



Niederwassergerinne



Niederwassergerinne

Autoren

Sylvia Durrer
Arthur Kirchhofer
Ueli Schälchli
André Seippel
Pascal Sieber
Christian Tesini

Illustrationen

Maude Léonard-Contant

Inhalt

Vorwort	7
1 Definition	9
2 Gesetzliche Rahmenbedingungen	13
3 Ökologie	17
4 Ziele und Nutzen	23
5 Grundsätze	27
6 Systemanalyse	33
7 Projektierung und Bau	41
8 Pflege und Unterhalt	51
9 Zeit	55
10 Beispiele aus der Praxis	59
Sense	60
Reppisch Stallikon	62
Hofibach	64
Lugibach	68
Leugene	72
Reppisch Birmensdorf	76
Enziwigger	80
Luthern	82
Staffeleggbach Unterdorf	86
Altlauf Enziwigger	90
Eibach	92
Staffeleggbach Unterueken	94
Dänkelbach	98
Dorfbach Küsnacht	102
Dorfbach Spreitenbach	104
Übersichtskarte Beispiele	108
Bildverzeichnis	110
Dank / Impressum	112

Vorwort

Flüsse und Bäche durchziehen unser Land wie ein Geflecht aus Adern. Sie bereichern unseren Lebensraum. Der Mensch hat sein Leben schon früh eng an die Flüsse und Bäche gebunden. Er nutzt sie zur Energiegewinnung, für den Transport, zur Einleitung von Abwasser und so manches mehr. Er hat ihnen über die Zeit so einiges zugemutet. Fliessgewässer wurden gezähmt, begradigt, ausgebaut oder eingedolt. Sie wurden nach strengen Normen und Richtlinien verbaut. Über die Jahrhunderte hinweg hat dies Spuren hinterlassen. Häufig wurde in der Mitte eine Rinne angelegt mit der Funktion, das oft wenige Wasser – im Fachjargon das Niederwasser – schnell, reibungslos, kontrolliert und in genügender Tiefe zu transportieren. Die technisch normierte, meist gepflästerte oder betonierte Niederwasserrinne war geboren. Die einst artenreiche dynamische Vielfalt findet dort keinen Lebensraum mehr und ist zu einer monotonen Einfalt verkommen.

Doch Flüsse oder Bäche beschränken sich nicht nur auf die Abfuhr von Wasser. Sie sollen wieder ihre natürliche Funktion erfüllen und gleichzeitig die Hochwassersicherheit gewährleisten. Der Niederwasserrinne kommt dabei eine zentrale Funktion zu. Sie wird zum Herzstück, zum ökologischen Zentrum eines jeden Gewässers. Dabei wird der Gestaltung der Niederwasserrinne sehr viel Augenmerk geschenkt. Die einst nach den Regeln der Ingenieurskunst erstellte Rinne wird ersetzt: Es wird eine natürliche Kiessohle angelegt, Fischunterstände werden gebaut, kleine und grosse Steine werden gesetzt, Wurzelstöcke und Faschinen kommen zum Einsatz, eine standortgerechte Bestockung wird angestrebt und vieles mehr. Es entsteht ein kleiner natürlicher Bach für das Niederwasser. Dieser darf sich wieder zu einem artenreichen, dynamischen und lebendigen Gerinne entwickeln, meist eingebettet in ein neu zu gestaltendes Gewässer. Das Niederwassergerinne erlebt eine Renaissance. Die neuen Normen des Gewässerschutzgesetzes tragen massgeblich dazu bei.

Die Kriterien in den zu beachtenden Gesetzen machen deutlich, dass hier eine interdisziplinäre Aufgabe zu bewältigen ist. Für die Gestaltung des Niederwassergerinnes sind denn auch Flussbauer, Fischer, Gewässer-

biologen, Landschaftsarchitekten und viele mehr gefragt. Einführende oder gar handlungsanweisende Lektüre ist zu diesem Thema kaum zu finden. Im vorliegenden Buch werden alle Aspekte des Niederwassergerinnes beleuchtet. Es ist als Grundlagenwerk angedacht, mit dem eine Lücke geschlossen werden soll. Dabei können Informationen je nach Interesse oder Betroffenheit punktuell herausgegriffen werden.

Liebe Leserinnen und Leser, wir wollen Sie anregen und ermuntern, sich mit dem Thema Niederwassergerinne vertieft auseinander zu setzen. Lassen sie sich von dieser Lektüre und ihrer umfangreichen Beispielsammlung inspirieren.

Kanton Luzern
Verkehr und Infrastruktur (vif)
Dr. Albin Schmidhauser

Kanton Aargau
Abteilung Wald
Alain Morier

Kanton Zürich
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)
Dr. Jürg Suter



1 Definition

Woher kommt der Begriff?

Der Begriff «Niederwassergerinne» oder «Niederwassergerinne» entstand im Kontext der Fliessgewässerkorrekturen im letzten und vorletzten Jahrhundert. Damals wurden viele Bäche und Flüsse nach strengen Richtlinien begradigt und verbaut. Die künstlichen und monotonen Kanäle sollten landwirtschaftlich nutzbares Land entwässern sowie Hochwasser schadlos abführen. Häufig wurde in diesen Kanälen eine Rinne für das Niederwasser angelegt (Bild 1-1). Diese Niederwasserrinne führte das aus den angrenzenden Landwirtschaftskulturen drainierte Wasser ab.

↓ 1-1 Bolsternbach in Zell, ZH, 1950. Die Korrektur weist eine streng normierte «Niederwasserrinne» auf.

↓↓ 1-2 In einem verzweigten Fluss sind mehrere Teilgerinne wasserführend. Maggia, TI.



Vielfältige Niederwasserformen

Natürliche Fliessgewässersysteme zeichnen sich durch eine grosse Vielfalt an Gerinneformen aus. Entsprechend vielfältig ist der jeweilige Bereich für das Niederwasser. Charakteristisch für verzweigte Gerinne wie die Maggia im Kanton Tessin oder die Kander im Gasterental ist bei geringer Wasserführung die Vielzahl von einzelnen, unterschiedlich grossen und häufig ineinander verwobenen Gerinnen. Die einzelnen Niederwassergerinne weisen eine grosse Variabilität der Strömungsverhältnisse und der Dynamik auf. Ihre Lage und Ausgestaltung wird durch Geschiebeumlagerungen bei Hochwasser regelmässig verändert (Bild 1-2).



Ganz anders präsentiert sich das Erscheinungsbild mäandrierender Fliessgewässer bei Niederwasser. Während sich im Bereich des Prallhangs ein tiefer Kolk mit ständiger Wasserführung bildet, nehmen die Fliesstiefen zwischen den Mäanderbögen deutlich ab. Der Niederwasserbereich zeigt eine äusserst grosse morphologische Vielfalt mit tiefen Becken und Furten mit geringen Abflusstiefen (Bild 1-3).

→ 1-3 Ein typischer Vertreter eines mäandrierenden Bergbachs: La Rèche im Val de Réchy, VS.





Ein typischer alpiner Wildbach wie der Alpbach im Erstfeldertal (Bild 1-4) ist geprägt von einer Abfolge von Becken, Abstürzen und Schnellen. Wildbäche führen bisweilen wenig oder kein Wasser. Einzelne Gerinnbereiche oder ganze Abschnitte können sogar zeitweise ganz trocken fallen. Eine klare Abgrenzung eines Niederwassergerinnes ist kaum mehr möglich.

Nochmals anders zeigt sich das Niederwassergerinne in künstlich gestalteten Fließgewässern. Im Siedlungsgebiet mit engen Platzverhältnissen ist wenig Spielraum für den Niederwasserbereich vorhanden. Dennoch können ansprechende Niederwassergerinne gestaltet werden (Bild 1-5).

Ausserhalb der bewohnten Gebiete sind bei ausreichendem Raumangebot auch naturnahe Verhältnisse anzutreffen. Revitalisierte Gewässer haben einen ökologisch vielfältigen Niederwasserbereich (Bild 1-6).

↑ *1-4 Der Niederwasserbereich bei Wildbächen verändert sich ständig infolge Sohlenumgestaltung, Geschiebeführung und starken Abflussschwankungen. Alpbach im Erstfeldertal, UR.*

↓ *1-5 Das Anbringen einer einseitigen Blocksteinmauer ermöglicht eine freie und lockere Gestaltung des Niederwasserbereichs trotz knappem Raumangebot. Schlossbach Kriens, LU.*



Definition Niederwassergerinne

Die grosse Vielfalt an Gerinneformen zeigt, dass eine allgemeingültige Definition, welche sämtlichen Fließgewässersystemen gerecht wird, kaum möglich ist. Eine Definition kann sich weder auf die Gerinneform noch auf die Gerinnegrösse oder auf die Gewässermorphologie beziehen. Als einziger gemeinsamer Nenner bleibt die geringe Wasserführung. Sie markiert letztlich denjenigen Bereich eines Gerinnes, welcher bei niedrigem Wasserstand durchflossen wird. In Anlehnung an das Wörterbuch Hochwasserschutz (Loat R., Meier E.: Wörterbuch Hochwasserschutz, Bundesamt für Wasser und Geologie (Hrsg.), Bern, 2003) wird die folgende Definition für den Begriff «Niederwassergerinne» aufgestellt:

Als Niederwassergerinne wird derjenige Bereich eines Fließgewässers bezeichnet, der bei niedrigem Wasserstand (Niederwasser) durchflossen wird. Das Niederwasser ist derjenige Abfluss, welcher dem Q_{347} entspricht.

Das Q_{347} wird im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR814.20, Artikel 4) wie folgt definiert:

Abflussmenge, die, gemittelt über zehn Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist.

1-6 Die mäandrierende Linienführung sorgt für ein strukturreiches Niederwassergerinne mit Tiefstellen, flachen Uferpartien und schnell und langsam fließenden Abschnitten. Hofbach in Affoltern am Albis, ZH.





2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gemeinsamer Grundsatz

Die Möglichkeiten in der Planung und Umsetzung von Revitalisierungs- und Hochwasserschutzmassnahmen hängen massgeblich vom betroffenen Gewässerabschnitt ab. Unabhängig von den äusseren Voraussetzungen geben Gesetze für jeden Gewässerabschnitt dieselben Vorgaben. Sie können nicht einfach angepasst werden und sind für alle Beteiligten verbindlich. Das Niederwassergerinne wird im Gesetz nicht speziell herausgehoben. Es sind jedoch verschiedene Grundsätze in Gesetzen enthalten, die einem Niederwassergerinne, respektive einer Bachrevitalisierung, ein gewisses Gesicht vorgeben.

Allen aufgeführten Bundesgesetzen ist eines gemeinsam:

Die Erhaltung und Förderung von naturnahen Gewässern und ihrer Flora und Fauna.

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991
- Bundesgesetz über den Wasserbau (WBG) vom 21. Juni 1991
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966
- Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991

2-1 So darf heute kein Gewässer mehr ver- oder ausgebaut werden. Ein monotoner, strukturloser Bach mit einer harten Betonsohle bietet nur wenig Lebensraum für Wasserlebewesen. Gislibach, Tegerfelden, AG.



Das Niederwassergerinne trägt entscheidend zur Verwirklichung dieses grundsätzlichen Anspruchs bei. Der dauerhaft benetzte Teil des Gewässers ist die Grundlage für die aquatische Lebensgemeinschaft in einem Gewässer (Kapitel 3). Dementsprechend sind diejenigen Artikel einer Verordnung relevant, welche die Ökologie betreffen. Zu diesen Bundesverordnungen gehören:

- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998
- Verordnung über den Wasserbau (WBV) vom 2. November 1994
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991
- Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) vom 24. November 1993

Geht man davon aus, dass sich das Wasser unter natürlichen Bedingungen immer selbst ein Niederwassergerinne im Bach- oder Flussbett schafft, so soll dies auch bei technischen Eingriffen in ein Gewässer gewährleistet werden. Gemäss Art. 4 WBG und Art. 37 GSchG muss bei Eingriffen in das Gewässer dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Diese Bestimmung ist selbstredend auch für geringe Abflüsse zu beachten.

Werden die Fische als repräsentative Bewohner eines Fließgewässers betrachtet, so gibt Art. 7 BGF vor, dass Gewässerabschnitte, die dem Laichen und Aufwachsen von Fischen dienen, zu erhalten sind, während Gewässerabschnitte, die solche Anforderungen nicht erfüllen, verbessert werden müssen. Ein Biotop oder ein Gewässerabschnitt, in welchem nach der VBGF gefährdete Fische und Krebse vorkommen, wird nach Art. 14 NHV als schützenswert bezeichnet. Diese sehr allgemeinen Grundsätze werden in verschiedenen Artikeln ergänzt, bis hin zu konkreten Angaben für die Gestaltung eines Gewässers respektive des Niederwassergerinnes.

Tabelle 2-2 fasst die wichtigsten Gesetzesartikel zusammen. Dabei handelt es sich vorwiegend um jene gesetzlichen Bestimmungen, welche den Bau, die Gestaltung und die natürlichen Funktionen eines Fließgewässers betreffen.

Das Niederwassergerinne im Spannungsfeld zwischen Energiegewinnung, landwirtschaftlicher Produktion und dem Schutz einheimischer Fische

Bei der naturnahen Gestaltung des Niederwassergerinnes ist in der Regel eine Interessenabwägung vorzunehmen. Es kann sein, dass durch ein stark pendelndes Gerinne der Hochwasserabfluss nicht mehr gewährleistet ist oder dass der Raumbedarf die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen in sehr hohem Masse tangiert. Ein geschütztes, historisches Bauwerk kann für Fische ein Wanderhindernis sein, wobei das Bauwerk nach NHG genauso schützenswert ist wie die Erreichbarkeit von Laichgebieten für eine Fischart der Roten Liste. Das NHG, das WBG und das GSchG enthalten dementsprechend auch Bestimmungen, welche der ökologischen Qualität eines Gewässers oder des Niederwassergerinnes entgegenstehen. Die nachfolgenden Gesetze und ihre Verordnungen sind im Sinne der Interessenabwägung zu berücksichtigen:

- Bundesgesetz über die Landwirtschaft (LwG) vom 29. April 1998
- Energiegesetz (EnG) vom 26. Juni 1998
- Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1979

Auch innerhalb naturkundlicher Disziplinen kann es zu Zielkonflikten kommen, welche nicht mit Paragraphen gelöst werden können. Durch frühzeitige Einbindung der verschiedenen Interessensgruppen lassen sich Konflikte bereits im Vorfeld bereinigen.

Stichwort	Gesetzesartikel	Ergänzungen und Bemerkungen
Gewässerraum	GSchG, Art. 36a GSchV, Art. 41a, 41c und 41d	<i>Der Gewässerraum dient unter anderem dazu, dass das Gewässer seine natürliche Funktion erfüllen kann und gleichzeitig die Hochwassersicherheit gewährleistet ist. Das Niederwassergerinne ist innerhalb des Gewässerraums gewissermassen das «ökologische Zentrum» für die aquatische Fauna und Flora. Das Niederwassergerinne ist nur ein kleiner Teil des ganzen Gewässerraums. Der insgesamt zur Verfügung stehende Platz hat bei einer Revitalisierung aber Auswirkungen auf die Gestaltung des Niederwassergerinnes.</i>
Erhalt und Revitalisierung	GSchG, Art. 37 WBG, Art. 4 BGF, Art. 7	<i>Der natürliche Verlauf eines Gewässers muss unter Berücksichtigung anderer Interessen (z.B. Hochwasserschutz, Ortsbildschutz, Landschaftschutz) möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Eingriffe in das Gewässer dürfen nur ausgeführt werden, wenn dadurch die ökologischen Funktionen nicht beeinträchtigt werden.</i>
Restwasser und Wassertiefe	GSchG, Art. 31ff. BGF, Art. 9	<i>Die für die freie Fischwanderung erforderliche Wassertiefe muss gewährleistet sein. Das Gesetz macht keine Angaben über die erforderliche Wassertiefe. Als Richtwert soll die Wassertiefe mindestens zweimal der Höhe eines Fisches entsprechen. In Furten und Schnellen kann die Wassertiefe abschnittsweise auch geringer ausfallen.</i>
Gewässersohle	BGF, Art. 9 GSchG, Art. 43a	<i>Die Gewässersohle muss so beschaffen sein, dass sich die natürlich vorkommenden und am Gewässergrund laichenden Fischarten fortpflanzen können. Dazu ist ein funktionierender Geschiebehaushalt erforderlich. Bei beeinträchtigtem Geschiebetrieb müssen Massnahmen für die Sanierung ergriffen werden.</i>
Ufervegetation	NHG, Art. 21 GSchG, Art. 37 WBG, Art. 4	<i>Der Aufwuchs einer standortgerechten Ufervegetation soll im gesamten Gewässerraum erfolgen können. Die Kantone sorgen gemäss NHG dafür, dass eine Ufervegetation angelegt wird oder zumindest die Voraussetzungen für deren Gedeihen geschaffen werden. Es dürfen nur einheimische und standortgerechte Pflanzen verwendet werden. Die Anordnung und die Wahl der Pflanzen ist nur im Sinne der Herkunft und der Standortgerechtigkeit vorgeschrieben. Die Ufervegetation beschattet das Niederwassergerinne. Die Böschung mit ihrer Vegetation ist der Übergangsbereich von den aquatischen zu den terrestrischen Lebensräumen.</i>
Strukturvielfalt	BGF, Art. 9	<i>Die Gestaltung des Niederwassergerinnes erfolgt unter anderem auch nach den Vorgaben der fischereirechtlichen Bewilligung (Art. 8 BGF). Darin kann bei technischen Eingriffen in das Gewässer unter anderem die Pflicht zur Gestaltung von Fischunterständen enthalten sein.</i>
Fliessgeschwindigkeit	BGF, Art. 9	<i>Das Niederwassergerinne ist so zu gestalten, dass sich bei Niederwasser eine Fliessgeschwindigkeit einstellt, die der Fliessgewässerzonierung und den Ansprüchen des natürlichen Artenspektrums gerecht wird.</i>



3 Ökologie

Die ökologische Bedeutung des Niederwassergerinnes

In jedem natürlichen Fliessgewässer sucht sich das Wasser bei geringem Abfluss einen Weg durch Blöcke, Kies und Sandbänke. Für das Ökosystem Fliessgewässer ist diese bei Niederwasser benetzte Fläche von entscheidender Bedeutung. Die Grundlage der biologischen Produktion in einem Gewässer ist grundsätzlich die dem Licht ausgesetzte benetzte Fläche, da nur auf dieser Primärproduktion stattfinden kann. Mit Hilfe von Sonnenenergie und mineralischen Nährstoffen wird durch Photosynthese Biomasse aufgebaut, welche den nachfolgenden trophischen Ebenen als Nahrungsgrundlage dient. Im Fliessgewässer sind Aufwuchsalgen und höhere Wasserpflanzen die wichtigsten Primärproduzenten. Daneben steht den Konsumenten im Gewässer auch nicht gewässergebürtige Biomasse als Nahrung zur Verfügung.

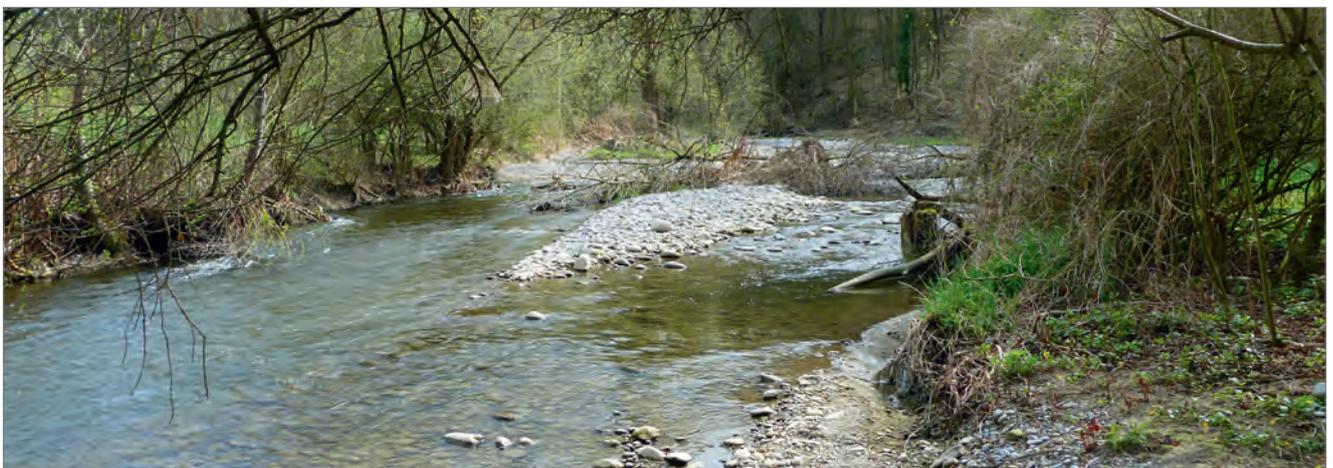
Einige Bewohner der Fliessgewässer wie beispielsweise die Fische sind sehr mobil und können sich wechselnden Wasserständen verhältnismässig leicht anpassen. Andere dagegen wie Krebse, Muscheln oder Insektenlarven sind nur wenig mobil, leben auf oder in Sedimenten und sind damit kleinräumig an ihr einmal besetztes Habitat gebunden. Für die Atmung sind sie jedoch auf eine Wasserschicht angewiesen, aus der sie mit ihren Kiemen oder über die Haut den lebensnotwendigen Sauerstoff beziehen können. Das Überleben dieser Organismen ist demnach nur auf den Flächen möglich,

die auch bei geringem Abfluss benetzt sind. Die Ausdehnung des Niederwassergerinnes ist somit der limitierende Faktor für die biologischen Produktionsmöglichkeiten des Gewässers und damit für den aquatischen Lebensraum.

Gefälle und Gewässergrösse

In einem natürlichen Gewässer ist in der Regel das Niederwassergerinne gut strukturiert und bietet eine mehr oder weniger grosse Vielfalt an Klein- und Kleinstlebensräumen (Bild 3-1). Je nach Gefälle und Gewässergrösse bilden die typischen Organismen natürlicherweise eine grosse und dem Gewässer angepasste Artenvielfalt. In der Forellenregion sind strömungsliebende und auf kiesige Sohlen angewiesene Arten im Vorteil, in der Brachsenregion können sich auch Stillwasserarten durchsetzen (Kasten «Die Fliessgewässerregionen» S. 21 und Grafik 3-8). Bei gestörten Bedingungen – z. B. in einem kanalisiertem Bach, bei kolmatierter Sohle oder in einem stark belasteten Gewässer – ist die Artenvielfalt meist deutlich geringer, und die Spezialisten werden durch «Allerweltsarten» wie Alet oder Egli verdrängt.

3-1 Natürlich strukturiertes Gewässer mit grosser Vielfalt an Kleinlebensräumen auch bei Niederwasser. Bünzaue in Möriken-Wildegg, AG.



Wassertiefe

Da alle Wasserorganismen bei Hochwasser der Gefahr ausgesetzt sind, mit den Wassermassen bachabwärts verdriftet zu werden, müssen sie die Möglichkeit haben, den verlorenen Lebensraum bei günstigen Bedingungen wieder zurückzuerobern. Wird die Aufwärtswanderung durch Hindernisse eingeschränkt oder verhindert, ist diese Kompensation von Lebensraumverlust nicht mehr möglich und das Gewässer wird mit der Zeit verarmen. Ob ein Gewässerabschnitt durch die Fischfauna besiedelt werden kann, hängt entscheidend von der Mindestwassertiefe ab. Aufgrund der heutigen Erkenntnisse wird davon ausgegangen, dass die Wassertiefe mindestens der zwei- bis dreifachen Körperhöhe eines Fisches entsprechen muss, damit eine erfolgreiche Wanderung möglich ist (Kasten S. 21). Auf kurzen Abschnitten bis ungefähr zwei Meter Länge, z.B. über Schnellen, kann diese Wassertiefe auch auf die einfache Körperhöhe reduziert sein. Wassertiefen, die noch geringer sind, lassen sich allerdings nur mehr über Kürzeststrecken überwinden.

Die Wanderroute befindet sich also meistens im Niederwassergerinne (im Talweg) und muss frei von Hindernissen sein, damit die Rückeroberung des Lebensraums erfolgreich ist. Grössere und schwimmstarke

Fische können kleine Hindernisse überspringen, kleinere Fische dagegen müssen in der Lage sein, solche Stufen schwimmend zu überwinden. Für einige Arten wie die Groppe, welche keine Schwimmblase hat und deshalb nur eingeschränkt im freien Wasser schweben kann, oder für Jungtiere mit noch geringer Leistungsfähigkeit bilden bereits Überfälle von wenigen Zentimetern unüberwindbare Hindernisse (Bild 3-2). Für alle aquatischen Wirbellosen, die nicht springen können, gilt dies in noch viel stärkerem Masse.

Bachflohkrebse wandern gegen die Strömung flussaufwärts und sind auf einen hindernisfreien Weg angewiesen. Aquatische Insekten dagegen haben eine andere Strategie, um bei Hochwasser verlorene Lebensräume wieder zu besiedeln. Die erwachsenen Tiere fliegen zur Fortpflanzung flussaufwärts und deponieren ihre Eier im Oberlauf der Gewässer (Bild 3-3). In natürlichen Gewässern der flacheren Regionen kommen ausgeprägte Stufen mit Überfällen oder Abschnitte mit sehr grossem Gefälle, die als Wanderhindernisse wirken, nur selten vor. Bei natürlicher Sohlenmorphologie wird das Gefälle in der Regel durch Geschiebe so ausgeglichen, dass ein durchgehender Wasserstrom entsteht (Bild 3-4).

3-2 Auch kleine Schwellen von 20 cm Höhe bilden Wanderhindernisse für wirbellose Kleintiere und schwimmschwache Fische. Arbogne, FR.



3-3 Eintagsfliegen leben als Larven auf oder unter Steinen der kiesigen Bachsohle. Als Adulte fliegen sie flussaufwärts, um ihre Eier abzulegen.





↑ 3-4 Natürlicherweise wird das Gefälle in einem unverbauten Gewässer durch das Geschiebe so ausgeglichen, dass keine Überfälle, sondern eine Abfolge von rasch fliessenden Schnellen und ruhigen Kolken entsteht. Mentue, VD.

↓ 3-5 Prall- und Gleithang mit tiefem Kolk, Flachufer und Schnelle im Hintergrund in einem natürlichen Gewässer. Reppisch in Urdorf, ZH.

↓↓ 3-6 Die Larve des Bachneunauges (*Lampetra planeri*) lebt bis 5 Jahre im sandigen Sediment. Sobald sie geschlechtsreif wird, macht sie eine kurze Laichwanderung in einen Abschnitt mit Kiessohle, wo sie sich fortpflanzt und anschliessend stirbt.

Tiefen- und Strömungsvariabilität

Unter natürlichen Bedingungen schlängelt sich ein Gewässer durchs Gelände und bei Hochwasser erodiert das Ufer an den Prallhängen. Dadurch entsteht eine grosse Vielfalt unterschiedlichster Habitate (Bild 3-5). An Erosionsufern oder stromabwärts von Wurzelstöcken oder Blöcken sowie im Bereich von unterspülten Ufern bilden sich tiefe Kolke und Unterstände, die von grösseren Fischen als Ruheplätze genutzt werden. Die flacheren, schnell strömenden Abschnitte (Schnellen oder Furten) dagegen werden häufig als Jagdplätze genutzt. An den Gleithängen bilden sich Flachufer mit Kies- und Sandbänken aus, die von weniger leistungsstarken Jungfischen und Wirbellosen genutzt werden. Von besonderer Bedeutung sind Sandbänke, da hier die Larven des Bachneunauges leben. Diese graben sich in mindestens 20 cm mächtige Sandschichten ein, filtern Aufwuchsalgen und driftende organische Partikel und verbringen 3 – 5 Jahre im Sediment bis zur Geschlechtsreife (Bild 3-6). Unter natürlichen Bedingungen sind alle diese Habitate mit grosser Tiefen- und Strömungsvariabilität auch bei Niederwasser zugänglich.



