auf die Biozönose des OFG. Im Fließgewässer werden Änderungen oder Verschiebungen in der Biozönose durch Vergleich eines unbelasteten Referenzpunktes mit dem Ist-Punkt ermittelt. Zur Bewertung von Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose im stehenden Gewässer werden Bioindikatoren (Fische) auf Akkumulationen von Schadstoffen untersucht.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose</td> <td>nicht bestimmt, unbekannt</td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Fließendes Gewässer (Makroinvertebraten)</td> <td>Wainsteinindex &gt; 70 %</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td>Wainsteinindex 30-70 %</td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>Wainsteinindex &lt; 30 %</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Stehendes Gewässer (Bioindikator Fisch)</td> <td>c &lt; Richtwert</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td>c &gt; Richtwert</td> <td>+/-0</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose	nicht bestimmt, unbekannt	+/-0	Fließendes Gewässer (Makroinvertebraten)	Wainsteinindex > 70 %	-0,2	Wainsteinindex 30-70 %	+/-0	Wainsteinindex < 30 %	+0,2	Stehendes Gewässer (Bioindikator Fisch)	c < Richtwert	-0,2	c > Richtwert	+/-0	<p>Die Bewertung erfolgt anhand von Richt- und Grenzwerten des Lebensmittelrechts für bestimmte Schadstoffe (<b>Tabelle 1</b>). Analog zum Wirkungspfad Boden Pflanze werden Richt- bzw. Grenzwertüberschreitungen nicht mit einem Zuschlag versehen, da erhöhte Konzentrationen im Bioindikator (Lebensmittel) grundsätzlich mit Sedi-mentbelastungen verbunden sind, die bereits bei dem Merkmal „Konz. Feststoff“ berücksichtigt wurden.</p>
Merkmal	Ausprägung	m																		
Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose	nicht bestimmt, unbekannt	+/-0																		
	Fließendes Gewässer (Makroinvertebraten)	Wainsteinindex > 70 %	-0,2																	
		Wainsteinindex 30-70 %	+/-0																	
		Wainsteinindex < 30 %	+0,2																	
	Stehendes Gewässer (Bioindikator Fisch)	c < Richtwert	-0,2																	
		c > Richtwert	+/-0																	

<p><b>Tabelle 1:</b> Höchstgehalte und Höchstmengen für Bioindikatoren</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parameter</th> <th rowspan="2">Einheit</th> <th colspan="3">VO (EG) 466/2001 <sup>1)</sup></th> <th>SHmV 2003 <sup>2)</sup></th> </tr> <tr> <th>Fisch (Muskelfleisch)</th> <th>Muscheln</th> <th>Süßwasserfische</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pb</td> <td>mg/kg Frischg.</td> <td>0,2</td> <td>1</td> <td></td> <td>k. Angabe</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>mg/kg Frischg.</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td></td> <td>k. Angabe</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>mg/kg Frischg.</td> <td>0,5</td> <td></td> <td></td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>PCB</td> <td>mg/kg Frischg.</td> <td>k. Angabe</td> <td>k. Angabe</td> <td></td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>PCDD/F</td> <td>pg TEQ/g</td> <td>4</td> <td>k. Angabe</td> <td></td> <td>k. Angabe</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Einheit	VO (EG) 466/2001 <sup>1)</sup>			SHmV 2003 <sup>2)</sup>	Fisch (Muskelfleisch)	Muscheln	Süßwasserfische		Pb	mg/kg Frischg.	0,2	1		k. Angabe	Cd	mg/kg Frischg.	0,05	1		k. Angabe	Hg	mg/kg Frischg.	0,5			0,5	PCB	mg/kg Frischg.	k. Angabe	k. Angabe		0,3	PCDD/F	pg TEQ/g	4	k. Angabe		k. Angabe	<p><sup>1)</sup> Verordnung (EG) Nr. 466/2001 der Kommission vom 08.03.2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.  <sup>2)</sup> Verordnung über Höchstmengen an Schadstoffen in Lebensmitteln (SHmV) 19.12.2003, BGBl. I Nr. 63 vom 23.12.2003.</p>
Parameter	Einheit			VO (EG) 466/2001 <sup>1)</sup>			SHmV 2003 <sup>2)</sup>																																			
		Fisch (Muskelfleisch)	Muscheln	Süßwasserfische																																						
Pb	mg/kg Frischg.	0,2	1		k. Angabe																																					
Cd	mg/kg Frischg.	0,05	1		k. Angabe																																					
Hg	mg/kg Frischg.	0,5			0,5																																					
PCB	mg/kg Frischg.	k. Angabe	k. Angabe		0,3																																					
PCDD/F	pg TEQ/g	4	k. Angabe		k. Angabe																																					

