



Biologische Untersuchung der Mittelland- Reuss, Kleinen Emme und Unteren Lorze

Gewässerschutzfachstellen
der Kantone Aargau, Luzern,
Zug und Zürich

Kurzbericht 2013

Weit über 400 pflanzliche und tierische Arten wurden im aquatischen Bereich der drei Fliessgewässer gefunden. Dennoch sind basierend auf den gewässerbiologischen Erhebungen Defizite vorhanden. Für die Vollzugsbereiche Gewässerschutz, Auen-schutz, Hochwasser-schutz und Wasserwirt-schaft verbleibt somit Handlungsbedarf.

Die Reuss und die beiden wichtigsten Zuflüsse Kleine Emme und Untere Lorze.

Gewässerökologische Untersuchungen des Jahres 2011

Ausgangslage: Seit 1974 untersuchen die Kantone Aargau, Luzern und Zug gemeinsam die chemische Wasserqualität der Mittelland-Reuss, der Kleinen Emme und der Unteren Lorze. Diese Untersuchungsreihe zeigt deutlich, dass sich die chemische Wasserqualität der drei Gewässer im Laufe des 20. Jahrhunderts stark verbessert hat. Wie sich diese verbesserte Wasserqualität auf die Fauna und Flora auswirkte, war allerdings nicht bekannt. Eine gemeinsame und im ganzen Fliessverlauf mit derselben Methode durchgeführte gewässerbiologische Situationsanalyse fehlte lange Zeit. In den Jahren 2010 (Voruntersuchung, Evaluation der Stellen) und 2011 (Hauptuntersuchung) wurde daher eine solche Untersuchung durch die Gewässerschutzfachstellen der genannten Kantone sowie des Kantons Zürich durchgeführt.

Ziel: Der gewässerökologische Zustand der drei Gewässer sowie allfällige Auswirkungen von Gewässerbelastungen sollen mittels biologischen Indikatoren erfasst werden. Bei der Wahl der Untersuchungsstellen wurde darauf geachtet, dass diese auch in Zukunft regelmässig untersucht werden können. Diese Ersterhebungen liefern Grundlagen für eine Langzeitüberwachung sowie für die Erfolgskontrollen von zukünftigen Massnahmen in den Bereichen Gewässer- und Hochwasserschutz, Renaturierung, Auenentwicklung oder Gewässernutzung. Der vorliegende Kurzbericht erläutert die wichtigsten Resultate und gibt Hinweise, die bei der künftigen Gewässerschutzpraxis von Bedeutung sein können.

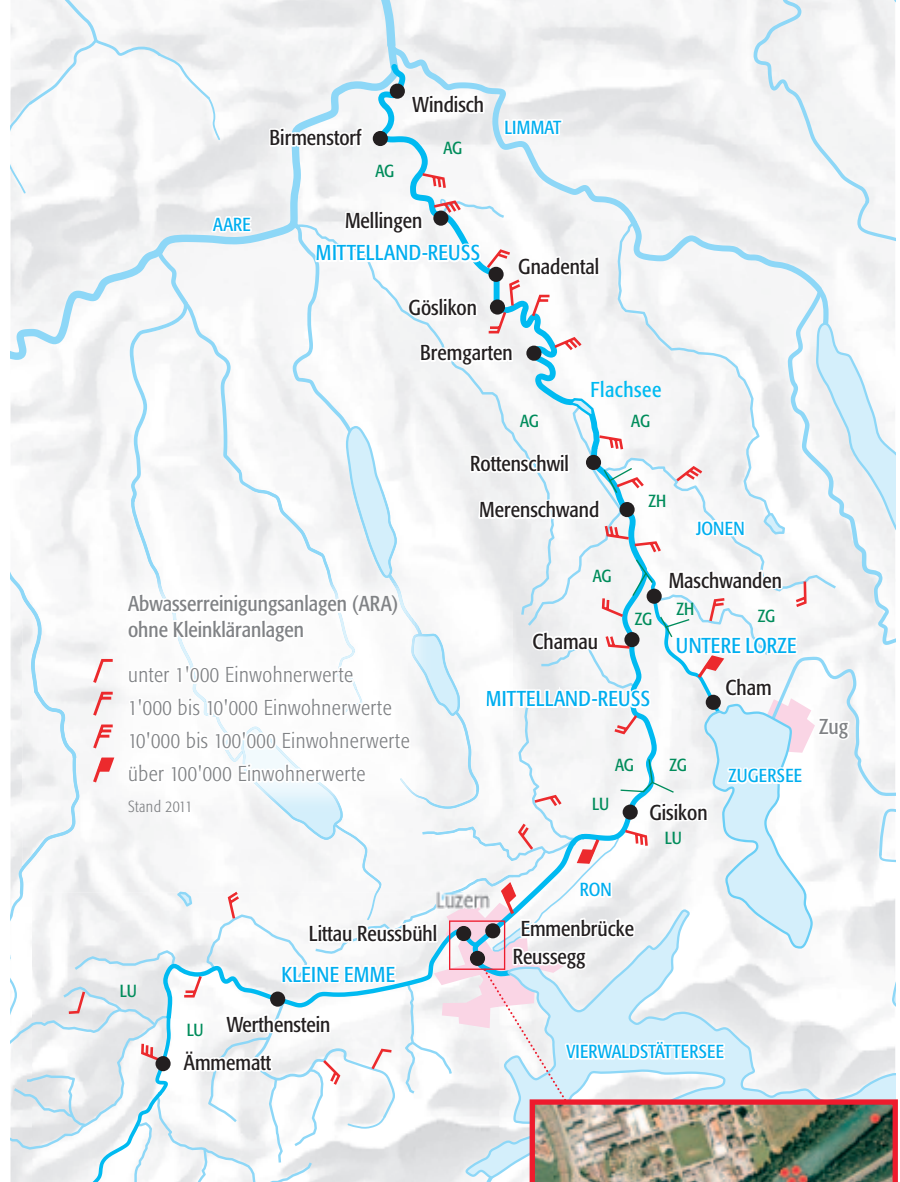
Methode: Die vom Bund entwickelte Methode zur Erfassung und Bewertung des ökologischen Zustandes von Fliessgewässern (Modul-Stufen-Konzept) ist für grosse und tiefe, nicht watbare Fliess-

gewässer wie die Mittelland-Reuss, aber auch stellenweise die Kleine Emme und die Untere Lorze nicht geeignet. Daher musste die Methode wie auch teilweise die Bewertung (v.a. Wasserwirbellose) an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Dank den Erfahrungen aus Untersuchungen am Hoch- und Alpenrhein, an der Aare sowie der Limmat konnte dieselbe Probenahmetechnik angewandt werden, wie an den genannten Flüssen. Je nach Gewässerbite und -tiefe sowie Fragestellung wurden pro Untersuchungsstelle über die Flussbreite hinweg 1, 3 oder 5 Proben entnommen. Proben in nicht watbaren Bereichen entnahm ein Taucher.

