

Revitalisierung der Reppisch bei Stallikon – eine Bilanz

Heinz W. Weiss, Christof Elmiger, Verena Lubini

Zusammenfassung

In den Jahren 2007–2009 wurde im Kanton Zürich ein 1.5 km langes Teilstück der Reppisch revitalisiert – der letzte noch stark begradigte Bachabschnitt aus der Melioration 1938–1944. Die im Jahr 2010 durchgeführte Erfolgskontrolle zeigt, dass viele wasserbauliche und ökologische Ziele erreicht wurden. Nach wie vor bestehen aber Defizite, zu deren Verbesserung sich weitere Anstrengungen lohnen. Der ökologische Revitalisierungserfolg ist als «klein» bis «mittel» einzustufen (fünfstufige Eawag-Skala). Diese Benotung widerspiegelt die einschränkenden Rahmenbedingungen des Projekts: zahlreiche Kunstbauten verblieben im Bach, und der heutige Gewässerraum reicht nicht aus, um die ursprüngliche Mäandrierung und Überflutungsdynamik nachzubilden. Ergänzende Massnahmen sind möglich, so zum Beispiel eine Nachbesserung der Durchgängigkeit für sprunghafte Fische, die ökologische Anbindung und teilweise auch Ausdolung von Seitenbächen sowie das aktive Einbringen von Totholz.

Abstract

A 1.5 km long stretch of the River Reppisch in the Canton of Zurich was restored between 2007 and 2009. Thereby, the last stretches of the river-channelization stemming from 1938 to 1944 disappeared. In the year 2010 the newly restored river reach was investigated and its engineering and ecological success evaluated. The overall result is that the original goals have generally been met, both according to restoration engineering and ecological criteria. Nevertheless, some deficits warranting corrective measures were identified. The ecological success to date may be classified as «small» to «medium» (according to the five-level scale by Eawag). This classification reflects general constraints of the project: several engineering artifacts remain in the river and the riverine zone is still not large enough to allow meandering and flood plain inundation to the extent as before channelization. In order to further improve the ecological situation, additional measures should be considered, such as the improvement of habitat-connectivity for small fish species, the restoration of tributaries and the introduction of coarse woody debris.

Résumé

Entre 2007 et 2009, un tronçon de 1.5 km le long de la Reppisch a été revitalisé dans le canton de Zürich. Il s'agissait du dernier tronçon en-core fortement corrigé suite aux améliorations foncières de 1938 à 1944. Les relevés effectués en 2010 dans le cadre du suivi du projet de revitalisation a permis d'évaluer que de nombreux objectifs écologiques et d'aménagement initiaux étaient atteints. Certains déficits qui mériteraient des mesures correctives ont cependant été identifiés. Le succès écologique du projet a été classé comme «faible» à «moyen» (selon le système en cinq classes de l'Eawag). Cette évaluation reflète les contraintes générales du projet: plusieurs ouvrages artificiels sont restés en place et l'espace disponible est trop limité pour que le lit développe à nouveau des méandres et que la dynamique d'inondation soit restaurée. Des mesures complémentaires sont possibles, comme l'amélioration de la connectivité longitudinale importante pour les petites espèces de poissons, le rétablissement de la connectivité latérale avec les affluents, parfois même leur remise à ciel ouvert, et l'apport de bois mort.

1. Revitalisierung Reppisch Stallikon 2007–2009

Die Reppisch bei Stallikon im Kanton Zürich wurde zwischen Aumüli und Gamlikon in den Jahren 2007–2009 auf einer Länge von rund 1.5 km revitalisiert (Bild 1). Der grössere Teil der Talebene war zwischen 1938 und 1944 melioriert, und der Bach dabei begradigt und teilweise hart verbaut worden. Im Rahmen des Revitalisierungsprojektes wurden bei Aumüli auch Vorkehrungen zum Hochwasserschutz getroffen sowie eine neue Wasserfassung für die restaurierte historische Mühle erstellt.

Der Bauherr (Kanton Zürich, AWEL) hatte aufgrund früherer Erfahrungen allgemeine Vorstellungen darüber, wie die Re-

vitalisierung ablaufen sollte. So war die Meliorationsverbauung aus Längshölzern, Querhölzern, Verbundpfählen sowie Moelionsteinen gesamthaft zu entfernen. Sämtliche Beton-Abstürze (Fallhöhe zwischen 0.3 und 1.5 m, total 3.3 m) waren aufzuheben. Zur besseren Längsdurchgängigkeit durften neue Abstürze an Sohlenfixpunkten eine Fallhöhe von 0.25 m nicht überschreiten. Auf Beton war zu verzichten, ausser in steilen, engen Partien mit übermässigem Schadenpotenzial. Drainage- und (meist eingedolte) Bacheinleitungen, Brückenfundamenten sowie querende und parallel verlaufende Leitungen und Flurwege waren zu sichern bzw. funktionstüchtig zu erhalten. Dem Ingenieur stellte sich dazu

die Kernfrage, welches freie Längsgefälle der Reppisch in Zukunft zugemutet werden konnte oder sollte, bzw. wie viel des überschüssigen Gefälles mittels Sohlenfixpunkten reduziert bzw. kontrolliert werden musste.

