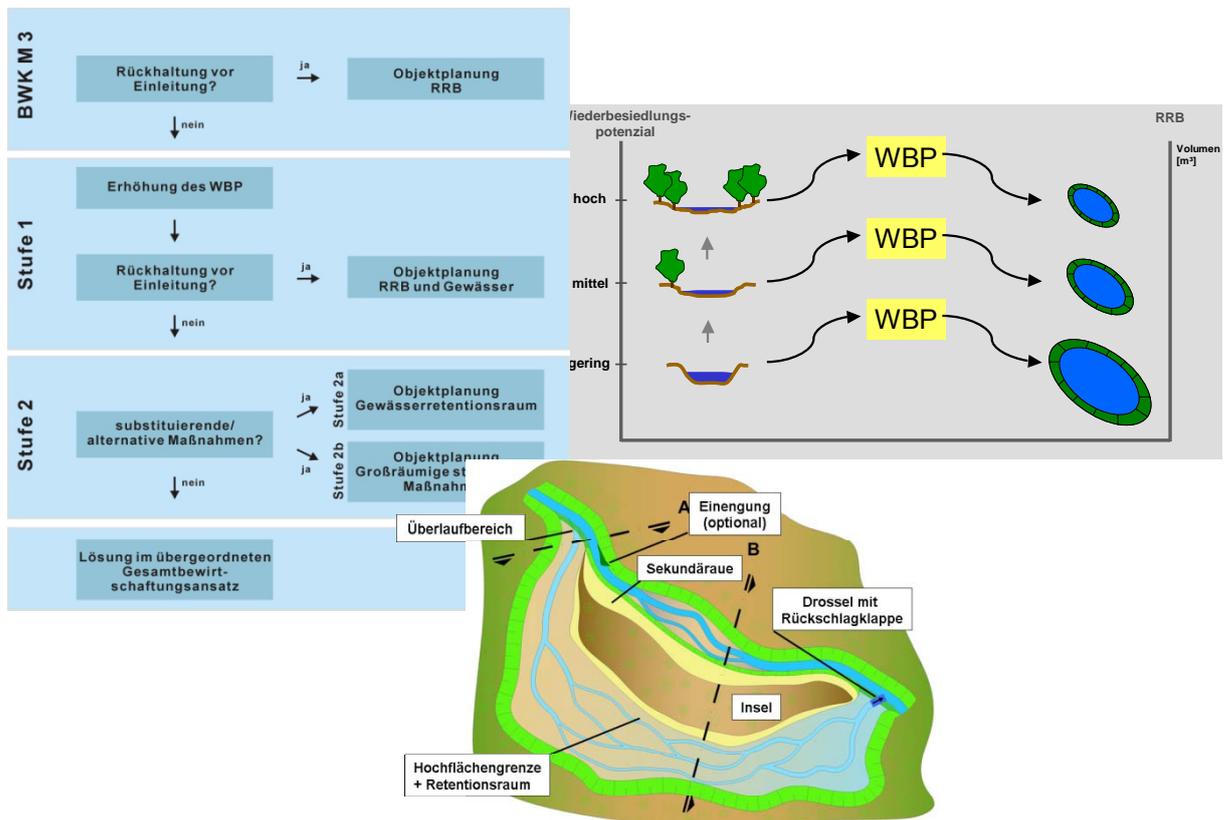




Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Handlungsanleitung bei punktuellen Misch- und Niederschlagswassereinleitungen für die Ermittlung gewässerstruktureller Maßnahmen



Erarbeitet durch

Universität zu Köln
Geographisches Institut
Abteilung für angewandte Geomorphologie und
Landschaftsforschung
 Prof. Dr. Ernst Brunotte



Planungsbüro Koenzen
Wasser und Landschaft
 Dr. Uwe Koenzen
 Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Ökol. Hans-Peter Henter



DAHLEM Beratende Ingenieure GmbH & Co.
Wasserwirtschaft KG
 Dr.-Ing. Andre Niemann
 Dipl.-Ing. Yorck Lühje

Fachliche Begleitung durch einen Arbeitskreis mit folgenden Mitgliedern

Dipl.-Ing. Jürgen Benning	Bezirksregierung Detmold
Dipl.-Ing. Rolf Dietz	Bezirksregierung Arnsberg
Dipl.-Ing. Joachim Drüke	Bezirksregierung Arnsberg
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Hüsing	Bezirksregierung Münster
Dipl.-Ing. Andrea Kaste	MUNLV NRW
Dipl.-Ing. Thomas Menzel	MUNLV NRW
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Nolte (Obmann)	Bezirksregierung Münster
Dipl.-Ing. Arnold Schmidt	Bezirksregierung Köln
Dipl.-Ing. Ulf Treseler	Bezirksregierung Münster

Stand 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Zielsetzung	7
2	Schnittstellen des BWK-Merkblattes 3 und der Konzepte zur naturnahen Entwicklung	10
3	Auswahl der Maßnahmen – Rückhaltung vor Einleitung und gewässerstrukturelle Maßnahmen	12
3.1	Ausgangssituation – hydraulische Überbeanspruchungen.....	12
3.2	Lösungsansatz BWK M3.....	13
3.3	Rückhaltung vor Einleitung	14
3.4	Gewässerretentionsraum, gewässerbezogene Aufweitung und großräumige gewässerstrukturelle Maßnahmen	16
3.5	Bewertung der Effektivität einer Maßnahme	16
3.6	Abflussbewirtschaftungsansatz.....	18
4	Auswahl von grundsätzlich geeigneten gewässerstrukturellen Maßnahmen	20
5	Verfahren für die Verknüpfung und Dimensionierung gewässerstruktureller Maßnahmen	22
5.1	Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials – Stufe 1.....	24
5.1.1	Vorgehen bei der Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials	25
5.1.2	Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials	27
5.1.3	Vorgehen bei der Ermittlung des erreichbaren Wiederbesiedlungspotenzials	30
5.2	Entwicklung von Gewässerretentionsräumen – Stufe 2a	31
5.2.1	Funktionsweise und Zielsetzung eines Gewässerretentionsraumes	35
5.2.2	Randbedingungen und Dimensionierung.....	38
5.2.3	Anforderungen an die Gestaltung	45
5.3	Großräumige strukturelle Maßnahmen – Stufe 2b.....	47
5.4	Lösung im übergeordneten Gesamtbewirtschaftungsansatz.....	50
6	Weiterreichende Wirkungen der Maßnahmen	54
	Literaturverzeichnis	56
	Anhang	57

- Anhang 1:** Beschreibung der gewässerstrukturellen Maßnahmen
- Anhang 2:** Auszug aus: BWK (2001): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse (Merkblatt 3) – Anhang Nr. 7, Seite 1-3
- Anhang 3:** Beispielanwendungen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schnittstellen (gelb) von BWK M3 und KNEF (Verfahrensabläufe).....	11
Abbildung 2: Maßnahmen zur immissionsorientierten Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen.....	12
Abbildung 3: Berücksichtigung der Effektivität η hinsichtlich der Wirkung einer Maßnahme zur immissionsorientierten Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen in der vorliegenden Arbeitshilfe.....	17
Abbildung 4: Gegliederter Fließquerschnitt bei Hochwasser, Entkopplung von Hauptgerinne- und Vorlanddurchströmung	18
Abbildung 5: Entscheidungsbaum zum Ablauf der Maßnahmenwahl bei nicht oder nicht vollständig realisierbarer Rückhaltung vor Einleitung.....	23
Abbildung 6: Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials und Reduzierung der Rückhaltevolumina	24
Abbildung 7: Beispiel für die Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials im Ist-Zustand.....	25
Abbildung 8: Gewässerstrukturelle Maßnahmen und ihr Potenzial zur Verbesserung der Gewässerstruktur und damit des Wiederbesiedlungspotenzials (Piktogramme entspr. der Maßnahmenbeschreibung im Anhang)	28
Abbildung 9: Beispiel für die Verbesserung der Gewässerstruktur und damit des Wiederbesiedlungspotenzials	29
Abbildung 10: Beispiel für Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials und ihre Wirkung.....	30
Abbildung 11: Entwicklung von Gewässerretentionsräumen	31
Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung eines Gewässerretentionsraumes seidl. eines Tieflandgewässers (Nebenschluss).....	33
Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung eines Gewässerretentionsraumes seidl. eines Mittelgebirgsgewässers (Nebenschluss).....	34
Abbildung 14: Überlagerung der Einleitungsabflüsse aus einer Niederschlagswassereinleitung mit dem Gewässerabfluss.....	35

Abbildung 15: Zielsetzung an den Gewässerretentionsraum (hier: $HQ_{2p, nat} = HQ_{1p, nat} + x \cdot HQ_{1p, nat}$, mit $x = 0,10$)	36
Abbildung 16: Wirkungsweise eines Regenrückhaltebeckens (vor Einleitung)	39
Abbildung 17: Schlüsselkurven zur überschlägigen Ermittlung von Fließtiefen.....	40
Abbildung 18: Schematischer Schnitt durch das Gewässer und den seitl. Retentionsraum im Nebenschluss.....	41
Abbildung 19: Lamelle zwischen Sohlhöhe des Speicherraums und Einlaufhöhe	42
Abbildung 20: Ablauf der Vorgehensweise bei Ableitung der Flächengröße eines Gewässerretentionsraumes im Nebenschluss.....	43
Abbildung 21: Grafiken zum Ablesen der Effektivität der Wirkung	44
Abbildung 22: Beispiel für die Dokumentation von großräumigen strukturellen Maßnahmen.....	48
Abbildung 23: Möglicher Ablauf bei der Verfolgung eines übergeordneten Gesamtbewirtschaftungsansatzes	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zulässige Überlaufhäufigkeiten $n [1/a]$ für Regenrückhaltebecken gemäß BWK M3	14
Tabelle 2: Beziehung geeigneter gewässerstruktureller Maßnahmen zu Komponenten von Niederschlagswassereinleitungen aus dem Misch- und Trennverfahren	20
Tabelle 3: Substituierende und ergänzende strukturelle Maßnahmen.....	21
Tabelle 4: Maßnahmen mit besonderer Bedeutung für großräumige strukturelle Umgestaltungen.....	49
Tabelle 5: Zusammenhänge von Maßnahmen und Zielerfüllung.....	54

Abkürzungsverzeichnis

KNEF	Konzept zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern
WBP	Wiederbesiedlungspotenzial
RRB	Regenrückhaltebecken
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HS	Hauptschluss
NS	Nebenschluss
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss
HQ _{1 p, nat.}	potenziell naturnaher einjähriger Abfluss
HQ _{2 p, nat.}	potenziell naturnaher zweijährlicher Abfluss
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union

1 Anlass und Zielsetzung

Der Gewässerschutz und die Gewässerentwicklung in NRW greifen auf eingeführte und belastbare Instrumente zu, die für spezifische Fragestellungen entwickelt wurden.

Zwei dieser Instrumente sind

- die Konzepte zur naturnahen Entwicklung der Fließgewässer (KNEF), die auf die strukturelle Verbesserung der Gewässer abzielen

und

- das BWK-Merkblatt 3 (BWK M3), welches die bewertende Immissionsbetrachtung der Einleitungen von Niederschlagswasser aus dem Misch- und Trennsystem kanalisierter Einzugsgebiete zum Gegenstand hat.

Bislang werden die Konzepte sowie das BWK M3 zumeist entkoppelt voneinander eingesetzt, obwohl zahlreiche inhaltlich-fachliche Schnittstellen bestehen. Eine fachliche Abstimmung und Kombination der beiden Instrumente ist jedoch in vielen Fällen geboten, da die Gewässerstruktur sowie das Wiederbesiedlungspotenzial erheblichen Einfluss auf die Maßnahmenfindung und –dimensionierung nach BWK M3 besitzen. Insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Struktur der Abstimmungsprozesse läuft die Bearbeitung in beiden Pfaden oftmals parallel bzw. hintereinander ab, ohne die denkbaren positiven Synergieeffekte zu nutzen.

In der wasserwirtschaftlichen Genehmigungspraxis tritt oftmals der Fall auf, dass der gemäß BWK M3 geforderten Rückhaltung vor Einleitung nicht entsprochen werden kann. Die Gründe für das Nichtentsprechen können vielfältig sein. Zumeist ist es die Grundstücksverfügbarkeit bzw. sind es die Verhältnisse im Bestand, die eine Anordnung klassischer Rückhalteräume am Einleitungsstandort verhindern. Regenrückhaltebecken haben sich als effektive, in hohem Maße die Hydraulik von Fließgewässern schonende Anlage der Siedlungswasserwirtschaft bewährt. Das Rückhalteverhalten einer solchen Anlage ist verglichen mit anderen Instrumenten groß. Aufgrund der hohen Effektivität, ist das Prinzip Rückhaltung vor Einleitung überall, wo es möglich ist, umzusetzen. Derzeit existieren nur bedingt alternative Lösungsmöglichkeiten für eine andersartig ausgelegte Kompensation der Belastungen entlang der betroffenen Gewässerstrecke. Dies hat in der Vergangenheit zu verschiedensten individuellen Interpretationen seitens der Betreiber, Planer und Genehmigungsbehörden geführt, so dass eine Strukturierung für derartige Fälle sinnvoll erscheint.

Grundsätze und Anwendungsgrenzen der Arbeitshilfe

- Der Grundsatz „Rückhaltung vor Einleitung“ bleibt erhalten. Es besteht somit keine freie Auswahl zwischen Maßnahmen zur Rückhaltung und gewässerstrukturellen Maßnahmen. Nur wenn die *Rückhaltung vor Einleitung* nicht oder nicht vollständig zielführend umgesetzt werden kann, beispielsweise aus Gründen der Flächenverfügbarkeit, können und müssen alternative Lösungswege verfolgt werden.
- Die vorgestellten Maßnahmen und Vorgehensweisen beziehen sich ausschließlich auf hydraulische Belastungen, da gewässerstrukturelle Maßnahmen hinsichtlich stofflichen Belastungen nur begrenzte Wirkung besitzen. Bei signifikanten stofflichen Belastungen sind somit entsprechende geeignete Maßnahmen vorzusehen.
- Grundsätzlich ist in vielen Fällen – wenn realisierbar – ein kleineres RRB in Kombination mit gewässerstrukturellen Maßnahmen sinnvoller als der vollständige Verzicht auf ein RRB.

Die vorgelegte Arbeitshilfe hat zum Ziel, Schnittstellen zwischen den beiden Instrumenten (KNEF und BMW M3) zu identifizieren und Vorgaben für eine konsistente Handhabung und die Maßnahmenauswahl zu erarbeiten. Dies soll letztlich Synergieeffekte freimachen, einen Mehrwert für die ökologischen Verhältnisse von Fließgewässern bringen und Effizienz in Planung und Umsetzung von Maßnahmen erreichen.

Diese Vorgehensweise gewinnt vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Bestandsaufnahme der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) besondere Relevanz, denn die Bestandsaufnahme hat für Nordrhein-Westfalen (NRW) hydromorphologische Belastungen und Belastungen aus Regen- und Mischwassereinleitungen als zentrale Beeinträchtigungen erkannt.

Die Arbeitshilfe beinhaltet eine Zusammenstellung derjenigen Maßnahmen aus der Erarbeitung eines KNEF, die geeignet erscheinen, vorhandene, nicht unmittelbar zu beseitigende Defizite in der Niederschlagswasserableitung zu kompensieren. In Übereinstimmung mit den Vorgaben der WRRL zur Identifizierung kosteneffizienter Maßnahmen werden so Maßnahmentypen identifiziert und maßnahmentypspezifische Lösungen aufgezeigt, um eine landesweit einheitliche Anwendung zu gewährleisten. Eine Berücksichtigung der Maßnahmen im Hinblick auf die Integration in das Baseline-Szenario der WRRL ist dabei grundsätzlich denkbar.

In dem nachfolgend erläuterten Ablauf ist die empfohlene Vorgehensweise bei der Maßnahmenwahl dargelegt.

Als Ausgangssituation liegt dabei bereits ein ermitteltes erforderliches Volumen für ein Regenrückhaltebecken (vor Einleitung) zugrunde. Die Größenordnung dieses Rückhaltevolumens ist grundsätzlich im weiteren Planungsprozess zu beachten. Je größer die Abflussspitzen der Einleitungen sind, desto unwahrscheinlicher ist es, dass die Kompensation der einleitungsbedingten Abflussverschärfung über die Umsetzung gewässerstruktureller Maßnahmen und damit über die Verbesserung der ökologischen Qualität des betroffenen Gewässers gelingt. Vielmehr sind die Anwendung gewässerstruktureller Maßnahmen und deren Umfang als stützende Kompensation ergänzend zu einer Bereitstellung von Rückhaltevolumen zu verstehen.

Die Anwendungsgrenzen von gewässerstrukturellen Maßnahmen als stützende Kompensation sind je nach Größenordnung der ermittelten Rückhaltevolumina nach oben und unten von den individuellen Rahmenbedingungen am betrachteten Gewässer abhängig, so dass Entscheidungen durch Einzelfallprüfungen zu fällen sind. Diese Einzelfallprüfungen haben sich an der Zielerreichung zu orientieren.

Für die am Planungsprozess Beteiligten wird die inhaltliche Abstimmung der beiden Instrumente (KNEF / BWK M3) in der vorliegenden Arbeitshilfe zunächst systematisiert. Darüber hinaus wird der Ablauf beispielhaft dargestellt, da erfahrungsgemäß in der Praxis im Abstimmungsprozess die größten Missverständnisse entstehen. Hierfür werden auch die entsprechenden Arbeitsschritte im Detail beschrieben.

Die Arbeitshilfe greift in allen Arbeitsschritten auf bestehende Vorgehensweisen und Grundlagen zurück. Dies war wesentlicher Grundsatz bei der Aufstellung und Entwicklung der erarbeiteten Methoden. Die Ableitung neuer Vorgehensweisen und veränderter Schutzziele für die Gewässer wurde somit bewusst vermieden und so die Konsistenz mit den bestehenden Regelwerken gewahrt.

Stoffliche Aspekte, die im Zusammenhang mit Niederschlagswassereinleitungen eine Bedeutung bezüglich der Gewässergüte haben können, wurden im Rahmen dieser Arbeitshilfe nicht betrachtet. Im Falle ausgewiesener stofflicher Problemstellungen sind ergänzende Maßnahmen anzuordnen. Der Fokus der nachfolgenden Bearbeitung liegt auf der hydraulischen Entlastung von Fließgewässern.

2 Schnittstellen des BWK-Merkblattes 3 und der Konzepte zur naturnahen Entwicklung

Im BWK M3 wird unter Kap. 4.9 auf eine notwendige Verknüpfung der Maßnahmen des Merkblattes mit denen eines KNEF hingewiesen: „*Maßnahmen im Gewässer nach Gewässerentwicklungsplänen sind mit Maßnahmen nach dem Merkblatt aufeinander abzustimmen.*“. Diese Aufforderung bezieht sich jedoch explizit nur auf Maßnahmen zur Aufweitung des Gewässerprofils, die zur Verringerung der hydraulischen Belastung an der Einleitungsstelle vorgenommen werden können.

Hieraus wird deutlich, dass die Schnittstellen zwischen BWK M3 und KNEF vor allem im Bereich der Maßnahmenauswahl gesehen werden. Dabei zielen die Maßnahmen des Merkblattes auf die Verringerung der hydraulischen Belastung und die des KNEF auf eine allgemeine Verbesserung der ökologischen und speziell der strukturellen Verhältnisse des Gewässers ab. Es gilt somit die Schnittmenge dieser Maßnahmen zu finden, Einzelmaßnahmen aufeinander abzustimmen und entsprechende Synergieeffekte aufzuzeigen (s. **Abbildung 1**).

Daneben sind Überschneidungen bei der Verwendung bzw. Erhebung der Grundlagendaten z.B. der Gewässerstrukturgütedaten vorhanden. Gewässerstrukturgütedaten werden im BWK M3 für die Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials verwendet. Im KNEF sind sie wesentliche Grundlage für die Beschreibung des Ist-Zustandes und der Maßnahmenauswahl.

Zudem wird auch die Berücksichtigung des Leitbildes (Gewässertyp) bei beiden Verfahren als wesentliche Stellgröße herangezogen.

Es ist erkennbar, dass der im BWK M3 geforderte Abstimmungsprozess (s. o.) konkreter durchgeführt werden kann. Die Arbeitshilfe gibt Hinweise für die Durchführung dieses Abstimmungsprozesses.

Wesentliche Voraussetzung einer Verknüpfung von BWK M3 und KNEF ist eine Verwendung des Leitfadens zur Aufstellung eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung (MUNLV 2002) bzw. eine den dort formulierten Anforderungen entsprechende Bearbeitung des KNEF.

Die Anwendung der vorliegenden Arbeitshilfe ist jedoch nicht auf Gewässer beschränkt, für die ein KNEF vorliegt, wobei dies die Anwendung vereinfacht. Grundsätzlich kann die Arbeitshilfe auch mit eigens im Rahmen der BWK M3-Bearbeitung hergeleiteten gewässerstrukturellen Maßnahmen zur Anwendung kommen.

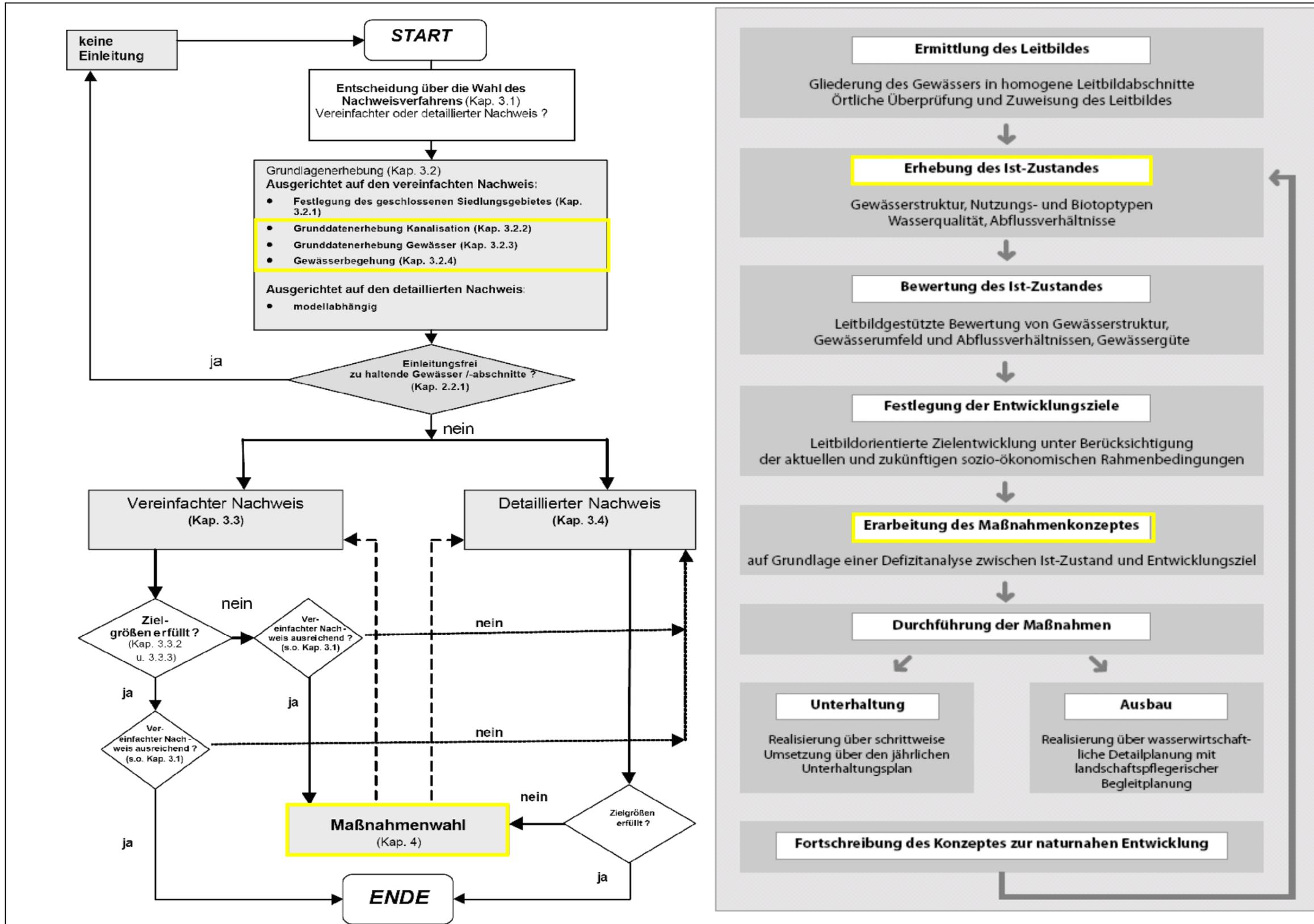


Abbildung 1: Schnittstellen (gelb) von BWK M3 und KNEF (Verfahrensabläufe)

3 Auswahl der Maßnahmen – Rückhaltung vor Einleitung und gewässerstrukturelle Maßnahmen

Grundsätzlich besteht die Erfordernis, eine Rückhaltung dann anzuordnen, wenn die Abflussverhältnisse im Gewässer durch Einleitungen aus Siedlungsgebieten deutlich verschärft werden. Bei den zur Kompensation dieser Abflussverschärfung in Frage kommenden Maßnahmen handelt es sich im Wesentlichen um lokale Eingriffe, die jedoch grundsätzlich auch funktional in einem übergeordneten Gesamtkontext eines Abflussbewirtschaftungsansatzes betrachtet werden können (s. **Abbildung 2**).



Abbildung 2: Maßnahmen zur immissionsorientierten Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen

3.1 Ausgangssituation – hydraulische Überbeanspruchungen

Ziel der im BWK M3 formulierten Anforderung ist es, den Abflussscheitel einer Einleitung mit einem Wiederkehrintervall von einem Jahr (Q_{E1}) unter das Maß des zulässigen Einleitungsabflusses ($Q_{E1, zul.}$) zu senken ($Q_{E1} < Q_{E1, zul.}$). So kann der hydraulische Stress im Gewässer, wie er infolge punktueller Einleitungen aus kanalisiertem Einzugsgebieten hervorgerufen wird, begrenzt werden. Die durch ungedrosselte Einleitungen verursachte Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten und damit der Sohlschubspannungen führen bei Überschreitung kritischer Sohlschubspannungen zu großflächigen Sedimentbewegungen, welche zum einen Klein- und Kleinstlebewesen verdriften und zum anderen Refugialräume dieser Lebewesen - zumindest temporär - zerstören können. Die Größe der als kritisch eingestuften Sohlschubspannungen ist dabei abhängig von der Art des natürlichen bzw. des typspezifischen Substrats sowie dessen Korngrößenverteilung. Kritische Sohlschubspannungen sind deshalb individuell gewässerspezifisch.

Grundsätzlich ist die Umlagerung von Sedimenten bei erhöhten Abflüssen auch in naturnahen, nicht vom Menschen überbeanspruchten Gewässern ein normaler und für die Aufrechterhaltung der gewässertypischen Dynamik wichtiger Vorgang (wiederkehrender Verlust und Neuentstehung von Habitaten). Für Gewässer mit einem naturnahen, nicht vom Menschen überprägtem Einzugsgebiet ergeben sich aus der zugehörigen Abflussdynamik zwischen signifikanten Hochwasserereignissen ausreichend lange „Ruhezeiten“ mit niedrigen Abflüssen, die eine rasche Wiederbesiedlung der Gewässer ermöglichen.

Gewässer innerhalb überformter Einzugsgebiete (Flächenversiegelung, Entwässerungsnetze, Einleitungen, etc.) werden durch siedlungsbedingte, auf einzelne Stellen am Gewässer konzentrierte Niederschlagswassereinleitungen belastet. Die Folge für diese Gewässer sind (zu) häufig auftretende hydraulische Überbeanspruchungen. Die Verschiebung des Abflussregimes eines überformten Einzugsgebietes in Spektren mit häufigeren Hochwasserabflüssen erschwert die Wiederbesiedlung und kann so die ökologischen Systeme eines Gewässers aus dem Gleichgewicht bringen bzw. deren Revitalisierung behindern.

