

## Leitfaden

### „Effizienzoptimierung für die Fließgewässerplanung“

#### 1. Anwendungsbereich und Veranlassung

Der Leitfaden befasst sich mit der Planung von Fließgewässerrenaturierung, die in der Regel zu einem wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren führt und in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) mit den Leistungsphasen 1 bis 4 zum Leistungsbild der "Ingenieurbauwerke" zählt, und soll eine Handlungsanleitung für den beauftragten Planer darstellen. Behandelt werden demnach Fließgewässer mit natürlichem Ursprung, die allerdings im Sinne der EU-WRRL auch als erheblich verändert ausgewiesen sein können. Ziel des Leitfadens ist eine leitbildgerechte und wissenschaftlich begründet optimierte Planung. Als Ergebnis des Planungsprozesses mit den Projektbeteiligten wird ein Lageplan der Renaturierungsstrecke in der Draufsicht erstellt, Schnitte verdeutlichen die Quer- und Längsprofilierung und ein Erläuterungsbericht stellt den erklärenden Bericht zur Planung dar. Ergänzende Unterlagen können ein Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP), eine Umweltverträglichkeits-Vorprüfung sowie weitere naturschutzfachliche, denkmalpflegerische und geologische Fachgutachten sein. Die eigentliche Umgestaltung des Fließgewässers wird jedoch in der Ingenieurplanung erarbeitet und in der Genehmigungsunterlage dargestellt und bei der zuständigen unteren Wasserbehörde (UWB) beantragt. Sie wird später nach der Genehmigung zur Ausführungsreife präzisiert und dient letztlich dem ausführenden Unternehmen, sprich dem Baggerfahrer, als Vorlage zum praktischen Gewässerumbau.

Die weitergehenden Leistungsphasen der HOAI, nach denen die später genehmigte Planung ausführungsreif bearbeitet sowie ausgeschrieben und vor Ort beim Bau überwacht wird, sind nicht Gegenstand dieses Leitfadens.

Eine Vielzahl von Rahmenbedingungen ist im Laufe der Grundlagenermittlung bis hin zur Genehmigungsplanung zu berücksichtigen. Hierbei seien besonders die Rechte von Dritten, also der Einfluss auf die randlichen sowie oberhalb liegenden Flächen und deren Nutzung und die Gewährleistung des ordnungsgemäßen Abflusses besonders hervorgehoben, da diese Aspekte aus der Erfahrung der Autoren im besonderen Fokus aller am Planungsprozess beteiligten Personen und Institutionen stehen. Dieser Leitfaden wird diese verschiedenen Restriktionen jedoch nicht mit aufnehmen und im Einzelnen erläutern, da diese Punkte in den verschiedenen Planungen unterschiedliche Wichtungen erhalten und von Fall zu Fall neu bewertet werden müssen. Dieses ist übliche Praxis im Planungsprozess und im Genehmigungsverfahren. Dieser Leitfaden behandelt vorrangig hydromorphologische und biologische Aspekte im Planungsprozess, die bisher nicht ausreichend zum Standard des Planungsprozesses gehören (DICKHAUT u.a. 2006, KONDOLF u.a. 2007, LÜDERITZ u.a. 2011, SCHATTMANN 2013).

Planungsprozesse zur Fließgewässerentwicklung mit dem Ziel eines "guten ökologischen Zustands" oder „guten ökologischen Potenzials“ nach der EU-WRRL erfolgen mindestens seit dem Inkrafttreten der europäischen Richtlinie, in Schleswig-Holstein auch schon seit den 1990er Jahren. Es liegen daher Erfahrungen zum Erfolg der Maßnahmen vor (DICKHAUT u.a. 2005 und 2006, LÜDERITZ u.a. 2011, SCHATTMANN 2013), die in der überwiegenden Zahl zwar eine Aufwertung der Qualitätskomponenten der EU-WRRL zeigen, jedoch vielfach nicht zu dem erforderlichen "guten ökologischen Zustand" geführt haben. Dem entsprechend ist derzeit auch der überwiegende Teil der Fließgewässer nicht in dem für das Jahr 2015 von der Europäischen Union vorgegebenen "guten Zustand" (MELUR 2005, BRUNKE u.a. 2011). Aus diesem Anlass wurde als eines von vielen Kriterien für eine erfolgreiche Gewässerentwicklung die Planung von Maßnahmen, wissenschaftlich untersucht. Die Ergebnisse sollen zu einer Optimierung dieser Planungen als Leitfaden aufgearbeitet werden.

Vorrangig wird in dem Leitfaden die leitbildgerechte Entwicklung des Gewässerabschnittes betrachtet. Dabei steht in Norddeutschland der Fließgewässertyp 16 „kiesgeprägter Tieflandbach“ im besonderen Mittelpunkt der Betrachtungen. Zur Abgrenzung der Anwendbarkeit des Leitfadens bezüglich der Fließgewässertypen der EU-WRRL wird der Faktor „strömungsdominierte Habitatentwicklung“ herangezogen. Anwendbarkeit ist gegeben bei Fließgewässertypen, die durch Strömung dominiert sind und daraus die Habitate der Qualitätskomponenten der EU-WRRL ableiten. Sie lassen sich vergleichbar dem Fließgewässertyp 16 positiv in der Planung beeinflussen, wenn die Planungshilfen dieses Leitfadens angewandt werden. Mit Bezug zu den Charakteristika für die Fließgewässertypen gemäß den „Hydromorphologischen Steckbriefen“ (UBA 2014) sind dieses neben Typ 16 die Typen: 1.1, 1.2, 2.1, 3, 4, 5, 7, 9, 9.1, 9.2, 10 und 17. Für Typ 16 ist die Anwendbarkeit nachgewiesen, für die weiteren wird diese zur Überprüfung empfohlen. Für andere Typen, die eher durch strömungsruhige Bereiche, Makrophyten und sehr gute Anbindung an die Aue definiert sind, ist dieser Leitfaden nicht geeignet, die Planung positiv zu beeinflussen.

Dieses bedeutet, dass das gewässertypspezifische Habitat (Lebensraum) von Fischen, Wirbellosen und Makrophyten, als den maßgebenden Qualitätskomponenten der EU-WRRL, im Fokus der Planung des strömungsdominierten Gewässers und damit dieses Leitfadens stehen. Diese Lebensgemeinschaft soll nach Umsetzung der Maßnahmen und Entwicklung der Habitate und Arten bis zum Jahr 2015, mit entsprechenden Begründungen auch bis 2021 oder 2027, den "guten ökologischen Zustand" durch ihre Artenzusammensetzung bei den Monitoring-Probenahmen widerspiegeln (EU-WRRL). Ziel des Leitfadens ist daher die ausreichende Berücksichtigung der Indikator-Lebensgemeinschaft der Tiere und Pflanzen, die bisher nicht den Zielen der EG-Richtlinie entsprechend entwickeln konnte, dieses aber in den beiden nächsten Berichtszeiträumen bei optimierter Planung möglicherweise besser können wird.

## **2. Ziele und Rahmenbedingungen der Fließgewässerrenaturierungsplanung**

### **2.1 Allgemeines**

Planung ist in der Regel eine Analyse zu Ist-Zustand und Defiziten und eine Schlussfolgerung zum Handlungsbedarf. Im Fall der Gewässerrenaturierung besteht das Defizit in einer Abweichung von den Zielvorgaben der EU-WRRL, die über wasserrechtliche Gesetzgebung in nationales Recht eingeführt

wurde. Es handelt sich damit um eine gesellschaftliche und politische Vorgabe, die eine frühere Priorität der „Vorflutsicherung“ durch Fließgewässer mit gleichrangigen ökologischen Aspekten ergänzt. Die „Vorflutsicherung“ ist eine weitgehend nutzerorientierte Vorgabe zur Abwehr von Schäden durch Wasser, welches durch die Gewässer zu gewährleisten ist. Die Ansprüche von Dritten am Gewässer bleiben weiter erhalten und sind damit in den Zielen der Planung zu berücksichtigen und stellen Rahmenbedingungen dar, deren Beachtung durch das Wasserrecht ebenso abgedeckt ist, wie die Entwicklung im Sinne des ökologischen Zustands. Weitere Ansprüche an die Planung können durch naturschutzrechtliche, denkmalpflegerische, archäologische Gesichtspunkte sowie aus Gründen des Bodenschutzes und weiteren Randbedingungen gestellt werden und sind in der Planung entsprechend zu würdigen.

Der Vorflutsicherung wird Rechnung getragen durch den Erhalt des Status-Quo und damit der Sicherstellung, dass eine Verschlechterung der Nutzungsbedingungen für Flächen von Dritten nicht erfolgt. In der Regel wird die Betroffenheit von Dritten über hydraulische Berechnungen -ein-dimensionale Wasserspiegellagenberechnungen- nachgewiesen. Wasserspiegellagenberechnungen für unterschiedliche Abflusssituationen sollen in der Genehmigungsplanung und der späteren Genehmigung belegen, dass sich die Abflussverhältnisse gegenüber dem Bestand nicht erheblich verändern. Erklärt sich dagegen ein betroffener Flächeneigentümer bereit einen höheren Wasserstand bei bestimmten Abflussbedingungen und eine geringere Nutzung auf seinen Flächen zuzulassen, kann das Kriterium der „Vorflutsicherung“ weniger Beachtung finden, wenn keine weiteren Dritten betroffen sind. Durch vorherige Flächensicherungen ergeben sich sehr häufig Entwicklungsmöglichkeiten an den Gewässern. Eine umfassende Veränderung von Wasserständen ist aber erst möglich, wenn beidseitig und möglichst auch weit bachaufwärts Flächeneigentümer veränderten Wasserständen zustimmen.

Zu den Rahmenbedingungen, die den Erfolg einer Maßnahme einschränken können, gehören auch die Faktoren aus dem Einzugsgebiet, wie Einflüsse auf die Wasserqualität, Sedimenteinträge ins Gewässer, Veränderungen der Wasserführung, z.B. durch Stauanlagen, oder auch vollständige Egalisierung der Abflussverhältnisse im Jahresgang sowie Erwärmung des Wassers. Diese Faktoren können durch eine räumlich begrenzte Renaturierungsmaßnahme an einem Fließgewässer nicht direkt beeinflusst werden. Sie können aber nicht unbeachtet bleiben und müssen daher als Rahmenbedingungen in jedem Fall überprüft und mit dem ggf. erkennbaren Handlungsbedarf aufgezeigt werden. Weiterhin ist es bedeutsam, welches Streckenausmaß eine Renaturierung überplanen kann (LÜDERITZ & LANGHEINRICH 2010a). Für eine erfolgreiche Gewässerentwicklung sind längere Strecken erforderlich.

Ziel einer Fließgewässerrenaturierungsplanung ist es, Defizite oder Abweichungen vom Leitbild möglichst weit aufzuheben. Dieses stellt den Planer vor einen längeren Planungsprozess, der mit der Definition des Leitbildes beginnt.

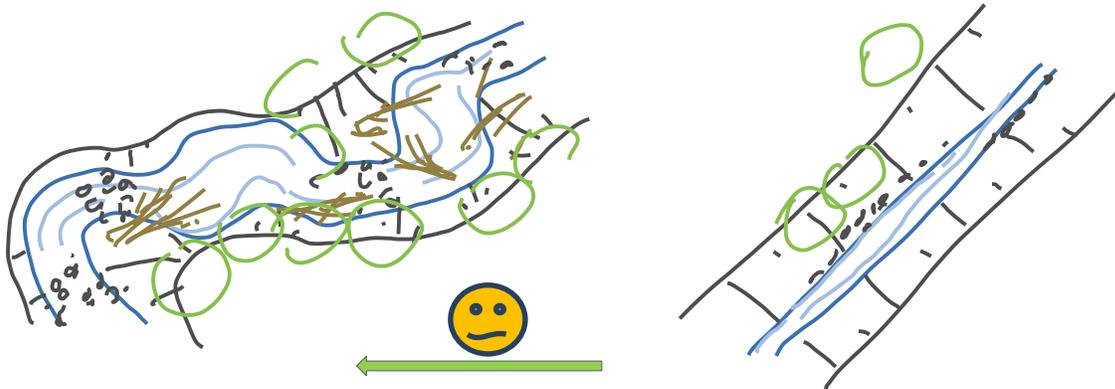


Abbildung 1 LF: Prinzip von Leitbild und Ist-Zustand als Ausgangslage für den Planer

Die einzelnen Faktoren, die im Rahmen dieses Leitbildes eine Rolle spielen, sind vielfältig und werden nicht alle soweit veränderbar sein, dass sie den Vorgaben des Leitbildes entsprechend angepasst werden können. Die „Hydromorphologischen Steckbriefe“ (UBA 2014) geben bereits eine gute Grundlage leitbildgerechter Darstellungen sowohl in Abbildungen als auch in Qualitäten zu unterschiedlichen Faktoren. Ziel der heutigen Fließgewässerrenaturierung ist es daher, diese Faktoren soweit es der rechtliche und ggf. finanzielle Rahmen zulässt, in einer Planung in Richtung des Leitbildes anzupassen. Häufig ist es dabei eine Frage der Flächenverfügbarkeit, wie nahe eine Planung dem Leitbild kommen kann. Es besteht jedoch innerhalb des rechtlich möglichen Rahmens in allen Fällen die Möglichkeit sich in der Habitatgestaltung an dem Leitbild zu orientieren. Das Maß der nicht vermeidbaren Abweichung vom Leitbild als Ergebnis des Planungsprozesses definiert dann die zu erwartenden Defizite an Effektivität in der geplanten Maßnahme bei der Entwicklung im Sinne des "guten ökologischen Zustands".

Es wird zur Unterstützung in der Planung eine „Habitatformel“ angeboten, die zwar keine mathematische Umsetzung erlaubt, die aber die Berücksichtigung bestimmter Mindestmaße enthält, die eine erfolgversprechende Planung bezüglich der faunistischen Entwicklung zum Typ 16 erwarten lässt:

**Habitatvielfalt = Breitenvarianz + Strömungsdiversität + naturnahes Strömungsmuster + Kies/Störsteine (+ Beschattung)**

- „Prozentuale Breitenvarianz“: > 70 %, möglichst 120 %
- Strömungsdiversität: Kiesgeprägter Bach von 0 bis 0,80 m/s bei MW
- Strömungsmuster: Erreichen einer Vielzahl von strömungsdynamischen Bereichen im Lageplan der Planung
- Kies-Substrate nicht an Gleitufeln und in Stillwasserbereichen anordnen sondern in der Strömungsdynamik
- In Bereichen von Kiessubstraten muss über der Sohle eine Fließgeschwindigkeit von über 20 cm/s erreicht werden
- Kies/Störsteine: Großer Anteil der Kornfraktion mit dem Durchmesser 2-64 mm, ca. Feinkies 15 % / Mittelkies 30 % / Grobkies 30 % (BRUNKE u.a. 2012), ergänzt durch Störsteine
- Ausuferungsvermögen möglichst ab einem Mittelwasserabfluss (MQ) zur ökologischen Anbindung der Talau

- Beschattung: 60 % der Südseite mit Gehölzen

Die nachfolgenden Fragen können in dem Planungsprozess eine Hilfestellung auf dem Weg zu einer erfolgreichen Habitatentwicklung geben. Sie werden in dem Leitfaden an den entsprechenden Stellen wieder aufgegriffen werden.

1. *Welche Einzelelemente des Gewässerhabitats werden für den guten ökologischen Zustand für die Qualitätskomponenten die entscheidende Rolle spielen und sind diese ausreichend?*
2. *Welche Faktoren der Gewässergeometrie (z.B. Einengung) und –struktur (z.B. Grobsubstrate) führen zu dem geplanten guten Zustand der Qualitätskomponenten?*
3. *Wie umfangreich werden Feinsedimente in der Gewässersohle, v.a. den Grobsubstraten akkumulieren?*
4. *Wird mit der Gewässergeometrie und den strukturellen Verhältnissen einer möglichen Versandung / Kolmation entgegen gewirkt und damit der gute ökologische Zustand unterstützt?*
5. *Wurde überprüft (Checkliste), ob die Planung erfolgversprechend für die Zielerreichung „guter ökologischer Zustand“ ist, wie ist das Ergebnis?*
6. *Sollte die Zielerreichung nicht gewährleistet sein, was sind die Gründe?*

### **3. Ökologische, hydromorphologische und hydrologische Grundlagen**

Dieser Abschnitt beschreibt die Grundlage und Randbedingungen, die vorherrschen, wenn ein guter ökologischer Zustand gem. der Bewertung nach der EU-WRRRL erreicht wird. Derartige Gewässerabschnitte sind selten (in Schleswig-Holstein weit < 10 %) und die Rahmenbedingungen damit auch selten erlebbar. Sie werden für den Typ 16 nachfolgend beschrieben und sind in der Fließgewässerplanung zu berücksichtigen. Wie dies in die Maßnahmenplanung einfließen kann, wird im Abschnitt 4 erläutert.

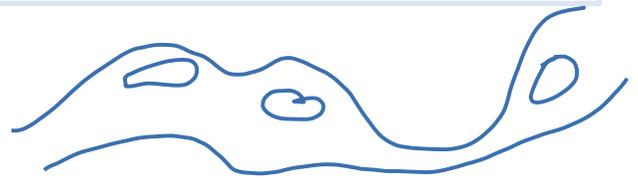
#### **3.1 Vorbemerkungen**

Die Lebensgemeinschaft der Fische, Wirbellosen und Makrophyten (Pflanzen) steht im Vordergrund der Bewertung der Fließgewässer nach der EU-WRRRL. Sie steht damit für die „Lebendigkeit“ der Bäche, d.h. für deren ökologischen Zustand.

Ein ingenieurtechnischer Planer ist in der Regel gering in ökologischen Grundlagen ausgebildet und es fehlt daher häufig die eigene Vorstellung, das Erlebnis vom Gewässer im Zustand nahe dem Leitbild. Dieses drückt sich bei der Aufgabe: "Zeichnen Sie einen naturnahen Bach!" in einer Skizze so aus, dass unterschiedliche Lagepläne/Formen zwischen den beiden dargestellten Skizzen in Abbildung 2 LF. gezeichnet werden.