Die rechnerische Ermittlung eines stabilen Längsgefälles in einem mehrheitlich kohäsiven Material ist mit grossen Unsicherheiten behaftet. Zwar weist die Sohle eine ansehnliche Menge an Kies und Bollensteinen bis etwa 150 mm Durchmesser auf. Die Bollensteine werden aber nicht wie das Kies als laufendes Geschiebe transportiert, sondern stammen aus der Zeit der Melioration, als sie in grossen Mengen eingebracht worden waren (schätzungsweise



750 m³ Bollensteine auf 1.5 km Länge). Der Lösungsansatz war demzufolge pragmatischer Art und basierte auf eindimensionaler Reinwasserhydraulik sowie einer Abschätzung der Sohlenstabilität im leicht geschwungenen Reppischlauf. So wurden die bisherigen Betonabstürze mit naturnahen Blockschwellen ≤ 0.25 m Fallhöhe ersetzt. Das verbleibende Gefälle von durchgehend 7‰ wurde mit naturnahen Sohlenfixpunkten aus gebrochenen Kalkblöcken (als Teil-Ersatz für die früheren Holzschwellen mit durchschnittlich 17 m

Abstand) auf ein Gefälle der Zwischenstrecken von 3 bis 4‰ reduziert. Dies belässt der Reppisch eine angemessene Eigendynamik, ohne dass einzelne Sohlenfixpunkte zu Fallhöhen mit mehr als 0.25 m konvertieren sollten.

Spezielle Aspekte bieten die Wasserfassung Aumüli, auf welche hier aus Platzgründen nicht näher eingegangen werden kann, sowie ein 30 m langer Abschnitt unterhalb der Flurwegbrücke Hell (Bild 1). Letzterer wurde absichtlich im kanalisiertem Zustand belassen, als Zeitzeuge der früheren Melioration.

konnte auf einer Strecke von zehn Kilometern – immerhin der rund halben Bachlänge – eine grosszügige Gewässerparzelle geschaffen werden. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor war, dass die Landwirte in die Bewirtschaftung und Pflege des «Öko-Korridors Reppisch» integriert werden konnten (Gsell & Flynn, 2009).

Die restaurierte Mühle Aumüli:

Das Jahr 2009 war für die Aumüli ein besonderes Jahr: In der historischen Mühle wurde seit 117 Jahren erstmals wieder Mehl gemahlen. Die Unterschutzstellung der Mühlenliegenschaft Aumüli durch die Kantonale Denkmalpflege im Jahr 1992 erforderte jahrelange, aber auch intensive Gespräche rund um die Erhaltung des Jahrhundert alten, ehehaften Wasserrechtes (WR Nr. 12, Bezirk Affoltern). Damit eingeschlossen ist ein Wasserrad, das zum Betrieb des historischen Mahlwerkes und einer Eingatter-Sagidient. Zusammen mit den Revitalisierungs- und Hochwasserschutzmassnahmen entlang der Reppisch wurde der Aumüli unter strengen kantonalen Auflagen eine beschränkte Wasserentnahme für den Demonstrationsbetrieb des Mühlenrades ermöglicht (VPAS, 2010).

2. Erfolgskontrolle Wasserbau

Die beschreibende Erfolgskontrolle Wasserbau betrifft den zwischen 2007–2009 revitalisierten Streckenteil. Ein bachaufwärts liegender, 1998–2000 revitalisierter Abschnitt Göttschihof sowie ein bachabwärts gelegener, naturnaher Abschnitt Gamlikon (Bild 1) wurden zusätzlich in den ökologischen Vergleich einbezogen.

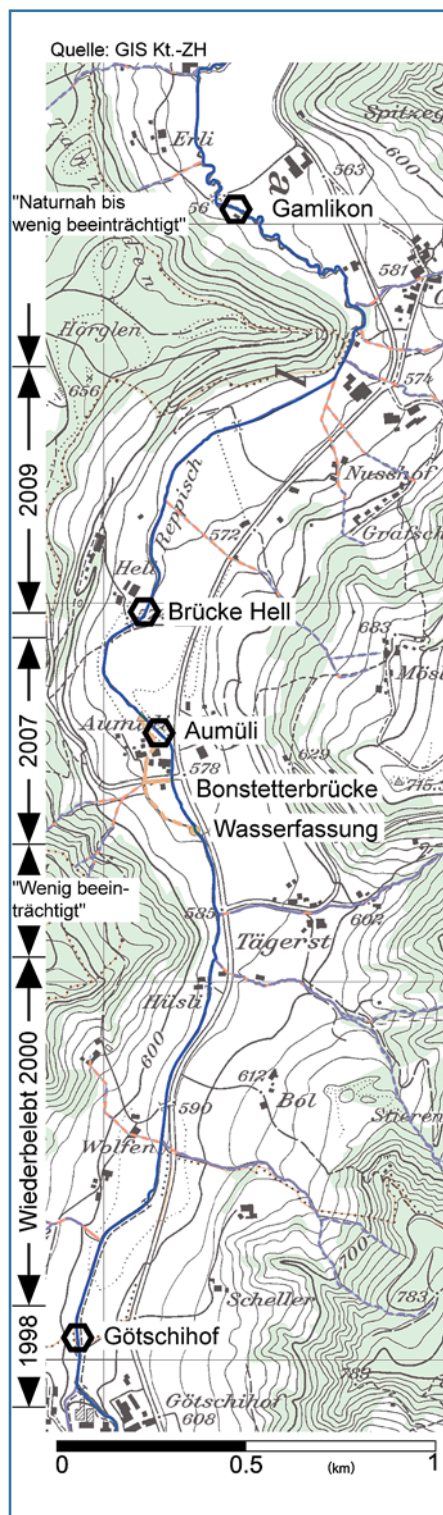


Bild 1. Untersuchte Standorte Reppisch.