Erschwerend kommt hinzu, dass der in der Vergangenheit für vielerorts vorgenommene Gewässerausbau Fließquerschnitte bereitstellt, die oftmals nach rein hydraulischen Aspekten entworfen wurden. Das Resultat, des meist durch Hochwasserschutz und Flächennutzung motivierten Gewässerausbaus, sind zu hohe Fließtiefen (ungünstige und naturferne Breiten-Tiefenverhältnisse) und erhöhte Sohlgefälle aufgrund gestreckter Gewässerverläufe (Begradigung) bei gleichzeitiger Eintiefung. Alle Faktoren, insbesondere die erhöhte Fließtiefe und das vergrößerte Sohlgefälle, verstärken zusätzlich den negativen Effekt einer häufigen Überschreitung der kritischen Sohlschubspannungen.

3.2 Lösungsansatz BWK M3

Im BWK M3 werden zur Kompensation der beschriebenen negativen Auswirkungen von hydraulischer Überbeanspruchung Maßnahmen vorgeschlagen, die sich am gewässerspezifischen Schutzbedürfnis bzw. am ortsspezifischen Wiederbesiedlungspotential (WBP) eines Gewässers orientieren (vgl. Kap. 3.3 des BWK M3, Tabelle 7).

Tabelle 1: Zulässige Überlaufhäufigkeiten n [1/a] für Regenrückhaltebecken gemäß BWK M3¹

	$n = 0,5$	$n = 1,0$	$n = 2,0$
besonders schutzwürdiges Gewässer	ja	/	/
Wiederbesiedlungspotential	nicht erhoben	mittel	hoch
	kein oder gering		

Gemäß BWK M3 sind an einem Gewässer dann geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung aus Niederschlagswassereinleitungen vorzusehen, wenn sich nach Prüfung der hydraulischen Belastung herausstellt, dass der zulässige kritische einjährige Einleitungsabfluss ($Q_{E1, zul.}$) vom Scheitelwert des entsprechenden Einleitungsabflusses Q_{E1} überschritten wird (vgl. Kap. 3.3 des BWK M3). Die Einleitungen gelten dann als nicht mehr gewässerverträglich.

Als gewässerverträglich wird eingestuft, wenn der potenziell naturnahe einjährige Hochwasserabfluss ($HQ_{1 p, nat.}$) eines Gewässers durch die Summe siedlungsbedingter Niederschlagswassereinleitungen innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes um den x -Faktor erhöht wird. In der Regel sind das 10% des $HQ_{1 p, nat.}$ (x -Faktor = 0,1).

Eine weitere Vorgehensweise in der Anwendungspraxis des BWK M3 ist auch, eine Erhöhung des $HQ_{1 p, nat.}$ auf das Niveau eines potenziell naturnahen zweijährlichen Hochwasserabflusses $HQ_{2 p, nat.}$ als gewässerverträglich anzunehmen. (vgl. Begleitband zu BWK M3, Kap. 3.2). Bei dieser Vorgehensweise kann die in Prozent ausgedrückte, auf $HQ_{1 p, nat.}$ bezogene Differenz zwischen $HQ_{2 p, nat.}$ und $HQ_{1 p, nat.}$ als das Maß angesehen werden, das die zulässige als gewässerverträglich angesehene Erhöhung der naturnahen Abflüsse angibt. Dieses Maß (x -Faktor) ist abhängig vom Gewässertyp und seinem Abflussregime und damit individuell gewässerspezifisch. Die in der Praxis verwendeten Werte bewegen sich in der Regel zwischen $x = 0,1$ und $x = 0,3$.

3.3 Rückhaltung vor Einleitung

In der Praxis werden zur Erreichung der Gewässerverträglichkeit von Abflüssen kanalisierter Flächen Rückhalteräume vorgesehen, die eine temporäre Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers bewirken. Über eine Drosseleinrichtung werden die zwischengespeicherten Niederschlagswassermengen vergleichmäßig (gedrosselt) in das Gewässer eingeleitet. Auf diese Weise können die im Kanalnetz entstehenden, steilen Abflussscheitel vor Einleitung gebro-

¹ Tabelle entnommen aus BWK-Merkblatt 3 (s. Literaturverzeichnis)

chen und dadurch das Gewässer hydraulisch entlastet werden. Das Volumen des Rückhalteraums ist dabei u. a. nach den Eigenschaften der angeschlossenen Flächen und den hydrologischen Bedingungen, die Drosselabgabe nach dem Schutzziel für das Gewässer zu dimensionieren. Bei vollständiger Füllung des Rückhalteraums ermöglicht eine Überlaufeinrichtung die geordnete Ableitung der weiterhin oder erneut anfallenden Niederschlagswassermengen. Mit dem Anspringen des Überlaufes ist die Retentionswirkung eines Rückhaltebeckens erschöpft, das Gewässer wird fortan mit den ungedrosselten Abflüssen des Kanalnetzes belastet. Wie häufig ein Überlaufereignis im Sinne des Gewässerschutzes toleriert werden kann, richtet sich nach der Überlaufhäufigkeit. Diese drückt aus, wie häufig ein Überlaufereignis pro Jahr statistisch zu erwarten ist und bildet den entscheidenden Faktor für die Dimensionierung des bereitzustellenden Rückhaltvolumen.

Abbildung 3 zeigt qualitativ, dass **Rückhaltung vor Einleitung hinsichtlich der Effektivität der rückhaltenden Wirkung und damit der hydraulischen Entlastung eines Gewässers von den anderen genannten Maßnahmen unerreicht bleibt**. Die hohe Effektivität liegt in der Anordnung der Rückhaltung, eben vor *Einleitung* begründet, die auch für die Bezeichnung *Rückhaltung vor Einleitung* verantwortlich ist. Systembedingt wird das Gewässer im Regelfall nur mit der Drosselwassermenge belastet; die Abflussspitzen aus dem Kanalnetz werden dem Gewässer weitgehend ferngehalten.

Wenn die klassische *Rückhaltung vor Einleitung* nicht oder nur in Teilen möglich ist, bestehen weitere Möglichkeiten zur Erreichung der ökologischen Zielsetzungen über Rückhalteräume im und am Gewässer selbst. Deren Wirkungsgrad wird nachfolgend vergleichend zu einer Rückhaltung vor Einleitung dargestellt (Bewertung der Effektivität).

3.4 Gewässerretentionsraum, gewässerbezogene Aufweitung und großräumige gewässerstrukturelle Maßnahmen

In **Abbildung 2** sind alternative bzw. ergänzende Maßnahmemöglichkeiten zur Erreichung der ökologischen Zielsetzungen genannt. Grundsätzlich zur Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen geeignet, wenn auch weniger effektiv als Rückhaltung vor Einleitung (s. **Abbildung 3**) sind *Gewässerretentionsräume* (vgl. Kap. 5.2), *gewässerbezogene Aufweitungen* und *großräumige gewässerstrukturelle Maßnahmen* (s. Kap. 5.3).

Die Maßnahmen unterscheiden sich im Wesentlichen dadurch, dass in einem Gewässerretentionsraum eine gezielte Zwischenspeicherung von Abflussspitzen erfolgt, wohingegen gewässerstrukturelle Maßnahmen eine auenartige Aufweitung des Gerinnes darstellen können, die zu einer allgemeinen Erhöhung der Retentionsleistung führen. Die Aufweitung wird durch eine naturnahe Gestaltung von Ufern und Sohle (Verbreiterung des Gerinnes, Verbesserung des Breiten-Tiefenverhältnisses, höhengerechte Anbindung von Auen usw.) auch Wirkungsaspekte jenseits der naturnahen Retention mitbringen (vgl. Kap. 5.3). Hinsichtlich der Wirksamkeit von gewässerbezogenen Aufweitungen auf die Gewässerhydraulik ist die Ausdehnung der Maßnahme eine entscheidende Größe. Eine auf wenige 100 m begrenzte Aufweitung wird nur einen sehr kleinen Beitrag zum Reduzierung der hydraulischen Gewässerbelastung leisten können. Im Sinne der vorliegenden Arbeitshilfe ist deshalb nur eine ausgedehnte gewässerbezogene Aufweitung zielführend (vgl. Kap. 5.3). Mit der Aufweitung können weitreichende gewässerstrukturelle Verbesserungsmaßnahmen verbunden werden.

3.5 Bewertung der Effektivität einer Maßnahme

Im lokalen bis regionalen Maßstab ergibt sich die Effektivität einer Maßnahme hinsichtlich der rückhaltenden Wirkung in Abhängigkeit ihrer grundsätzlichen Auslegung. Ordnet man vereinfachend den in **Abbildung 2** dargestellten Maßnahmen einen Effektivitätsfaktor η zu, so stellt sich der in **Abbildung 3** gezeigte Wirkungszusammenhang wie folgt dar:

Die Wirkung einer lokalen gewässerbezogenen Aufweitung - i. Sinne des BWK M3 (S. 38) - ist in der Regel auf den Bereich mit aufgeweiteten Fließquerschnitten beschränkt. Verengt sich das Abflussprofil unterhalb der Aufweitung wieder auf den bestehenden Gerinnequerschnitt, ergibt sich nur noch eine geringe Minderung der hydraulischen Belastung im weiteren Gewässerverlauf, was den ökologischen Zielsetzungen nur zum Teil entspricht. Der Denkansatz der Gerinneaufweitung und der Verbesserung der Rückhaltefähigkeit wird im weiteren im Rahmen dieser Arbeitshilfe aufgegriffen und weiter konkretisiert (s. Abb. 5). Der Fokus der Arbeitshilfe liegt damit auf Maßnahmen, die weiterreichende, funktionale hydraulische Auswirkungen haben und/oder die Habitatqualität und damit das Wiederbesiedlungspotenzial verbessern.

Wirksamer sind großräumige gewässerstrukturelle Verbesserungen, die idealerweise neben der Gerinneaufweitung auch Überflutungsräume reaktivieren. Dies kann beispielweise in Form von Sekundäräruen erfolgen (vgl. Kap. 5.3).



Abbildung 3: Berücksichtigung der Effektivität η hinsichtlich der Wirkung einer Maßnahme zur immissionsorientierten Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen in der vorliegenden Arbeitshilfe

Wie aus Studien zur Retentionswirkung von Vorlandüberflutungen hervorgeht, ist die Retentionswirkung dieser so genannten *fließenden Retention*, wie sie bei gewässerbezogenen Aufweitungen eintritt, nur dann als signifikant einzustufen, wenn sich für die Abflüsse im Vorland eine deutlich geringere Fließgeschwindigkeit als im Hauptgerinne ergibt. Um eine spürbare Abflachung der Hochwasserganglinie feststellen zu können, muss eine Entkopplung der Fließquerschnitte den Wasser- und Energieaustausch zwischen Hauptgerinne und Vorland minimieren und der Fließweg der Vorlandabflüsse länger und rauer als im Hauptgerinne ausfallen. **Abbildung 4** vermittelt einen Eindruck, in welchen Größenordnungen Vorlandüberströmung bei naturnahen Gewässern stattfinden muss, um einen signifikanten Einfluss der fließenden Retention auf die Abflussscheitelwerte feststellen zu können.

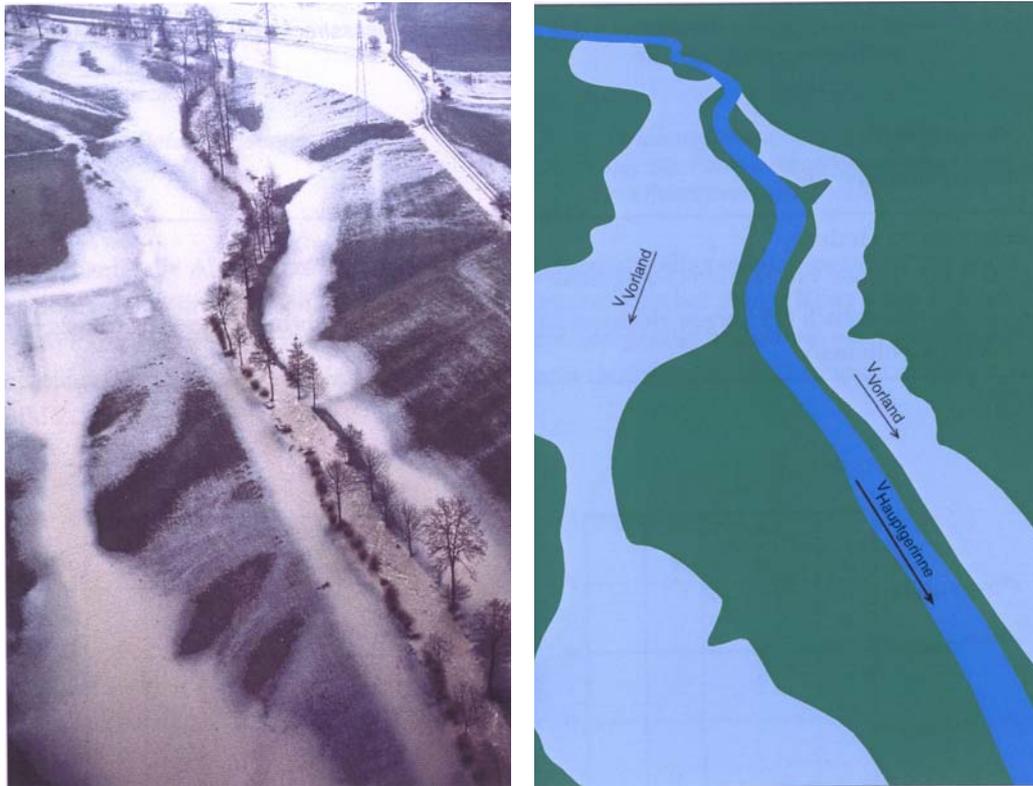


Abbildung 4: Gegliederter Fließquerschnitt bei Hochwasser, Entkopplung von Hauptgerinne- und Vorlanddurchströmung²

3.6 Abflussbewirtschaftungsansatz

Bei einer über die lokale Ebene hinausreichenden Gesamtbetrachtung eines Fließgewässers und seiner Einleitungssituation kann ggf. auch ein *Abflussbewirtschaftungsansatz* verfolgt werden, der es ermöglicht, das Abflussregime auf der Einzugsgebietsebene zu bewirtschaften (vgl. Kap. 5.4). Mittels eines derartigen Ansatzes wird beispielsweise auch ermöglicht, dass bestehende Hochwasserrückhaltebecken (HRB) im Hauptschluss (HS) und Nebenschluss (NS) Teilaufgaben einer ökologisch orientierten Renaturierung der Wasserführung übernehmen. In der Regel sind (bestehende) Hochwasserrückhalteräume auf den klassischen Hochwasserschutz (Schutzziele HQ_{25} bis HQ_{100}) ausgelegt. Ihre Retentionswirkung im ökologisch relevanten Hochwasserabflussspektrum mit Auftretswahrscheinlichkeiten von $n = 2$ bis $n = 0,2$ ($HQ_{0,5}$ bis HQ_5) ist meist gering bis gar nicht ausgeprägt. Eine zusätzliche Auslegung bestehender Rückhalteräume auf Hochwasserereignisse kleinerer Auftretswahrscheinlichkeiten im Sinne eines

² Abbildungen entnommen aus Studie der ETH Zürich zur Retentionswirkung von Vorlandüberflutungen (s. Literaturverzeichnis)

Abflussbewirtschaftungsansatzes kann unter Berücksichtigung der potenziell natürlichen Abflusssdynamik zielführend sein, ohne dabei ihre ursprüngliche Funktion zu beeinträchtigen. Dies ist sowohl mit der zuständigen Behörde als auch mit den Betreibern abzustimmen.

Ein übergeordneter Umgang mit Niederschlagswassereinleitungen im Rahmen von Abflussbewirtschaftungsansätzen muss die Belange der Bewirtschaftungsplanung / Maßnahmenplanung gemäß WRRL berücksichtigen. Weitere Hinweise gibt das BWK M3 mit dem Verweis auf das Sohl Schubspannungsverfahren, bzw. das BWK M7 (Gelbdruck, Februar 2007) mit den Hinweisen zur hydraulischen Nachweisführung im detaillierten Verfahren. Auch diese Lösungsansätze sind hinsichtlich des übergeordneten Abflussbewirtschaftungsansatzes anwendbar und geeignet.

Da ein Abflussbewirtschaftungsansatz in hohem Maße individuell an das betrachtete Gewässer, dessen Einzugsgebiet und Belastungsbild angepasst sein muss, kann er im Rahmen dieser Arbeitshilfe nicht vertieft betrachtet werden. In der vorliegenden Arbeitshilfe wurde der Fokus der Bearbeitung vielmehr auf die Auslegung von Gewässerretentionsräumen mit signifikanter Retentionswirkung gelegt. Wesentliche Zielsetzung war es dabei, mit der Beschreibung von Gewässerretentionsräumen und deren Auslegung eine weitere Alternative bei nicht (vollständig) realisierbarer Rückhaltung vor Einleitung aufzuzeigen. Hinsichtlich der Reduzierung der hydraulischen Belastung im Gewässer wird für Gewässerretentionsräume ein mit Rückhaltung vor Einleitung vergleichbarer positiver Gesamteffekt angestrebt. Es liegt in der Natur von Auslegungsverfahren, dass Schutzziele zu definieren sind. Die Definition der Schutzziele von Gewässerretentionsräumen nach der in Kapitel 5 beschriebenen Vorgehensweise orientiert sich an den bereits formulierten Zielsetzungen des BWK M3.

Im Zuge der Durchführung von hydraulischen Nachweisen gemäß BWK M3 nach der beschriebenen Vorgehensweise hat sich gezeigt, dass ein genereller Zusammenhang zwischen dem Sohlgefälle des betrachteten Gewässers und dem x-Faktor besteht: Je größer die Gefälle des Gewässers und Einzugsgebietes sind, desto höher liegt in der Regel der x-Faktor. Dies bedeutet, dass Gewässer mit steileren Sohlgefällen, wie sie im Mittelgebirge zu finden sind, meist eine natürliche höhere Abflusssdynamik besitzen als Gewässer des Tieflands, die über eine geringere Reliefenergie verfügen. Einem Gewässer im Mittelgebirge kann demnach auch eine höhere siedlungsbedingte Abflusserhöhung zugemutet werden, ohne das Gewässer dadurch zu schädigen (vgl. BWK M3, Gleichung 1).

In Kapitel 4 des BWK M3 ist zudem ein Katalog von möglichen Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Abflüssen sowie stofflichen Belastungen zusammengestellt. Dort wird u. a. explizit darauf verwiesen, dass der aufgeführte Maßnahmenkatalog nicht abschließend sein kann. In der Wirkung bezüglich des Schadstoffaustrags und der hydraulischen Dämpfung vergleichbare Lösungsansätze sind ausdrücklich erwünscht, sofern sie wasserrechtlich genehmigungsfähig sind. In der vorliegenden Arbeitshilfe wird dies gezielt aufgegriffen und es werden neben gewässerstrukturellen Maßnahmen auch weitergehende gewässerbezogene Retentionsmaßnahmen vorgeschlagen.

4 Auswahl von grundsätzlich geeigneten gewässerstrukturellen Maßnahmen

Die Auswahl geeigneter gewässerstruktureller Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Qualität des betrachteten Gewässerabschnittes beruht auf der Verknüpfung von strukturellen Gegebenheiten und der Fähigkeit des Gewässers (i. e. S. der Organismen) die Belastungen aus Einleitungen zu kompensieren.

Hierbei wirken die strukturellen Maßnahmen prinzipiell auf mehrere Komponenten (s. **Tabelle 2**).

Tabelle 2: Beziehung geeigneter gewässerstruktureller Maßnahmen zu Komponenten von Niederschlagswassereinleitungen aus dem Misch- und Trennverfahren

Maßnahme	Komponente												
	Hydraulische Belastung	Nges	NH ₄ -N	P	Temp	Sauerstoff	CSB	BSB	AFS	TOC	Stoffe nach WRRL Anhang VIII Nr. 1 - 9, IX, X	Schwermetalle	Gewässerstruktur
D1 Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit					++	++							++
G1 Maßnahmen zur Sohl-/Ufer- und Laufentwicklung	+				+	+							++
G2 Maßnahmen zur Gehölzentwicklung					++	+							++
G3 Maßnahmen zur Auenentwicklung	++	+	+	+	+	+	+		+	+			++
G4 Graben-/Gewässerdrossel	++												

LEER keine (deutliche) Wirkung
 + geringe positive Wirkung
 ++ hohe positive Wirkung

Die Auswirkungen der Maßnahmen(gruppen) auf die stofflichen Qualitätskomponenten der Gewässer werden im Weiteren nicht berücksichtigt. Grund dafür ist, dass die zur Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen mit Maßnahmen bedachten Gewässerabschnitte meist zu kurz sind, um nachweisbare und nachhaltige Effekte im stofflichen Bereich unterstellen zu können.

Den in der obigen Tabelle aufgeführten Maßnahmengruppen können nachfolgende Einzelmaßnahmen zugeordnet werden, deren hydraulische und retendierende Wirkung eingeschätzt werden kann. Eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen befindet sich im Anhang 1.

Tabelle 3: Substituierende und ergänzende strukturelle Maßnahmen

Gewässer	RRB		RBF	
	reduz. Dimensionierung	kein RRB	reduz. Dimensionierung	kein RBF
D1 Maßnahmen zur Verbesserung der longitudinalen Durchgängigkeit				
D1.1 Rückbau eines Querbauwerkes, einer Verrohrung	H/W		H/W	
D1.2 Umbau eines Querbauwerkes, einer Verrohrung	H/W		H/W	
G1 Maßnahmen zur Sohl-/Ufer- und Laufentwicklung				
G1.1 Belassen und Schützen fortgeschrittener Sohl-/Uferstrukturierung	H/W		H/W	
G1.2 Fördern der beginnenden Sohl-/Uferstrukturierung	H/W		H/W	
G1.3 Initiierung von Sohl-/Uferstrukturierung und Laufentwicklung				
G1.3.1 Sohl- und Uferverbau entfernen	H/W		H/W	
G1.3.2 Maßnahmen zum Totholzangebot	H/W		H/W	
G1.4 Anlage von Sohl-/Uferstrukturen und Gerinneverläufen				
G1.4.1 Neutrassierung des Gerinnes	H/W		H/W	
G1.4.2 Aufweitung des Gerinnes / Anlage von Nebengerinnen	H/W	s.G3.3	H/W	s.G3.3
G1.4.3 Anlage von Initialgerinnen	H/W		H/W	
G2 Maßnahmen zur Gehölzentwicklung				
G2.1 Anlegen/Ergänzen eines Gehölzsaumes	W*		W*	
G2.2 Entfernen standortuntypischer Gehölze	W*		W*	
G3 Maßnahmen zur Auenentwicklung				
G3.1 Reaktivierung der Primäraue	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**
G3.2 Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue	H/R/W		H/R/W	
G3.3 Anlage einer Sekundäraue	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**
G3.4 Entwicklung und Erhalt von Altstrukturen, Altwassern in der Aue	H/R/W		H/R/W	
G3.5 Anlage eines Uferstreifens	W*		W*	
G4 Graben-/Gewässerdrossel	R	R	R	R

H= Hydraulisch-habitat-verbessernd

R=Retentions-verbessernd

W= Wiederbesiedlungspotential-verbessernd

* indirekte Vermind. v. Eutrophierungseffekten

**stoffl. Effekte

Die Auswahl der für den spezifischen Gewässerabschnitt geeigneten Maßnahmen erfolgt zunächst aus den im KNEF entwickelten Maßnahmenvorschlägen. Aufgrund des Planungsmaßstabes müssen dann noch zusätzliche detaillierte Betrachtungen für den Einzelfall vorgenommen werden. Dies bezieht sich z.B. auf die Flächenverfügbarkeit oder die kleinräumigen hydraulischen Verhältnisse, die im Rahmen eines KNEF nicht abgeprüft werden.

5 Verfahren für die Verknüpfung und Dimensionierung gewässerstruktureller Maßnahmen

Eine äußerst wirksame Möglichkeit zur Reduzierung hydraulischer Belastungen sind Regenrückhaltebauwerke vor der Einleitung in Gewässer. Mit ihrer Hilfe gelingt es siedlungsbedingte Einleitungsabflüsse auf ein gewässerverträgliches Maß zu begrenzen.

Nur wenn diese favorisierte Maßnahme *Rückhaltung vor Einleitung* nicht oder nicht vollständig zielführend umgesetzt werden kann, beispielsweise aus Gründen der Flächenverfügbarkeit, können und müssen alternative Lösungswege verfolgt werden. **Abbildung 5** zeigt, wie verfahren werden kann, wenn eine *Rückhaltung vor Einleitung* als alleinige Maßnahme zur Erreichung der ökologischen Ziele nicht auskömmlich ist.

Zweistufige Vorgehensweise

Nachfolgende Ausführungen haben zum Ziel, Regeln für die Umsetzung von gewässerstrukturverbessernden Maßnahmen als **Alternative und / oder Ergänzung** zu rückhaltenden Maßnahmen zu definieren.

Hierfür wird ein zweistufiges Vorgehen angewendet.

Stufe 1: Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials

Durch die Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials können die hydraulische Belastungsfähigkeit des Gewässers erhöht und die negativen Auswirkungen der Einleitung reduziert werden. Damit ist eine höhere Überlastungshäufigkeit des RRB gemäß BWK M3 zulässig.

Stufe 2: Entwicklung von Retentionsräumen und/oder -funktionen

Durch Entwicklung von Retentionsräumen am Gewässer kann die Rückhaltefunktion gesteigert werden.

Hierbei wird zwischen der Anlage von Retentionsräumen, die in der direkten Nähe der Einleitungsstelle angelegt werden (**Stufe 2a**)

und/oder

der Retentionswirkung, die durch eine Umgestaltung des Gewässers über einen längeren Abschnitt (**Stufe 2b**) erzielt wird,

unterschieden.

Das zweistufige Verfahren verlangt in jedem Falle zuerst die Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials (falls es nicht bereits hoch ist) und erst im zweiten Schritt die Planung / Auslegung eines Retentionsraumes.