Abbildung 2 LF: Fehlen einer Vorstellung von Naturnähe



Vorstellung von Naturnähe vorhanden

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Planzeichnungen in Abbildung 2 LF bezüglich der Habitatbedingungen sind entscheidend, daher muss dies als Vorlage für eine Renaturierungsmaßnahme genutzt werden. Die dargestellten Habitatbedingungen haben Einfluss auf das Strömungsverhalten, das Ausuferungsvermögen, die Erosion und die Sedimentation von Material und damit die Substratausbildung sowie auf die Ausbildung völlig unterschiedlicher Lebensgemeinschaften.

Es wird daher dringend empfohlen, ein Fließgewässer im guten ökologischen Zustand als Referenz im Vorfeld zu begehen und dieses auch bei unterschiedlichen Abflusssituationen aufzusuchen. Einige geeignete Bäche\* oder Bachabschnitte sind in Norddeutschland:

Kreis Ostholstein: Kremper Au	Kreis Steinburg: Krückau
Kreis Segeberg: Osterau	Kreis Stormarn: Barnitz
Kreis Hzgt. Lauenburg: Bille im Sachsenwald zwischen Aumühle und Grande	

Landkreis Nordwestmecklenburg: Radegast

Landkreis Rotenburg: Wümme

Landkreis Celle: Lachte und Lutter

\*ohne Anspruch auf Vollständigkeit

### 3.2 Gewässertyp und Gewässerstruktur, Leitbild

Die Planung einer Renaturierung muss das geplante Ziel definieren, welches sich aus den Fließgewässertypen und den dazu vorliegenden Beschreibungen des Leitbildes ergibt. Die Typen sind für die Wasserkörper, d.h. die gemäß der EU-WRRL berichtspflichtigen Gewässer, bereits definiert. Die Länder haben entsprechende Karten vorgelegt, die in dem Gewässernetz die Fließgewässerabschnitte den jeweiligen Typen zugeordnet haben.

Die Gewässertypen für die Bundesrepublik Deutschland sind in SOMMERHÄUSER u.a. (2003, 2006 und 2008) ausreichend beschrieben und bebildert. Weitere gute Darstellungen finden sich in den „Hydromorphologischen Steckbriefen“ der deutschen Fließgewässertypen (UBA 2014). Hier werden Kriterien zu Sohlsubstrat, -diversität, Fein- und Grobsedimentanteil, Totholz, Makrophytendeckung, Profiltypen, Breitenerosion und -varianz, Uferstrukturen, Beschattung, Randstreifen, dem notwendigen Entwicklungskorridor, der Durchgängigkeit, Geschiebehalt und Wasserführung, Abflussdynamik und Ausuferungsvermögen qualitativ und teilweise auch quantitativ bestimmt. Die Darstellung in den „Hydromorphologischen Steckbriefen“ (UBA 2014) wird für den „sehr guten“ und den „guten ökologischen Zustand“ sowie den „Mindestanforderungen“ vorgenommen. Die Angaben sind wertvolle Planungshilfen und bei der Aufstellung von Planungen und Massen- und Kostenberechnungen (z.B. Umfang von Kieseinbau) zu berücksichtigen.

Nachfolgend wird beispielhaft auf die Strukturen des kiesgeprägten Tieflandbaches, Typ 16, eingegangen. Fotos verdeutlichen einige Strukturdetails.



Abbildung 3 LF: Beispiel Typ 16, hier mit langgestrecktem Verlauf bei geringem Wasserstand, Grobsubstrate tws. trocken liegend (Krepper Au, Ostholstein)

Abbildung 3 LF verdeutlicht die Breitenvarianz bei NW-Abflüssen und Tiefenvarianz, die zu wenigen tiefen Wasserstellen, auch bei geringem Abfluss, führen.



Abbildung 4 LF: Beispiel Typ 16, hier mit mäandrierendem Verlauf bei geringem Wasserstand (Krepper Au, Ostholstein) mit Stromstrich (blau) und NW-Führung (gelb)

Die Substratverteilung des Abschnittes ist in der Abbildung 5 LF im Lageplan dargestellt. Sie wird später bei der Beschreibung der „Furt-Kolk-Sequenzen“ wieder aufgegriffen.

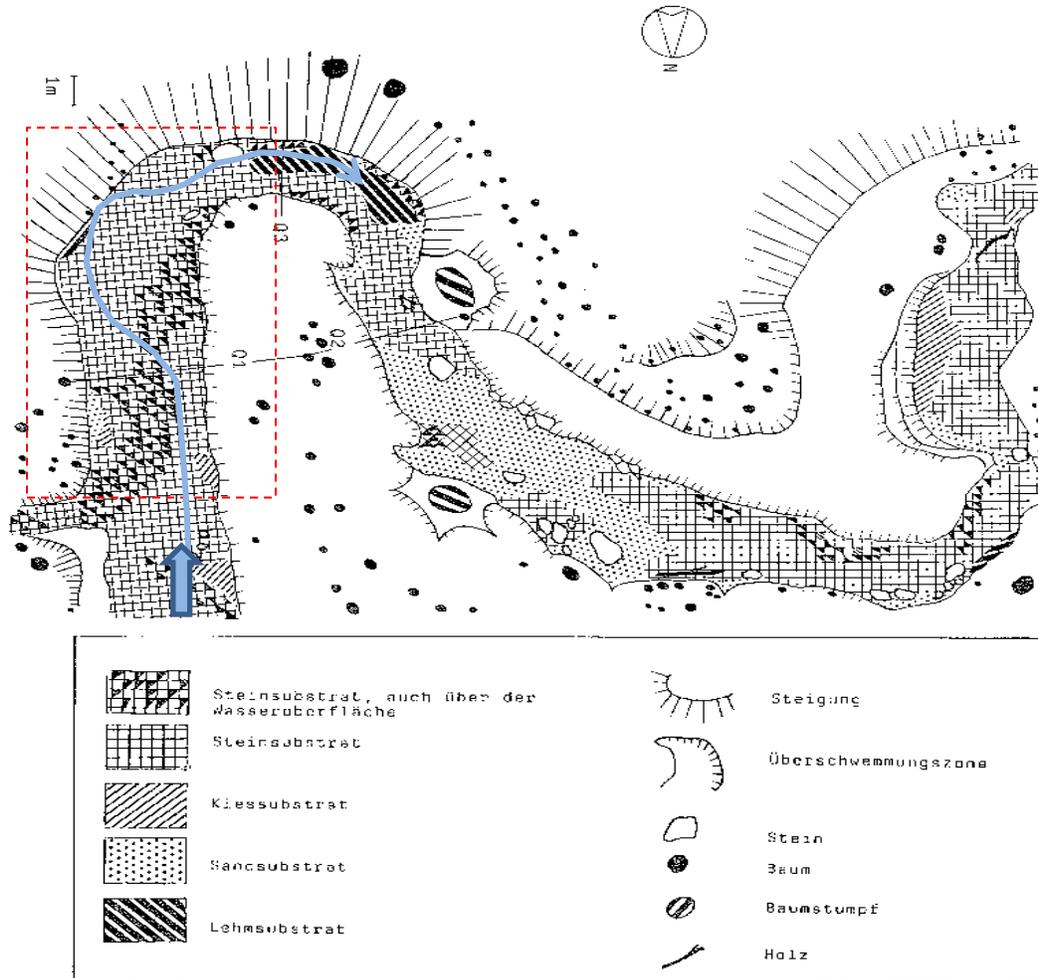


Abbildung 5 LF: Darstellung der Substratverteilung zum Abschnitt der Abbildung 4 LF mit Übertragung des Stromstriches (blau) (Krempfer Au in GREUNER-PÖNICKE 1986)

Die Bestandsaufnahme eines kiesgeprägten Fließgewässerabschnittes (Typ 16) verdeutlicht sehr anschaulich die kleinräumig abwechselnde und mit der Strömung korrespondierende Substratverteilung. Da keine Ausbaumaßnahmen oder Gewässerunterhaltung für den Abschnitt bekannt sind, soll dieser den „sehr guten ökologischen Zustand“ abbilden. Gemäß UBA (2014) ist im Fließgewässertyp 16 mit: „es dominieren Kiese und Steine, zudem gibt es häufig Sand und Lehm, lokal Findlinge, daneben Totholz, Wurzelflächen, Detritus“ zu rechnen. Die Beschattung wird mit > 50 % angegeben, was in den Fotos Abbildung 3 LF und Abbildung 4 LF gut zu erkennen ist.

Der Versandung der Grobsubstrate wirkt die Strömungsdynamik entgegen, d.h. in Bereichen mit hoher Strömung lagern sich wenige Feinsubstrate ein. Fließgeschwindigkeiten unter 20 cm/s fördern hingegen die Sedimentation von Feinsedimenten auf der Gewässersohle und verursachen Kolmationen der

Gewässersohle. Eine gute Strömungsdynamik in einem Fließgewässer weist einen häufigen Wechsel zwischen schießenden und strömenden Abschnitten sowie Stillwasserbereichen auf.

Die Definition von Strömungsdynamik wird mit der Abbildung 6 LF für die Kemper Au verdeutlicht. Das Strömungsbild in der Geometrie lässt sich über eine hydraulische Modellierung mit großem Aufwand planerisch prognostizieren. Dieses kann nicht regelmäßiges Ziel für Planungen sein, da dieses deutlich zu aufwendig ist. Es wird daher für eine Prognose der Strömungssituation bzw. des Strömungsmusters in den Lageplan die Strömung anhand von vier parallelen Strömungslinien eingetragen. Bei jedem Auftreffen der Strömungslinie auf die Böschung oder ein Hindernis (Kollisionspunkte) wird eine rechtwinklige Ablenkung angenommen und nachfolgend ein Einschwenken in die Strömungsrichtung. Diese Handhabung wird für alle vier Linien durchgeführt und nachfolgend als „Strömungslinienmethode“ bezeichnet. Bei mindestens vier Kollisionspunkten innerhalb von einem zusammenhängenden Abschnitt einer Planung wird von „erhöhter Strömungsdynamik“ gegenüber Bereichen oder Planungen mit nur geringerer Dynamik, d.h. weniger als vier Kollisionspunkten pro Abschnitt ausgegangen.

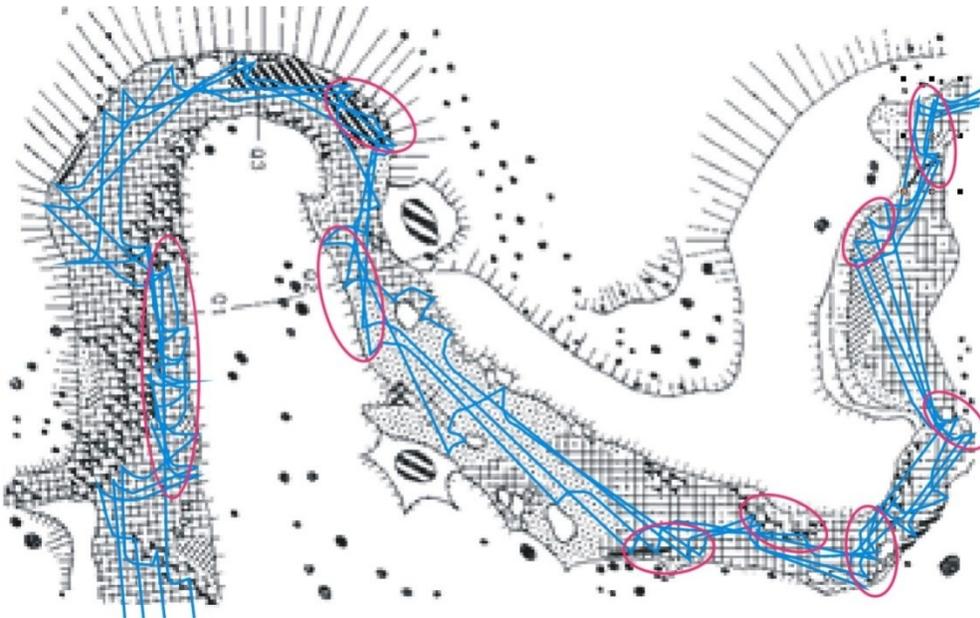


Abbildung 6 LF: Strömungsdynamische Bereiche (Legende vgl. Abbildung 5 LF), blaue Linien: Strömungslinien, rote Kreise: Bereiche erhöhter Strömungsdynamik (Plangrundlage GREUNER-PÖNICKE 1986)

Bezüglich der Abflusssdynamik wird in UBA (2014) auf große Abflussschwankungen im Jahresverlauf und eine extreme Dynamik hingewiesen. Die geringen Wasserstände in den Fotos Abbildung 3 LF und Abbildung 4 LF zusammen mit den Grobsubstraten, die auf hohe Abflüsse hinweisen, bestätigen dieses.

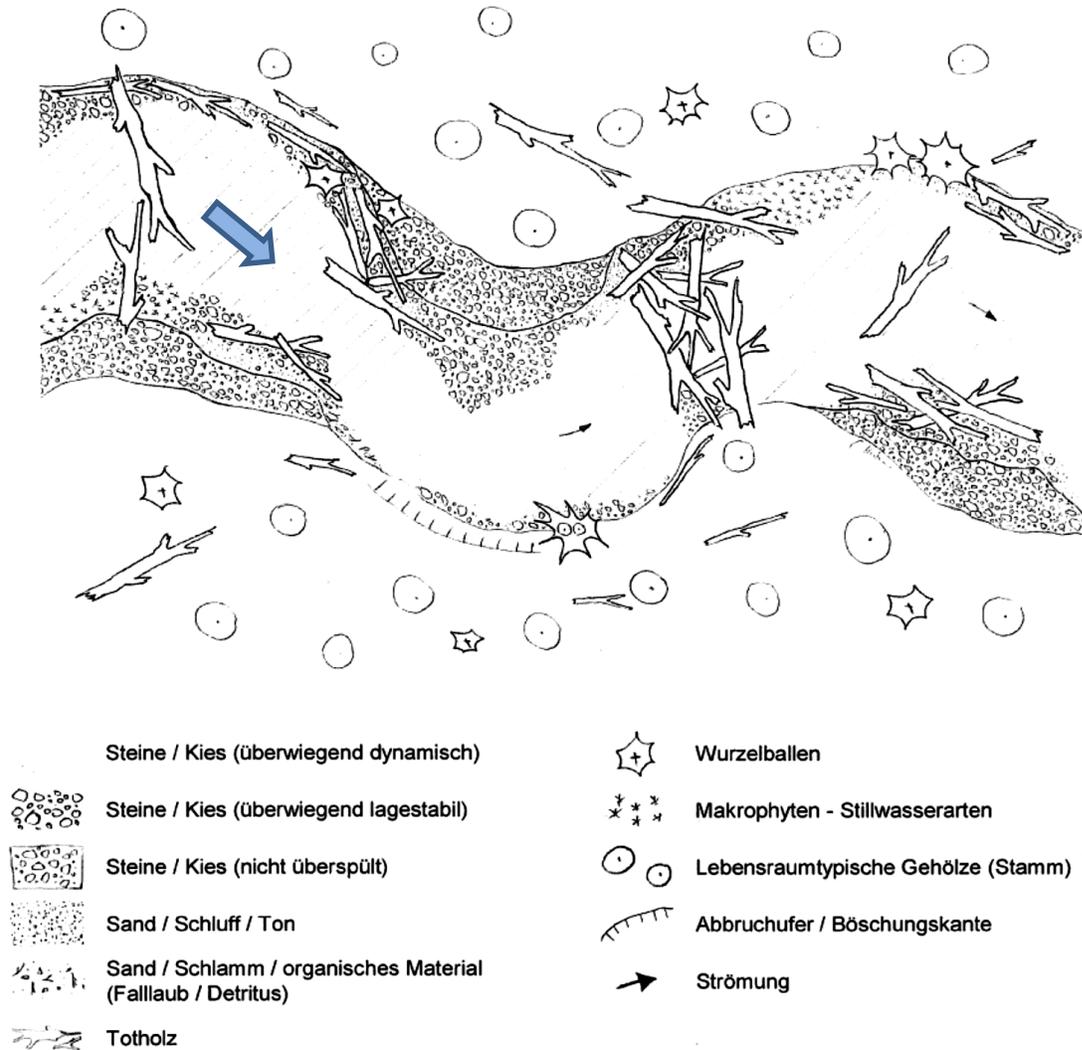


Abbildung 7 LF: Leitbild Typ 16, Struktur und Substratverteilung „sehr guter ökologischer Zustand“ (UBA 2014)

Die Darstellung der Habitatskizze in Abbildung 7 LF aus UBA (2014) zeigt ähnliche Strukturvielfalt im Vergleich zur Kremper Au. Der Anteil an Totholz ist hier etwas größer, das Grobsubstrat tritt gegenüber dem Anteil an der Kremper Au zurück. Der Grobsubstratanteil soll „dominant“ sein, der des Totholzes > 10 bis 25 % betragen.

Die Substratverteilung kann im Gewässerabschnitt mittels "Guckkasten" (Kasten oder Zylinder mit Glasboden) vor Ort beobachtet und so auch dokumentiert werden. Bei der Überplanung eines Gewässerabschnittes ist die bestehende Substratsituation von hoher Bedeutung, sowohl für die Planung, (Fragestellung „Versandung von Substraten“) als auch für die Gewässerfauna (vgl. Abschnitt 3.3). Diese Sichtbeobachtungen des vorhandenen Substrates auf der Gewässersohle geben jedoch nur einen eingeschränkten Hinweis auf eine mögliche Kolmation des gesamten Kies-Lücken-Systems im

Planungsabschnitt. Um die Bewertung der Sedimentsituation zu verbessern, sind oberhalb liegende Gewässerabschnitte und mögliche Sedimentdrift von Bedeutung.