Historisches:

In den Jahren 1938–1944 waren lange Reppisch-Abschnitte im Zuge der damaligen Melioration eingengt und kanalisiert worden, um den Hochwasserschutz zu verbessern und Land zur Bewirtschaftung zu gewinnen. In der Zwischenzeit haben sich die gesellschaftlichen Vorzeichen umgekehrt, und man begann, naturnahe Streckenabschnitte zu schützen und verbaute zu revitalisieren. Basis dafür boten das Wiederbelebungsprogramm für die Fliessgewässer des Kantons Zürich sowie das Naturschutzgesamtkonzept. Letzteres wurde vom Regierungsrat am 20. Dezember 1995 festgesetzt und beurteilt die Reppisch als eines der ökologisch wertvollsten Fliessgewässer im Kanton Zürich. Es wurde festgelegt, die Reppisch vorrangig zu fördern und wo nötig aufzuwerten. Besondere Chancen bot eine erstmals im Namen des Landschaftsschutzes durchgeführte Landumlegung: Die Landschafts- und Gewässerschutz-Landumlegung Stallikon (Bild 1, Bild 2, Bild 3). Dadurch

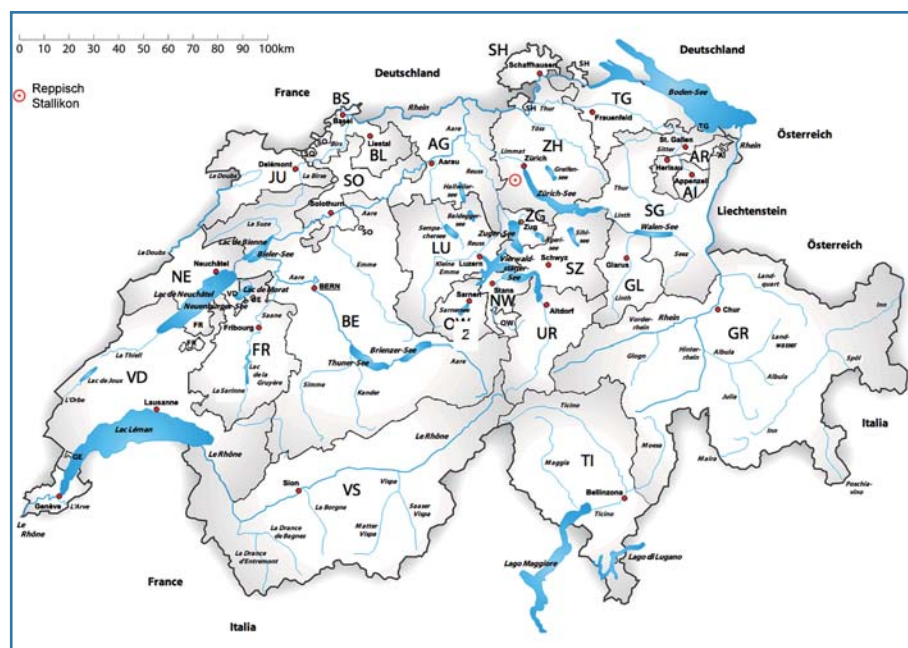


Bild 2. Reppisch Stallikon.



Bild 3. Lageplan Reppischtal.



Bild 4. Bachstrecke Hell-Gamlikon, revitalisiert 2009, abwechslungsreiche Strömungsformen und Ufergestaltung.

Der revitalisierte Reppischlauf präsentierte sich leicht schlängelnd, doch es fehlten ausgeprägte Mäander. Die Sohlenstruktur («Makrostruktur») war örtlich bereits ansprechend vielfältig. Das Erscheinungsbild der Ufer war abwechslungsreich (Bild 4) – einzelne Steilufer wechselten sich mit ausgeprägten Flachufern ab. An wenigen Stellen bildeten sich bereits überhängende Uferpartien. Dies dürfte sich mit den kommenden Hochwassern noch weiter entwickeln.

Die Sohlen- und Uferverbauungen sahen stabil aus, obwohl einzelne lokale Auswaschungen erkenntlich waren. Die zahlreichen, zum Teil wiederhergestellten Drainageeinleitungen funktionierten (Bild 5). An einigen Stellen zeigten sich kleinere Verlandungen. Die Brückenfundationen waren stabil. Die Wasserfassung (Bild 6, Bild 7) funktionierte für den Demonstrationbetrieb, sofern die Reppisch ausreichend Wasser führt. Der Absturz am Wehr betrug bei Niederwasser etwas über 0.3 m, ein Mangel, der auf Schwierigkeiten bei der Ausführung zurückzuführen ist.

Das Längsgefälle etablierte sich lokal unterschiedlich. Einzelne Sohlenfixpunkte waren bereits mit Kies überdeckt, während dem sich andere in kleine Abstürze verwandelt hatten. Grössere Auflandungen sollten aufgrund des beschränkten Geschiebevorkommens und der genügenden Transportkapazität der Reppisch nicht mehr auftreten – übermässig grossen Abstürzen könnte andererseits bei Bedarf baulich entgegenge wirkt werden.

Ein Blick auf die zahlreich verbleibenden Artefakte (Tabelle 1) macht klar, dass das Erscheinungsbild punkto Naturnähe nicht mehr wesentlich verbessert werden kann.



Bild 5. Bachstrecke Hell-Gamlikon, Drainageeinleitungen ohne Auflandungen.



Bild 6. Wehr und Rampe der Wasserfassung Aumüli: Niederwasser fliesst im Fischaufstieg.



Bild 7. Wehr und Rampe der Wasserfassung Aumüli: Rampe bei Mittelwasser überströmt.