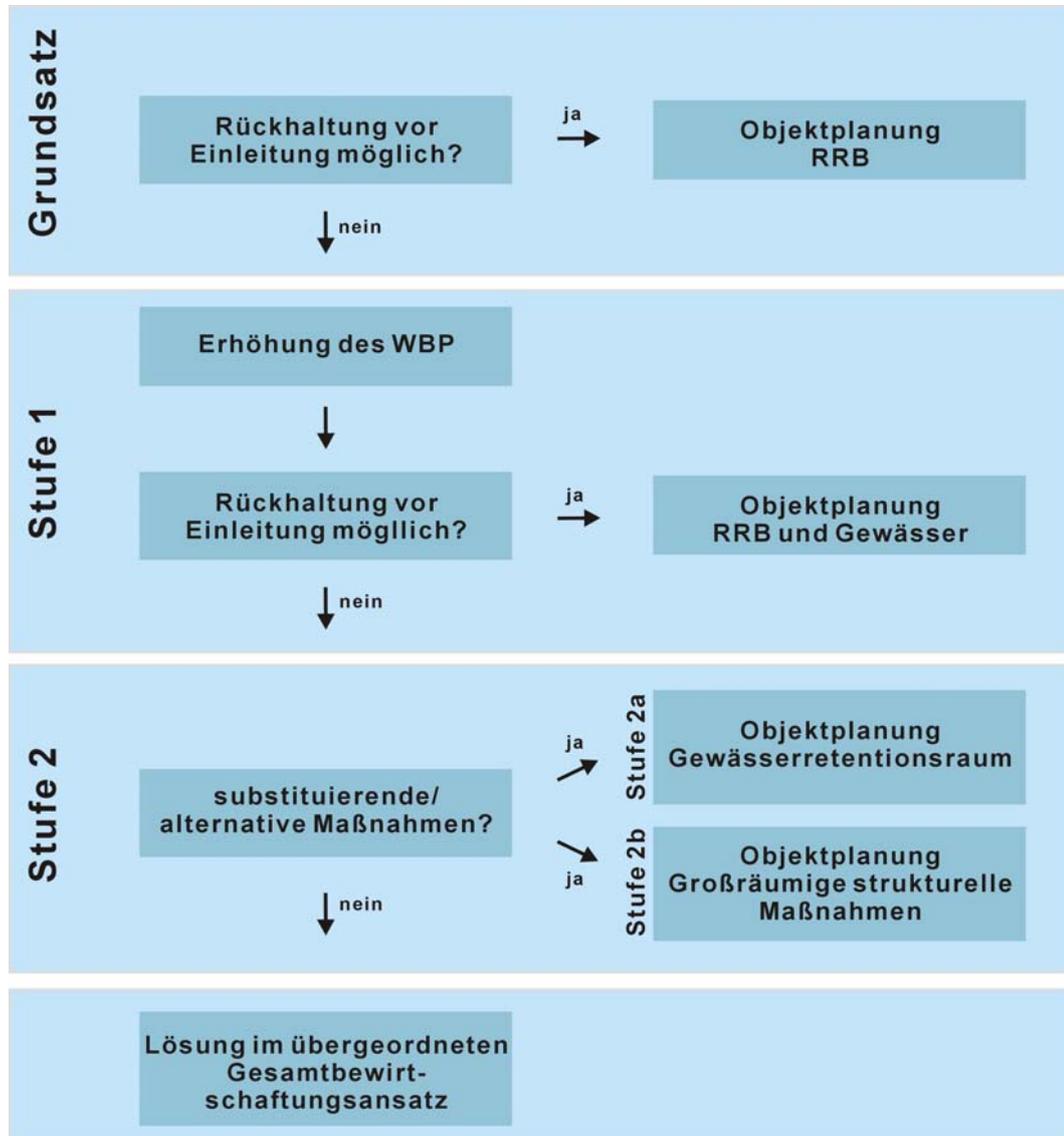


Abbildung 5: Entscheidungsbaum zum Ablauf der Maßnahmenwahl bei nicht oder nicht vollständig realisierbarer Rückhaltung vor Einleitung

Beispielanwendungen für die Stufen 2a und 2b befinden sich im Anhang 3.

5.1 Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials – Stufe 1

Die Regenerationsfähigkeit bzw. Belastungsmöglichkeiten, die ein Gewässer hinsichtlich einer Einleitung aufweist, werden für den Ist-Zustand im BWK-Merkblatt 3 über das Wiederbesiedlungspotenzial (WBP) ermittelt. Hierfür werden im Anhang 7 des Merkblattes geeignete Verfahren aufgezeigt.

Um die Regenerationsfähigkeit bzw. Belastungsmöglichkeiten des Gewässer zu steigern, kann das Wiederbesiedlungspotenzial im Vergleich zum Ist-Zustand erhöht werden, indem geeignete strukturelle Maßnahmen, die auf die in den Verfahren zu berücksichtigenden Parameter wirken, am Gewässer umgesetzt werden.

Diese Potenzialsteigerung wird für die Stufe 1 in Anlehnung an das Verfahren I in der Anlage 7 des BWK-Merkblattes 3 ermittelt (siehe Anhang 2).

Durch die Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials kann die Größe des zu errichtenden Rückhaltebeckens reduziert werden (s. **Abbildung 6**). Ggf. kann das Rückhaltebecken auch entfallen, wenn eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Mindestgröße unterschritten wird.

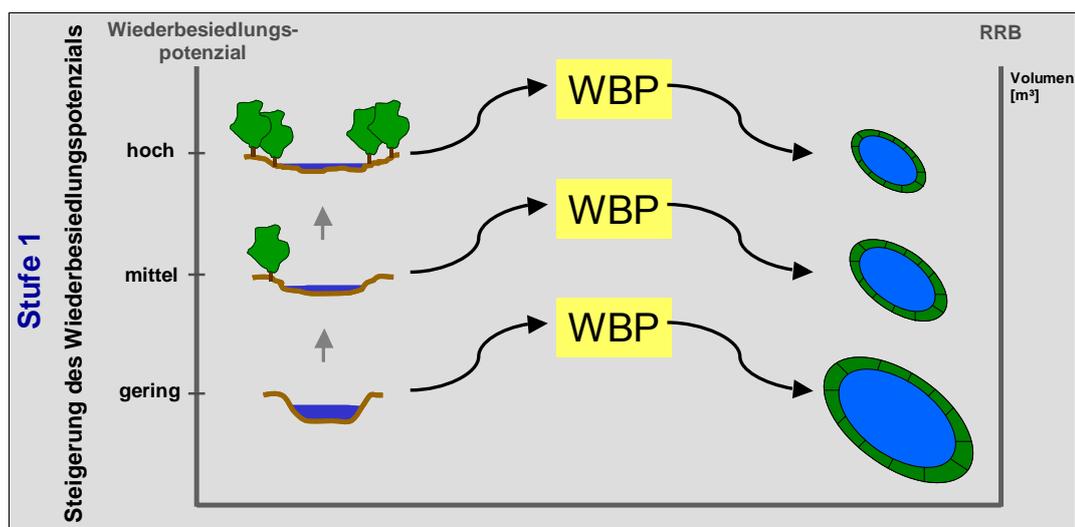


Abbildung 6: Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials und Reduzierung der Rückhaltevolumina

Im Weiteren wird zunächst das Verfahren I nach der Anlage 7 des BWK-Merkblattes 3 kurz erläutert. Danach wird die Beziehung zwischen strukturellen Maßnahmen und deren Auswirkungen auf das Wiederbesiedlungspotenzial aufgezeigt und letztlich die Vorgehensweise zur Ermittlung und Dokumentation der Potenzialsteigerung dargestellt. Hierzu wird im Anhang 3 eine beispielhafte Anwendung aufgezeigt.

In der Bearbeitungsstufe 1 sind i.d.R. Vertreter der zuständigen Wasserbehörde, der zuständigen Landschaftsbehörde, des Abwasserbeseitigungspflichtigen, des Gewässerunterhaltungspflichtigen und soweit erforderlich die Flächeneigentümer beteiligt.

5.1.1 Vorgehen bei der Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials

Das Verfahren zur Ermittlung des WBP nach BWK-Merkblatt 3 berücksichtigt folgende Parameter:

- Längsprofil (v.a. Querbauwerke, Rückstau, Verrohrungen)
- Querprofil (v.a. Profiltyp, Profiltiefe, Breitenvarianz)
- Sohlenstruktur (v.a. Sohlsubstrattyp, Sohlverbau, Substratdiversität)

Daneben werden noch die Nebengewässer im Betrachtungsraum herangezogen und Querbauwerke, die Wanderungshindernisse darstellen, bewertet.

Aus diesen Faktoren lässt sich das aktuelle WBP ermitteln (Bsp. s. **Abbildung 7**). Das Wiederbesiedlungspotenzial steht in direktem Zusammenhang mit der erforderlichen Größe des Rückhaltebeckens.

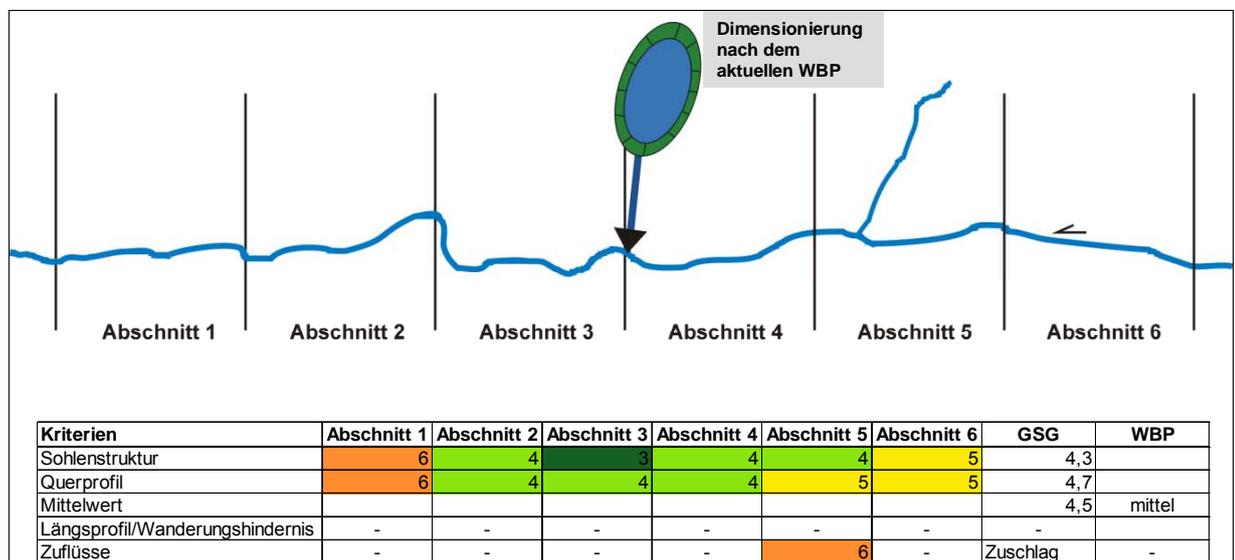


Abbildung 7: Beispiel für die Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials im Ist-Zustand

Stufe 1.1 - Auswertung der Gewässerstrukturgütedaten

Hierbei werden für die Parameter Querprofil und Sohlenstruktur die Gewässerstrukturgütebewertungen herangezogen oder neu erhoben.

Stufe 1.2 - Mittelwertbildung Abschnitte

Danach wird über alle Abschnitte (300 m oberhalb und 300 m unterhalb = sechs 100 m- Abschnitte) für die Parameter zunächst der Mittelwert gebildet.

Stufe 1.3 - Mittelwertbildung Bewertung

Im nächsten Schritt wird letztlich der Mittelwert aus den Mittelwerten für das Querprofil und die Sohlenstruktur errechnet.

Stufe 1.4 - Berücksichtigung Wanderungshindernisse

Gegebenenfalls erfolgt dann eine Berücksichtigung des Parameters Längsprofil durch die Berücksichtigung von Wanderungshindernissen. Hieraus ergeben sich dann evtl. Abzüge bei der Einschätzung des Wiederbesiedlungspotenzials.

Stufe 1.5 - Berücksichtigung Nebengewässer

Unter Beachtung der strukturellen Qualität evtl. vorhandener Nebengewässer im Betrachtungsgebiet kann je nach Lage (ober- oder unterhalb der Einleitungsstelle) noch eine Steigerung der Wiederbesiedlungspotenzialeinschätzung erfolgen.

5.1.2 Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials

Zur Steigerung des WBP werden die möglichen Maßnahmen, die für den betrachteten Gewässerabschnitt umsetzbar sind, in ihren Auswirkungen auf die im Verfahren zu berücksichtigenden Parameter abgeschätzt. Hieraus lässt sich dann das WBP für einen Planungszustand ableiten.

Stufe 1.6 - Auswahl der Maßnahmen

Zur Abschätzung des ungefähren Potenzials an Steigerung des WBP bei Maßnahmen des naturnahen Gewässerausbaus können in der nachfolgenden Abbildung Anhaltswerte entnommen werden. Im konkreten Fall muss jedoch eine detaillierte Begründung angeführt werden (s. 5.1.3)

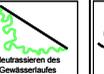
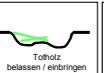
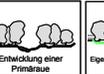
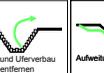
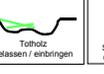
Wiederbesiedlungspotenzial	Ist-Zustand	hoch	hoch	mittel	kein bis gering
Zielzustand	GSGK	1	2	3/4	5
hoch	1	kein Maßnahmenbedarf	 Erhaltungsmaßnahmen  	      max. Breite  100% EWK    	     max. Breite 100% EWK    
hoch	2			 Erhaltungsmaßnahmen  	    max. Breite 50% EWK    
mittel	3/4		 Erhaltungsmaßnahmen   	    max. Breite 25% EWK   	
klein bis gering	5			   Erhaltungsmaßnahmen	

Abbildung 8: Gewässerstrukturelle Maßnahmen und ihr Potenzial zur Verbesserung der Gewässerstruktur und damit des Wiederbesiedlungspotenzials (Piktogramme entspr. der Maßnahmenbeschreibung im Anhang)

Zur Veranschaulichung zeigt die nachfolgende Abbildung wie mit der Durchführung eines Maßnahmenpaketes die Strukturgüte von einer Bewertung mit 5 (in der 5-stufigen Bewertungsskala) auf eine Strukturgüte von 3 bzw. 4 gesteigert werden kann. Dadurch ergibt sich auch eine entsprechende Erhöhung des WBP von „kein bis gering“ auf „mittel“. Hierbei müssen im konkreten Anwendungsfall nicht alle in der **Abbildung 9** in einem Tabellenfeld aufgeführten Maßnahmen umgesetzt werden, sondern entsprechend der Örtlichkeit eine sinnvolle Auswahl getroffen und die zu erwartende Wirkung begründet werden.

Wiederbesiedlungspotenzial	Istzustand	hoch	hoch	mittel	kein bis gering
Zielzustand	GSGK	1	2	3/4	5
hoch	1	Kein Maßnahmenbedarf	 Erhaltungsmaßnahmen**: 	                       	           
hoch	2		 Erhaltungsmaßnahmen**: 	                       	           
mittel	3/4			 Erhaltungsmaßnahmen**:        	           
kein bis gering	5				 Erhaltungsmaßnahmen**:  

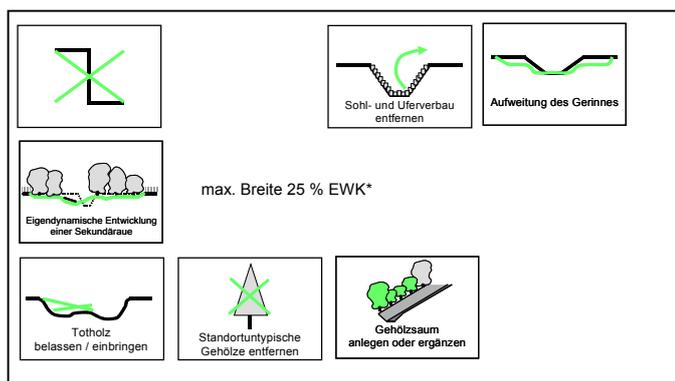


Abbildung 9: Beispiel für die Verbesserung der Gewässerstruktur und damit des Wiederbesiedlungspotenzials

5.1.3 Vorgehen bei der Ermittlung des erreichbaren Wiederbesiedlungspotenzials

Stufe 1.7 Abschätzung und Dokumentation der Veränderung des WBP

Die Verbesserung der Strukturgüte und damit auch die Verbesserung der Parameter, die für die Ermittlung des WBP relevant sind, muss für jeden der betrachteten 100 m – Abschnitte dokumentiert werden, so dass in der Summe für alle Abschnitte gesteigerte Werte für die Parameter Sohlenstruktur, Querprofil und Längsprofil/Wanderungshindernisse vorliegen (vgl. nachfolgende Abbildung).

Entsprechend der Methodik des BWK-Verfahrens (s. Kapitel 5.1.1) kann dann eine Gesamtaussage zum WBP nach Umsetzung der Maßnahmen erfolgen. Durch die Steigerung des WBP kann sich die Größe des Rückhaltebeckens folglich reduzieren.

Ab-schnitt	Maßnahme	Wirkung/Begründung	Gewässerstruktur					
			Ist-Zustand			Planung		
			Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Sohle	Quer-profil	Längs-profil
1						
2	Totholz belassen/einbringen	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität	4	4	-	2	2	-
	Erhalt/Entwicklung von Auenstrukturen/Altwässern	begleitende Maßnahmen in der Sekundäraue; Verbesserung der Gewässer-Auen-Beziehung						
	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)						
3						

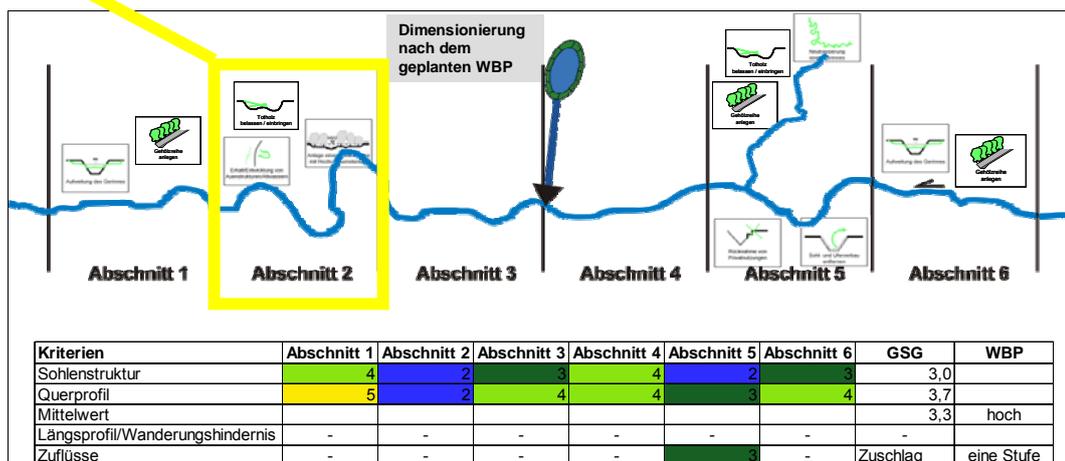


Abbildung 10: Beispiel für Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials und ihre Wirkung

Bei der Ermittlung der Maßnahmen und der Abschätzung ihrer Wirkung auf die zu betrachtenden Parameter kommt der Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit durch den Rückbau von Querbauwerken eine besondere Bedeutung zu, da dadurch nicht nur eine punktuelle bzw. kleinräumige Verbesserung erzielt wird, sondern i.d.R. für längere Abschnitte positive Effekte eintreten.

5.2 Entwicklung von Gewässerretentionsräumen – Stufe 2a

Im Anschluss an die Stufe 1, die eine Erhöhung des WBP zur Folge hat, kann im Zuge der nachfolgend beschriebenen Stufe 2a ergänzend die Auslegung des Gewässerretentionsraumes hinsichtlich seiner Größe erfolgen.

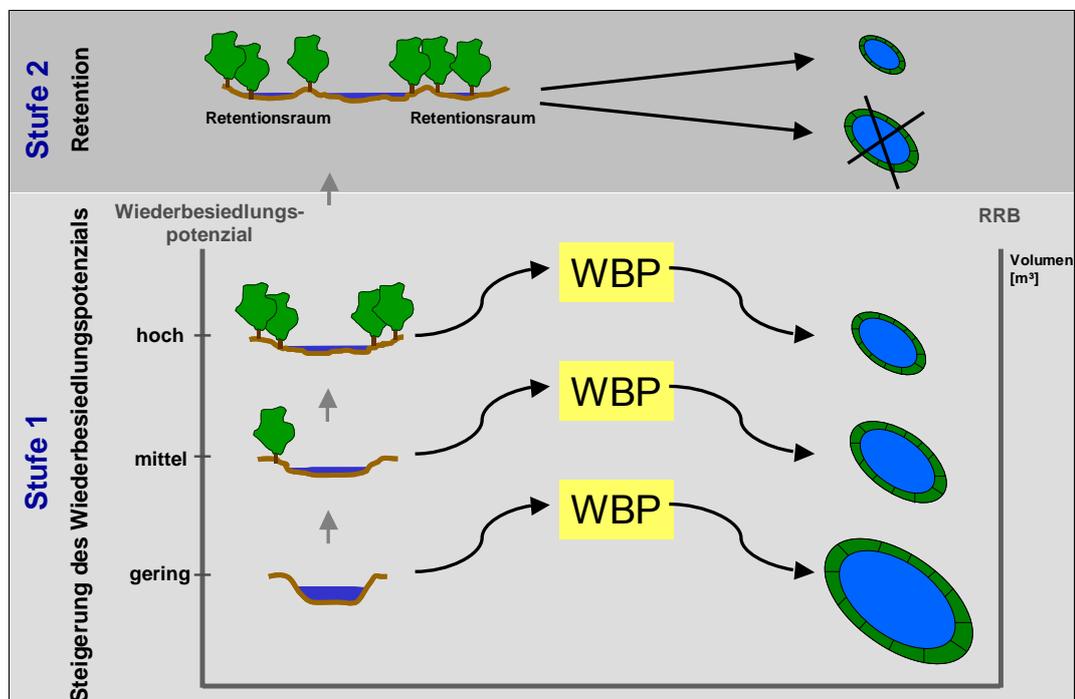


Abbildung 11: Entwicklung von Gewässerretentionsräumen

Die Auslegung eines Gewässerretentionsraumes folgt dem Grundgedanken, dass eine Abflussreduzierung durch Zwischenspeicherung die hydraulische Belastung infolge der siedlungsbedingten Einleitung möglichst weitreichend verringert und die Abflussverschärfung kompensiert. Funktionaler Anspruch an den Gewässerretentionsraum ist die Reduzierung von Abflussspitzen im Gewässer und damit die Vermeidung von zu häufigen, großflächigen Sedimentbewegungen infolge der Überschreitung von kritischen Sohlschubspannungen.

Die gewünschte Reduzierung der Spitzenabflüsse kann durch Schaffung eines seitlich des Gewässers angeordneten Rückhalteraumes erreicht werden, dessen Befüllung mit dem Übersteigen eines gewissen Abflusses über einen parallel zum Gewässerverlauf angeordneten Einlaufbereich beginnt. Wie in **Abbildung 12** und **Abbildung 13** beispielhaft für ein Tieflandgewässer bzw. ein Gewässer des Mittelgebirges dargestellt, bietet sich die Möglichkeit, Gewässerretentionsräume und Auenbereiche entsprechend der gewässertypischen Verhältnisse und Eigenschaften auszugestalten.

Sowohl aufgrund der Lage am Gewässer als auch hinsichtlich der Hydraulik sind für Gewässerretentionsräume zahlreiche Randbedingungen zu beachten. Zudem muss ihre Gestaltung in jedem Falle ökologischen Grundbedingungen genügen, damit der konzipierte Retentionsraum nicht als eine weitere konkurrierende Flächennutzung entlang des Gewässers wahrgenommen wird.

Um die Befüllung des eigentlichen Speicherraums zu optimieren, kann unterhalb des Einlaufbereichs im Gewässerbett mit ingenieurb biologischen Bautechniken (Totholz, Steinwurf etc.) eine Engstelle hergestellt werden, die durch ein Anheben des Wasserspiegels oberhalb die Effektivität des Befüllungsvorgangs erhöht.

Eine Zwischenspeicherung eines Teils der Abflussfülle eines Hochwasserereignisses im Speicherraum kann nur dann effektiv erreicht werden, wenn am unterstromigen Ende des Gewässerretentionsraumes eine Drossel angeordnet wird, die eine frühzeitige Rückführung der zwischengespeicherten Wassermengen in das Gewässer verhindert und so für einen Retentionseffekt für die unterhalb gelegenen Gewässerabschnitte sorgt. Um den vorgehaltenen Speicherraum für die Abflussspitzen verfügbar zu halten und die rückwärtige Befüllung des Speicherraums über die Drossel zu verhindern, muss die Drossel mit einer Rückstauklappe gesichert werden.

In der Bearbeitungsstufe 2a sind i.d.R. Vertreter der zuständigen Wasserbehörde, der zuständigen Landschaftsbehörde, des Abwasserbeseitigungspflichtigen, des Gewässerunterhaltungspflichtigen und soweit erforderlich die Flächeneigentümer beteiligt.

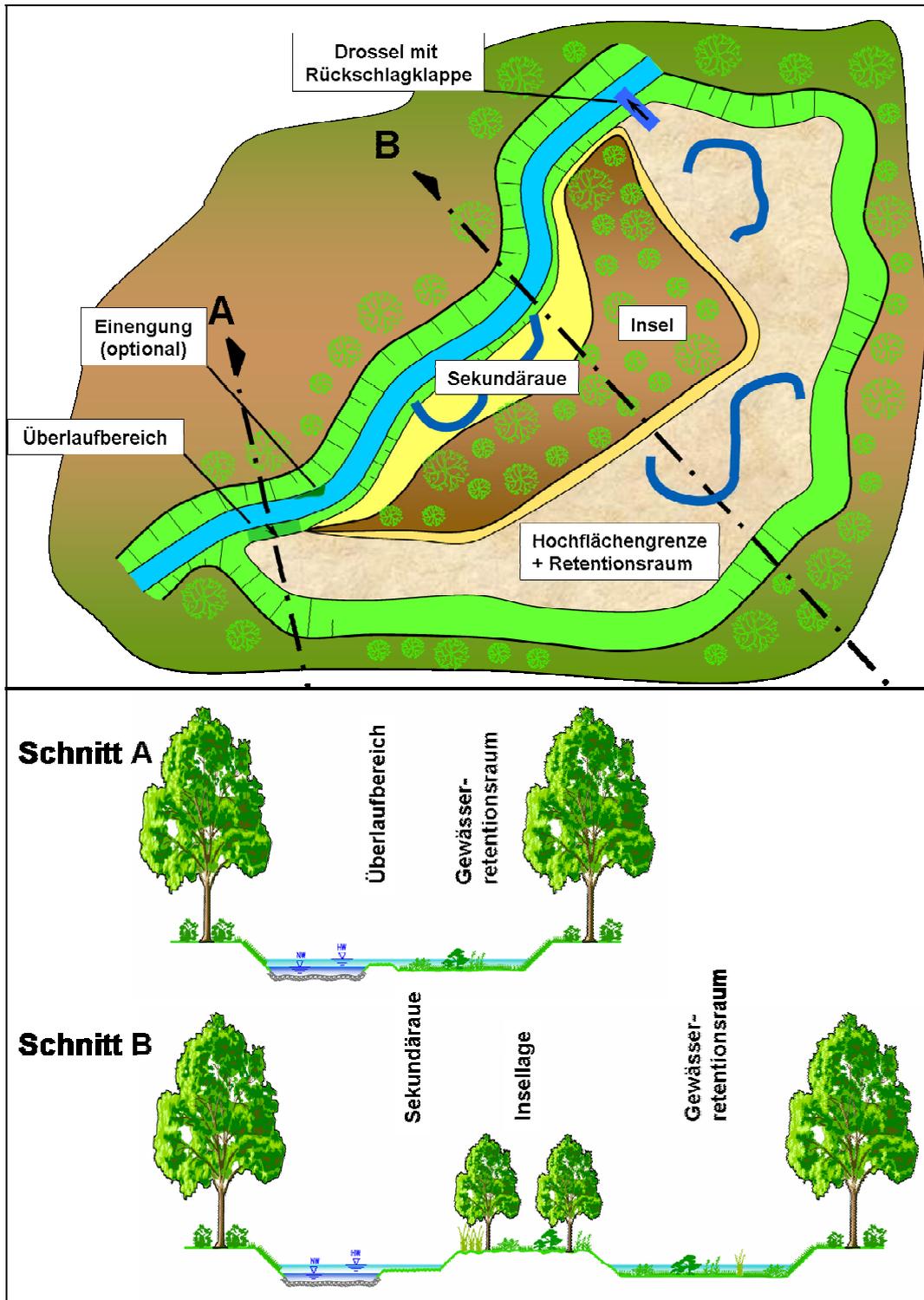


Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung eines Gewässerretentionsraumes seittl. eines Tieflandgewässers (Nebenschluss)

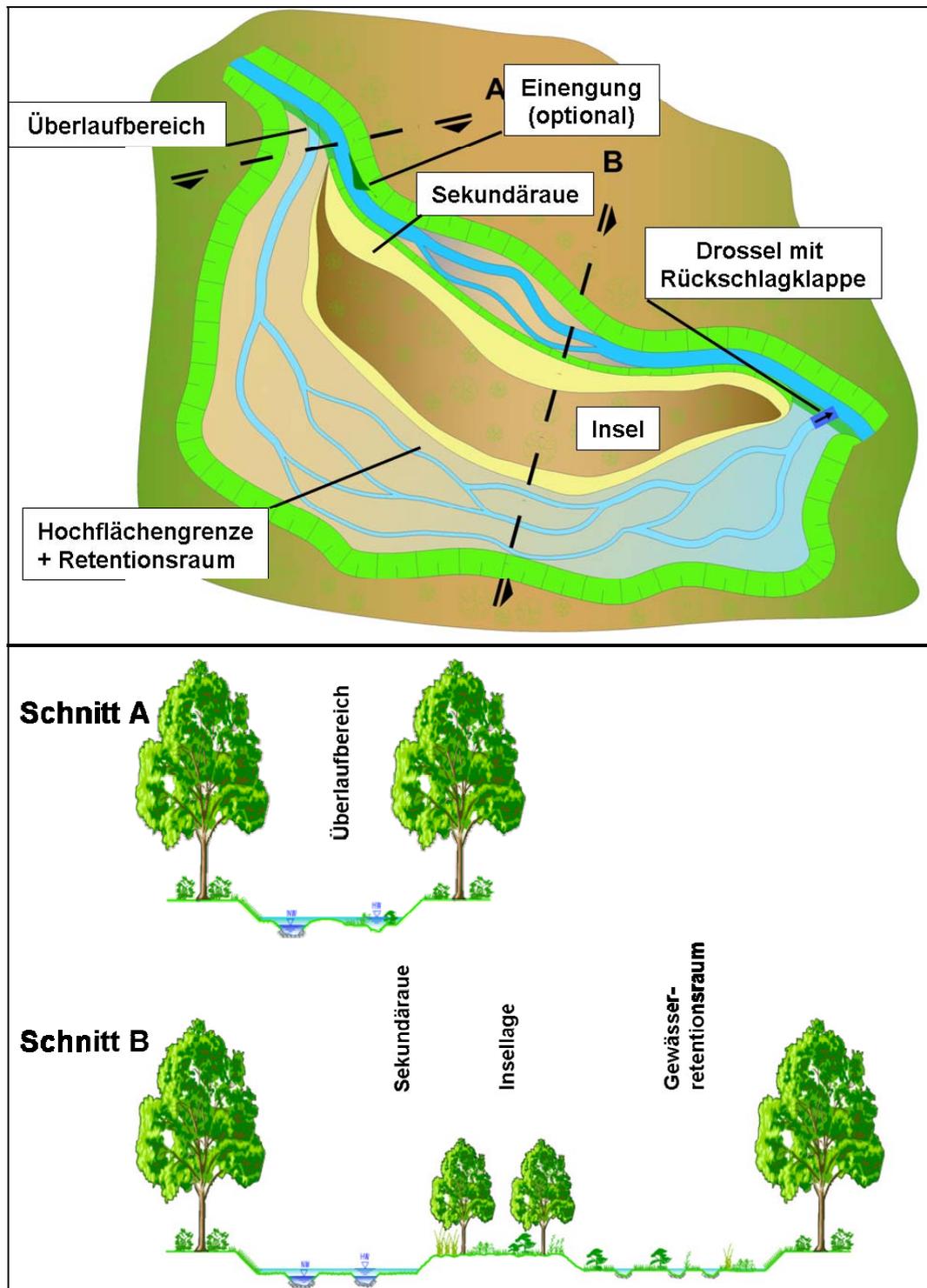


Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung eines Gewässerretentionsraumes seitl. eines Mittelgebirgsgewässers (Nebenschluss)

5.2.1 Funktionsweise und Zielsetzung eines Gewässerretentionsraumes

Kann eine Rückhaltung vor Einleitung nicht realisiert werden, so bietet ein Gewässerretentionsraum die Möglichkeit, einen Teil der ungedrosselt eingeleiteten Abflüsse zwischenzuspeichern. Insbesondere durch die temporäre „Entnahme“ der Abflussspitzen können die stromab gelegenen Gewässerabschnitte im kritisch angesehenen Bereich des Abflussspektrums hydraulisch entlastet werden.