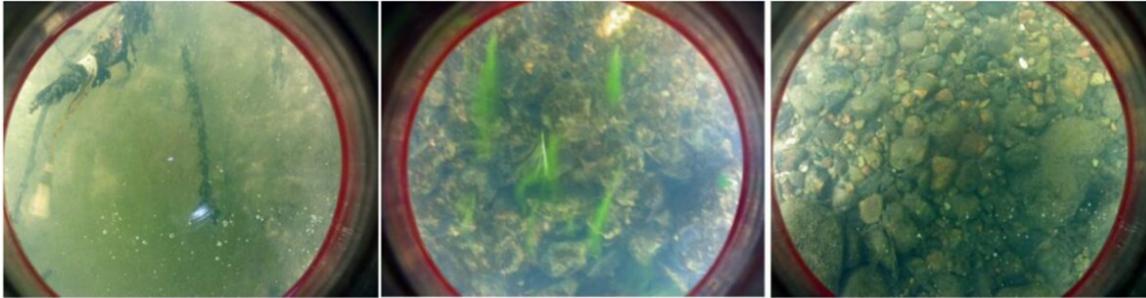
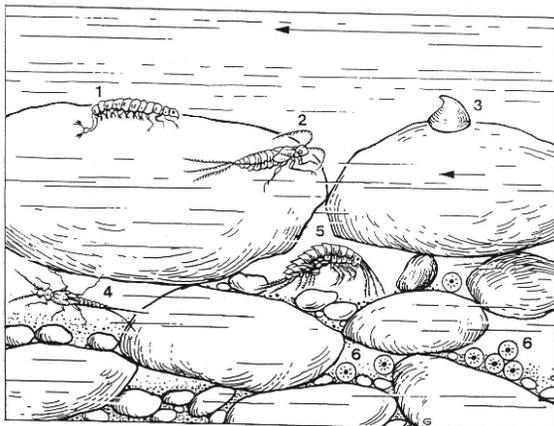


Abbildung 8 LF: Substratdokumentation mit Feinsubstrat, Grobsubstrat mit Pflanzen, Grobsubstrat

### 3.3 Gewässerfauna und Vegetation

Die Fließgewässerlebensgemeinschaft ist im Merkblatt DWA-M 610 (DWA 2010) sehr gut ausgeführt. Es soll daher an dieser Stelle darauf verwiesen werden.

Für den Fließgewässertyp 16 wird nachfolgend auf die Zusammenhänge von Struktur und Fauna und das Verständnis für die Planung eingegangen. Die Grobsubstrate und ihre Lage in strömungsdynamischen Bereichen in der Gewässergeometrie wurden bereits erläutert. Die Lebensgemeinschaft in diesem sogenannten hyporheischen Interstitial zeigt die Abbildung 9 LF.



- 1: Köcherfliegenlarve
- 2: Eintagsfliegenlarve
- 3: Flussnapfschnecke
- 4: Steinfliegenlarve
- 5: Bachflohkrebs
- 6: Forelleneier

**Bild 18: Choriotop-Lückensystem der Bachsohle, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LfU) o.J., (Zeichnung: H. Geipel). Bild aus „STMLU (1997): Flüsse, Auen, Täler. – Wasserwirtschaft in Bayern, Heft 30“: Bild S. 21: Lebensraum Bachsohle.**

Abbildung 9 LF: Lückensystem der Bachsohle aus DWA-M 610 (DWA 2010)

Die Arten der Wirbellosen, Fische und Makrophyten werden im Monitoring der EU-WRRL verwendet, um den ökologischen Zustand des Wasserkörpers zu bestimmen. Diese Bewertung wird für diese drei Qualitätskomponenten jeweils getrennt durch Probenahmen in repräsentativen Strecken des Wasserkörpers durchgeführt. Maßgeblich für die Gesamtbewertung nach EU-WRRL ist dann die schlechteste Bewertung aus den Ergebnissen der Beprobungen der jeweiligen Qualitätskomponente. Um den "guten ökologischen Zustand" zu erreichen, ist es daher erforderlich, dass alle Qualitätskomponenten den guten Zustand erreichen. Bei der Renaturierung eines Gewässerabschnittes müssen daher alle Qualitätskomponenten im Vordergrund stehen. Für den Fließgewässertyp 16 ist die Herstellung funktionsfähiger, d.h. angeströmter und nicht versandender Grobsubstrate neben der Wasserqualität, Beschattung, Totholz und vielen anderen Faktoren vorrangig.

#### Wiederbesiedlungspotenzial der biologischen Qualitätskomponenten

Die Überplanung und Umgestaltung einer Gewässerstrecke stellt einen erheblichen Eingriff in die Strukturen und die Lebensgemeinschaft dar. Es ist daher zwingend notwendig, dass vor einer Planung bekannt ist, welchen ökologischen Zustand die biologischen Qualitätskomponenten im Planungsabschnitt, aber auch in dem Gewässersystem aufweisen. Bereiche mit "mäßiger" oder besserer Bewertung stellen ein Wiederbesiedlungspotenzial dar und sollten in der Regel nicht zerstört werden. Die Lage und der Abstand zur geplanten Maßnahme von Wiederbesiedlungsmöglichkeiten ist dabei auch für den Erfolg der Maßnahme und deren Besiedlung z.B. durch die nur weniger wanderfreudigen Wirbellosen abhängig. So ist davon auszugehen, dass Entfernungen von 2 bis 5 km Gewässerstrecke gerade noch überwunden werden können (SCHATTMANN 2013, PANDER 2014).

Sind im Planungsabschnitt Bereiche mit "gutem ökologischen Zustand" von biologischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten vorhanden, müssen diese Bereiche unbedingt geschont werden und sind somit nicht zu überplanen und vor negativen -auch baubedingten- Einflüssen zu schützen.

#### Zusammenhänge von Substrat, Strömung und Wirbellosenfauna

Gemäß der „Habitatformel“ in Abschnitt 2.1 sind Geometrie, Strömungsvielfalt und -dynamik und die Lage von Grobsubstraten für eine faunistische Habitatvielfalt insbesondere beim Fließgewässertyp 16 von höchster Bedeutung. Das Untersuchungsergebnis zu einem bezüglich dieser Parameter untersuchten Abschnitt einer Umgestaltungsmaßnahme (Abbildung 10 LF) verdeutlicht diese Zusammenhänge. Dargestellt wird hier eine Kiesschwelle mit erhöhter Strömung und Grobsubstrat. Nur hier findet man Makrozoobenthon im guten ökologischen Zustand (grüne Punkte), sandige unterhalb liegende Probestellen (Abbildung 10 LF) mit geringerer Strömung weisen nur ein mäßiges (gelb) bis schlechtes (rot) Ergebnis auf. Die Zusammenhänge von Substrat, Strömung und der Lage in der Geometrie beschreiben auch BRUNKE u.a. (2008) in einem Aufsatz über sogenannte Furt-Kolk-Sequenzen in Fließgewässern.

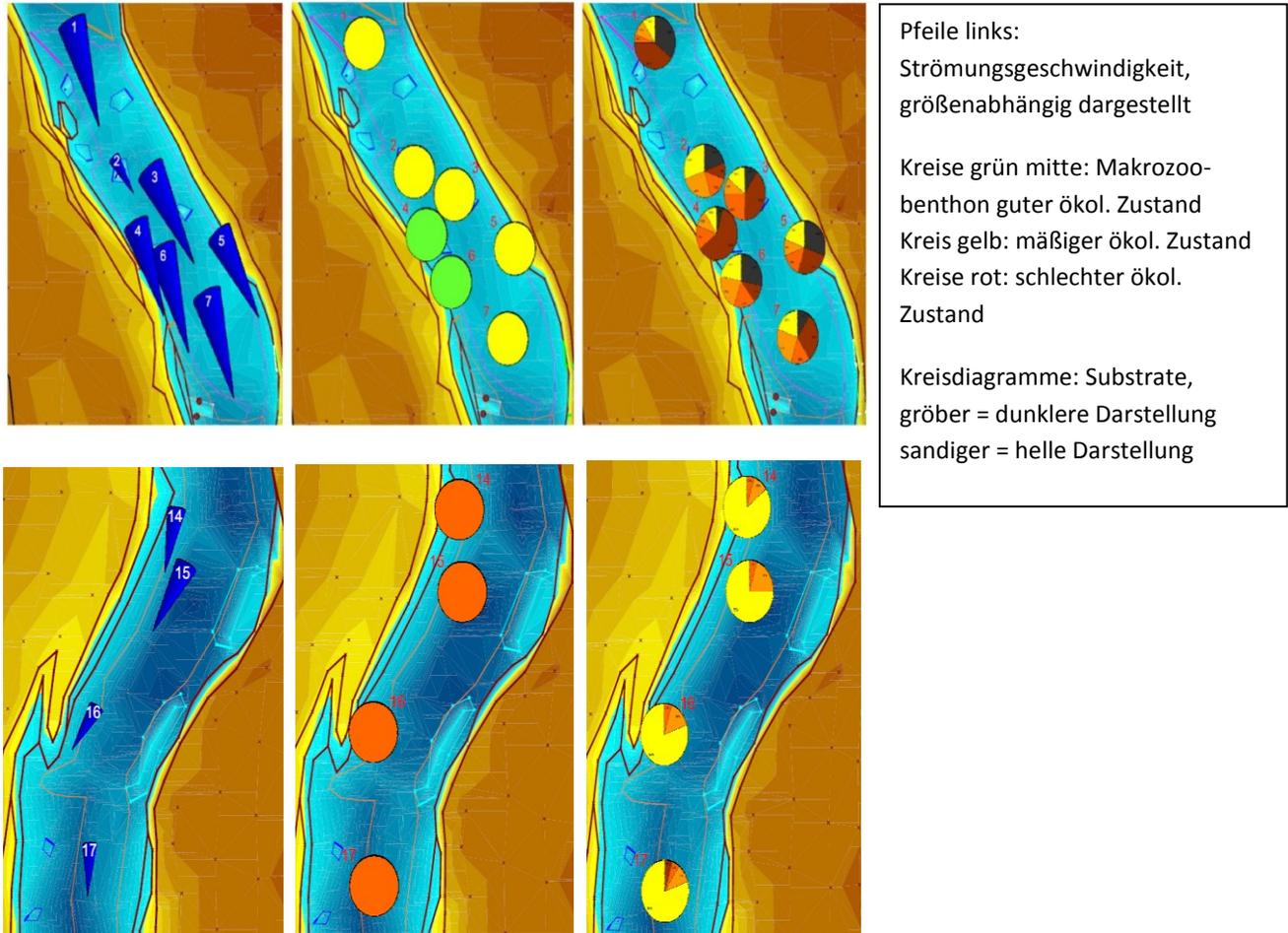


Abbildung 10 LF: Umgestaltungsabschnitt Steinau Büchen mit Strömung, Makrozoobenthos, Substraten

Die Untersuchungen der Autoren sowie der Stand der Wissenschaft lassen an dieser Stelle eine Festlegung in Bezug auf die Strömungsgeschwindigkeiten und vorhandene Substrate an der Gewässersohle zu. In Bereichen mit Fließgeschwindigkeiten von über 20 cm/s wird das Kies-Lücken-System in der Gewässersohle weitgehend von Kolmationseffekten frei gehalten. Diese Geschwindigkeit soll jedoch nicht als Mittelwert in einem gesamten Querprofil verstanden werden, sondern muss als Richtwert direkt über der Gewässersohle überschritten sein.

#### Biotoptypenkartierung zur Planungsstrecke

Neben den Qualitätskomponenten und deren Entwicklung in einer Renaturierungsstrecke sind auch die weiteren Tiere und Pflanzen im Planungsraum zu beachten. Im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes § 14 sind erhebliche Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes verboten. Renaturierungsmaßnahmen stellen zwar bestenfalls eine ökologische Aufwertung für Gewässer und Talraum dar, sie werden aber durch oft umfangreiche Erdbewegungen umgesetzt, die gleichzeitig Tiere und Pflanzen zerstören und Eingriffe in Boden und Wasser darstellen und die Voraussetzungen für eine naturnähere Entwicklung des

Planungsraumes schaffen. Wertvoll Arten und Biotoptypen im Sinne seltener, gefährdeter oder geschützter Arten oder Biotope sind dabei jedoch zu erfassen und zu schützen. Geschützte Biotope als Ergebnis einer Biotoptypenkartierung sind daher in der Regel zu schützen und zu entwickeln.

### 3.4 Geometrie und Hydromorphologie

Geometrie und Hydromorphologie sollen hier als Randbedingungen für Strömungsdynamik im Sinne des Abschnittes 3.3 mit der Folge grober und nicht versandender Substrate und damit einer strömungsliebenden Fauna im guten ökologischen Zustand gesehen werden. BRUNKE u.a. (2012) beschreiben die Zusammenhänge und verweisen dabei auf die sogenannten Furt-Kolk-Sequenzen für das Fließgewässer des Typs 16. Auf diese wird in Abschnitt 4.3 bei der Entwicklung von Planzeichnungen eingegangen. Gewässerabschnitte gemäß dem Leitbild im guten oder sehr guten ökologischen Zustand als „Vorlage“ für eine Renaturierungsplanung weisen eine hohe Breitenvarianz auf.

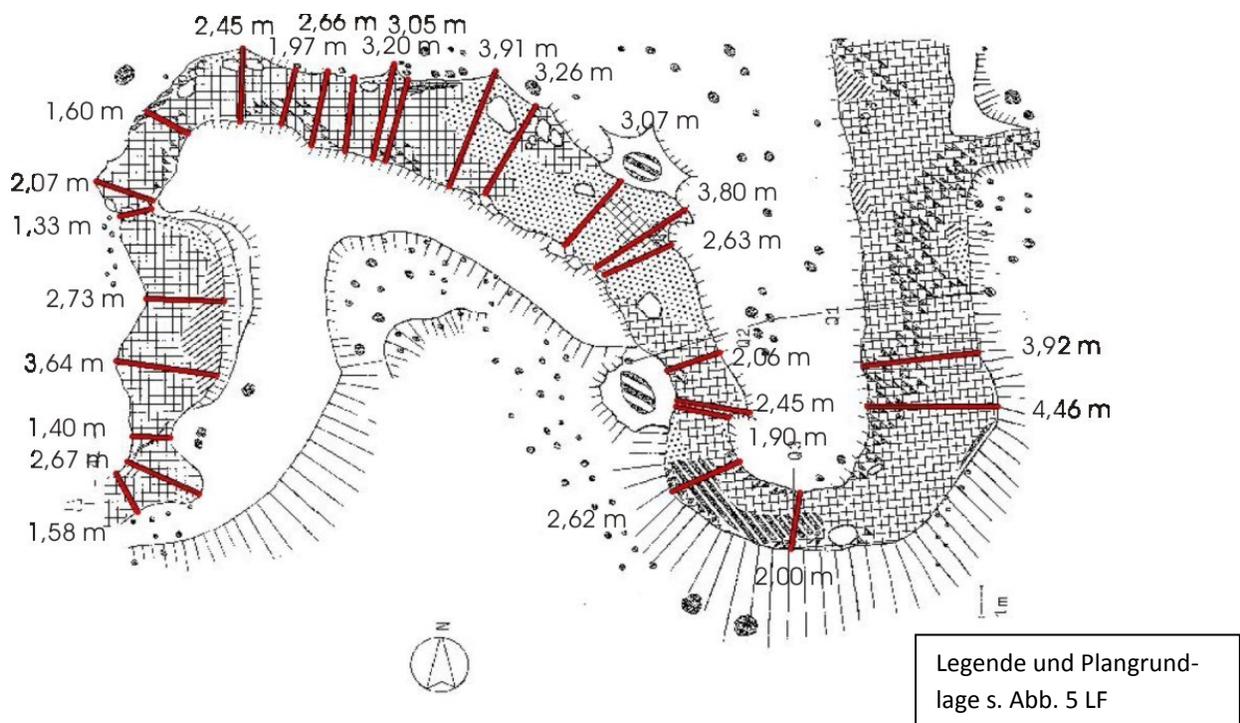


Abbildung 11 LF: Abschnittsbeispiel mit Profilen (rotbraun) und deren Breiten in m

Die Profile werden zur Ermittlung der Breitenvarianz in einem ca. 40 m langem repräsentativen Abschnitt so gelegt, dass bei jeder erheblichen Änderung der Profildbreite ein neues Profil eingetragen wird. Nachfolgend wird eine mittlere Profildbreite für den Abschnitt bestimmt und es wird die Differenz von größter und kleinster Profildbreite ermittelt. Die Breitenvarianz ist hier in Prozent das Verhältnis von Differenz größter und kleinster Breite zur mittleren Breite. Sie wird nachfolgend als "**prozentuale Breitenvarianz**" bezeichnet.

Prozentuale Breitenvarianz:  $Bv_{pro} = \frac{B_{max} - B_{min}}{B_{mit}}$   
 $B_{max}$  = maximale Wasserspiegelbreite bei NQ [m]  
 $B_{min}$  = minimale Wasserspiegelbreite bei NQ [m]  
 $B_{mit}$  = mittlere Wasserspiegelbreite bei NQ [m]  
 $Bv_{pro}$  = prozentuale Breitenvarianz [–] oder [ $Bv_{pro} \cdot 100 = \%$ ]

In Abbildung 11 LF liegt der Anteil der Differenz kleinster und größter Wert (3,13 m) bei **118 %** der mittleren Profilbreite (2,66 m).

Natürliche Gewässergeometrien lassen sich auch durch die Literatur von HARNISCHMACHER (2002) sowie von TENT (2014) beschreiben. Die dort aufgestellten Formeln lassen Festlegungen zu mittleren bordvollen Gewässerbreiten, Mäandergeometrien sowie Mäandergürtelbreiten zu.

Fließgewässer des Typs 16 weisen in naturnahem Zustand eine prozentuale Breitenvarianz von über 70 %, möglichst um 120 % auf.

### 3.5 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet ist für die Abflüsse im Planungsabschnitt, aber auch für die Wasserqualität, Temperatur und andere Parameter des Wassers verantwortlich. Es kann einen ausgeglichenen Abfluss bewirken, wenn große Anteile durch Wald oder Moore bestimmt sind oder hydraulischen Stress verursachen, wenn Niederschläge kurzfristig in die Vorfluter abgeleitet und nicht zurückgehalten werden. Diese Faktoren können hier nicht näher beschrieben werden. Sie drücken sich in den regionalisierten Abflussdaten aus, die die Landesämter teilweise zur Verfügung stellen und die den Planungen zugrunde gelegt werden. Pegeldata können diese Abflusswerte durch weitere wertvolle Daten untermauern.