Stellenauswahl: Bei der Auswahl der 17 Untersuchungsstellen galt es jede Region, die verschiedenen Fliessgewässer-

typen sowie die wichtigsten Störgrössen (Einläufe von Abwasserreinigungsanlagen, Wasserentnahmen, Verbauungen) zu berücksichtigen. Zusätzlich mussten die Untersuchungsstellen gut zugänglich sein und die Taucheinsätze ohne Sicherheitsrisiko durchgeführt werden können.

Untersuchungsgebiet: Die eigentlichen Untersuchungen fanden im März 2011 statt. Das Untersuchungsgebiet erstreckte sich in der Kleinen Emme von der Ämmematt (unterhalb Entlebuch) bis zur Mündung in die Reuss (3 Stellen), bei



Untersuchungsstellen ● in Kleiner Emme, Mittelland-Reuss und Unteren Lorze sowie die Lage und Grösse der Abwasserreinigungsanlagen entlang der untersuchten Gewässer.



Luftaufnahme des Mündungsbereiches Kleine Emme in die Reuss und Darstellung der drei Untersuchungsstellen mit einer oder fünf Proben.



Probenahme der Wasserwirbellosen mittels Kicknetz im wathbaren Bereich (oben) und Surber Sampler mittels Taucher in der Flussmitte (unten).



Feldarbeiten zur Untersuchung der Kieselalgen (oben) und der Wasserwirbellosen (unten).

Fliessgewässer	von ...	bis ...	Fliessdistanz	Höhendifferenz	Gefälle	mittlerer Abfluss im Mündungsbereich
Kleine Emme	Entlebuch	Mündung Reuss	36.4 km	297 m	8.2 ‰	16 m ³ /s
Mittelland-Reuss	Luzern	Mündung Aare	72.3 km	106 m	1.5 ‰	140 m ³ /s
Untere Lorze	Cham	Mündung Reuss	10.6 km	26 m	2.5 ‰	7.3 m ³ /s

Längsprofil pro Fluss und Angabe langjähriger, mittlerer Abfluss, Fliessdistanz, Höhendifferenz und mittleres Gefälle in Promille.

der Mittelland-Reuss von Luzern bis zur Mündung in die Aare (12 Stellen) und bei der Unteren Lorze von Cham bis zur Mündung in die Reuss (2 Stellen).

Parameter: Untersucht wurden der Äussere Aspekt, der pflanzliche Bewuchs, die Kieselalgen und die Wasserwirbellosen (Makrozoobenthos). Der **Äussere Aspekt** wurde unterteilt in Parameter, welche die fliessende Welle betreffen und solche, die die Gewässersohle charakterisieren. Während mit der Beschaffenheit der fliessenden Welle der aktuelle Zustand des Wassers ersichtlich ist, manifestieren sich in der Gewässersohle allfällige Beeinträchtigungen über die Zeit akkumuliert.

Der **pflanzliche Bewuchs** wird im Wesentlichen geprägt durch die Lichtverhältnisse, die stofflichen Bedingungen, die Fauna (Beweidung) sowie die Zu-

sammensetzung und Dynamik bzw. Stabilität der Gewässersohle.

Die **Kieselalgen** geben insbesondere Aufschluss über die Wasserqualität der fliessenden Welle und zeigen an, ob eine länger dauernde stoffliche Belastung vorliegt.

Die Lebensgemeinschaften der **Wasserwirbellosen** werden vor allem geprägt durch den Gewässertyp selber, die ökomorphologischen und stofflichen Bedingungen sowie durch die Abfluss- und Geschiebedynamik. Zusätzlich beeinflussen neu eingewanderte fremde Arten (Neozoen) stellenweise die Lebensgemeinschaft.

Die **Fische** wurden bewusst nicht in die Untersuchung miteinbezogen. Dies weil die Befischung eine andere Erhebungsmethode bedingt und auch zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführt werden muss.

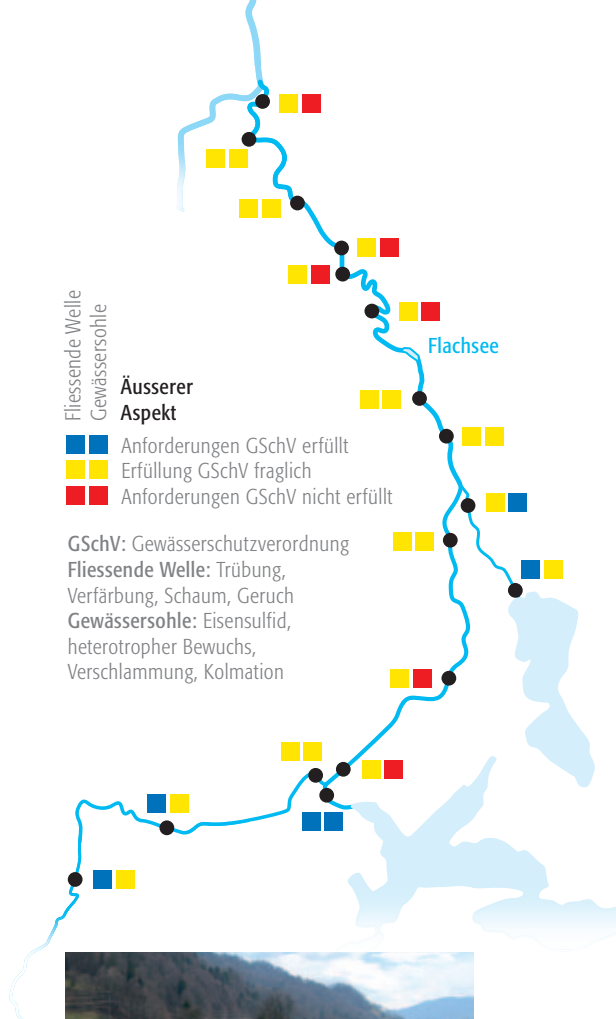
Die untersuchten Gewässer, die Lebensräume und wichtige Einflussgrössen.