Im Gegensatz zur Rückhaltung vor Einleitung, wo im Rückhaltebecken ausschließlich die Abflüsse von den kanalisiert Flächen zurückgehalten werden, muss im Falle des Gewässerretentionsraumes der gesamte Abfluss im Gewässer, der sich aus dem Abfluss oberhalb der Einleitungsstelle („Vorbelastung“) und den eingeleiteten Wassermengen der kanalisiert Flächen zusammensetzt, berücksichtigt werden. Hieraus ergeben sich in der Praxis Anwendungsgrenzen. **Abbildung 14** zeigt beispielhaft die Überlagerung einer typischen Abflussganglinie aus einem kanalisiertem Einzugsgebiet mit einem (als „Vorbelastung“) angenommenen konstanten Abfluss in Höhe des $HQ_{1p, nat.}$. Gut zu erkennen ist, wie in gezeigtem Beispiel der Abflussscheitel der superponierten Abflussganglinie den als Zielwert für die Gewässerträglichkeit gemäß BWK M3 formulierten Wert des $HQ_{1p, nat.} + HQ_{1p, nat.} \cdot x\text{-Faktor}$ (hier: $HQ_{1p, nat.} + 10\%$) überschreitet.

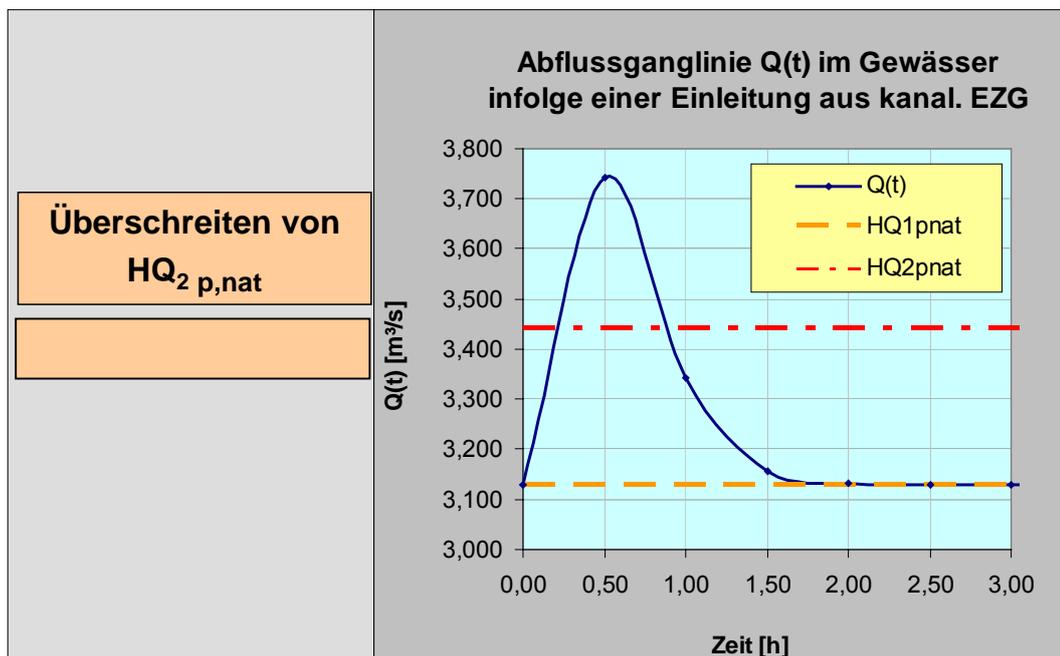


Abbildung 14: Überlagerung der Einleitungsabflüsse aus einer Niederschlagswassereinleitung mit dem Gewässerabfluss

Funktionales Ziel eines Gewässerretentionsraumes muss es daher sein, die sich durch die Summe der ungedrosselten Einleitungen eines geschlossenen Sied-

lungsgebietes ergebenden, erhöhten Abflüsse mindestens auf das Niveau des $HQ_{1 p, nat.} + HQ_{1 p, nat.} \cdot x$ -Faktor (i.d.R. $HQ_{1 p, nat.} + 10\%$) abzusenken. Dazu muss der Teil der Abflüsse, der diesen Wert übersteigt, möglichst weitreichend im Retentionsraum zwischengespeichert werden. Wird dieser Teil temporär aus dem Abflussgeschehen herausgenommen, bedeutet das für die unterhalb des Gewässerretentionsraum liegenden Gewässerabschnitte eine Reduzierung der hydraulischen Belastungen auf das gewässerträgliche Maß für das im BWK M3 anvisierte Jährlichkeitsspektrum.

Abbildung 15 verdeutlicht exemplarisch die Zielsetzung eines Gewässerretentionsraumes im Nebenschluss an einem Mittelgebirgsbach: Wenigstens das als V_1 bezeichnete Teilvolumen der Abflussfülle muss im Retentionsraum zurückgehalten werden. Um für weiter unterhalb im Gewässerlauf gelegene Einleitungsstellen einen Handlungsspielraum zu gewinnen, ist es darüber hinaus angezeigt, den Scheitelwert der Abflussganglinie möglichst weit in Richtung $HQ_{1 p, nat.}$ abzusenken. Dazu muss die Befüllung in den Gewässerretentionsraum mit dem Erreichen des Wasserstandes zum $HQ_{1 p, nat.}$ zul ($HW_{1 p, nat.}$) beginnen. Folglich ist die Höhenlage des Einlaufbereichs auf derjenigen Höhe vorzugeben, die sich im betrachteten Gewässer für das $HW_{1 p, nat.}$ ergibt.

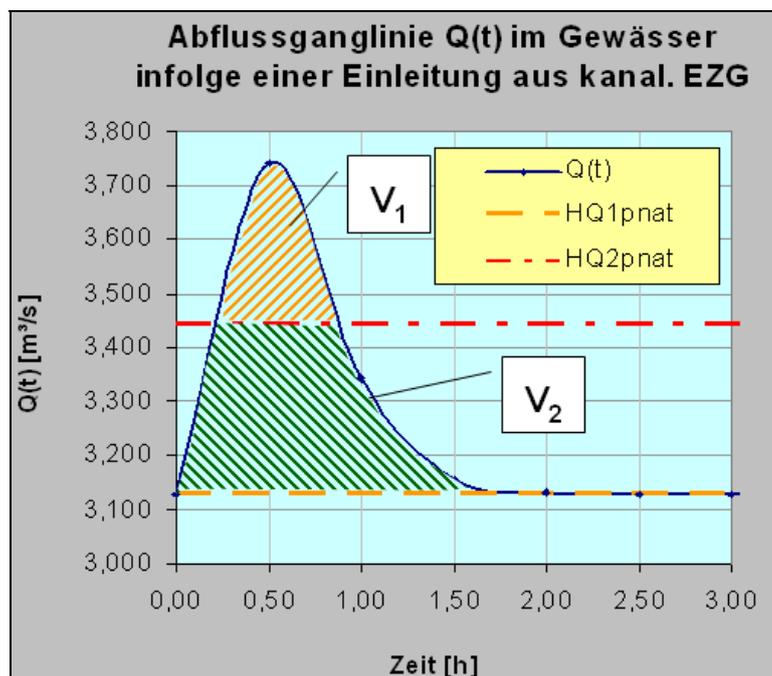


Abbildung 15: Zielsetzung an den Gewässerretentionsraum (hier: $HQ_{2 p, nat} = HQ_{1 p, nat} + x \cdot HQ_{1 p, nat}$, mit $x = 0,10$)

Ein klarer Nachteil eines Gewässerretentionsraumes gegenüber der Rückhaltung vor Einleitung ist der Umstand, dass auf die Frequenz von Hochwasserereignissen mit Abflussscheiteln unterhalb des $HQ_{1p, nat.}$ kein Einfluss genommen werden kann, da diese Hochwasserstände die Höhenlage des Einlaufbereichs nicht erreichen (s. Kapitel 5.2.2) und deshalb der Gewässerretentionsraum nicht gefüllt wird. Für klassische Regenrückhaltebecken (vor Einleitung) stellt sich dies anders da, weil dort auch solche Abflüsse aus Kanalnetzen zwischengespeichert und gedrosselt in das Gewässer abgegeben werden, die eine kleinere Auftrittswahrscheinlichkeit als die vorgegebene Überlaufhäufigkeit haben. Die Abflüsse führen dann zwar nur zu einem Teileinstau im Becken, die rückhaltende Wirkung des Regenrückhaltebeckens ist jedoch vollständig gegeben, da nur die Drosselwassermengen das Gewässer erreichen.

Ein weiterer Unterschied zwischen Gewässerretentionsräumen und Regenrückhaltebecken liegt in einer ungewünschten Vorfüllung. Für Gewässerretentionsräume kann systembedingt eine unerwünschte, frühzeitige Befüllung des Speicherraums, z. B. infolge eines natürlicherweise ablaufenden Hochwassers („Vorbelastung“, vgl. Kapitel 5.2.1), nicht ausgeschlossen werden. Die eigentlich gewünschte Wirkungsweise des Gewässerretentionsraumes, die Kompensation der Abflussverschärfung einer siedlungsbedingten Einleitung, kann dann, wegen des vorgefüllten Speicherraumes, nicht mehr erfolgen: Der eingeleitete Abflussscheitel fließt ungedämpft nach unterstrom weiter. In einem klassischen Rückhaltebecken werden dagegen nur Wassermengen zwischengespeichert, die aus dem angeschlossenen, kanalisierten Einzugsgebiet herrühren; eine unerwünschte Vorfüllung durch natürliche Hochwasserereignisse ist systembedingt nicht möglich.

5.2.2 Randbedingungen und Dimensionierung

Die gezielte Auslegung eines Gewässerretentionsraumes ist stark von den jeweiligen topografischen Verhältnissen, insbesondere von der betrachteten Gewässerstecke abhängig. Nachfolgend werden die für eine gezielte Auslegung relevanten Aspekte ausgeführt.

Stufe 2.1 Ermittlung des Volumens eines Gewässerretentionsraumes

Das Speichervolumen einer Regenrückhaltung vor Einleitung wird in der Regel gemäß des DWA-Arbeitsblattes 117 (DWA-A117) bemessen. Dies kann über das dort unter Kapitel 4.4 beschriebene einfache Verfahren oder über eine Langzeitsimulation (Kapitel 4.5) mit Hilfe eines Niederschlag-Abfluss-Modells erfolgen. Aus Gründen der einfachen Anwendbarkeit dieser Arbeitshilfe wird im Weiteren davon ausgegangen, dass das einfache Verfahren gemäß DWA-A 117 angewendet wird.

Darin werden neben den Vorgaben der Drosselleistung und der Überlaufhäufigkeit auch die hydrologischen Verhältnisse (Regenspenden bei verschiedenen Dauerstufen) und auf das Entwässerungssystem bezogene Größen (Einzugsgebietsgröße, Versiegelungsanteil, Fließzeit) berücksichtigt. Ergebnis der Dimensionierung nach DWA-A 117 ist ein Rückhaltevolumen, das ausreichend groß ist, um die Abflussfülle der maßgeblichen Regenspenden des kanalisierten Einzugsgebietes vollständig zwischenzuspeichern.

Als maßgeblich gilt in diesem Zusammenhang die Dauerstufe derjenigen Regenspende, die bei vorgegebener Überlaufhäufigkeit (= Auftrittswahrscheinlichkeit des Regens) gemäß Schutzbedürfnis bzw. ortsspezifischen Wiederbesiedlungspotential des Gewässers zum rechnerisch größten Volumen führt.

Tritt ein Niederschlagsereignis dieses Ausmaßes auf, findet in einem entsprechend ausgelegtem Regenrückhaltebecken gerade noch kein Überlauf des Speicherraums statt, der Wasserstand im Becken erreicht das maximale Stauziel. Wie aus den in **Abbildung 16** gezeigten Zu- und Abflussganglinien eines Rückhaltebeckens zu erkennen ist, werden die zufließenden Wassermengen effektiv zurückgehalten und nahezu konstant – entsprechend der eingestellten Drosselleistung – an das Gewässer abgegeben. Der Verlauf der hier gezeigten Abflussganglinie folgt der Funktionsweise der häufig in diesem Zusammenhang eingesetzten ungesteuerten Rohrdrossel: In einem gewissen Grad ist die Drosselleistung dabei von der Stauhöhe im Speicherraum des Regenrückhaltebeckens abhängig.

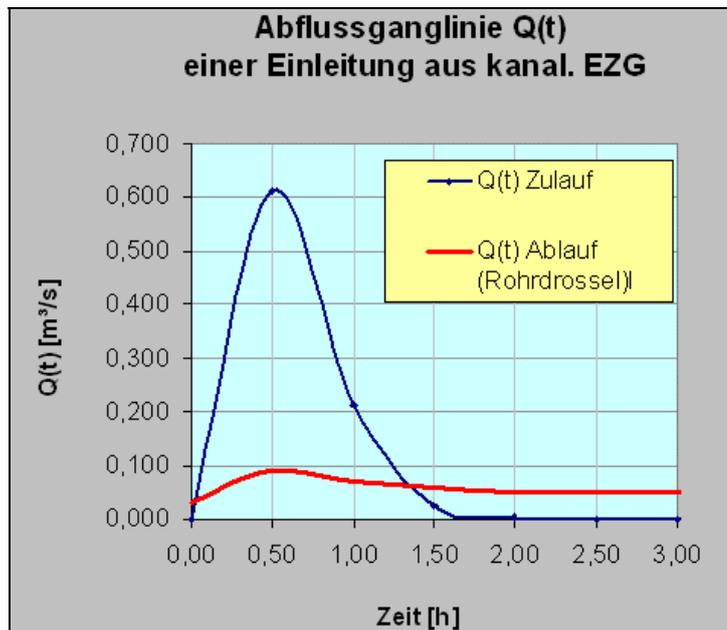


Abbildung 16: Wirkungsweise eines Regenrückhaltebeckens (vor Einleitung)

Hinsichtlich der Effektivität der Rückhaltewirkung kann „Rückhaltung vor Einleitung“ als Referenz gelten. Prinzipiell kann mit keiner anderen Maßnahme zur Abflussreduzierung eine derart scharfe Begrenzung der Abflüsse aus einem Kanalnetz erreicht werden. Diesem Maßnahmentyp wird deshalb bezüglich der Effektivität hinsichtlich der Erreichung des ökologischen Ziels ein Effektivitätsfaktor von $\eta = 1$ zugeordnet.

Um mittels eines Gewässerretentionsraumes einen vergleichbar positiven Effekt auf die Begrenzung von Abflussspitzen bewirken zu können, muss im Gewässerretentionsraum zumindest das gleiche Volumen bereitgestellt werden, das auch in einem nach DWA-A 117 dimensionierten Regenrückhaltebecken vorgehalten wird. Denn stellt man an den Gewässerretentionsraum den gleichen Anspruch wie an die „Rückhaltung vor Einleitung“, nämlich den Abfluss im Gewässer auf das $HQ_{2p, nat.}$ zu begrenzen, muss die gleiche maßgebliche Abflussfülle aus dem kanalisierten Einzugsgebiet den Gewässerabflüssen entzogen bzw. ferngehalten werden. Theoretisch betrachtet macht es nämlich hinsichtlich der Größe des Speicherraumes keinen Unterschied, ob die Abflussfülle aus dem kanalisierten Einzugsgebiet vor oder nach der Einleitung zwischengespeichert wird.

Stufe 2.2 Festlegung der Höhenlage des Einlaufbereichs

Das Einlaufen von Wasser in einen im Nebenschluss angeordneten Gewässerretentionsraum erfolgt über einen Einlaufbereich mit definierter Höhenlage (h_{Einlauf}). Steigt der Wasserspiegel im Gewässer infolge anschwellender Abflüsse (Einleitung aus kanalisiertem Einzugsgebiet) über diese Höhe, beginnt ein Teil des Gewässerabflusses in den Gewässerretentionsraum einzuströmen (s. **Abbildung 18**).

Wie in Kapitel 5.2.1 bereits dargestellt, muss der Einlauf in den Gewässerretentionsraum mit dem Erreichen des Wasserstandes zum $HQ_{1\text{ p, nat.}}$ ($HW_{1\text{ p, nat.}}$) beginnen. Folglich ist die Höhe des Einlaufbereichs (h_{Einlauf}) auf die Höhe des $HW_{1\text{ p, nat.}}$ zu setzen. Die sich bei Abflüssen in Höhe des $HQ_{1\text{ p, nat.}}$ einstellende Wasserspiegellage $HW_{1\text{ p, nat.}}$ kann über eine einfache hydraulische Berechnung unter Annahme von stationär gleichförmigen Bedingungen berechnet werden.

Für eine überschlägige Ermittlung können alternativ zur Wasserspiegellagenberechnung die in **Abbildung 17** gezeigten Schlüsselkurven verwendet werden. Wie in Grafik beispielhaft für $HQ_{1\text{ p, nat.}}$ in der Höhe von $3,5\text{ m}^3/\text{s}$ gezeigt, kann die Fließtiefe über der Gewässersohle für ein 5 m breites Gewässerbett mit $HW_{1\text{ p, nat.}} \approx 0,83\text{ m}$ abgelesen werden. Zwischenwerte der Gewässerbettbreite können interpoliert werden.

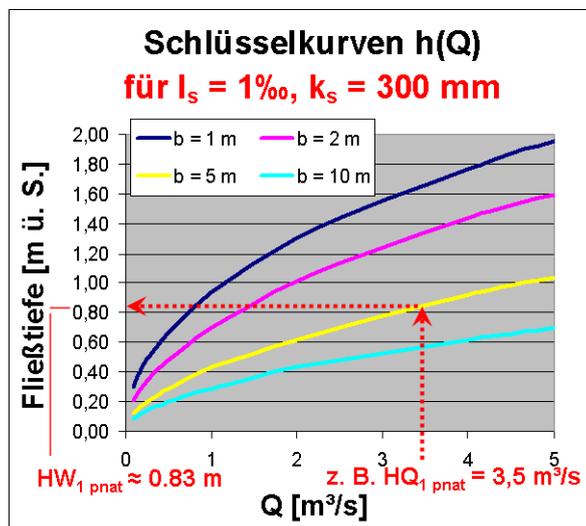


Abbildung 17: Schlüsselkurven zur überschlägigen Ermittlung von Fließtiefen

Bleibt die Wasserspiegellage bei Niedrig- und Mittelwasserabflüssen unterhalb des $HW_{1\text{ p, nat.}}$, findet durch den Gewässerretentionsraum keine Einflussnahme auf das Abflussspektrum statt. Hier haben allenfalls die Maßnahmen der Stufe 1 Einfluss auf das Abflussgeschehen im Gewässer.

Stufe 2.3 Festlegung der Höhenlage der Sohle des Speicherraums

Der Auslauf der zwischengespeicherten Wassermengen aus dem Gewässerretentionsraum erfolgt über eine Drossleinrichtung am unteren Ende. Um die Entleerung des Gewässerretentionsraumes nach Ablauf eines Hochwassers sicherstellen zu können, muss auch die Sohle des Speicherraums eine definierte Höhenlage (h_{Sohle}) haben: Die Sohlhöhe sollte sich dabei nach den gewässerspezifischen Wasserspiegellagen bei Niedrigwasserabflüssen richten (s. **Abbildung 18**). Als Anhaltswert für die Höhenlage der Sohle des Speicherraumes kann der Wasserspiegel des Mittleren Niedrigwassers (MNQ) herangezogen werden.

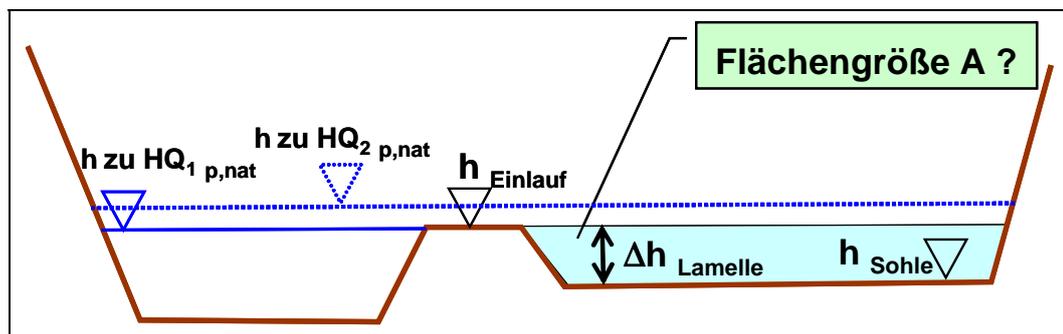


Abbildung 18: Schematischer Schnitt durch das Gewässer und den seitl. Retentionsraum im Nebenschluss

Da die Drossel den tiefsten Punkt des Gewässerretentionsraumes bildet, besteht die Möglichkeit, dass bei einem anlaufenden Hochwasser der Speicherraum rückwärtig über die Drossel gefüllt wird, obgleich die Wasserstände die Höhe des Einlaufbereichs h_{Einlauf} noch nicht überschritten haben. Dies hätte zur Folge, dass der Speicherraum zum Zeitpunkt des Abflussscheitels eines Hochwassers bereits teilweise gefüllt wäre und entsprechend weniger effektiv die relevanten Spitzenabflüsse brechen könnte. Um die rückwärtige Befüllung des Speicherraums zu verhindern, ist deshalb für die Drossel eine Rückstausicherung (z. B. Rückschlagklappe) vorzusehen.

Stufe 2.4 Ermittlung des Flächenbedarfs des Gewässerretentionsraumes

Steht die Mindestgröße des Gewässerretentionsraumes (V) fest, so kann mit Kenntnis der Sohlhöhe des Speicherraumes (h_{Sohle}) und der Höhenlage des Einlaufbereichs (h_{Einlauf}) der Flächenbedarf des Speicherraums überschlagsmäßig ermittelt werden. Die Böschungsneigungen der Ufer des Gewässerretentionsraumes werden dabei vereinfachend als senkrecht angenommen.

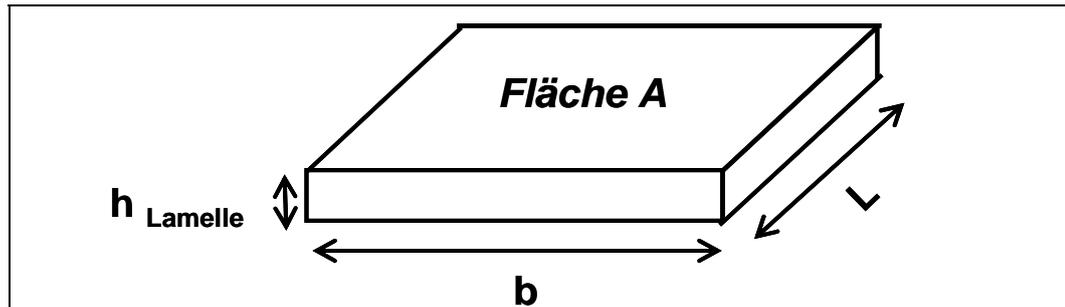


Abbildung 19: Lamelle zwischen Sohlhöhe des Speicherraums und Einlaufhöhe

Da die Zwischenspeicherung nur in der Lamelle (h_{Lamelle}) erfolgen kann, die sich zwischen der Einlaufhöhe (h_{Einlauf}) und der Sohlhöhe des Speicherraums (h_{Sohle}) aufspannt, kann der Flächenbedarf (A) des Speicherraums eines Gewässerretentionsraumes aus dem einfachen, in (Gleichung 1 aufgeführten, Zusammenhang ermittelt werden.

$$A = V / h_{\text{Lamelle}} \quad (\text{Gleichung 1})$$

mit:
$$h_{\text{Lamelle}} = h_{\text{Einlauf}} - h_{\text{Sohle}}$$

Hinweis:

Nicht im Flächenbedarf A berücksichtigt sind die für Böschungen, Inselbereiche und die naturnahe Gestaltung benötigte Fläche. Es wird lediglich der reine, geometrisch vereinfachte Speicherraum damit beschrieben. Ein Einbeziehen günstiger topographischer Verhältnisse (z.B. Mulden) wird empfohlen.

In **Abbildung 20** ist der Ablauf der oben beschriebenen Vorgehensweise zur Ermittlung der Flächengröße eines Gewässerretentionsraumes nochmals grafisch aufbereitet. Wie zu erkennen, besteht der wesentliche Teil des Arbeitsablaufes in der Durchführung einer Dimensionierung von Regenrückhaltebecken, wie sie

gemäß DWA-A 117 im Falle einer „Rückhaltung vor Einleitung“ ohnehin durchzuführen ist.