Wasser- und Ufervegetation

Die Wasser- und Ufervegetation des Niederwassergerinnes ist von grosser Bedeutung für die aquatische Flora und Fauna. Hier finden zahlreiche gefährdete Arten Unterschlupf und Nahrung. So leben z.B. Libellenlarven in der Wasservegetation, wo sie sich von anderen Insektenlarven ernähren. Die erwachsenen Tiere nutzen die Uferpflanzen als Anstutz, um fliegende Insekten zu jagen, die sich an den verschiedenen Blüten genüsslich tun (Bild 3-7). Die Libellen wiederum sind für insektenfressende Vögel eine wichtige Nahrungsquelle. Wasser, Sohle, Böschung und Vegetation bilden ökologisch eine Einheit und sind funktionell eng miteinander verbunden. Diese Zusammenhänge gehen beim Unterhalt der Gewässer leider allzu oft vergessen, da ausschliesslich die Abflusskapazität des Gerinnes beachtet wird. Die Wasservegetation wird im Sommer häufig ausgeräumt, die Ufervegetation wird vollständig gemäht und kurz gehalten ohne Berücksichtigung von Rückzugshabitaten.

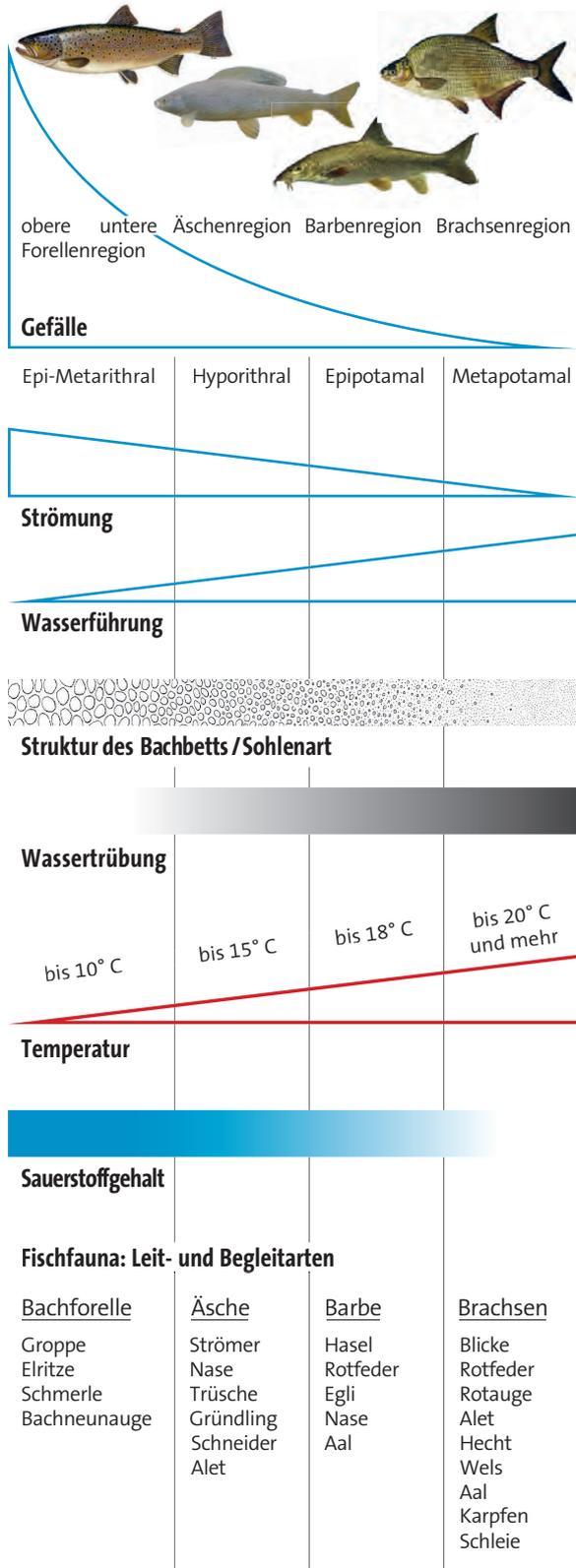
Vorbild Natur

Bei baulichen Eingriffen in Gewässer, mögen diese aus Gründen des Hochwasserschutzes erfolgen oder mögen sie Revitalisierungen dienen, ist das Vorbild der Natur auch im Bereich des Niederwasserabflusses zu beachten, und zwar sowohl bezüglich Wassertiefen und potenziellen Wanderhindernissen als auch hinsichtlich Habitatsvielfalt und benetzten Flächen. Nur so kann das Gewässer seine ökologischen Funktionen entsprechend den gesetzlichen Vorgaben vollumfänglich erfüllen.

3-7 Die blauflügelige Prachtlibelle ist eine anspruchsvolle Bewohnerin sauerstoffreicher Bäche mit Pflanzenbewuchs.



3-8 Die Fließgewässerregionen mit den wichtigsten physikalischen Parametern und den Artengemeinschaften der Fischfauna (verändert nach Gerstmeier & Romig 1998).



Die Fließgewässerregionen

Die Charakteristik von Fließgewässern verändert sich vom Gebirge zum Flachland aufgrund physikalischer Gesetzmässigkeiten. Entsprechend den jeweiligen Standortbedingungen ändert sich auch die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften. Die Gewässer können in Abhängigkeit von Gefälle und Gewässerbreite in verschiedene Regionen unterteilt werden. Diese werden nach einer «Leitfischart» benannt, die in der entsprechenden Region ihr ökologisches Optimum vorfindet (Bild 3-8). Vom Gebirge bis zur Ebene nehmen Gefälle und mittlere Fließgeschwindigkeit ab und das dominierende Sohlensubstrat wird feiner. Temperatur und Trübung nehmen zu und der Sauerstoffgehalt des Wassers nimmt ab. Die Artenvielfalt der Fischfauna wird dagegen grösser und die typischen Kaltwasser-

arten Forelle und Äsche mit ihren Begleitarten werden mit abnehmender Meereshöhe durch Warmwasserarten wie Barbe und Brachse mit zahlreichen vorwiegend Karpfenartigen als Begleitarten abgelöst.

In gleichem Masse verändert sich die Zusammensetzung der Wirbellosenfauna des Gewässergrundes. An starke Strömung gebundene, Kälte liebende Arten mit einem hohen Sauerstoffbedarf werden durch tolerantere Arten abgelöst, die sich auch in geringer Strömung und bei hohen Temperaturen durchsetzen können. Bei geringem Gefälle kann der Flussgrund zudem durch höhere Wasserpflanzen besiedelt werden und dementsprechend verändern sich Habitat- und Nahrungsangebot für die Wirbellosenfauna.

Minimale Wassertiefen für Fische

Die minimal notwendige Wassertiefe für die freie Fischwanderung im Talweg ist artspezifisch. Die Körperhöhe (KH) einer Art wird in der Regel relativ zur Körperlänge (TL) angegeben. In der nachfolgenden Tabelle sind die Daten für ausgewählte Arten zusammengestellt

(Adam & Lehmann 2011, EBEL 2013). Die minimal notwendige Wassertiefe T berechnet sich aus:

$$T[\text{cm}] = 3 \times \text{KH-rel.} \times \text{TL}[\text{cm}]$$

Ausgegangen wird dabei von der durchschnittlichen Länge geschlechtsreifer Fische.

Art	wissenschaftlicher Name	KH relativ	TL adult [cm]	min Tiefe [cm]
Bachforelle	Salmo trutta	0.19	35	20
Seeforelle	Salmo trutta	0.19	70	40
Äsche	Thymallus thymallus	0.18	40	22
Nase	Chondrostoma nasus	0.25	50	38
Barbe	Barbus barbus	0.17	50	26
Egli	Perca fluviatis	0.28	25	21
Brachsen	Abramis brama	0.30	50	45
Rotauge	Rutilus rutilus	0.25	30	23
Aal	Anguilla anguilla	0.05	100	15
Schleie	Tinca tinca	0.22	40	26
Karpfen	Cyprinus carpio	0.30	80	72
Wels	Silurus glanis	0.22	100	66



4 Ziele und Nutzen

Veränderte Vorstellungen

Künstlich und ohne Leben – vielerorts präsentieren sich noch heute Bäche mit einem monotonen und künstlichen Niederwassergerinne (Bild 4-1). Von Mauern, Steinblöcken oder steilen Böschungen mit kurzgehaltenem Rasen flankiert, verläuft das Niederwasser exakt in der Mitte des Baches. Ohne Bremswirkung wird das Wasser schnurgerade und schnell abtransportiert. Früher dienten solche Gerinne auch der Trinkwasserversorgung oder der Entsorgung von häuslichem Abfall, was eine permanent ausreichende Wassertiefe und den möglichst reibungslosen Abfluss voraussetzte. Das Niederwassergerinne im ökologischen Kontext hatte noch vor rund 40 Jahren überhaupt keine Bedeutung.

Mit dem Verlust oder dem Rückgang verschiedener Tier- und Pflanzenarten in den Fließgewässern und mit der Änderung der gesetzlichen Vorgaben haben sich auch die gewässerorientierten Ziele des Menschen gewandelt. Unter Abkehr von künstlichen Kanälen versucht man heute, meist unter erschwerten Bedingungen, einem Gewässer einen möglichst natürlichen Charakter zurückzugeben.

4-1 Der schmale Wasserfilm ist nicht nur ökologisch wertlos, sondern auch zum Spielen völlig uninteressant. Orisbach in Liestal BL, 1943.



Gewässermittelpunkt

Leitet man den Nutzen eines Niederwassergerinnes direkt aus der Definition (Kapitel 1) ab, so ist dieser einzig auf den Bereich beschränkt, der bei niedrigsten Wasserständen durchflossen wird. Dies würde aus mehreren Gründen zu kurz greifen. Das Niederwassergerinne ist sozusagen der Mittelpunkt des Gewässers. Dort spielt sich über den grössten Teil des Jahres das Leben der wasserbezogenen Organismen ab. Von dort schwärmen Tiere bei höheren Wasserständen aus oder werden verdriftet. Andere wiederum verlassen die Gewässersohle zur Fortpflanzung an der Oberfläche oder am Ufer. Damit steht das Niederwassergerinne in einer Wechselwirkung mit den seitlich angrenzenden Gewässerbereichen.

Ökologischer Nutzen

Aufwuchsalgen (Kieselalgen, Goldalgen, Grünalgen etc.) benötigen ein Substrat, auf dem sie sich entwickeln können. Auf den dauernd benetzten Kieseln, Blöcken oder Sandbänken bilden sie die wohlbekanntesten braunen, goldgelben, roten oder grünen Beläge. Da sie über keine Wurzeln zur Wasseraufnahme verfügen, sind sie darauf angewiesen, permanent überflutet zu werden,

um nicht auszutrocknen (Bild 4-2). Die Ufervegetation dagegen, die in der amphibischen Zone wächst, ist stärker von der Mittelwasserführung abhängig. Mit ihren Wurzeln können die Pflanzen in tiefere Bereiche vorstossen und so auch bei kleinem Abfluss die Wasserversorgung sicherstellen. Der Algenbewuchs wird von zahlreichen Kleintieren, meist Insektenlarven, abgeweidet. Auch das zwischen Steinen hängengebliebene Fallaub wird von wirbellosen Kleintieren wie Krebsen und Asseln gefressen und abgebaut. Alle diese aquatischen Wirbellosen können nur im Wasser überleben. Das Niederwassergerinne begrenzt somit den für sie bewohnbaren Lebensraum. Mit der benetzten Breite bei einem Abfluss Q_{347} bestimmt der Gewässerökologe deshalb den Mindestlebensraum, der den Fliessgewässerbewohnern zur Verfügung steht.

4-2 Nur der dauernd benetzte Bereich ist als Lebensraum für die substratabhängige Algenflora und für untergetauchte Wasserpflanzen besiedelbar. Leugene in Pieterlen, BE.



Niederwassergerinne und Gewässerraum

Fische sind beweglicher als wirbellose Tiere und können ihren Standort leichter einem wechselnden Wasserstand anpassen. Strukturierung und Ausgestaltung des Niederwassergerinnes limitieren aber auch für sie den Lebensraum. Das Laichgeschäft findet bei vielen Fließgewässerarten oft im Niederwassergerinne statt. Nach dem Schlüpfen finden sich die Larven in den ruhigeren Abschnitten eines Gewässers wieder. Steigt der Wasserstand in dieser Zeit an, so werden die Jungfische nicht in der Lage sein, sich im Niederwassergerinne zu halten, weil hier die Fließgeschwindigkeiten stark zunehmen: Sie werden in ruhigere Habitate verdriftet, sofern diese vorhanden sind. Dieses Beispiel zeigt, dass der Nutzen des Niederwassergerinnes für Fische vom gesamten Gewässerraum abhängt.

Ziele

Den grössten Nutzen von einem natürlichen Niederwassergerinne haben die aquatischen Lebewesen. Dementsprechend hat der Bau eines Niederwassergerinnes vor allem auf eine positive ökologische Entwicklung des Gewässers abzielen. Die im GSchG (Anhang 1, Art. 1) formulierten ökologischen Ziele für die Oberflächengewässer geben vor, dass

- die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen naturnah und standortgerecht sein sollen und sich selbst reproduzieren und regulieren können;

- die Lebensgemeinschaften eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.

Diese Ziele gelten für alle Gewässer und müssen bei jedem Abfluss erfüllt werden. Sie sind somit auch für das Niederwassergerinne als verbindlich zu betrachten.

Damit die ökologische Qualität eines Gewässers auch langfristig sichergestellt werden kann, ergeben sich weitere Ziele. Das Niederwassergerinne soll

- seine ökologische Qualität über lange Zeit halten können;
- sich durch eigendynamische Prozesse selber erschaffen und erneuern;
- als Teil des Gewässerraums in das gesamte Erscheinungsbild des Gewässers oder der Situation passen (z.B. Wahl der Bauelemente, Einbindung in den Dorfkern);
- möglichst unterhalts- und pflegearm sein.

4-3 Im natürlichen Niederwassergerinne sind Laichplätze und Fischunterstände mit grösserer Wassertiefe (rechts) mit ruhigen, wenig tiefen Jungfischhabitaten (Mitte und links) hindernisfrei verbunden. Damit ist der Austausch zwischen den Lebensräumen für alle Altersstadien bei unterschiedlichen Wasserständen gewährleistet. Venoge, VD.





5 Grundsätze

Die Anlage eines Niederwassergerinnes kann bauliche Massnahmen am und im Gewässer erfordern. Dabei variieren die äusseren Randbedingungen und die Anforderungen an den Niederwasserbereich von Gewässer zu Gewässer. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wieviel Gestaltung an einem bestimmten Gewässerabschnitt nötig und sinnvoll ist, damit sich die Anforderungen an den Niederwasserbereich erfüllen lassen. Als Antwort darauf werden die gesetzlichen Vorgaben interpretiert, Niederwasserbereiche in natürlichen Gewässern analysiert und der Zusammenhang zwischen dem Natürlichkeitsgrad eines Gewässers und möglichen Gestaltungsmassnahmen diskutiert.

Rechtliche Vorgaben

Die Frage nach dem «Bau von Niederwassergerinnen» stellt sich meist im Zusammenhang mit dem Ausbau des Hochwasserschutzes und der Aufwertung oder Revitalisierung eines Gewässers. Dazu werden Massnahmen am und im Gewässer geplant, die insbesondere das Wasserbaugesetz (WBG), das Gewässerschutzgesetz (GSchG) und das Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) zu berücksichtigen haben. In diesen Gesetzen wird gefordert, dass bei Verbauungen und Korrekturen von Fliessgewässern der natürliche Verlauf des Gewässers möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden muss. Dabei sind Gewässer und Gewässerraum so zu gestalten, dass a) sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können; b) die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischem Gewässer weitgehend erhalten bleiben; c) eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann (WBG Art. 4, GSchG Art. 37). In überbauten Gebieten kann die Behörde Ausnahmen bewilligen.

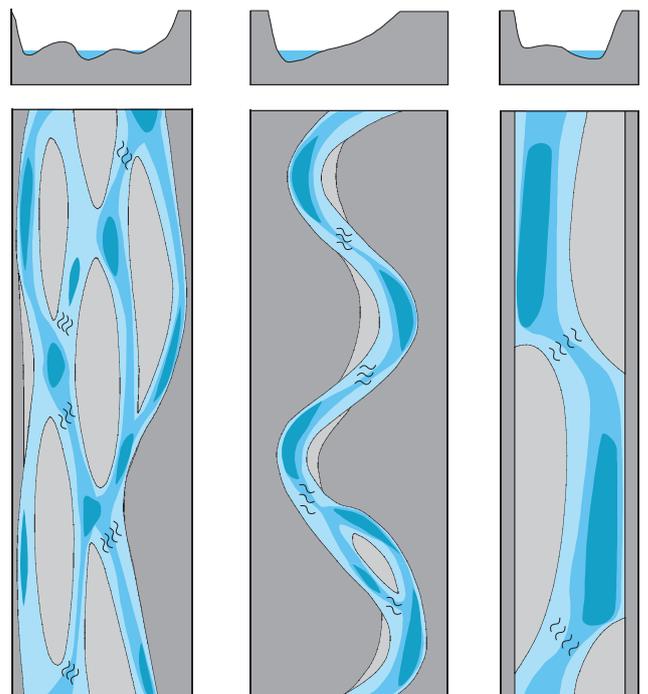
Diese Vorgaben gelten auch für den Bau von Niederwassergerinnen. Dies bedeutet, dass sich die zu planenden Massnahmen möglichst am natürlichen Zustand orientieren sollen. Der natürliche Zustand ist zu erheben oder anhand von theoretischen Ansätzen oder Referenzgewässern herzuleiten. In überbauten Gebieten, das heisst bei eingegengten Gewässern ohne Möglich-

keit zur Aufweitung, sind die Anforderungen a) bis c) möglichst zu berücksichtigen.

Niederwasserbereiche in natürlichen Gewässern

Natürliche Gewässer zeigen eine verzweigte oder mäandrierende Gerinneform sowie Übergangsformen (Bild 5-1). Infolge der unterschiedlichen Strömungsverhältnisse bilden sich charakteristische Sohlenformen wie Rinnen, Furten, Schnellen und Kolke aus. Diese prägen die Morphologie der Sohle und damit den Niederwasserbereich. Tiefstellen (Rinnen, Kolke) bilden Lebensräume mit grosser Wassertiefe bei Niederwasserabfluss. In Furten und Schnellen ist die Abflusstiefe klein und die Fliessgeschwindigkeit gross. Oft besteht ein Talweg mit einer Abflusskonzentration bei Niederwasser, sodass auch in kleinen Gewässern die Wassertiefe für den Fischaufstieg ausreichend ist.

5-1 Gerinneform und typisches Querprofil von Verzweigungen, Mäandern und alternierenden Bänken (von links nach rechts). Dunkelblau: Tiefstellen. Blau: Verlauf des Talwegs. Hellblau: der bei Mittelwasser benetzte Bereich.



Bei Gewässern mit grossem Gefälle ist das Längsprofil abgestuft und es bilden sich ausgeprägte Furt-Kolk-Sequenzen. Bei Gewässern mit kleinem Gefälle ist das Längsprofil ausgeglichener, und die Abflusstiefe variiert weniger zwischen Furten und Rinnen.

Die Ausbildung des Niederwasserbereichs ist massgeblich abhängig von der Linienführung, den Hindernissen (Fels, Blöcke, Wurzelwerk, Totholz), dem anstehenden Sohlenmaterial, der Geschiebeführung und der Abflussdynamik. Bei ausgeprägten Mäandern, bedeutenden Hindernissen und leicht mobilisierbarem Sohlenmaterial entwickelt sich eine ausgeprägte Breiten- und Tiefenvariabilität mit vielfältigem Niederwasserbereich (Bilder 5-6 und 5-7).

Gewässer mit einer groben und abgeplästerten Sohle zeigen oft eine geringe Tiefenvariabilität und entsprechend gering ausgeprägt ist der Niederwasserbereich (Bild 5-4). Ebenso gering ausgeprägt kann der Niederwasserbereich bei Gewässern mit hoher Geschiebeführung und Aufandungstendenz sein (Bild 5-5).

Ein natürliches Gewässer zeigt eine charakteristische Morphologie, die sich in Abhängigkeit der Abfluss- und Feststoffdynamik mit der Zeit ändert. Dementsprechend ist auch der Niederwasserbereich kein statisches Gerinne, sondern periodischen Veränderungen unterworfen.

Niederwasserbereiche in künstlichen und beeinträchtigten Gewässern

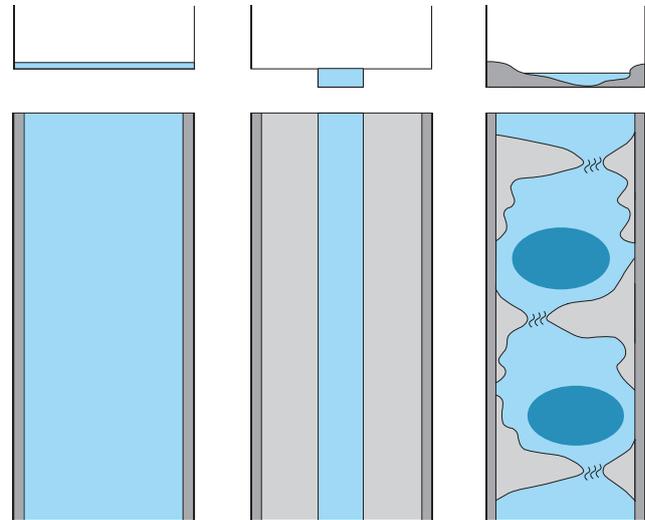
In eingeebten und kanalisierten Gewässern ist die Sohle meist eben und ohne Niederwasserbereich, so dass sich das Niederwasser auf die gesamte Sohle verteilt und die Abflusstiefe gering ist (Bild 5-2). Früher wurden oft prismatische Niederwasserrinnen in die Sohle eingebaut, die zwar zu grösserer Abflusstiefe führten, aber wegen der hohen Fliessgeschwindigkeit über lange Strecken nicht passierbar waren und keinen Lebensraum boten.

Damit auch kanalisierte Gewässer einen ausreichenden Lebensraum bieten können und die Längsnetzwerk gewährleistet werden kann, sind naturnahe Strukturen und Habitate wie Tiefstellen, Schnellen, Flach- und Ruhigwasserzonen sowie naturnahe Ufer zu schaffen (Diagramm 5-2, rechts). Im Kapitel 7 sind mögliche Massnahmen aufgeführt.

5-2 Von links nach rechts:

Gewässer ohne Niederwassergerinne; Gewässer mit kanalisierter Niederwasserrinne; Gewässer mit Beckenfolge und strukturierter Ufern.

Dunkelblau: Tiefstellen; Hellblau: bei Mittelwasser benetzter Bereich.



Natürlichkeitsgrad und Massnahmen

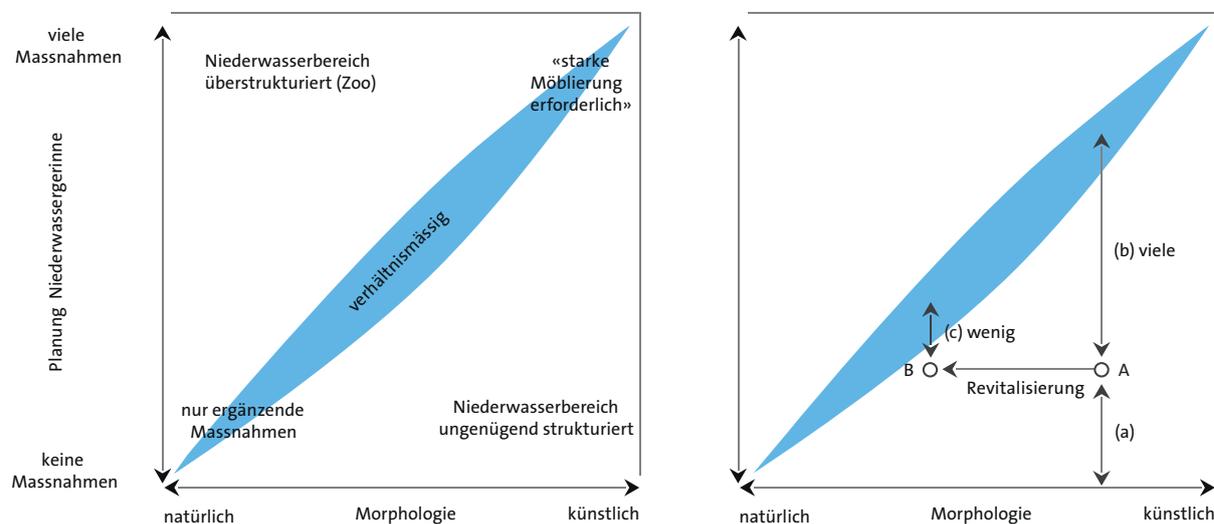
Für die Planung und Realisierung von Massnahmen zur Gewährleistung eines Niederwasserbereichs ist der Natürlichkeitsgrad des Gewässers eine entscheidende und limitierende Grösse. Der Zusammenhang zwischen dem Natürlichkeitsgrad der Morphologie und den Massnahmen, die erforderlich sind, um ein der Zielsetzung entsprechendes Niederwassergerinne zu gewährleisten, ist in Diagramm 5-3 dargestellt. Bei einem natürlichen Gewässer sind Massnahmen zur Gestaltung eines Niederwassergerinnes weder sinnvoll noch nötig, im Übrigen auch nicht gesetzeskonform. Demgegenüber sind bei einem künstlichen Gewässer viele Massnahmen erforderlich, um einen strukturierten Niederwasserbereich zu gewährleisten. Werden diese zwei Eckpunkte des Diagramms verbunden, so resultiert die Diagonale, welche einen Bereich mit verhältnismässigen Massnahmen definiert.

Bei einem naturnahen Gewässer sind ergänzende Massnahmen denkbar, welche die Entwicklung eines Niederwasserbereichs unterstützen. Bei einem naturfremden Gewässer ist eine starke Möblierung angezeigt.

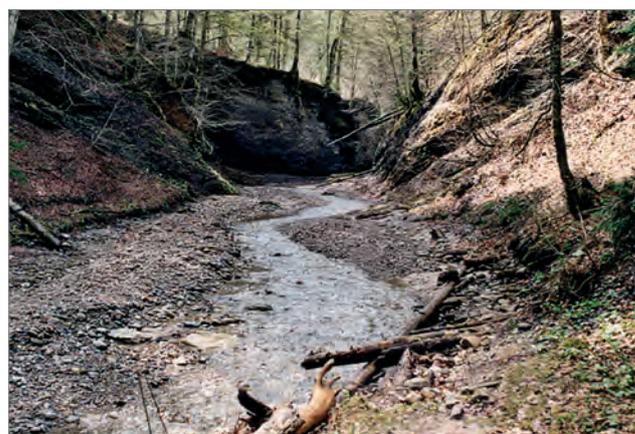
Befindet sich ein Gewässer oberhalb der Diagonalen, so ist es übermässig möbliert. Dies entspricht den Verhältnissen in einem Zoo, wo auf kleinem Raum eine möglichst grosse Lebensraumvielfalt angestrebt wird. Dadurch können aber die Dynamik und die Erneuerung des Lebensraums eingeschränkt werden.

Befindet sich ein Gewässer unterhalb der Diagonalen, so ist in einem ersten Schritt abzuklären, inwieweit das Gewässer revitalisiert werden kann (Diagramm 5-3, rechts). Dies beinhaltet in der Regel eine Aufweitung und Dynamisierung des Gewässers. Hier sind weniger Massnahmen zur Gestaltung des Niederwasserbereichs notwendig als ohne Aufwertung.