## 4. Maßnahmen und Maßnahmenherleitung

Dieser Abschnitt 4 des Leitfadens beschreibt die Umsetzung der in Abschnitt 3 des Leitfadens erläuterten Grundlagen in Planung für einen Gewässerabschnitt.

### 4.1 Allgemeines

Für die Planung der Renaturierung eines Fließgewässerabschnittes sind vielfältige Planungsgrundlagen erforderlich, die von den ermittelten Abflussdaten bis zu Gefällesituation und Flächenverfügbarkeit sowie weiteren unterschiedlichen Punkten reichen. Abbildung 12 LF verdeutlicht diese Zusammenhänge für die hydromorphologischen Kenngrößen.

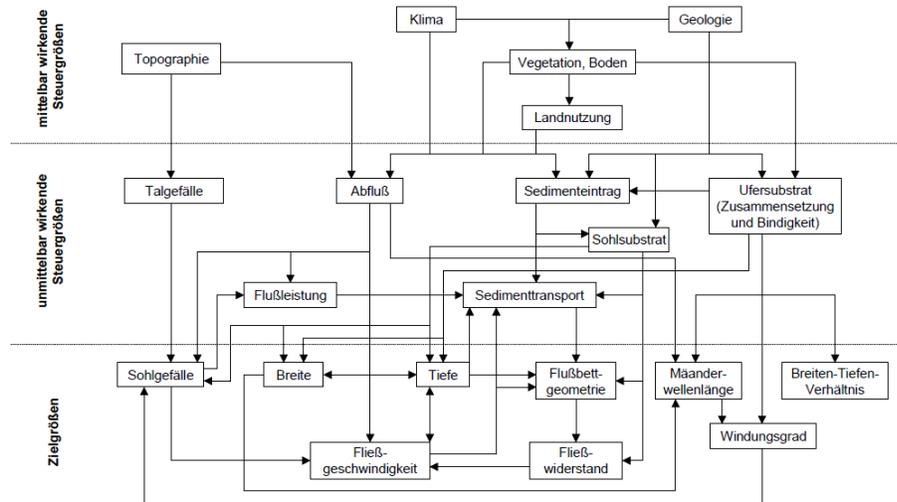


Abbildung 12 LF: Beziehung zwischen fluvialmorphologischen Steuer- und Zielgrößen in einem fluvialen System (nach KNIGHTON 1998, Seite 2, Fig. 1.1, aus HARNISCHMACHER 2002)

Die Festlegung der Zielgrößen sind für die natürliche Gewässerentwicklung zu einem guten ökologischen Zustand von maßgebender Bedeutung. Z.B. eine überdimensionierte Breite bewirkt zu geringe Fließgeschwindigkeiten und damit Substratsedimentation anstatt von gut durchströmten biologisch wirksamen Grobsubstraten.

Nachfolgend sollen die Faktoren, die einen Renaturierungserfolg fördern können, genauer betrachtet werden.

#### 4.2 Rahmenbedingungen für Art und Umfang, Restriktionen, Zielkonflikte

Für den Planer bei der Bearbeitung eines speziellen Fließgewässerabschnittes stellen sich häufig die folgenden Fragen am Anfang der Bearbeitung:

- Welche Flächen stehen für die Planung zur Verfügung?
- Können die Wasserstände über den Planungsraum hinaus angehoben werden?
- Wird von den Projektbeteiligten eine umfassende Umgestaltung des Gewässers erwartet oder eher eine kleinräumige Anregung der Eigendynamik?
- Gibt es weitere Planungen am Gewässer, die zu Zielkonflikten oder Synergieeffekten führen?
- Sind andere Fachanforderungen (Denkmalpflege, Archäologie, Naturschutz usw.) zu beachten und limitieren den Entwicklungs- und Planungsraum?

Das DWA-Merkblatt 610 (DWA 2010) fasst diese Fragen und die Folgen für die Gewässerentwicklung durch Unterhaltung in Abbildung 13 LF zusammen.



**Bild 2: Schema zur Herleitung geeigneter Maßnahmen unter Berücksichtigung der Restriktionen**

Abbildung 13 LF: Schema zur Herleitung von Maßnahmen aus DWA Merkblatt 610 (DWA 2010)

Die Gewässerentwicklung durch eine Planung im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes § 68 geht in der Regel weiter als die Gewässerunterhaltung. Eine erhebliche Veränderung des Gewässerbettes und seiner Ufer ist hier möglich und je nach Ausgangszustand und Defiziten in Struktur und Fauna sollte die Planungslösung die Voraussetzungen für eine Entwicklung zum guten Zustand in absehbarem Zeitraum schaffen. Eigendynamische Entwicklungen haben vielfach eine Aufwertung von Gewässerstrukturen erreicht, jedoch nur selten eine Fauna und Flora im guten ökologischen Zustand (JEDICKE u. METZNER 2007).

#### 4.2.1 Faktoren im Einzugsgebiet und deren Berücksichtigung in der Planung

Im Einzugsgebiet der Planungsmaßnahme sind alle Faktoren, welche einer Entwicklung zum „guten ökologischen Zustand“ im Wege stehen zu identifizieren. Hierzu zählen vor allem Nährstoffbeeinträchtigungen und schlechte Wasserqualität, erhebliche Sedimentverlagerungen im Gewässersystem sowie alle anthropogenen Beeinflussungen des Fließgewässers.

Die unterschiedlichen Abflussbedingungen in den Fließgewässern z.B. Schleswig-Holsteins sind einerseits an den größeren Fließgewässern durch Pegelraten und andererseits bei kleineren Fließgewässern durch regionalisierte Abflusswerte des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) erfasst. Hierbei sind die für die Planung relevanten Abflusskenngrößen, welche Einfluss auf die Gewässerhabitate haben, zu ermitteln. Niedrigwassersituationen, Jahresmittelwerte, bachbettbildende Lastfälle, mittlere Hochwasserabflüsse und Bemessungsabflüsse sind hierbei zu beachten.

Viele Faktoren aus dem Einzugsgebiet können durch eine Planung in einem Abschnitt nicht beeinflusst werden. Zur Reaktion auf diese Erkenntnisse gehört aber z.B. Ermittlung des Erfordernisses für Sandfänge, die auch temporär angelegt sein können. Dies kann unterhalb von Entwicklungsmaßnahmen mit Eigendynamik zum Schutz unterhalb liegender schützenswerter Strecken sein, aber auch oberhalb des Planungsraums, wenn dieser vor Sandeinträgen aus dem Oberlauf geschützt werden muss.

#### **4.2.2 Flächenbedarf und Verfügbarkeit von Entwicklungsraum**

Je nach Einzugsgebietsgröße ist die natürliche Gewässerverlaufsform sehr unterschiedlich. Im DWA-Merkblatt M 610 (DWA 2010) wird ein Versuch unternommen, die Verlaufsformen entsprechend der Einzugsgebietsgröße festzulegen und eine entsprechende Linienführung darzustellen. Diese Angaben sind jedoch nicht konkret für eine Planung in einem Gewässerabschnitt. Der Planer muss einerseits historische Kartendarstellungen des Gewässerverlaufes recherchieren und andererseits durch die Anwendung der Vorgaben von HARNISCHMACHER (2002) entsprechende Zielgrößen festlegen, welche sich durch einen Vergleich mit historischen Kartenwerken validieren lassen. Die Festlegung einer Mäandergürtelbreite und einer entsprechenden Linienführung nach HARNISCHMACHER (2002) lässt eine erste Abschätzung eines Linienverlaufes für die Planung zu. Diese errechnete Linienführung in Verbindung mit der notwendigen errechneten Mäandergürtelbreite, topographischen Randbedingungen sowie der Berücksichtigung von zu schützenden Bereichen für eine Wiederbesiedlung und geschützten Landschaftsbestandteilen ergeben eine Grundlage für eine erste Abstimmung. Im Rahmen dieser Abstimmung muss die Flächenverfügbarkeit als weiteres Bewertungskriterium herangezogen werden.

Die mögliche und sinnvolle Linienführung führt zu einer Zuordnung der Maßnahmentypen zu den Planungsabschnitten (vgl. Abschnitt 4.4). Die ermittelten Möglichkeiten für die Planung sollen einer Bewertung der zu erreichenden Effizienz der Planstrecken unterzogen werden.

#### **4.3 Entwicklung der Planzeichnungsformen aus dem Leitbild**

Es kann in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde sinnvoll sein, eine definierte Linienführung (rote Linie) mit der Angabe von Piktogrammen für einzelne Strukturelemente oder Maßnahmen in der Genehmigungsplanung beizubehalten (vgl. Abschnitt 4.2), aber diese durch Detailzeichnungen mit allen notwendigen Plandetails zu ergänzen. Detailzeichnungen müssen so häufig angegeben werden, wie unterschiedliche Abschnitte dieses erfordern.



Abbildung 14 LF: Bsp. Biotoptypenkartierung und erste Planidee als Linienführung pink, Schraffur pink = Planung von Sekundäraue

Die Entwicklung einer Detailzeichnung mit der geplanten Geometrie für den Planungsabschnitt ist eine zentrale Aufgabe, die vor allem Einfluss auf die spätere Entwicklung von Strömungsdiversität. Diese wiederum ist für die eigendynamische Entwicklung von Strukturen bzw. für den Erhalt von Substraten, hier vor allem der kiesigen Substrate ohne Versandung, maßgebend. Der Linienführung sowie der „Hydraulischen Geometrie“ kommen daher zentrale Bedeutung zu.

In der Planzeichnung werden dann erforderlich:

- Linienführung des Stromstriches (Talweges) mit Abgrenzung der rechten und linken oberen Böschungsoberkante bei dem definierte bordvollen Abfluss (s. Kap. 5.1)
- Linienführung der Wasserlinie für Niedrigwasser als Anhaltspunkt für die Sohlbreite und die Darstellung von Bermen und Insellagen bei den entsprechenden Lastfällen
- Einzubauende Grobsubstrate (Grobsand, Kiese, Steine und Blöcke)
- Einzubauendes Totholz

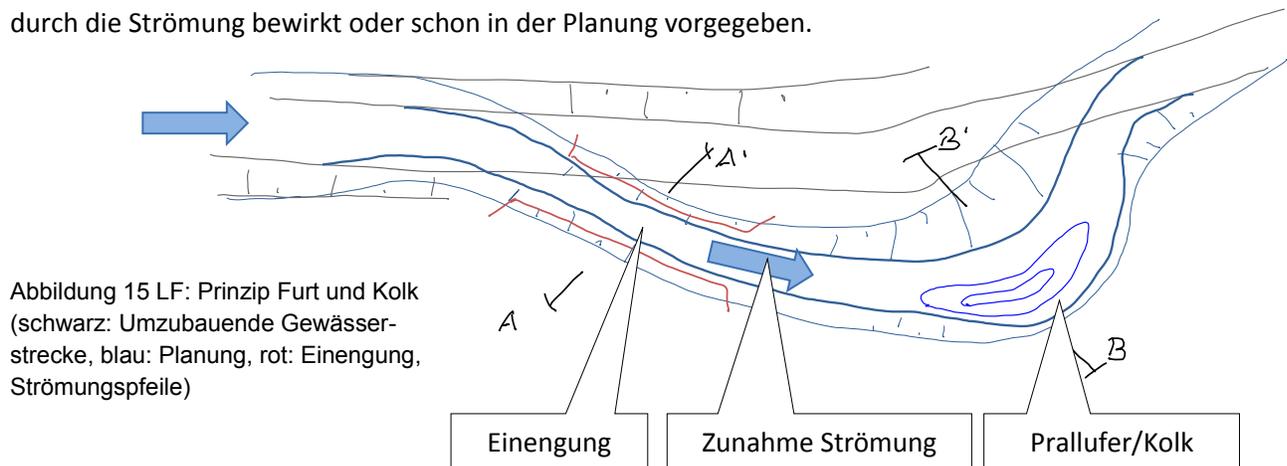
Neben der Linienführung des verlegten oder neuen Gewässers ist die „natürliche“ Profilbreite zu ermitteln. Zu breit angelegte neue Gewässerabschnitte führen zu unnatürlich geringer Strömungsgeschwindigkeit und damit zur Sedimentation von Feinmaterial in zu hoher Form. Zu gering ausgelegte Profile führen zu überhöhten Strömungsgeschwindigkeiten und damit überhöhter Eigendynamik. Eine „natürliche“ Profilform kann vereinfacht ermittelt werden, indem die mittleren Planungsprofile so bemessen werden, dass das Gewässer ab Mittelwasser ausufert.

Für die weitergehende Definition von bestimmten natürlichen Gewässergeometrien bieten sich die Untersuchungen und Schlussfolgerungen aus HARNISCHMACHER (2002) an. Die dort aufgestellten Formeln lassen Festlegungen zur mittleren bordvollen Gewässerbreiten, Mäandergeometrien sowie Mäandergürtelbreiten zu (weitere Erläuterungen in Abschnitt 5.1). Die Mäandergürtelbreite legt z.B. einen entsprechenden Planungskorridor fest. Ergänzt werden diese Angaben einer mittleren Profilbreite durch die Vorgabe einer hohen Breitenvarianz (vgl. Abschnitt 3.4). Die Breitenvarianz für ein

Fließgewässer des Typs 16 muss gemäß den aktuellen Untersuchungsergebnissen einen Wert über 70 % ergeben und möglichst bei 120 % liegen.

Eine wissenschaftliche Beschreibung der Zusammenhänge von Geometrie und Substraten und der Bedeutung für den ökologischen Zustand eines Abschnittes geben BRUNKE u.a.(2012). Sie beschreiben die für den Typ 16 typischen sogenannten Furt-Kolk-Sequenzen im naturnahen Fließgewässer. Zur Umsetzung dieser Sequenzen in Planung soll nachfolgend das Prinzip verdeutlicht werden.

Ein "Hilfsmittel" zur vereinfachten Erkennung von Strömungsdynamik wurde in der Abbildung 6 LF erläutert. Mit diesem ist für einen Gewässerabschnitt die zu erwartende Strömungssituation überprüfbar. Für die Entwicklung einer hohen Strömungsdynamik ist das Prinzip von Einengung des Abflusses in Verbindung mit Kurven im Verlauf, die zu Prall- und Gleithängen führen zu nutzen. Die Einengungen wirken vergleichbar dem Düseneffekt, bei dem die mittlere Strömungsgeschwindigkeit eines eingengten Abschnittes angehoben wird. Die Einengung muss verbunden sein mit einer "Kurve" des Verlaufes, so dass die Strömung erhöht aber auch in der Kurvenlage zusätzlich an der Außenkurve abgelenkt wird. Nachfolgend wird diese Strömung aus der Außenkurve gerade weitergeführt und über eine weitere Kurve abgelenkt, so dass hier Prall- und Gleithang entstehen. Am Prallhang wird ein Kolk durch die Strömung bewirkt oder schon in der Planung vorgegeben.



Die Strömung wird nach rechts in Fließrichtung abgelenkt und damit zusammen mit der Einengung hier erhöht. In dieser geraden Strecke wird so eine Furt entwickelt, die mit höherer Strömung geeignet ist für Grobsubstrate, die von der Strömung von Versandung freigehalten werden. Der Düseneffekt leitet die Strömung auf die nächste Außenkurve zu und durch die Kurvenlage wird hier ein Kolk rechtsseitig entstehen oder angelegt und durch die erhöhte Strömung auch von Versandung freigehalten. Am Gleithang wird dagegen Material abgelagert, da hier bei geringerer Strömung die Schleppkräfte zur Sedimentation von Feinmaterial und Detritus führen.



Abbildung 16 LF: Schnitte zum Planprinzip der Abb. 15 LF

Das Prinzip der Furt-Kolk-Abfolge kann durch die mehrfache Fortsetzung der Sequenz zu einem längeren Abschnitt mit Furt-Kolk-Sequenzen und damit vielfachen Einengungen und Prall-Gleithängen führen.

Da die Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich von Schnitt A - A' erhöht sind, ist hier Grobsubstrat einzubauen.

Der nachfolgende Kolk am Prallhang bleibt unbefestigt, da hier die Eigendynamik bei höheren Abflüssen Uferabbrüche verursacht, während am Gleithang Sand und Feinmaterial abgelagert werden. Die Außenkurve wandert so im Fall der Prinzipzeichnung Abbildung 15 LF in Fließrichtung nach rechts, wie in Abbildung 17 LF dargestellt. Dieses erfolgt so lange, bis die Entfernung des Prallhangs von der Furt und damit dem Düseneffekt so weit entfernt liegt, dass keine erhöhte Strömung mehr am verlagerten Prallhang ankommt. In HARNISCHMACHER (2002) wird dies mit dem Begriff der „Flussleistung“ ausgedrückt und kann entsprechend berechnet werden.