Auswirkungen auf den Äusseren Aspekt

Einzugsgebiete: Die **Kleine Emme** entspringt am Brienzer Rothorn und entwässert das Entlebuch. Im Reusszopf bei Emmenbrücke mündet sie in die Reuss. Das Einzugsgebiet ist geprägt durch landwirtschaftlich genutzte Flächen, viel Wald, Alpwirtschaft, relativ viele unproduktive Flächen (Fels, Geröll, unproduktive Vegetation) und vergleichsweise wenig grosse Siedlungen. Drei Abwasserreinigungsanlagen mit mehr als 5'000 Einwohnerwerten (EW) befinden sich im Einzugsgebiet der Kleinen Emme. Insgesamt fällt gereinigtes Abwasser von rund 22'000 EW an. Als voralpines Gewässer unterscheidet sich die Kleine Emme hinsichtlich Geschiebeführung, Trübstoffgehalt und Abflussdynamik stark von der Mittelland-Reuss und der Unteren Lorze. Die Einzugsgebiete der **Reuss** unterhalb des Vierwaldstättersees und der Unteren Lorze unterhalb des Zugersees sind geprägt durch Siedlungen, landwirtschaftlich genutzte Flächen und Wald. Als Seeausflüsse haben sie ein stark gedämpftes Abflussregime und kaum Geschiebetransport. Die **Untere Lorze** entwässert die Einzugsgebiete des Ägeri- und des Zugersees und damit einen Grossteil des Kantons Zug. Zudem leitet die einzige grosse Abwasserreinigungsanlage des Kantons Zug bei Hagendorn ihr gereinigtes Abwasser von rund 150'000 EW in die Untere Lorze ein. Bis zur Mündung der Reuss in die Aare wird insgesamt sehr viel gereinigtes Abwasser eingeleitet (830'000 EW), leben doch rund 500'000 Personen im Einzugsgebiet.

Lebensräume: Jedes der drei untersuchten Fliessgewässer weist unterschiedliche, ganz besondere Flussabschnitte auf, die einen speziellen Lebensraum für Pflanzen und Tiere bieten. Im Folgenden werden wichtige Gewässertypen und -abschnitte kurz beschrieben.

Seeausfluss: Die beiden obersten untersuchten Stellen der Mittelland-Reuss



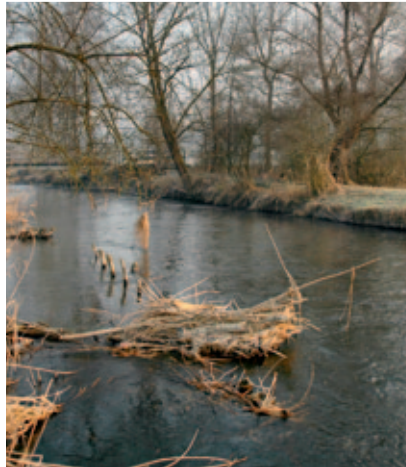
Kleine Emme, Geschiebelieferant mit viel Strukturen und im Unterlauf stark verbaut mit urbanem Charakter.

(Reussegg) und der Unteren Lorze (Cham) liegen direkt unterhalb der Seeausflüsse des nährstoffarmen Vierwaldstätter- bzw. des nährstoffreichen Zugersees. Dadurch sind sie gezeichnet durch einen unterschiedlichen Nährstoffgehalt und einen stark regulierten Abfluss sowie eine fehlende Geschiebenachlieferung. Die Gewässersohle ist damit natürlicherweise verfestigt (kolmatisiert) und vom See werden im Wasser schwebende Organismen ausgetragen. Typische Orga-



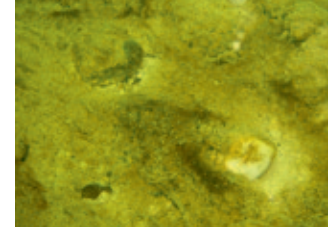
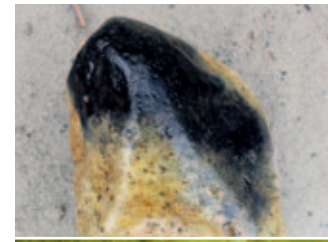


Die Mittelland-Reuss, ein Seeausfluss mit stark unterschiedlicher Dynamik und ökomorphologischen Strukturen (Stausee, unverbaut und kanalisiert).



Die Untere Lorze, Seeausfluss des Zugersees, Wasserkraftwerke sowie Auenlandschaften prägen den Flusslauf.

Beeinträchtigungen des Äusseren Aspektes. Oben: Stein mit schwarzen Ausfällungen von Eisensulfid. Mitte: Verschlammte Sohle. Unten: Vorkommen von stabilem Schaum.



nismen eines Seeausflusses sind daher langsam wachsende und festsitzende Pflanzen (krustenbildende Rotalgen, untergetauchte Wasserpflanzen) sowie filtrierende und ebenfalls mehrheitlich festsitzende Tiere wie netzbauende Köcherfliegenlarven, Muscheln und Kriebelmückenlarven. Die Filtrierer nutzen die ausgeschwemmten Partikel als Nahrung.

Voralpiner Fluss: Im Gegensatz zum Seeausfluss weist insbesondere die oberste Stelle der Kleinen Emme (Ämmematt) einen deutlichen Wildbachcharakter mit tiefen Wassertemperaturen, einem geringen Nährstoffangebot, einer hohen Strömungs- und Sohlenvielfalt sowie grosser Abflussdynamik im Jahresverlauf auf. Während Hochwasserereignissen werden grosse Mengen an Geschiebe und Trübstoffen sowie Totholz bis in die Mittelland-Reuss verfrachtet. Die Umlagerung der Gewässersohle findet oft statt. Diese mobile und lockere Gewässersohle stellt für Insektenlarven und insbesondere für Steinfliegenlarven einen geeigneten Lebensraum dar.

Mündungsbereich Kleine Emme: Der Wildbachcharakter der Kleinen Emme ist bis über die Mündung in die Mittelland-

Reuss hinaus erkennbar. Die Kleine Emme ist somit der wichtigste Kies- und Totholzlieferant für die Mittelland-Reuss. Die Stelle bei Emmenbrücke zeigt daher einerseits die charakteristischen Eigenschaften des Seeausflusses (rechte Seite mit kolmatierter Sohle), andererseits lässt sich aber auch deutlich der Einfluss der Emmen-Hochwasser erkennen (linke Seite mit lockerer Sohle, keine Verfestigungen).