<p>Dieses Merkmal bewertet bereits im Zustrom vorhandene und bekannte Belastungen aus anderen Quellen. Bei einer vorhandenen Vorbelastung können unter Umständen auch schon vergleichsweise geringe</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Vorbelastung</td> <td>Vorbelastung vorhanden</td> <td>+0,1</td> </tr> <tr> <td>keine Vorbelastung vorhanden</td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>Vorbelastung unbekannt</td> <td>+0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Vorbelastung	Vorbelastung vorhanden	+0,1	keine Vorbelastung vorhanden	+/-0	Vorbelastung unbekannt	+0,1	<p>Einträge aus der untersuchten Fläche dazu führen, dass das OFG eine sehr hohe Gesamtbelastung erfährt.</p>
Merkmal	Ausprägung	m										
Vorbelastung	Vorbelastung vorhanden	+0,1										
	keine Vorbelastung vorhanden	+/-0										
	Vorbelastung unbekannt	+0,1										

<p>Vergabe von Zu- oder Abschlägen für bisher</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                 Besonderheiten des Einzelfalls             </div>	<p>nicht erfasste Merkmale oder Ausprägungen.</p>
---	---	---

## A4 Bedeutung $m_{IV}$

Der Verfahrensschritt  $m_{IV}$  (**Bedeutung des Schutzgutes**) orientiert sich entsprechend der Intention des Priorisierungsverfahrens nicht mehr an der Gefahrenlage, sondern stellt die wirtschaftliche Bedeutung des Schutzgutes in den Vordergrund. Mit den aufgestellten Merkmalen wird die Systematik der bisherigen Wirkungspfade beibehalten. Analog zu den übrigen Wirkungspfaden ist die Empfindlichkeit der menschlichen Nutzung das initiale Merkmal. Das Merkmal „Größe des Einzugsgebietes für Fließende Gewässer bzw. Größe der Oberfläche für Stehende Gewässer“ stellt analog zu den anderen Wirkungspfaden einen Flächenbezug dar. Die Ausprägungen für dieses flächenbezogene Merkmal basieren auf den gewässerrelevanten Größenordnungen der EU-WRRL.