Typ Artefakt	Anzahl bzw. Laufmeter	Bemerkungen
Wasserfassung mit Wehr und Rampe	1	Für Demonstrationsbetrieb Wasserrad alte/neue Mühle Aumüli
Brücken	5	Fussgänger, Vieh, Flurwege, Strasse
Querende Leitungen	12	Zum Teil nur knapp unter der Sohle
Sohlenfixpunkte, Abstürze	57	Inklusive Beckenpassagen, inkl. 3 verbleibende Holzschwellen
Leitungen, Strassen, Gebäude längs	400 m	
Einleitungen [Drainagen, Meteorwasser, Bäche]	60	1 Meteor-Überlauf; Bäche eingedolt sowie offen (2)

Tabelle 1. Aufzählung der verbleibenden Artefakte entlang des 1.5 km langen revitalisierten Abschnittes Reppisch Stallikon.

Bachlänge und Uferbreite – früher und heute:

Bild 8 zeigt einen typischen Ausschnitt der 1.5 km langen Revitalisierungsstrecke. Zu sehen sind das Meliorationsprojekt von 1938–1944 und die dazugehörige Parzelle (Parzellenbreite 9.3 m, siehe auch Bild 9) sowie der alte Bachlauf samt Aue, der teilweise ein Band von bis zu 50 m Breite beanspruchte. Seine totale Länge mass damals (d.h. vor der Melioration) rund 2.3 km – der Bach war also rund 50% länger als nach der Begradigung.

Neu besitzt die Reppisch eine Parzellenbreite von 14–22 m, je nach Standort. Darin enthalten ist ein Krautsaum – meist mindestens je 3 m beidseitig, in den engen Verhältnissen der Aumüli nur einseitig. Die Uferbreite (d.h. Parzellenbreite minus Krautsaum) ist je nach Standort 11–16 m (Bild 9). Die Sohlenbreite mass unmittelbar nach der Revitalisierung 1.5–4.0 m (Bild 9) und dürfte sich längerfristig auf 1.5–2.5 m einpendeln.

In der neuen Gewässerschutzverordnung sind Erosionsschutzmassnahmen innerhalb des Gewässerraums zulässig (GSchV Artikel 41c, Absatz 5); der Gewässerraum entspricht demzufolge der Parzellenbreite und liegt innerhalb der Grössenordnung nach GSchV Artikel 41a, Absatz 1b. Wie die Erfolgskontrolle aber zeigt, sollte der Gewässerraum für die Reppisch längerfristig wohl vergrössert werden, wenn man dem hohen kantonalen Stellenwert der Reppisch voll Rechnung tragen und schliesslich auch höher gesteckte Schutzziele erreichen will (GSchV Artikel 41a, Absatz 3c).

3. Erfolgskontrolle Gewässerökologie

3.1 Standardisierte Erfolgskontrolle

Die ökologische Erfolgskontrolle konzentrierte sich auf vier Abschnitte (Übersicht in Bild 1): zwei revitalisierte Stellen bei Götschihof und Aumüli (Bild 10, Bild 11),

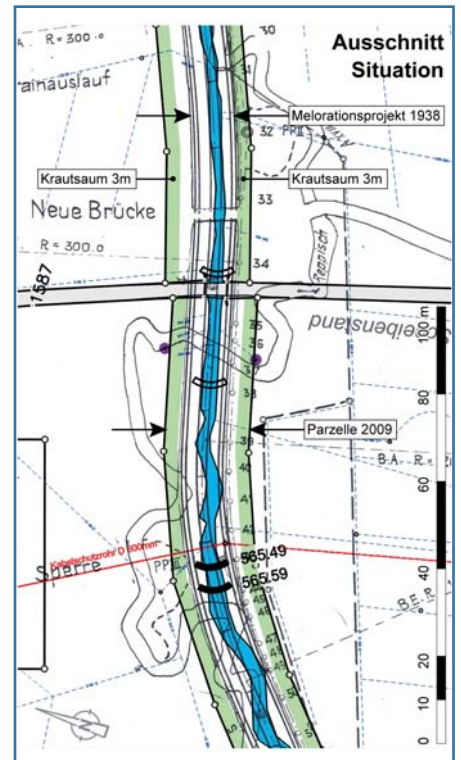


Bild 8. Reppisch im Vergleich zum Zustand vor 1938.

sowie, als Referenzstellen dazu, der «Vorher-Zustand» bei Hell sowie der «Natur-Zustand» bei Gamlikon (Bild 12, Bild 13). Die Erhebung und Standardisierung der Daten erfolgte soweit es der Aufwand zulies nach Woolsey et al., (2005), um den Revitalisierungserfolg möglichst objektiv beurteilen zu können. Somit sollten die Ergebnisse mit jenen anderer Erfolgskontrollen (z.B. Rau & Peter, 2011) vergleichbar sein.

3.2 Gewässermorphologie

In den vier Abschnitten wurden im Abstand von jeweils 5 m total 10 Querprofile ausgemessen (Ausnahme Hell: 6 Querprofile). An jedem Querprofil wurden die folgenden Umweltparameter erhoben: Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Wasserspiegelbreite und Substratzusammensetzung (Abstand zwischen den Messpunkten: 0.3 m).

Der Lebensraum in den revitalisierten Abschnitten ist in Bezug auf Wasserspiegelbreite, Tiefe und Fließgeschwindigkeit vielfältiger und abwechslungsreicher geworden. Die Grafiken in Abbildung 14 und Abbildung 15 illustrieren, wie sich die morphologischen Parameter in Götschihof und Aumüli dem naturnahen Zustand in Gamlikon angenähert haben. Die Verbesserung entspricht einem kleinen bis mittleren Revitalisierungserfolg.