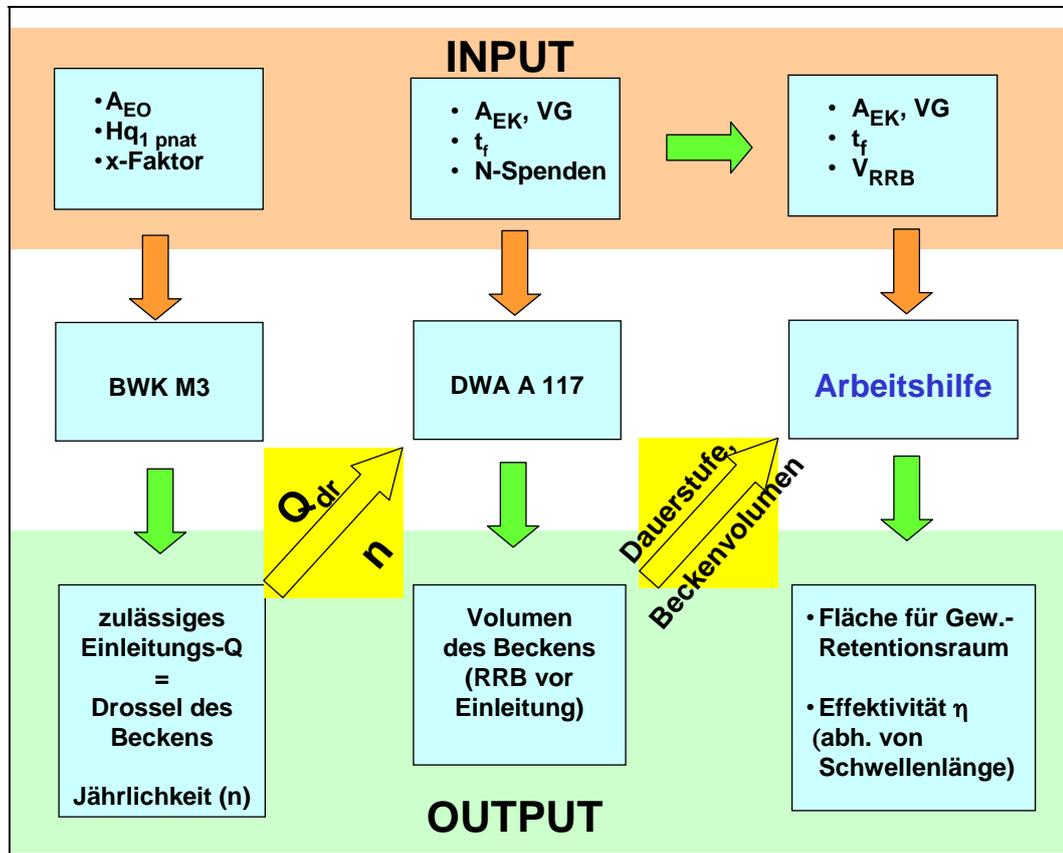


Abbildung 20: Ablauf der Vorgehensweise bei Ableitung der Flächengröße eines Gewässerretentionsraumes im Nebenschluss

Stufe 2.5 Bewertung der Effektivität des konzipierten Gewässerretentionsraumes

Bei der Bewertung der Effektivität eines Gewässerretentionsraumes hinsichtlich der Reduzierung von Abflussspitzen stellt „Rückhaltung vor Einleitung“ den Referenzzustand dar, den es gilt mit alternativen Maßnahmen zu erreichen. Entsprechend ist die Effektivität für Rückhaltung vor Einleitung per definitionem $\eta = 1$.

Die Bestimmung der Effektivität eines Gewässerretentionsraumes hinsichtlich der Reduzierung von Abflussspitzen muss über eine Betrachtung des Befüllungsvorgangs erfolgen:

Da die über den Einlaufbereich in den Rückhalteraum einströmenden Wassermengen vom jeweiligen Wasserstand innerhalb der Hochwasserganglinie, der Länge und Ausgestaltung des Einlaufbereichs, dem Sohlgefälle des Gewässers und der Gewässerrauheiten abhängen, ist eine instationäre, zeitlich diskrete Betrachtung unumgänglich. Weil sich eine solche Betrachtung in der Praxis als recht aufwendig darstellt, werden dem Anwender dieser Arbeitshilfe Grafiken an die Hand gegeben, mit deren Hilfe eine einfache Einschätzung der Effektivität η ermöglicht wird: Auf diese Weise kann ein erster Anhaltspunkt für die Effektivität eines Gewässerretentionsraumes gewonnen werden. Im Zuge der Objektplanung eines solchen Retentionsraumes sollte dessen Wirksamkeit in einer detaillierten Modellabbildung untersucht und bewertet werden.

Nach Sohlgefälle differenzierte Nomogramme erlauben, in Abhängigkeit der vorhandenen Gewässerbettbreite und der zu wählenden Länge des Einlaufbereichs (Schwellenlänge), die zu erwartende Effektivität abzulesen (s. **Abbildung 21**). Der Nutzer kann hierzu, wie in der linken Grafik gezeigt, mit der bekannten Gewässerbettbreite (hier: $b=5$ m) die zu erwartende Effektivität ablesen (hier $\eta \approx 0,77$).

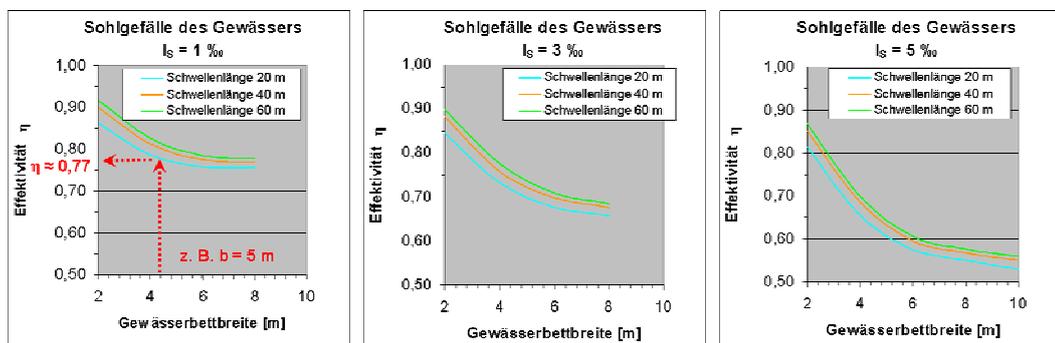


Abbildung 21: Grafiken zum Ablesen der Effektivität der Wirkung

Als Datengrundlage für die Aufstellung der Nomogramme dienten die Ergebnisse von Modellrechnungen zu konkreten Einleitungssituationen aus den Beispielräumen *Sandgeprägte Tieflandgewässer* (Einzugsgebiet der Bocholter Aa, siehe Beispiel 1 in Anlage 3) und *Schottergeprägte Gewässer des Mittelgebirges* (Einzugsgebiet der Bröl, siehe Beispiel 2 in Anlage 3). Diese realen Einleitungssituationen wurden zur Erweiterung des Wertespektrums um synthetische Beispiele ergänzt.

Beispiele, welche die Vorgehensweise für die Stufen 2.1 bis 2.5 anhand realer Situationen in der Örtlichkeit zeigen sind im Anhang 3 (=> *Fertigstellung nach Freigabe der Methodik*) zu finden.

5.2.3 Anforderungen an die Gestaltung

Die Gewässerretentionsräume müssen in ihrer Gestaltung zum einen zur Erzielung der prognostizierte Effekte und zum anderen zur Sicherstellung der ökologisch erwünschten Anforderungen auf der Grundlage nachfolgender Hinweise gestaltet werden. Hierbei ist die nachhaltige Funktionsfähigkeit maßgeblich.

- Die befestigte und lagestabile Einlaufschwelle sollte zur Einbindung in die Landschaft mit Schotterrasen überdeckt oder mit anderen Materialien befestigt werden. Dieser muss zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit (Höhenlage der Schwelle) regelmäßig unterhalten werden.
- Die Herstellung des Retentionsraumes erfolgt i.d.R. durch Entnahme von Boden. Die sachgerechte Verwertung des Bodens muss gewährleistet sein.
- Die Sohle des Retentionsraumes soll unregelmäßig gestaltet sein, um kleinräumig gewässertypische Habitatverhältnisse zu schaffen.
- Mögliche Nebengerinne sollten als Initialgerinne ausgebildet werden, um eine sukzessive Entwicklung entsprechend den sich einstellenden Abflussverhältnissen zu ermöglichen.
- Die Vegetation der Sekundäraue, der „Insel“ und des Retentionsraumes soll der Sukzession überlassen werden (s. **Abbildung 12**). Ggf. können unterstützende Initialpflanzungen vorgenommen werden. Eine Unterhaltung ist nicht erforderlich.
- Der Auslassbereich sollte so gestaltet sein, dass ein Überfluten des Retentionsraumes bei Abflüssen über $HQ_{2p, nat.}$ möglich ist. Dadurch ist auch eine Nutzung des Retentionsraumes für Fische möglich, die Auenverhältnisse z.B. für die Fortpflanzung benötigen. Hierfür sind zudem Stillgewässer im Retentionsraum zielführend, deren Sohlage eine dauerbespannte bis lang anhaltende Wasserführung gewährleisten.
- Eine Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung nach Landschaftsrecht muss aufgrund der theoretisch möglichen Beeinträchtigung von Natur und Landschaft durchgeführt werden. Die Gestaltung des Retentionsraumes und der Verbesserungen am Gewässer sollte mit dem Ziel erfolgen, dass der Eingriff in sich ausgeglichen ist.

Ökologische Wertigkeit des Retentionsraumes

Die ökologische Wertigkeit des Retentionsraumes kann durch einen Vergleich mit natürlichen Auen charakterisiert werden.

Mehrere Kennzeichen einer Aue können durch den Retentionsraum teilweise oder ganz erfüllt werden:

- regelmäßige Überflutung (auch ohne ursächliche Erhöhung des Abflusses durch die betrachtete Einleitung aufgrund der reduzierten Sohlhöhe); jedoch aufgrund der Schwellenhöhe verminderte Häufigkeit; evtl. jedoch teilweise Kompensation durch höhere Verweildauer in Abhängigkeit der Auslassgestaltung
- Entwicklung feuchtigkeitsabhängiger, -angepasster Vegetation; aufgrund eingeschränkter Morphodynamik und Feuchtigkeitsverhältnisse Entwicklung von Röhrichten und Eschen-, Erlenbeständen (auch abhängig von einer möglichen Grundwasserbeeinflussung), evtl. Weiden oder Eichen-Ulmen-Bestände
- Bildung von Altwässern in muldenartigen Vertiefungen des Retentionsraumes (v.a. im Tiefland bei geringem Gefälle)
- im Mittelgebirgsraum aufgrund der Gefällesituation auch verzweigte Nebenrinne; jedoch aufgrund der Einlaufschwelle nur temporär bespannt

Eine dem Retentionsraum vorgelagerte Sekundäraue und die Geländeerhöhung („Insel“) zwischen Sekundäraue und Retentionsraum ermöglichen dem Gewässer eine freie morphologische und biologische Entwicklung.

Insgesamt ist von der Entwicklung eines ökologisch hochwertigen Raumes auszugehen, der neben den standörtlichen Verhältnissen aufgrund seiner häufigen Lage im oder am Rande von Siedlungslagen auch zur Verbesserung der Biotopvernetzung beitragen kann.

5.3 Großräumige strukturelle Maßnahmen – Stufe 2b

Die Durchführung großräumiger struktureller Verbesserungsmaßnahmen bietet sich an, wenn aufgrund der räumlichen Gegebenheiten die Anlage eines Gewässerretentionsraumes nicht möglich ist oder die Voraussetzungen gegeben sind, Renaturierungsmaßnahmen über größere Gewässerabschnitte am Gewässer durchführen zu können.

Mit den Verbesserungsmaßnahmen wird neben den positiven Effekten auf das Gewässer insgesamt auch eine Verbesserung der Retentionswirkung und der Schubspannungsverhältnisse, die wesentliche Stellgrößen der BWK M 3 – Betrachtung sind, erwartet. Diese Wirkungen sind jedoch im Einzelfall durch geeignete Nachweise zu belegen, so dass den Ansprüchen, die aus dem BWK M 3 resultieren, Genüge geleistet wird.

Die Verbesserungsmaßnahmen können analog der Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials aus einem KNEF abgeleitet und konkretisiert werden. Hierfür stehen prinzipiell die Maßnahmen aus **Tabelle 3** zu Verfügung.

Unter größeren Gewässerstrecken sind in Abhängigkeit der Gewässergröße und der Wirkung der Maßnahmen zusammenhängende Gewässerabschnitte von i.d.R. mind. 1000 m Lauflänge zu verstehen.

Die Dokumentation der Maßnahmen erfolgt analog der Vorgehensweise bei der Stufe 1. Dies bedeutet, dass für die relevanten Abschnitte unterhalb bzw. oberhalb der Einleitungsstelle die evtl. Steigerung des WBP ermittelt und zusätzlich die Wirkung auf die Retention und die Schubspannung beschrieben wird (Bsp. siehe nachfolgende Abbildung). Für die weiteren Abschnitte erfolgt dann entsprechend nur die Beschreibung hinsichtlich der Retention und der Schubspannung. Diese Wirkungen müssen jedoch zusätzlich nachgewiesen werden.

In der Bearbeitungsstufe 2b sind i.d.R. Vertreter der zuständigen Wasserbehörde, der zuständigen Landschaftsbehörde, des Abwasserbeseitigungspflichtigen, des Gewässerunterhaltungspflichtigen und soweit erforderlich die Flächeneigentümer beteiligt.

Ab-schnitt	Maßnahme	Wirkung/Begründung hinsichtlich Retention und Schubspannung	Wirkung/Begründung WBP
1
2	Totholz belassen/einbringen	Erhöhung der Rauigkeit	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität
	Erhalt/Entwicklung von Auenstrukturen/Altwassern	Schaffung von zusätzlichem Retentionsvolumen; Erhöhung der Rauigkeit	begleitende Maßnahmen in der Sekundäraue; Verbesserung der Gewässer-Auen-Beziehung
	Anlage einer Sekundäraue	Schaffung von zusätzlichem Retentionsvolumen; Erhöhung der Rauigkeit	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)
3	...		
...n			

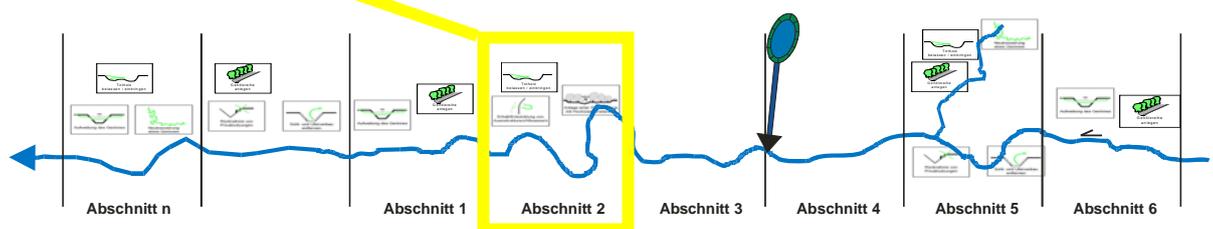


Abbildung 22: Beispiel für die Dokumentation von großräumigen strukturellen Maßnahmen

Die großräumigen strukturellen Maßnahmen müssen einen funktionalen Bezug zur Örtlichkeit der Einleitung aufweisen. Dies bedeutet, dass sie i.d.R. unmittelbar oberhalb und unterhalb der Einleitungsstelle beginnen sollten, mindestens jedoch im gleichrangigen hydrologischen System (d.h. oberhalb des nächsten Zuflusses/Zusammenflusses gleicher Größe) umgesetzt werden sollten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, farbig hinterlegt, die Maßnahmen die für eine großräumige Umgestaltung besonders relevant sind. Die weiteren Maßnahmen gelten als unterstützend.

Tabelle 4: Maßnahmen mit besonderer Bedeutung für großräumige strukturelle Umgestaltungen

Gewässer	RRB		RBF	
	reduz. Dimensionierung	kein RRB	reduz. Dimensionierung	kein RBF
D1 Maßnahmen zur Verbesserung der longitudinalen Durchgängigkeit				
D1.1 Rückbau eines Querbauwerkes, einer Verrohrung	H/W		H/W	
D1.6 Rückstau minimieren	H/W		H/W	
G1 Maßnahmen zur Sohl-/Ufer- und Laufentwicklung				
G1.1 Belassen und Schützen fortgeschrittener Sohl-/Uferstrukturierung	H/W		H/W	
G1.2 Fördern der beginnenden Sohl-/Uferstrukturierung	H/W		H/W	
G1.3 Initiierung von Sohl-/Uferstrukturierung und Laufentwicklung				
G1.3.1 Sohl- und Uferverbau entfernen	H/W		H/W	
G1.3.2 Maßnahmen zum Totholzdarangebot	H/W		H/W	
G1.4 Anlage von Sohl-/Uferstrukturen und Gerinneverläufen				
G1.4.1 Neutrassierung des Gerinnes	H/W		H/W	
G1.4.2 Aufweitung des Gerinnes / Anlage von Nebengerinnen	H/W	s.G3.3	H/W	s.G3.3
G1.4.3 Anlage von Initialgerinnen	H/W		H/W	
G2 Maßnahmen zur Gehölzentwicklung				
G2.1 Anlegen/Ergänzen eines Gehölzsaumes	W*		W*	
G2.2 Sukzessive Entwicklung eines Gehölzsaumes	W*		W*	
G3 Maßnahmen zur Auenentwicklung				
G3.1 Reaktivierung der Primäraue	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**
G3.2 Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue	H/R/W		H/R/W	
G3.3 Anlage einer Sekundäraue	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**	H/R/W**
G3.4 Entwicklung und Erhalt von Altstrukturen, Altwassern in der Aue	H/R/W		H/R/W	
G3.5 Anlage eines Uferstreifens	W*		W*	
G4 Graben-/Gewässerdrossel	R	R	R	R

H= Hydraulisch-habitat-verbessernd

R=Retentions-verbessernd

W= Wiederbesiedlungspotential-verbessernd

* indirekte Vermind. v. Eutrophierungseffekten

**stoffl. Effekte

Eine Beispielanwendung der Stufe 2b befindet sich im Anhang 3.

5.4 Lösung im übergeordneten Gesamtbewirtschaftungsansatz

Für Gewässer im urbanen Raum kann sich die räumliche Situation über weite Fließstrecken als so beengt darstellen, dass eine Umsetzung von retentionswirksamen Maßnahmen zur Kompensation von Niederschlagswassereinleitungen, wie sie in Stufe 2 in den Kapitel 5.2 und 5.3 beschrieben ist, nicht in Frage kommt. Besteht weder im direkten Umfeld einer Einleitung die Möglichkeit zur Rückhaltung vor Einleitung (Teil der Stufe 1) noch im weiteren Verlauf des Gewässers das Raumangebot für einen Gewässerretentionsraum (Stufe 2a) oder die Chance zur großräumigen strukturellen Maßnahmen (Stufe 2b), verbleibt die Verfolgung eines übergeordneten Gesamtbewirtschaftungsansatzes für das Einzugsgebiet des betrachteten Gewässers.

Für die Verbesserung der Gesamtsituation eines Gewässers, für welches die oben genannten Maßnahmen nicht realisiert werden können, kommen prinzipiell eine Reihe von alternativen Aktivitäten in Frage, die im Zuge eines Gesamtbewirtschaftungskonzeptes entlang des Gewässers umgesetzt werden können (s. **Abbildung 23**). Erwünscht ist in einem solchen Fall eine offene Denkweise gegenüber funktionalen, bewährten Maßnahmen aus der Praxis. Der Anspruch an ein Gesamtbewirtschaftungskonzept bleibt dabei unverändert die Reduzierung bzw. Kompensation von Gewässerbelastungen infolge siedlungsbedingter Einleitungen. Die Maßnahmen zur Zielerreichung sind entsprechend zu entwickeln.

Nachfolgend ist ein möglicher Ablauf bei der Entwicklung eines Gesamtbewirtschaftungskonzeptes aufgezeigt und in **Abbildung 22** illustriert.

Grundvoraussetzung für die Aufstellung eines Bewirtschaftungskonzeptes ist eine sorgfältige Analyse des hydrologischen und hydraulischen Ist-Zustandes für das betrachtete Gewässer. Darauf aufbauend schließt sich die Formulierung eines Prognose-Zustandes an, wie er infolge von räumlicher Entwicklung erwartet werden kann. Basis der Analysen bildet dabei die Kenntnis allgemeiner, raumbezogener Informationen wie Topografie, Eigentumsverhältnisse und behördliche Zuständigkeiten sowie die Kenntnis hydrologisch relevanter Daten der betrachteten Einleitungsstellen, wie Lage und Einleitungsmengen.

Die auf die Analyse folgende Definition eines Ziel-Zustandes der ökologischen und morphologischen Verhältnisse im Gewässer hat Einfluss auf den Umfang, in welchem die bestehenden hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse verändert werden müssen. In diesem Zusammenhang sind regions- und gewässerspezifische Kenngrößen bei der Zieldefinition zu berücksichtigen (Leitbilder, Entwicklungsziele, etc.).

Sämtliche zur Erreichung dieser Ziele in Frage kommenden Maßnahmen sind im sich anschließenden Prozess der Maßnahmenüberprüfung auf Wirksamkeit, Verträglichkeit mit Zielen anders motivierter Planungen und letztlich auf ein ausgeglichenes Kosten-Nutzen-Verhältnis zu untersuchen. In der Praxis sind im Zuge

dieses iterativen Planungsprozesses sicherlich Abstriche vom idealen Ziel-Zustand hinzunehmen.

Ein übergeordneter Umgang mit Niederschlagswassereinleitungen im Rahmen von Abflussbewirtschaftungsansätzen muss auch immer die Belange der Bewirtschaftungsplanung / Maßnahmenplanung gemäß WRRL berücksichtigen. Weitere Hinweise gibt das BWK M3 mit dem Verweis auf das Sohlschubspannungsverfahren bzw. das BWK M7 (Gelbdruck, Februar 2007) mit den Hinweisen zur hydraulischen Nachweisführung im detaillierten Verfahren. Auch diese Lösungsansätze sind hinsichtlich des übergeordneten Abflussbewirtschaftungsansatzes anwendbar und geeignet.

Im Weiteren werden einige, prinzipiell vorstellbare Maßnahmemöglichkeiten genannt und thematisch gruppiert: Die Aufzählung ist dabei nicht abschließend und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Siehe hierzu auch **Abbildung 22**.

Zentrale Maßnahmen zur Abflussbewirtschaftung

Besteht die räumliche und topografische Möglichkeit der zentralen Rückhaltung im Gewässer oberhalb oder auch innerhalb beengter Fließstrecken im urbanen Umfeld, so sollte geprüft werden, ob die „Vorbelastung“ des Gewässers, auch wenn sie überwiegend von natürlichen Flächen herrührt, reduziert werden kann, um im Gewässer Spielraum für siedlungsbedingte Abflüsse zu schaffen. Die Grundsätze einer naturnahen Hydrologie (Abflussdynamik, Mindestwasserführung etc.) sind dabei zu berücksichtigen.

Bestehende Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss und Nebenschluss können dabei - soweit möglich und baulich realisierbar - Teilaufgaben einer ökologisch orientierten Renaturierung der Wasserführung übernehmen. In der Regel sind (bestehende) Hochwasserrückhalteräume auf den klassischen Hochwasserschutz (Schutzziele HQ25 bis HQ100) ausgelegt. Ihre Retentionswirkung im ökologisch relevanten Hochwasserabflussspektrum mit Auftrittswahrscheinlichkeiten von $n = 2$ bis $n = 0,2$ (HQ0,5 bis HQ5) Jahren ist meist gering bis gar nicht ausgeprägt. Eine zusätzliche Auslegung bestehender Rückhalteräume auf Hochwasserereignisse kleinerer Auftrittswahrscheinlichkeiten (Umbau der Drosseleinrichtung) kann deshalb zielführend sein.

Bei der Umgestaltung von HRB sollte zunächst die grundsätzliche Machbarkeit mit der zuständigen Wasserbehörde und dem Betreiber geklärt werden, bevor zeit- und kostenintensive Berechnungen durchgeführt werden. Es ist davon auszugehen, dass bei der Umgestaltung gestaffelte Drosselungen für unterschiedliche Abflüsse einschließlich entsprechender Steuerungen errichtet werden müssen. Für die Umgestaltung wird zumeist ein Verfahren nach § 31 WHG erforderlich sein.

Dezentrale Maßnahmen am Entstehungsort des Niederschlagswassers

Großes Potential für die Abflussbewirtschaftung bietet sich dort, wo es zur Abflusskonzentration des Niederschlags kommt. Es existieren zahlreiche Möglichkeiten, das Abflussverhalten versiegelter Flächen im Sinne einer Abflussvermeidung bzw. Verminderung zu beeinflussen. Hierzu existieren einige, in der Praxis bereits etablierte Lösungsmöglichkeiten. Solche Maßnahmen sind insbesondere bezogen auf die Abflussspektren kleiner Auftretswahrscheinlichkeiten wirkungsvoll, die es nach den Zielen des BWK M3 zu reduzieren gilt.

- Abflussvermeidung durch Flächenentsiegelung und Förderung der Versickerung etc.
- Abflussreduzierung durch Dachbegrünung, Regenwassernutzung, Mulden-Rigolen-Systeme, etc.

Maßnahmen im Kanalnetz

Durch die Aktivierung vorhandenen Kanalstauraums bzw. der gezielten Neuschaffung können insbesondere für die Niederschlagsereignisse kleiner Wiederkehrwahrscheinlichkeiten, Rückhaltevolumina bereitgestellt werden. Geschieht dies zudem in Mischwasserkanalnetzen und werden dort Regenüberläufe und -becken optimiert, treten neben den hydraulischen Vorteilen zusätzlich stoffliche Entlastungen für das Gewässer wirksam ein.

In Zuge der Aufstellung eines Gesamtbewirtschaftungskonzeptes sind i.d.R. Vertreter der zuständigen Wasserbehörde, der zuständigen Landschaftsbehörde, des Abwasserbeseitigungspflichtigen, des Gewässerunterhaltungspflichtigen und soweit erforderlich die Flächeneigentümer beteiligt.