5-3 Das Diagramm links zeigt den Zusammenhang zwischen dem Natürlichkeitsgrad eines Niederwassergerinnes und der Menge der zu planenden Massnahmen. Bei natürlicher Morphologie sind keine Massnahmen, bei künstlichen Gewässern sind viele Massnahmen angezeigt. Blau markiert ist der Bereich mit verhältnismässigen Massnahmen. Das Diagramm rechts zeigt, inwiefern mit einer Gewässerrevitalisierung die Menge der erforderlichen Massnahmen im Niederwasserbereich reduziert werden kann. Durch die Revitalisierung werden die morphologische Vielfalt und Dynamik erhöht und der Gewässerzustand verschiebt sich von Punkt A zu Punkt B. a) beschreibt die vorhandenen Strukturelemente im Niederwasserbereich, b) die ohne Revitalisierung erforderlichen Massnahmen (viele) und c) die mit einer Revitalisierung noch erforderlichen Massnahmen (wenige).



5-4 Sohle durchsetzt mit Residualblöcken ohne erkennbaren Talweg. Sihl bei Finsterseebrugg, ZG/ZH.



5-5 Pendelndes Niederwassergerinne in Geschiebeablagerungen ohne ausgeprägte Tiefstellen. Necker Ampferboden, SG.



5-6 Leicht mäandrierendes Gewässer mit Furt-Kolk-Sequenzen und Totholz. Dorfbach Niederbüren, SG.



5-7 Stark pendelndes Gerinne mit Hindernissen, Tiefstellen und stark variablen Strömungsverhältnissen. Dorfbach Niederbüren, SG.

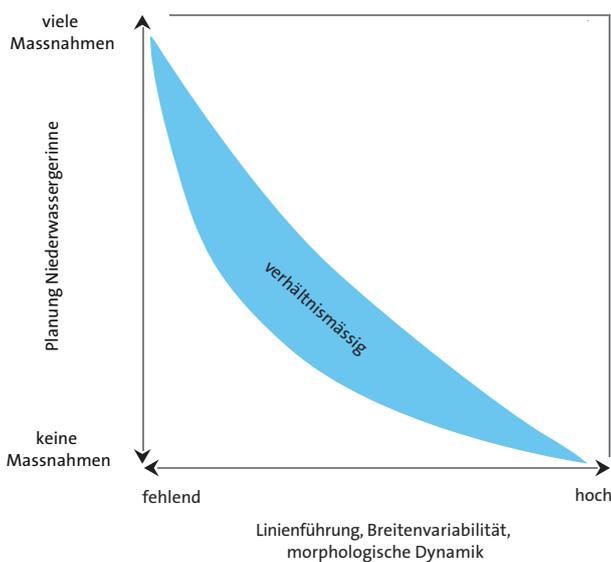
Einflussgrößen für Eigendynamik

Das Potenzial eines Gewässers, eigendynamisch einen vielfältigen Niederwasserbereich zu entwickeln, ist vorwiegend von folgenden Einflussgrößen abhängig (Diagramm 5-8):

- Pendelbreite und Mäanderamplitude: Hat ein Gewässer ausreichend Raum, um die ihm eigene **Linienführung** zu entwickeln, so bildet sich eine Abfolge von Tiefstellen aus, die durch einen pendelnden Talweg miteinander verbunden sind (Bild 5-1). Wird das Gewässer stark eingengt, so wird die Sohle eben und strukturlos.
- Eine grosse **Breitenvariabilität** führt zu einer strukturierten Sohle mit Furten, Schnellen, Tiefstellen,

Bänken, Querströmungen und entsprechend hoher Strömungs- und Habitatvielfalt. Im natürlichen Zustand wird die Breitenvariabilität durch Bewuchs, Totholz, Fels, Residualblöcke und Ähnliches gefördert. Fehlt die Breitenvariabilität, so sind Sohle und Ufer kaum strukturiert.

- Eine hohe morphologische **Dynamik** führt zu kontinuierlicher Umgestaltung und Erneuerung von Strukturen und Lebensraum. Sie fördert die Entwicklung von Tiefstellen und gewährleistet eine lockere und gut durchströmte Sohle. Diese Erneuerung des Lebensraums erfordert eine ausreichende Geschiebezufuhr.



Sind bei Gewässern diese Eigenschaften erfüllt, so bestehen optimale Bedingungen, damit sich ein vielfältiger Niederwasserbereich entwickeln kann. Bei beeinträchtigten Gewässern sind bevorzugt die limitierenden Einflussgrößen aufzuwerten. Fehlt aber beispielsweise ein ausreichender Gewässerraum zur Entwicklung eines pendelnden Gerinnes, so sind die dadurch entstehenden Defizite zu kompensieren, indem die anderen Einflussgrößen optimiert werden.

5-8 Zusammenhang zwischen Linienführung, Breitenvariabilität, morphologischer Dynamik und der Menge der zu planenden Massnahmen. Der blau markierte Bereich bezeichnet verhältnismässige Massnahmen.

Gewässergrösse

Die Gewässergrösse hat einen massgebenden Einfluss auf die Zweckmässigkeit und Durchführbarkeit von Massnahmen zum Anlegen eines Niederwasserbereichs. Wie die obigen Ausführungen zeigen, schießt die Formulierung «Anlegen eines Niederwassergerinnes» am eigentlichen Ziel vorbei. Vielmehr geht es darum, gezielt Massnahmen umzusetzen (punktuelle, linienförmige oder flächige), mit denen die gestellten Anforderungen und Ziele erreicht werden können.

Bei kleinen Gewässern kann durch Massnahmen im Ufer- und Sohlenbereich eine grosse Wirkung bezüglich Morphologie und Strömungsverhältnissen erzielt werden. Daher können selbst bei stark beeinträchtigten Gewässern durch ausreichend viele Massnahmen gute Verhältnisse erzielt werden.

Bei grossen Gewässern ist es fraglich, ob die Eingrenzung eines Niederwasserbereichs durch bauliche Massnahmen sinnvoll ist, weil dadurch die Gewässerdynamik und die Lebensräume im Uferbereich beeinträchtigt werden. Die Bilder 5-9 und 5-10 zeigen die Sihl bei Zürich mit und ohne seitliche Begrenzung. Mit der Eingrenzung kann zwar insgesamt eine grössere Wassertiefe gewährleistet werden, Pionierstandorte fehlen jedoch nahezu vollständig. Entlang der Ufer fehlt die Dynamik und die seitlich angrenzenden Flächen drohen zu verbuschen, wodurch der Hochwasserschutz beeinträchtigt, respektive ein intensiver Unterhalt nötig wird. Bei grossen Gewässern sind daher exponierte Querbauten (Buhnen, Raubäume, Residualblöcke) geeignet, um lokale Tiefstellen und damit gute Lebensräume bei Niederwasserabfluss zu schaffen.



← 5-9 Der Niederwasserbereich mit Furt-Kolk-Sequenzen wird seitlich durch Findlinge, Bollensteine und Grobschotter (jetzt bewachsen) eingegrenzt. Damit wird die Abflusstiefe bei Niederwasser erhöht, die Dynamik jedoch stark eingeschränkt. Zudem erfordern die mit Gras bewachsenen Bänke einen regelmässigen Unterhalt. Sihl, Zürich, Höcklerbrücke.

↓ 5-10 Aufgeweitetes Gerinne mit Bänken, variablen Strömungsverhältnissen und lockerem Substrat, aber eher wenig Tiefstellen. Sihl, Zürich, vor Eiswehr.





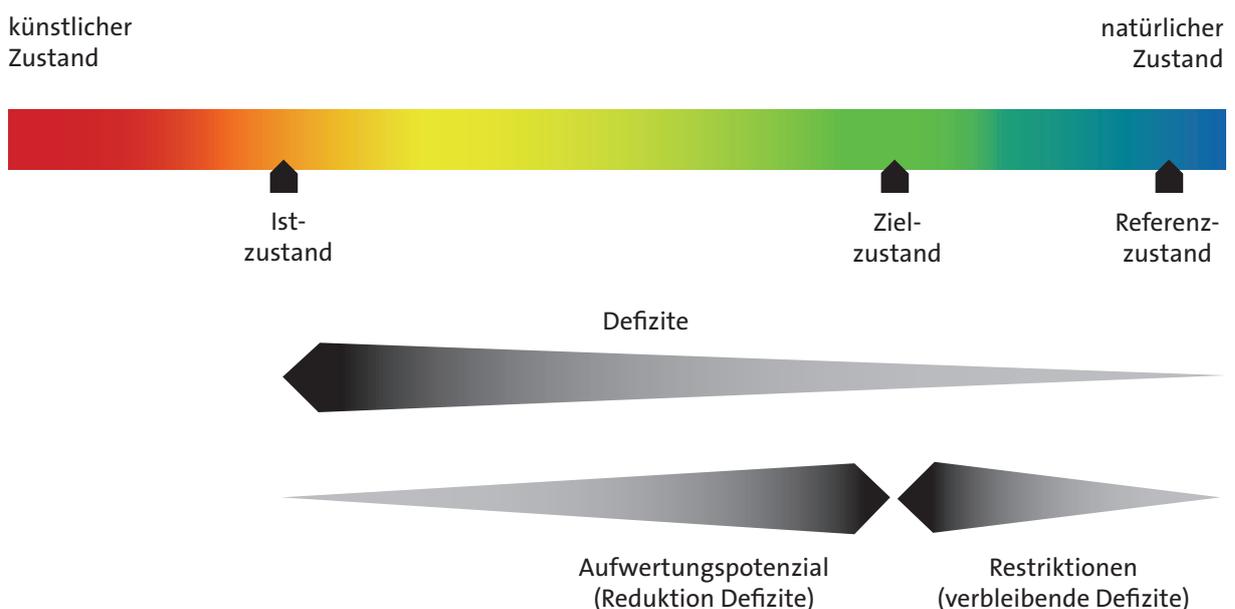
6 Systemanalyse

Die Systemanalyse befasst sich mit dem spezifischen Gewässer, das revitalisiert oder hochwassersicher ausgebaut wird. Ziel ist es, Hinweise und Rahmenbedingungen für die Projektierung, den Bau und die Pflege des Gewässers zu erarbeiten. Aus der Analyse des Gesamtsystems lassen sich die Möglichkeiten für die bauliche Gestaltung eines Niederwassergerinnes und das Ausmass der dafür zu treffenden Massnahmen ableiten.

Die Systemanalyse stützt sich auf die Erhebung des **Istzustandes** und ermittelt die Restriktionen, die im nahen Umfeld liegen und möglicherweise den aktuellen Zustand beeinflussen. Unabhängig vom Istzustand wird nach einem **Referenzzustand** gesucht, der idealerweise dem natürlichen Zustand entspricht. Ein Vergleich zwischen Referenz- und Istzustand zeigt die Defizite auf. Mit der **Defizitanalyse** wird geklärt, welche Mängel vorhanden sind und welches, mit dem Referenzzustand verglichen, die limitierenden Faktoren sind. Unter Berücksichtigung der Restriktionen und unter Ausschöpfung des möglichen Aufwertungspotenzials kann der **Zielzustand** des Gewässers definiert werden. Im Idealfall decken sich Referenz- und Zielzustand.

Zu beachten ist, dass ein Niederwassergerinne immer Teil des Gewässersystems ist. Beide stehen in Interaktion zueinander. Die Systemanalyse gilt dem Gesamtsystem sowie dem eigentlichen Niederwassergerinne. Eine Analyse des Niederwassergerinnes allein führt nicht zum Ziel, auch wenn die sich manifestierenden Probleme nur das Niederwassergerinne selbst betreffen. Auch in diesem Fall muss das gesamte Gewässersystem betrachtet werden, um die Anforderungen an das Niederwassergerinne zu ermitteln und die notwendigen Massnahmen abzuleiten (Kapitel 5).

6-1 Abhängigkeiten in der Systemanalyse: Istzustand und Zielzustand sind projektbezogen. Der Referenzzustand entspricht weitgehend dem natürlichen Zustand. Das mit verhältnismässigem Aufwand realisierbare Aufwertungspotenzial entspricht der Reduktion der Defizite. Aus den Konsequenzen nicht veränderbarer Restriktionen, aber auch irreversibler Landschaftsveränderungen, die dem Istzustand zugrunde liegen, resultieren die verbleibenden Defizite.



Methodik der Systemanalyse

Um die Rahmenbedingungen für den Ausbau des Gewässers und die Bauweise eines allenfalls notwendigen Niederwassergerinnes zu ermitteln, dienen Fragestellungen zu Örtlichkeit und Erscheinungsbild des Gewässers, zur Charakteristik sowie zu den Funktionen, die das untersuchte Gewässer zu erfüllen hat. Sie helfen den Beteiligten, sich mit dem Gewässer, dessen Eigenheit und Umfeld, der Geschichte der Entwicklung, den äusseren Einflüssen und den Restriktionen auseinanderzusetzen. Die Antworten auf die Fragestellungen, welche die einzelnen Fachdisziplinen zu ermitteln haben, geben letztlich auch darüber Aufschluss, inwiefern sich ein Niederwassergerinne eigendynamisch entwickelt und keiner baulichen Massnahmen bedarf oder welche Mittel und Massnahmen für die Gestaltung und die Erhaltung eines Niederwassergerinnes zielführend sind. Die Seiten 38 und 39 enthalten eine Checkliste mit möglichen Fragen.

Istzustand

Mit der Erhebung des Istzustandes wird der Zustand des Gewässers und des Niederwassergerinnes in der aktuellen Situation aus morphologischer, hydraulischer, ökologischer, naturräumlicher und sozioökonomischer Sicht ermittelt und beschrieben. Dazu dienen bestehende Unterlagen wie Inventare, historische Karten und raumplanerische Grundlagen, alte Projekte, Angaben zu Flora und Fauna, Fischfangstatistiken etc. Wichtig ist auch das Einholen von Werkleitungskatastern, Informationen über Drainagen und allfällige Rechte und Pflichten am Gewässer. Mit einer Begehung des Gewässerabschnitts werden die Unterlagen verifiziert und ergänzt. So entsteht ein umfassendes Bild über den Istzustand des Gewässers und des darin abfliessenden Niederwassers.

Referenzzustand

Der Referenzzustand liegt im Bereich des natürlichen Zustandes. Ein natürliches Gewässer weist als Gesamtsystem ein sich selbst bildendes und erneuerndes Niederwassergerinne auf. Der Referenzzustand wird in erster Linie am Gewässerlauf selbst gesucht, falls noch unbeeinflusste und mit dem Projektabschnitt vergleichbare Strecken bestehen. Das Herbeiziehen von historischen Grundlagen wie alten Landkarten oder früheren Korrektionsprojekten erlaubt ebenfalls

Rückschlüsse auf die Eigenheiten des ursprünglichen Gewässers. Fehlen unbeeinflusste Gewässerabschnitte am bestehenden Lauf oder historische Grundlagen zur ursprünglichen Linienführung, können Referenzgewässer mit vergleichbarer Charakteristik und aus ähnlichen Landschaftsräumen herangezogen werden. Eine weitere Annäherung an den Referenzzustand lässt sich rechnerisch auch über die Regimetheorie herleiten. Aus diesen Mosaiksteinen entsteht ein Referenzzustand als Idealbild davon, wie sich das Gewässer entwickeln könnte und was das System leisten sollte. Der Referenzzustand zeigt, wie das Niederwasser im Gerinne natürlicherweise abfliessen würde.

Defizitanalyse

Die Defizitanalyse vergleicht den Istzustand mit dem Referenzzustand. Beide Zustände sind bei Hochwasser- und Revitalisierungsprojekten selten deckungsgleich. Die Defizitanalyse zeigt die Mängel und Restriktionen am Gewässer als gesamtes auf sowie spezifische Mängel und Restriktionen für das Niederwassergerinne. Sie klärt, welche Defizite sich beheben lassen und welche Restriktionen unverrückbar bleiben. Auch divergierende Nutzungsinteressen beeinflussen die Möglichkeiten, Defizite zu verringern.

Bei der Defizitanalyse ist immer auch der kontextuelle Zusammenhang zwischen Niederwassergerinne und Gesamtsystem im Auge zu behalten. Können am Gesamtsystem nur Einzelteile verbessert werden, hat dies auf die Ausgestaltung des Niederwassergerinnes unter Umständen Auswirkungen, zum Beispiel auf den Geschiebetransport. Kann er nicht genügend reaktiviert werden, erneuert sich das Niederwassergerinne möglicherweise nicht selbst. Als Konsequenz sind bauliche Massnahmen notwendig.

Vorhaben, welche alleine eine Verbesserung des Niederwassergerinnes anstreben, sind eher die Ausnahme. Betroffen können künstliche Systeme sein, bei welchen der Hochwasserabfluss gewährleistet sein muss und eine umfassende Revitalisierung zum Beispiel aufgrund von Restriktionen nicht machbar ist. Doch auch hier lassen sich Verbesserungen für den Niederwasserabfluss oder für eine Längsvernetzung erzielen.

Die Möglichkeiten zur Reduktion der Defizite entsprechen dem Entwicklungspotenzial und den Massnahmen, die mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar sind. Restriktionen am Gewässer, die nicht mit vertretbarem Aufwand beseitigt werden können, beeinflussen die verbleibenden Defizite. Die Defizitanalyse und die Erwägungen zu verbleibenden und reduzierbaren Defiziten führen letztlich zur Definition des Zielzustands für das Niederwassergerinne.

Zielzustand

Der Zielzustand beschreibt die Eigenheiten und das Bild des Gewässersystems und des Niederwassergerinnes, welches unter Berücksichtigung des Handlungsspielraums und der verbleibenden Restriktionen aus der Defizitanalyse erreichbar ist.

Der Zielzustand ist somit Massstab für Projektierung, Bau, Unterhalt und Pflege eines Gewässersystems und des Niederwassergerinnes. Ob ein Gewässer in der freien Landschaft oder durch Siedlungsgebiet fliesst, spielt im Grundsatz keine Rolle. Vor allem im Mittelland ist der natürliche Zustand aufgrund von Restriktionen wie fehlendem Geschiebetransport oft nicht mehr realistisch. Im bebauten Gebiet sind die Restriktionen in der Regel zahlreicher, sodass Referenz- und Zielzustand häufig weiter auseinander liegen. Revitalisierungsprojekte gehen davon aus, dass der für ein natürliches Gewässer notwendige Raum beansprucht werden kann. Dies ist allerdings bei Wasserbauprojekten in unserer intensiv genutzten Landschaft und im sich verdichtenden Siedlungsgebiet nicht der Regelfall.

Zielzustand in der freien Landschaft

In einer Naturlandschaft oder einer vielfältigen Kulturlandschaft sind Gewässer und Landschaft im Einklang. Unter solchen Bedingungen bildet und erhält sich ein Niederwassergerinne ohne menschliches Zutun. Aber auch in der freien Landschaft sind die Entwicklungsmöglichkeiten zunehmend eingeschränkt. Dominiert die intensive landwirtschaftliche Nutzung, wird das Gewässer oft zum isolierten Element im Landschaftsgefüge. Charakteristik und Funktionen sind gegenüber dem Referenzzustand beeinflusst und

lassen sich nicht vollständig wiederherstellen. Das Initiieren beziehungsweise der Bau eines Niederwassergerinnes kann zum Thema werden.

Zielzustand im Siedlungsgebiet

Im sich verdichtenden Siedlungsgebiet sind die Entwicklungsmöglichkeiten erst recht eingeschränkt. Der zur Verfügung stehende Raum und die Zeit für eine freie Entwicklung sind nur selten vorhanden. Auch Restriktionen beeinflussen den Wasserlauf oft nachhaltig. Erscheinungsbild, Charakteristik und Funktionen des Gewässers sind häufig stark durch die Bedürfnisse der Nutzer und der Bewohner beeinflusst. Hier steht das respektvolle Nebeneinander der bestehenden baulichen Gegebenheiten, der Bedürfnisse der Menschen und des Gewässers im Vordergrund. Häufig stellen sich die lokalen Gegebenheiten gegen den Raum, der für das Gewässer und eine eigendynamische Entwicklung zur Verfügung stehen sollte. Bei eingeschränktem Raumangebot sind bauliche Massnahmen für ein strukturiertes Niederwassergerinne oft unumgänglich.



In der freien Landschaft

6-2 Istzustand Stark beeinträchtigt, mit Längs- und Querwerken verbautes Gewässer, ebene Sohle, ganze Gewässersohle benetzt. Reppisch bei Landikon, ZH.



6-3 Referenzzustand Frei mäandrierender, unbeeinflusster Wasserlauf mit Prall- und Gleitufeln, variierender Bestockung, ausgedehnten Hochstaudensäumen. Reppisch bei Husmatten. Stallikon, ZH.



6-4 Referenzzustand Vielfältiges, unbeeinflusstes Gewässer mit Anrissböschungen, Prall- und Gleithängen, variierender Bestockung, Furt-Kolk-Sequenzen, grosser Breiten- und Tiefenvariabilität, extensiver Nutzung des Gewässerumfeldes. Reppisch im Areal des Waffenplatzes. Birmensdorf, ZH.



6-5 Zielzustand Revitalisiertes und hochwassersicher ausgebautes Gewässer, Steilwand, Kiessohle mit unterschiedlichem Substrat, strukturierende und lenkende Einbauten mit Blöcken, Niederwassergerinne punktuell beeinflusst durch Strukturierungselemente. Der Zielzustand liegt nahe beim Referenzzustand, Fahrwege und Werkleitungen behindern eine vollständig freie Entwicklung. Revitalisierte Reppisch bei Landikon, ZH.



6-6 Zielzustand Revitalisiertes und hochwassersicher ausgebautes Gewässer, Furt-Kolk-Sequenzen mit unterschiedlicher Breiten- und Tiefenvariabilität. Zur Verfügung stehender Raum lässt auch Seitenerosion zu. Zielzustand liegt nahe bei Referenzzustand, Fahrwege behindern eine vollständig freie Entwicklung. Revitalisierte Reppisch im Areal des Waffenplatzes. Birmensdorf, ZH.

Im Siedlungsgebiet

6-7 Istzustand Kanalisierter und verbauter Bachlauf ohne Breiten- und Tiefenvariabilität, kein Hochstaudensaum. Hochwasserabfluss nicht gewährleistet. Restriktionen mit beidseitigen Abwasserleitungen, Bauten und öffentlichem Fussweg auf Privatgrund. Verbreiterung von Querschnitt und Sohle mit flachen Böschungen ist nicht realisierbar. Dorfbach Horw, LU.



6-8 Referenzzustand Gewässer ausserhalb des Siedlungsgebiets im Bereich der Mündung in den Vierwaldstättersee. Links grenzt ein Flachmoor an den Bach. Ein Teil des Bachs im Siedlungsgebiet dürfte auf einem ehemaligen Flachmoor und auf Schwemmland liegen. Dorfbach Horw, LU.



6-9 Referenzzustand Naturnaher Bachlauf mit dichter Uferbestockung als raumgliederndem Element zwischen den Bebauungen. Kiessohle mit Breiten- und Tiefenvariabilität, Fischunterstände unter den Baumwurzeln. Sure in Sursee, LU.



6-10 Zielzustand Aufweitung des Profils durch beidseitige Mauern, breite Gewässersohle. Breiter Querschnitt gewährleistet Hochwasserabfluss. Zielzustand liegt aufgrund der räumlichen Restriktionen weit entfernt von Referenzzustand. Zusätzliche Massnahmen für Gestaltung des Niederwassergerinnes in Form eines Hochstaudensaums sind notwendig. Haselbach in Knonau, ZH.



6-11 Zielzustand Hochwasserentlastungskanal unter dem Bachlauf, begrenzte Wassermenge im offenen Lauf. Mit Querhölzern stabilisierte Kiessohle auf Betondeckel. Zielzustand liegt aufgrund der räumlichen Restriktionen weit entfernt von Referenzzustand. Zusätzliche Massnahmen für die Gestaltung des Niederwassergerinnes in Form von Initialpflanzung eines Hochstaudensaumes und Sohlenmodellierung sind notwendig. Dorfbach Spreitenbach, AG.



Massnahmen

Mit der Festlegung des zur Verfügung stehenden Raums und aufbauend auf dem definierten Zielzustand, der Charakteristik und den Funktionen des Gewässers lassen sich die notwendigen Massnahmen für den Ausbau des Gewässers und, falls notwendig, der Bau eines Niederwassergerinnes ableiten (Kapitel 7). Ist die bauliche Initiierung eines Niederwassergerinnes notwendig, ist es als wichtiger Teil der Querschnittgestaltung von Anfang an in die Planung einzubeziehen.

Die zu erfüllenden Funktionen und die Charakteristik des Gewässers und des Niederwassergerinnes stehen weitgehend in Abhängigkeit zueinander. Dies ist bei der Wahl der Projektierungselemente, bei der Materialisierung von baulichen Elementen und beim Bau zu beachten. So muss die Ausgestaltung des Gewässerquerschnitts die Anforderungen an die aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräume, an die Längs- und Quervernetzung, an die sozioökonomischen Kriterien sowie an die hydraulischen Anforderungen miteinbeziehen.

Die Charakteristik des Gewässers beeinflusst die Projektierungselemente und die Bauweise des Gewässers. Mäanderlängen und Amplitude, Gerinnebreite, Sohlenbreite, Sohlensubstrat und Gefällsverhältnisse sind wichtige Parameter, aus denen sich typische Querprofile, Längs- und Querwerke, Lenkungs- und Belebungselemente bis zu Bepflanzung und Begrünung ableiten lassen. Örtlichkeit und Geologie geben dabei interessante Hinweise auf die einzusetzenden Materialien (beispielsweise die Art des Steinmaterials, ingenieurbioökologische Bauweisen etc.).

Durchfließt das auszubauende oder zu revitalisierende Gewässer einen Landschaftsraum oder ein Siedlungsgebiet, stellt sich aus gestalterischer Sicht auch die Frage, wie der Wasserlauf ein attraktiver Bestandteil des örtlichen Erscheinungsbildes wird. Integriert er sich oder kontrastiert er? Wo und in welcher Ausformulierung werden Erholungsanlagen angelegt unter Berücksichtigung der angestrebten Charakteristik und der zu erfüllenden Funktionen? Diese Parameter haben allerdings keinen direkten Einfluss auf die Notwendigkeit der baulichen Anlage eines Niederwassergerinnes und dessen Ausgestaltung. Sie können jedoch die Wahl der baulichen Elemente beeinflussen und Hinweise auf künftige Pflege- und Unterhaltmassnahmen geben (Kapitel 8).

CHECKLISTE SYSTEMANALYSE

ISTZUSTAND

Örtlichkeit und Erscheinungsbild: Wo befinden wir uns?

- Befindet sich das Gewässer in der freien Landschaft oder durchfließt es Siedlungsgebiet?
- Handelt es sich bei der Landschaft um eine Natur- oder eine Kulturlandschaft? Durchfließt das Gewässer Wald, Kulturland, Moorgebiet, ungenutztes Land?
- Durchfließt das Gewässer einen historischen Ortskern, dicht oder locker bebautes Siedlungsgebiet? Ist das Siedlungsgebiet städtisch oder dörflich geprägt?
- Ist das Gewässer bestockt oder dominiert ein Hochstaudenbewuchs?
- Beeinflusst ein hochwassersicherer Ausbau oder eine Revitalisierung das örtliche Erscheinungsbild des Gewässers?

Charakteristik: Wie ist das Gewässer zu charakterisieren?

- Wie ist die aktuelle Morphologie des Gewässers?
- Sind die Ufer verbaut oder natürlich?
- Was für ein Längsgefälle weist das Gewässer auf? Ist die Sohle stabilisiert?
- Kann sich das Gewässer dynamisch entwickeln oder wurde das Gewässer korrigiert?
- Wie ist die Strukturvielfalt im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Raum zu beschreiben? Ist sie aktuell typisch oder ist sie eingeschränkt?
- Wie viel Raum kann das Gewässer beanspruchen?
- Wie ist die Charakteristik des Einzugsgebiets? Ist die Wasserführung eingeschränkt? Ist sie stark schwankend, trocknet das Gewässer bei trockener Witterung aus? Wie sind die massgeblichen Abflüsse bei Nieder- und Hochwasser definiert?
- Ist die Geschiebeführung intakt? Wie gross sind die Fraktionen, die transportiert werden?
- Welche Charakteristik weist das Niederwassergerinne auf? Gibt es einen Niederwasserabflussbereich? Ist das Niederwassergerinne selbstbildend und selbsterhaltend?