Uferverbauungen: Alle drei Fließgewässer weisen lange Flussstrecken mit verbauten Ufern auf. Den Dämmen sind jedoch oft Kiesbänke vorgelagert, so dass zumindest bei Niederwasser der Uferbereich teilweise strukturiert und bestockt ist. Beim Abschnitt der Stelle Maschwanden an der Unteren Lorze bieten die senkrecht eingeschnittenen Ufer dank des fortschreitenden Zerfalls der Verbauung neue Lebensräume.

Stautufen und Restwasserstrecken: Alle drei Gewässer werden durch Wasserkraft genutzt. Für die Reuss prägend ist diejenige bei Bremgarten. So reicht der Flusstau des Kraftwerkes Zufikon oberhalb Bremgarten flussaufwärts bis Rottenschwil. Der so entstandene Flachsee ist rund 5.3 km lang. Wasserentnahmen und Wehrbauten sind ohne Umgehungsgerinne oder Fischaufstiegsanlage

unüberwindbare Hindernisse für aquatische Organismen. Durch die fehlende Umlagerung der Gewässersohle und die damit verbundene Sauerstoffzehrung entstehen auf der Unterseite von Steinen sowie im Feinsediment schwarze Ablagerungen von Eisensulfid sowie ein leicht bis deutlich faulig riechendes Sediment.

Geschiebedefizit: Der Flusstau des Kraftwerkes Zufikon unterbricht den Geschiebetransport in der Mittelland-Reuss. Infolge des Geschiebedefizits ist die Gewässersohle ab Bremgarten oft kolmatiert. Ohne Geschiebezugaben wäre kaum eine Geschiebedynamik vorhanden.

Äusserer Aspekt: An fast allen Untersuchungsstellen erwies sich die Gewässersohle als stärker belastet als die fließende Welle. Die gereinigten Abwässer wurden in der fließenden Welle bis auf eine geringe Schaumbildung kaum wahrgenommen. Die Beeinträchtigung der schlechter einsehbaren Gewässersohle war oft das Produkt verschiedener Wirkfaktoren wie geringe oder fehlende Abfluss- und Geschiebedynamik oder erhöhte Partikelfracht (Seeausfluss, Abwasser, Abschwemmungen etc.).

Der pflanzliche Bewuchs im aquatischen Bereich.

Wasserpflanzen, Moose und Algen der Gewässersohle

Algen: Bedingt durch die kalte Jahreszeit und die noch nicht erreichte Vegetationsperiode war die Zahl der von Auge erkennbaren Arten in allen Flüssen eher gering. Die Algenbewuchsdichte nahm im Fliessverlauf tendenziell zu. Während der Bewuchs der Kleinen Emme bei Ämmematt fast nur durch Krustenalgen dominiert wurde, traten in der Mittelland-Reuss im Fliessverlauf immer mehr und dichtere Fadenalgenbestände auf. Es erschienen Arten wie die Grünalge *Cladophora glomerata* sowie die Gelbgrünalge *Vaucheria* sp., die bei dichtem Vorkommen als Störzeiger gelten und durch Abwasser im Wachstum gefördert werden. Typisch für das Winterhalbjahr war das Aufkommen der Goldalge *Hydrurus foetidus*. Diese Algenart tritt häufig in vielen Fliessgewässern der Alpen und Voralpen mit tiefen Wassertemperaturen auf. Entsprechend war sie in der Kleinen Emme und stellenweise auch in der Reuss zu finden. Typisch für eher stabile Gewässersohlen mit zum Teil erhöhter Strömung sind Rotalgen. Es wurden *Hildenbrandia rivularis*, *Batrachospermum* sp., *Lemanea* sp. und *Bangia atropurpurea* gefunden. Vorkommen von *Hildenbrandia rivularis* sind typisch für das Fehlen von regelmässigem Geschiebetrieb.

Kieselalgen: In den drei untersuchten Gewässern konnten im Rahmen der Zählungen 150 Taxa (Arten, Variationen) eruiert werden. Pro Probe (= 5 Steine) wurden zwischen 17 und 54 Taxa gefunden, was typisch ist für Bäche (um 20 bis 30 Taxa) wie auch für Seeausflüsse (> 30 Taxa). Missbildungen von Kieselalgenschaalen (Teratologien) traten gehäuft mit Anteilen von > 1 % aller Schaalen nur in der Reuss an den Stellen Gösslikon (nach ARA Bremgarten, 2 % Anteil) und Windisch (in der Restwasserstrecke, 4 %) auf. Anteile von > 1 % werden als kritisch erachtet und eher in Zusammen-

Mit den Kieselalgen indizierte Wasserqualität (DI-CH)

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht

Pflanzlicher Bewuchs (Bewuchsdichte)

- Fadenalgen
- Rotalgen
- Moose
- Wasserpflanzen
- keine
- sehr wenig bis wenig
- viel
- sehr viel
- flächendeckend

hang mit anthropogenen Faktoren wie toxische Belastungen gebracht, als mit natürlichen Gegebenheiten (z.B. erhöhte UV-Strahlung). Planktische Kieselalgen, also aus dem See ausgetragene Arten, nahmen wie erwartet unterhalb der bei-

den Seeausflüsse grössere Anteile bis 6 % ein. Zwei fremde Kieselalgenarten (Neophyten) traten mit geringer Dichte auf. Es waren dies *Achnanthes catenata* und *Didymosphenia geminata*. Der Kieselalgenindex DI-CH, ein Indikator welcher an der chemischen Wasserqualität geeicht wurde, indizierte für die drei Gewässer mehrheitlich einen guten bis sehr guten Zustand. Zwar verschlechterte sich der Kieselalgenindex DI-CH im Fliessverlauf tendenziell, was im Wesentlichen auf das eingeleitete Abwasser der grossen Abwasserreinigungsanlagen zurückzuführen war, doch wurde das ökologische Ziel gemäss Anhang 1 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) bis auf eine Stelle überall erfüllt. Nur an der Unteren Lorze bei Maschwanden kamen Kieselalgenarten vor, sogenannte Abwasserarten, welche typisch sind für eine organische Belastung. Der Anteil aller Abwasserarten zusammen erreichte an dieser Stelle einen Mittelwert von rund 13 %, was für grössere Fliessgewässer hoch ist. Diese organische Belastung dürfte mehrheitlich durch das gereinigte Abwasser der ARA Schönaue verursacht worden sein.