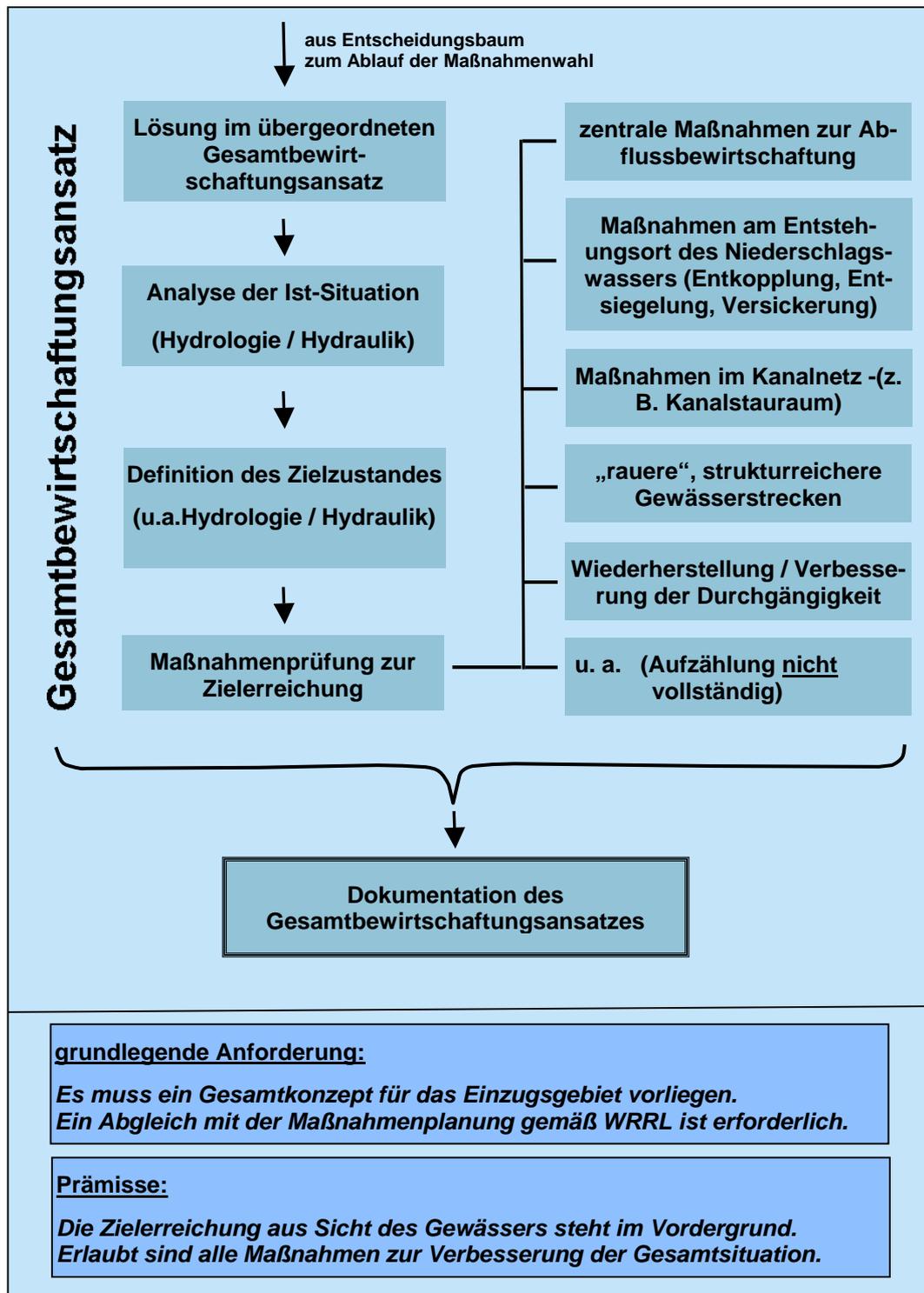


Abbildung 23: Möglicher Ablauf bei der Verfolgung eines übergeordneten Gesamtbewirtschaftungsansatzes

6 Weiterreichende Wirkungen der Maßnahmen

Die vorliegende Arbeitshilfe nennt Maßnahmen, mit deren Hilfe die Erreichung einzelner ökologischer Ziele für Gewässer möglich wird. In den vorangegangenen Kapiteln wurde eine Methodik zur Auswahl geeigneter Maßnahmen entwickelt.

Im Fokus der Entwicklung dieser Methodik stand dabei die Reduzierung der hydraulischen Überbeanspruchung von Gewässern durch Niederschlagswassereinleitungen. Einige der Maßnahmenmöglichkeiten bieten neben dem direkt verfolgten Ziel einer Entschärfung der Abflüsse, weitere positive Effekte für Gewässerstruktur- und Gewässergüte, und eröffnen damit für betroffene Gewässer die Chance für eine über die Sanierung der Wasserführung hinausreichende Entwicklung.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Maßnahmen und den jeweils erreichbaren Zielen zusammengestellt und bezüglich des Grades der Zielerreichung eingeschätzt.

Tabelle 5: Zusammenhänge von Maßnahmen und Zielerfüllung

Ziele	Maßnahmen				
	Regenrückhaltebecken	Retentionsbodenfilter	Gewässerretentionsraum	großräumige strukturelle Maßnahmen ¹	übergeordneter Gesamtbewirtschaftungsansatz
Reduzierung der hydraulischen Belastung (entspr. der Forderungen nach BWK M 3)	++	++	++	++ ²	++ ²
Verbesserung der strukturellen Verhältnisse im Gerinne	-	-	+	++	+ ¹
Verbesserung der strukturellen Verhältnisse in der Aue	-	-	+	+ ¹	+ ¹
Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials/der Habitatqualität für die biologischen Qualitätskomponenten der WRRL	-	-	++	++	+ ¹
Reduzierung der stofflichen Belastung aus Einleitungen	+	++	-	-	-

Zielerfüllung: ++ = sehr groß; + = groß, - = keine

1 Maßnahmen können im Einzelfall stark variieren. Hierdurch ergeben sich evtl. große Unterschiede bei der Beurteilung

2 Nachweis der Effektivität stark vom Einzelfall abhängig

Die Gegenüberstellung von Maßnahmenmöglichkeiten und dem zu erwartenden Erfolg hinsichtlich der Zielerfüllung verdeutlicht, dass neben der geforderten Reduzierung der hydraulischen Belastung für das Gewässer weitere positive Effekte erzielt werden können:

- So ergeben sich durch den Gewässerretentionsraum mit der optimierten Verbesserung der strukturellen Verhältnisse im Betrachtungsraum neben der Verbesserung des Gerinnes selbst auch positive Effekte für Auenbereiche.
- Großräumige strukturelle Maßnahmen beinhalten zusätzlich zur hydraulischen Wirkung eine Verbesserung der strukturellen Verhältnisse im Gerinne und in der Aue.

Desweiteren wird auch ersichtlich, dass ausschließlich mit *Rückhaltung vor Einleitung* (Regenrückhaltebecken und Retentionsbodenfilterbecken) direkt Einfluss auf die stoffliche Belastung eines Gewässers genommen werden kann. Bei sämtlichen anderen beschriebenen Maßnahmen kann hingegen keine quantifizierbare Reduzierung der stofflichen Belastung erwartet werden.

Um bei komplexen Planungen zusätzlich zu den Entscheidungswegen entsprechend der vorliegenden Arbeitshilfe Abwägungskriterien für die Maßnahmenauswahl zu bekommen, ist die Aufstellung eines Variantenvergleich im Sinne der „Blauen Richtlinie“ (MUNLV 1999 u. MUNLV 2007) als eine übersichtliche und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage zu empfehlen.

Literaturverzeichnis

- BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E. V. (BWK) (2001):** Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse (Merkblatt 3), Düsseldorf.
- BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E. V. (BWK) (2003):** Begleitband zu dem BWK-Merkblatt 3 Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse , Düsseldorf.
- BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E. V. (BWK) (2007):** Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3 - Gelbdruck Februar 2007, Sindelfingen.
- DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V (DWA) (2006):** Arbeitsblatt DWA-A 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, Hennef.
- INSTITUT FÜR HYDROMECHANIK UND WASSERWIRTSCHAFT, ETH ZÜRICH (1999):** Retentionswirkung von Vorlandüberflutungen, Zürich.
- LAWA - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2005):** Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT NRW (1999):** Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- MUNLV – MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ; LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2002):** Leitfaden zur Aufstellung eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern. Düsseldorf.
- MUNLV – MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ; LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2005):** Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT NRW (2007):** Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Gelbdruck Februar 2007 Düsseldorf.

Anhang

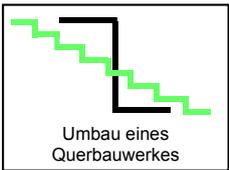
- Anhang 1: Beschreibung der gewässerstrukturellen Maßnahmen**
- Anhang 2: Auszug aus: BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E. V. (BWK) (2001): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse (Merkblatt 3) – Anhang Nr. 7 Seite 1-3**
- Anhang 3: Beispielanwendungen**

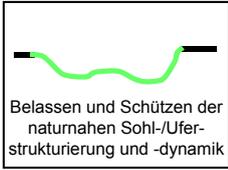
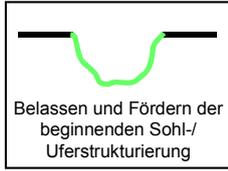
Anhang 1

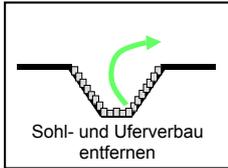
Beschreibung der gewässerstrukturellen Maßnahmen

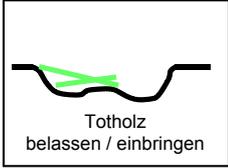
Nachfolgende Maßnahmenbeschreibungen sind im Wesentlichen aus dem Projekt: „Methodisches Vorgehen bei der Erstellung von Maßnahmenprogrammen am Beispiel des Einzugsgebietes der Stever“ entnommen. Hierbei wurde auch die systematische Struktur übernommen (z.B. D1.1).

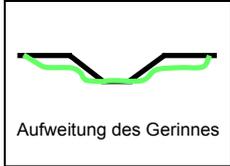
Maßnahme	Maßnahmen zur Verbesserung der longitudinalen Durchgängigkeit	Nr.	D-1
Belastungsbereich:	Durchgängigkeit	Belastungsart:	Mangelnde Durchgängigkeit
Primäre Wirkung auf	Biozönose, insbesondere wandernde Arten, Stoffhaushalt, Sedimenttransport		
Kurzbeschreibung:	Verweis auf UBA Datenblatt: 5.1		
D1.1 Rückbau eines Querbauwerkes, einer Verrohrung			
Maßnahmen	Vollständiger Rückbau eines Querbauwerkes oder einer Verrohrung	 Rückbau Querbauwerk / Verrohrung	
Erwartete Wirkung	Erlangung der vollständigen longitudinalen Durchgängigkeit für Biozönose, Sedimenttransport und Stoffhaushalt Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig		
Kostenanhalt	Kleine Bauwerke (bis 5 m Breite und 1 m Höhe): 10.000 € Mittlere Bauwerke (bis 10 m Breite und 2 m Höhe): 50.000 – 100.000 € Große Bauwerke (> o.g. Werte): 50.000 – 500.000 € (Kostenschätzung)		
Rahmenbedingungen	Typkonformes Sohlgefälle muss nach Rückbau entwickelbar sein, z. T. in Kombination mit Laufverlängerung		

D1.2 Umbau eines Querbauwerkes, einer Verrohrung	
Maßnahmen	Umbau eines Querbauwerkes, einer Verrohrung  <p style="text-align: center;">Umbau eines Querbauwerkes</p>
Erwartet Wirkung	Verbesserung der longitudinalen Durchgängigkeit für Biozönose, Se- dimenttransport und Stoffhaushalt Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig
Kostenanhalt	Kleine Bauwerke (bis 5 m Breite und 1 m Höhe): 5.000-50.000 € Mittlere Bauwerke (bis 10 m Breite und 2 m Höhe): 50.000 – 100.000 € Große Bauwerke (> o.g. Werte): 50.000 – 500.000 € (Kostenschätzung)
Rahmenbe- dingungen	Für teilweise oder vollständig unbewegliche Querbauwerke geeignet, vollständig bewegliche Anlagen s. D1.3

Maßnahme	Maßnahmen zur Sohl-/Ufer- und Laufentwicklung	Nr.	G1
Belastungsbereich:	Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur	Belastungsart:	Defizitäre Gewässerstruktur
Primäre Wirkung auf	Gewässerstruktur und Habitate		
Kurzbeschreibung:	Verbesserung der Sohl- und Uferstruktur und der Laufentwicklung durch eigendynamische und/oder bauliche Maßnahmen Die erforderlichen Maßnahmen sind lokal differenziert zu bestimmen. Verweis auf UBA Datenblatt: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4		
G1.1 Belassen und Schützen fortgeschrittener Sohl-/Uferstrukturen		GSG	
Maßnahmen	Aktuell gute Sohl- und Uferstrukturen sind als Lebensräume zu erhalten, keine aktiven Maßnahmen	 <p>Belassen und Schützen der naturnahen Sohl-/Uferstrukturierung und -dynamik</p>	
Erwartete Wirkung	Erhalt von Habitaten und Wiederbesiedlungspotenzial Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig		
Kostenanhalt	Keine Kosten		
Rahmenbedingungen	soweit nicht vorhanden: Entwicklungskorridor bereitstellen		
G1.2 Fördern der beginnenden Sohl-/Uferstrukturen		GSG	
Maßnahmen	Aktuell in Entwicklung befindliche Sohl- und Uferstrukturen sind als Lebensräume zu fördern (GSGK 3-4), keine aktiven Maßnahmen, Unterlassung der Unterhaltung	 <p>Belassen und Fördern der beginnenden Sohl-/Uferstrukturierung</p>	
Erwartete Wirkung	Entwicklung von Habitaten und entsprechender Besiedlung Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig		
Kostenanhalt	Im Rahmen der Unterhaltung kostenneutral realisierbar, Kosten durch Flächenbereitstellung (s. dort)		
Rahmenbedingungen	Entwicklungskorridor bereitstellen		

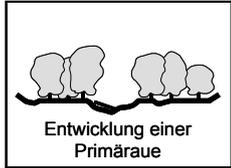
G1.3 Initiieren von Sohl-/Uferstrukturierung und Gerinneverläufen		GSG
Maßnahmen	Aktuell beeinträchtigte und ohne Maßnahmen nicht entwicklungsfähige Verhältnisse (zumeist GSGK 5-7) Laufabschnitte mit funktionsfähiger Ufersicherung: s. 1.3.1 und 1.3.2 Laufabschnitte ohne funktionsfähige Ufersicherung: s. 1.3.2	
Erwartete Wirkung	Wiederherstellung und Entwicklung von Habitaten und entsprechender Besiedlung Umsetzung: mittelfristig Wirksamkeit: kurz- bis mittelfristig	
G1.3.1 Sohl- und Uferverbau entfernen		GSG
Maßnahmen	Rückbau von Sohl- und Uferverbau, vollständiger Rückbau oder partieller Rückbau in Abhängigkeit der lokalen Gegebenheiten, bei Eignung ist Abschiebung in den Sohlbereich möglich (ungeordnet zur Initiierung von Sohlstrukturen) Entfernung von Lebendverbau, partiell auch Ausdünnung von Gehölzen ausreichend bei Bedarf auch Rückbau von Verwallungen	
Erwartete Wirkung	Nach Rückbau einsetzende eigendynamische Entwicklung von Habitaten und entsprechender Besiedlung Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig	
Kostenanhalt	- Massiver Verbau (Sohlschalen o.ä) bis 5 m Breite: xx/xx - Steinwurf im Böschungsbereich < 10m Sohlbreite: 500 €/100 m > 10 m Sohlbreite: bis 2000 €/100 m (erfahrungsbasierte Kostenschätzung)	
Rahmenbedingungen	Entwicklungskorridor bereitstellen	

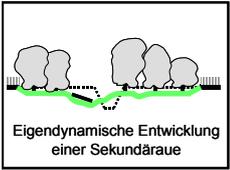
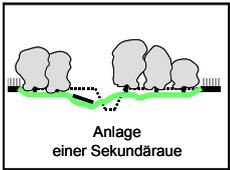
G1.3.2 Maßnahmen zum Totholzangebot		GSG
Maßnahmen	Belassen, Einbringen von Totholz im Gewässer	 <p>Totholz belassen / einbringen</p>
Erwartete Wirkung	<p>Initiierung von lateraler Verlagerungstätigkeit des Gewässers, Verbesserung des Substratdargebots</p> <p>Belassen: Umsetzung: kurzfristig Wirksamkeit: kurz- bis mittelfristig</p> <p>Einbringen: Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurz- bis mittelfristig</p>	
Kostenanhalt	<p>Belassen: keine Kosten, Beobachtung im Rahmen der Unterhaltung</p> <p>Einbringen: bei Gewässern < 10m Sohlbreite ohne Sicherung: 100 € / Element bei Gewässern < 10m Sohlbreite mit Sicherung: 400 € / Element bei Gewässern > 10m Sohlbreite ohne Sicherung: 200 € / Element bei Gewässern > 10m Sohlbreite mit Sicherung: 500 -1000 € / Element</p> <p>(in Anlehnung an beispielhafte Vorhaben an Lippe und Bröl)</p> <p>Initialisierung mit 2 Elementen auf 100 m Gewässerstrecke auf ausgewählten Laufabschnitten</p>	
Rahmenbedingungen	Prüfung der hydraulischen Rahmenbedingungen, Minimierung der Verklausungsgefahr durch Auswahl geeigneter Gewässerstrecken oder entsprechende Sicherung	

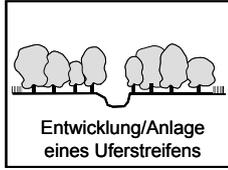
G1.4 Anlage von Sohl-/Uferstrukturierung und Gerinneverläufen		GSG
Maßnahmen	Bau neuer Gerinneabschnitte bzw. Gestaltung der Ufer- oder Sohlbereiche	
Erwartete Wirkung	Entwicklung von Habitaten und entsprechender Besiedlung	
G1.4.1 Neutrassierung des Gerinnes		GSG
Maßnahmen	Neuanlage eines Gerinneabschnittes zur Herstellung gewässertypkonformer Laufentwicklung	 <p>Neutrassieren des Gewässerlaufes</p>
Erwartete Wirkung	Wiederherstellung und Entwicklung von Habitaten und entsprechender Besiedlung Umsetzung: kurz – bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig nach Realisierung	
Kostenanhalt	< 10m Sohlbreite: 200 bis 350 €/m > 10 m Sohlbreite: 350 bis 1000 €/m (Anlehnung UBA-HB)	
Rahmenbedingungen	Bautrasse und Entwicklungskorridor bereitstellen, zumeist Verfahren nach §31 WHG	
G1.4.2 Aufweitung des Gerinnes		GSG
Maßnahmen	Bauliche Aufweitung des Gerinnequerschnittes zur Initiierung von Sohlstrukturen und Minderung der hydraulischen Belastung	 <p>Aufweitung des Gerinnes</p>
Erwartete Wirkung	Wiederherstellung und Entwicklung von Strukturen, Habitaten und entsprechender Besiedlung Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig	
Kostenanhalt	< 10m Sohlbreite: 200 bis 300 €/m > 10 m Sohlbreite: 300 bis 600 €/m (Anlehnung UBA-HB)	
Rahmenbedingungen	Fläche für Aufweitung und soweit möglich Entwicklungskorridor bereitstellen	

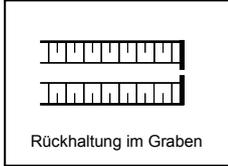
G1.4.3 Anlage von Initialgerinnen		GSG
Maßnahmen	Anlage von gering dimensionierten Initialgerinnen als Grundlage für die Entwicklung gewässertypkonformer Laufentwicklung	 Anlage von Initialgerinnen
Erwartete Wirkung	Sukzessive Wiederherstellung und Entwicklung von Strukturen, Habitaten und entsprechender Besiedlung Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurz- bis mittelfristig	
Kostenanhalt	Die Kosten liegen aufgrund der geringen Dimensionierung (rd. 25 – 50 % der angestrebten Gewässerdimension) entsprechend niedriger als die Kostenansätze der Neutrassierung (s. G1.4.1)	
Rahmenbedingungen	Bautrasse und Entwicklungskorridor bereitstellen, zumeist Verfahren nach §31 WHG, ggf. Sandfang unterhalb, wenn nicht G1.5	

Maßnahme	Maßnahmen zur Gehölzentwicklung	Nr.	G-2
Belastungsbereich:	Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur	Belastungsart:	Mangelnde Gewässerstruktur
Primäre Wirkung auf	Gewässerstrukturgüte		
Kurzbeschreibung:	Verbesserung der Gewässerstruktur durch Gehölzentwicklung entlang der Gewässer und in ihrer Aue. Die erforderlichen Maßnahmen sind lokal differenziert zu bestimmen. Verweis auf UBA Datenblatt: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4		
G2.1 Anlegen/Ergänzen eines Gehölzsaumes			GSG
Maßnahmen	Anlegen/Ergänzen von Gehölzen	 <p>Anlegen oder ergänzen eines Gehölzsaums</p>	
Erwartete Wirkung	Verbesserung der Temperatur-, pH-Bedingungen im Gewässer durch Beschattung, Verbesserung der natürlichen Substratvielfalt durch natürliche Nachlieferung von Laub, Geäst, Totholz Umsetzung: mittelfristig Wirksamkeit: mittel- bis langfristig		
Kostenanhalt	Ufergehölze: ca. 6 € / m ² (Mittelwert aus Baum- und Strauchpflanzung) Bei Initialpflanzung nur ca. 15 % der Kosten		
G2.2 Entfernen standortuntypischer Gehölze			GSG
Maßnahme	Entfernen standortuntypischer Gehölze nach Möglichkeit oder nach Erlangung der Schlagreife (insbesondere für Koniferen). Frei werdenden Raum durch Gehölzsukzession frei entwickeln oder Anpflanzen standorttypischer Gehölze	 <p>Standortuntypische Gehölze entfernen</p>	
Erwartete Wirkung	Verbesserung des Stoffhaushaltes, da Laub- bzw. Nadeleintrag negative Wirkungen z.B. auf pH haben kann und Biomasse teils nur erschwert abgebaut werden kann Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig		
Kostenanhalt	Große Bäume (Durchmesser > 100 cm): ca. 600 €/Baum Mittlere Bäume (Durchmesser 50 – 100 cm): ca. 350 €/Baum Kleinere Bäume/Gehölze (Durchmesser 30 – 50 cm): 150 €/Baum Kleine Bäume/Gehölze (Durchmesser < 30 cm): 15 €/Baum		

Maßnahme	Maßnahmen zur Auenentwicklung	Nr.	G-3
Belastungsbereich:	Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur	Belastungsart:	Mangelnde Gewässerstruktur
Primäre Wirkung auf	Gewässerstrukturgüte und Diffuse Belastungen		
Kurzbeschreibung:	Verbesserung der Gewässerstruktur durch Gehölzentwicklung entlang der Gewässer und in ihrer Aue. Reduzierung der hydraulischen Belastung sowie Kopplung von Gewässer- und Auenhabitaten Die erforderlichen Maßnahmen sind lokal differenziert zu bestimmen. Verweis auf UBA Datenblatt: 5.2, 5.3, 5.4		
G3.1 Reaktivierung der Primäraue			GSG
Maßnahmen	Primäraue partiell aus der Nutzung nehmen bzw. Nutzung extensivieren und Wiederherstellung naturnaher Überflutungsbedingungen, je nach lokalen Bedingungen Kopplung mit Rückbau von Verwallungen, Anheben der Fließgewässersohle, Anlage von Initialgerinnen, Entwicklung und Erhalt von Altstrukturen, Altwasern in der Aue. Hochwasserschutz für angrenzende Siedlungslagen ist sicher zu stellen		
Erwartete Wirkung	Typkonforme Laufentwicklung und naturnahe Sohl- und Uferstrukturen Umsetzung: mittel- bis langfristig Wirksamkeit: mittel- bis langfristig		
Rahmenbedingungen	Weitreichende Flächenverfügbarkeit und geringe Ansprüche hinsichtlich der Vorflutverhältnisse		
Kostenanhalt	In Anbetracht der Flächenverfügbarkeit und -preise von kostenneutral (bei Überlassung von Flächen der öffentlichen Hand) bis zu den ortsüblichen Preisen/m ² : Annahme Grünland 2 €, Acker 3 €/m ²		

G3.2 Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue		GSG
Maßnahme	Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue durch das Fließgewässer, je nach lokalen Bedingungen Kopplung mit Einbringen von Totholz o. a. Störelementen zur Förderung der Lateralverlagerung, Anlage von Initialgerinnen	 <p>Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue</p>
Erwartete Wirkung	Typkonforme Laufentwicklung und naturnahe Sohl- und Uferstrukturen Umsetzung: mittel- bis langfristig Wirksamkeit: mittel- bis langfristig	
Rahmenbedingungen	Flächenverfügbarkeit und hohe Ansprüche hinsichtlich der Vorflutverhältnisse	
Kostenanhalt	In Abhängigkeit der Flächenpreise von kostenneutral (bei Überlassung von Flächen der öffentlichen Hand) bis zu den ortsüblichen Preisen/m ² : Annahme Grünland 2 €, Acker 3 €/m ²	
G3.3 Anlage einer Sekundäraue		GSG
Maßnahme	Bauliche Gestaltung einer Sekundäraue	 <p>Anlage einer Sekundäraue</p>
Erwartete Wirkung	Typkonforme Laufentwicklung und naturnahe Sohl- und Uferstrukturen Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurzfristig	
Rahmenbedingungen	Flächenverfügbarkeit und hohe Ansprüche hinsichtlich der Vorflutverhältnisse, hohe Ansprüche hinsichtlich des Hochwasserschutzes	
Kostenanhalt	Baukosten direkt abhängig vom Volumen und evtl. Belastungen des Aushubs: zwischen 5 bis 10 €/m ³ bei unbelasteten Böden (Kostenschätzung) Flächen: In Abhängigkeit der Flächenpreise von kostenneutral (bei Überlassung von Flächen der öffentlichen Hand) bis zu den ortsüblichen Preisen/m ² : Annahme Grünland 2 €, Acker 3 €/m ²	

G3.4 Entwicklung und Erhalt von Altstrukturen, Altwassern in der Aue		GSG
Maßnahme	Entwicklung und Erhalt von fluvialen Formen, wie Altwassern und Rinnensystemen in den Auen	 <p>Erhalt/Entwicklung von Auenstrukturen/Altwassern</p>
Erwartete Wirkung	Verbesserte Vernetzung von Gewässern und Auen, Bereitstellung von Rückzugsräumen bei Hochwassern Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurz- bis langfristig	
Rahmenbedingungen	Flächenverfügbarkeit	
Kostenanhalt	Im Einzelfall über Flächen zu ermitteln	
G3.5 Anlage eines Uferstreifens		GSG
Maßnahme	Anlage von nutzungsfreien gewässerbegleitenden Uferstreifen, Reduzierung von stofflichen Einträgen bei ausreichender und reliefkonformer Dimensionierung, ggf. in Kombination mit G3.1-G.3.3 bei Beibehaltung der Dränung weiterhin Belastungen in Abhängigkeit der ausschwemmbarer Stoffe (s. Maßnahmen-Katalog DB)	 <p>Entwicklung/Anlage eines Uferstreifens</p>
Erwartete Wirkung	Verbesserung der Beschattung Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: mittel- bis langfristig	
Rahmenbedingungen	Flächenverfügbarkeit	
Kostenanhalt	In Abhängigkeit der Flächenpreise von kostenneutral (bei Überlassung von Flächen der öffentlichen Hand) bis zu den ortsüblichen Preisen/m ² : Annahme Grünland 2 €, Acker 3 €/m ²	

G4. Grabendrossel		GSG
Maßnahme	Rückhaltung im Graben durch Querschnittsverengung	
Erwartete Wirkung	Retention von eingeleitetem Niederschlagswasser; Reduzierung der hydraulischen Belastung für anschließende Gewässerabschnitte Umsetzung: kurz- bis mittelfristig Wirksamkeit: kurz- bis langfristig	
Rahmenbedingungen	nur für Gräben oder Gewässerabschnitte, die sehr geringe ökologische Qualität aufweisen, i.d.R. ihre Wasserführung nur aufgrund von Einleitungen besitzen und langfristig keine Entwicklungsmöglichkeiten haben	
Kostenanhalt	Geringe Kosten durch die bauliche Einengung des Querschnittes	

Anhang 2

Zitat aus:

BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E. V. (BWK) (2001): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse (Merkblatt 3) – Anhang Nr. 7 **Seite 1-3**

Verfahren zur Ermittlung des Wiederbesiedlungspotentials auf der Grundlage von Gewässerstrukturmerkmalen

Das Wiederbesiedlungspotential eines Fließgewässerabschnitts wird hier als Oberbegriff verwendet, der sowohl das für den kurz- bis mittelfristigen Ausgleich von strömungsbedingten Arten- und Individuenverlusten zur Verfügung stehende biozönotische Besiedlungspotential als auch das vom Angebot der Refugialräume im Einflussbereich der Einleitungen beinhaltet. Die Ermittlung des Wiederbesiedlungspotentials kann abhängig von der Datenlage auf zwei Wegen erfolgen:

Verfahren I basiert auf einem Punktesystem zur Einstufung von Bewertungsmerkmalen des LAWA-Verfahrens zur Bestimmung der Gewässerstrukturgüte. Dabei werden Haupt- und Einzelparameter mit besonderer Relevanz für das Wiederbesiedlungspotential unter besonderer Berücksichtigung von Beeinträchtigungen der Längsdurchgängigkeit durch Wanderungshindernisse für die Gewässerbiozönose und durch Zuflüsse berücksichtigt. Es bietet sich an dieses Verfahren bei Vorliegen aktueller Daten aus Gewässerstrukturgütekartierungen anzuwenden. Dieses Verfahren ist bei naturnahen Tieflandgewässern nicht anwendbar.