Die Strukturvielfalt des «Urzustands» in Gamlikon wurde von den re-

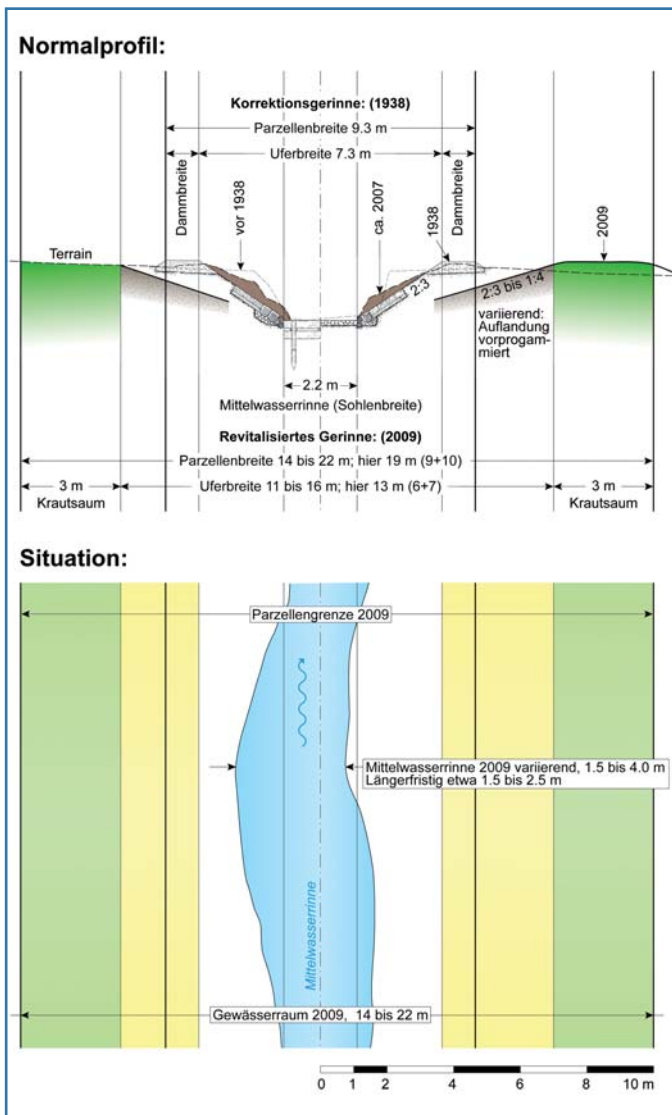


Bild 9. Bachlänge und Uferbreite – früher und heute.

vitalisierten Abschnitten allerdings nur in der Variabilität der maximalen Abflusstiefe erreicht. Für weitere Verbesserungen etwa in der Wasserspiegel-Breitenvariabilität ist die Linienführung zu gestreckt, der Uferstreifen zu schmal, als dass der Bach mehr Strömungs- und Erosionsdynamik entfalten könnte.

Die revitalisierten Abschnitte zeigten im Vergleich zum kanalisiertem Abschnitt ein grösseres Spektrum von Fließgeschwindigkeiten. Der Gewässergrund in Gamlikon war am vielfältigsten und enthielt alle sieben erhobenen Substratklassen (Feinsedimente, Sand, Feinkies, Grobkies, Steine, Fels-/Felsblöcke, organisches Material). Im Abschnitt Götschihof fehlten Felsblöcke, bei Hell und Aumüli zusätzlich auch Sand und Feinsedimente. Die geringe Anzahl Substratklassen in Hell ist vermutlich der geringen Strömungsvielfalt infolge Kanalisierung zuzuschreiben. Für den Abschnitt Aumüli wird erwartet, dass im Laufe der Zeit durch seitliche Erosionen vermehrt auch ruhige Strömungsbereiche

mit Sand- und Feinsedimentablagerungen entstehen werden.

3.3 Makrozoobenthos

Die Bestandesaufnahme des Makrozoobenthos erfolgte im Frühjahr und im Sommer mittels Kicksampling in allen Habitaten, um möglichst das ganze Artenspektrum zu erfassen. Für die Auswertung wurden in erster Linie Arten, Abundanzen und Strömungspräferenzen von Eintags-, Stein- und Köcherfliegen berücksichtigt.

In allen Abschnitten wurden ähnlich viele Arten (Eintags-, Stein-, Köcherfliegen) in ähnlicher Zusammensetzung nachgewiesen. Dieser Befund lässt sich mit der Nähe der Abschnitte zueinander und mit der beschränkten Länge der Revitalisierung erklären. Zwischen den Abschnitten findet mittels Eiablage und Drift ein reger Faunenaustausch statt. Dennoch ist bemerkenswert, dass einzig in Gamlikon eine sehr seltene Eintagsfliege (*Procloeon pennulatum*) gefunden wurde, die auf Wasserpflanzen und Totholz siedelt.



Bild 10. Götschihof, revitalisierter Abschnitt (2000).



Bild 11. Aumüli, revitalisierter Abschnitt (2010).

Wasserpflanzen und Totholz waren in den anderen Abschnitten untervertreten oder fehlten gänzlich.

Berücksichtigt man die relativen Häufigkeiten der Arten und analysiert die Lebensgemeinschaften bezüglich ihrer Strömungspräferenz, zeigen sich grössere Unterschiede zwischen den Abschnitten (Bild 16). Die Lebensgemeinschaft im naturnahen Abschnitt in Gamlikon wies die grösste Varianz bezüglich der Strömungspräferenzen auf. Das bedeutet, dass der Lebensraum in Gamlikon die unterschiedlichen Ansprüche verschiedener Kleintiere am besten abdecken kann. Dies lässt sich damit erklären, dass in Gamlikon als Folge des mäandrierenden Laufs die Kleinhabitate unterschiedlichster Ausprägung sehr nah beieinander lagen: Tiefe, langsam durchflossene, feinkörnige Stellen befanden sich in unmittelbarer Nähe von rasch fließenden, grobkörnigen und untiefen Schnellen. Die Arten traten deshalb mosaikartig auf, wo sie entsprechend ihrer Ökologie in zumeist höheren Dichten als in den anderen Abschnit-



Bild 12. Hell, kanalisierter Abschnitt.