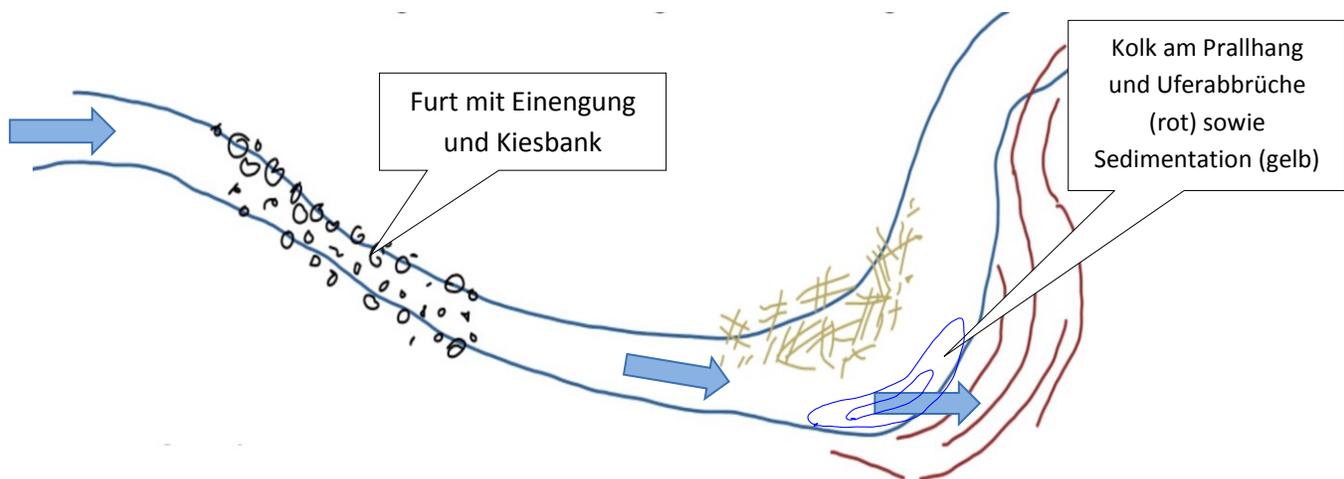


Abbildung 17 LF: Entwicklung durch Eigendynamik nach Anlage einer Furt-Kolk-Sequenz

Werden die Niedrig- und Mittelwasserführung zu dem leitbildgerechten Gewässerabschnitt am Beispiel der Kremper Au übertragen, so kann die Abbildung 18 LF als Beispiel für eine naturnahe Planung genommen werden. Die "naturferne Linienführung" ist nachfolgend in rot dargestellt und könnte im Sinne von Furt-Kolk-Sequenzen überplant werden (blau, schwarz) und damit zu der Linienführung führen, wie sie das Beispielgewässer widerspiegelt.

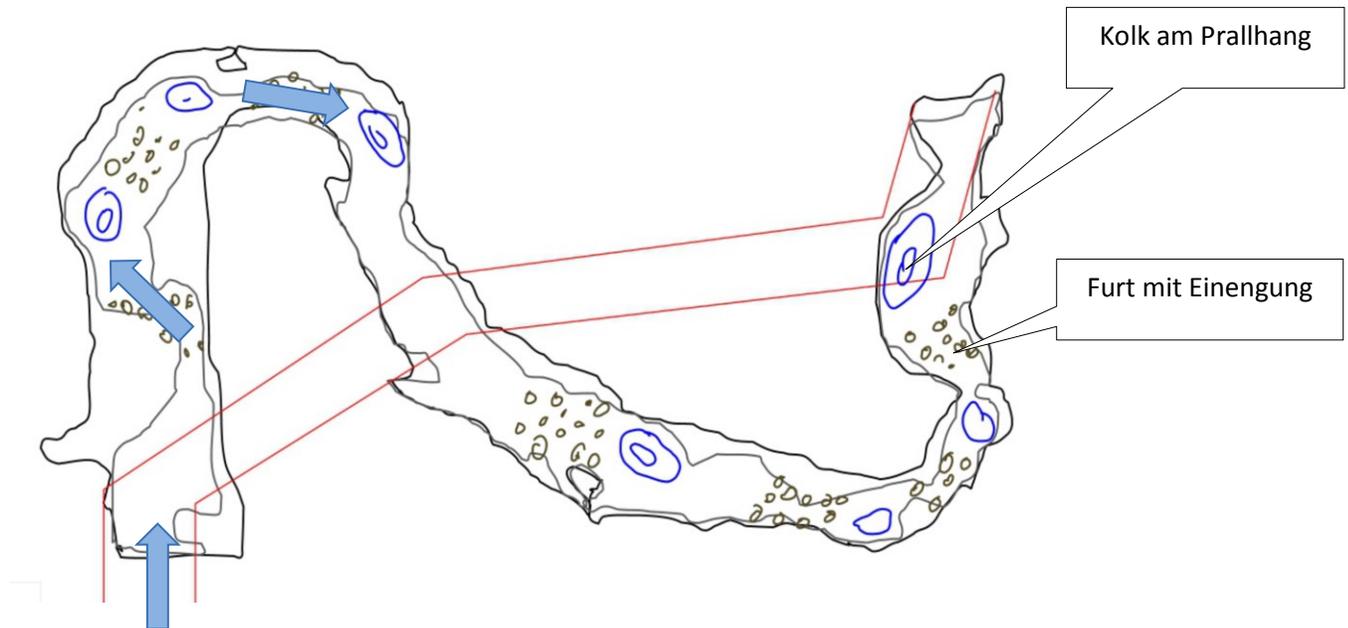


Abbildung 18 LF: Niedrig- und Mittelwasserführung des Beispielabschnittes (schwarz/blau, vgl. Abb. 11 LF), ergänzt um eine "naturferne Linienführung" (rot), welche bei einer Planung im Sinne des Beispielabschnittes zu entwickeln ist.

Ergebnisse der Untersuchung an vier schleswig-holsteinischen Bächen geben weitere Hinweise zur Planung der Furten und Kolke bezüglich der Anzahl und Dimensionen (Tabelle 1 LF).

Tabelle 1 LF: Statistische Werte zu Furten an vier Bächen in Schleswig-Holstein. Aufgrund der Unregelmäßigkeit der Formen handelt es sich um Orientierungswerte (BRUNKE u.a. 2008)

	Krückau (Langeln)	Barnitz (Kretholz)	Osterau (Bass)	Treene (Tarp Holz)
Einzugsgebietsgröße (km <sup>2</sup> )	34,3	35,6	120	177,5
Bordvolle Breite (m)	5,4	8,3	9,1	11,5
Sohlbreite (m)	4,2	5,0	6,2	7,4
mittleres Streckengefälle (%)	0,1	0,14	0,15	0,1
Anzahl Furten pro 100 m	3,6	2,6	1,9	3,0
mittlere Furtlänge (m)	13	15	25	20
Verhältnis Furtabstände (Scheitelpunkte) zur Sohlbreite (m)	6,1	7,7	5,3	7,2
mittlere Höhe der Furten über mittlerer Sohlhöhe (m)	0,10	0,10	0,11	0,22
mittleres Sohlgefälle der Gefällestrecken in Furten (%)	2,7	3,0	3,6	6,8
mittlere Länge der Gefällestrecken (m)	8,5	9,6	4,9	3,4
Anzahl Kolke pro 100 m	4,0	2,9	2,9	2,0
Mittlere maximale Tiefe der Kolke unter mittlerer Sohlhöhe (m)	0,40	0,34	0,52	0,65

Natürlich ist auch eine komplette Detailzeichnung für einen gesamten Planungsabschnitt möglich. Da es jedoch sinnvoll ist, größere Zusammenhänge Strecken zu überplanen, kann dieser Aufwand sehr hoch

werden und es kann ausreichend sein, wenn die Prinzipien der Umgestaltung zur Genehmigung eingereicht werden. Weitere Konkretisierung ist nachfolgend in der Ausführungsplanung erforderlich und insbesondere ist später die Einweisung des Baggerfahrers und sein Verständnis für das Prinzip der Maßnahmen bedeutsam für den Erfolg der Umsetzung.

### Bepflanzung/Beschattung

Die Beschattung soll auf der Südseite > 60 % der Strecke erreichen und möglichst mehrreihig sein und bis an die MW-Linie reichen. Als Arten sind Schwarzerlen, Flatterulmen und Eschen zu verwenden. Ein mindestens 10 m breiter Uferrandstreifen ist sinnvoll, welcher einen wechselnden Gehölzbestand auf beiden Seiten des Gewässers aufweist und somit einer eigendynamischen Entwicklung des Fließgewässers den nötigen Raum gibt. Hinzu kommt bei der Betrachtung der längerfristigen Entwicklung der notwendige Totholzeintrag sowie die natürliche Entstehung vielfältiger Habitate im Uferbereich des Fließgewässers.

### **4.4 Maßnahmentypen in der Planung**

Die Umsetzung der Vorgaben aus dem Leitbild (Kremper Au, UBA 2014) sowie dem Windungsgrad nach HARNISCHMACHER (2002) ist in unterschiedlichem Maße möglich. Auf die Rahmenbedingungen und Restriktionen wurde in Abschnitt 4.2 des Leitfadens bereits eingegangen. Ein wesentlicher Faktor, der die Umsetzbarkeit einschränken kann, ist die Flächenverfügbarkeit. Sofern diese erheblich kleiner ist, als der Flächenbedarf, wird die Wirksamkeit einer Renaturierungsmaßnahme eingeschränkt. Nachfolgend werden unterschiedliche Maßnahmentypen vorgestellt, die heute in der Umsetzung zur Aufwertung von Gewässerstrukturen üblich sind:

#### In-stream-Maßnahmen als Strukturmaßnahmen ohne eigendynamische Entwicklung

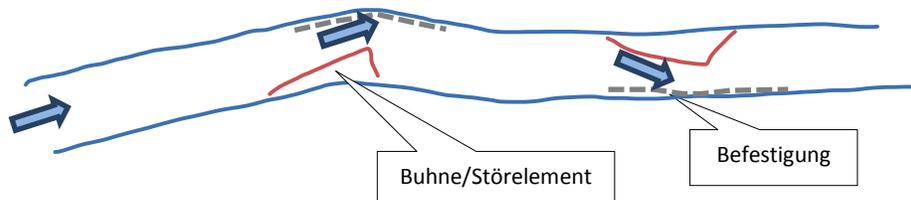


Abbildung 19 LF: Prinzipskizze bei fehlender Flächenverfügbarkeit

Es wird eine Wirkung auf die Strömungssituation durch den Einbau von Störelementen verursacht, die jedoch durch z.B. Uferbefestigung "gegenüber" den Maßnahmen so eingegrenzt wird, dass keine Uferabbrüche und Weiterentwicklung erfolgt. Das Prinzip der Furt-Kolk-Sequenzen kann hier nicht umgesetzt werden, jedoch wird punktuell die Einengung mit Düseneffekt umgesetzt. Hier ist der Einbau von Hartsubstrat nötig.

Die Vorgaben des Leitbildes können nur punktuell erfüllt werden.

### In-stream-Maßnahmen mit nachfolgender Eigendynamik und damit Flächeninanspruchnahme

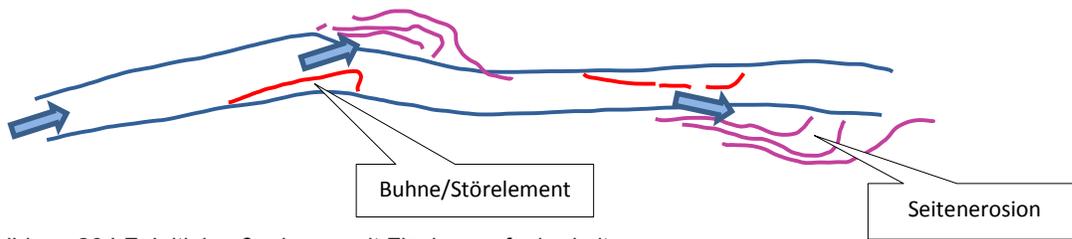


Abbildung 20 LF: Initialmaßnahmen mit Flächenverfügbarkeit

Maßnahmen haben auch hier eher eine punktuelle Lage und Wirkung, jedoch kann durch Eigendynamik eine Weiterentwicklung des Gewässers bewirkt werden. Die Erfahrungen zeigen, dass dieses im Umfang von einigen Metern auswirken kann, jedoch die Habitatqualität vergleichbar dem Leitbild nicht durch diesen Maßnahmentyp aus einem weitgehend geraden Bach entwickelt werden kann.

### Verschwenkungen des Verlaufes in kleinen Abschnitten (Initialmaßnahmen)

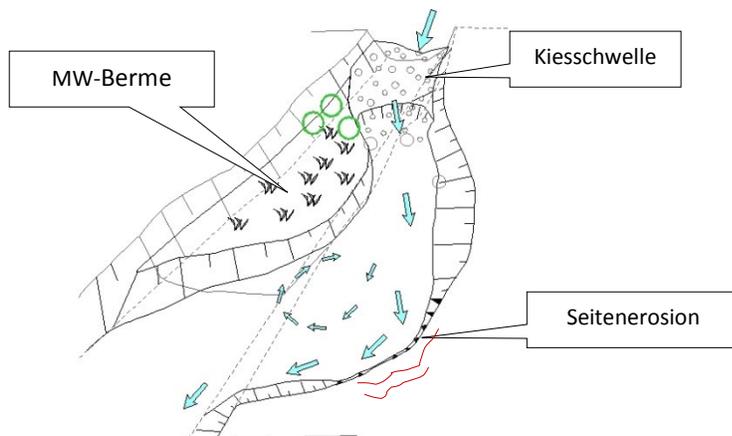


Abbildung 21 LF: Skizze für eine Verschwenkung mit blau der Strömungssituation (Skizze BBS)

Die Verschwenkung beschreibt eine Umgestaltung kleinerer Abschnitte eines Gewässers, die sich anschließend eigendynamische weiterentwickeln sollen. Auch hier zeigt die Erfahrung, dass dieses nach einigen Jahren und Metern nachlässt. Es werden jedoch wertvolle strömungsdynamische Abschnitt geschaffen, die bei entsprechender Ausstattung mit Substraten zu wertvollen Habitaten werden.

### Neuanlage eines veränderten Verlaufes in größeren Abschnitten

Hier wird in neu angelegten längeren Fließgewässerabschnitten ein neuer kurvenreicher Verlauf mit Breiten und Tiefenvarianz und Strömungsdynamik und entsprechenden Substraten geplant/hergestellt. Die Aufwertung durch diese Maßnahme wird damit auf längeren Strecken in Verbindung mit einer Nutzungsänderung und Anbindung der Aue erreicht. Hier können Entwicklungsmöglichkeiten für das Gewässer und eine Hochwasserentlastung –bei frühzeitiger Ausuferungen- erreicht werden. Gleichzeitig

ist hier die Abstimmung von Geometrie, Strömung und Substraten ebenso vorrangig wie die Berücksichtigung der Minimierung von Eingriffen in den Naturhaushalt.

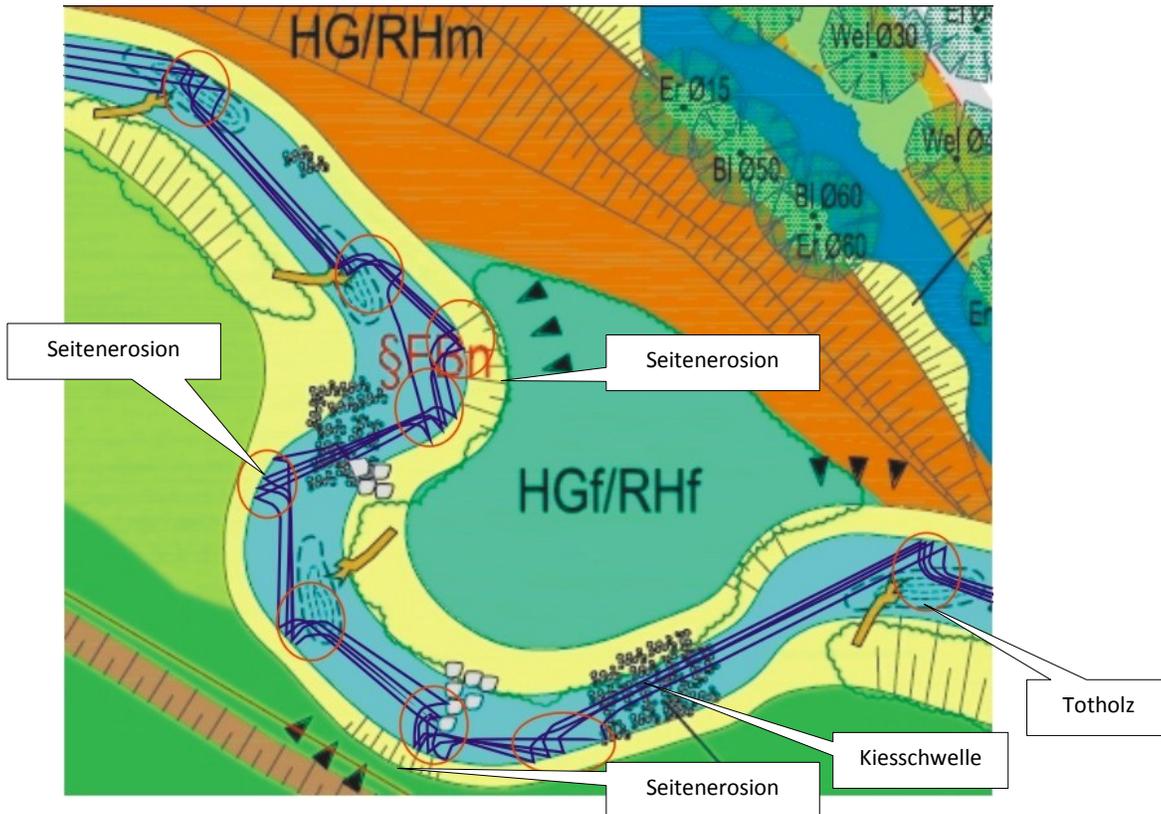


Abbildung 22 LF: Gewässererneuanlage, alter Verlauf am Bildrand oben rechts (Plangrundlage DR. LEHNERS+WITTORF, Maßnahme Steinau/Büchen, Kirchenstieg) ergänzt durch Strömungsdynamik

#### 4.4 Maßnahmenwirkungen

Die Wirksamkeit der Maßnahmen ist unterschiedlich und richtet sich bezüglich der Habitatentwicklung nach dem Umfang der erreichten der erreichten Habitatvielfalt im Sinne des Leitbildes mit Breitenvarianz, Strömungsdynamik und den zugehörigen Substraten und ausreichender Beschattung. Eine erste Überprüfung der zu erwartenden Wirksamkeit kann gemäß Abschnitt 6 mit einer Checkliste überprüft werden.

#### 4.5 Entscheidungsgrundlagen für die Auswahl von Maßnahmen

Höchste Priorität: Habitatentwicklung im Sinne der Qualitätskomponenten Fische, Makrozoobenthos und Pflanzen.