Gefässpflanzen: Untergetauchte Wasserpflanzen wurden nur in der Mittelland-Reuss (6 Arten) und in der Unteren Lorze (4 Arten) gefunden. Es waren dies: Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Raues Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*), Quirliges Tausendblatt (*Myriophyllum*



Für die Untersuchung der Kieselalgen abgegratzte Steine.



Goldalge *Hydrurus foetidus*, eine typische Alge des Winterhalbjahres in Fließgewässern der Voralpen und Alpen. Oben: makroskopische Ausprägung als Steinaufwuchs, Mitte und unten: Lichtmikroskopie der schlauchförmig ausgebildeten Alge bestehend aus vielen Einzelzellen.

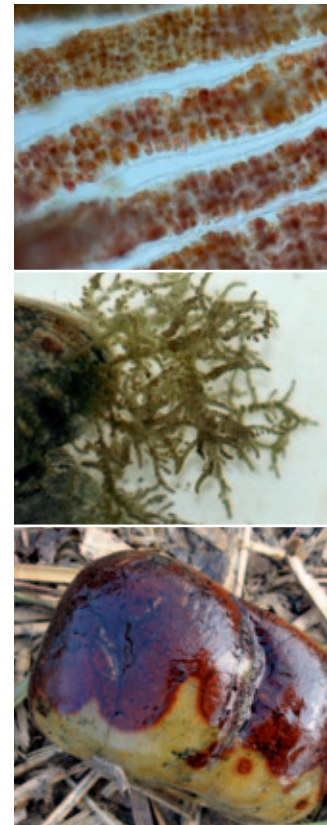
1: *Diatoma ehrenbergii*, eine in der Reuss und der Unteren Lorze im Bereich des Seeauslaufes sehr häufig vorkommende Kieselalge.
2: *Diatoma vulgaris* mit missbildeter Schalenstruktur (Teratologie).

Strich = 10 µm



verticillatum), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Flutender Wasserhahnenfuss (*Ranunculus fluitans*) und Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*). In der Reuss traten sie nur bei den obersten zwei Stellen, also im seenahen Bereich auf.

Weiter flussabwärts konnten zumindest im Winter keine untergetauchten Wasserpflanzen beobachtet werden. In der Unteren Lorze fehlten beim Seeauslauf



Beispiele von gefundenen Rotalgen. Oben: *Bangia atropurpurea*, Mitte: *Batrachospermum* sp. und unten *Hildenbrandia rivularis* (rote Kruste).

erstaunlicherweise die untergetauchten Wasserpflanzen. Sie traten jedoch weiter flussabwärts gemäss den Erwartungen auf. Das Fehlen der Wasserpflanzen in der Unteren Lorze unmittelbar beim Seeauslauf dürfte ein Effekt des Frasses (Wasservögel) und der stark beeinträchtigten Gewässersohle sein, bestand sie doch mehrheitlich aus vielen zerbrochenen Muschelschalen sowie Entenkot. Die gefundenen Arten sind typisch für die Fließgewässer. Insbesondere in der Unteren Lorze traten Arten auf, die nährstoffreiche Gewässer bevorzugen. Beim [Moosbewuchs](#) wurden nur die meistens untergetauchten Arten, welche bezüglich Deckungsgrad zudem makroskopisch eine gewisse Bedeutung einnahmen, bestimmt. Es traten mit dieser Einschränkung sechs Moosarten auf. Die häufigste Moosart *Cinclidotus danubicus* trat in der Mittelland-Reuss zwischen Bremgarten und Mellingen auf. Diese Art bevorzugt nährstoffreiche Gewässer, meidet jedoch stärkere organische Belastungen. Diese Art scheint in der Schweiz in Ausbreitung zu sein, denn vor 1980 waren in der Schweiz nur Fundorte im Unterlauf der Aare sowie des Rheins ab Mündung Aare bis Basel bekannt.

Die Lebensgemein- schaften der wasser- wirbellosen Tiere.

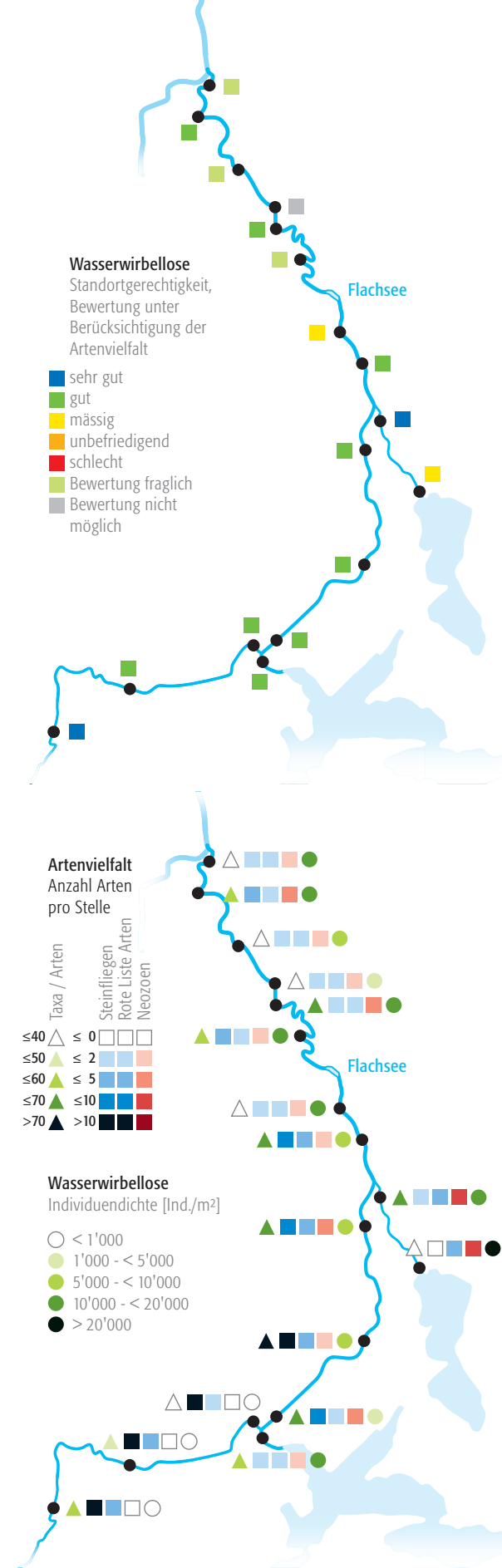
Artenzusammensetzung,
Artenvielfalt, Rote Liste
Arten und Neozoen