Funktionen: Was für Funktionen (ökologisch, sozioökonomisch, Hochwasserschutz) erfüllt das Gewässer?

- Welchen Tier- und Pflanzenarten beziehungsweise Artengruppen bietet das Gewässer Lebensraum? Sind diese Lebensgemeinschaften selten oder verbreitet? Sind sie für das Gewässer typisch?
- Bietet das Gewässer Fischen Lebensraum? Welches sind die Leitarten?
- Für welche Tierarten ist die Längsvernetzung (aquatisch, amphibisch, terrestrisch) gewährleistet? Sind Arten der Roten Liste vertreten?
- Ist eine Quervernetzung gegeben? Für welche Tierarten ist sie gegeben?
- Wird das Gewässer durch Erholungssuchende genutzt? Verlaufen Wegverbindungen (Fahrweg, Radweg, Reitweg) entlang des Gewässers? Bestehen Erholungseinrichtungen und Zugangsmöglichkeiten für Menschen zum Wasser?
- Besteht ein Hochwasserschutzdefizit? Wie viel Wasser muss durch das Gerinne abfließen?
- Bestehen Restriktionen wie Bauten, Anlagen, Infrastrukturen im Gerinnequerschnitt des Gewässers?

REFERENZZUSTAND

- Gibt es Unterlagen, welche einen natürlichen Zustand an diesem Ort dokumentieren?
- Wurden grossräumige, irreversible Landschaftsveränderungen durch den Menschen verursacht (z.B. Gewässerverlegungen), sodass der ursprüngliche, natürliche Zustand nicht mehr erreichbar ist?
- Liegt oberhalb oder unterhalb des Projektgebiets ein Abschnitt, der noch natürlich ist?
- Wie zeigt sich ein Referenzgewässer anderswo und mit vergleichbarer Funktion und Charakteristik?
- Welche Charakteristik weist das Niederwassergerinne im Referenzgewässer auf?

DEFIZITANALYSE

- Entspricht der Istzustand dem Referenzzustand hinsichtlich Örtlichkeit, Erscheinungsbild, Charakteristik und Funktionen?
- Wie weit lassen sich die ermittelten Defizite beheben?
- Welche Restriktionen sind gegeben, die sich nicht verändern lassen?
- Wie ist das Entwicklungspotenzial zu charakterisieren?
- Ist der Referenzzustand erreichbar aufgrund der aktuellen Örtlichkeiten, der Charakteristik, der zu erfüllenden Funktionen und der festgestellten Restriktionen?
- Welche Defizite bestehen spezifisch im Bereich Niederwassergerinne?

ZIELZUSTAND

- Wie lässt sich der Zielzustand des Gewässers als System, respektive wie lässt sich der Zielzustand des Niederwassergerinnes in Abhängigkeit zu den Resultaten aus der Defizitanalyse definieren?
- Wie ist das Erscheinungsbild unter den aktuellen und sich verändernden Örtlichkeiten zu definieren und zu entwickeln?
- In welche Richtung muss das Gewässer und sein Niederwassergerinne verändert werden, damit die Lebensraumansprüche der Leit- oder Zielarten erfüllt werden können?
- Wie können die Bedürfnisse der verschiedenen Nutzer an das Gewässer erfüllt werden?
- Ab wann führt zu viel Dynamik zu einem Schaden?
- Wieviel Unterhalt benötigt das Niederwassergerinne?



7 Projektierung und Bau

Anforderungen und Ablauf

Das Ziel für Niederwassergerinne in beeinträchtigten Gewässerabschnitten besteht darin, der gewässertypischen Fauna und Flora einen geeigneten Lebensraum zu bieten und die Längsvernetzung zu ermöglichen (Kapitel 4). Grundlage für die Massnahmenplanung sind dabei die im Einzelfall zu definierenden Anforderungen an den Niederwasserbereich. Sie geben vor, welche Ziele in welchem Planungshorizont zu erreichen respektive zu gewährleisten sind. Es sind Anforderungen aus ökologischer und baulicher Sicht herzuleiten.

Ökologische Anforderungen (Kapitel 3) ergeben sich aus den Leitarten und können definiert werden über

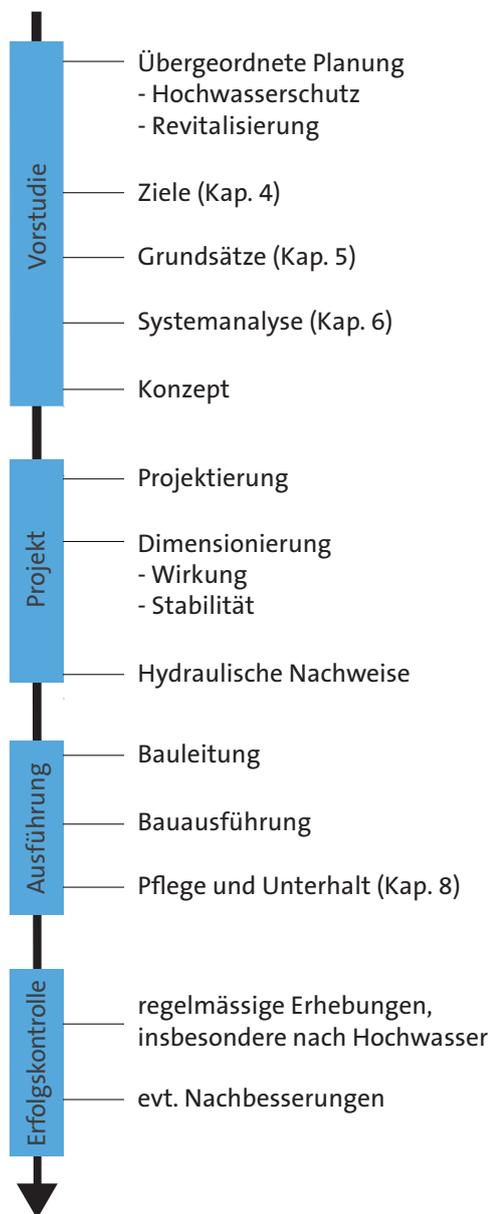
- die Wassertiefe und deren Variabilität bei einem bestimmten Niederwasserabfluss (z.B. Q_{347});
- die Strömungsverhältnisse beziehungsweise die Fließgeschwindigkeit und deren Variabilität bei einem bestimmten Niederwasserabfluss (z.B. Q_{347});
- die Berücksichtigung konkreter Habitate (z.B. Fischunterstände und -rückzugsgebiete);
- die Zusammensetzung und Beschaffenheit des Substrats.

Bauliche Anforderungen betreffen

- die Dimensionierung, die Stabilität und die Lebensdauer von Einbauten;
- die Wirkung von Einbauten in Raum und Zeit bei gewässertypischen Randbedingungen (Abfluss- und Feststoffdynamik);
- die Materialwahl (biologisch, abiotisch, kombinierte Bauweisen);
- gestalterische Aspekte, insbesondere im Siedlungsgebiet.

Die Projektierung des Niederwassergerinnes sollte von Beginn weg in der Ablaufplanung berücksichtigt werden. Der Ablauf von der Planung bis zum realisierten Bauwerk ist in Grafik 7-1 dargestellt. Er gliedert sich in die Schritte Vorstudie, Projekt, Ausführung und Erfolgskontrolle.

7-1 Ablaufschema der Planung und Realisierung von Niederwassergerinnen.



Vorstudie

Vor der Massnahmenplanung empfiehlt es sich, ein Konzept des Niederwasserbereichs zu entwerfen. Dieses berücksichtigt folgende allgemeine und orts-spezifische Faktoren:

Übergeordnete Planung

Die Planung eines Niederwassergerinnes steht in der Regel im Zusammenhang mit einem übergeordneten Projekt (Hochwasserschutz, Revitalisierung). Die Planung erfolgt von aussen nach innen, wobei die Revitalisierung den zur Verfügung stehenden Raum und die Linienführung definiert, während der Hochwasserschutz die Grenzen definiert. Die Planung des Niederwassergerinnes hat sich diesen Gegebenheiten unterzuordnen.

Ziele (Kapitel 4)

Auf Basis der ökologischen Randbedingungen und der spezifischen Restriktionen werden objektbezogene Ziele für den Niederwasserbereich formuliert.

Grundsätze (Kapitel 5)

Die Devise lautet «So viele Massnahmen wie nötig, so wenige wie möglich».

Systemanalyse (Kapitel 6)

Die Systemanalyse umfasst die Situationsanalyse, die Herleitung eines Referenzzustandes, die Defizitanalyse und die Formulierung eines Zielzustandes. Sie basiert auf den gewässerspezifischen und räumlichen Gegebenheiten (natürliche Morphologie, vorhandener Raum, Zielarten etc.).

Konzept

Als Grundlage für die Projektierung können konzeptionelle Vorgaben (Leitlinien) ausgearbeitet werden, die sich auf die definierten Ziele beziehen. Diese betreffen

- die optimale Linienführung des Niederwasserbereichs;
- die anzustrebende Breiten- und Tiefenvariabilität;
- zusätzliche Strukturierungsmassnahmen an Ufern und Sohle;
- die Gewässerdynamik im Niederwasserbereich.

Linienführung

Die übergeordnete Linienführung bestimmt die Ausprägung des Talwegs und die Entwicklung von Tiefstellen (Kolken). Ein mäandrierendes, pendelndes oder verzweigtes Gewässer zeigt in jedem Fall grosse Vorteile gegenüber einem gestreckten Gewässer. Ist das Gewässer gestreckt, so ist nach Möglichkeit innerhalb der Uferlinien ein pendelndes Niederwassergerinne anzulegen. Dazu können flächige, linienförmige oder punktuelle Bauelemente eingesetzt werden. Naturnahe Massnahmen sind zu bevorzugen. Flächige Elemente betreffen beispielsweise das Schütten von Grobschotter, linienförmige Elemente Faschinen und punktuelle Elemente Buhnen.

Breitenvariabilität

Breitenvariabilität impliziert Tiefenvariabilität, denn sie führt zu Tiefstellen, Flachwasserzonen, Furten, entsprechend auch zu schnell und langsam fliessenden Bereichen. Bei Massnahmen zur Förderung der Breitenvariabilität geht es vor allem darum, Hindernisse, Engstellen und dazwischen Buchten mit Flachwasserzonen anzulegen. Dazu sind vor allem punktuelle Bauelemente wie Buhnen aller Art, Wurzelstöcke, Raubäume oder Ähnliches geeignet. Diese führen neben der Uferstrukturierung auch zu dynamischen Prozessen im Sohlenbereich.

Dynamik

Die morphologische Dynamik gewährleistet die wiederkehrende Erneuerung des Lebensraums, insbesondere des Substrats, aber auch der Pionierstandorte. Damit im Niederwasserbereich eine morphologische Dynamik stattfinden kann, müssen drei Voraussetzungen erfüllt sein:

- Abflussdynamik: Es braucht Hochwasser, die zur Umgestaltung (Erosion) von Ufer- und Sohlenbereichen führen.
- Es braucht eine gewisse Feststoffzufuhr, die dominant das Geschiebe (Kies, Steine), aber auch Totholz und Schwebstoffe betrifft. Dadurch wird erodiertes Material ersetzt, und es bilden sich lockere Ablagerungen.
- Es braucht unbefestigte und ausreichend exponierte Sohlen- und Uferbereiche.

Projekt

Bei der Projektierung sind die konzeptionellen Vorgaben in konkrete Massnahmen umzusetzen. Diese sind bezüglich Wirkung und Stabilität so zu planen, dass die definierten Ziele erfüllt werden können. Für die geplanten Massnahmen sind die hydraulischen Nachweise zu erbringen (zum Beispiel Abflusstiefe und Fließgeschwindigkeit bei Niederwasserabfluss).

Bei der Projektierung sind vor allem die Linienführung, die Breitenvariabilität und die Dynamik zu berücksichtigen (vergleiche Kasten links und Kapitel 5). Von entscheidender Bedeutung sind zudem die Grösse des Gewässers, die Geschiebeführung sowie gestalterische Aspekte respektive die Integration in den Gesamtkontext des Raums.

7-2 Punkt-, linienförmige und flächige Bauelemente mit Eignung. BV: Breitenvariabilität; LF: Linienführung; SoSt: Sohlenstrukturierung; SoSi: Sohlensicherung; USt: Ufersicherung und -strukturierung. Die Liste ist nicht abschliessend.

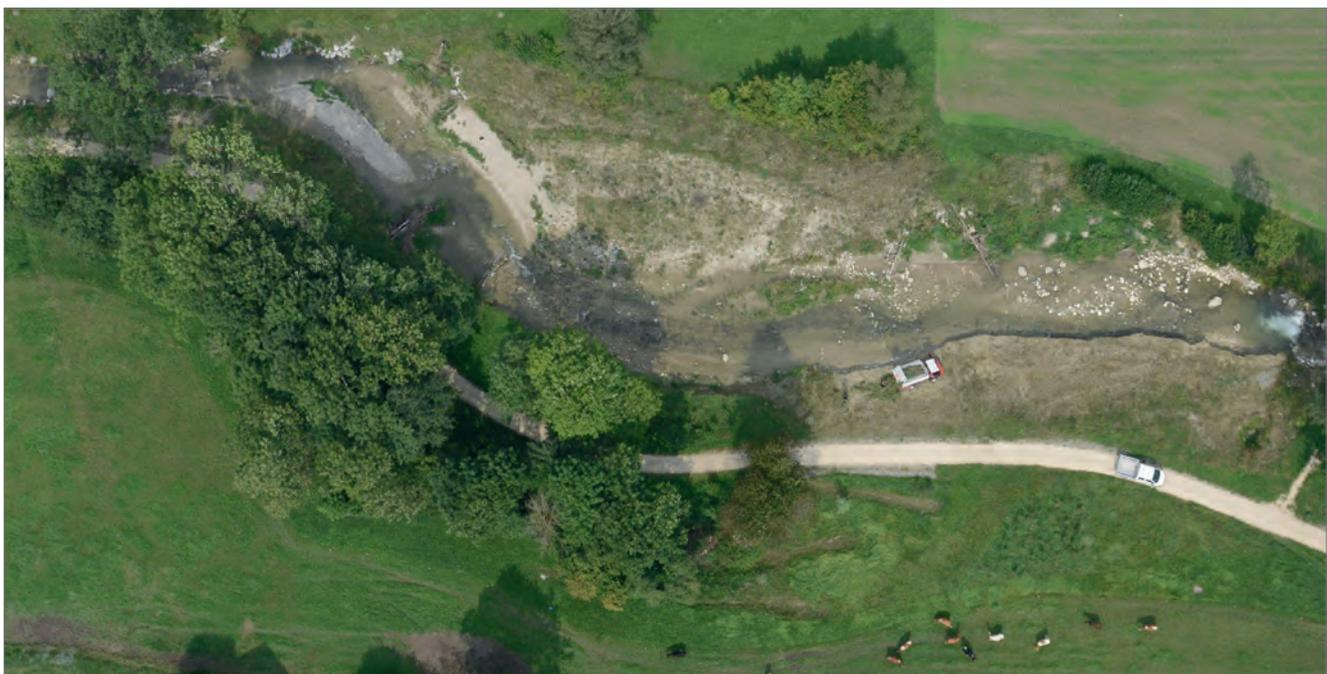
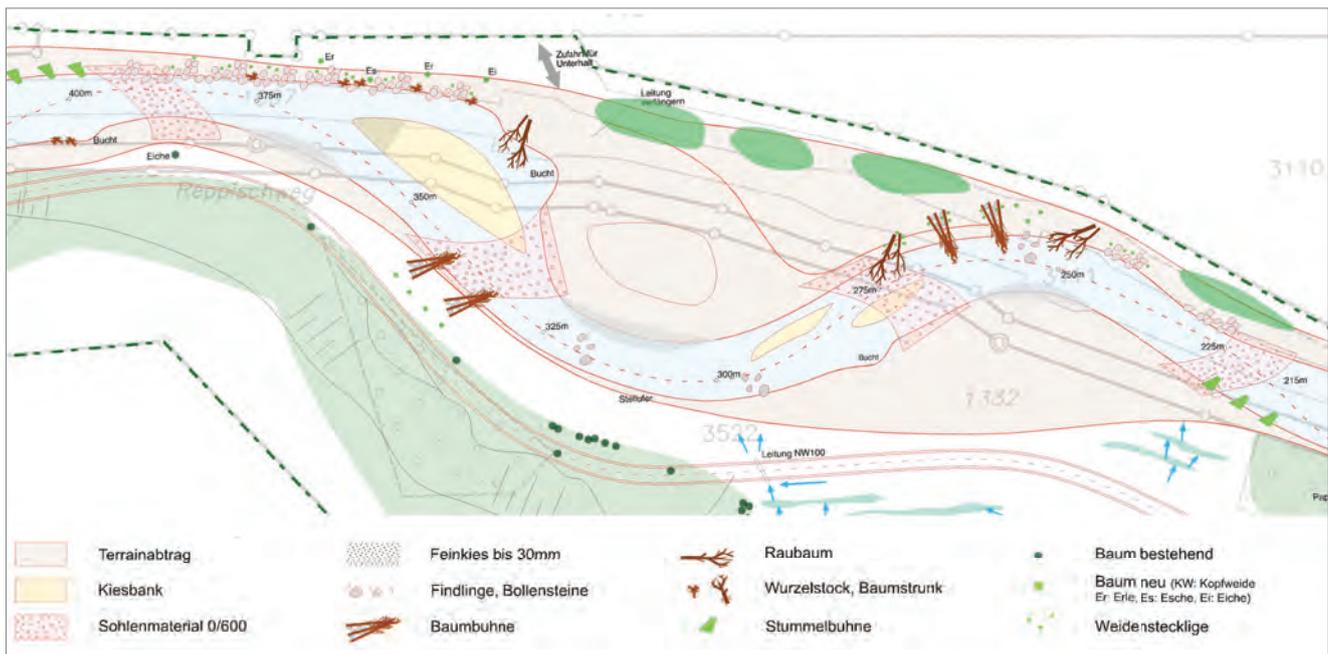
In Tabelle 7-2 sind verschiedene punktuelle, linienförmige und flächige Bauelemente aufgeführt. Die Bilder 7-3 und 7-4 zeigen einen Planausschnitt mit Massnahmen sowie ein Luftbild nach der Bauausführung, die Bilder 7-5 bis 7-17 realisierte Bauelemente. Deren Eignung zur Optimierung des Niederwasserabflussbereichs ist im Einzelfall zu klären und mit erforderlichen Massnahmen zur Ufer- und Sohlensicherung beziehungsweise zum Hochwasserschutz zu kombinieren.

Grundsätzlich sind punktuelle Massnahmen linienförmigen vorzuziehen, weil dank ersteren ein längerer Uferabschnitt unverbaut bleibt. Flächige Massnahmen sind geeignet in gestreckten Gewässern mit geringer Dynamik. Sie können aber auch die Grundlage für eine gute Ausgangssituation schaffen (Bankschüttung entlang Gleithang). Bestehende Elemente wie Bäume, Baumgruppen, Felsaufschlüsse oder Residualblöcke sind soweit wie möglich in die Planung einzubeziehen. Alle Massnahmen sind im Detailprojekt zu planen und entsprechend in den Bauplänen in Situation und Schnitten darzustellen. Mit hydraulischen Berechnungen (Staukurve empfohlen) sind die erforderlichen Nachweise bezüglich Abflusstiefe und Fließgeschwindigkeit zu erbringen.

Form	Bauelement	Eignung für
Punkt	Buhne (Blockbuhne, Weiden- oder Stummelbuhnen, Dreiecksbuhne, weitere) Raubaum Wurzelstock Residualblock Blockgruppen Belebungsblock, Störstein Halbschwelle (z.B. sichelförmig, inklinant, abtauchend) Schwelle mit Niederwasserbereich Bestockung Hochstaudensoden	BV, LF BV BV BV, SoSt BV SoSt BV, SoSt SoSi BV BV, LF
Linie	Blockverbau (rau, mit vorspringenden Blöcken und Unterständen im Niederwasserbereich) Faschine Rampen mit Niederwasserbereich Hochstaudensoden	LF, USt LF, USt SoSi BV, LF
Fläche	Bankschüttung Modellierung von Furt-Kolk-Sequenzen Hochstaudensoden	LF, BV LF, BV LF, BV

↓ 7-3 Planausschnitt der Revitalisierung Reppisch Schliffer ZH, mit Stummelbuhnen, Blockgruppen, Raubäumen, Baumbuhnen, Wurzelstöcken, Kieschüttungen, Weidenstecklingen und strukturiertem Blocksatz. Die Sohle ist lokal mit Grobschotter gegen Erosion gesichert.

↓↓ 7-4 Ortsidentisches Luftbild vom 4.9.2012. Die Revitalisierung wurde im Herbst 2010 beendet. Die morphologischen Veränderungen sind zum Teil markant.





- ↖ 7-5 Blockbuhnen befestigen das Ufer und führen zu Tiefstellen. Wyna Gontenschwil, AG.
- ↑ 7-6 Baumbuhnen führen zu Strömungskonzentration, Tiefstellen und Ruhigwasserzonen. Reppisch Schliffer, ZH.
- ← 7-7 Fischunterstand am Bühnenkopf. Reppisch Birmensdorf, ZH.
- ↓ 7-8 Stummelbuhnen, Belebungsblock und Wurzelstöcke. Wyna Gontenschwil, AG.





- ↶ 7-9 Eingewachsener Wurzelstock mit Fischunterstand. Wyna Gränichen, AG.
- ↑ 7-10 Aufgelöste Blockrampe mit hoher Rauigkeit führt zu grosser Abflusstiefe. Wyna Gränichen, AG.
- ← 7-11 Hochstauden oder Grassoden können an frisch revitalisierten Gewässern als Erosionsschutz oder als Initialpflanzung verwendet werden. Furtbach Otelfingen, ZH.



- ← 7-12 Halbschwelle führt zu Strömungsvielfalt, strukturierter Sohle mit Tiefstelle und Unterständen. Reppisch Birmensdorf, ZH.
- ↓ 7-13 Bankschüttung führt als Ausgangszustand in einem Gewässer mit geringer Geschiebeführung zu Abflusskonzentration in Aufweitung. Zusätzliche Strukturelemente sind Bambuhne und Findlinge. Blick flussaufwärts. Reppisch Schliffer, ZH.





↑ 7-14 Residualblock verhindert Geschiebeablagerungen und führt zu Ruhigwasserzone. Necker Achsäge, SG.

→ 7-15 Rauer Blocksatz mit vorspringenden Blöcken im Sohlenbereich führt zu Strömungskonzentration, Hinterwassern und Unterständen. Blick flussaufwärts. Surb Lengnau, AG.



↓ 7-16 Faschine auf Blöcken führt zu Strömungskonzentration und Fischunterständen. Schlossbach Kriens, LU.

↘ 7-17 Konventionelle Blockrampe mit leichtem Talweg und Störblöcken. Wyna Gränichen, AG.



In Tabelle 7-18 sind die Ziele und Leitlinien für Gewässer mit unterschiedlichen Defiziten im Niederwasserbereich definiert sowie mögliche Bauelemente aufgeführt. Die Liste soll zeigen, mit welchen Defiziten zu rechnen ist und mit welchen Massnahmen diese behoben werden können. Die Liste ist nicht abschliessend. Alle Massnahmen zur Optimierung des Niederwasserbereichs sind im Zusammenhang mit den erforderlichen Hochwasserschutzmassnahmen im Sohlen- und Uferbereich zu planen.

Die Gestaltung der Bauelemente betrifft deren Aufbau, Form, Zusammensetzung und Material. Grundsätzlich haben Massnahmen am Gewässer naturnah zu erfolgen. Das heisst, dass gewässertypische Elemente und Materialien soweit wie möglich verwendet werden sollen. In überbauten Gebieten können aber auch stärker gestaltende Massnahmen zum Zug kommen, die sich in das Ortsbild einpassen, gleichzeitig auch die Anforderungen an den Lebensraum und die Erholungsnutzung erfüllen.

Ausführung

Vor dem Bau muss geklärt werden, ob wichtige (Klein-) Biotope durch den Bau zerstört werden. Bei Bedarf sind Massnahmen zu deren Schutz oder Ersatz vorzunehmen. In jedem Fall sind aber die betroffenen Bauabschnitte sorgfältig abzufischen.

Bei der Realisierung ist zu gewährleisten, dass die Massnahmen nach Plan und nachhaltig ausgeführt werden. Dabei bedeutet nachhaltig, dass ihre Wirkung für die vorgesehene Dauer aufrecht erhalten bleibt und deren Funktion nicht anderweitig, zum Beispiel durch Einkieseln, beeinträchtigt wird. Dabei ist insbesondere folgenden baulichen Aspekten Rechnung zu tragen:

- Ausreichendes Einbinden in das Ufer zum Vermeiden von Hinterspülungen (zum Beispiel bei Buhnen)
- Ausreichende Foundationstiefe von festen Bauwerken oder flexible Bauweise
- Berücksichtigung von Filterschichten zum Verhindern von Auswaschungen
- Ausreichende Einbauhöhe, sodass Ziele erreicht werden (zum Beispiel Umlenkung von Buhnen, Fischunterstände)

- Einbaurichtung bei Buhnen und Halbschwellen zur optimalen Strömungslenkung
- Zusammensetzung von körnigem Material (Blockgrössen, Grobschotter, Kiesschüttungen)
- Materialwahl insbesondere bei ingenieurbioologischen Bauweisen (Totholz, Ausschlagfähigkeit und Dauerhaftigkeit)

Es empfiehlt sich, im Rahmen der Ausführung Musterstrecken zu erstellen, sodass durch Experten Korrekturen angebracht werden können.

Wichtig ist der laufende Einbezug der Unterhaltszuständigen. Werden ihnen die Projektideen nicht vermittelt, sind viele gut gemeinte Überlegungen und Einbauten umsonst.

Erfolgskontrolle

Im Rahmen der Erfolgskontrolle sind die ausgeführten Massnahmen auf ihre Wirkung und Nachhaltigkeit zu überprüfen. Die Erfolgskontrolle sollte auch den Zustand nach bedeutenden Hochwasserereignissen erfassen. Bei Bedarf sind bauliche Nachbesserungen vorzunehmen (Kapitel 9).

Mit der Erfolgskontrolle soll auch die ökologische Entwicklung der Gewässerabschnitte verfolgt und mit einer Referenzstrecke verglichen werden. Insbesondere ist dabei der Fischbestand nach Arten und Populationsstruktur zu überprüfen.

7-18 Ziele, Leitlinien und mögliche Bauelemente für Gewässer mit unterschiedlichen Defiziten.