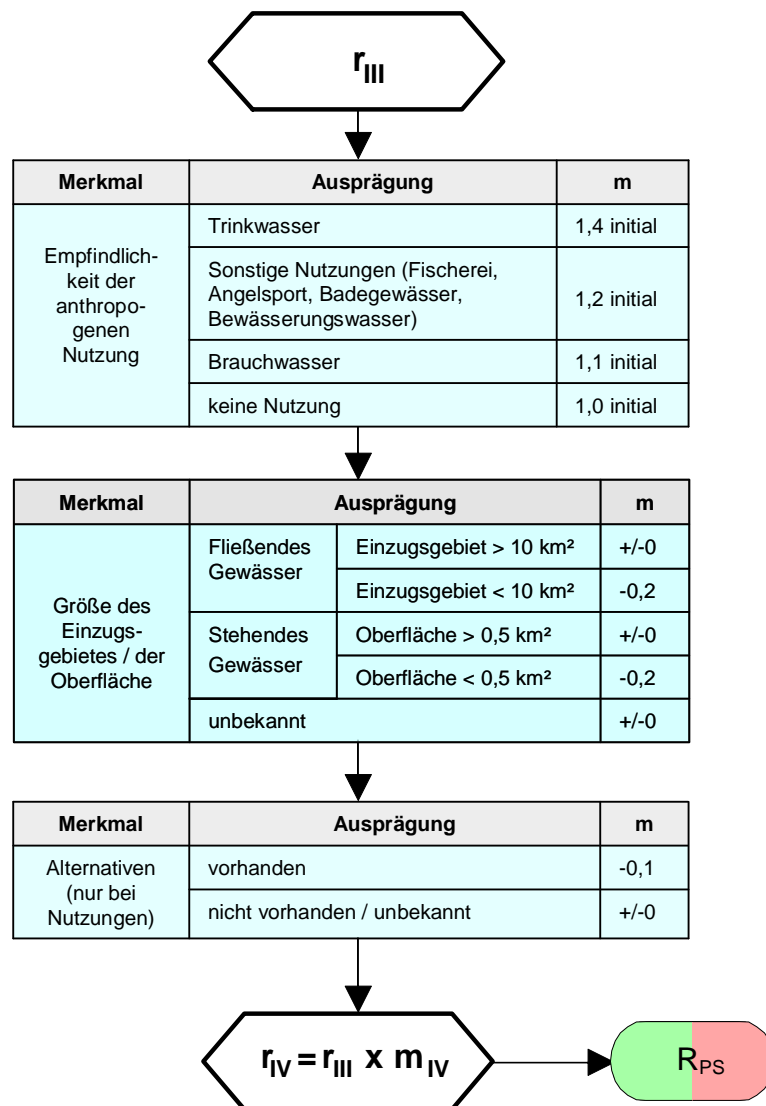


Abb. 14 Verfahrensflißbild, Priorisierung des Pfades Boden-Oberflächengewässer, Schritt Bedeutung des Schutzgutes

Grundwasser	Mensch	Pflanze	Deponiegas	Oberflächengewässer
$r_0$	$r_0$	$r_0$	$r_0$	$r_0$
$m_I$	$m_I$	$m_I$	$m_I$	$m_I$
$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$	$m_{II}$
$m_{III}$	$m_{III}$	$m_{III}$	$m_{III}$	$m_{III}$
$m_{IV}$	$m_{IV}$	$m_{IV}$	$m_{IV}$	<b><math>m_{IV}</math></b>