Lebensgemeinschaften: Die Lebens-
gemeinschaften der Wasserwirbellosen
unterschieden sich je nach Gewässer
und Einflussfaktoren im Fliessverlauf
sehr stark. Wichtige Einflussgrössen
waren die vielfältige Ökomorphologie
in Auenlandschaften (Habitatvielfalt),
die Verhältnisse bei den Seeausflüssen
(Filterierer), das Einmünden des Zuflusses
Kleine Emme (Geschiebe, bewegte
Sohle, Zuwanderung von Arten), die
kanalisierten Ufer (geringe Habitatviel-
falt), die verdichtete Flusssohle (kein
Geschiebetrieb, wenig bewegte Sohle,
Kolmation), die Einwanderung von frem-
den Arten (Neozoen) sowie der Stau-
bereich des Kraftwerkes Zufikon (Fein-
sedimente, geringe Strömung).

An den untersuchten Fliessgewässern
gab es Stellen, die eine besonders typi-
sche und vielfältige oder auch atypische
und auffällig einseitige Gewässerfauna
aufwiesen. Erwähnenswert sind dies-
bezüglich:

Kleine Emme bei Ämmematt: Hier
befindet sich eine Aue von nationaler
Bedeutung, so dass eine hohe Substrat-
vielfalt vorhanden ist. Die Taxazahl war
demnach mit 52 Taxa für einen Ge-
schiebe führenden Fluss auch besonders
hoch, wobei 24 Arten von Stein- und
 Eintagsfliegenlarven vorkamen.

Reuss beim Seeausfluss bei Reussegg:
Durch die Planktondrift aus dem Vier-
waldstättersee und dem fehlenden
Geschiebetransport bietet diese Stelle
insbesondere für Filterierer einen opti-
malen Lebensraum. Die Gruppe der
Filterierer, also die Dreikantmuschel
Dreissena polymorpha (aktiver Filterierer),
die netzbauenden Köcherfliegenlarven
der Familie Hydropsychidae sowie die
Kriebelmückenlarven (Simuliidae)
(passive Filterierer) erreichten hier die
höchsten Individuendichten im gesam-
ten Reusslauf.



Reuss bei Gisikon: Unterhalb der Mün-
dung der Kleinen Emme ist der Geschie-
behaushalt noch weitgehend intakt. Die
lockere, zeitweilig bewegte Gewässer-
sohle begünstigt das Aufkommen von
Insektenlarven, welche auf den Lücken-

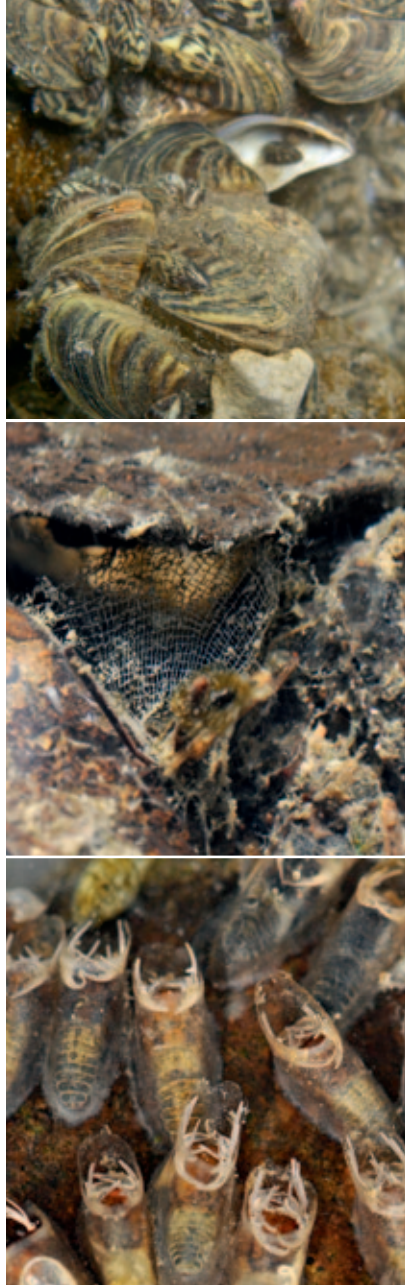




Beispiele von Neozoen:
Oben: Grobgerippte Asiatische Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*),
Mitte: Neuseeländische Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*),
Unten: Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*).

raum (Interstitial) der Gewässersohle angewiesen sind. Der faunistische Einfluss der Kleinen Emme (Steinfliegen), des Seeausflusses (Filtrierer) wie auch derjenige des gereinigten Abwassers (hohe Dichte an Wenigborster der Familien Tubificidae und Naididae, v.a. auf der rechten Flussseite) waren hier offensichtlich. Die Kombination dieser Einflussgrößen bewirkte an der Stelle bei Gisikon mit 89 Arten die höchste Artenzahl sämtlicher Untersuchungsstellen.

Reuss bei Rottenschwil: Im Stauwurzelbereich des Flachsees ist der Lauf kanalisiert, die Gewässersohle mit Feinsedimenten bedeckt und die Ufer sind befestigt. An dieser Stelle traten infolge dieser Morphologie und der geringeren Strömung gehäuft Noninsecta wie Wenigborster und Bachflohkrebs auf. Die Lebensgemeinschaft war mit 36 Arten für die Reuss artenarm und sehr ein-

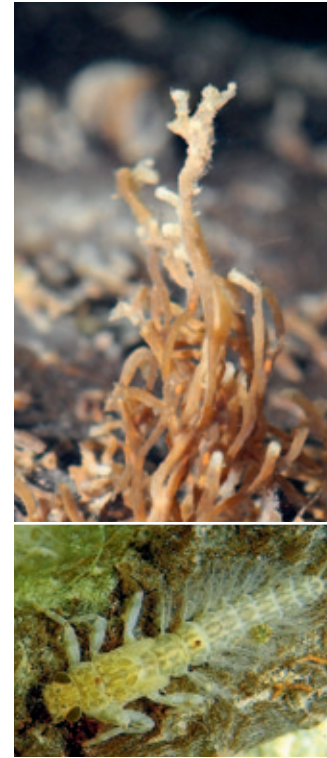


Beispiele von Filtrieren, wie sie bei Seeausflüssen vorkommen: Oben: Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*, Neozoon). Mitte: Netz der Köcherfliege *Hydropsyche*. Unten: Puppen der Kriebelmücken (*Simuliidae*).

seitig in der Artenzusammensetzung. Ausser Zuckmückenlarven traten nur wenige Insektenlarven auf.