Zustand	Defizite	Ziele	Konzept, Leitlinien	Massnahmen / Bauelemente
natürlich (mäandrierend, verzweigt, gewunden bis gestreckt)	Keine	Erhalten	Eigendynamische Entwicklung	Keine
	Tiefstellen ungenügend	Tiefstellen fördern oder anlegen	Lokale strömungslenkende Massnahmen im Ufer- und Sohlenbereich (Breitenvariabilität)	Buhnen, Blockgruppen, Belebungsblöcke (Störblöcke), Raubäume, sichelförmige Halbschwellen etc. Modellierung von Furt-Kolk-Sequenzen
	Fehlende Flach- und Stillwasserzonen	Flachwasserzonen fördern oder anlegen	Gestaltungsmassnahmen im Ufer- und Sohlenbereich. Breitenvariabilität fördern	Ufer abflachen, Buchten und Hinterwasser anlegen Furt-Kolk-Sequenzen anlegen Buhnen und dgl. erstellen
	Unterstände und Rückzugsgebiete ungenügend	Unterstände und Rückzugsgebiete fördern oder anlegen	Lokale strömungslenkende Massnahmen im Uferbereich. Auch in Kombination mit Ufersicherung	Buchten und Hinterwasser anlegen Einbringen von Totholz (Raubäume, Wurzelstöcke) Geeigneten Bewuchs fördern (z.B. Eschen), Pflanzsoden, Faschinen mit Unterständen Diverse Buhnenarten, Blockgruppen mit Zwischenräumen
	Beeinträchtigte Geschiebeführung	Bankbildung fördern	Sanierung Geschiebehalt	Bauliche oder betriebliche Massnahmen an Anlagen, Kieszugaben etc.
	Ebene Sohle mit stabiler Deckschicht Monotone Strömung	Sohle diversifizieren Tiefstellen und Flachwasserzonen fördern oder anlegen	Strukturierungsmassnahmen im Sohlen- und Uferbereich Hindernisse einbauen, welche zu lokalen Erosionen führen	Niederwassergerinne mit geeigneter Kornmischung modellieren. Grundsätze Morphologie (Wellenlängen, Strömungsverhältnisse etc.) berücksichtigen Aushub von Tiefstellen an morphologisch geeigneten Stellen Buhnen, Raubäume, Residualblöcke etc. einbauen
	Geringe Abflusstiefe bei Schwellen und Rampen	Abflusskonzentration	Niederwasserbereich anlegen	Krümmung, Wölbung oder Gliederung der Schwellenkronen Bei Rampen Niederwasserbereich anlegen und Belebungsblöcke (Störsteine) einbauen
künstlich (gestreckt, eingeengt, Ufer durchgehend hart verbaut)	Fehlende Tiefstellen Fehlende Unterstände Fehlende Rückzugsgebiete Monotone Strömung	Vielfältiges Niederwassergerinne anlegen	Bau eines Niederwassergerinnes innerhalb der Gewässersohle mit angepassten Methoden und Materialien	Pendelnde Linienführung, diverse Buhnenarten, Raubäume, Blockgruppen, ingenieurbioologische Massnahmen, Pflanzsoden, etc.



8 Pflege und Unterhalt

Zweck von Pflege und Unterhalt in Gewässersystemen

Pflege und Unterhalt in Gewässersystemen verfolgen grundsätzlich und unabhängig vom Niederwassergerinne die folgenden drei Hauptziele:

- Sicherstellung der Hochwassersicherheit
- Förderung der ökologischen Vielfalt und Funktionsfähigkeit (terrestrische, amphibische und aquatische Vernetzung)
- Gewährleistung der Erholungsnutzung

Diese Ziele können durch eine Vielzahl von Massnahmen erreicht werden:

- Mähen von Böschungen und Hochstaudensäumen
- Pflege von Gehölzen
- Entfernen von Problempflanzen (z.B. Neophyten)
- Entfernen von Schwemmholzansammlungen (z.B. Verklausungen von Brücken)
- Sanierung von Verbauungen (z.B. Schwellen, Buhnen)
- Instandsetzen von Erosionsstellen bei unverhältnismässiger Seiten- oder Sohlenerosion
- Entfernung von Aufladungen, Leerung von Geschiebesammlern
- Abfallentsorgung

Unterhalts- und Pflegemassnahmen werden unter Berücksichtigung von spezifisch auf das jeweilige Gewässersystem abgestimmten Schutz- und Förderungszielen festgelegt. Grundsätzlich erfolgen Eingriffe nur wo notwendig und wenn, dann zielgerichtet und so schonend wie möglich. Nur ein Teil der oben aufgeführten Massnahmen betrifft allerdings das Niederwassergerinne selbst. Unterhalts- und Pflegemassnahmen am Niederwassergerinne sind aber immer auch mit dem Blick auf das gesamte Gewässersystem zu tätigen.

Unterscheidung zwischen Pflege und Unterhalt

Unter Pflege werden Tätigkeiten verstanden, welche bestehende Werte erhalten oder durch gezielte Eingriffe in einen gewünschten Zielzustand überführen. Die Pflege

bezieht sich somit auf dynamische und vorwiegend biotische Aspekte. Sie geht auf Veränderungen und Entwicklungen des Gewässersystems ein. Beispielsweise können durch gezielte Pflegeeingriffe spezifische Lebensraumtypen oder einzelne Ziel- und Leitarten erhalten und gefördert werden.

Als Unterhalt wird die Erhaltung von Bauten und Anlagen bezeichnet, sodass ihre Funktionsfähigkeit gewährleistet ist. Der Unterhalt bezieht sich auf statische und im Wesentlichen abiotische Aspekte. Die Massnahmen sind auf die Erhaltung des Systems oder von Teilen davon ausgerichtet. Bauliche Anlagen im Gewässerraum wie Ufermauern, Rampen, Buhnen oder Schwellen erfahren in der Regel keine Veränderungen.

Pflege von Niederwassergerinnen in natürlichen oder naturnahen Fließgewässersystemen

In natürlichen Fließgewässersystemen bildet sich ein Niederwassergerinne aufgrund eigendynamischer Fließprozesse von selbst aus und verändert sich durch Laufverlagerungen ständig (Kapitel 3 und 5). Hier sind keine Pflege- oder Unterhaltsarbeiten am Niederwassergerinne notwendig.

8-1 Ein natürlich gewachsenes Niederwassergerinne benötigt keine Pflege. Bünzaue in Möriken-Wildegg, AG.



Naturnahe Fließgewässersysteme zeigen in ihrer Ausprägung eine natürliche oder naturähnliche Erscheinungsform. Sie können aus einem natürlichen System durch menschliche Eingriffe wie Wuhren, Laufstreckungen oder lokale Einbauten entstanden sein. Oder es handelt sich um revitalisierte Fließgewässer, also um gebaute Gerinne mit natürlichen Strukturen und einer an die natürlichen Verhältnisse angelehnten Morphologie. Sofern das Gewässer nach natürlichen Referenzkriterien angelegt wurde, bildet sich auch hier ein Niederwassergerinne eigendynamisch aus, das keiner Pflege bedarf (Bild 8-2).

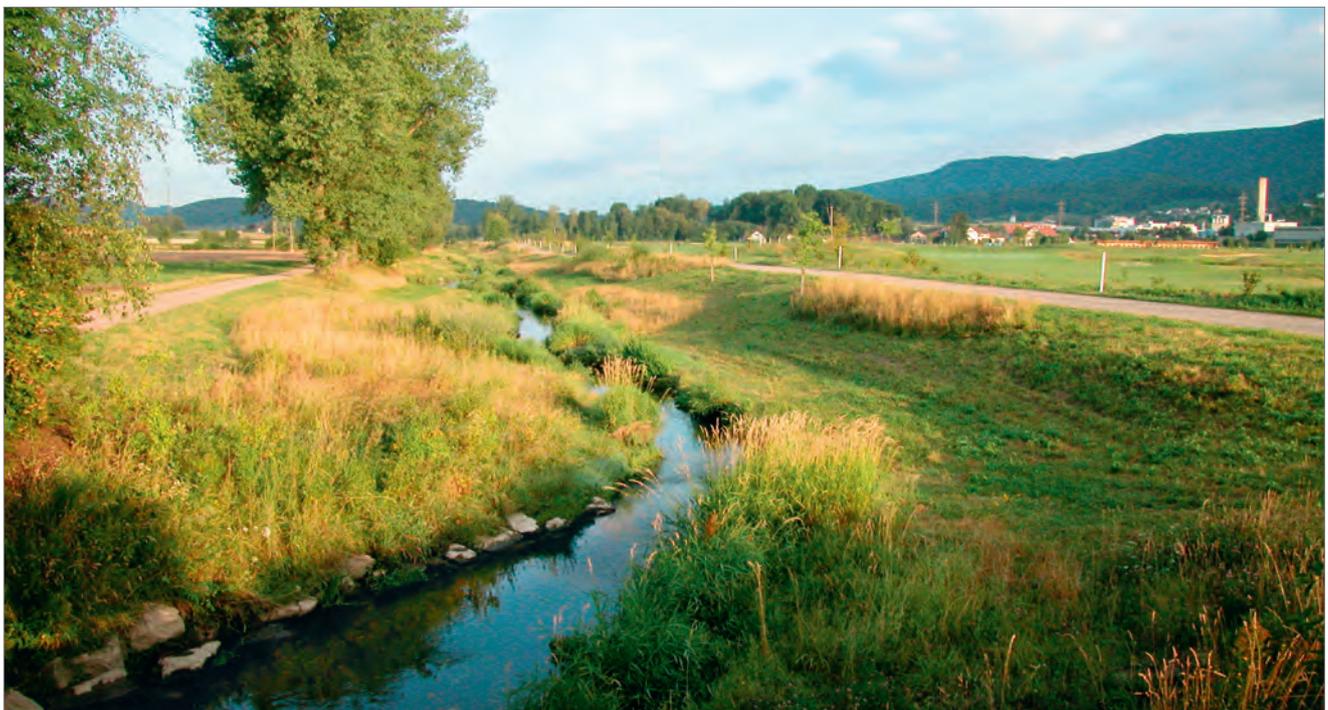
Nicht immer lassen sich Fließgewässer derart revitalisieren, dass sich ein Niederwassergerinne eigendynamisch ausbildet. Wenn aus Hochwasserschutzgründen

nur eine muldenförmige Gerinneanlage mit flachem und breitem Sohlenbereich möglich ist, muss ein Niederwassergerinne künstlich angelegt werden. Im Mittelwasserbereich bilden sich – vor allem in langsam fließenden Gewässern – wertvolle Hochstaudensäume, die wasserbezogenen Tier- und Pflanzenarten Lebensraum bieten. Hochstaudensäume helfen mit, ein Niederwassergerinne zu sichern und biologisch zu beleben (Bild 8-3). Bei Hochwasser kann ein solches Gerinne durch die dynamischen Fließkräfte oder infolge Auflandung beschädigt oder gar zerstört werden. Das Niederwassergerinne muss dann bei Bedarf durch zweckmässige Unterhaltsmassnahmen wiederhergestellt werden. Hochstaudensäume haben ein hohes Potenzial für Eigenregeneration. Gezielte Pflegearbeiten wie die Mahd der Säume können dazu beitragen, dass diese vital bleiben und möglichst wenige Schäden entstehen.



← 8-2 Die Revitalisierung des Hofibachs in Affoltern am Albis, ZH, erfolgte in Anlehnung an natürliche Referenzen. Das mäandrierende Niederwassergerinne bildet und regeneriert sich eigenständig und ohne Pflegebedarf.

↓ 8-3 Die muldenförmige Gerinneform des Furtbachs bei Dänikon, ZH, neigt zur Verschlammung. Ein vitaler Hochstaudensaum gewährleistet ein funktionsfähiges Niederwassergerinne.



Unterhalt von Niederwassergerinnen in naturfernen Fliessgewässersystemen

Naturferne Fliessgewässersysteme sind im Wesentlichen dadurch charakterisiert, dass das Gerinne oder Teile davon technisch verbaut sind. Das Spektrum reicht von hart verbauten Kanälen über Entwässerungsgräben bis hin zu partiellen Gerinneinbauten wie Leitwerken, Schwellen oder Rampen. Alle diese Verbauungsarten üben eine Funktion aus wie das Umlenken der Strömung, die Verhinderung von Erosion oder die ungehinderte und rasche Wasserabfuhr. Sie beeinflussen damit auch den Niederwasserabfluss und fördern die Bildung eines Niederwassergerinnes. Zur nachhaltigen Erfüllung ihrer Aufgabe müssen diese dem Gewässersystem und dem Niederwassergerinne dienenden Schutzbauten unterhalten werden.

Künstliche Niederwassergerinne in Beton oder Steinsatz sind dann zu unterhalten und instand zu stellen, wenn dies zur Gewährleistung der Hochwasserschutzfunktion unbedingt notwendig ist und ein Systemkollaps verhindert werden muss. Nach Möglichkeit sind solche Systeme durch flexible, dynamische und naturnahe Gerinnesohlen zu ersetzen.

Landwirtschaftliche Entwässerungskanäle jeder Grösse können in künstlicher, gestreckter oder in naturnaher, leicht pendelnder Form auftreten. Infolge ihrer Funktion, nicht nur das Hochwasser, sondern auch das Niederwasser möglichst ohne Rückstau in die landwirtschaftlichen Kulturen (Funktionsfähigkeit der Drainagesysteme) abzuführen, können Massnahmen im Niederwasserbereich notwendig sein. Eingriffe wie das Entfernen von Auflandungen im Niederwassergerinne haben in jedem Fall so schonend wie möglich zu erfolgen.

Bei Pflegeeingriffen sind die ökologischen Folgen zu bedenken. So wird beim Mähen von Wasserpflanzen (Bild 8-4) der Wirbellosenbiozönose das Substrat und die Nahrungsgrundlage entzogen. Die Populationen werden dadurch zerstört. Anschliessend beginnt ein neuer Wiederbesiedlungszyklus mit Pionierarten, der im Folgejahr bei erneutem Schnitt bereits wieder unterbrochen und auf Null gesetzt wird.

Ist die Pflege oder der Unterhalt eines Niederwassergerinnes nötig?

Solange die eigendynamischen Prozesse in einem Fliessgewässer intakt sind, ist ein Unterhalt oder eine Pflege zum Erhalt des Niederwassergerinnes grundsätzlich nicht nötig. Fehlt eine solche Eigendynamik, kann durch einfache Massnahmen zur Strukturierung des Sohlenbereichs die Bildung eines Niederwassergerinnes gefördert werden. Solche Massnahmen können sowohl baulicher als auch pflegerischer Art sein. Sie schaffen die Voraussetzung dafür, dass sich ein Niederwassergerinne über natürliche Prozesse selber bilden, erhalten und weiter entwickeln kann.

8-4 Beispiel einer fragwürdigen Pflegemassnahme mit desaströser Auswirkung auf die Ökologie des Niederwassergerinnes. Mäharbeiten im Furtbach, Dänikon, ZH.





Mit dem Zuwachsen der Böschung gehen gebaute Strukturen für das Auge verloren, und was neu entstanden ist, kann nur durch genaues Hinschauen oder eine Erfolgskontrolle festgestellt werden. Die nötige Geduld zur Beurteilung von Massnahmen wird nur selten aufgebracht.

- ↓ 9-2 *Das menschliche Auge beurteilt, was es sieht. Die frisch revitalisierte Bünz sieht auf den ersten Blick ansprechend aus. Bünz Boswil, AG.*



Zeitbedürftige Strukturen

Praktisch alle für die biologische Funktion des Gewässers wertvollen und standhaften Strukturen können nicht in Kürze hergestellt werden. Grosse, Schatten spendende Bäume mit einem Wurzelwerk von mehreren Metern Durchmesser sind über Jahrzehnte gewachsen. Ihre Wurzeln bieten vor allem Fischen und Krebsen Unterschlüpfen in allen Grössen. Die Pfaffnern in Vordemwald (Bild 9-3) weist noch viele dieser «Wurzelbäume» auf. Nicht zufällig gehören solche Gewässer zu den fischreichsten mit natürlicher Reproduktion und zu den letzten Refugien für den einheimischen und stark bedrohten Dohlenkrebs. Im Gegensatz zu den grossen Bächen wirken kleine Wiesenbäche wie der Erusbach in Sarmenstorf (Bild 9-4) eher verhalten. Der Schein trügt. Die von aussen nicht sichtbaren unterspülten Ufer sind über Jahre hinweg entstanden.

- ↓ 9-3 *Durchwachsene und unterspülte Ufer sind das Ergebnis jahrzehntelanger Dynamik. Pfaffnern Vordemwald, AG.*



Der Bach weist zudem eine erstaunlich grosse Wassertiefe auf. Der Fischreichtum solcher Bäche ist vielfach verblüffend gross. Eine Verengung im Bachlauf hat zur Folge, dass sich ein tiefer, länglicher Kolk bildet. Ob nun durch einen fest verwurzelten Baum und den gegenüber liegenden Felsbrocken oder zwei gebaute Dreiecksbuhnen – der Kolk entsteht im Laufe der Zeit.

Kompensation

In der Gestaltung eines Niederwassergerinnes bringt die Kompensation der zeitbedürftigen Strukturen mit verschiedenen Bauelementen für den Moment sicherlich einen Mehrwert gegenüber dem verbauten Gewässer. In einem künstlichen System wird dies noch deutlicher. Dort kann die Zeit kaum gestaltend wirken. Je künstlicher das System ist, desto weniger relevant ist die Zeit (Bild 9-6). Und je dynamischer das System ist, desto mehr Zeit benötigt es für seine Entwicklung.

Die ökologisch wertvollen Strukturen sind stark vom Erbauer abhängig. Wo keine dynamische Entwicklung zugelassen werden kann, müssen die Strukturen künstlich erhalten werden. Der Unterhalt führt aber dazu, dass die Entwicklung über die Zeit immer wieder zurückgedreht wird. Starre Strukturen sind anfällig für Veränderungen. Wenn eine Gewässerdynamik möglich ist, sollte diese bei ausreichenden Platzverhältnissen zur Bildung von Strukturen genutzt werden. Eine künstliche «Fischgarage» (Bild 9-5) gewährt in 50 Jahren gegenüber einem langsam entstandenen Uferkolk keinen Unterstand mehr, weil sie bis dann zugeschwemmt ist. Ein abwechslungs- und strukturreiches Niederwassergerinne benötigt nicht unbedingt zahlreiche Bauelemente, sondern etwas Mut und Geduld.



↑ 9-4 Dank der vielen, über die Jahre entstandenen Kleinststrukturen verblüfft der Fischreichtum solcher Kleingewässer immer wieder. Erusbach Sarmenstorf, AG.

↙ 9-5 Künstlicher Fischunterstand. Hätten in diesem Abschnitt eine weniger starke «Möblierung» und etwas mehr Geduld nicht ausgereicht? Hinterbach Villmergen, AG.

↓ 9-6 Seitliche Mauern begrenzen die dynamische Entwicklung. Grosse Bäume, welche das Niederwassergerinne strukturieren könnten, sind hier kaum erwünscht. Der Faktor Zeit kann kaum gestaltend wirken und wird irrelevant. Hinterbach Villmergen, AG.





10 Beispiele aus der Praxis

Die vorangehenden Kapitel zeigen auf, ob und unter welchen Voraussetzungen der Bau eines Niederwassergerinnes vorzunehmen ist. Daraus leitet sich ab, was bei Projektierung, Bau und Unterhalt zu beachten ist.

Bilder aus der Praxis

Wie sehen Niederwassergerinne aus, für sich selbst und im Gesamtkontext eines Wasserlaufs betrachtet? Wie verändert sich ein initialisiertes, wie ein gebautes Niederwassergerinne? Dies soll mit den nachfolgend beschriebenen Fließgewässern dokumentiert werden. Die reich bebilderten Beispiele zeigen ein breites Spektrum von Fließgewässern mit natürlichen und gebauten, sich dynamisch entwickelnden und statischen Niederwassergerinnen. Die Beschreibungen erläutern auch, welche projektierten Massnahmen sich bewährt haben, welche nicht und aus welchen Gründen. Zeitreihen in Bildern lassen erahnen, dass bei einem Niederwassergerinne Dynamik in der Entwicklung wichtig ist. Es braucht aber auch Geduld, bis sich das anvisierte Lebensraumspektrum gebildet und die Funktion sich eingespielt hat.

Am Schluss des Kapitels sind die Beispiele auf Seite 108–109 auf einem Kartenausschnitt dargestellt.

Die Sammlung der Beispiele erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit noch auf geographische Abdeckung der Verhältnisse in der Schweiz oder auf eine Abbildung aller möglichen Gewässertypen und Typen von Niederwassergerinnen. Jedes Gewässer hat seine Eigenheiten, seine Geschichte, seine Randbedingungen. Die Sammlung soll eine Anregung sein, sich mit der vielschichtigen Thematik zu befassen, die Eigenheiten des Gewässers sorgfältig zu analysieren und eine spezifische, zielführende Lösung zu finden.

Beispiele für natürliche Fließgewässer

- Sense, FR/BE, Seiten 60–61
- Reppisch, Stallikon ZH, Seiten 62–63

Beispiele für revitalisierte Fließgewässer in der freien Landschaft

- Hofibach, Affoltern am Albis ZH, Seiten 64–67
- Lugibach, Wettingen AG, Seiten 68–71
- Leugene, Pieterlen BE, Seiten 72–75
- Reppisch, Birmensdorf ZH (Waffenplatzareal), Seiten 76–79
- Enziwigger, Hergiswil LU, Seiten 80–81
- Luthern, Schötz/Nebikon LU, Seiten 82–85

Beispiele für Fließgewässer im Siedlungsgebiet mit eingeschränktem Handlungsspielraum

- Staffeleggbach Unterdorf, Ueken AG, Seiten 86–89
- Altlauf Enziwigger, Willisau LU, Seiten 90–91
- Eibach, Gelterkinden BL, Seiten 92–93
- Staffeleggbach Unterueken, Ueken AG, Seiten 94–97

Beispiele für künstliche Fließgewässer im Siedlungsgebiet

- Dänkelbach, Lengnau AG, Seiten 98–101
- Durchlass Dorfbach, Küsnacht ZH, Seiten 102–103
- Dorfbach, Spreitenbach AG, Seiten 104–107

Beispiele für natürliche Fließgewässer

Sense

Diverse Gemeinden FR und BE

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{2.5} = 150 - 200 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 400 \text{ m}^3/\text{s}$
	(alle Abflüsse Thörishaus)
Ø Sohlgefälle:	ca. 2 %
Geschiebeführung:	hoch und regelmässig

Ausgangslage

Dieses Beispiel beschreibt eines der wenigen noch über weite Strecken natürlichen Fließgewässers der Schweiz: die Sense. Es veranschaulicht, wie sich Niederwassergerinne in grossen, geschiebeführenden Flüssen durch die natürliche Morphologie selber entwickeln und verändern. Die Sense kann als Referenzgewässer für geschiebeführende Gewässer mit verzweigter Gerinneform herangezogen werden.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Die Sense entspringt im Gantrischgebiet und fliesst als Grenzgewässer zwischen den Kantonen Freiburg und Bern nach Laupen, wo sie in die Saane mündet. Die Geschiebeführung und das Abflussregime sind im Einzugsgebiet weitgehend naturnah (Angaben aus: Freiheit für das wilde Wasser. Die WWF-Alpenflussstudie, WWF Deutschland, Juli 2011). Im oberen Einzugsgebiet fliesst die Sense in einem breiten Talboden in einem dynamischen, verzweigten Gerinne mit einer grossen Vielfalt an morphologischen Sohlenstrukturen. Zwischen Zumholz und Thörishaus fliesst die Sense in einer tiefen Schlucht. Die Felswände begrenzen in diesem Abschnitt den Talboden. Dadurch bilden sich steile Prallufer mit entsprechend tiefen Kolken. Das natürliche Niederwassergerinne weist durch die unterschiedlichen Sohlenstrukturen (Rinnen, Furten, Schnellen und Kolke) und natürlichen Hindernisse wie Totholz, Blöcke und Felsvorsprünge eine grosse Breiten- und Tiefenvariabilität auf.

Massnahmen und Bauweise

Das Niederwassergerinne entwickelt sich eigen-dynamisch und weist vielfältige Lebensräume auf. Es sind somit keine Massnahmen erforderlich.

Risiken und Probleme

Aufgrund der natürlichen Morphologie können keine Risiken oder Probleme in Bezug auf das Niederwassergerinne auftreten.

Entwicklung

Im Bereich der natürlichen Abschnitte verändert sich das Flussbett bei Hochwasserereignissen durch Geschiebeumlagerungen und durch die Veränderung der Vegetation ständig. Der Niederwasserbereich ändert somit dynamisch seine Lage und Ausgestaltung und bietet abwechslungsreiche und vielfältige Lebensräume.



- ↗ 10-1 Das Niederwasser im verzweigten Gerinne bei Sodbach weist eine grosse Variabilität der Strömungsverhältnisse auf.
- 10-2 Furt und Schnelle zwischen Kiesbänken in der Schluchtstrecke. Felswände begrenzen die Gerinnesohle.
- ↓ 10-3 Luftbild mit verzweigtem Gerinne bei Plaffeien, FR.



Beispiele für natürliche Fließgewässer

Reppisch

Stallikon ZH

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 80 \text{ l/s}$
	$HQ_{2.5} = 5 - 8 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 28 - 36 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlgefälle:	1.1 – 1.4 %
Geschiebeführung:	gering – mittel

Ausgangslage

Die Reppisch ist mit ihren 20 km Länge vom Türlerseer bis zur Limmat eines der ökologisch wertvollsten Fließgewässer im Kanton Zürich. Im Bereich der Gemeinde Stallikon fließt die Reppisch noch weitgehend in ihrem ursprünglichen Bachbett. Sie konnte so ihren mäandrierenden, natürlich pendelnden Verlauf beibehalten. Die natürliche Reppisch kann als Referenzgewässer für mäandrierende Fließgewässer herangezogen werden.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Die Gerinneform der Reppisch ist mäandrierend. Aufgrund der möglichen Dynamik und der Naturbelassenheit sind die Mäander in der Lage zu migrieren, d.h. es finden Laufverlagerungen statt. Die Gewässerstruktur ist geprägt von typischen Prall- und Gleithängen. Die natürliche Strömungsvielfalt bringt sehr unterschiedliche Kleinlebensräume hervor. Tiefstellen wechseln sich mit Flachufeln ab, unterspülte Wurzelteller dienen den Fischen als Unterschlupf, grosse Residualblöcke sorgen für tiefe Kolke. Der Bereich des Niederwassergerinnes zeichnet sich durch eine sehr grosse Vielfalt aus.

Massnahmen und Bauweise

Um den natürlichen Verlauf der Reppisch zu sichern, wurde ein 10 km langer und bis zu 60 m breiter Geländestreifen zu einer einzigen Reppischparzelle vereinigt. Damit konnte die Idee eines Ökokorridors verwirklicht und somit auch langfristig die Dynamik und Natürlichkeit der Reppisch sichergestellt werden.

Bauliche Massnahmen am Niederwassergerinne sind angesichts der natürlichen Dynamik und des Strukturreichtums nicht nötig.

Risiken und Probleme

Aufgrund der natürlichen Morphologie können keine Risiken oder Probleme in Bezug auf das Niederwassergerinne auftreten.

Entwicklung

Das Niederwassergerinne entwickelt sich durch natürliche Umlagerungsprozesse und Laufverschiebungen eigenständig weiter. Ein Unterhalt des Niederwassergerinnes ist nicht notwendig.

↓ 10-4 Das Gerinne weist eine grosse Struktur- und Strömungsvielfalt auf. Geringe Abflusstiefen mit hohen Fliessgeschwindigkeiten und tiefe Becken sowie Gleit- und Prallhänge wechseln sich ab.

↓↓ 10-5 Das Niederwassergerinne ist gesäumt von Bäumen und Wurzeln mit natürlichen Unterständen. Frische Kiesablagerungen zeugen von einer laufenden Umgestaltung der Sohle.



↓ 10-6 Oberes Einzugsgebiet der Reppisch in Richtung Süden.

↓↓ 10-7 Natürliche Mäander prägen das Bild der Reppisch. Aquatische und terrestrische Lebensräume sind optimal längs- und quervernetzt – mit dem Niederwassergerinne als ökologischem Zentrum.



Hofibach

Affoltern am Albis ZH

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 15 \text{ l/s}$
	$HQ_{2.5} = 4 - 7 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 28 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	0.9 – 1.3 %
Geschiebeführung:	gering – mittel
Bau:	2012

Ausgangslage

Der Hofibach ist der grösste seitliche Zubringer der Jonen. Er verlief im betrachteten Abschnitt in einem traditionellen, künstlichen Trapezprofil, welches im Rahmen von Meliorationsarbeiten in den Jahren 1941 und 1942 von polnischen Internierten erstellt wurde. 2012 wurde der Hofibach auf einer Länge von 1000 m revitalisiert. Ziel war eine möglichst naturnahe Anlage des Gewässerlaufs. Eine mäandrierende Linienführung war allerdings nur im untersten Abschnitt möglich, wo eine ausreichend grosse Gewässerparzelle zur Verfügung stand.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Der Hofibach entwässert eine glazial geprägte Landschaft. Zur Zeit des Spätglazials befand sich im Unterlauf ein See, welchen der Urhofibach mit Sedimenten auffüllte. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Hofibach aufgrund der Gefälleverhältnisse eine gestreckte bis mäandrierende Gerinneform hatte. Auf diesen ursprünglichen und natürlichen Referenzzustand hin wollte man ihn revitalisieren. Die Wiederherstellung der lateralen und longitudinalen Vernetzung von aquatischen und terrestrischen Lebensräumen war ein Hauptziel der Revitalisierung.