Bild 13. Gamlikon, naturnaher Abschnitt.

ten gefunden wurden. Die grössere Varianz des Abschnittes Aumüli nach der Revitalisierung (2010) im Vergleich zu vorher (2007) zeigt eine Annäherung an einen naturnahen Zustand der Lebensgemeinschaft. Etwa auf dem gleichen Niveau befand sich auch der Abschnitt Göttschihof.

3.4 Fische

Zur Erfassung des Fischbestandes wurden die vier Stellen mit einem tragbaren Elektrofangergerät halbquantitativ befischt und jeweils Art und Grösse der gefangenen Fische protokolliert. Für die Auswertung wurden die üblichen Kenngrössen wie Artenzusammensetzung, Längenverteilung und Hektarertrag ermittelt (Ergebnisse in *Tabelle 2*).

Vor knapp 20 Jahren kam im Bereich der vier untersuchten Standorte lediglich die Bachforelle vor (Roth & Utzinger, 1993). Seither hat sich der Alet im Gebiet wieder ausbreiten können, bei Aumüli wurden von dieser eher anspruchslosen Art zudem zahlreiche Jungfische gefangen. Ferner wurden in einer Abfischung des Kantons 2009 unterhalb von Gamlikon auch Gründlinge gefangen. Die Groppe hat die frühere «Gropfenverbreitungsgrenze» (Roth & Utzinger, 1993) gegen den Strom verschieben und ihr Areal nach Süden bis zur Wasserfassung Aumüli ausdehnen können. Oberhalb der dortigen Wasserfassung für die restaurierte Mühle konnte die Groppe trotz Nachsuche nicht aufgespürt werden, vermutlich weil das Wehr im heutigen Zustand für sprunghafte Arten nicht fischgängig ist.

In der naturnahen und den revitalisierten Strecken machten die Sömmer-

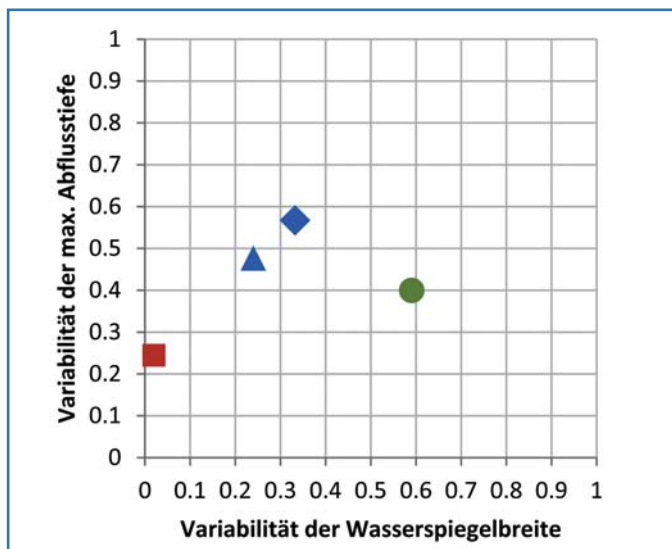


Bild 14. Variabilität der maximalen Abflusstiefe bzw. der Wasserspiegelbreite in den revitalisierten Abschnitten (blau) im Vergleich zu einem kanalisiertem Abschnitt (rot) und einem naturnahen Referenzzustand (grün). Werte standardisiert nach Woolsey et al. (2005).

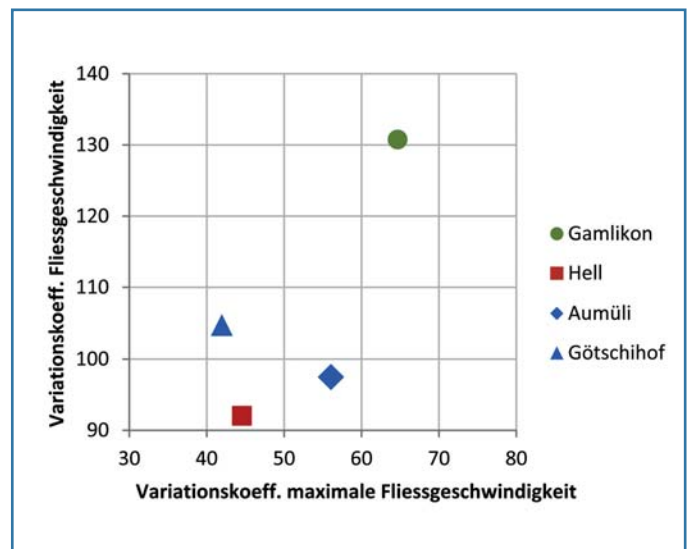


Bild 15. Variationskoeffizient aller Fließgeschwindigkeitsmessungen (Y-Achse) aufgetragen gegen den Variationskoeffizienten der maximalen Fließgeschwindigkeiten (X-Achse). Werte sind nicht standardisiert.

linge 37–45% des Forellenbestandes aus. Damit hat sich die Altersstruktur der Bachforelle, im Vergleich zur Referenzstrecke Hell (7%), stark verbessert. Der Sömmerlingsanteil lag aber noch unterhalb des Wertebereichs, der für beste natürliche Verhältnisse charakteristisch wäre (BUWAL, 2004). Die Individuenstärke der Bachforelle war in allen untersuchten Abschnitten hoch (BUWAL, 2004). Wider Erwarten war die Forellendichte im naturnahen Abschnitt bei Gamlikon in Bezug auf die Gewässeroberfläche am niedrigsten. Dafür kommen verschiedene Gründe in Frage: methodische Ungenauigkeiten, natürliche Bestandesfluktuationen, Einfluss der Angelfischerei oder auch unbekannte lokale Probleme mit der Wasserqualität. Das Resultat könnte aber auch eine natürliche Situation darstellen, denn mehr Breiten- und Tiefenvariabilität bedeutet in kleineren Gewässern nicht zwingend mehr Bachforellen (Schager & Peter, 2002). Vermutlich sollte man aber eine andere Brille aufsetzen und die Individuenzahl in Relation zur Länge des Gewässerkorridors setzen (Tabelle 2, unterste Zeile): Weil der mäandrierende Wasserlauf in Gamlikon schätzungsweise 1.5 Mal so lang ist wie der ihn umgebende Gewässerkorridor, ergibt sich bezogen auf die «landschaftliche Bachlänge» eine höhere Forellendichte als in den übrigen Abschnitten.