**Erläuterungen zum Verfahrensfließbild**

Beim Verfahrensschritt $m_{IV}$ wird nicht mehr die Gefahrenlage sondern v. a. die wirtschaftliche Bedeutung des OFG bewertet																			
<p>Initiales Merkmal zur Nutzung oder Nutzungswürdigkeit des OFG.                      Die höchste Empfindlichkeit besitzt mit einem Initialwert von 1,4 die Trinkwassernutzung. Abgesehen von der Bodensee-Wasserversorgung werden nur sehr lokal an vier weiteren Stellen Oberflächengewässer zur Trinkwassergewinnung genutzt.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Empfindlichkeit der anthropogenen Nutzung</td> <td>Trinkwasser</td> <td>1,4 initial</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Nutzungen (Fischerei, Angelsport, Badegewässer, Bewässerungswasser)</td> <td>1,2 initial</td> </tr> <tr> <td>Brauchwasser</td> <td>1,1 initial</td> </tr> <tr> <td>keine Nutzung</td> <td>1,0 initial</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Empfindlichkeit der anthropogenen Nutzung	Trinkwasser	1,4 initial	Sonstige Nutzungen (Fischerei, Angelsport, Badegewässer, Bewässerungswasser)	1,2 initial	Brauchwasser	1,1 initial	keine Nutzung	1,0 initial	<p>Die sonstigen Nutzungen (Fischerei, Angelsport, Badegewässer, Bewässerung) werden aufgrund der geringeren Empfindlichkeit mit einem einheitlichen m-Wert von 1,2 zusammengefasst. Für die Brauchwassernutzung wird ein m-Wert von 1,1 angesetzt. Ist keine anthropogene Nutzung vorhanden, beträgt der Initialwert 1,0.</p>					
Merkmal	Ausprägung	m																	
Empfindlichkeit der anthropogenen Nutzung	Trinkwasser	1,4 initial																	
	Sonstige Nutzungen (Fischerei, Angelsport, Badegewässer, Bewässerungswasser)	1,2 initial																	
	Brauchwasser	1,1 initial																	
	keine Nutzung	1,0 initial																	
<p>Analog zu den Pfaden Boden - Mensch, Boden - Pflanze bzw. Boden - Deponiegas wird mit diesem Merkmal ein Größenbezug bei der Bewertung der Bedeutung des Schutzgutes hergestellt. Dieses Merkmal orientiert sich an den Vorgaben der EU-WRRL, welche die Bedeutung von OFG anhand der Größe der Einzugsgebiete definiert.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Größe des Einzugsgebietes / der Oberfläche</td> <td rowspan="2">Fließendes Gewässer</td> <td>Einzugsgebiet &gt; 10 km<sup>2</sup></td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>Einzugsgebiet &lt; 10 km<sup>2</sup></td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Stehendes Gewässer</td> <td>Oberfläche &gt; 0,5 km<sup>2</sup></td> <td>+/-0</td> </tr> <tr> <td>Oberfläche &lt; 0,5 km<sup>2</sup></td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td>unbekannt</td> <td></td> <td>+/-0</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Größe des Einzugsgebietes / der Oberfläche	Fließendes Gewässer	Einzugsgebiet > 10 km <sup>2</sup>	+/-0	Einzugsgebiet < 10 km <sup>2</sup>	-0,2	Stehendes Gewässer	Oberfläche > 0,5 km <sup>2</sup>	+/-0	Oberfläche < 0,5 km <sup>2</sup>	-0,2	unbekannt		+/-0	<p>Eine Fläche des Einzugsgebietes von &lt; 10 km<sup>2</sup> besitzt keine gewässerökologisch bedeutsame Größe. Der Abschlag für diese Ausprägung beträgt -0,2. Einzugsgebiete &gt; 10 km<sup>2</sup> verändern die initiale Bewertung nicht (+/-0). Analog wird die Größe der Oberfläche von Stehenden Gewässern bewertet.</p>
Merkmal	Ausprägung	m																	
Größe des Einzugsgebietes / der Oberfläche	Fließendes Gewässer	Einzugsgebiet > 10 km <sup>2</sup>	+/-0																
		Einzugsgebiet < 10 km <sup>2</sup>	-0,2																
	Stehendes Gewässer	Oberfläche > 0,5 km <sup>2</sup>	+/-0																
		Oberfläche < 0,5 km <sup>2</sup>	-0,2																
unbekannt		+/-0																	
<p>Dieses Merkmal bezieht sich nur auf die anthropogenen Nutzungen. Alternativen zur Nutzung sind vor allem bei der Trinkwasser-, Bewässerungs- und Brauchwassernutzung denkbar bspw. durch Ausweichen auf andere Versorgungsarten (Wasserzweckverband, Tiefbrunnen o. ä.).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Alternativen (nur bei Nutzungen)</td> <td>vorhanden</td> <td>-0,1</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden / unbekannt</td> <td>+/-0</td> </tr> </tbody> </table>	Merkmal	Ausprägung	m	Alternativen (nur bei Nutzungen)	vorhanden	-0,1	nicht vorhanden / unbekannt	+/-0	<p>Für die sonstigen Nutzungen bestehen die Alternativen in der Regel im Ausweichen auf andere OFG (Badegewässer), bzw. sind keine Alternativen vorhanden (Fischerei, Angelsport).</p>									
Merkmal	Ausprägung	m																	
Alternativen (nur bei Nutzungen)	vorhanden	-0,1																	
	nicht vorhanden / unbekannt	+/-0																	
<p>Vergabe von Zu- oder Abschlägen für bisher nicht erfasste Merkmale oder Ausprägungen</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Besonderheiten des Einzelfalls</div>	<p>(bspw. für OFG mit einem kleinen Einzugsgebiet aber hohem Schadstoffeintrag oder für OFG mit nur temporärer Wasserführung).</p>																	
<p>Das prioritätssetzende Risiko dient zur Steuerung der Bearbeitungsressourcen. Es erlangt bei kommunalen Fällen (Altlastenfonds) eine formale Bedeutung,</p>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;">R<sub>PS</sub></div>	<p>kann jedoch auch zur Festlegung von Bearbeitungsprioritäten seitens der Land- und Stadtkreise herangezogen werden.</p>																	