Massnahmen und Bauweise

Um eine Beschattung des Fließgewässers zu gewährleisten, wurde darauf geachtet, möglichst viele bestehende Bäume zu erhalten. Auf das Einbringen strukturierender Elemente wie Wurzelstöcke, Faschinen oder Baumbuhnen sowie auf die Zufuhr von Residualblöcken wurde weitgehend verzichtet. Das Ziel war, durch Anlage eines mäandrierenden Bachverlaufs eine natürliche Dynamik zu erzeugen und so eine angemessene Strömungs- und

Strukturvielfalt zu erhalten. Dies sollte nicht durch eine Abflachung der Böschungen, sondern durch Initiieren von Prall- und Gleithängen erreicht werden. Es wurde deshalb auch kein explizites Niederwassergerinne angelegt. Dieses sollte sich vielmehr eigendynamisch bilden.

Risiken und Probleme

Mehrere Hochwasserereignisse im Jahr der Revitalisierung führten zu teils massiven Erosionen und Laufverlagerungen. Der Hofibach bildete sich sein neu angelegtes Gerinne durchgehend selber aus. Dadurch konnte bereits nach wenigen Monaten der Erfolg der Gewässeranlage überprüft werden. Es zeigte sich, dass sich insbesondere im Unterlauf, wo ausgeprägte Mäander angelegt wurden, die Prall- und Gleithangstrukturen weiter verstärkten. Es bildeten sich schöne Furt-Kolk-Sequenzen mit zum Teil beträchtlichen Wassertiefen. Im Bereich der Gleithänge fand eine markante Sortierung des Geschiebes statt. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung von aquatischen und terrestrischen Kleinstlebewesen.

Da die dynamischen Prozesse aufgrund der mäandrierenden Gewässeranlage sehr ausgeprägt wirken konnten, fanden auch Umlagerungsprozesse im Bereich des Niederwassergerinnes statt. Sie bildete sich neu und verlagerte sich, Korrekturen waren deshalb keine notwendig.

Probleme ergaben sich aufgrund der teilweise massiven seitlichen Erosion. Allerdings nicht für das Niederwassergerinne, sondern für die angrenzende Landwirtschaft. Mit ingenieurbioologischen Massnahmen konnte dem Erosionstrend entgegengewirkt werden.

Entwicklung

Die gewählte Profilform und Gewässeranlage hat sich in Bezug auf das Niederwassergerinne vollumfänglich bewährt. Das Niederwassergerinne kann sich dynamisch weiterentwickeln. Ein Unterhalt oder bauliche Massnahmen sind nicht notwendig.

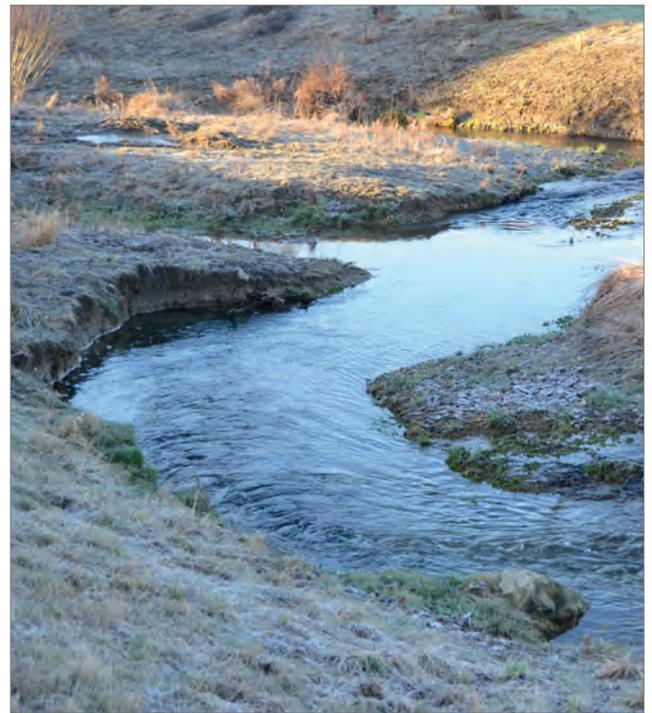
↓ 10-8 April 2011. Der kanalisierte Hofibach vor der Revitalisierung. Das Niederwassergerinne wirkt monoton und strukturarm.

↓↓ 10-9 September 2012. Nach der Revitalisierung mäandriert das Niederwassergerinne über den gesamten Gewässerraum. Vielfalt macht sich breit.





- ← 10-10 Oktober 2012. Die ausgeprägte Sortierung der verschiedenen Kies- und Sandkomponenten ist ökologisch äusserst wertvoll.
- ↙ 10-11 September 2012. Grosse Hochwasserereignisse im ersten Jahr nach Bauvollendung führten zu teilweise massiven Erosionserscheinungen in den Prallhängen der angelegten Mäander.
- 10-12 Januar 2014. Im Bereich von Mäanderbögen haben sich klassische Prall- und Gleithänge ausgebildet. Künstliche Strukturierungselemente sind nicht nötig.
- ↓ 10-13 Januar 2014. Mit ingenieurb biologischen Massnahmen wurden seitliche Erosionserscheinungen begrenzt. Stummelfaschinen lenken die Hauptströmung vom rechten Ufer weg und strukturieren den Niederwasserbereich.



Lugibach

Wettingen AG

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = 10 \text{ l/s}$
	$HQ_{2.5} = \text{ca. } 2 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = \text{ca. } 4.4 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	1.4 %
Geschiebeführung:	sehr gering, wenig organisches Material
Bau:	2007

Ausgangslage

Das Kiesabbaugebiet Tägerhard in Wettingen wurde erweitert. Im Abbau- und Rekultivierungskonzept aus dem Jahr 1992 wurde vorgeschlagen, den Lugibach zu verlegen, um der Kiesgrube auf diese Weise ein ausgedehntes Gebiet zu erschliessen. Die Abbaubewilligung wurde unter der Auflage erteilt, den Bach in ein naturnahes und breites Gerinne zu verlegen. Weitere bauliche Eingriffe nach der Umsetzung sind nicht vorgesehen, damit sich das Gewässer eigendynamisch entwickeln kann.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Der neue Gewässerlauf wurde entlang des Kiesabbaugebiets gebaut. Der Boden weist einen hohen Anteil an Schotter und Kies auf. Unterhalb des etwas steileren Oberlaufs durchfließt der Lugibach eine Ebene, bevor er eine kurze und steile Schlucht durchfließt und in die Limmat mündet. Der Lugibach war im Abschnitt auf der Ebene einst ein typischer Wiesenbach.

Es gibt einige Flurnamen, in denen das Wort «Lugi» oder «Lug» enthalten ist. Es handelt sich um Orte, die nicht das sind, was sie vorgeben zu sein. Der Lugibach ist also ein Gewässer, welches lügt, indem es Wasser verspricht, aber nur sehr unregelmässig oder nur zu bestimmten Jahreszeiten auch wirklich Wasser führt.

Massnahmen und Bauweise

Voraussetzung für die Gestaltung des Bachs war die Ausscheidung einer relativ grossen Gewässerparzelle von rund 15 m Breite. Zur Gestaltung des Niederwassergerinnes wurde vorwiegend mit Gras- und Krautsoden und Aushubmaterial aus dem alten Bachlauf gearbeitet.

Zudem konnten einige Weiden und Erlen als Ganzes umgepflanzt werden. Mit Steckhölzern und Baumpflanzungen wurde der Uferbereich gestaltet. Dem Bachlauf wurde innerhalb des zur Verfügung stehenden Gerinnes ein leicht pendelnder Verlauf gegeben.

Risiken und Probleme

Wegen der speziellen Ursache für die Bachverlegung kam der langen Planungsphase eine besondere Bedeutung zu. Im Vordergrund stand weder der Hochwasserschutz noch die Idee einer Gewässerrevitalisierung. Der Bach musste der Gewinnung von Kies weichen. Dadurch war aber die Möglichkeit gegeben, den alten Bachlauf zu verbreitern und das bestehende Sohlen- und Böschungsmaterial erneut zu verwenden. Die Morphologie des Gewässers vor der Verlegung war naturnah, wie es einem Wiesenbach entspricht. Allerdings war der Uferstreifen auf beiden Seiten nur drei Meter breit. Die naturnahen und gewachsenen Strukturen des alten Bachlaufs gingen mit der Verlegung verloren. Ob sich im Gewässer wieder dieselben Strukturen entwickeln können, hängt massgeblich von der Pflege dieses Abschnitts ab.

Entwicklung

2007 wurde mit dem Bau des neuen Gewässerlaufs begonnen. Bei der Abnahme im Jahr 2009 konnte schon ein leichter Bewuchs des Uferstreifens festgestellt werden. Das mit dem Bagger gezogene Niederwassergerinne (Bild 10-16) blieb unverändert erhalten. Stabilisierend wirken die Störsteine, aber auch die Gras- und Krautsoden, welche heute noch vorhanden sind. Aufgrund der kleinen Abflüsse ist kaum Dynamik möglich. Tiefe Stellen und Kolke können deshalb nur schwer entstehen. Das Gewässer wächst zunehmend ein, was dem Ursprungszustand entspricht. Auflandungen sollen nicht entfernt werden. Dies würde den Zielsetzungen für das Gewässer widersprechen.

- 10-14 Der Lugibach war vor der Verlegung im Frühjahr 2007 mit seinem beinahe zugewachsenen Gerinne ein typischer Wiesenbach mit Hochstaudensaum. Der Uferstreifen war sichtlich schmal.
- ↓ 10-15 Oktober 2008. Der frisch begrünte Lugibach mit Hochstaudensoden aus dem alten Bachlauf.



↓ 10-16 Juli 2007. Das Niederwassergerinne wurde mit der Baggerschaufel ins Sohlensubstrat gezogen.

↓↓ 10-17 Dezember 2012. Der Bach bei leicht erhöhtem Wasserstand.



↓ 10-18 Die Krautschicht vermag die sehr flache Böschung gut zusammenzuhalten und sorgt in den Sommermonaten für Beschattung. Das Gewässer selbst verschwindet unter den Pflanzen.

↓↓ 10-19 Eine Hochwassersituation im Dezember 2012. Der Lauf des Niederwassergerinnes hat sich kaum verändert. Die Krautschicht wird jährlich gemäht, die Gehölze neben den Kopfweiden werden kurz gehalten. Auch grössere Strukturen haben bis heute standgehalten.



Leugene

Pieterlen BE

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = 60 \text{ l/s}$
	$HQ_{2.5} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	ca. 1‰
Geschiebeführung:	keine
Bau:	2004 – 2006

Ausgangslage

Die Leugene ist ein Mittellandgewässer am Jurasüdfuss, das von Bözingen in Richtung Pieterlen-Lengnau fließt und zwischen Büren und Rüti in die Aare mündet. Der Bach wird aus dem Überlauf zweier Karstquellen gespeist, die als Trinkwasser für die Stadt Biel genutzt werden. Weiter leitet er Regen- und Siedlungswasser, mehrere kleine Quellzuflüsse, sowie die Drainagen aus dem ackerbaulich genutzten Landwirtschaftsgebiet ab. In den 1920er Jahren wurde der Bach im Rahmen der Entwässerung des Pieterlenmooses teilweise eingedolt, in Betonhalbschalen verlegt und für eine Abflusskapazität von $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgebaut. Verschiedene Hochwasser führten zu Vernässungen der Kulturen und zu Schäden an Gebäuden der inzwischen bis ans Ufer gewachsenen Siedlung. Im Rahmen einer Güterzusammenlegung wurde deshalb in den 1990er Jahren auch die Sanierung der Leugene an die Hand genommen und ein Wasserbauprojekt ausgearbeitet. Zwischen 2002 und 2006 wurde das Gerinne in mehreren Etappen tiefer gelegt, der Abflussquerschnitt wesentlich erweitert und das Gewässer umfassend revitalisiert.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Die Leugene führt aufgrund der Herkunft des Wassers kein Geschiebe und weist ein geringes Gefälle auf (teilweise unter 1‰). Das Gerinne ist grosszügig dimensioniert mit einem Niederwassergerinne, das sich durch das V-Profil schlängelt. Die Sohle ist streckenweise kiesig, auf einzelnen Abschnitten verschlammt. In unregelmässigen Abständen sind flache Teiche eingebaut, die nur bei Hochwasser überflutet werden. Dank des nährstoffreichen Wassers entwickelt sich ein üppiger Pflanzenwuchs. Dynamische Veränderungen der Morphologie sind nicht zu erwarten und wurden bisher auch nicht festgestellt.

Massnahmen und Bauweise

Das Hochwasserprofil weist einen Durchflussquerschnitt von 40 bis 50 m^2 auf, was einer Abflusskapazität von $8 \text{ m}^3/\text{s}$ im obersten und einer Kapazität von $12 \text{ m}^3/\text{s}$ im untersten Abschnitt entspricht. Die bis zu 4 m hohen Böschungen sind am Fuss teilweise mit Blöcken gesichert. Das Niederwassergerinne ist mit Kiesbänken, Blöcken und stellenweise mit Flechtzäunen befestigt und kann sich innerhalb des Profils nicht stark verlagern. Die flachen Teiche sind mit Flechtzäunen vom Gerinne abgetrennt und teilweise mit Folien ausgelegt. Die Uferböschungen wurden abwechslungsreich gestaltet mit Steinbiotopen für Reptilien, Steilwänden für den Eisvogel, südexponierten Magerwiesen und Sträuchern.

Risiken und Probleme

Mit dem Ausbau und der Revitalisierung der Leugene konnten Hochwasserschutz und eine uneingeschränkte Längsvernetzung zwischen Bözingen und Aare sichergestellt werden. Mit dem Niederwassergerinne wurde eine grosse Habitatvielfalt auch für geringe Abflüsse erreicht. Die Risiken bezüglich Hochwasserschutz konnten mit dem grosszügigen Ausbau erfolgreich behoben werden. Die «Verkrautung» des Niederwassergerinnes hat sich bisher als nicht problematisch erwiesen und wird auf Zusehen hin toleriert. Mit dem brasilianischen Tausendblatt wurde ein invasiver Neophyt entdeckt, der wahrscheinlich von Aquarianern eingebracht wurde und ein grosses Schadenpotenzial hat. Zur Verhinderung der weiteren Ausbreitung wurde ein Pilotprojekt gestartet. Die Aktivitäten des Bibers schränken die Durchgängigkeit zeitweise punktuell ein und der Einstau durch seine Dammbauten kann Schäden am Böschungsfuss verursachen. Auch hier wird die Entwicklung laufend verfolgt und entsprechende Massnahmen werden bei Bedarf ausgearbeitet.

Entwicklung

Die Wasserbaumassnahmen haben sich bisher bewährt. Das Jahrhunderthochwasser vom 8. und 9. August 2007 mit lokalen Niederschlägen von 125 mm in zwei Tagen konnte ohne Schäden abgeführt werden. Kleinere Überschwemmungen von Landwirtschaftsflächen waren nach 24 Stunden wieder abgetrocknet.

Die Entwicklung von Morphologie, von Flora und Fauna des Wasser- und Uferbereichs, sowie die Wasserqualität und -temperatur werden im Rahmen einer ökologischen Erfolgskontrolle überwacht. Deren Resultate fließen in die Unterhaltsplanung ein (www.leugene.ch). Bisher konnte eine markante Zunahme der Wasserwirbellosen nachgewiesen werden. Die Fischfauna hat zahlenmässig stark zugenommen, die Artenzahl ist jedoch «nur» von 9 auf 11 Arten angewachsen. Die Zahl der Schmet-

terlings- und Heuschreckenarten sowie der brütenden Vogelarten sind ungefähr so gross wie vor der Realisierung. Dies dürfte auf die Vegetation zurückzuführen sein, die für die Entwicklung einige Zeit benötigt. Die Wasser-, Ufer- und Böschungsvegetation ist sehr artenreich mit verschiedenen Arten der Roten Liste und bietet eine Vielzahl an kleinräumig stark unterschiedlichen Nischen.

↓ 10-20 Mai 2005. Teststrecke 4 kurz nach Bauvollendung.

↓↓ 10-21 Juli 2010. Teststrecke 4.

↓ 10-22 April 2007. Teststrecke 4.

↓↓ 10-23 September 2013. Teststrecke 4.



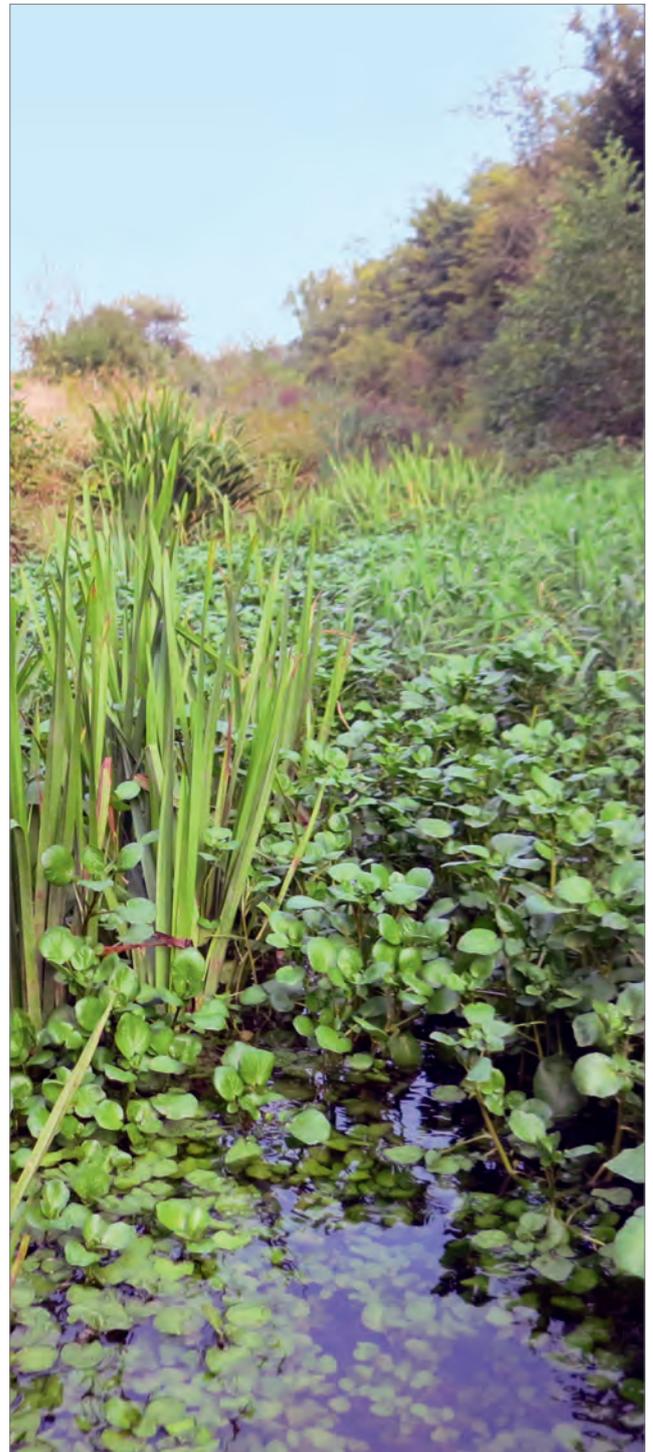


←← 10-24 März 2005. Teststrecke 5 vor der Revitalisierung.

← 10-25 April 2007. Teststrecke 5 nach Bauvollendung.

↙ 10-26 Juli 2010. Teststrecke 5.

↓ 10-27 September 2013. Teststrecke 5.



Reppisch

Birmensdorf ZH (Waffenplatzareal)

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{2.5} = 20 - 25 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	0.5 %
Geschiefbeführung:	gering
Bau:	2007

Ausgangslage

Die Reppisch wurde 1931 begradigt, die Ufer durchgehend befestigt und die Sohle mit Schwellen gegen Erosion gesichert. Im Zusammenhang mit dem Bau der A4 wurde 2007 ein 400 m langer Abschnitt beim Waffenplatz revitalisiert. Das Ziel des Projekts bestand darin, innerhalb des zur Verfügung stehenden Raums ein möglichst natürliches Gewässer wiederherzustellen.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Die Reppisch ist ein typischer Mittellandbach mit pendelndem Lauf, einzelnen Inseln, grober Sohle und geringer Geschiefbeführung. Die Morphologie zeigt zum Teil ausgeprägte Furt-Kolk-Sequenzen, die den Niederwasserbereich prägen. Lokal bestehen Verzweigungen mit einer Bank in Gewässermittle. Die Dynamik äussert sich durch langsam fortschreitende Migration der Gewässerkrümmungen und Anlandung von kleinen Geschiebebänken entlang der Gleithänge.

Massnahmen und Bauweise

Das Revitalisierungskonzept bestand darin, innerhalb des zur Verfügung stehenden Raums einen pendelnden Lauf mit einzelnen Nebengerinnen anzulegen. Der dynamische Bereich war seitlich mit lokalen Verbauungen zu begrenzen. Dazu wurden im Wesentlichen folgende Massnahmen umgesetzt:

- Anlegen eines pendelnden Gerinnes mit zwei Nebengerinnen durch Aushub und Schütten von ausreichend groben Bänken. Die Sohle wurde abschnittsweise mit Grobschotter angereichert, um Sohlenerosionen zu verhindern

- Punktuelle Ufersicherung durch Block- und Baumbuhnen entlang der Prallhänge. Anlegen eines Verengungstrichters am unteren Ende des Perimeters (vor Buehaldenbrücke)
- Lokale Strukturierungen mit Findlingen (Sohle), einer Halbschwelle und Wurzelstöcken (Ufer)

Mit den Revitalisierungsmassnahmen wurde dieser stark beeinträchtigte Gewässerabschnitt in einen naturnahen Zustand überführt. Die Sohle wurde so modelliert, dass für den Niederwasserabfluss ein guter Ausgangszustand bestand, der anschliessend bei erhöhtem Abfluss umgestaltet wurde. Unter diesen Verhältnissen sind kaum weitere spezifische Massnahmen zum Anlegen eines Niederwassergerinnes notwendig.

Risiken und Probleme

Für den Niederwasserbereich besteht das Risiko, dass sich das Gewässer tendenziell eintieft und wieder einen eher gestreckten Lauf annimmt. Dabei könnten sich bei den Schwellen auch grössere Abstürze entwickeln, die den Fischaufstieg gefährden. Bei der Reppisch wurde die Sohle durch das abschnittsweise Einbringen von ausreichend grobem Sohlenmaterial vor Erosion geschützt. Diese Abschnitte mit grösserem Gefälle bilden Fixpunkte im Längenprofil.

Entwicklung

Seit der Realisierung im Jahr 2007 konnte folgende Entwicklung beobachtet werden:

- Kolkbildung an Bühnenköpfen und Entwicklung von Buchten im Oberwasser einzelner Bühnen.
- Lokal starke Mäanderentwicklung mit reduzierter Wellenlänge und zunehmender Amplitude führt zu Ufererosion.
- Einwachsen der Bänke führt zu Abflusskonzentration und ausgeprägten Furt-Kolk-Sequenzen.
- Verlandung und Trockenfallen eines Nebengerinnes bei Niederwasserabfluss.
- Der Niederwasserbereich zeigt eine grosse Breiten- und Tiefenvariabilität mit entsprechender Strömungsvielfalt. Der Unterhalt beschränkt sich auf die Uferbereiche.

→ 10-28 Februar 2008. Zustand nach Abschluss der Bauarbeiten. Blick vom unteren Perimeterrand flussaufwärts mit mäandrierendem Lauf, modellierten Bänken, Block- und Baumbuhnen.

↓ 10-29 Januar 2013. Linkskrümmung mit Schnelle, grosser Bucht sowie Ufersicherung mit Blockbuhne und Tiefstelle (Buhnenkopf). Die Buhne ist tief in die Böschung eingebunden.





- ← 10-30 2007. Kanalisiertes Gerinne mit Traversen vor der Revitalisierung.
- ↓ 10-31 Februar 2008. Zustand nach Abschluss der Bauarbeiten. Blick vom oberen Perimeterrand flussabwärts mit mäandrierendem Lauf, Nebengerinne, modellierter Bank sowie Block- und Baumbuhnen.
- ↓↓ 10-32 Januar 2013. Blick vom oberen Perimeterrand flussabwärts. Der Bewuchs hat sich gut entwickelt.



↓ 10-33 Januar 2013. Blick vom unteren Perimeterrand flussaufwärts mit Ufererosion infolge zunehmender Mäanderamplitude und grosser Bank (im Vordergrund).

↓↓ 10-34 Januar 2013. Prallufer mit Tiefstelle.



Enziwigger

Hergiswil LU

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 0.35 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{2-5} = 10 - 15 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = \text{ca. } 30 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	ca. 3.5 %
Geschiebeführung:	hoch und regelmässig
Bau:	2011

Ausgangslage

Das Gebiet Unterberg in der Gemeinde Hergiswil befindet sich im oberen Einzugsgebiet der Enziwigger. Auf diesem Abschnitt waren die bestehenden Holzschwellen teilweise beschädigt oder zerstört. Ebenso war die aquatische Längsvernetzung des Gewässers durch teilweise hohe Absturzbauwerke unterbunden. Die Uferbereiche waren häufig schmal und eingeschränkt. Ansonsten befand sich das Gewässer in einem wenig beeinträchtigten ökomorphologischen Zustand. Die vorgesehenen Massnahmen bestanden neben einer Profilerweiterung mit Böschungsabflachung in der Verbesserung der Längsvernetzung und der Aufwertung der Uferbereiche.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Aus der anstehenden Nagelfluh kann im obersten Einzugsgebiet viel Geschiebe mobilisiert werden. Da die Sohle und die Ufer des Hauptgewässers jedoch mit etlichen Sohlenschwellen und mit Blöcken verbaut waren, wurde das vergleichsweise feine Geschiebe zum Grossteil durchtransportiert. Teilweise wurde die Bachsohle bei kleineren Hochwasserereignissen bis auf den anstehenden Fels erodiert. Bei grösseren Ereignissen lagerte sich lokal wieder Geschiebe ab. Zwischen den Querverbauungen führten vereinzelt Kiesbänke zu einer eingeschränkten Variabilität bei Niederwasserabfluss.

Das Längenprofil eines natürlichen Gewässers an diesem Standort ist aufgrund des steilen Sohlengefälles, der vorhandenen Blöcke und des anstehenden Fels abgestuft und der Niederwasserbereich abhängig von vorhandenen Hindernissen und abgelagertem Geschiebe. Als Restriktion bleibt die parallele Strasse,

sodass der natürliche Zustand (Referenzzustand) nicht erreicht werden kann. Aufgrund des begrenzten Gewässerraums sind auch im Zielzustand Blockschwellen zur Sohlensicherung notwendig. Die Ausgestaltung der Sohle kommt ansonsten jedoch dem Referenzzustand sehr nahe.

Massnahmen und Bauweise

Im Jahr 2011 wurden die bestehenden Holzschwellen und Ufersicherungen entfernt, das Bachprofil erweitert und neue Blockschwellen erstellt. Dabei wurde darauf geachtet, dass es einen definierten Niederwasserabflussbereich gibt und sich im Unterwasser der Schwellen tiefe Kolke bilden können. Zwischen den Blockschwellen wurden mit Blöcken und Findlingen Schnellen modelliert, welche zu einer Strukturierung (Tiefstellen, Ruhigwasserzonen) und Aufwertung der Gewässersohle führten und ein Auflanden von Geschiebe begünstigten. Durch Einbringung von Material mit gröberer Körnung konnte verhindert werden, dass Geschiebe aus der Sohle mobilisiert wird. Der Niederwasserabfluss wies nach dem Bau eine grosse Variabilität der Breite, Tiefe und Fliessgeschwindigkeit auf. Die Massnahmen können somit als gelungen gewertet werden.