Verfahren II basiert ebenso auf einem Punktesystem, das die für das Wiederbesiedlungspotential relevanten funktionalen Parameterausprägungen der Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA berücksichtigt. Es bietet sich an, dieses Verfahren insbesondere dort anzuwenden, wo keine aktuellen Strukturgütekarten vorliegen.

In diesem Fall wären die für das Verfahren benötigten Parameter bei der Gewässerbegehung zu kartieren.

Es sind Daten der relevanten Parameter beider Verfahren an repräsentativen Abschnitten oberhalb und unterhalb der Einleitung zu erheben, die mit einem Retentionsbauwerk ausgestattet ist bzw. aufgrund der Zielsetzungen des Merkblatts ausgestattet werden muss. Als Anhaltspunkt können jeweils drei 100 m-Abschnitten oberhalb und unterhalb der Niederschlagswassereinleitungsstelle gewählt werden. Die Berechnung kann mit den auf der Diskette in Anhang 9 beigefügten Excel-Datenblättern berechnet werden.

Ermittlung des Wiederbesiedlungspotentials nach Verfahren I:

Die folgenden Merkmale sind gemäß der Kartieranleitung zur Gewässerstrukturgüte zu erheben bzw. auszuwerten und anschließend jeweils für die Gesamtstrecken zusammenzufassen:

- Längsprofil, (insb. Querbauwerke, Rückstau, Verrohrungen)
- Querprofil, (insb. Profiltyp, Profiltiefe, Breitenvarianz)
- Sohlenstruktur, (insb. Sohlensubstrattyp, Sohlenverbau, Substratdiversität)

Weiterhin sind die Lage und Naturnähe von Seitenzuflüssen bis 300 m oberhalb und 300 m unterhalb der Niederschlagswassereinleitung zu ermitteln. Für die Einstufung der Naturnähe ist bei nicht vorhandener Datengrundlage lediglich eine Grobabschätzung vorzunehmen, die sowohl die Wasserqualität als auch die Strukturgüte und die Längsdurchgängigkeit umfassen soll. Außerdem sind oberhalb der Einleitungsstelle gelegene Wanderungshindernisse für die Gewässerbiozönose unter Einstufung des Hindernistyps [Auf- und Abwanderungshindernis oder nur Aufwanderungshindernis] und der Hinderniswirksamkeit [gering, mittel oder hoch]) zu berücksichtigen, die in der Strukturgütekartierung nicht erfasst wurden.

Tabelle

7.1: Zusammenhänge zwischen Wiederbesiedlungspotential und Gewässerstrukturgüte

Gewässerstrukturgüte (Mittelwert für die Kriterien Querprofil und Sohlenstruktur unter Berücksichtigung von Wanderungshindernissen)	Wiederbesiedlungspotential
6 und 7	kein bis gering
5 und 4	mittel
3 und besser	hoch

Vorgehensweise nach Abschluss der Datenerhebung:

1. Ermittlung der Strukturgütekategorie für die Kriterien **Querprofil** und **Sohlenstruktur** für die besiedlungsrelevanten oberhalb und unterhalb der Niederschlagswassereinleitung (Anhaltspunkt: Streckenlänge 300 m für den Geltungsbereich der Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA).
2. Mittelwertbildung
3. Einstufung der Einzelparameter aus dem Kriterium **Längsprofil** als Wanderungshindernisse nach Typ und Intensität

Tabelle 7.2: Wirksamkeit von Aufwanderungshindernissen

Wirksamkeit	Art des Hindernisses
hoch:	sehr hoher Absturz, hoher Absturz, Verrohrung > 80 m ohne Sediment, Stillgewässer im Hauptschluss
mittel:	Absturz mit Fischpass, glatte Rampe, glatte Gleite, Verrohrung <80 m ohne Sediment, Verrohrung mit Sediment, Durchlass lauf-verengend und/oder ohne Sediment, Bauwerke mit mäßigem bis starkem Rückstau
gering:	Absturz mit Umlauf, raue Gleite/Rampe, Absturz mit Teilrampe, kleiner Absturz, Durchlass mit Sediment, Bauwerke mit geringem Rückstau

Tabelle 7.3: Wirksamkeit von Auf- und Abwanderungshindernissen

Wirksamkeit	Art des Hindernisses
hoch:	Stillgewässer im Hauptschluss
mittel:	Bauwerke mit mäßigem bis starkem Rückstau
gering:	Bauwerke mit geringem Rückstau

4. Ermittlung von Abzügen aufgrund von Wanderungshindernissen
Tabelle 7.4: Abzüge in Abhängigkeit der Wirksamkeit von Wanderungshindernissen

Einstufung der Wirksamkeit von Wanderungshindernissen	Herabsetzung des Wiederbesiedlungspotentials
gering	keine
mittel	eine Stufe
hoch	zwei Stufen

5. Ermittlung von Zuschlägen aufgrund von Zuflüssen
Tabelle 7.5: Zuschläge aufgrund von Zuflüssen

Lage und Strukturgüte des Zuflusses	Oberhalb	Unterhalb
Kein Zufluss oder Zufluss mit Strukturgüte 6 und 7	-	-
Zufluss mit Strukturgüte 4 und 5	eine Stufe	-
Zufluss mit Strukturgüte 3	eine Stufe	eine Stufe
Zufluss mit Strukturgüte 1 und 2	eine Stufe	eine Stufe

6. Festlegung des Wiederbesiedlungspotentials nach Tabelle 7.1

Anhang 3

Beispielanwendungen

Beispielanwendung 1: Einleitungsstellen am Wielbach (Stadt Bocholt)

Zusammenfassung der beiden Einleitungsstellen WIE_30 und WIE_40



Abbildung Anh. 3 - 1: Lage der Einleitungsstellen WIE_30 und WIE_40

Stufe 1 Erhöhung des WBP

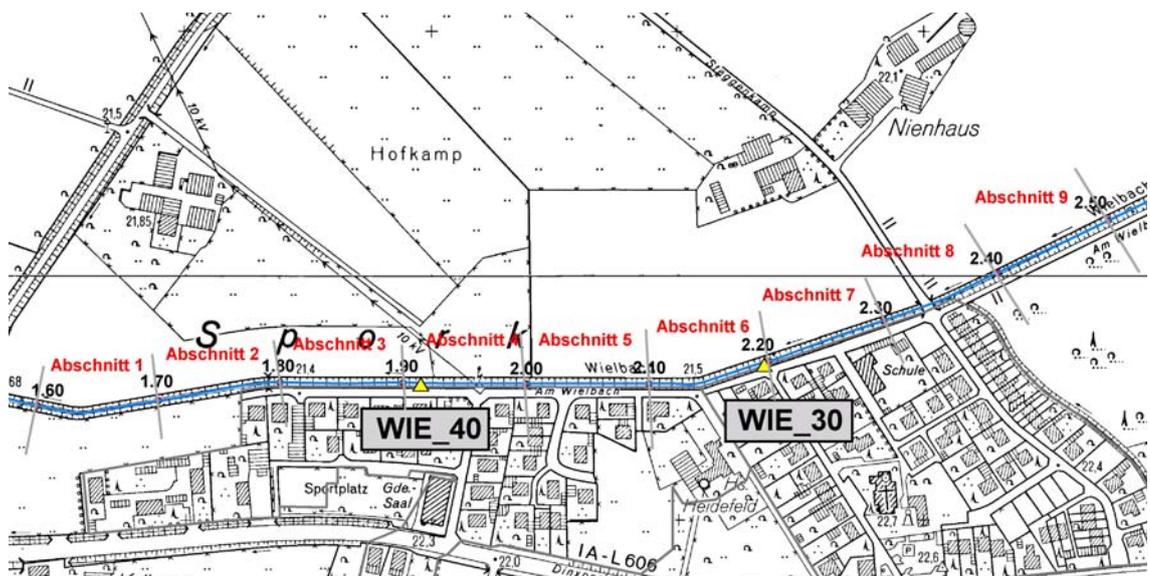


Abbildung Anh. 3 - 2: Abschnittsbildung zur Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials

Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials für den Ist-Zustand

Stufe 1.1 - Gewässerstrukturgüte

Stufe 1.2 - Mittelwertbildung Abschnitte

Stufe 1.3 - Mittelwertbildung Bewertung

Stufe 1.4 - Berücksichtigung Wanderungshindernisse

Stufe 1.5 - Berücksichtigung Nebengewässer

Tabelle Anh. 3 - 1: Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials am Wielbach

Kriterien	Abschnitt 1 1+600-1+700	Abschnitt 2 1+700-1+800	Abschnitt 3 1+800-1+900	Abschnitt 4 1+900-2+000	Abschnitt 5 2+000-2+100	Abschnitt 6 2+100-2+200	Abschnitt 7 2+200-2+300
Querprofil	6	6	6	6	6	6	6
Sohlenstruktur	5	4	5	5	5	6	5
Mittelwert							
Längsprofil	-	-	-	-	-	-	-
Nebengewässer	-	-	-	-	-	-	-
WBP							

Kriterien	Abschnitt 8 2+300-2+400	Abschnitt 9 2+400-2+500	Mittelwert
Querprofil	6	6	6
Sohlenstruktur	6	5	5
Mittelwert			6
Längsprofil	-	-	-
Nebengewässer	-	-	-
WBP			kein bis gering

Für den Ist-Zustand ergibt sich aufgrund der strukturellen Defizite ein Wiederbesiedlungspotenzial der Einstufung „kein bis gering“.

Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens für den Ist-Zustand

Gemäß Tabelle 7 des BWK-M3 ist bei einem Wiederbesiedlungspotenzial der Einstufung „kein bis gering“ im Zuge der Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens (Rückhaltung vor Einleitung) eine zulässige Überlaufhäufigkeit von

$$n = 0,5 [1/a]$$

anzusetzen.

Mit folgenden ortsspezifischen Eingangswerten zu den Einleitungsstellen WIE_30 und WIE_40

- kanal. Einzugsgebiet $A_{EK} = 11,39$ [ha]
- undurchlässige Fläche $A_U = 4,96$ [ha]
- Drosselleistung $Q_{dr} = 20$ [l/s]
- Fließzeit $t_f = 8$ [min]

ergibt sich für die Bemessung eines Regenrückhaltebeckens gemäß DWA-A 117 ein erforderliches Rückhaltevolumen für den Ist-Zustand des Gewässers von:

$$V_{\text{erf}} = 1.090 \text{ m}^3$$

Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials

Stufe 1.6 Auswahl der Maßnahmen

Stufe 1.7 Abschätzung und Dokumentation der Veränderung des WBP

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die für jeden Abschnitt ausgewählten Maßnahmen und die Einschätzung der Verbesserung der Strukturgröße und damit des Wiederbesiedlungspotenzial nach Umsetzung der Maßnahmen

Tabelle Anh. 3 - 2: Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials und ihre Wirkung am Wielbach

Ab-schnitte	Maßnahme	Begründung	Ist-Zustand				Planung			
			Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer	Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer
1	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	5	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
2	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	4	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
3	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	5	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
4	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	5	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								

Ab-schnitte	Maßnahme	Begründung	Ist-Zustand				Planung			
			Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer	Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer
5	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	5	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
6	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	6	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
7	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)	5	6	-	-	2	2	-	-
	Sohl- und Uferverbau (nur rechtsseitig) entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Initialpflanzungen am Gewässer und in der Sekundäraue	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
8	Punktuelle Aufweitung des Gerinnes (rechtsseitig)	Verbesserung des Querprofils (i.B. Breitenvarianz, Strukturierung)	6	6	-	-	4	4	-	-
	Initialpflanzungen am Gewässer	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
9	Punktuelle Aufweitung des Gerinnes (rechtsseitig)	Verbesserung des Querprofils (i.B. Breitenvarianz, Strukturierung)	5	6	-	-	4	4	-	-
	Initialpflanzungen am Gewässer	langfristige Verbesserung der Substratverhältnisse								
Mittelwerte			5	6	-	-	2	2	-	-
Mittelwerte			6				2			
WBP			kein bis gering				hoch			

Durch Umsetzung der Maßnahmen kann das Wiederbesiedlungspotenzial von „kein bis gering“ auf „hoch“ gesteigert werden.

Stufe 2a Objektplanung Gewässerretentionsraum

Stufe 2.1 Ermittlung des Volumens eines Gewässerretentionsraumes

Gemäß Tabelle 7 des BWK-M3 ist bei einem Wiederbesiedlungspotenzial der Einstufung „hoch“ im Zuge der Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens (Rückhaltung vor Einleitung) eine zulässige Überlaufhäufigkeit von

$$n = 2 \text{ [1/a]}$$

anzusetzen.

Mit unveränderten ortsspezifischen Eingangswerten zu den Einleitungsstellen WIE_30 und WIE_40 ergibt sich für die Bemessung eines Regenrückhaltebeckens gemäß einfachem Verfahren des DWA-A 117 ein erforderliches Rückhaltevolumen für den gewässerstrukturellen Planungs-Zustand des Wielbaches von:

$$V_{\text{erf}} = 604 \text{ [m}^3\text{]}$$

Dieses Volumen müsste in einem Regenrückhaltebecken (vor Einleitung) bereitgestellt zu werden, um die Abflussfülle bei der vorgegebenen Überlaufhäufigkeit von $n = 2$, (das ist eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit von einem halben Jahr) vollständig zurückzuhalten und auf einen Abfluss von 20 l/s gedrosselt in den Wielbach einzuleiten.

Stufe 2.2 Festlegung der Höhenlage des Einlaufbereiches

Die Höhenlage des Einlaufbereiches bestimmt sich nach dem Wasserstand, der sich bei einem potenziell naturnahen einjährlichen Abfluss des Wielbaches einstellt:

Dieser Abfluss wurde mit der Abflussspende $H_{q_{1 p, \text{nat.}}} = 120 \text{ [l/(s*ha)]}$ und der Größe des natürlichen Einzugsgebietes $A_{EO} = 12.57 \text{ [km}^2\text{]}$ zu $H_{Q_{1 p, \text{nat.}}} = 1,508 \text{ m}^3\text{/s}$ berechnet.

Für die Gewässerbettbreite des Wielbaches im Bereich der Einleitungsstellen von $b = 2$ und dem Sohlgefälle von $I_S = 1\text{‰}$ kann die zugehörige Fließtiefe $HW_{1 p, \text{nat.}}$ berechnet und als Höhenlage des Einlaufbereichs

$$h_{\text{Einlauf}} = 0,91 \text{ [m. ü. S.]}$$

gesetzt werden. Zur Vereinfachung (keine hydraulische Berechnung) kann $HW_{1 p, \text{nat.}}$ bzw. h_{Einlauf} alternativ aus der Schlüsselkurve in Abbildung 17 (Kapitel 5.2.2 der Arbeitshilfe) abgelesen werden.

Stufe 2.3 Festlegung der Höhenlage der Einlaufbereiche

Die Fließtiefe des Mittleren Niedrigwassers muss wegen fehlender hydrologischer Daten zum Wielbach geschätzt werden: MNW = 0,15 [m ü. S.]. Sie bestimmt die Höhenlage der Sohle des Speicherraums h_{Sohle} , um ein Leerlaufen des Speicherraums nach Ablauf des Hochwasserscheitels zu gewährleisten:

$$h_{\text{Sohle}} = 0,15 \text{ [m. ü. S.]}$$

Stufe 2.4 Ermittlung des Flächenbedarfes des Gewässerretentionsraumes

Mit der nunmehr bekannten Mächtigkeit der Lammelle, die für die Speicherung im Gewässerretentionsraum zwischen der Höhenlage des Einlaufbereichs und der Sohle

$$h_{\text{Lamelle}} = h_{\text{Einlauf}} - h_{\text{Sohle}} = 0,76 \text{ [m]}$$

zu Verfügung steht, kann der Flächenbedarf für den Speicherraum des Gewässerretentionsraumes zu

$$A = V / h_{\text{Lamelle}} = 604 / 0,76 = 795 \text{ [m}^2\text{]}$$

berechnet werden.

Stufe 2.5 Bewertung der Effektivität des konzipierten Gewässerretentionsraumes

Die Bewertung der Effektivität der rückhaltenden Wirkung des konzipierten Gewässerretentionsraumes für den unter Kapitel 5.2.1 beschriebenen Lastfall eines „Basisabflusses/Vorbelastung“ des Wielbaches in der Größenordnung von $HQ_{1p, nat}$ lässt sich überschlagsmäßig bei Vorgabe einer Schwellenlänge von 20 m aus dem in Abbildung 21 (Kapitel 5.2.2 der Arbeitshilfe) gezeigten Nomogramm ablesen:

$$\eta \approx 0,85 [-]$$

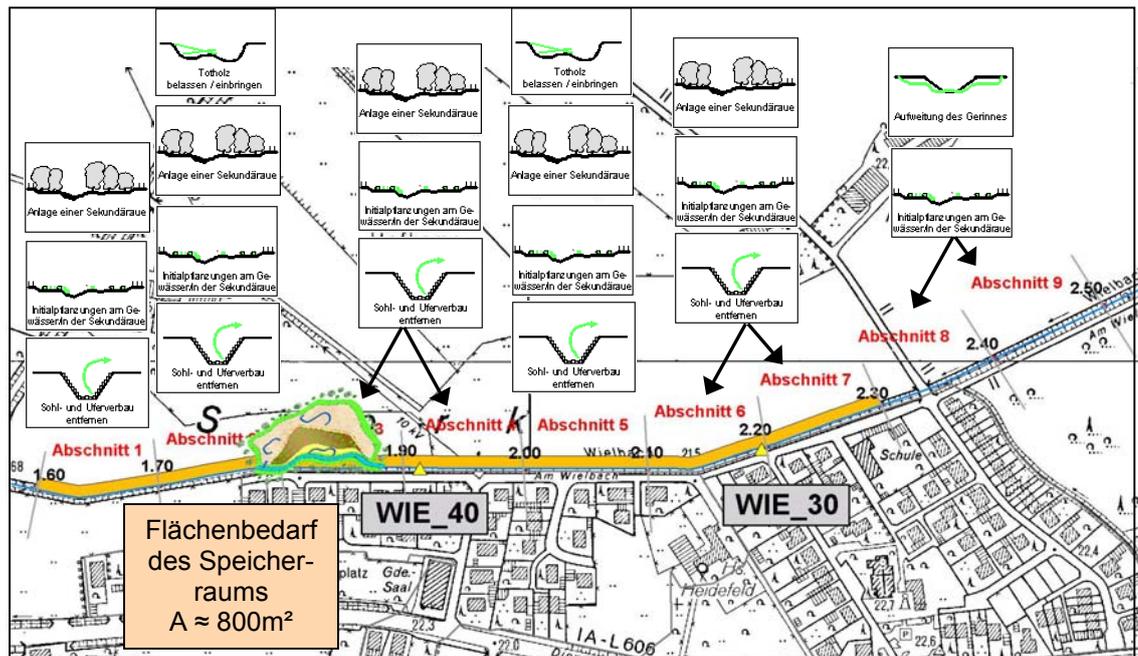


Abbildung Anh. 3 - 3: Konzipierter Gewässerretentionsraum

Monetäre Bewertung der Maßnahmen am Wielbach

Nachfolgend ist eine Kostenschätzung der zur Zielerreichung erforderlichen Maßnahmen aufgezeigt, die getrennt für die Maßnahmen gemäß Stufe 1 und Stufe 2 durchgeführt wurde.

Kostenansätze und Kostenschätzung zu Stufe 1

Die zu Grunde gelegten Kostenansätze für die Umsetzung der Stufe 1 (Steigerung des WBP's) sind:

– Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche):	2,50	[€/m ²]
– Bodenaushub z. Herstellung einer Sekundäraue:	15,00	[€/m ²]
– Entfernung des Sohl- und Uferverbaus:	50,00	[€/lfdm]
– Einbringung von Totholz:	2.000,00	[€ psch.]
– Anpflanzungen:	7,00	[€/lfdm]

Unterstellt man, dass für die Herstellung der Sekundäraue bei gleichzeitiger Aufweitung des Gewässerbettes ein 10 m breiter Streifen entlang des rechten Ufers (s. Abbildung Anh. 3 - 5), in Anspruch genommen wird, ergibt sich für die 9 betrachteten 100 m-Abschnitte ein Flächenbedarf von 9.000 m². Für den Erwerb dieser landwirtschaftlich genutzten Flächen am Wielbach errechnen sich die Kosten zu 22.500 €.

Für den Bodenaushub einer 10 m breiten Sekundäraue sind bei einer angenommenen Abgrabung von 1,0 m unter Geländeoberkante 9.000 m³ Boden zu lösen und abzufahren, was mit 135.000 € zu Buche schlägt.

Die Entfernung von Sohl- und Uferbefestigungen in insgesamt 7 der 9 Abschnitte (s. Tabelle Anh. 3 - 2), die mit 50 €/lfdm angesetzt wird, kostet für die 700 m lange betroffene Fließstrecke des Wielbaches 35.000 €.

Die Kosten für das Einbringen von Totholz auf der Fließstrecke werden pauschal mit 2.000 € angesetzt.

Geht man davon aus, dass die Ufer und die neu geschaffene Sekundäraue mit einer Initialpflanzung versehen werden, belaufen sich die zugehörigen Kosten der 900 m Fließstrecke auf 9.800 €.

Insgesamt entstehen für die **Umsetzung der Stufe 1** (Steigerung des WBP) Kosten von:

– Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche):	22.500	€
– Bodenaushub z. Herstellung einer Sekundäraue:	135.000	€
– Entfernung des Sohl- und Uferverbaus:	35.000	€
– Einbringung von Totholz:	2.000	€
– Anpflanzungen:	9.800	€
Summe Stufe 1:	204.300	€

Kostenansätze und Kostenschätzung zu Stufe 2

Die zu Grunde gelegten Kostenansätze für Stufe 2 (Objektplanung Gewässerretentionsraum) sind:

– Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche):	2,50	[€/m ²]
– Bodenaushub z. Herstellung des Speicherraums:	15,00	[€/m ²]
– Herstellung d. Einlaufbereichs:	6.000,00	[€ psch.]
– Herstellung d. Drosseleinrichtung:	4.000,00	[€ psch.]
– Anpflanzungen:	5,00	[€/m ²]

Der reine Speicherraum des Gewässerretentionsraumes hat gemäß der oben durchgeführten Dimensionierung eine Flächengröße von rd. 800 m². Zu diesem Flächenbedarf hinzu kommen die Flächen für Insel, Böschungen und weiteren Bereichen. Geht man davon aus, dass der Flächenanspruch eines Gewässerretentionsraumes das 1,6-fache der Fläche des Speicherraums beträgt, so müssen 1.280 m² erworben werden. Die Flächen für die Herstellung der Gewässer begleitenden Sekundäraue ist hierbei bereits in den Kosten zu Stufe 1 enthalten. Die Kosten für den Grunderwerb von 1.280 m² landwirtschaftlich genutzter Fläche belaufen sich auf 3.200 €.

Diese Fläche muss zur Herstellung des Speicherraums im Mittel auf ein Niveau abgegraben werden, das ca. 1,20 m unterhalb der Oberkante des anstehenden Geländes liegt. Dabei fallen rd. 1.540 m³ Bodenaushub an, der für 23.100 € aufgenommen und abgefahren werden muss.

Für die Initialbepflanzung des Gewässerretentionsraumes einschließlich der Insel, jedoch ohne das Gewässerbett werden 500 m² Fläche veranschlagt. Diese Fläche kann für Kosten von 2.500 € bepflanzt werden.

Die Kosten für die Herstellung des Einlaufbereichs bzw. der Drosseleinrichtung werden mit 6.000 € bzw. 4.000 € pauschal veranschlagt.

Insgesamt entstehen für die **Umsetzung der Stufe 2** (Objektplanung Gewässerretentionsraum) Kosten von:

– Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche):	3.200	€
– Bodenaushub (Gewässerretentionsraum):	23.100	€
– Anpflanzungen:	2.500	€
– Herstellung Einlaufbereich:	6.000	€
– Herstellung Drosseleinrichtung:	4.000	€
	<u>38.800</u>	<u>€</u>
Summe Stufe 2:	38.800	€

Die Herstellungskosten belaufen sich gemäß der oben durchgeführten Kostenschätzung für die **Schritte 1 und 2 in der Summe auf 243.100 €**.

Mit diesem Mitteleinsatz kann die Kompensation der Niederschlagswassereinleitungen aus den Einleitungsstellen WIE_30 und WIE_40 erreicht werden. Die beiden Einleitungsstellen wären dann konform mit den Zielen des BWK M3 hinsichtlich der hydraulischen Belastung des Wielbaches.

Es kann davon ausgegangen werden, dass für einen Zeitraum von 100 Jahren nach Umsetzung der Maßnahmen keine erneute Herstellung des Gewässerzustandes erfolgen muss. Der gewässerstrukturellen Verbesserung des Wielbaches auf der betrachteten Fließstrecke und dem Gewässerretentionsraum wird ein Wiederbeschaffungszeitraum von 100 Jahren unterstellt. Unterhaltungsmaßnahmen am umgestalteten Gewässer sind auch zukünftig erforderlich, werden jedoch hier nicht aufgeführt, da sie in vergleichbarem Umfang auch für einen nicht strukturell verbesserten Gewässerabschnitt anfallen würden.

Kostenvergleich mit der Herstellung eines Regenrückhaltebeckens vor Einleitung

Um einen Vergleich der Kosten für die Umsetzung der Stufen 1 und 2 mit denen eines klassischen, vor Einleitung angeordneten Regenrückhaltebeckens anstellen zu können, werden die Kosten für die Herstellung einer solchen Anlage geschätzt. Zu Vergleichszwecken wird fiktiv angenommen, dass keine Einschränkung hinsichtlich des Raumangebotes für die Anordnung bestehen und ein Regenrückhaltebecken auf landwirtschaftlichen Flächen hergestellt werden könnte.

Zur Drosselung der aus den beiden betrachteten Einleitungsstellen WIE_30 und WIE_40 in den Wielbach eingeleiteten Wassermengen auf ein gewässerverträgliches Maß gemäß BWK M3, müsste ein Rückhaltevolumen von 1.090 m³ geschaffen werden (s. o.). Das Wiederbesiedlungspotential, dass durch das Rückhaltebecken nicht verbessert würde, müsste entsprechend des Ist-Zustandes auch zukünftig mit

„kein bis gering“ vorgegeben werden, was eine Dimensionierung für eine Überlaufhäufigkeit von $n = 0,5$ erforderlich machen würde.

Geht man von einer Einstautiefe des Regenrückhaltebeckens von 1,20 m aus und schlägt der damit erforderlichen Fläche für den Speicherraum von rd. 910 m² 30% (Faktor 1,3) für den Flächenbedarf von Nebenanlagen (Böschungen, Betriebswege etc) zu, ergibt sich ein gesamter Flächenbedarf für das Rückhaltebecken von 1.180 m². Der Grunderwerb von landwirtschaftlich genutzten Flächen (2,50 €/m²) würde dann Kosten von 2.950 € verursachen.

Mit spezifischen Kosten von 150 € pro m³ Rückhaltevolumen, wie sie für ein ungedichtetes, in Erdbauweise hergestelltes Regenrückhaltebecken angesetzt werden können, würden sich die Herstellungskosten auf 163.550 € belaufen.

– Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche):	2.950	€
– Herstellung des Regenrückhaltebeckens:	163.500	€
	<u>166.450</u>	<u>€</u>
	Summe RRB:	166.450 €

Der Wiederbeschaffungszeitraum eines solchen Erdbauwerkes kann mit 60 Jahren angenommen werden. Dieser Wert liegt innerhalb der gemäß KVR-Leitlinien¹ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2005) angegebenen Spannweite der Nutzungsdauern von 50 bis 70 Jahren für den baulichen Teil von Regenüberlaufbecken und Regenbecken.