3.5 Bilanz und Diskussion

Aus ökologischer Sicht kann eine Revitalisierung dann als erfolgreich beurteilt werden, wenn sich eine standorttypische, zumeist artenreiche Lebensgemeinschaft eingefunden hat. Eine solche Lebensgemeinschaft ist abhängig von der Wasserqualität, der Vernetzung, der Gewässerstruktur und dem Abflussregime. In der Bilanz (Tabelle 3) zeigte sich für die beiden vor 10 bzw. gut 3 Jahren aufgewerteten Abschnitte Götschihof und Aumüli insgesamt ein kleiner bis mittlerer Revitalisierungserfolg. Diese «Note» entspricht der drittbesten bis zweitbesten Bewertung auf der fünfstufigen EAWAG-Skala von Woolsey et al. (2005; vgl. Legende zur Tabelle 3) und fällt damit ähnlich aus wie an verschiedenen anderen revitalisierten Bächen vergleichbarer Grösse (Rau & Peter, 2011).

Die gesteigerte Artenvielfalt und die stark verbesserte Altersstruktur der Fische zwischen Birmensdorf und Götschihof belegen, dass sich die Lebensräume und die Vernetzung in der Reppisch über die letzten Jahrzehnte zum Besseren gewendet haben. Leider bestehen selbst

Stelle	Götschihof	Aumüli	Hell	Gamlikon
Streckenlänge	100 m	100 m	30 m	100 m
Groppe		62	3	7
Alet	1	121	1	1
Bachforelle	96	107	27	76
Total	97	290	31	84
Fische /ha	4850	7632	4921	2625
Bachforellen / ha	4800	2816	4286	2375
Fische / 100 m Korridorlänge	97	290	103	126
Bachforellen / 100 m Korridorlänge	96	107	90	114

Tabelle 2. Ergebnisse der Abfischung vom 2.9.2010. Abfluss: ca. 250 l/s in der Aumüli (gut Mittelwasser).

Indikator-Nr.	Nr. 17	Nr. 15	Nr. 16 (modifiziert)	In Anlehnung an Nr. 35	In Anlehnung an Nr. 23	Nr. 8
	Variabilität der Maximaltiefe	Variabilität der Wasserspiegelbreite	Variabilität der maximalen Fließgeschwindigkeit	Substratklassen	Makrozoobenthos	Altersstruktur der Fische
Hell	0.2	0	0.4	0.25	0.25	0.5
Götschihof	0.5	0.2	0.4	0.75	0.5	0.9
Veränderung	+	+	0	++	+	++
Aumüli	0.6	0.3	0.5	0.25	0.5	0.9
Veränderung	++	+	+	0	+	++

Tabelle 3. Zustand und Veränderung der Indikatoren gemäss bzw. in Anlehnung an Woolsey et al. (2005). Die Zustandswerte sind standardisiert und bewegen sich zwischen 0 (naturfern) und 1 (naturnah). Die Veränderung in den revitalisierten Strecken wurde im Vergleich zum kanalisiertem Abschnitt Hell beurteilt. EAWAG-Skala zur Beurteilung der Veränderung: – = Verschlechterung bzw. Misserfolg, 0 = keine Veränderung, + = leichte Verbesserung bzw. kleiner Erfolg, ++ = mittlere Verbesserung bzw. mittlerer Erfolg, +++ = starke Verbesserung bzw. grosser Erfolg.

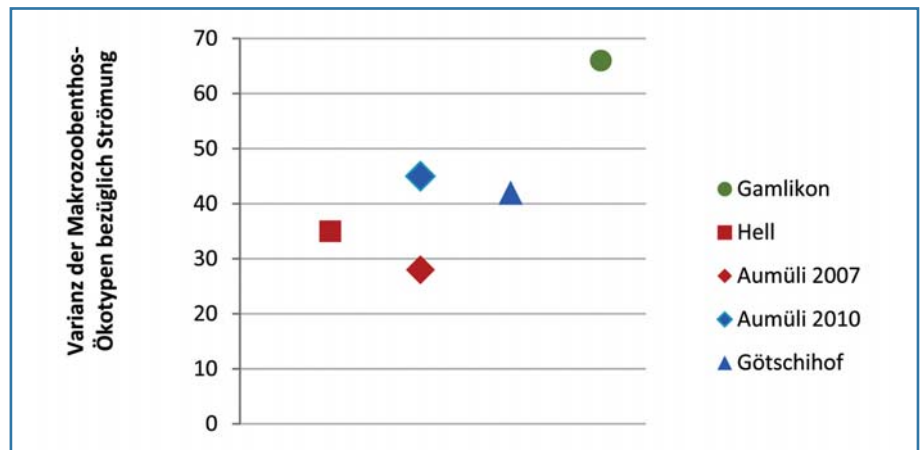


Bild 16. Varianz der Ökotypen bezüglich Strömungspräferenz in den verschiedenen Abschnitten unter Einbezug der relativen Häufigkeiten. Berücksichtigt wurden Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenarten (Frühjahrsdaten). Rot: kanalisierte Abschnitte, blau: revitalisierte Abschnitte, grün: naturnaher Referenzabschnitt.