Risiken und Probleme

Die Längsvernetzung konnte mit der Strukturierung der Sohle und dem Niederwassergerinne mit variablen Wassertiefen und konzentriertem Abfluss deutlich verbessert werden. Durch die verbleibenden, relativ hohen Schwellen ist die Durchgängigkeit insbesondere für kleinere Fische und Kleinlebewesen weiterhin nicht überall gegeben.

Entwicklung

Seit den baulichen Massnahmen hat die Enziwigger kein grösseres Hochwasser geführt. Die Entwicklung des Niederwassergerinnes kann deshalb noch nicht abschliessend beurteilt werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Naturverlaichung der Bachforelle bereits stattgefunden hat. Durch erste Kiesablagerungen zwischen den Schwellen weist die Enziwigger eine ansprechende Variabilität bei Niederwasser auf.



- ↑↑ 10-35 Direkt nach Ausbau im Oktober 2011. Blöcke und Findlinge strukturieren die Sohle und geben dem Niederwassergerinne eine grössere Breiten- und Tiefenvariabilität.
- ↖ 10-36 Abschnitt in Hergiswil vor dem Ausbau im Juni 2010. Hohe Schwellen und steile Ufer beeinträchtigen die Quer- und Längsvernetzung.
- ↑ 10-37 April 2013. Blockschwelle mit definiertem Niederwasserbereich und tiefem Kolk im Unterwasser bei allerdings eingeschränkter Längsvernetzung.
- ← 10-38 April 2013. Im Bereich der Schnellen hat sich durch kleinere Hochwasser bereits Geschiebe abgelagert. Der Abfluss verzweigt sich bei Niederwasser und führt zu variablen Fliessverhältnissen.

Luthern

Schötz/Nebikon LU

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 0.4 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{2.5} = 30\text{--}40 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 75\text{--}80 \text{ m}^3/\text{s}$ (Nebikon)
Ø Sohlengefälle:	0.8 %
Geschiebeführung:	mittel – hoch
Bau:	2000, 2005 und 2011

Ausgangslage

Die Luthern wurde in den 30er Jahren im Unterlauf durchgehend verbaut und kanalisiert. Diese Verbauungen waren teilweise stark unterkolkt und mehrheitlich sanierungsbedürftig. In den Jahren 2000, 2005 sowie 2011 wurde die Luthern deshalb etappenweise in Nebikon und Schötz ausgebaut. Neben dem Gerinneausbau für die Gewährleistung der Hochwassersicherheit waren zusätzlich die Wiederherstellung der Längs- und Quervernetzung sowie die Strukturierung der Sohle wichtige Projektziele.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Die Luthern entspringt im Napf und weist ein Einzugsgebiet von rund 108 km² auf. Das Gewässer wurde begradigt und mit einem einheitlichen Trapezprofil versehen. Die Ufer wurden mit einem durchgehenden Längsverbau und die Sohle mit Schwellen gesichert. Dies ergibt eine auf weite Strecken monotone Sohlenstruktur.

Die im Einzugsgebiet vorherrschende Nagelfluh ist Geschiebelieferantin für die Luthern. Der Geschiebehaushalt ist zwar mehrheitlich intakt, aber das Geschiebe wird aufgrund der gesicherten und schmalen Gewässersohle durchtransportiert. Entlang der Luthern gibt es somit eine generelle Erosionstendenz, welche durch das Schwellenraster begrenzt wird. Geschiebeablagerungen sind nur auf kurzen Teilabschnitten und bei lokal breiteren Stellen zu erwarten.

Massnahmen und Bauweise

Der vom Gewässer benötigte Raum konnte nicht zur Verfügung gestellt werden, sodass eine Rückführung in ein natürliches Gewässer bzw. in den Referenzzustand nicht möglich war. Die Luthern weist heute weiterhin einen gestreckten Lauf auf. Der Zielzustand ist somit ein generell aufgeweitetes Gerinne, das eine variable Sohlenbreite und eine strukturierte Sohle aufweist, womit eine bessere Führung des Wasserlaufes bei Niederwasser angestrebt wird.

Die angewendeten Bautypen waren: Bühnen, Faschinen, Wurzelstöcke, Einzelblöcke sowie die Initiierung von Kiesbänken. Teilweise wurden die Kiesbänke auch mit Blöcken und Faschinen gesichert. Die Strömungsvariabilität bei Niederwasser konnte in Nebikon und Schötz oberhalb des Siedlungsgebietes gegenüber der Ausgangssituation deutlich verbessert werden. Aufgrund des begrenzten Raums ist sie aber immer noch eingeschränkt.

Risiken und Probleme

Seit dem Ausbau der Luthern hat sich die Sohle eingetieft. 2011 eingebaute, überdeckte Blockschwellen liegen teilweise frei und verhindern eine weitere Sohlenabtiefung. Bei einigen Strukturen wies das eingebrachte Kiesmaterial eine zu feine Korngrößenverteilung auf und wurde ausgewaschen. Dies führt nun zwar zu Ruhigwasserzonen hinter den Blöcken, aber die Blöcke reichen nicht aus, um eine strömunglenkende Wirkung zu entfalten.

Entwicklung

Seit der Fertigstellung wurde der Abschnitt in Nebikon bereits mit einigen Hochwasserereignissen (2005, 2007, 2010) belastet. Die Strukturen im Abschnitt oberhalb des Siedlungsgebiets, wo die Luthern mehr Platz zur Verfügung hat, haben der Belastung standgehalten und führen auch heute zu einer gegenüber dem Ausgangszustand grösseren Variabilität in Breite und Tiefe und zu unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten bei Mittel- und Niederwasser. Im unteren Bereich hat sich die Sohle innerhalb des Siedlungsgebiets ausgeebnet. Die Variabilität beschränkt sich hier auf einzelne um- oder überströmte Blöcke in der Gewässersohle.

Im Abschnitt Schötz im Bereich Gläng hat sich die Luthern durch Geschiebeumlagerungen seit der Fertigstellung der Bauarbeiten eingetieft und die eingebauten Blockschwellen wirken nun als Sohlensicherung. Hinter Hindernissen haben sich aber auch kleine Kiesbänke und Flachwasserzonen gebildet. Einzelne Kiesbänke haben sich durch Bewuchs gefestigt. Ein grösseres Hochwasser ist aber seit dem Bau der Massnahmen noch nicht aufgetreten.

10-39 April 2013. Nebikon, nach den Hochwasserereignissen von 2005, 2007 und 2010. Variable Breite und Tiefe des Niederwassers, gelenkt durch Buhnen und Störsteine.





- ← 10-40 Juli 2011, Schötz. Die trichterförmig angelegten Blöcke führen zu lokal erhöhten Fließgeschwindigkeiten. Die im Hinterwasser eingebaute Faschine bietet Unterstände mit geringen Geschwindigkeiten.
- ↙ 10-41 Oktober 2013, Schötz. Einzelne Kiesbänke sind eingewachsen. Die Luthern zeigt einen in Breite und Tiefe variablen Abfluss mit unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten.
- ↗ 10-42 Vor dem Ausbau.
- 10-43 Juli 2005, Nebikon. Unmittelbar nach dem Bau. Bühnen und Störsteine in der Sohle zur Gestaltung des Niederwassergerinnes.
- ↘ 10-44 März 2011, Schötz. Nach dem Ausbau.
- ↘↘ 10-45 Oktober 2013, Schötz. Die beim Bau geschüttete Kiesbank zur Einengung des Niederwasserabflusses wurde ausgespült und hat nur noch eine beschränkte Wirkung. Das eingebrachte Kiesmaterial wies zu kleine Korngrößen auf. Innerhalb der Struktur bilden sich Ruhigwasserzonen.



Staffeleggbach

Unterdorf, Ueken AG

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 26 \text{ l/s}$
	$HQ_{2-5} = \text{ca. } 9 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = \text{ca. } 26 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	1.6 %
Geschiebeführung:	mittel
Bau:	2001

Ausgangslage

Der Staffeleggbach in Ueken wies ein Hochwasser-schutzdefizit auf. Dieses wurde trotz der durch zahlreiche Restriktionen eingegengten Situation mit einem Vollausbau des bestehenden Gewässers behoben. Alternative Lösungen wie Rückhalt oder Umleitung erwiesen sich als unrealistisch. Das Ortsbild von Ueken ist von nationaler Bedeutung.

Private Wohn- und Nutzgärten und Bauten unterschiedlichster Nutzung begrenzten den zur Verfügung stehenden Raum für den Wasserlauf. Im Unterdorf waren die Platzverhältnisse so eingengt, dass der Hochwasserabfluss nur mit einem von Mauern begrenzten Profil zu gewährleisten war.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Der Staffeleggbach ist ein typischer Jurabach, der durch die engen, historischen Dorfkerne fließt und zwischen den Siedlungen einen weitgehend natürlichen Charakter aufweist. Der Wasserlauf ist meist dicht bestockt und verlagert sich kaum noch. Der Geschiebetransport ist als mittel zu bezeichnen. Bei längeren Trockenperioden vermindert sich die Wasserführung stark. Die aquatische Längsvernetzung ist über weite Strecken intakt. In den Siedlungsgebieten bleibt die Quervernetzung eingeschränkt. Referenzzustand wäre ein frei mäandrierender Bachlauf wie oberhalb und unterhalb des Dorfes. Die Restriktionen verunmöglichen jedoch eine solche Entwicklung.

Zielzustand für diesen Abschnitt war ein für die Situation typischer Dorfbach mit Begrenzungsmauern. Wo möglich weist die verbreiterte Gewässersohle heute einen Hochstaudenbewuchs auf. Überhängende Gehölze

aus den angrenzenden Gärten werfen Schatten auf das Gerinne. Nach dem Ausbau sollte sich der Bach wieder zu einem gewachsenen Element im Dorfbild entwickeln.

Massnahmen und Bauweise

Nach dem Bau der seitlichen Mauern wurde die Gewässersohle strukturiert. In die Sohle eingelassene Belebungsblöcke, vorhandenes Sohlenmaterial und eingepflanzte Hochstaudensoden initialisieren die Bildung eines Niederwassergerinnes. Ziel ist es, einen Bewuchs aus Hochstauden für die Beschattung des Gewässers und die Stabilisierung der Sohle zu erreichen.

Risiken und Probleme

Die engen Platzverhältnisse zwischen den Mauern bewirken bei Starkniederschlag grosse Schlepptensionen. Dies setzt dem Hochstaudensaum Grenzen. Trotzdem kann sich auch in einer solchen Situation ein Niederwassergerinne bis zu einem gewissen Grad und unter Mithilfe von lenkenden Elementen dynamisch weiterentwickeln.

Entwicklung

Das vom Oberwasser zugeführte Geschiebe lagerte sich teilweise entlang der Gleithänge ab. Die flachen Bänke sind heute mit Hochstauden bewachsen und das Geschiebe wird im Niederwasserbereich bei Hochwasser durchtransportiert. Trotz der engen Platzverhältnisse zeigt sich die Gewässersohle vielfältig. Eine gewisse Weiterentwicklung ist zu erwarten. Der Hochstaudensaum wird periodisch gemäht, Gehölze werden, wo notwendig, entfernt, Neophyten von Hand ausgerissen.

10-46 April 2013. Das Niederwassergerinne pendelt im gleichen Rhythmus mit der durch die Mauern vorgegebenen Grossform. Auf den Innenkurven haben sich dichte und stark verwurzelte Hochstaudensäume entwickelt. Der Bewuchs wird periodisch gemäht.





← 10-47 2000. Der Bach schlängelte sich im Ausgangszustand durch den engen Dorfkern. Beidseitig schliessen Wohn- und Nutzgärten an die Böschungen und Mauern an. Die dicht am Wasser stehenden Bauten liessen kaum Spielraum für andere Linienführungen oder Ausweitungen. Bei Niederwasser floss der Staffeleggbach ohne Breiten- und Tiefenvariabilität über die gesamte Gewässersohle.



↑ 10-48 November 2001. Bau des Gewässers. Strukturierung der Sohle mit Blöcken und Hochstaudensoden. Bei erhöhter Wasserführung kurz nach dem Einbau besteht das Risiko, dass die Soden abgeschwemmt werden.

→ 10-49 Juni 2002. Die Gewässersohle entwickelt sich und sucht ein Gleichgewicht. Kiesbänke wechseln sich mit Hochstaudensäumen ab, Blöcke fördern die Bildung von Kolken.



- 10-50 November 2002. Bei erhöhtem Abfluss ist die ganze Sohle benetzt. In den Innenkurven lagert sich Geschiebe ab. An den Aussenkurven wird der Hochstaudenbewuchs stark beansprucht und hält sich nur dank den sichernden Blöcken und der tiefen Verwurzelung.
- ↘ 10-51 September 2004. Führt der Bach wenig Wasser, verengt sich das Niederwassergerinne durch den Hochstaudenbewuchs. Das Springkraut samt sich auf den Innenkurven relativ gut an und muss entfernt werden.
- ↘↘ 10-52 März 2005. Bei erhöhter Wasserführung legt sich der Hochstaudenbewuchs über die Kiesbankette und schützt sie. In der Breite wird der Saum wieder zurückgedrängt.
- ↘↘↘ 10-53 Mai 2011. Der Hochstaudensaum hat sich etabliert und widersteht auch grösseren Abflussmengen. Er sorgt für ein grünes Erscheinungsbild. Der Bachlauf ist zu einem harmonischen Bestandteil des Gesamtensembles geworden.



Altlauf Enziwigger

Willisau LU

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{2.5} = \text{ca. } 5 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	1.1 %
Geschiebeführung:	sehr gering
Bau:	etappenweise zwischen 2007 und 2013

Ausgangslage

Vor dem Ausbau floss die Enziwigger in Willisau in einem monotonen Rechteckprofil mit Sohlenschwellen und verbauten Ufern. Die Sohle war bei allen Abflüssen auf der ganzen Breite benetzt und die Wasserspiegellbreite wies keine Variabilität auf. Zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes der Stadt Willisau wurde vor einigen Jahren ein Entlastungstollen mit einem Trennbauwerk gebaut. Im Altlauf der Enziwigger fließt heute lediglich der Niederwasserabfluss sowie bei Hochwasser eine Abflussmenge von maximal $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die im Laufe der Jahre stark beanspruchten Ufermauern des Altlaufes wurden in verschiedenen Etappen saniert. Im Rahmen dieser Sanierungen wurden zusätzlich Massnahmen zur Aufwertung der Sohlstruktur innerhalb der bestehenden Ufermauern umgesetzt.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Bei Hochwasser nimmt der Entlastungstollen den grössten Teil des Wassers auf, sodass der Abfluss im Altlauf der Enziwigger stark gedämpft wird. Die Schwankungen im Abflussregime sind auf diesem Abschnitt gering. Durch den Altlauf wird also praktisch kein Geschiebe abgeführt. Eine Dynamik oder Strukturierung der Sohle durch Geschiebeumlagerung ist nicht zu erwarten. Als Zielzustand wurde eine möglichst vielfältige Sohle innerhalb der bestehenden Ufermauern angestrebt, die ein variables Niederwassergerinne aufweist.

Massnahmen und Bauweise

Mit dem Einbau von Blöcken, der Umlagerung des bestehenden Sohlenmaterials und ingenieurbioologischen Massnahmen wie Faschinen wurde die Sohle strukturiert. Dadurch konnte im oberen Abschnitt des Altlaufes die Situation bei Niederwasser verbessert werden, aber die Variabilität der Fliesstiefe blieb weiterhin eingeschränkt. Im kürzlich sanierten unteren Abschnitt weist das Niederwassergerinne zurzeit eine grössere Variabilität der Fließverhältnisse auf als im oberen Abschnitt.

Risiken und Probleme

Bei Hochwasser der Enziwigger in Willisau gibt es zurzeit noch Probleme beim Dotieren des Entlastungskanals. Es wurde teilweise Geschiebe in den Altlauf eingetragen, was zu Kiesablagerungen führte. Die eingebauten Strukturen wie Fischunterstände aus Faschinen wurden auf dem obersten Abschnitt des Altlaufes eingekiest. Die Strukturen wurden anschliessend teilweise wieder freigelegt.

Entwicklung

Der entstandene Bewuchs hat das Niederwassergerinne gefestigt. Die derzeitige Situation wird sich wegen der fehlenden Dynamik des Gewässers nicht weiter verändern. Mit Gehölzpflege ist dafür zu sorgen, dass die Bestockung die Abflusskapazität nicht beeinträchtigt.

Die Entwicklung des Niederwassergerinnes im neu sanierten, unteren Abschnitt kann noch nicht beurteilt werden, da bislang kein grösserer Abfluss aufgetreten ist.



← 10-54 Juli 2009. Ebene Sohle mit gleichförmigem Niederwasserabfluss vor Massnahmen.

↙ 10-55 Juni 2013. Mit Blöcken, Faschinen und Bewuchs strukturierte Sohle im oberen Abschnitt. Die Strömungsvariabilität ist bei Niederwasser grösser als vor den Massnahmen, aber abschnittsweise weist das Niederwassergerinne immer noch eine ebene Sohle mit gleichmässiger Fliesstiefe und Wasserspiegelbreite auf.

↓ 10-56 Juni 2013. Lenkstrukturen (Blöcke und Faschinen) und Sohlenmodellierung geben dem Niederwasser im unteren Abschnitt eine grosse Breitenvariabilität mit unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten. Engstellen erzeugen unterschiedliche Fliesstiefen.



→ 10-57 März 2013. Unterer Abschnitt kurz nach seiner Fertigstellung. Wie sich die Sohle bei Hochwasser entwickeln wird, kann noch nicht beurteilt werden.



Eibach

Gelterkinden BL

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = 70 \text{ l/s}$
	$HQ_{2.5} = 14 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	1 %
Geschiebeführung:	gering
Bau:	2011

Ausgangslage

Der Eibach führte im Siedlungsgebiet von Gelterkinden häufig zu Überflutungen. Nach den Hochwasserereignissen der Jahre 1984 – 1999 wurde deshalb ein Hochwasserschutzprojekt ausgearbeitet. Der Raum, der dem Gewässer im Siedlungsgebiet zur Verfügung steht, ist sehr eingeschränkt. Eine genügend hohe Abflusskapazität konnte deshalb nur durch die Erhöhung der bestehenden Ufermauern erreicht werden. Das bestehende Bachprofil wurde nach Möglichkeit aufgeweitet, ansonsten aber nicht verändert. Zur Aufwertung des Gewässers war im Rahmen dieses Projekts deshalb die Neugestaltung der Bachsohle vorgesehen.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Die Ökomorphologie des Eibachs wurde im Bereich des Siedlungsgebietes Gelterkinden als «stark beeinträchtigt» oder «künstlich» charakterisiert. Der Eibach war und ist beidseitig durchgehend mit Ufermauern und stark verbauten Ufersicherungen kanalisiert. Die Sohle ist mit künstlichen Fixpunkten stabilisiert. Aufgrund des hohen Siedlungsdrucks kann dem Gewässer der notwendige Raum nicht zur Verfügung gestellt werden. Der Zielzustand war somit eine strukturierte Sohle mit einem vielfältigen Niederwassergerinne innerhalb der gegebenen Ufermauern.

Massnahmen und Bauweise

Im Zusammenhang mit dem Hochwasserschutzprojekt wurde die Gestaltung einer natürlichen Sohlenstruktur angestrebt. In zwei Bereichen konnten kurze Aufweitungsabschnitte realisiert werden. In den stark kanalisierten Abschnitten waren in der Gewässersohle und teilweise am linken Ufer Strukturelemente vorgesehen. Die Längsvernetzung und Fischgängigkeit sollte für alle

Fischarten gewährleistet werden. Mit Dreiecksbuhnen und der Schüttung von Kies und Grobschotter wurde die Sohle im Jahr 2011 strukturiert. Nach den Bauarbeiten zeigte der Eibach bei Niederwasser einen pendelnden und vor allem in der Breite variablen Wasserlauf.

Risiken und Probleme

Mit dem ersten Hochwasser wurden grössere Mengen des geschütteten Sohlenmaterials umgelagert und verfrachtet. Über grosse Strecken bildete sich wieder eine ebene Sohle und das künstlich modellierte Niederwassergerinne wurde zerstört. Aufgrund der knappen Abflusskapazität wurde in der Projektierung auf eine möglichst glatte Querprofilgestaltung geachtet. Die daraus resultierenden zu feinen Elemente (feines Sohlenmaterial, wenig strukturbildende Einbauten) versagten infolge der engen Verhältnisse und wegen der zu starken Strömungsbelastung. Diese Erkenntnisse zeigen, dass bereits bei der Projektierung die Strukturierung der Sohle und entsprechende Auswirkungen im Hochwasserfall berücksichtigt werden müssen. Zudem sollte möglichst viel Raum für das Gewässer zur Verfügung stehen. Bei eingeeengten Verhältnissen sind die Aufweitung der Gewässersohle und die Ausbildung von steilen Böschungen oder Ufermauern anstelle einer schmalen Sohle mit flachen Böschungen zu prüfen.

Wegen der beengten Platzverhältnisse musste während der Bauarbeiten die gesamte Gewässersohle aufgebroschen werden (Aushub für die Foundation der Schutzmauern und die Wasserhaltung). Dadurch wurden die Stabilität und die natürliche Kolmatierung der bestehenden Gewässersohle gestört und die spätere Geschiebeumlagerung begünstigt.

Entwicklung

Auch in den aufgeweiteten Abschnitten entwickelte sich das ursprünglich erstellte Niederwassergerinne infolge des Hochwasserereignisses nicht erwartungsgemäss. Aufgrund der grösseren Sohlenbreite und dank des Pflanzenwuchses ist aber zu erwarten, dass sich in diesen Abschnitten wieder ein variabler Niederwasserbereich einstellt.



- ↑↑↑ 10-58 Vor dem Ausbau im April 2010.
- ↑↑ 10-59 Oktober 2011. Aufgeweiteter Abschnitt. Gestaltete Gewässersohle mit Niederwassergerinne direkt nach dem Bau.
- ↑ 10-60 April 2013. Aufgeweiteter Abschnitt. Das Niederwassergerinne hat sich durch umgelagertes Sohlenmaterial beim Hochwasser wieder ausgebetet. Die Variabilität der Wasserspiegelbreiten und Abflusstiefen ist zwar immer noch besser als im Ausgangszustand, aber wenig befriedigend.

- ↑↑↑ 10-61 Oktober 2011. Eingengter Abschnitt. Gestaltete Gewässersohle mit Niederwassergerinne direkt nach dem Bau.
- ↑↑ 10-62 März 2012. Eingengter Abschnitt. Beim Hochwasser hat sich eine ebene Sohle gebildet und die künstlich erstellten Strukturen im Niederwasserbereich wurden zerstört.
- ↑ 10-63 Juni 2012. Eingengter Abschnitt. Erstellte Lenkbuhnen ein Jahr nach Bauende.

Staffeleggbach

Unterueken, Ueken AG

Kennwerte

Abflüsse:	Q_{347} = ca. 26 l/s
	$HQ_{2.5}$ = ca. 10 m ³ /s
	HQ_{100} = ca. 29 m ³ /s
Ø Sohlengefälle:	0.7 %
Geschiebeführung:	mittel
Bau:	2001 – 2002

Ausgangslage

Der Staffeleggbach in Unterueken wies ein Hochwasser-schutzdefizit auf. Private Wohn- und Nutzgärten zwischen den parallel zum Gewässer verlaufenden Strassen und dem Wasserlauf, aber auch Bauten und Infrastrukturen begrenzten den Bachquerschnitt. Mit der Nutzung des Raums zwischen den Strassen liess sich mit einer Gerinneaufweitung der zur Ableitung des Dimensionierungsabflusses notwendige Querschnitt erreichen. Die Platzverhältnisse waren für ein bebautes Siedlungsgebiet relativ komfortabel, sodass sich ein Profil mit Uferböschungen und breiter Gewässersohle für den Hochwasserabfluss erstellen liess.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Der Staffeleggbach ist ein typischer Jurabach, der durch eng und locker bebaute Siedlungsgebiete fliesst und zwischen den Siedlungen einen weitgehend natürlichen Charakter aufweist. Der Wasserlauf ist meist dicht bestockt und verlagert sich kaum noch. Der Geschiebe-transport im Hauptgewässer ist als mittel zu bezeichnen. Bei längeren Trockenperioden vermindert sich die Wasserführung stark. Die aquatische Längsvernetzung ist über weite Strecken intakt. Die Strassen entlang des Gewässers schränken die Quervernetzung ein. Referenzzustand ist ein frei mäandrierender Bachlauf wie oberhalb und unterhalb des Dorfs. Die Restriktionen verunmöglichen jedoch eine solche Entwicklung.

Zielzustand für diesen Abschnitt war der Bau eines vielgestaltigen, bepflanzten Gewässers, wo immer möglich mit Böschungen und einem Niederwassergerinne in der breiten Gewässersohle. Der Bach soll sich nach dem Bau wieder zu einem prägenden Element im Dorfbild entwickeln.

Massnahmen und Bauweise

Mit dem Einbau von Hochstaudensoden, in die Sohle eingelassenen Blöcken und anstehendem Sohlenmaterial wurde ein Niederwassergerinne mit seitlichen Banketten in die zur Verfügung stehende Gewässersohle modelliert. Die Einbauten schaffen Furt-Kolk-Sequenzen und fördern die notwendige Breiten- und Tiefenvariabilität.

Risiken und Probleme

Ein Starkniederschlag lagerte Geschiebe ab und egalisierte die Sohle. So musste sich das Niederwassergerinne nach dem Hochwasser erst wieder neu entwickeln, wobei die Einbauten mit Hochstaudensoden und Blöcken gewisse Eckpunkte bildeten. Ein zweiter Starkniederschlag trug nochmals zu einer Nivellierung der Sohle bei. Die Hochstaudenfluren entwickelten sich in der Folge jedoch viel schneller, da sie in den Randbereichen bereits gut Fuss gefasst hatten und die Sprosssteile die Geschiebeauflage wieder schnell durchwachsen. Durch Sameneintrag aus dem Oberlauf haben sich auf den breiten Sohlenbanketten Neophyten angesiedelt.

Entwicklung

In den vergangenen 12 Jahren hat sich das Niederwassergerinne eingependelt. Der Hochstaudensaum entwickelt sich aufgrund des Sameneintrages recht vielfältig und bietet den wasserbezogenen Tierarten in unterspülten Bereichen Unterschlupf. Die Beschattung des Wasserlaufes nimmt laufend zu. Gehölzpflege ist noch keine notwendig. Die Wiesen und der Hochstaudensaum werden gemäht.

→ 10-64 2000. Das Abflussprofil im Ausgangszustand war nicht hochwassersicher. Nutzgärten zwischen dem Wasserlauf und den beidseitigen Strassen prägten das Erscheinungsbild. Die Bestockung war sehr unterschiedlich ausgebildet, die Gewässersohle praktisch durchgehend benetzt und ohne Hochstaudenbewuchs.

↓ 10-65 August 2002. Die eingebrachten Hochstaudensoden entwickeln sich schnell und bilden Fixpunkte, um welche das Niederwasser fließt.





← 10-66 November 2002. Ein Hochwasser mit Geschiebeverlagerung egalisiert die Sohle und überdeckt die Hochstaudensoden weitgehend.



↗ 10-67 Juli 2002. Das Niederwassergerinne ist erstellt und zeigt sich recht vielgestaltig.

↗ 10-68 September 2004. Aufgrund der schwankenden Wasserführung und der Initialpflanzung beim Bau bilden sich die Hochstaudenbankette wieder relativ schnell aus.

→ 10-69 Juli 2006. Ein erneutes Hochwasser hat die Hochstaudenbankette niedergelegt und zum Teil überdeckt. Die umgelegten Pflanzen durchwachsen die Geschiebeauflage schnell.