Einschränkungen hoher Bedeutung: Flächenverfügbarkeit, Betroffenheiten Dritter, Vermeidung von Eingriffen in Biotope hoher Bedeutung, Kosten

Einschränkungen geringerer Bedeutung: Vermeidung von Eingriffen in Lebensräume allgemeiner Bedeutung,

## 5. Instrumente und Werkzeuge im Planungsprozess, „Eigenüberwachung“

Es wird vorgeschlagen, die Planung einer Fließgewässerrenaturierung durch den planenden Ingenieur im Sinne einer Eigenüberwachung zu überprüfen. Die Effektivität bezüglich der möglichen Habitatentwicklung kann vorab zwar nur grob ermittelt werden, jedoch kann eine Optimierung der Planung möglicherweise erreicht werden, wenn Faktoren wie Breitenvarianz oder erwartete Strömungsdynamik anhand des Lageplanes kontrolliert und ggf. geändert werden.

Zeigt sich eine geringe Effektivität einer Planung, da auf Grund von Restriktionen die empfohlenen Werte nicht erreicht werden können, ist zu überprüfen, ob die Umsetzung in diesem Abschnitt eines Fließgewässers unter den gegebenen Rahmenbedingungen sinnvoll ist.

### 5.1 „Hydraulische Geometrie“

Für die Festlegung der „Hydraulischen Geometrien“ eines Planungsabschnittes sind als erster Schritt die hydrologischen und hydraulischen Kenngrößen zu ermitteln und festzulegen. Hydraulische Lastfälle -Niedrigwasserabfluss, Mittelwasserabfluss, bordvoller Abfluss, mittlerer Hochwasserabfluss, 100-jähriger Abfluss sowie die Kenngrößen für  $Q_{30}$  und  $Q_{330}$  sind durch Pegeldata oder die regionalisierten Abflusswerte des Landes entsprechend festzulegen. Ebenfalls ist die Gefällesituation des Planungsabschnittes zu ermitteln. Um einen bordvollen Abfluss im Planungszustand festzulegen, bietet es sich an die Ausuferungshäufigkeit der geplanten Maßnahme frühzeitig in Abstimmung mit Behörden und betroffenen Anliegern festzusetzen. Aus diesen Angaben lassen sich mit den Ansätzen nach HARNISCHMACHER (2002) konkrete Werte für Gerinnebreiten und -tiefen, Mäanderwellenlängen, -radien, -amplituden und -gürtelbreiten machen. Teilweise sind für die Berechnungen Qualitätsanforderungen des Leitbildes, z.B. in Bezug auf den Uferbewuchs, zu berücksichtigen.

Am fiktiven Beispiel soll für die Steinau/Büchen direkt unterhalb des Pegel Pötrau eine Rechnung für die notwendige „Hydraulische Geometrie“ nach den Ausführungen von HARNISCHMACHER (2002) vorgestellt werden. Die Geometrien eines naturnah ausgebauten Fließgewässers sollen in Breite, Tiefe und Verlauf natürlichen Bedingungen sehr nahe kommen um eine optimale Entwicklung des Gewässers zu fördern. Hierbei sind eigendynamische Entwicklungsprozesse zu ermöglichen und zu berücksichtigen. Um zu große Veränderungen in den geschaffenen Strukturen zu unterbinden ist ein Gleichgewichtszustand, wie er in HARNISCHMACHER (2002) beschrieben wird, anzustreben. Durch diesen Gleichgewichtszustand können ökologische Funktionen der hydromorphologischen Bestandteile eines Fließgewässers erhalten bleiben.

Für eine Betrachtung eines Planungsabschnittes müssen **wichtige Eingangsgrößen** ermittelt und festgelegt werden. Besonders die Abflusswerte sowie die Gefällesituation sind hierbei hervorzuheben. Der bettbildende Abfluss wird in der Literatur mit Größen zwischen einem Mittelwasserabfluss (MQ)

und eine Hochwasserabfluss mit einer zweijährigen Wiederkehrswahrscheinlichkeit ( $HQ_2$ ) angegeben. In den Untersuchungen der Dissertation von Greuner-Pönicke und Giese hat sich ebenfalls herausgestellt, dass der bettbildende Abfluss mit dem bordvollen Abfluss für das Fließgewässer Steinau/Büchen gleichgesetzt werden kann. Für eine frühzeitige Anbindung der Talaue muss ein Ausuferen ab einem Mittelwasserabfluss (MQ) angestrebt werden. Dieser Schwellenwert des Abflusses für den Beginn der Ausuferung im Planungsabschnitt ist im Vorfeld mit dem Auftraggeber, der Genehmigungsbehörde sowie den Anliegern abzustimmen und festzulegen.

Um in einer Planung eines naturnahen Fließgewässers für einen Planer, Zeichner, den Auftraggeber, die Genehmigungsbehörde oder später in der Bauausführung dem Baggerfahrer nachvollziehbare Parameter an die Hand zu geben müssen vorliegen:

- Festlegung der Eingangsgröße für den geplanten bordvollen Abfluss
- Ermittlung des vorhandenen Talgefälles
- Die mittlere bordvolle Wasserspiegelbreite
- Das Minimum und Maximum der Breitenvarianz
- Eine mittlere Wassertiefe und maximale Wassertiefe
- Pool-zu-Pool-Abstand sowie die Stufenhöhen der anzulegenden Strukturen
- Eine Mäandergürtelbreite (Entwicklungsraum) für eine notwendige Flächensicherung
- Die Mäanderwellenlänge, der Windungsgrad, die Mäanderamplitude und der Mäanderradius für die Linienführung

Die entsprechenden Parameter werden nachfolgend auf der Grundlage der Formeln aus den Untersuchungen von HARNISCHMACHER (2002) für Fließgewässer mit einem Gefälle kleiner als 10 % beispielhaft berechnet.

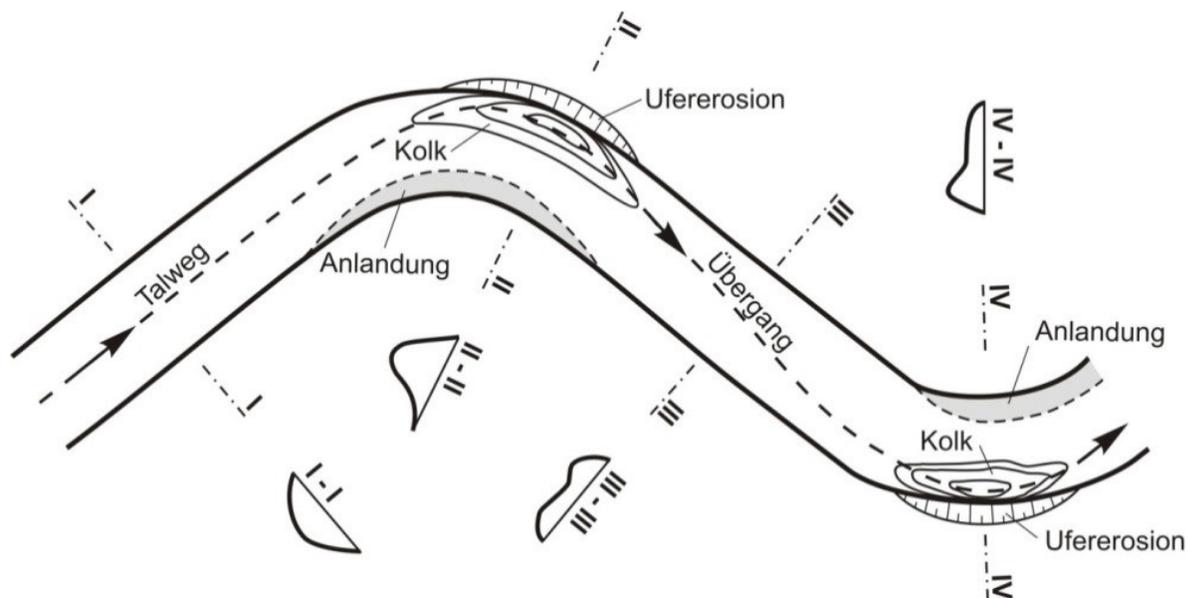


Abbildung 23 LF: Flusskrümmungen mit Kolken (Pools), aus: DWA-M 526

Für den Gewässerabschnitt in dieser **Beispielrechnung** werden die **Werte für MQ** ( $0,76 \text{ m}^3$ ) und **HQ<sub>1</sub>** ( $1,50 \text{ m}^3$ ) der Steinau/Büchen am Pegel Pötrau sowie das aus den Vermessungsdaten **vorhandene Sohlgefälle I** angesetzt. Das Beispiel wird für die beiden Möglichkeiten zum Vergleich durchgerechnet:

1. Eingangsgrößen:

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ = 0,76 \text{ m}^3/s \equiv Q_{bv1}$	$HQ_1 = 1,50 \text{ m}^3/s \equiv Q_{bv2}$

MQ = Mittelwasserabfluss

HQ = Hochwasserabfluss mit einjähriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit

Q<sub>bv1</sub> = Der Mittelwasserabfluss, der später genutzt werden wird, ab dem Ausuferung beginnt

Q<sub>bv2</sub> = Der Hochwasserabfluss (einjährlich), der später genutzt werden wird, ab dem Ausuferung beginnt

Liegen die Daten nicht aus Pegelaufzeichnungen vor, sind die Daten aus z.B. regionalisierten Daten herzuleiten. Diese Abflussmengen werden nachfolgend als jeweiliger bordvoller Abfluss Q<sub>bv</sub> weiter verwendet.

Bedeutsam ist im nächsten Schritt das Sohlgefälle im Planungsabschnitt, dass im Beispiel Steinau bei 1,2 ‰ liegt. Der Grenzwert für die weitere Bearbeitung liegt bei 10 ‰.

$$\text{Talgefälle: } I = 1,2\text{‰} = 0,12\% = 0,0012 \text{ m/m}$$

2. Mittlere bordvolle Wasserspiegelbreite B<sub>v</sub>

Die mittlere bordvolle Wasserspiegelbreite (B<sub>v</sub>) wird wie folgt berechnet:

$$B_v = 1,96 + 1,28 \cdot Q_{bv}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow B_{v1} = 1,96 + 1,28 \cdot 0,76 \text{ m}^3/s = 2,93 \text{ m}$	$HQ_1 \rightarrow B_{v2} = 1,96 + 1,28 \cdot 1,50 \text{ m}^3/s = 3,88 \text{ m}$

Die berechneten zwei Werte für unterschiedliche Abflusssituationen (MQ und HQ1) ergeben das Mittel der Wasserspiegelbreite bei bordvollem Abfluss oder oberen, mittleren Profilbreite, je nachdem, für welchen bordvollen Abfluss zu planen ist. Wird bei diesen mittleren Wasserspiegelbreiten die „prozentuale Breitenvarianz“ mit 120% angesetzt erhält man folgende Werte.

$$\text{prozentuale Breitenvarianz} = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{\text{Mittelwert}}$$

Breitenvarianz 120 %	Minimum Breite [m]	Mittlere Breite B <sub>v</sub> [m]	Maximum Breite [m]
B <sub>v1</sub> (Bsp. MQ)	1,17	2,93	4,69
B <sub>v2</sub> (Bsp. HQ1)	1,55	3,88	6,21

Die oberen Profilbreiten bei Ausuferung bei MQ müssen somit zwischen 1,17 und 4,69 m liegen. Wird für HQ1-Abflüsse geplant, müssen entsprechend breitere Profilbreiten geplant werden. Die Sohlbreiten müssen vergleichbar variabel entsprechend der naturnahen Profilgestaltung (Prall- und Gleithang) ausgebildet werden.

### 3. Mittlere Tiefe $T_m$

Die mittlere Tiefe ( $T_m$ ) bei bordvollem Abfluss (Steinau s. Pkt. 1) wird wie folgt berechnet:

$$T_m = 0,3 + 0,11 \cdot Q_{bv}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow T_{m1} = 0,3 + 0,11 \cdot 0,76 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,38m}$	$HQ_1 \rightarrow T_{m2} = 0,3 + 0,11 \cdot 1,50 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,47m}$

### 4. Maximale Tiefe $T_{max}$

$$T_{max} = 0,44 + 0,15 \cdot Q_{bv}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow T_{max1} = 0,44 + 0,15 \cdot 0,76 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,55m}$	$HQ_1 \rightarrow T_{max2} = 0,44 + 0,15 \cdot 1,50 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,67m}$

Es ergeben sich somit am Beispiel der Steinau bei Ausuferung ab MQ eine mittlere Wassertiefe von 0,38 m und maximale Tiefe von 0,55 m. Bei Ausuferung ab HQ1 entsprechend tiefer.

### 5. Furt zu Furt-Abstand

Die Berechnung des Abstandes zwischen den Furten kann nach HARNISCHMACHER (2002, als PP Pool-zu-Pool-Abstand) berechnet werden, hier wird jedoch vorgeschlagen die einfachere 3 bis 5 fache bordvolle Wasserspiegelbreite als Abstand zwischen Furten nach BRUNKE (2012) zu verwenden.

### Weitere Parameter zur Entwicklung der Linienführung

Die Planung von naturnahen Fließgewässern benötigt nicht nur Angaben zur Breite und Tiefe sowie die Abstände der Kolke (Pool) eines Abschnittes. Weiterhin sind Angaben zur Linienführung notwendig, wenn Flächenbedarf ermittelt werden soll oder Flächenverfügbarkeit gegeben ist. Hierbei handelt es sich um die Parameter der Mäandergürtelbreite ( $M_b$ ), der Mäanderwellenlänge ( $\lambda$ ), den Windungsgrad ( $P$ ), der Mäanderamplitude ( $A_M$ ) und des Mäanderradius ( $R_M$ ), welche die Linienführung des Gewässers ausdrücken.

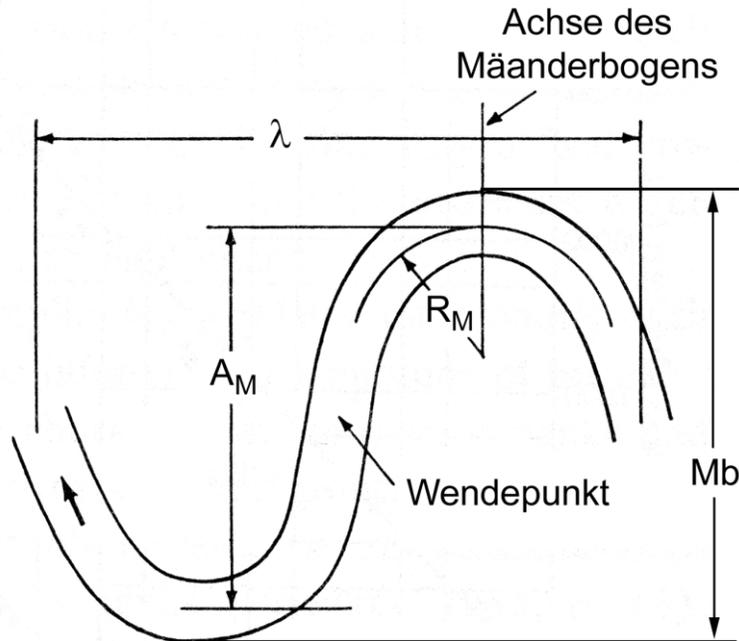


Abbildung 24 LF: Kennzeichnung von Mäanderwellenlänge ( $\lambda$ ), Mäanderamplitude ( $A_M$ ), Mänderradius ( $R_M$ ) und gürtelbreite ( $M_b$ ); zur Kennzeichnung der Mäandergürtelbreite vgl. auch CARLSTON 1965, S. 874, Figure 4 (HARNISCHMACHER 2002 verändert aus LEOPOLD u.a. 1964, S. 295, Figure 7-40)

#### 6. Mäandergürtelbreite $M_b$ (Entwicklungsraum)

$$M_b = 28,9 + 11,6 \cdot Q_{bv}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow Mb_1 = 28,9 + 11,6 \cdot 0,76 \text{ m}^3/\text{s} = 37,72\text{m}$	$HQ_1 \rightarrow Mb_2 = 28,9 + 11,6 \cdot 1,50 \text{ m}^3/\text{s} = 46,30\text{m}$

#### 7. Windungsgrad P (Sinuosität)

Der Windungsgrad P beschreibt einen Quotienten von Fließlänge des Gewässers und der entsprechenden Tallänge.

$$P = 1,4 + 0,13 \cdot Q_{bv}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow P_1 = 1,4 + 0,13 \cdot 0,76 \text{ m}^3/\text{s} = 1,50$	$HQ_1 \rightarrow P_2 = 1,4 + 0,13 \cdot 1,50 \text{ m}^3/\text{s} = 1,60$

Ein Wert von 1,50 bei einem MQ-Profil wird als „im Gleichgewicht“ bewertet. Höhere Werte verweisen auf größere Länge und damit geringeres Gefälle und u.U. Sedimentation, kleinere Werte auf eher Erosion hin.

### 8. Mäanderwellenlänge ( $\lambda$ )

Für die Berechnung der Mäanderwellenlänge ( $\lambda$ ) wird auf die Formel von LEOPOLD und WOLMAN (1960) zurückgegriffen:

$$\lambda = 11,0 \cdot B_v^{1,01}$$

Für die bordvolle Breite ( $B_v$ ) können die vorab berechneten Werte für  $B_{v1}$  von 1,17 bis 4,69 m und  $B_{v2}$  von 1,55 bis 6,21 m angesetzt werden.