Reuss bei Birmenstorf: Die grosse Habitatvielfalt ermöglichte hier eine sehr vielfältige und unterschiedlich dichte Besiedlung. Es wurden 56 Arten festgestellt, was in etwa dem Durchschnitt der Reuss entsprach.

Untere Lorze bei Cham: Der Einfluss der Neozoen war hier deutlich erkennbar. So traten die eingewanderten Arten (Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*), Neuseeländische Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*) und Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*)) mit hohen Individuendichten auf. Die 7 fremden Arten dieser Stelle



Oben: Moostierchen (*Fredericella sultana*, Bryozoen) sowie unten die in der Reuss häufig vorkommende Eintagsfliegenlarve *Potamanthus luteus* (gefährdet gemäss Roter Liste).

nahmen 96% der Individuendichte ein, welche im Durchschnitt 25'000 Individuen/m² betrug. Die vielen toten und zermalten Schalen der Wandermuscheln bedeckten den Flussgrund und beeinflussten zusammen mit dem gehäuft vorkommenden Entenkot die Gewässersohle stark negativ.

Untere Lorze bei Maschwanden:

Die Artenzahl war hier mit 69 Arten sehr hoch. Die Stelle war damit eine der artenreichsten der gesamten Untersuchungskampagne. Insbesondere zu erwähnen war das Vorkommen (25 Exemplare) der in der Schweiz vom Aussterben bedrohten Eintagsfliegenart *Baetis buceratus*. Auch der stark gefährdete Taumelkäfer *Orectochilus villosus* kam häufig vor. In Maschwanden war aufgrund der sehr hohen Artenzahl und des Anteils an gefährdeten Arten eindrücklich erkennbar, dass eine basierend auf den Kieselalgen indizierte Abwasserbelastung bei den Wasserrüssellosen durch eine mehrheitlich intakte Morphologie kompensiert werden kann. Die Arten des Seeausflusses, die Abwasserarten sowie die Neozoen trugen aber alle auch zur Artenvielfalt bei.

Synthese und Ausblick.

Defizite, Werterhaltung, Handlungsbedarf und Entwicklungspotenziale

Der ökologische Zustand der drei Fliessgewässer war, je nach Parameter und Organismengruppe, sehr unterschiedlich ausgeprägt, wobei zwischen Erkenntnissen hinsichtlich fliessender Welle (momentaner Zustand der Wasserqualität) einerseits und Beschaffenheit und Besiedlung der Gewässersohle (über die Zeit akkumulierter Zustand) andererseits unterschieden werden muss. Die Resultate und Ausprägung der Lebensgemeinschaften lassen unterschiedliche Einflussgrössen erkennen. Generell erwies sich an fast allen Untersuchungsstellen die Gewässersohle als stärker beeinträchtigt als die fliessende Welle. Nur die geringe Schaumführung sowie die geringe Trübung des Wassers waren möglicherweise Hinweise, dass in die drei untersuchten Fliessgewässer im Verhältnis viel gereinigtes Abwasser eingeleitet wird. Dass insgesamt die Wasserqualität der drei Fliessgewässer gut bis sehr gut ist, zeigen auch die chemischen Untersuchungen (siehe Links unter Impressum) und die Kieselalgen. Mit Ausnahme der Stelle Maschwanden an der Unteren Lorze war die biologisch indizierte Wasserqualität gut bis sehr gut, so dass basierend auf den Kieselalgen die ökologischen Ziele gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV Anhang 1) erfüllt wurden. In Maschwanden vermochten die gereinigten Abwässer der ARA Schönau die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen zu beeinflussen, so dass ein beachtlicher Anteil an Abwasserarten vorhanden waren.

Gewässersohle: Eine Beeinträchtigung der schlechter einsehbaren Gewässersohle war oft das Produkt verschiedener Einflussgrössen. Insbesondere die geringe Geschiebedynamik respektive die über weite Strecken harten Uferverbauungen führten zur Kolmation der Gewässersohle einerseits respektive zu einer Abnahme der Habitatvielfalt andererseits.



Belastungen durch die Siedlungsentwässerung, das Strassenabwasser und die Landwirtschaft gilt es zu reduzieren.

Beide Einflussgrössen bewirkten eine atypische oder einseitige Besiedlung der Gewässersohle durch Wasserwirbellose. Atypische und nicht standortgerechte Lebensgemeinschaften konnten mit Sicherheit in der Reuss bei Rottenschwil (Artendefizit im Staubereich infolge Verschlamung, hohe Individuendichte an Nichtinsekten) und bei Bremgarten (Filterierer infolge Flussstau, Geschiebedefizit) sowie in der Unteren Lorze bei Cham (extrem hohe Besiedlungsdichte der Neozoen) festgestellt werden.

Neozoen: Die Kleine Emme war noch frei von Neozoen (eingewanderte Tiere). In der Unteren Lorze und der Reuss wurden jedoch insgesamt 9 Neozoenarten gefunden. Eine beträchtliche Gefährdung der natürlichen Benthosbesiedlung geht von der Einschleppung invasiver, fremder Arten über den Zugersee aus. Die Stelle Cham beim Seeausfluss an der Unteren Lorze war die am dichtesten besiedelte Stelle der Untersuchungskampagne. Allerdings wurde sie fast ausschliesslich (96 % der Individuen) von Neozoen besiedelt. Die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) machte über 80 % der Individuen aus. Auch die Neuseeländische Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrus antipodarum*) und der Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) gehören zu den Neozoen und traten gehäuft auf. Von insgesamt 7 Neozoenarten, welche in der Unteren Lorze festgestellt wurden,



Oben: Verbaute Ufer durch Aufweitungen ersetzen, Mitte: Massnahmen im Bereich Wasserbau mit schonenden Methoden umsetzen, Unten: Aquatische Neobiota (fremde Arten) zu bekämpfen ist fast aussichtslos. Sie sind sehr tolerant und besiedeln unterschiedlichste Substrate. Je naturnaher ein Gewässer ist, desto besser sind die Chancen, dass fremde Arten nicht aufkommen können.

kamen 5 häufig bis massenhaft vor. Weit verbreitet war in der Reuss neben der Wandermuschel die Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*), ein Neueinwanderer der letzten Jahre. Sie trat von Chamau bis Birnenstorf verstreut und meist noch in geringer Zahl auf.