↓ 10-70 Mai 2011. Der grüne Bachlauf prägt langsam wieder das Erscheinungsbild der Siedlung. Die Hochstaudenflur auf der Gewässersohle entwickelt sich kräftig und macht einen gefestigten Eindruck.

↓↓ 10-71 April 2013. Die Hochstauden sind gemäht oder haben sich unter dem Schnee oder bei erhöhter Wasserführung abgelegt. Die Wasserfläche dehnt sich im Winter im Vergleich zum Sommerzustand tendenziell aus.



Dänkelbach

Lengnau AG

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 5 \text{ l/s}$ $HQ_{2.5} = \text{ca. } 1 - 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ $HQ_{100} = 4.3 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	ca. 2 %
Geschiebeführung:	gering, Ablagerungen von Feinmaterial vorhanden
Bau:	2006

Ausgangslage

Der Dänkelbach wurde im untersten Abschnitt vor der Mündung in die Surb, einem grösseren Talbach, in ein rechteckiges, strukturloses Betonprofil verlegt. Oberhalb des Siedlungsgebiets fließt der Dänkelbach in einem naturnahen Gerinne. Die Vernetzung mit der Surb ist durch einen kleinen Absturz im Mündungsbereich nur geringfügig behindert. Ziel des Projekts war es, mit möglichst wenig Aufwand im Rahmen des Bachunterhalts ein Niederwassergerinne über dem Betonprofil auszubilden. Dadurch sollte der Abschnitt für Fische durchschwimmbar gemacht werden, gleichzeitig aber auch als Lebensraum dienen. Der Dänkelbach wird gegenwärtig als Aufzuchtbach für Bachforellen genutzt, welche dann in die Surb ausgesetzt werden.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Der Dänkelbach führt bei Hochwasser geringe Geschiebefrachten und die Eigendynamik ist klein. Der oberste Abschnitt verläuft im Wald. Zwischen der aufgewerteten Strecke und dem Wald fließt der Bach in einem relativ breiten Gehölzstreifen durch landwirtschaftliche Nutzfläche. Die Gesamtlänge des Gewässers beträgt rund 2'500 Meter.

Massnahmen und Bauweise

Die baulichen Massnahmen wurden so angelegt, dass ein künftiger Eingriff an der Strasse mit dem Rückbau des Hartgerinnes kombiniert werden kann. Die Massnahmen fielen deshalb sehr einfach und kostengünstig aus. Auf einer Gesamtlänge von 109 Metern wurden Rundhölzer als Querriegel auf der Betonsohle befestigt. Jeder Querriegel wurde auf gut einem Viertel der Breite

zusätzlich noch abgeflacht. Hinter jedem Rundholz wurden die Fugen mit Lehm abgedichtet. Der ganze Abschnitt wurde zuletzt mit Kies und Schotter als Sohlenmaterial aufgefüllt. Ein Niederwassergerinne wurde von Hand vorgeformt.

Risiken und Probleme

Weil der Bach grundsätzlich wenig Wasser führt, sind tiefe Stellen für Fische sehr wertvoll. Diese Stellen in einem Gerinne zu schaffen, das sich nicht eintiefen kann, ist nicht möglich. Das Gewässer ist durch das Betonprofil vom Umland abgesondert und es fehlen somit wichtige Ökotope. Deshalb ist auch ein Niederwassergerinne nur schwer einzuleiten. Aufgrund des eher flachen Gefälles war aber die Gefahr geringer, dass sich das Geschiebe hinter den Schwellen ausspülen wird und durch die Querriegel dann Hindernisse entstehen. Die Dimensionierung des Betongerinnes ist ausreichend gross, um auch im verkleinerten und raueren Zustand Hochwasserspitzen abzuführen. Die Grasflächen wachsen auf sandigem Material. Mit zunehmender Mächtigkeit des Substrats sind Unterhaltsmassnahmen wie Abtragen oder Ausbaggern unumgänglich.

Entwicklung

Durch den fortlaufenden Bewuchs des Gerinnes hat sich ein Niederwassergerinne mit ausreichender Wassertiefe bilden können, welches das Vorkommen von Fischen erlaubt. Es ist sogar eine schlängelnde Linie mit lockerem Sohlensubstrat erkennbar. Die einst vorgegebene Rinne war jedoch schnell nicht mehr sichtbar. Mit dem notwendigen Unterhalt (Abtragen, Ausbaggern) wird eine natürliche Entwicklung der Sohle verhindert.

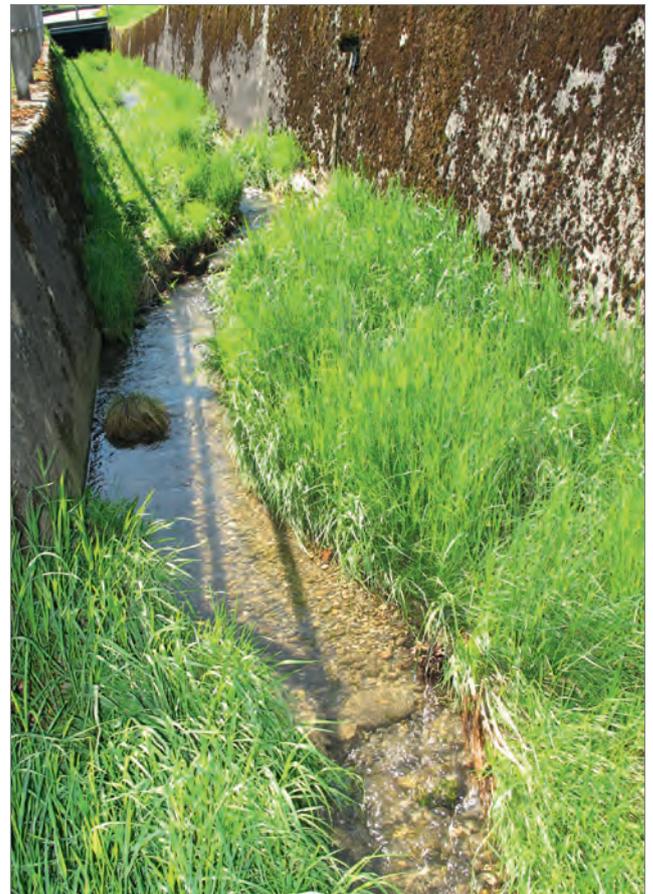
10-72 2007. Die Strecke ein halbes Jahr nach dem Eingriff. Das Wasser fließt im oberen Teil verteilt auf den ganzen Querschnitt ab. Unten hat sich das vorgeformte Niederwassergerinne halten können.



- ↓ 10-73 2006. Ausgangszustand vor der Aufwertung.
- ↘ 10-74 Frühjahr 2013. Das Niederwassergerinne ist zwischen dem hohen Gras erkennbar. Das Gerinne weist schon deutlich mehr Strukturen und vor allem Beschattung auf als vorher. Gehölze konnten sich nicht ansiedeln. Die Sohle über dem Betonkanal ist natürlich und locker.



- 10-75 November 2006. Hinter jedem Querriegel wurde mit Lehm abgedichtet, damit das Wasser nicht unten durchsickert.
- ↓ 10-76 November 2006. Das Niederwassergerinne wurde von Hand leicht vorgegeben.
- ↘ 10-77 August 2013. Nun ist die Fischwanderung dank des künstlichen und harten Niederwassergerinnes wieder möglich.



Dorfbach Küsnacht

Küsnacht ZH

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 33 \text{ l/s}$
	$HQ_{2-5} = 10 - 15 \text{ m}^3/\text{s}$
	$HQ_{100} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$
Ø Sohlengefälle:	ca. 2.5 %
Geschiefeführung:	mässig
Bau:	2011 – 2013

Ausgangslage

Der Dorfbach Küsnacht mündet in den Zürichsee und ist eines der bedeutendsten Laichgewässer der Seeforelle. Das 12 km² grosse Einzugsgebiet gliedert sich in einen flachen Oberlauf zwischen Pfannenstiel und Forch mit verästeltem Gewässersystem, dem anschliessenden, stark eingeschnittenen Tobel sowie in den Unterlauf im Siedlungsgebiet von Küsnacht. Als Folge des verheerenden Hochwassers von 1778 wurde die Tobelstrecke mit zahlreichen Sperren verbaut und der Bach im Siedlungsgebiet kanalisiert.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Im Unterlauf fliesst der Dorfbach heute in einem gestreckten, rund 7.5 m breiten Gerinne mit seitlichen Ufermauern. Die ebene Sohle ist in Abständen von 10 bis 15 m mit Rundholzschwelen gegen Erosion gesichert. Zwischen den Schwelen weist die ebene Sohle kaum Strukturen auf und es sind nur wenig Feingeschiebeablagerungen vorhanden. Unter den insgesamt sieben Strassen- und Bahnbrücken ist die Sohle mit künstlich gepflästerten Sohlrampen mit leicht erhöhtem Gefälle verbaut. Die Sohlrampen mit Längen von bis zu 40 m weisen am oberen Ende eine Beschleunigungstrecke auf und am unteren Ende jeweils einen kleinen Absturz.

Der Dorfbach verfügt über ein geringes bis mittleres Geschiebeaufkommen. Bei den regelmässig auftretenden Hochwasserereignissen wird vor allem Feingeschiebe mit Korngrössen bis zu einem Durchmesser von 4 cm transportiert, wobei es bei abnehmendem Abfluss an morphologisch günstigen Stellen (Flachstrecken, hinter Blöcken, an geschützten Uferbereichen) abgelagert wird. Bei grossen Hochwasserereignissen wird auch Grobgeschiebe mit Korndurchmessern bis 15 cm in den See transportiert.

Massnahmen und Bauweise

Zwischen 2011 und 2013 wurden in die untersten drei Sohlrampen Rinnen eingebaut, die mit Blöcken strukturiert wurden und in denen der Abfluss bei Niederwasser konzentriert wird. Die 0.8 m tiefen und bis 2.8 m breiten Rinnen bestehen aus einer Betonplatte mit seitlichen Winkelplatten. Die Strukturierung erfolgte mit seitlich angeordneten Blockgruppen und Sohlschwelen aus Blöcken. Am oberen Ende der Rinne besteht ein trichterförmiger Einlauf mit Vorbecken aus einbetonierten Blöcken.

Die Bauweise mit einer festen, in die Pflasterung der Sohlrampe eingebauten Rinne in Gerinnemitte mit fixierten Strukturelementen wurde gewählt, weil der Hochwasserspiegel nicht angehoben werden darf und die seitlichen Ufermauern aus Kostengründen nicht unterfangen werden sollten. Die Oberkante der eingebauten Strukturen liegt tiefer als die seitlich angrenzende Pflasterung. Die Rinnen dienen primär dem Fischaufstieg und nur untergeordnet als Lebensraum.

Risiken und Probleme

Aufgrund der massiven Bauweise sind keine Gerinneveränderungen bei Hochwasser zu erwarten. Bezüglich Geschiebetransport zeigt die Erfahrung mit der ersten, 2011 erstellten Rinne bei der untersten Brücke, dass das Material bei Hochwasser infolge der hohen Turbulenz durch die Rinne transportiert wird. Bedeutende Ablagerungen oder eine Verfüllung der Rinne können ausgeschlossen werden.

Entwicklung

Erfahrungen bezüglich Seeforellenaufstieg bestehen erst bei der untersten Rampe. Diese wurde von Seeforellen passiert, allerdings war der festgestellte Gesamtaufstieg in den zwei Jahren 2011 und 2012 wegen ungünstigen Abflussverhältnissen eher bescheiden. Mit dem Bau der zwei oberen Rampen können die Seeforellen jetzt weiter flussaufwärts aufsteigen. Die kommenden Jahre werden zeigen, inwieweit der Einbau des Niederwassergerinnes genutzt wird. Es ist vorgesehen, bei den noch bestehenden Sohlrampen ebenfalls Niederwassergerinne einzubauen.

- ↓ 10-78 Frühjahr 2013. Vor dem Einbau des Niederwassergerinnes. Sohlrampe mit Pflasterung und Absturz unter den zwei SBB-Brücken und der Strassenbrücke.



- ↓ 10-79 August 2013. Niederwassergerinne unter den zwei SBB-Brücken und der Strassenbrücke nach Fertigstellung. Mit Blockgruppen und Schwellen strukturierte Rinne, seitlichen Winkelplatten und Pflasterung.

- ↓↓ 10-80 Juni 2013. Niederwassergerinne unter der Brücke Seestrasse nach der Fertigstellung. Strukturierte Sohle mit Kiesablagerungen infolge Eintrag vom Oberwasser während der Bauarbeiten. Der Kies wird bei den nachfolgenden Hochwasserabflüssen zunehmend mobilisiert und weitertransportiert.



Dorfbach Spreitenbach

Spreitenbach AG

Kennwerte

Abflüsse:	$Q_{347} = \text{ca. } 10 \text{ l/s}$ $HQ_{2.5} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ $HQ_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ (max. $3 \text{ m}^3/\text{s}$ für den offenen Kanal)
Ø Sohlengefälle:	3 %
Geschiebeführung:	keine (Geschiebesammler und Sohlsperrern im Wald)
Bau:	2004 bis 2005

Ausgangslage

Der alte Dorfkern von Spreitenbach entstand auf dem Schuttkegel, den der Bach am Fuss des Heitersbergs abgelagert hatte. Mit der baulichen Entwicklung des Dorfes wurde der Bach mit Mauern und einer Betonsohle in ein enges, prägendes Korsett gezwängt. Bei Starkniederschlägen schluckte das Gerinne den Abfluss nicht mehr. Die engen Platzverhältnisse im schützenswerten Ortsbild liessen einen Vollausbau weder mit Böschungen noch mit Mauern zu. Dies führte zur Lösung, einen Hochwasserentlastungskanal unter die Sohle des Gewässers zu bauen. Gleichzeitig wurden sämtliche Werkleitungen erneuert und die Strasse mit allen Anschlüssen an die privaten Liegenschaften neu gestaltet.

Charakteristik des Gewässers und Morphologie

Seit langer Zeit fliesst der Bach kanalisiert durch den Dorfkern. Verschiedene weitere Abschnitte zur Limmat hin zeigen ebenfalls keinen natürlichen Zustand mehr. Ein Referenzabschnitt mit vergleichbarem Sohlengefälle ist nicht mehr dokumentierbar. Für den Dorfkern wurde deshalb nach einem ortsbildtypischen Zielzustand gesucht, der innerhalb des künstlichen Systems ein Niederwassergerinne für den Trockenwetterabfluss aufweist. Aufgrund der verbleibenden langen Eindolungen und des Entlastungsbauwerkes steht die Längsvernetzung nicht im Vordergrund. Auch die Quervernetzung ist an dieser Stelle im Dorf nicht gegeben.

Massnahmen und Bauweise

Die sichtbaren Bachmauern stehen auf den Seitenwänden des Hochwasserentlastungskanals. Über dem Deckel des Kanals liegt eine Kiessohle von 30 cm. Der Wandkies ist zusätzlich mit Bollensteinen angereichert. Damit die Sohle nicht erodiert, ist sie mit aufgeschraubten Querbrettern gesichert. Mit dem Einpflanzen von zugeführten Hochstaudensoden ist ein Niederwassergerinne initiiert worden, welches bei Trockenwetter den Abfluss einengt.

Risiken und Probleme

Die Abflussmenge im offenen Gerinne ist durch eine justierbare Blende begrenzt. An der flachsten Stelle vor der langen Eindolung haben sich anfänglich aus der Sohle ausgewaschene Feinstoffe abgelagert, die entfernt wurden. Im Hochstaudensaum können sich über die Jahre Feinstoffe ansammeln. Solche Auflagerungen müssen an kritischen Stellen punktuell entfernt werden, ohne das Niederwassergerinne zu zerstören.

Entwicklung

Die eingepflanzten Hochstauden haben sich schnell in der Sohle verwurzelt. Durch den Eintrag von Saatgut, aber auch durch Wurzelbrut hat sich der Saum in kurzer Zeit über die ganze Länge geschlossen. Er beschattet im Sommer den Wasserlauf.

Aufgrund des geringen Trockenwetterabflusses wächst das Niederwassergerinne stark zu. Führt der Bach mehr Wasser, öffnet es sich wieder. Da reissende Hochwasser fehlen, bleibt das Gerinne sehr stabil. Als Pflegemassnahme wird der Hochstaudensaum jährlich gemäht. Aufkommende Gehölze müssen entfernt werden.

10-81 Juli 2006. Blühende Hochstauden im Sommer
beleben das Erscheinungsbild.



- ↓ 10-82 Oktober 2004. Bau des Hochwasserentlastungskanals. Deckel des Kanals mit Anschlusseisen für die seitlichen Mauern des Bachlaufs.
- ↓↓ 10-83 Mai 2005. Querriegel mit verschraubten Holzlatten auf dem Deckel des Hochwasserentlastungskanals. Sie sorgen dafür, dass das Sohlensubstrat nicht ausgeschwemmt wird.
- ↓↓↓ 10-84 Juli 2005. Mit Kies verfüllte und mit Hochstauden bepflanzen Gewässersohle. Das Niederwassergerinne wird beim Einbau der Soden mit dem Aushubmaterial modelliert.



- ↓ 10-85 April 2008. Steigt der Abfluss bei Niederschlägen an, legen sich die Hochstauden sichernd über die Kiessohle. Bei Niederwasser richten sie sich wieder auf.



→ 10-86 2003. Kanalisierter Bachlauf im Ausgangszustand, der den Hochwasserabfluss nicht gewährleisten konnte.

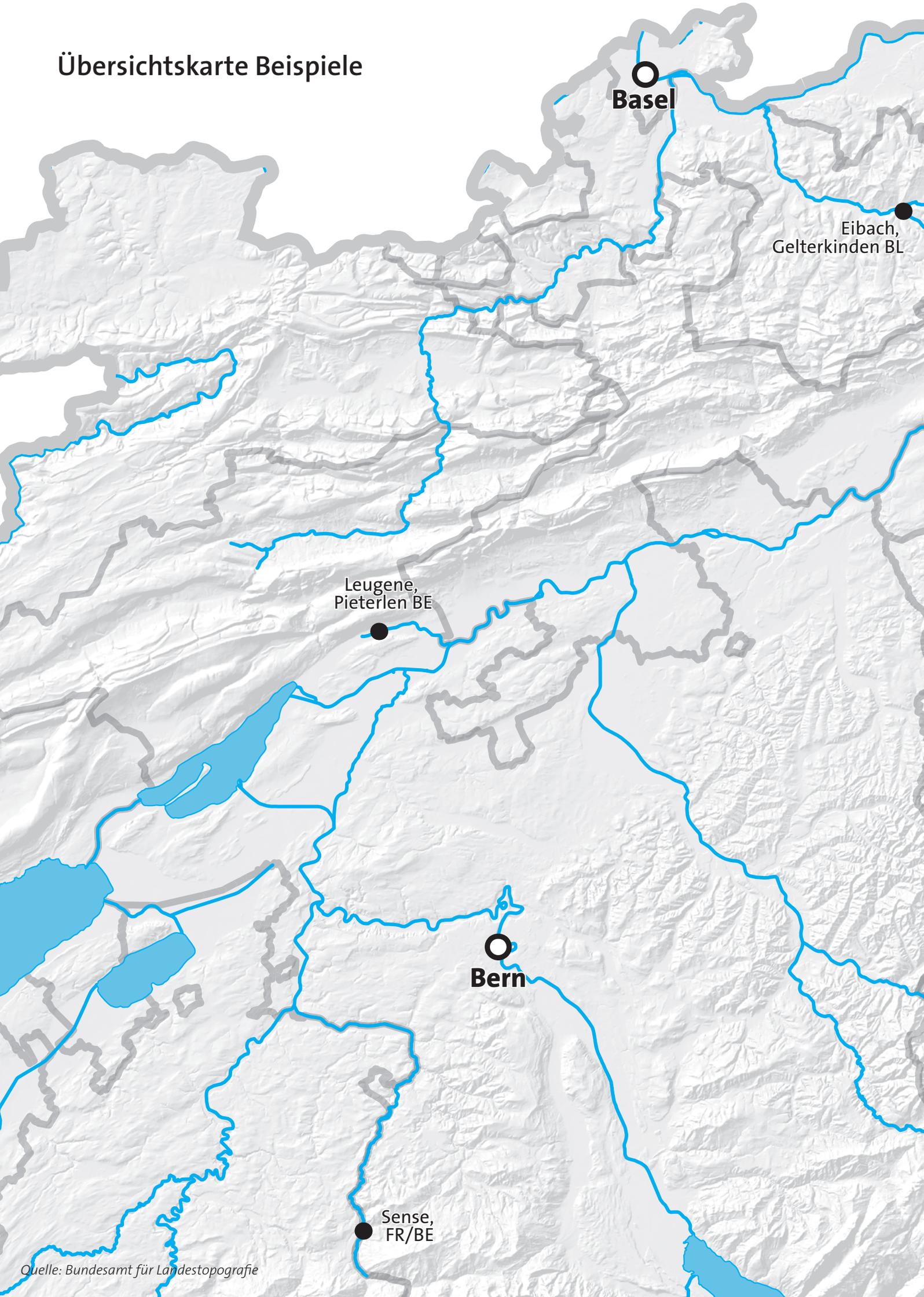
↘ 10-87 September 2005. Die Ausformung der Kiessohle und Hochstaudensoden geben das Niederwassergerinne vor. Die Hochstaudensoden wachsen schnell an und bilden Fixpunkte, um welche das Wasser fließt.

↘↘ 10-88 August 2008. Dichter Hochstaudenbewuchs im Sommer. Der Wasserlauf ist beschattet und das Wasser kaum mehr sichtbar. Das Rohrglanzgras breitet sich stark aus.

↘↘↘ 10-89 April 2013. Der im Winter zurückgeschnittene Hochstaudensaum zeigt, dass unter dem dichten sommerlichen Bewuchs ein intaktes Niederwassergerinne besteht.



Übersichtskarte Beispiele





Staffeleggbach,
Unterueken AG

Staffeleggbach,
Ueken AG

Aarau

Dänkelbach,
Lengnau AG

Lugibach,
Wettingen AG

Dorfbach,
Spreitenbach AG

Zürich

Reppisch,
Birmensdorf ZH

Reppisch,
Stallikon ZH

Hofbach,
Affoltern a.A. ZH

Dorfbach,
Küsnacht ZH

Luthern,
Schötz/Nebikon LU

Altlauf Enziwigger,
Willisau LU

Enziwigger,
Hergiswil LU

Luzern

Bildverzeichnis

Bild-Nr.

Quelle

1 Definition

1-1 bis 1-4, 1-6
1-5

Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau
Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

2-1

Kanton Aargau, Sektion Jagd und Fischerei

3 Ökologie

3-1
3-2, 3-4, 3-6
3-3

3-5
3-7

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen
WFN - Wasser Fisch Natur, Gümmenen
EAWAG, Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf
Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Calopteryx_Luc_Viatour.JPG

4 Ziele und Nutzen

4-1

4-2, 4-3

Archäologie und Museum Baselland, d2_0006021,
Fotosammlung Theodor Strübin (1908-1988)
WFN - Wasser Fisch Natur, Gümmenen

5 Grundsätze

5-4 bis 5-7, 5-9, 5-10

Flussbau AG, Zürich

6 Systemanalyse

6-2
6-3
6-4, 6-7, 6-9, 6-11
6-5, 6-6
6-8
6-10

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen
Hansjörg Egger, Uster
Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen
Flussbau AG, Zürich
Kanton Luzern, vif, Abteilung Naturgefahren
Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau

7 Projektierung und Bau

7-3, 7-6 bis 7-8, 7-12 bis 7-14, 7-16,
7-4, 7-11
7-5, 7-9, 7-10, 7-15, 7-17

Flussbau AG, Zürich
Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau
Kanton Aargau, Sektion Wasserbau

8 Pflege und Unterhalt

8-1
8-2 bis 8-4

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen
Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau

9 Zeit

9-1 bis 9-4
9-5, 9-6

Kanton Aargau, Sektion Jagd und Fischerei
Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

10 Beispiele aus der Praxis

Sense

10-1

Flussbau AG, Bern

10-2

WFN - Wasser Fisch Natur, Gümmenen

10-3

Kanton Freiburg, Tiefbauamt

Reppisch Stallikon

10-4, 10-5, 10-7

Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau

10-6

Hansjörg Egger, Uster

Hofibach

10-8 bis 10-13

Kanton Zürich, AWEL, Abteilung Wasserbau

Lugibach

10-14, 10-16

Kanton Aargau, Sektion Wasserbau

10-15, 10-17 bis 10-19

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

Leugene

10-20 bis 10-27

WFN - Wasser Fisch Natur, Gümmenen

Reppisch Birmensdorf

10-28 bis 10-34

Flussbau AG, Zürich

Enziwigger

10-35, 10-37, 10-38

Kanton Luzern, vjf, Abteilung Naturgefahren

10-36

Flussbau AG, Zürich

Luthern

10-39 bis 10-42, 10-44, 10-45

Kanton Luzern, vjf, Abteilung Naturgefahren

10-43

Schubiger Bauingenieure AG, Hergiswil

Staffeleggbach Unterdorf

10-46 bis 10-53

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

Altlauf Enziwigger

10-54, 10-55

Kanton Luzern, vjf, Abteilung Naturgefahren

10-56, 10-57

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

Eibach

10-58 bis 10-63

Kanton Basel-Landschaft, Tiefbauamt

Staffeleggbach Unterueken

10-64 bis 10-71

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

Dänkelbach

10-72, 10-74, 10-77

Kanton Aargau, Sektion Jagd und Fischerei

10-73, 10-75, 10-76

Kanton Aargau, Sektion Wasserbau

Dorfbach Künsnacht

10-78 bis 10-80

Flussbau AG, Zürich

Dorfbach Spreitenbach

10-81 bis 10-89

Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

Dank / Impressum

Die Herausgeberschaft dankt den Initiatoren des Projektes, Mario Koksich und Matthias Oplatka, sowie Gianni Paravicini für die inhaltliche und grafische Beratung.

Ein herzlicher Dank für die fachliche Unterstützung und das zur Verfügung gestellte Bildmaterial geht an:

Marco Achermann, Philipp Amrein, Daniel Arnold, Walter Baumann, Paul Dändliker, Albert Dillier, Thomas Gebert, Andreas Hertig, Thomas Hofmann, Lukas Hunzinger, Fabienne Kaufmann, Markus Kunz, Claude Meier, Jean-Claude Raemy, Rolf Mosimann, Sara Ragonesi, Sandro Ritler, Michael Schaffner, Alfred Schaltegger, Peter Scheiwiller, Michael Schluh, Albin Schmidhauser, Ueli Schwenk, Patrick Steinmann, Claudio Wiesmann, Urs Zehnder.

Herausgeber

Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur (vif)
Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)
Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU)

Autoren

Sylvia Durrer, dipl. Umwelt-Ing. ETH, Kanton Luzern, vif,
Abteilung Naturgefahren

Dr. Arthur Kirchhofer, lic. phil. nat., WFN – Wasser Fisch Natur,
Gümmenen

Dr. Ueli Schälchli, dipl. Kultur-Ing. ETH, Flussbau AG SAH, Zürich

André Seippel, dipl. Ing. FH Landschaftsarchitekt BSLA SIA,
Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, Wettingen

Pascal Sieber, Dipl. Geograph, Kanton Zürich, AWEL, Abteilung
Wasserbau

Christian Tesini, Bsc. Umwelt-Ing. ZFH, Kanton Aargau, BVU,
Sektion Jagd und Fischerei

Illustrationen

Maude Léonard-Contant, Luzern

Gestaltung

Fry & Partner, Zürich

Bildredaktion

Gianni Paravicini, Kanton Luzern, vif, Abteilung Naturgefahren

Textredaktion

Carsten Stütz, Zürich

Druck

Somedia Production, Chur

Bezugsadresse

Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur (vif),
Arsenalstrasse 43, Postfach, CH-6010 Kriens 2 Sternmatt
www.vif.lu.ch

Auflage

1'500 Stk.

© 2014

Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur (vif)
Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)
Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU)

© der Abbildungen bei den Rechteinhabern. Nachdruck mit
Angabe der Quelle gestattet.

ISBN 978-3-271-60001-8