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow \lambda_1 = 11,0 \cdot B_{v1}^{1,01} = 11,0 \cdot (1,17 \dots 4,69m)^{1,01}$ $= 13,04 \dots 52,18m$	$HQ_1 \rightarrow \lambda_2 = 11,0 \cdot B_{v2}^{1,01}$ $= 11,0 \cdot (1,55 \dots 6,21m)^{1,01} = 17,31 \dots 69,22m$

### 9. Mäanderradius ( $R_M$ )

Mit der errechneten Mäanderwellenlänge ( $\lambda$ ) kann nun nach LEOPOLD und WOLMAN (1960) der Mäanderradius ( $R_M$ ) berechnet werden:

$$R_M = 0,23 \cdot \lambda^{1,01}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow R_{M1} = 0,23 \cdot \lambda_1^{1,01}$ $= 0,23 \cdot (13,04 \dots 52,18m)^{1,01} = 3,08 \dots 12,48m$	$HQ_1 \rightarrow R_{M2} = 0,23 \cdot \lambda_2^{1,01}$ $= 0,23 \cdot (17,31 \dots 69,22m)^{1,01} = 4,10 \dots 16,61m$

### 10. Mäanderamplitude ( $A_M$ )

Die Mäanderamplitude ( $A_M$ ) wird nach LEOPOLD und WOLMAN (1960) mit den Ausgangswerten der bordvollen Breite ( $B_v$ ) und der nachfolgenden Formel berechnet. Für die bordvolle Breite ( $B_v$ ) können ebenfalls die vorab berechneten Werte für  $B_{v1}$  von 1,17 bis 4,69 m und  $B_{v2}$  von 1,55 bis 6,21 m angesetzt werden.

$$A_M = 3,0 \cdot B_v^{1,01}$$

Beispielrechnung mit MQ	Beispielrechnung mit HQ1
$MQ \rightarrow A_{M1} = 3,0 \cdot B_{v1}^{1,01} = 3,0 \cdot (1,17 \dots 4,69m)^{1,01}$ $= 3,56 \dots 14,23m$	$HQ_1 \rightarrow A_{M2} = 3,0 \cdot B_{v2}^{1,01}$ $= 3,0 \cdot (1,55 \dots 6,21m)^{1,01} = 4,72 \dots 18,88m$

### 11. Ergebnisse der Beispielrechnung

Die berechneten Ergebnisse als Voraussetzung für eine Planung einer naturnahen Gestaltung der Steinau/Büchen im Beispielabschnitt Pötrau sind in der nachstehenden Tabelle nochmals

zusammengestellt und können nun in Form von Entwurfs- und Ausführungszeichnungen dargestellt werden.

Schritt		Für MQ	Oder für HQ <sub>1</sub>
1.	Eingangsrößen Q <sub>bv</sub>	0,76 m <sup>3</sup> /s	1,50 m <sup>3</sup> /s
2.	B <sub>v</sub> , bordvolle Breite	1,17 ... 4,69 m	1,55 ... 6,21 m
3.	T <sub>m</sub> , mittlere Tiefe	0,38 m	0,47 m
4.	T <sub>max</sub> , maximale Tiefe	0,55 m	0,67 m
5.	Furt zu Furt Abstand	3 bis 5 facher B <sub>v</sub>	
6.	M <sub>b</sub> , Mäandergürtelbreite	37,72 m	46,30 m
7.	P, Windungsgrad	1,50	1,60
8.	λ, Mäanderwellenlänge	13,04 ... 52,18 m	17,31 ... 69,22 m
9.	R <sub>M</sub> , Mäanderradius	3,08 ... 12,48 m	4,10 ... 16,61 m
10.	A <sub>M</sub> , Mäanderamplitude	3,56 ... 14,23 m	4,72 ... 18,88 m

Die Schritte 1 bis 7 sind als Grundlage der Planung zu ermitteln. Für die Schritte 8, 9, und 10 sind die Minimal- und Maximalwerte als Orientierungswerte zu verstehen, die nach Topographie, Landschaft und z.B. Restriktionen angewendet werden können.

## 5.2 Breiten- und Tiefenvarianz „%“

An einem Planbeispiel (Steinau/Büchen) wird gezeigt werden, wie eine Planung im Lageplan bezüglich der „prozentualen Breitenvarianz“ überprüft werden kann. Gemäß der Methode in Abschnitt 3.4 sind Profilbreiten zu ermitteln und auszuwerten.

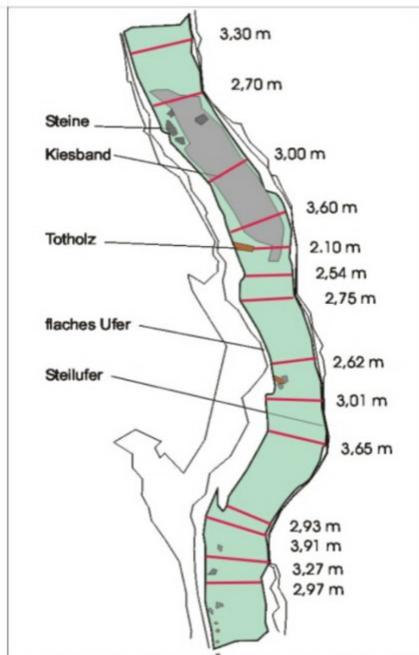


Abbildung 25 LF: Beispiel für die Ermittlung der prozentualen Breitenvarianz

Die prozentuale Breitenvarianz (vgl. Abschnitt 3.4) soll > 70 %, besser nahe 120 % liegen. Das Ergebnis der prozentualen Breitenvarianz an der Steinau/Büchen im Planabschnitt gem. Abbildung 25 LF erreicht ca. 50 % und entspricht damit nicht der Vorgabe von > 70 %. Es sollte daher eine Verstärkung von Einengungen und Aufweitungen erfolgen.

### 5.3 Substrate, Korngrößen, Versandung

Anhand eigener Untersuchungen an der kiesgeprägten Steinau/Büchen (Herzogtum Lauenburg) und Kremper Au (Ostholstein) können die Vorgaben von BRUNKE u.a. (2012) zur Herstellung von Furten bestätigt werden. BRUNKE u.a. (2008) geben folgende Ergebnisse von untersuchten Furt-Kolk-Sequenzen an:

Tabelle 2 LF: Substratzusammensetzung für die Planung von Furten (BRUNKE u.a. 2008, 2012)

Fraktion	Korndurchmesser (mm)	Anteile (%)
Grobsand	0,63 - 2	< 10
Feinkies	2 – 6,3	15
Mittelkies	6,4 - 20	30
Grobkies	20 - 63	30
Steine	64 - 200	15
Blöcke	> 200	einzelne

Es ist darauf zu achten, dass der Anteil von Grobsand kleiner 10 % ist. Die Anteile für Fein-, Mittel- und Grobkies können entsprechend des im Einzugsgebiet vorherrschenden Kiessubstrates angesetzt werden. BRUNKE u.a. (2012) setzen diese Anteile mit 15 % Feinkies, 30 % Mittelkies und 30 % Grobkies an. Zum Schutz der angelegten Kiessubstrate müssen Strömungsgeschwindigkeiten von über 20 cm/s über der Gewässersohle eingehalten werden. Durch entsprechende Strukturen kann dies realisiert werden. Weiterhin können oberhalb von Maßnahmen die Anlage von Sandfängen und deren regelmäßige Unterhaltung einer Versandung oder auch Kolmation vorbeugen.

### 5.4 Strömung, "Strömungsdynamik" und Substrate

Die Substrate stehen in engem Zusammenhang mit der Strömungssituation. Die Strömungsdynamik ist daher im Zusammenhang mit den Substraten zu überprüfen. Die Strömungsdynamik und die Lage von Substraten sind vorab am Lageplan überprüfbar. Hierfür werden gemäß der Methode in Abschnitt 3.2 Strömungslinien und strömungsdynamische Bereiche ermittelt.

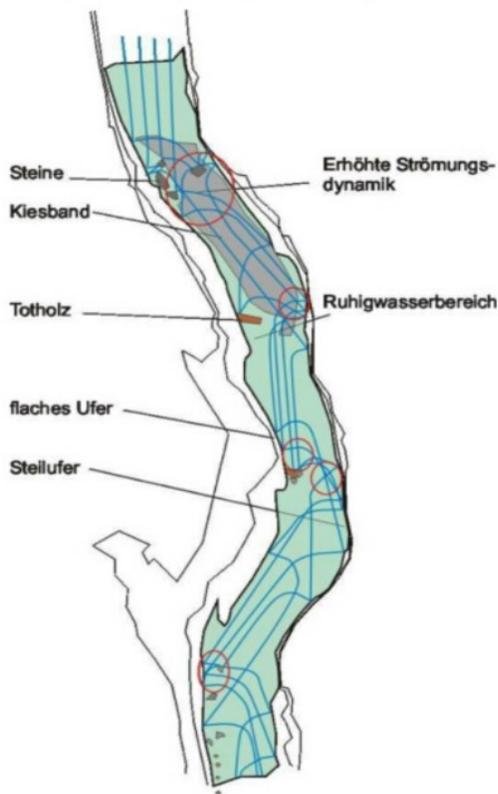


Abbildung 26 LF: Strömungsdynamische Bereiche der Planzeichnung (rote Kreise) als Folge der Strömungslinien (blau)

Durch das Einzeichnen der 4 Strömungslinien (Strömungslinienmethode, vgl. Abschnitt 3.2) und Ermittlung der Bereiche, die eine hohe Zahl von „Kollisionen“ der Strömungslinien mit Ufer o.ä. haben sollen mindestens in einem Abschnitt (von ca. 40 m) vier Bereiche erreicht werden. Dieses ist in der oben dargestellten Planzeichnung der Fall.

Die Bereiche hoher Strömungsdynamik haben einen positiven Effekt auf die Freihaltung von Grobsubstraten von Versandung. Diese Bereiche höherer Strömung und größerer Substrate haben für den Fließgewässertyp 16 eine maßgebende Bedeutung für die Erreichung einer Tier-Lebensgemeinschaft im guten ökologischen Zustand. Es ist daher erforderlich, dass in den Bereichen von Grobsubstraten eine hohe Strömungsdynamik gegeben ist. Durch die Strömungslinienmethode wird dieses in der Planzeichnung der Abbildung 26 LF im oberen Bereich von Kiesband und Steinen deutlich. Gleichzeitig muss in allen Bereichen hoher Strömungsdynamik einer Planzeichnung auch Grobsubstrat eingebaut werden. Hier zeigen sich in der Planzeichnung im mittleren und unteren Abschnitt Bereiche, die für Grobsubstrate geeignet sind. Die Überprüfung des Lageplans zeigt somit bereits an dieser Stelle der Planung eine Möglichkeit der Optimierung durch zusätzlich einzuplanende Grobsubstrate. Die Untersuchungen des Makrozoobenthos in diesem Renaturierungsabschnitt zeigen, dass der untere Abschnitt ohne Grobsubstrate schlecht besiedelt ist, während der obere mit Strömungsdynamik und Grobsubstraten gut besiedelt ist (vgl. Abbildung 10 LF, Abschnitt 3.3).

## 5.5 Beschattung

Die Beschattung soll auf der Südseite > 60 % der Strecke erreichen und möglichst mehrreihig sein und bis an die MW-Linie reichen. Als Arten sind Schwarzerlen, Flatterulmen und Eschen zu verwenden.

## 5.6 Hydraulische Berechnungen

Derzeit werden durch Wasserspiegellagenberechnungen nur grobe Mittelwerte für ein ganzes Querprofil entwickelt. Dies ist jedoch ungenügend. Eine 3D-Modellierung ist hier zielführend, jedoch extrem aufwendig und birgt eine hohe Fehlerquote, da eine Vielzahl von Parametern nicht berücksichtigt werden können. Es wird in diesem Leitfaden daher vorgeschlagen, dass eine Überprüfung von „prozentualer Breitenvarianz“ in Verbindung mit strömungsdynamischen Bereichen, der Nutzung der Vorgaben und Formeln für die „Hydraulischen Geometrien“ nach HARNISCHMACHER (2002) sowie einer einfachen Wasserspiegellagenberechnungen, die zur Absicherung der Auswirkungen gegenüber Dritten ohnehin erfolgen, für eine hinreichende Bewertung und Erreichung der Ziele der Fließgewässerrenaturierungsmaßnahme ausreicht. Eine sehr gute Ortskenntnis und Inaugenscheinnahme des Planungsabschnittes sowie naturnaher Gewässerabschnitte im Einzugsgebiet geben dem Planer ein zusätzliches und besseres Verständnis für die Zusammenhänge und Auswirkungen der Planung.

## 6. Checkliste für eine leitbildgerechte Planung, „Fremdüberwachung“

Neben der bürointernen Überprüfung einer Planung im Planungsprozess (vgl. Abschnitt 5) wird vorgeschlagen, auch eine externe Überprüfung z.B. durch die zulassende Behörde vorzusehen. Durch die Genehmigung einer naturnahen Umgestaltung werden nicht nur die Betroffenheiten Dritter geregelt, sondern es wird auch die Übereinstimmung des Vorhabens mit den Zielen der EU-WRRL überprüft. Es muss also gewährleistet werden, dass die Qualitätskomponenten durch das Vorhaben in einen „guten ökologischen Zustand“ gebracht werden können, wie es die Richtlinie bis 2015 mit zwei möglichen Verlängerungen in Ausnahmefällen fordert. Z.B. DICKHAUT u.a. 2005 und 2006, LÜDERITZ u.a. 2011, SCHATTMANN 2013 zeigen, dass die bisher durchgeführten Maßnahmen nur in wenigen Fällen dieses Ziel erreicht haben, obwohl alle Maßnahmen wasserrechtlich zugelassen wurden. Die entsprechenden Prognosen für eine Zielerreichung im Sinne der Richtlinie sind für die zulassende Behörde kaum zuverlässig möglich, da das Potenzial eines Baches bezüglich der Qualitätskomponenten und deren Reaktion auf die Maßnahme in den Planunterlagen in der Regel nicht dargestellt sind. Es kann daher hilfsweise geprüft werden, ob die Faktoren im Einzugsgebiet, im Planungsraum und in der Planung, die die Erfolgsaussichten einer Maßnahme wesentlich bestimmen, in dem Zulassungsantrag ausreichend bearbeitet wurden. Die nachfolgende Checkliste soll diese Punkte bewerten helfen.

Teil A der Checkliste behandelt die Bestandsaufnahme, A1 die Faktoren im Einzugsgebiet, A2 diejenigen im direkten Planungsraum. Beide haben sowohl Auswirkungen auf den Erfolg einer Maßnahme im Sinne von Potenzial im Gewässersystem (z.B. Wiederbesiedlungspotenzial), Beeinträchtigungen für den Planungsabschnitt (z.B. Sandfrachten); gleichzeitig ist es bedeutsam zu prüfen, ob diese Faktoren in der Planunterlage ausreichend gewürdigt wurden. Es werden daher Punkte vergeben (positive und negative),

die diese Faktoren in ihrer Beachtung und in ihrer möglichen Wirkung für die Maßnahme bewerten. Ist ein zwingend zu beachtender Faktor, wie das Wiederbesiedlungspotenzial, gar nicht beachtet worden, wird ein „NEIN“ eingetragen. Dieses bedeutet, dass die Planunterlagen mit der entsprechenden Aufforderung zu Bearbeitung zurückgegeben wird.

Teil B der Checkliste bewertet die Planung selbst und prüft die Berücksichtigung unterschiedlicher Faktoren durch den Planer (z.B. Substrate und Strömungsdynamik), aber auch die Erfolgsaussichten (z.B. Anbindung des Planabschnittes an Wiederbesiedlungspotenzial, Möglichkeiten der Ausuferung höherer Abflüsse) im Planungsabschnitt.

Die Bewertung spiegelt damit die Qualität der Planung aber auch die durch äußere Restriktionen unter Umständen begrenzten Entwicklungsmöglichkeiten wider.