Vollzug und Ausblick: Die Erkenntnisse aus der gewässerökologischen Untersuchung zeigen für die Vollzugspraxis in den Bereichen des Gewässer-, Auen- und Hochwasserschutzes sowie für die

Defizite, Handlungsbedarfe und Entwicklungspotentiale der wichtigsten Vollzugsbereiche. Die Planung und Umsetzung der Massnahmen bedingen einen grossen Koordinationsaufwand zwischen allen Akteuren. Es lassen sich aber damit Synergien nutzen.

Vollzugsbereiche	Defizite	Handlungsbedarf	Entwicklungspotential
Gewässerschutz	Schaum aus Abwasserreinigungsanlage	weitergehende Reinigungsverfahren	offene Fragen zu Mikroverunreinigungen
	Feststoffe aus Siedlungsentwässerung	Feststoffrückhalt bei Regenüberläufen	Trennung Sauber- / Schmutzwasser
	Badewasserqualität	planerischer Schutz	Freizeitnutzung
Artenschutz, Auenschutz	Geschiebehalt, Wasserstand	Aufweitungen, Entnahme Geschiebe	Revitalisierungsplanung
	Verbreitung von Neobiota	ökologische Baubegleitung	aktiver Unterhalt Auen
Hochwasserschutz	kanalisierter Lauf	Aufweitungen, Geschiebemanagement	natürliche Dynamik fördern
Wasserwirtschaft	in Staubereich Auflandung	Geschiebeentnahme	Grundlagen für Erfolgskontrollen
	Geschiebedefizit, Kolmation	Geschieberückgabe	Schutz vielfältiger Abschnitte
	Neozoen	Wanderboote	Umgang mit Neozoen

Wasserwirtschaft Defizite und Handlungsbedarfe auf. Massnahmen wie die Förderung der Geschiebedynamik im Unterlauf der Reuss (ab Bremgarten) und der Rückbau der harten Uferverbauungen in Zusammenhang mit Hochwasserschutzmassnahmen (Aufweitungen, Aktivierung von Altarmen und Überflutung ehemaliger Auenlandschaften etc.) werden die Habitatvielfalt und damit die Lebensgemeinschaften positiv beeinflussen. Die Umsetzung der Massnahmen unter Berücksichtigung von Flora und Fauna wie auch weiteren Aspekten, kann insbesondere bei der Bekämpfung der Neobiota und der Verhinderung ihrer Ausbreitung wichtig sein. So sollten Geschiebeentnahmen und der Wiedereintrag in ein Gewässer nicht flussaufwärts erfolgen und nur nach Abtrocknen und prüfen des Geschiebes auf überlebende Neozoen wieder in ein anderes Gewässer eingebracht werden. Das Vorkommen der Neozoen ist zurzeit in den drei untersuchten Fliessgewässern hinsichtlich Individuendichte nur punktuell dominant (Untere Lorze). Deren Ausbreitung erfolgt jedoch oft über Boote und weitere Wassersportaktivitäten sowie andere Tätigkeiten der Menschen (z. B. Freisetzen aus Aquarien). Stehende Gewässer sind somit erfahrungsgemäss Orte, von wo aus die Verbreitung der Neozoen flussabwärts via Drift erfolgt. Der Erhalt oder die Schaffung vielfältig strukturierter Lebensräume stellt auch eine geeignete

Massnahme dar, um das Aufkommen von Neozoen zu beschränken.

Künftige Projekte und Massnahmen:

Mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes, welches seit 1.1.2011 in Kraft ist, sind mit der Revitalisierungsplanung, dem Festlegen des Gewässerraumes, der Förderung der Geschiebedynamik und der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit generell Massnahmen gefordert, welche eine Verbesserung des ökologischen Zustandes als Ziel haben. Im Einzugsgebiet der untersuchten Gewässer werden daher und basierend auf den eruierten Defiziten in den nächsten Jahren und Jahrzehnten verschiedenste Massnahmen getroffen, welche zu qualitativen, quantitativen und ökomorphologischen Verbesserungen führen werden (siehe Tabelle). Die Massnahmen sollen letztlich gegen äussere Einwirkungen stabile und standortgerechte Lebensgemeinschaften begünstigen. Es werden u. a. auch Amphibien- und Fischlaichgebiete entstehen oder aktiviert und amphibische und terrestrische Bereiche in Auenlandschaften geschaffen.

Erfolgskontrolle: Eine periodische Wiederholung der koordinierten biologischen Untersuchung (geplant alle 10 Jahre) erlaubt ein langfristiges Monitoring des Gewässerzustandes und stellt zugleich eine Erfolgskontrolle der getroffenen Massnahmen dar.

Impressum

Herausgeber:

Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau,
Luzern, Zug und Zürich:

Adressen der kantonalen Fachstellen:

Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt,
Entfelderstrasse 22, CH-5001 Aarau (www.ag.ch/umwelt)

Umwelt und Energie (uwe), Kanton Luzern,
Libellenrain 15, Postfach 3439, CH-6002 Luzern (www.uwe.lu.ch)

Amt für Umweltschutz des Kantons Zug,
Aabachstrasse 5, CH-6301 Zug (www.zug.ch/afu)

AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft; Abteilung Gewässerschutz,
Weinbergstrasse 17, Postfach, CH-8090 Zürich
(www.gewaesserschutz.zh.ch)

Bildnachweis:

Uta Mürle, Peter Rey und MitarbeiterInnen, Hydra AG, Konstanz
Lukas Taxböck und Joachim Hürlimann, AquaPlus AG, Zug.

Autoren:

Joachim Hürlimann und Silvia Wyss, AquaPlus AG, Zug

Gestaltung, Satz und Realisation:

Urs Holzgang, Bild und Grafik, Morschach

Datum: Juli 2013

Links:

www.ag.ch/umwelt > Umweltinformationen > Wasser > Zustandsbericht Reuss
www.ag.ch/umwelt > Umweltinformationen > Wasser > Oberflächengewässer
> Biologische Indikatoren für die Wasserqualität > Spezielle Untersuchungen

Umfangreiche Fachberichte und Daten zur biologischen Untersuchung der
Mittelland-Reuss, Kleinen Emme und Unteren Lorze können als CD bestellt
werden bei der Abteilung für Umwelt, Kanton Aargau: umwelt.aargau@ag.ch
oder 062 835 33 60