innerhalb der revitalisierten Abschnitte nach wie vor künstliche Hindernisse, welche für sprunghafte Fische nicht oder nur schwer zu überwinden sind. Kleinfischen wie der Groppe und dem in der Reppisch heimischen, stark gefährdeten Bachneunaue (Kirchhofer et al., 2007)

dürfte es unter diesen Umständen schwer fallen, angestammte Lebensräume zurückzuerobern. Damit die fischereiliche Vielfalt weiter gedeiht und auch auf genetischer Ebene keine unerwünschten Blüten treibt (Junker et al., 2012), sind auf jeden Fall zusätzliche Verbesserungen in

der Gewässervernetzung anzustreben. Besonders in der Anbindung verrohrter Seitengewässer liegt viel ökologisches Potenzial brach. Aber auch die Längsvernetzung sollte an kritischen Stellen wie der Wasserfassung Aumüli überprüft und gegebenenfalls verbessert werden, etwa durch Abschwächung einzelner Abstürze auf Fallhöhenobergrenzen von 15–20 cm für sprunghafte Kleinfische (Bless, 1985; BAFU, 2011). Im Mündungsbereich zur artenreichen Limmat ist in diesem Zusammenhang aber unbedingt auch das Risiko einer Einwanderung krankheitstragender Flusskrebse zu berücksichtigen, bevor Massnahmen ergriffen werden.

Für das Makrozoobenthos liegt der beschränkte Revitalisierungserfolg zur Hauptsache an der Gewässerstruktur, deren Längs- und Querschnitt sich naturnahen Verhältnissen zwar annähert, diese jedoch aus Platzgründen nie erreichen kann. Der Wasserlauf war früher rund 50% länger als heute und mäandrierte in einem Band von ungefähr 50 m Breite. Das Gerinne war schmaler und überflutete bei steigendem Wasserpegel regelmässig die angrenzenden Außenflächen. Eine Rückführung in diesen ursprünglichen Zustand ist jedoch angesichts der heutigen Rahmenbedingungen wie Drainageeinleitungen, querenden Leitungen, Brücken, Flurwegen, unantastbaren Krautsäumen und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung des Talbodens Wunschdenken. Um dennoch eine weitere Verbesserung der Lebensraum-

vielfalt für Fische und seltene Makrozoobenthosarten zu erwirken, wird vorge schlagen, in den revitalisierten Strecken gezielt Totholz einzubringen.

Dank

Das Autorenteam bedankt sich beim Auftraggeber (AWEL, Kanton Zürich) für die mehrjährige, fruchtbare Zusammenarbeit. Der Dank gilt im Weiteren den begleitenden Fachleuten des AWEL, Hansgeorg Gsell und Pascal Sieber, für ihre wertvolle Unterstützung sowie die Durchsicht des Manuskripts. Besonderer Dank geht auch an Sandra Knispel, Pailly, für die französische Kurzfassung und an Andrew Faeh für das Korreferat der englischen Kurzfassung.

Literatur

Bless, R. (1985). Zur Regeneration von Bächen der Agrarlandschaft: eine ichthyologische Fallstudie. Landwirtschaftsverlag Münster.
BAFU (2011). Wiederherstellung der Fische auf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken. Checklist/Best Practice. Bundesamt für Umwelt. Entwurf: Version Juni 2011
BUWAL (2004). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Fische Stufe F. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44. Bundesamt für Umwelt, Land und Landschaft.
Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998, Stand am 1. August 2011.
Gsell, H. G., Flynn, I. (2009). Schützenswerter Naturkorridor Reppisch. Zürcher Umweltpraxis. 57: 15–20.
Junker, J., Peter, A., Wagner, C. E., Mwaiko, S., Germann, B., u.a. (2012). River fragmentation

increases localized population genetic structure and enhances asymmetry of dispersal in bullhead (*Cottus gobio*). Conservation Genetics.
Kirchhofer, A., Breitenstein, M., Zaugg, B. (2007). Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Umwelt Vollzug Nr. 0734. 64 S. Bundesamt für Umwelt und Schweizerisches Zentrum für die Kartographie der Fauna.
Rau, C., Peter, A. (2011). Fliessgewässerrevitalisierungen – das grosse Potenzial kleiner Bäche. «Wasser Energie Luft». 103: 43–48.
Roth, C., Utzinger, J. (1993). Oekologie der Groppe (*Cottus gobio* L.) und deren Eignung als Indikatorfisch für den chemischen und morphologischen Zustand eines Fliessgewässersystemes. Abteilung für Umweltnaturwissenschaften XB, ETH-Zürich.
Schager, E. & Peter, A. (2002). Bachforellensömmerlinge Phase II. Projekt Fischnetz, EAWAG.
VPAS (2010). Mitteilungen der Stiftung und des Vereins Pro Aumüli Stallikon. Aumüli Nr. 6, Februar 2010.
Woolsey, S., Weber, C., Gonser, T., Hoehn, E., Hostmann, M., Junker, B., Roulier, C., Schweizer, S., Tiegs, S., Tockner, K., Peter, A. (2005). Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur-Projektes. EAWAG, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 111 S.
Anschrift der Verfasser
Heinz W. Weiss, Basler & Hofmann AG, Zürich
heinz.weiss@baslerhofmann.ch
Christof Elmiger, FORNAT AG, Zürich
christof.elmiger@fornat.ch
Verena Lubini, Gewässerökologie, Zürich
lubini@sunrise.ch