Der Vergleich zeigt: Die Rückhaltung vor Einleitung mittels eines klassischen Regenrückhaltebeckens müsste in 100 Jahren rd. 1,67 mal für Kosten in Höhe von jeweils rd. 165.000 € hergestellt bzw. wiedererrichtet werden, was in der Summe eine Investition von **rd. 276.000 €** bedeutet. Für die Umsetzung der gewässerstrukturellen Maßnahmen und die Herstellung eines Gewässerretentionsraumes sind im gleichen Zeitraum einmalig Investitionen in der Höhe von **245.000 €** zu tätigen. Auch bei genauerer Betrachtung unter Berücksichtigung von Projektkostenbarwerten, ergäbe sich eine ähnlich relevante Kostenrelation.

In beiden Fällen könnte die hydraulische Belastung durch die Einleitungen WIE_30 und WIE_40 gewässerverträglich gestaltet werden. Unterschied ist, dass im Falle der Rückhaltung vor Einleitung keine Maßnahmen am Gewässer getroffen werden und das Wiederbesiedlungspotential entsprechend des Ist-Zustandes niedrig bleibt. Mit der Vorgehensweise nach der vorliegenden Arbeitshilfe wird dagegen eine Kompensation der Niederschlagswassereinleitungen erreicht und gleichzeitig eine Verbesserung der Gewässerstruktur und damit des Wiederbesiedlungspotenzials bewirkt.

¹ vollständiger Titel: „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen“

Beispielanwendung 2: Einleitungsstellen am Harscheider Bach



Abbildung Anh. 3 - 4: Lage der Einleitungsstellen 60 bis 62

Stufe 1 Erhöhung des WBP

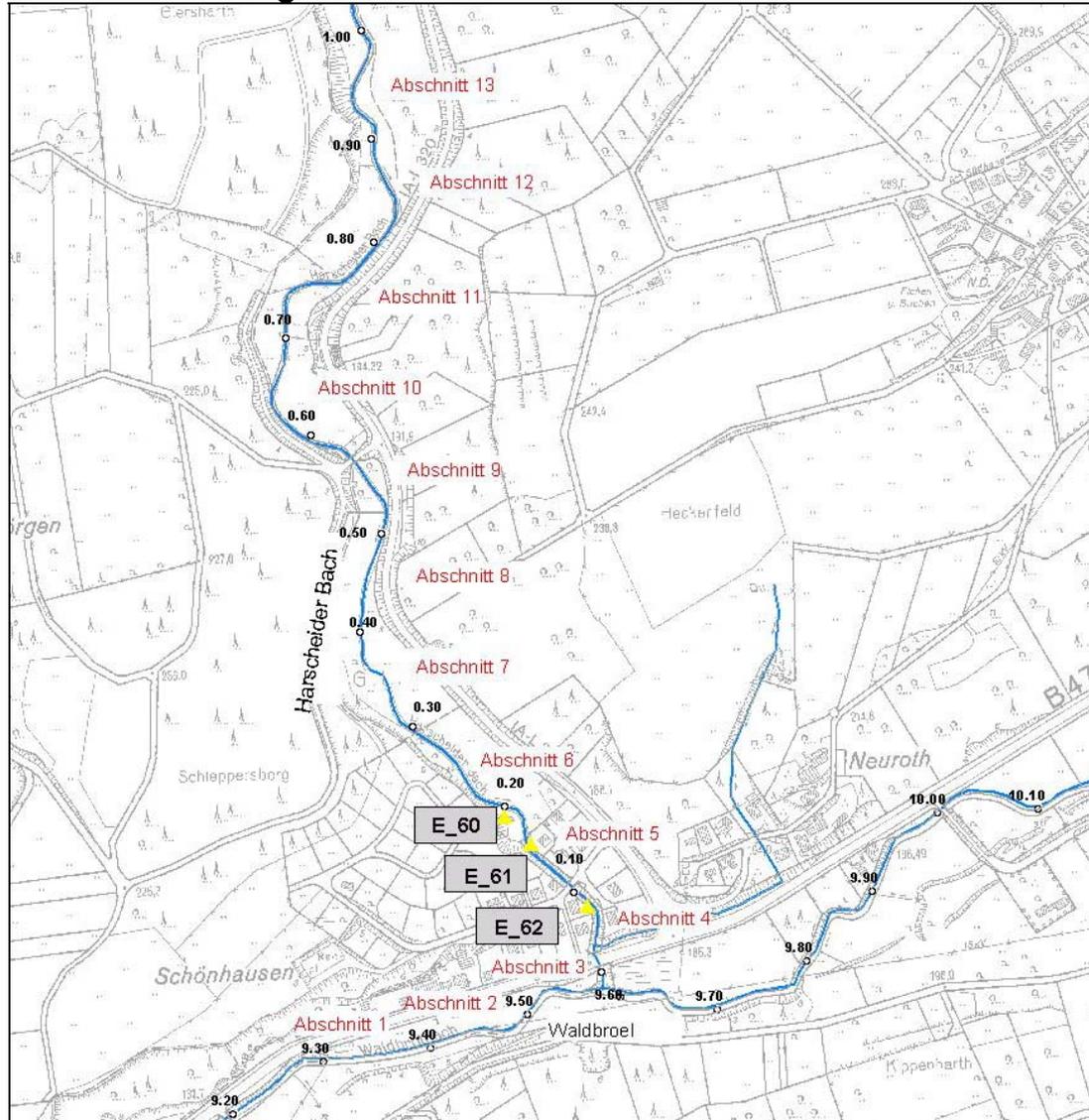


Abbildung Anh. 3 - 5: Abschnittsbildung zur Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials

Beispielbeschreibung:

Das Beispiel zeigt drei Einleitstellen in Ortslage. Unterhalb der Einleitstellen fließt der Harscheider Bach nach ca. 100 m in die Waldbröl. Der Bereich oberhalb der Einleitung eignet sich aufgrund der zur Verfügung stehenden Flächen und der Talbodenform zur großräumigen Etablierung retendierender Maßnahmen. Die hydraulische Rauigkeit wird erhöht, die Leistungsfähigkeit reduziert und so eine geringe Vorbelastung erreicht. Unterhalb der Einleitung (davon 3 Abschnitte nach der Mündung in die Bröl) werden weitere unterstützende Maßnahmen durchgeführt, die eine Absenkung der Schleppspannungen auf der Gerinnesohle bedingen. Das Wiederbesiedlungspotenzial kann hierdurch insgesamt deutlich verbessert werden. Teilweise bestehen schon positive Entwicklungsansätze, die erhalten und weiter gefördert werden sollen. Großflächig wird die Entwicklung einer Sekundäraue initiiert.

Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzial für den Ist-Zustand

Stufe 1.1 - Gewässerstrukturgüte

Stufe 1.2 - Mittelwertbildung Abschnitte

Stufe 1.3 - Mittelwertbildung Bewertung

Stufe 1.4 - Berücksichtigung Wanderungshindernisse

Stufe 1.5 - Berücksichtigung Nebengewässer

Tabelle 3: Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials am Harscheider Bach
Abschnitte Bröl

Kriterien	Abschnitt 1	Abschnitt 2	Abschnitt 3	Mittelwert
	9+300-9+200	9+200-9+100	9+100-9+000	
Querprofil	5	5	5	5
Sohlenstruktur	3	3	3	3
Mittelwert				4
Längsprofil	-	-	-	
Nebengewässer	-	-	-	
WBP				mittel

Abschnitte Harscheider Bach

Kriterien	Abschnitt 4	Abschnitt 5	Abschnitt 6	Abschnitt 7	Abschnitt 8
	0+000-0+100	0+100-0+200	0+200-0+300	0+300-0+400	0+400-0+500
Querprofil	6	6	4	3	3
Sohlenstruktur	5	5	3	3	4
Mittelwert					
Längsprofil	mittel				-
Nebengewässer	6	-	-	-	-
WBP					

Kriterien	Abschnitt 9	Abschnitt 10	Abschnitt 11	Abschnitt 12	Abschnitt 13	Mittelwert
	0+500-0+600	0+600-0+700	0+700-0+800	0+800-0+900	0+900-1+000	
Querprofil	4	4	4	4	4	4
Sohlenstruktur	4	4	4	4	4	4
Mittelwert						4
Längsprofil	-	-	-	-	-	Abschlag
Nebengewässer	-	-	-	-	-	kein Zuschlag
WBP						kein bis gering

Bei der Bestimmung des Wiederbesiedlungspotenzials (WBP) werden die drei Abschnitte entlang der Bröl und die neun Abschnitte entlang des Harscheider Bachs separat betrachtet. Der Harscheider Bach ist unmittelbar vor der Einmündung in die Bröl verrohrt. Die Analyse der Hauptparameter Querprofil und Verrohrung haben ein WBP von 4 (entspr. „mittel“) ergeben. Aufgrund der Verrohrung kommt es aber zu einem Abschlag und das Potenzial wird als „gering bis nicht vorhanden“ bewertet. Dieser Abschlag führt auch nach den umgesetzten Maßnahmen zu einer Bewertung des WBP von „mittel“. Ein Zuschlag bedingt durch den Zulauf eines Nebengewässers erfolgt aufgrund dessen schlechter Strukturgüte nicht. Das WBP der Brölabschnitte wird mit „mittel“ im Ist-Zustand und mit „hoch“ nach Umsetzung der Maßnahmen bewertet.

Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens für den Ist-Zustand

Das Wiederbesiedlungspotenzial des Gewässers (Harscheider Bach), in das die Einleitungen E60 bis E61 erfolgen wurde als „kein bis gering“ eingestuft. Gemäß Tabelle 7 des BWK-M3 ist bei diesem Wiederbesiedlungspotenzial im Zusammenhang mit der Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens (Rückhaltung vor Einleitung) eine zulässige Überlaufhäufigkeit von

$$n = 0,5 [1/a]$$

anzusetzen.

Die Abflüsse der drei Einleitungsstellen der vergleichsweise geringen kanalisiertem Einzugsgebietsfläche würden in der Praxis, sofern dies topografisch möglich ist, aus Kostengründen in einem gemeinsamen Rückhaltebecken zurückgehalten. Geht man von folgenden ortsspezifischen Eingangswerten zu den Einleitungsstellen E_60, E_61 und E_62

– kanal. Einzugsgebiet	A_{EK}	=	2,07	[ha]
– undurchlässige Fläche	A_U	=	1,09	[ha]
– Drosselleistung	Q_{dr}	=	5	[l/s]
– Fließzeit	t_f	=	3	[min]

aus, ergibt sich für die Bemessung eines Regenrückhaltebeckens gemäß DWA-A 117 ein erforderliches Rückhaltevolumen für den Ist-Zustand des Gewässers von:

$$V_{erf} = 285 \text{ m}^3$$

Das genannte Volumen V_{erf} müsste geschaffen werden, um die Einleitungen aus dem kanalisiertem Einzugsgebiet auf das gewässerverträgliche Maß nach BWK M3 zu reduzieren. Alternativ zu Rückhaltung vor Einleitung wird in diesem Beispiel jedoch der Weg von großräumigen strukturellen Maßnahmen am Gewässer verfolgt (Stufe 2b gemäß Kapitel 5.3 der Arbeitshilfe). Im hier gezeigten Beispiel kann durch die großräumige Verbesserung der Gewässerstruktur(güte) im Harscheider Bach bzw. nach dessen Mündung in die Waldbröl eine Stärkung der Gewässerabschnitte erreicht werden, für die bezüglich der Erreichung ökologischer Schutzziele eine vergleichbare Wirkung erwartet werden darf.

Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials

Stufe 1.6 Auswahl der Maßnahmen

Stufe 1.7 Abschätzung und Dokumentation der Veränderung des WBP

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die für jeden Abschnitt ausgewählten Maßnahmen und die Einschätzung der Verbesserung der Struktur(güte) und damit des Wiederbesiedlungspotenzial nach Umsetzung der Maßnahmen.

Tabelle Anh. 3 - 3: Maßnahmen zur Steigerung des Wiederbesiedlungspotenzials und ihre Wirkung am Harscheider Bach

Ab-schnitte	Maßnahme	Begründung	Ist-Zustand				Planung			
			Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer	Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer
1			3	5	-	-	2	2	-	-
	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Aufweitung des Gerinnes / Anlage von Nebengerinnen	Verbesserung des Querprofils								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
2			3	5	-	-	2	2	-	-
	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Aufweitung des Gerinnes / Anlage von Nebengerinnen	Verbesserung des Querprofils								
3			3	5	-	-	2	2	-	-
	Anlage einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Aufweitung des Gerinnes / Anlage von Nebengerinnen	Verbesserung des Querprofils								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Mittelwerte		3	5			2	2		
	Mittelwerte		4				2			
	WBP		mittel				hoch			

Ab-schnitte	Maßnahme	Begründung	Ist-Zustand				Planung			
			Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer	Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer
8			4	3			2	2		
	Belassen und Schützen fortgeschrittener Sohl-/ Uferstrukturierung	positiven Strukturansätzen Möglichkeit zur weiteren Entwicklung geben								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
9			4	4			2	2	-	-
	Belassen und Schützen fortgeschrittener Sohl-/ Uferstrukturierung	positiven Strukturansätzen Möglichkeit zur weiteren Entwicklung geben								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
10			4	4			1	1		
	Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
11			4	4			1	1		
	Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Anlage eines Gehölzsaumes	Beschattung, Laubeintrag und Strukturierung durch Wurzeln der gewässerbegleitenden Gehölze (rechtseitig)								

Ab-schnitte	Maßnahme	Begründung	Ist-Zustand				Planung			
			Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer	Sohle	Quer-profil	Längs-profil	Neben-gewässer
12			4	4			1	1		
	Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
13			4	4			1	1		
	Eigendynamische Entwicklung einer Sekundäraue	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Einschnittstiefe)								
	Sohl- und Uferverbau entfernen	Verbesserung des Querprofils (i.B. der Breitenvarianz, Strukturierung)								
	Einbringen von Totholz	eigendynamische Verbesserung des Querprofils; Verbesserung der Substratverhältnisse/-diversität								
Mittelwerte			4	4	-	-	1	1	-	-
Mittelwerte			4				2			
WBP			kein bis gering				mittel			

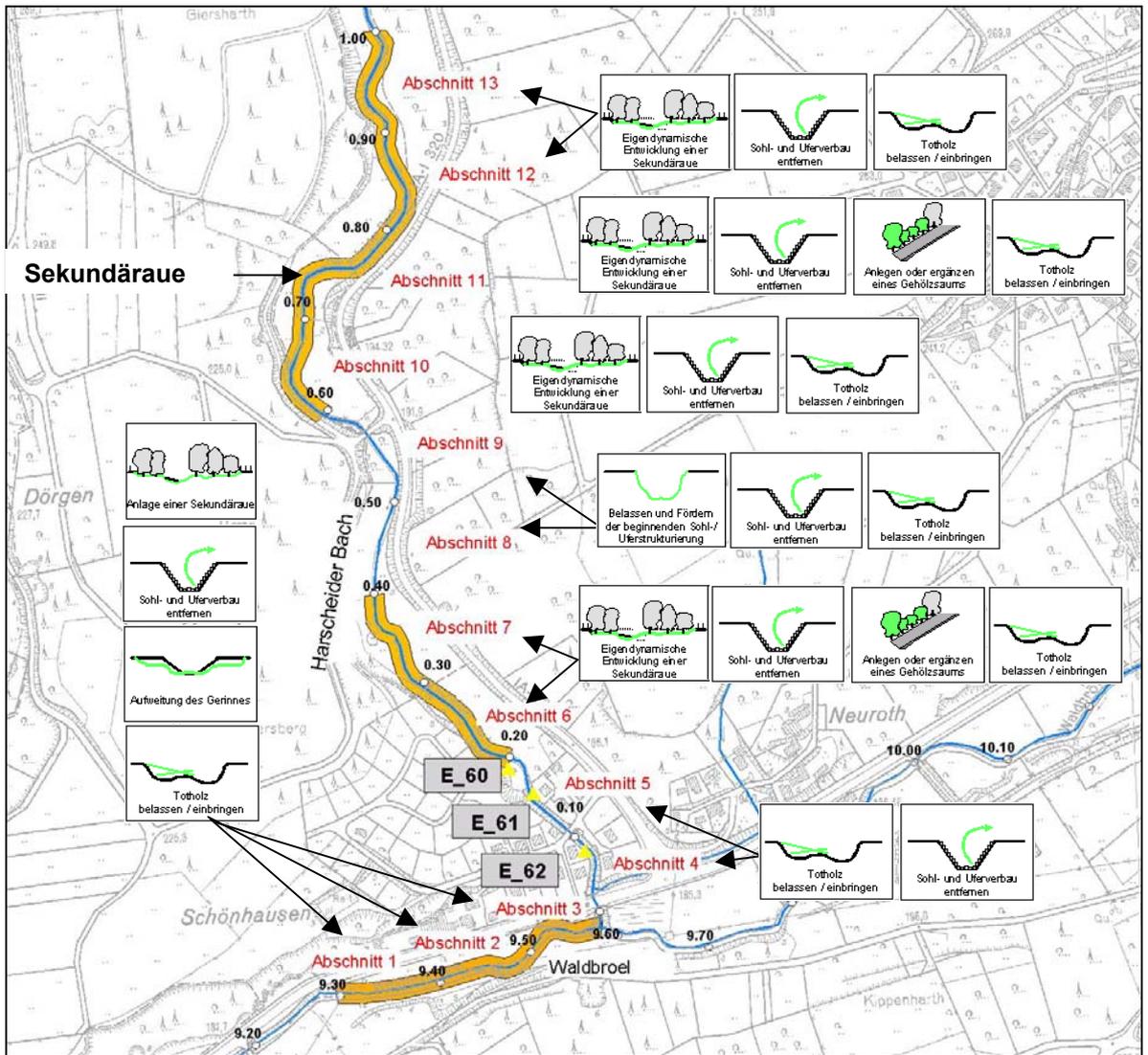


Abbildung Anh. 3 - 6: Umsetzung großräumiger struktureller Maßnahmen

Beispielanwendung 3: Die Düssel im Stadtgebiet von Düsseldorf

Auf dem Stadtgebiet Düsseldorfs befinden sich zahlreiche Einleitungsstellen, über die Niederschlagswasser in die Düssel eingeleitet wird. Von den 33 (ohne Innere Düssel) in der Verantwortung der Stadt (Stadtentwässerungsbetrieb) liegenden Einleitungen ist für lediglich 7 Einleitungsstellen keine Rückhaltung erforderlich. Dies haben die Ergebnisse der gemäß BWK M3 geführten hydraulischen Nachweise gezeigt. Für die restlichen 26 Einleitungen konnte der Nachweis der Gewässerverträglichkeit nicht erbracht werden. Für diese Einleitungsstellen müssen folglich Maßnahmen getroffen werden, die in der Lage sind einleitungsbedingte Verschärfungen der Abflüsse in der Düssel zu reduzieren bzw. kompensieren.

Wie aus nachfolgender Abbildung ersichtlich wird, befinden sich zahlreiche städtischen Einleitungsstellen (rote Pfeile) in bebauten, dicht besiedelten Bereichen. Aufgrund schwieriger Platz- und Grundbesitzverhältnisse ist es nur an einigen Stellen möglich bzw. wirtschaftlich vertretbar, den im BWK M3 formulierten Anspruch *Rückhaltung vor Einleitung* baulich im unmittelbaren Umfeld der Einleitung umzusetzen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Gewässerstrukturgüte und damit das Wiederbesiedlungspotenzial (Ist-Zustand) für weite Abschnitte der urban überprägten Düssel als schlecht einzustufen ist. Die vom Wiederbesiedlungspotenzial („kein bis gering“) abhängende Überlaufhäufigkeit ($n=0,5$; s. Arbeitshilfe Kapitel 3.2) führt zu großen Rückhalteräumen und damit zu einem hohen Platzbedarf von Einrichtungen der Siedlungswasserwirtschaft inmitten einer bestehenden, vielschichtigen Infrastruktur.

Die Umsetzung der Stufe 1, die Verbesserung des Wiederbesiedlungspotenzials durch *gewässerstrukturelle Maßnahmen*, ist vor diesem Hintergrund alleine nicht ausreichend Erreichung des Ziels, die Einleitungen auf ein gewässerverträgliches Maß zu begrenzen. Zwar können durch eine Hebung des Wiederbesiedlungspotenzials die rechnerischen Rückhaltevolumina an einzelnen Einleitungsstellen reduziert werden, da als Überlaufhäufigkeit eine seltenere Frequenz vorgegeben werden kann, jedoch ist selbst die Umsetzung des reduzierten Volumens vielerorts aus Platzgründen nicht möglich.

Auch die Umsetzung der in Stufe 2 beschriebenen *substituierenden / alternativen Maßnahmen* stellt sich aus gleichem Grund als äußerst schwierig dar. Sowohl für den in Stufe 2a beschriebenen Gewässerretentionsraum als auch für die in Stufe 2b skizzierte großräumigen Umsetzung struktureller Maßnahmen am Gewässer, ergibt sich ein Raumanspruch in und um die Gewässerparzelle, der im ohnehin beengendem Umfeld der urbanen Düssel nicht entsprochen werden kann.

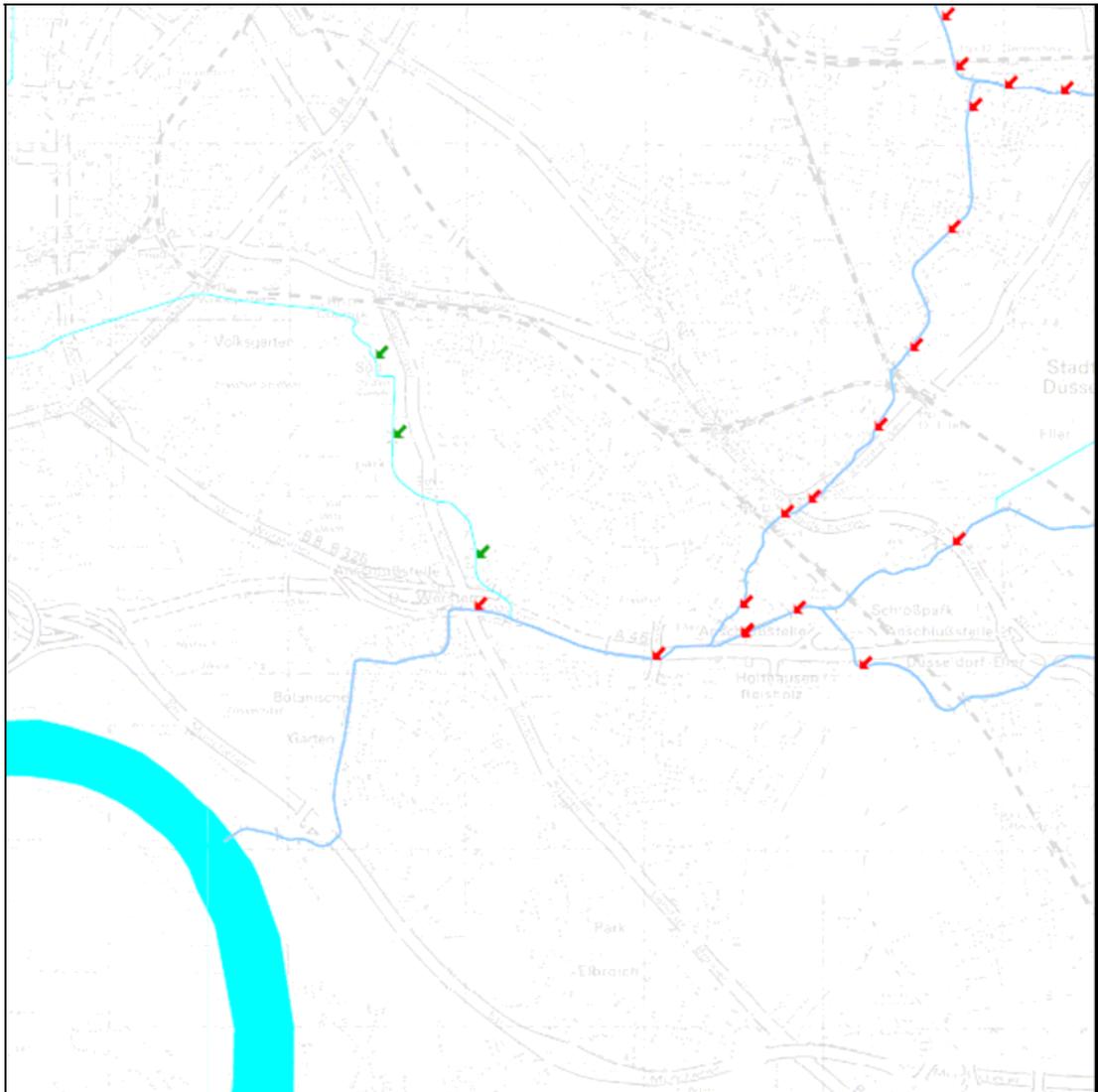


Abbildung Anh. 3 - 7: Ausschnitt aus dem städtischen Planwerk zu Einleitungen

Die vorliegende Arbeitshilfe sieht für den Fall, dass die zweistufige Vorgehensweise die Erreichung der ökologischen Ziele für das betrachtete Gewässer nicht greifbar erscheinen lässt, die *Lösung im übergeordneten Gesamtbewirtschaftungsansatz* vor.

Wie in Kapitel 5.4 der Arbeitshilfe beschrieben, ist der erste Schritt auf diesem Weg eine umfassende Grundlagenermittlung und Datenrecherche zur Düssel und ihres räumlichen Umfelds notwendig. Im Zuge der Analyse der Hydrologie ist die umfassende Betrachtung des Einzugsgebietes angezeigt. An dieser Stelle innerhalb des Duktus' im Gesamtbewirtschaftungsplan wird – auch im Sinne der WRRL - eine ganzheitliche Betrachtung erforderlich, die über die administrativen Grenzen Düsseldorf hinaus reicht.

Die Definition des Zielzustandes bezüglich Ökologie, Morphologie und hydrologischer bzw. hydraulischer Verhältnisse eröffnet das Feld der prinzipiell vorstellbaren Maßnahmemöglichkeiten. Aus einer Vielzahl solcher Möglichkeiten können durch Überprüfung auf konkrete Anwendbarkeit und Effektivität diejenigen Maßnahmen

isoliert werden, denen ein positiver Effekt für den ökologischen Zustand und die hydraulische Überbeanspruchung der Düssel zugeschrieben werden kann.

Der vielschichtige und teilweise iterative Isolationsprozess zur Findung konkreter und effektiver Maßnahmen, kann im Rahmen dieses Anwendungsbeispiels nicht geleistet werden. Alleine wegen der fehlenden Analyse des Ist-Zustandes ist hier nur der Nennung generell in Frage kommender Maßnahmen möglich, wie sie in Kapitel 5.4 der Arbeitshilfe zusammengetragen sind:

- Errichtung von Hochwasserrückhaltebecken oder Gewässerretentionsräumen in der Düssel oberhalb ihres Eintritts in dicht bebaute Bereiche.
- Anpassung vorhandener Hochwasserrückhaltebecken in den Oberläufen der Düsselzuflüsse auf das ökologisch relevante Abflussspektrum
- Überprüfung der Sinnhaftigkeit einer einfachen, ggf. wetterabhängigen Steuerungsmöglichkeit der Abflussaufteilung auf die verschiedenen Gewässerstrecken der Düssel und ihrer Nebenläufe (temporäre Umverteilung)
- Abflussvermeidung bzw. Verminderung von anfallenden Niederschlagswassermengen durch Entsiegelung von befestigten Flächen, Förderung der Versickerung, Herstellung von Mulden-Rigolen-Systemen etc.
- Aktivierung von Kanalstauraum bzw. Schaffung von Rückhalteräumen (vor Einleitung), wo möglich bzw. im möglichen Umfang