Tabelle 3 LF: Checkliste für eine Überprüfung von Planwerken für die Fließgewässerrenaturierung

Faktor:	Bearbeitungsinhalte und deren Bewertung	Teilergebnisse
<b>A Bestandsaufnahme bezogen auf die Habitatplanung</b>		
A1 Im Einzugsgebiet		
Qualitätskomponenten	Zustand und Wiederbesiedlungspotenzial Keine Ermittlung = NEIN Beeinträchtigung = -2 = unzulässig Anbindung an Potenzial = +2	
Wasserqualität	Hinweise auf Belastungen überprüft	
Sedimentdrift	Keine Ermittlung = NEIN hohe Beeinträchtigung Wasserqualität = -2 keine Beeinträchtigung Wasserqualität = +2  hohe Beeinträchtigung Sanddrift = -2 geringe Beeinträchtigung Sanddrift = +2	
Hydrologie	Hydrologische Kenngrößen NQ, MQ, $Q_{bordvoll}$ , MHQ, $HQ_{100}$ , $Q_{30}$ , $Q_{330}$ Ganglinien erfasst keine Ermittlung = NEIN hydraulischer Stress, unnat. Wasserführung = -2 geringe Beeinträchtigung = +2	
A2 Im Planungsabschnitt, Bestandsaufnahmequalität der Renaturierungsplanung		
Substrate	Grobe Einschätzung der vorkommenden Substrate und deren Verteilung über die Planungsstrecke  erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	

Faktor:	Bearbeitungsinhalte und deren Bewertung	Teilergebnisse
	<p>Stichpunktartige Begutachtung der oberhalb des Planungsabschnittes gelegenen Fließgewässerabschnitte zur Abschätzung des Erosions- und Sedimentationsverhaltens</p> <p>erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1</p>	
Strömungssituation	<p>Ermittlung im Bestand für unterschiedliche Abflüsse an unterschiedlichen Punkten im Gewässer, Profile mit maximaler und minimaler Strömungsgeschwindigkeit</p> <p>erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1</p>	
Geometrie	<p>Vermessung mit Profilen mit mind. 10 Einzelpunkten, Profile nach Breitenvarianz ausrichten</p> <p>erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1</p>	
Makrozoobenthos	<p>Überprüfung des Vorkommens von Wiederbesiedlungspotenzial und der Habitatansprüche der vorhandenen Lebensgemeinschaft</p> <p>erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1</p>	
Hydraulik	<p>Festlegen von wichtigen Lastfällen und Definition des bordvollen und bettbildenden Abflusses sowie der Ausuferungshäufigkeit</p> <p>erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1</p>	
<b>B Planung bezogen auf die angestrebte Habitatentwicklung</b>		
Leitbild	<p>Angabe des Fließgewässertyps und der entsprechenden Lageplandarstellung aus UBA 2014, „Hydromorphologische Steckbriefe“</p> <p>nicht bearbeitet = NEIN angeführt = +1 ausgewertet und auf die Planung angewandt = +2</p>	

Faktor:	Bearbeitungsinhalte und deren Bewertung	Teilergebnisse
Qualitätskomponenten	<p><b>Wiederbesiedlungspotenzial</b></p> <p>im Planungsabschnitt erhalten = +2  anbinden an externes Potenzial +1  bis kein Wiederbesiedlungspotenzial = -2</p> <p><b>Im Bestand im Bach vorhandene Habitate schützen</b></p> <p>erfolgreich umgesetzt = +2  bis nicht umgesetzt, Beeinträchtigung = -2</p> <p><b>Ansprüche der Zielarten definiert und in die technische Planung einbezogen</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN  Artansprüche erkannt und einbezogen = +2  bis nicht einbezogen = -2</p>	
Substrate	<p><b>Schutz wertvoller (kiesiger, steiniger) Substrate, Erhalt von Totholz, ggf. Einbringen bei Defiziten – jedoch unter Berücksichtigung der Geometrie und der Strömungssituationen</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN  Substrate erkannt und einbezogen = +2  bis nicht einbezogen = -2</p> <p><b>Definition der erforderlichen Korngrößen, Abgleich mit den prognostizierten Strömungsgeschwindigkeiten</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN  Korngrößen und Strömung passen zusammen = +2  bis unzureichende Angaben oder Strömung = -2</p> <p><b>Abgleich der geplanten Substratanteile mit dem Leitbild</b></p> <p>nicht erfolge = NEIN  Leitbildparameter werden erreicht = +2  -"- werden gering unterschritten = +1  -"- werden deutlich unterschritten = -1  -" werden nicht umgesetzt = -2</p> <p><b>Genauere Angabe der einzelnen Anteile der zu nutzenden Kornfraktionen (Grobsand, Kiese und Steine)</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN  ausreichend genau angegeben = +2  bis nicht angegeben = -2</p>	

Faktor:	Bearbeitungsinhalte und deren Bewertung	Teilergebnisse
Strömungssituation	<p>Gezielte Planung von Strömungsdiversität im Profil und in der Geometrie, Überprüfung der strömungsdynamischen Bereiche (erforderlich: kleinräumig viele) und Abgleich mit der Lage von Grobsubstraten</p> <p>Strömungsdynamische Bereiche mit Grobsubstrat/40m-Abschnitt  Anzahl &gt; 4 = +2  Anzahl 3-4 = +1  Anzahl 2 oder weniger = -2</p>	
Geometrie	<p>Nutzung der Formeln nach HARNISCHMACHER (2002) zur Festlegung von wichtigen geometrischen Kenngrößen:</p> <p>Definition des bordvollen Abfluss  nicht erfolgt = NEIN  Anwendung erfolgt = +1</p> <p>Mittlere bordvolle Breite und deren Varianz  nicht erfolgt = NEIN  Anwendung erfolgt = +1</p> <p>Mittlere und maximale Tiefe  Anwendung erfolgt = +1  Anwendung nicht erfolgt = -1</p> <p>sowie der Linienführungsparameter (bei Neuanlage)  nicht erfolgt = NEIN  Anwendung erfolgt = +2</p> <p>Gezielte Planung z.B. von Breitenvarianz oder Einengung des Abflusses oder dessen Verschwenkung zur Erzielung von Diversität in der Strömung (erforderlich: prozentuale Breitenvarianz 70-120%), Abgleich mit Strömung und Substraten in der Planung</p> <p>nicht erfolgt = NEIN  prozentuale-Breitenvarianz &gt; 120% = +2  prozentuale-Breitenvarianz &gt; 70% = +1  prozentuale-Breitenvarianz &lt; 70% = -1  prozentuale-Breitenvarianz &lt; 50% = -2</p>	

Faktor:	Bearbeitungsinhalte und deren Bewertung	Teilergebnisse
Beschattung/ Bepflanzung	Die Beschattung erreicht auf der Südseite einen Umfang von 60 % der Streckenlänge 60 % erreicht = +2 40 % erreicht = +1 30 bis < 40 % = -1 < 30 % = -2	
Abflussverhalten	Ziel von Ausuferungen des Abflusses ab MQ, je nach Möglichkeit der Betroffenheit von Dritten, Ziel ist ein möglichst großer Sandaustrag aus dem Profil bei höheren Abflüssen  Ausuferung ab MW = +2 Ausuferung MW bis Q330 = +1 Ausuferung < Q330 = -1 Ausuferung > HQ2 = -2	

Die Bewertung der Planung wird mit einer Punktevergabe bewertet.

„Nein“ = Nachforderung von Bearbeitung durch den Vorhabenträger  
 +1 / +2 = gute bis sehr gute Entwicklungsaussichten  
 -1 / -2 = geringe bis mäßige Entwicklungsaussichten

Die positiven und negativen Ergebnisse der Bereiche A1, A2 und B werden je Bereich addiert, aber nicht miteinander verrechnet. Die Ergebnisse werden als Balkendiagramm zur Bewertung des Planungsergebnisses und der Aussichten auf eine guten Entwicklung abgebildet.

Erreichbare positive Punkte:

A1: Bestand im Einzugsgebiet: +8 Punkte

A2: Bestand im Planungsraum: +6 Punkte

B: Planung im Planungsraum +29 Punkte

Beispiele für eine gute Aussicht und mäßige Aussicht von zwei fiktiven Planungsbeispielen sind in Abbildung 27 LF dargestellt. Es ist erkennbar, dass im linken Beispiel der Steinau/Büchen Abschnitt „Kirchenstieg“ die positiven Aussichten überwiegen und sowohl die Bestandsaufnahme im Einzugsgebiet (A1) als auch die im Planungsabschnitt (A2) im Sinne dieses Leitfadens erarbeitet wurden und auch die Planung selbst leitbildgerecht aufgestellt wurde und Aussicht auf eine erfolgreiche Entwicklung hat. Im rechten Beispiel ist erkennbar, dass mehrere Faktoren unzureichend in der Bestandsaufnahme berücksichtigt wurden, im Planungsraum selbst (A2) liegen keine Angaben zu positiv bewertbaren Ergebnissen im Bestand vor. In der Planung wurden sowohl positive als auch negative Bewertungen von Faktoren in ähnlichem Umfang festgestellt, sodass maximal mäßige Aussichten auf eine gute Entwicklung der Qualitätskomponenten bestehen dürften.

Beispiel einer Planung mit guten bzw. mit weniger guten Aussichten auf ökologischen Erfolg

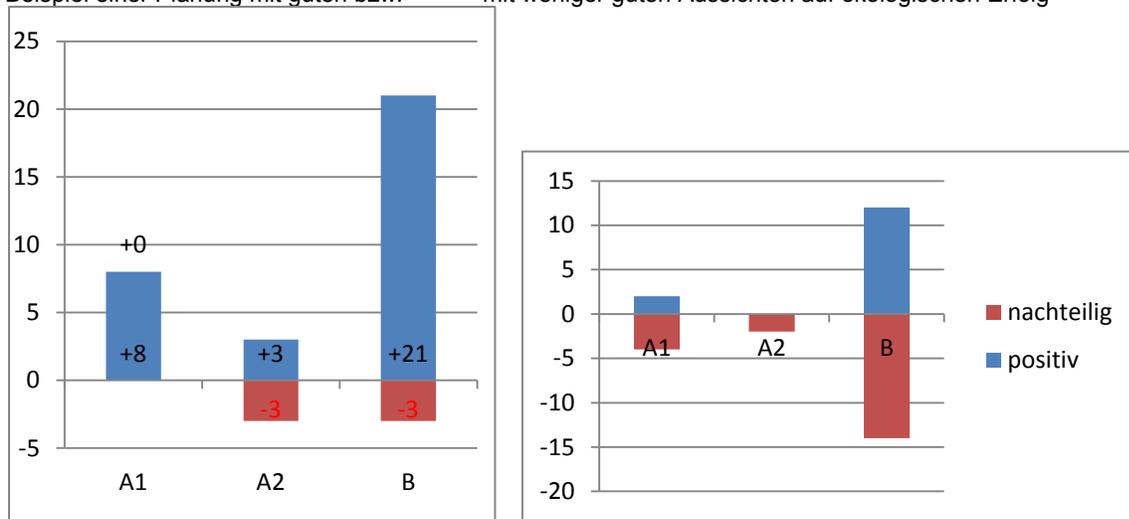


Abbildung 27 LF: Bewertungsergebnisse für zwei Planungsbeispiele (Punkte), links Steinau/Büchen Kirchenstieg, rechts fiktives Beispiel

Das Beispiel Steinau/Büchen Kirchenstieg mit den Ergebnissen der ausgefüllten Checkliste ist als Anhang zum Leitfaden beigefügt.

## 7. Ausblick

Umgestaltungsmaßnahmen selbst als Folge der Planung werden von Projektzuständigen häufig subjektiv zu gut bewertet (JÄHING u.a. 2011, KONDOLF u.a. (2007). Nach LÜDERITZ & LANGHEINRICH (2010a) spielt hier neben Faktoren in der Umwelt (wie Landnutzung) auch Planung und Umsetzung, die sich nicht am Leitbild orientieren, eine Rolle für die unzureichende Zielerreichung. Im Planungsprozess kann die frühzeitige Berücksichtigung dieser leitbildgerechten Habitatparameter (vgl. Abschnitt 3) und deren verbesserte Berücksichtigung in den Planunterlagen (vgl. Abschnitt 5) durch Kontrolle verbessert werden. Mit den Instrumenten dieses Leitfadens liegen verbesserte Möglichkeiten der Sichtbarmachung der Erfolgsaussichten einer Planung vor (vgl. Abschnitt 6). Dieses kann schon in der Planung zu einer Optimierung führen und soll als Hilfe für die Projektverantwortlichen verstanden werden, die Ziele der EU-WRRL **effizienter** im Rahmen von Planungen zu berücksichtigen.

## Anhang Leitfaden

## Checkliste mit Daten der Überprüfung für Bauabschnitt Kirchenstieg der Steinau/Büchen

Faktor:	Bearbeitungsinhalte und deren Bewertung	Teilergebnisse
<b>A Bestandsaufnahme bezogen auf die Habitatplanung</b>		
<b>A1 Im Einzugsgebiet</b>		
Qualitätskomponenten	Zustand und Wiederbesiedlungspotenzial Keine Ermittlung = NEIN Beeinträchtigung = -2 = unzulässig Anbindung an Potenzial = +2	+2
Wasserqualität	Hinweise auf Belastungen überprüft Keine Ermittlung = NEIN hohe Beeinträchtigung Wasserqualität = -2 keine Beeinträchtigung Wasserqualität = +2	+2
Sedimentdrift	Hinweise auf Sedimentbewegungen und - ablagerungen überprüft Keine Ermittlung = NEIN hohe Beeinträchtigung Sanddrift = -2 geringe Beeinträchtigung Sanddrift = +2	+2
Hydrologie	Hydrologische Kenngrößen (NQ, MQ, Q <sub>bordvoll</sub> , MHQ, HQ <sub>100</sub> , Q <sub>30</sub> , Q <sub>330</sub> usw.) Ganglinien erfasst keine Ermittlung = NEIN hydraulischer Stress, unnat. Wasserführung = -2 geringe Beeinträchtigung = +2	+2
<b>A2 Im Planungsabschnitt, Bestandsaufnahmequalität der Renaturierungsplanung</b>		
Substrate	Grobe Einschätzung der vorkommenden Substrate und deren Verteilung über die Planungsstrecke  erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	-1
	Stichpunktartige Begutachtung der oberhalb des Planungsabschnittes gelegenen Fließgewässerabschnitte zur Abschätzung des Erosions- und Sedimentationsverhaltens  erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	-1
Strömungssituation	Ermittlung im Bestand für unterschiedliche Abflüsse an unterschiedlichen Punkten im Gewässer, Profile mit maximaler und minimaler Strömungsgeschwindigkeit  erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	-1

Fortsetzung A2 Im Planungsabschnitt, Bestandsaufnahmequalität der Renaturierungsplanung		
Geometrie	Vermessung mit Profilen mit mind. 10 Einzelpunkten, Profile nach Breitenvarianz ausrichten erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	+1
Makrozoobenthos	Überprüfung des Vorkommens von Wiederbesiedlungspotenzial und der Habitatansprüche der vorhandenen Lebensgemeinschaft erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	+1
Hydraulik	Festlegen von wichtigen Lastfällen und Definition des bordvollen und bettbildenden Abflusses sowie der Ausuferungshäufigkeit erfasst = +1 bis nicht erfasst = -1	+1
B Planung bezogen auf die angestrebte Habitatentwicklung		
Leitbild	Angabe des Fließgewässertyps und der entsprechenden Lageplandarstellung aus UBA 2014, „Hydromorphologische Steckbriefe“ nicht bearbeitet = NEIN angeführt = +1 ausgewertet und auf die Planung angewandt = +2	+1
Qualitätskomponenten	Wiederbesiedlungspotenzial im Planungsabschnitt erhalten = +2 anbinden an externes Potenzial +1 bis kein Wiederbesiedlungspotenzial = -2	+1
	Im Bestand im Bach vorhandene Habitate schützen erfolgreich umgesetzt = +2 bis nicht umgesetzt, Beeinträchtigung = -2	+2
	Ansprüche der Zielarten definiert und in die technische Planung einbezogen nicht erfolgt = NEIN Artansprüche erkannt und einbezogen = +2 bis nicht einbezogen = -2	+2
Substrate	Schutz wertvoller (kiesiger, steiniger) Substrate, Erhalt von Totholz, ggf. Einbringen bei Defiziten – jedoch unter Berücksichtigung der Geometrie und der Strömungssituationen nicht erfolgt = NEIN Substrate erkannt und einbezogen = +2 bis nicht einbezogen = -2	+2

	<p><b>Fortsetzung B Planung bezogen auf die angestrebte Habitatentwicklung</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN</p> <p>Korngrößen und Strömung passen zusammen = +2</p> <p>bis unzureichende Angaben oder Strömung = -2</p>	+2
	<p><b>Ableich der geplanten Substratanteile mit dem Leitbild</b></p> <p>nicht erfolge = NEIN</p> <p>Leitbildparameter werden erreicht = +2</p> <p>-"- werden gering unterschritten = +1</p> <p>-"- werden deutlich unterschritten = -1</p> <p>-"- werden nicht umgesetzt = -2</p>	+1
	<p><b>Genau Angabe der einzelnen Anteile der zu nutzenden Kornfraktionen (Grobsand, Kiese und Steine)</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN</p> <p>ausreichend genau angegeben = +2</p> <p>bis nicht angegeben = -2</p>	+2
Strömungssituation	<p><b>Gezielte Planung von Strömungsdiversität im Profil und in der Geometrie, Überprüfung der strömungsdynamischen Bereiche (erforderlich: kleinräumig viele) und Abgleich mit der Lage von Grobsubstraten</b></p> <p>Strömungsdynamische Bereiche mit Grobsubstrat/40m-Abschnitt</p> <p>Anzahl &gt; 4 = +2</p> <p>Anzahl 3-4 = +1</p> <p>Anzahl 2 oder weniger = -2</p>	+2
Geometrie	<p><b>Nutzung der Formeln nach HARNISCHMACHER (2002) zur Festlegung von wichtigen geometrischen Kenngrößen:</b></p> <p><b>Definition des bordvollen Abfluss</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN</p> <p>Anwendung erfolgt = +1</p>	+1
	<p><b>Mittlere bordvolle Breite und deren Varianz</b></p> <p>nicht erfolgt = NEIN</p> <p>Anwendung erfolgt = +1</p>	+1
	<p><b>Mittlere und maximale Tiefe</b></p> <p>Anwendung erfolgt = +1</p> <p>Anwendung nicht erfolgt = -1</p>	+1

	<p><b>Fortsetzung B Planung bezogen auf die angestrebte Habitatentwicklung</b></p> <p>sowie der Linienführungsparameter (bei Neuanlage)  nicht erfolgt = NEIN  Anwendung erfolgt = +2</p>	+2
	<p>Gezielte Planung z.B. von Breitenvarianz oder Einengung des Abflusses oder dessen Verschwenkung zur Erzielung von Diversität in der Strömung (erforderlich: prozentuale Breitenvarianz 70-120%), Abgleich mit Strömung und Substraten in der Planung</p> <p>nicht erfolgt = NEIN  prozentuale-Breitenvarianz &gt; 120% = +2  prozentuale-Breitenvarianz &gt; 70% = +1  prozentuale-Breitenvarianz &lt; 70% = -1  prozentuale-Breitenvarianz &lt; 50% = -2</p>	+1
Beschattung/ Bepflanzung	<p>Die Beschattung erreicht auf der Südseite einen Umfang von 60 % der Streckenlänge</p> <p>60 % erreicht = +2  40 % erreicht = +1  30 bis &lt; 40 % = -1  &lt; 30 % = -2</p>	-2
Abflussverhalten	<p>Ziel von Ausuferungen des Abflusses ab MQ, je nach Möglichkeit der Betroffenheit von Dritten, Ziel ist ein möglichst großer Sandaustrag aus dem Profil bei höheren Abflüssen</p> <p>Ausuferung ab MW = +2  Ausuferung MW bis Q330 = +1  Ausuferung &lt; Q330 = -1  Ausuferung &gt; HQ2 = -2</p>	-1

Die Bewertung der Planung wird mit einer Punktevergabe bewertet:

„Nein“ = Nachforderung von Bearbeitung durch den Vorhabenträger

+1 / +2 = gute bis sehr gute Entwicklungsaussichten

-1 / -2 = geringe bis mäßige Entwicklungsaussichten

**Projekt:** Steinau/Büchen Kirchenstieg

Ergebnisse	A1	A2	B
Summe <b>positiv</b>	8	3	21
Summe <b>nachteilig</b>	0	-3	-3
Gesamtsumme	8	0	18

Das Ergebnis wird als Diagramm dargestellt:

