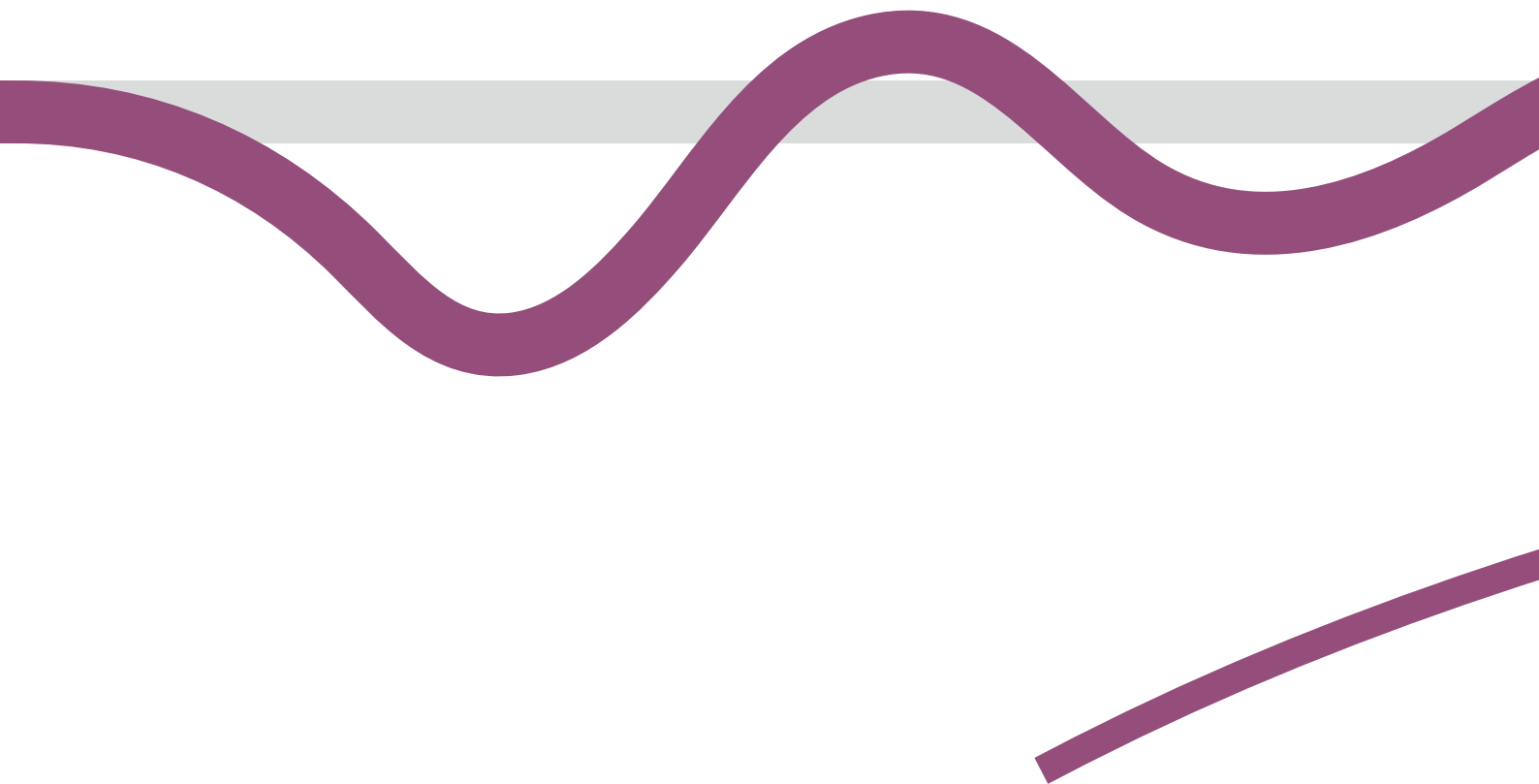
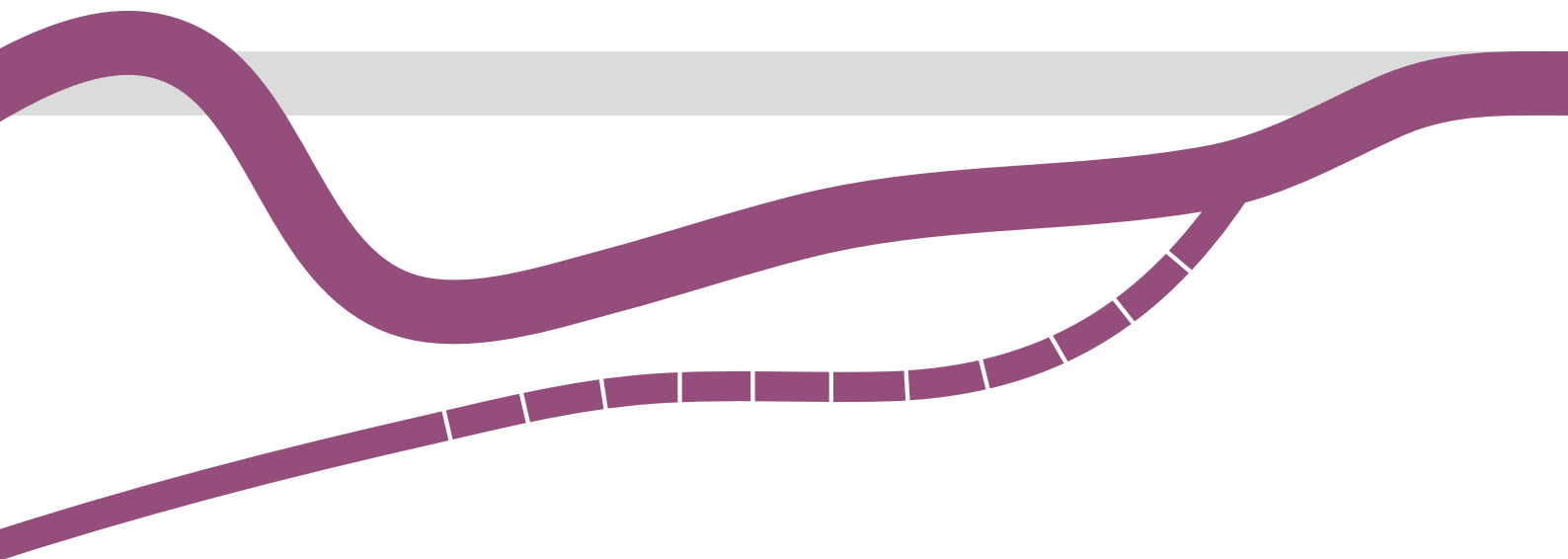




Das Titelbild zeigt symbolhaft
den Verlauf des dritten Restrukturierungsabschnittes.



Die Glan im Wandel der Zeit

Restrukturierung im Bereich der Rauchmühle

Impressum

Herausgeber und Verleger: Magistrat der Stadt Salzburg

Für den Inhalt verantwortlich: Andreas Fellner

Alle Bilder, sofern nicht anders angegeben, stammen von A. Fellner

Gestaltung und Satz: Miam Miam Designstudio, www.miammiam.at

Druck: kb-offset Kroiss & Bichler GmbH & CoKG, www.kb-offset.at

Cover - **PEFC** zertifiziertes Papier / Innenseiten - **FSC** zertifiziertes Papier



Inhalt

	Vorwort	2
1	Einleitung	4
2	Glan: Ursprung - Zählung - Freiheit	6
3	Das Projekt	8
4	Die Bauarbeiten im Detail	10
5	Untersuchung des Makrozoobenthos	22
6	Ökologische Zustandsbewertung mittels Makrozoobenthosanalyse	28
	Diskussion	34
	Zusammenfassung	35
	Glossar	36
	Literatur & Quellenverzeichnis	38

Vorwort

Die Stadt bringt wieder Schwung in die Glan

Am südlichen Stadtrand wurden bereits in den Jahren 2008 und 2011 zwei erfolgreiche Restrukturierungsprojekte an der Glan umgesetzt. Seither haben wir auch im innerstädtischen Bereich für ökologische und landschaftsästhetische Verbesserungen für das Fließgewässer gesorgt: Ein 270 Meter langer Abschnitt an der Glan und 140 Meter am Maxglaner Mühlbach stellen nun eine zusammenhängende, reizvolle Einheit dar. Ausgesprochen attraktiv ist auch die Gestaltung mit Sitzgelegenheiten und schmalen Wegen zum Wasser und den breiten Schotterbänken gelungen. Wie ich immer wieder selbst erlebe, ist dieser Bereich zu einem beliebten, viel besuchten Naherholungsgebiet geworden, das noch dazu durch den neuen Geh- und Radweg ideal angebunden ist. Die zahlreiche und ausgesprochen positive Resonanz zu den drei wieder naturnah gestalteten Gewässerabschnitten bestätigt uns, dass wir am richtigen Weg sind. Wir machen weiter – und gehen jetzt daran, den nächsten Abschnitt zu planen.



*Dr. Heinz Schaden
Bürgermeister (1999 – 2017)*

Neuer Wohnbau im Einklang mit der Natur

Die Umnutzung des so genannten Rauchmühlengeländes bringt in zweifacher Hinsicht eine städtebauliche Veränderung mit sich. Zum einen schafft die Errichtung von mehr als 200 Wohnungen im Stadtteil Lehen notwendigen Wohnraum, zum anderen sorgt die Bereitstellung von rund 3.600 Quadratmetern raumordnungsrechtlich gewidmetem Grünland für eine landschaftsästhetische Aufwertung des Gesamtareals.

Ein großer Teil dieses Grünlands wurde für die Aufweitung der Glan verwendet - und das neue Bachbett kann sich sehen lassen: Vielfältige Strukturen und der neue Fischaufstieg bringen eine wesentliche Verbesserung für die Gewässerfauna. Durch die Restrukturierung hat der Uferbereich eine neue Erholungsfunktion gewonnen; für die zukünftigen Bewohnerinnen und Bewohner des Rauchmühlenareals verbinden sich hohe Wohnqualität mit idealer Freiraumnutzung. Mit der Umsetzung derartiger Projekte wird eine Vorbildfunktion in stadtplanerischer Hinsicht übernommen. Mögen die gewonnenen Erfahrungen der interdisziplinären Vorgangsweise bei zukünftigen Projekten genutzt werden.



*Johann Padutsch
Stadtrat*

Die vorliegende Broschüre ist das Resultat der bereits dritten Masterarbeit, die am FB Biowissenschaften der Universität Salzburg zum Themenbereich „Restrukturierung städtischer Fließgewässer am Beispiel der Glan in Salzburg“ durchgeführt wurde. Nachdem wir die Maßnahmen an den beiden ersten Abschnitten auch schon wissenschaftlich begleiten durften, konnte unser Datensatz nun durch die Erhebungen im Bereich Rauchmühle komplementiert werden. Unsere Daten belegen für alle drei Abschnitte eine klare Verbesserung der ökologischen Qualität der Glan und bestärken damit die Bedeutung solcher Maßnahmen. Aus Sicht der Universität stellt die Thematik eine ideale Brücke zwischen aquatischer Grundlagenforschung und Forschung aus dem angewandten Bereich dar. Zudem ist ein enger Bezug zur Gesellschaft und zum politischen Geschehen in Salzburg gegeben - was für die Ausbildung unserer Studierenden eine so wertvolle und breite Basis schafft. Wir hoffen, dass all diese Aspekte zur Möglichkeit einer Fortsetzung der Maßnahmen beitragen werden.



*Prof. Ulrike-G. Berninger
FB Biowissenschaften,
Universität Salzburg*

Fließgewässer ziehen Menschen an und schon seit langer Zeit befinden sich Siedlungen bevorzugt an größeren Flüssen. Nun ist die Glan kein Strom wie die Donau, jedoch mit seinen rund 50 km² Einzugsgebiet auch nicht zu vernachlässigen. In Anbetracht der Beeinträchtigungen, welche beinahe allen Flüssen widerfahren, sind eine ökologische Verbesserung sowie ein abwechslungsreicher Erholungsraum zu begrüßen. Im Rahmen der Restrukturierung des dritten Glan-Abschnittes im Zentrum der Stadt direkt in der Nähe der Rauchmühle wurde nun ein Abschnitt für die Bürger der Stadt Salzburg und auch für die Bewohner an der Glan aufgewertet.



Andreas Fellner
Autor

Danksagung

Ich bedanke mich bei Ing. Achim Ehrenbrandtner BSc, der für die MA 5/03 den Auftrag zur Ausarbeitung dieser Publikation erteilt hat. Ebenfalls danken möchte ich Prof. Ulrike Berninger der Universität Salzburg und Stefan Brameshuber MSc für die organisatorische und inhaltliche Unterstützung bei dieser Arbeit.

1

Einleitung

Seit jeher bilden Flüsse Lebensadern in unserer menschlichen Kultur. Sei es zum Transport von Gütern, zur Trinkwassergewinnung, Bewässerung von Ackerflächen oder zum Fischfang. Vermutlich auch aufgrund dessen fühlen sich Menschen sichtlich entspannter, wenn sie in der Natur sind, beziehungsweise diese beobachten (Alvarsson, Wiens, & Nilsson, 2010). Natürliche, unverbaute Flüsse sind jedoch eine Seltenheit geworden. So wie einst die Glan zeichneten sich natürliche Fließgewässer in unseren Breiten durch Uferbegleitvegetation und starke Mäanderbildung aus. Die ehemals breiten Flussbette bildeten komplexe und vielfältige Lebensräume. Seien es die Gehölze der Ufervegetation, welche Vögeln als Brutplatz dienen können, der Gewässerkörper selbst, welcher von Fischen, zahllosen Arthropoden und Mikroorganismen bewohnt wird oder der bodennahe Uferbereich, in welchem die terrestrischen Organismen leben, die sich von den Nährstoffen des Fließgewässers und dessen angrenzender Vegetation ernähren.

Im Zuge der Verstädterung und der Urbarmachung von Landschaften wurde die Natur kontinuierlich aus den Städten verdrängt. Um vorher nicht nutzbare Landschaftsbereiche für die Landwirtschaft zugänglich zu machen, wurden innerhalb und außerhalb von Städten Fließgewässer bis hin zur monotonen Kanalisierung in ihrer Freiheit eingeschränkt. Diese Begrädiungen passten zwar in den früheren Zeitgeist, als es noch galt, die Natur zu zähmen, jedoch nicht mehr in eine Zeit, wo sich Menschen nach mehr Natur sehnen.

Abbildung 1.1: Die Glan in ihrem begrädigten, monotonen Trapezprofil.





Abbildung 1.2: Die Glan ein halbes Jahr nach der Restrukturierung (Foto: Stefan Brameshuber, 2016).

Doch hat dieser Eingriff in die Natur seinen Preis. Viele Lebensräume für die heimische Fauna und Flora gehen verloren. Die Folge davon ist Diversitätsverlust. Hochwasserschutztechnische Überlegungen propagieren heutzutage für Fluss-Aufweitungen, um die monetären Kosten von Hochwasserereignissen gering zu halten. Nicht zuletzt gehen auch Erholungsräume für die Bevölkerung verloren, was sich auch negativ auf die Lebensqualität auswirkt.

Bestrebungen, um diese Qualitäten eines gesunden Gewässers wieder herzustellen, haben ihren Ursprung in den 1970ern. Wegen des starken Verschmutzungsgrades hatten sich auf den Fließgewässern bereits Schaumschichten gebildet, weshalb sich Menschen für einen sorgsameren Umgang mit der Natur aussprachen.

Die Rückführung solcher in ein Korsett gezwängter Gewässersysteme in einen wieder annähernd natürlichen Zustand bringt auch gewisse Herausforderungen mit sich. Gründe müssen erworben und bautechnische Maßnahmen ergriffen werden. Restrukturierungen in Städten selbst haben daher auf Grund des Platzmangels für solche Eingriffe einen Seltenheitswert. Deswegen ist es umso erfreulicher, wenn diese trotz der herrschenden Umstände doch durchgeführt werden können, wie auch im Fall der Glan.

So wurde nun bereits die dritte Renaturierungsmaßnahme an der Glan durchgeführt. Die erste Restrukturierung erfolgte im Bereich der Hammerauer Brücke (Fließkilometer 7,00 – 7,35) bereits 2008. 2010 folgte der zweite Abschnitt, flussaufwärts der Waldstraßenbrücke (Fließkilometer 6,90 – 6,55). Beide Restrukturierungen fanden Zuspruch in der Bevölkerung und verbesserten, laut den Makrozoobenthos-Untersuchungen von Lumetzberger (Erster Abschnitt) und Brandner (Zweiter Abschnitt) die ökologischen Rahmenbedingungen für die Flora und Fauna (Brandner, 2013; Lumetzberger, 2009).

2

Glan: Ursprünge - Zählung - Freiheit

Ursprünge

Die Glan, ein Fluss in Salzburg mit rund 50 km² Einzugsgebiet, war vor den Begradigungsarbeiten in den 1930er Jahren ein Moorbach mit teils 300 m breiten Mäandern (Flussschlingen), welcher eine Vielzahl unterschiedlicher Lebensräume beherbergte. Die Ursprünge der Glan selbst liegen am Fuße des Untersbergs auf einer Seehöhe von 458 m, wo drei Quellbäche (Brunbach, Koppengraben und Kühlbach) die Glan speisen. In ihrem 10,2 km langen Verlauf durchfließt das Wasser der Glan offene Flächen in Glanegg und am äußeren Rand von Leopoldskron sowie auch die stark urbanisierte Kernzone der Stadt Salzburg, wo sie über Lehen, im Bereich des dritten Restukturierungsabschnittes, weiter in Richtung Salzach fließt. Dort mündet die Glan dann vor dem Saalachspitz in die Salzach (Sinnhuber, 1949).

Die Durchflussmenge der Glan ist stark von Regenereignissen geprägt. Von weniger als einem halben Kubikmeter pro Sekunde bis auf das mehr als 120-fache (65 m³/s) kann die Wasserführung der Glan schwanken.

Aufgrund dieser Tatsache war das Umland früher regelmäßigen Überschwemmungen ausgesetzt. Im Zuge dessen wurde ein Plan zur Begradigung der Glan entworfen.

Zählung

Zwischen 1934 und 1943 wurden schließlich weite Teile der Glan begradigt. Dabei wurden die Mäander durchstochen und das Leopoldskroner Moor entwässert. Sohlpflasterungen und durch Konglomeratgestein gesicherte Ufer stellten zwar sicher, dass nutzbares Land gewonnen und die lokale Bevölkerung vor Hochwässern geschützt wurde, führten jedoch auch zu einer Einschränkung der biologischen Selbstreinigungskraft, der Biodiversität und zu einer Verkürzung der Fließstrecke von rund 17 km auf 10 km (Sinnhuber, 1949).

Das Entwässern des Moores in Leopoldskron zerstörte auch dessen typischen Charakter sowie die typische Fauna und Flora dieses einzigartigen Lebensraumes.

Die Begradigungen in den 1930er und 1940er Jahren gewannen rund vier Hektar Fläche, welche aufgrund der Trockenlegung des Moores und der tiefer gelegten Sohle der Glan landwirtschaftlich genutzt werden konnte. Mit dem Schrecken der Weltwirtschaftskrise von 1929 vor Augen, war die Begradigung aus wirtschaftlicher Sicht auch ein Faktor, der Arbeit versprach. Auch die einst diverse Fischfauna, welche aus Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Hecht (*Esox lucius*), Aitel (*Squalius cephalus*), Rotauge (*Rutilus rutilus*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Aalrutte

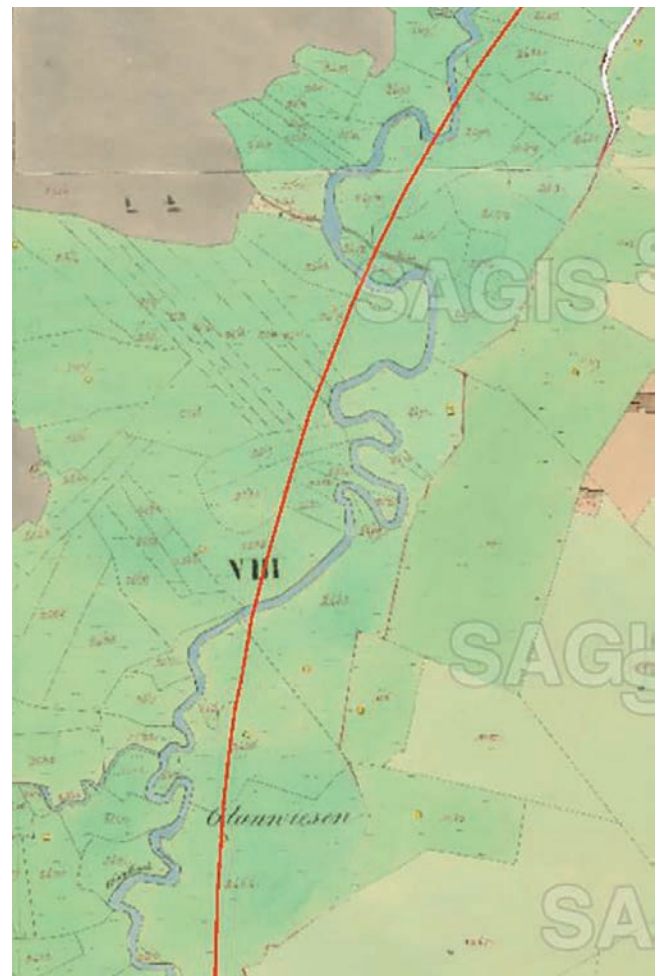


Abbildung 2.1: Der Verlauf der Glan im 19. Jahrhundert mit dem heutigen Verlauf der Glan in Rot (Sagis, 2017).



Abbildung 2.2: Die Glan vor der Restrukturierung in ihrem befestigten Trapezprofil - Foto: Stefan Brameshuber 2015.

(*Lota lota*), Brachse (*Abramis brama*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Laube (*Alburnus alburnus*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Schmerle (*Barbatula barbatula*) und Schneider (*Alburnoides bipunctatus*) bestand, konnte sich im Zuge der Regulierungen und der Errichtungen von Wehren nicht halten. Folglich finden sich heute nur mehr Besatzfische, bestehend aus Bachforellen (*Salmo trutta*), Regenbogenforellen (*Onchorhynchus mykiss*) und Koppen (*Cottius gobio*), welche auf Grund der starken, gleichbleibenden Strömung und fehlender Fischunterstände einen Mangel an Laichhabitaten vorfinden (Glechner, 1995).

Freiheit

1985 wurde im Rahmen einer Änderung des Wasserrechtsgesetzes 1959 bei § 105 die ökologische Funktionsfähigkeit als zu beachtendes Ziel festgelegt. Mitte der 1990er Jahre wurden Gesetze zum Schutz von Gewässern erarbeitet, welche die ökologische Funktionsfähigkeit von Gewässern als explizit zu schützenden Charakter deklarierten. Seit 1999 sind durch das Salzburger Naturschutzgesetz alle oberirdisch fließenden Gewässer und ihr Begleitgehölz automatisch unter Schutz gestellt (§ 24 Abs. 1 lit. a, b).

Eine besondere Stellung des Salzburger Naturschutzgesetzes stellt § 51 dar. Dieser sieht vor, eine bauliche Maßnahme, welche naturschutzrechtlichen Grundlagen zuwider läuft, unter Umständen zu bewilligen, wenn Ausgleichsmaßnahmen getroffen werden. Für diese kann auch eine Finanzierung erfolgen. Eine derartige Ausgleichsmaßnahme deckte einen Teil der Kosten für die Restrukturierung des dritten Glanabschnittes (Land_Salzburg, 2017).

Durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aus dem Jahr 2000, welche 2003 in nationales Recht überführt wurde, sind alle Flüsse mit einem Einzugsgebiet, das größer als 10 km² ist, in einen mindestens „guten“ ökologischen Zustand zu überführen. Für erheblich veränderte Wasserkörper, die Glan gilt als solcher, reicht ein „gutes“ ökologisches Potential. Die Verbesse-

rung aller Fließgewässer hätte bis 2015 erfolgen sollen, wurde aber auf spätestens 2027 verschoben. Die EU-WRRL kann als Meilenstein gesehen werden, der den Gewässerschutz in Europa als Priorität festlegt. Hierbei gilt ein Verschlechterungsverbot, was bedeutet, dass Gewässersysteme nicht noch stärker beeinträchtigt werden dürfen. Gleichzeitig gilt die Maxime der Verbesserung des ökologischen Zustandes (BMLFUW, 2017).

Im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes (NGP), welcher alle sechs Jahre eine Aktualisierung erfährt, wird determiniert, welche Ziele mit welchen Maßnahmen erreicht werden sollen. Die Datengrundlage des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes bilden verschiedene biologische Qualitätselemente, unter anderem Untersuchungen der wirbellosen Fauna in den Gewässern. Dies erfolgt alle sechs Jahre und die Ergebnisse werden der EU-Kommission übermittelt. Dieser NGP ist öffentlich unter der Internet Adresse (https://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/nationaler_gewaesserbewirtschaftungsplan-ngp/ngp.html) einsehbar.

Derzeit sind 38 % der Fließgewässer in Österreich in einem „guten“ oder „sehr guten“ ökologischen Zustand. 2 % befinden sich in einem „guten und besseren“ ökologischen Potential, womit bei mehr als der Hälfte laut EU-WRRL Handlungsbedarf besteht (BMLFUW, 2010). Die Glan zählt vom Hochwasserentlastungsgerinne bis zur Glansiedlung als erheblich veränderter Wasserkörper. Der Gesamtzustand laut des NGP gilt als unbefriedigend, mit einem mäßig oder schlechteren ökologischen Potential.

Folglich muss die Glan laut der EU-Wasserrahmenrichtlinie das Ziel von Restrukturierungen sein, um diese Anforderungen zu erfüllen.

3

Das Projekt

Der dritte Abschnitt der Glan, welcher restrukturiert wird, befindet sich direkt im Kern der Stadt Salzburg und ist deshalb flächenmäßig stark eingeschränkt. Der Abschnitt befindet sich bei Fließkilometer 1,65 – 1,92 und liegt direkt an der Rauchmühle und der HLWM Salzburg Annahof.

Die Restrukturierung kann grob in drei Bereiche unterteilt werden. Die Restrukturierungsmaßnahmen im Mühlbach und der Fischaufstiegshilfe, in der Glan selbst und als drittes die Maßnahmen in den Uferbereichen.

Der Glanmühlbach, welcher 500 Liter Wasser pro Sekunde führt, wird im Projektbereich von seiner Holz-Beschlachtung befreit. Die Ufer werden mit lockerem Konglomeratgestein gesichert. Wurzelstöcke der entfernten Gehölze bleiben erhalten. Die Trauerweide bleibt aus landschaftsästhetischen Gründen bestehen. Der Verlauf des Glanmühlbaches wird um rund 50 Meter verrohrte Strecke verkürzt. Zusätzlich wird eine für den Huchen (*Huchus huchus*) dimensionierte Fischaufstiegshilfe errichtet. Diese besteht aus zehn Becken mit einer Tiefe von einem Meter und einem Fassungsvermögen von 10 m³. Ein Überlaufschutz stellt hier sicher, dass jene Wassermenge, die über den dotierten 500 Litern pro Sekunde liegt, vor der Fischaufstiegshilfe in die Glan abfließt.

In der Glan selbst wird die Sohlpflasterung aus großen Konglomeratgesteinsblöcken entfernt. Das Flussbett wird auf der Höhe des Sportplatzes der HBLA ausgeweitet. Die Ufer werden einseitig auf der Seite der Rauchmühle abgeflacht. Um das Eingraben der Glan und das Ausschwemmen von Flusskies zu verhindern, werden Querriegel errichtet. Wurzelstöcke und Störsteine werden in die Glan eingebracht, um das Strömungsbild abwechslungsreicher zu gestalten. Flussabwärts des

Anna-hofsteges wird in der Mitte eine kleine Insel aus Störsteinen und Flusskies errichtet. Weiters werden Buhnen eingebaut, welche mit Schotter, aber nicht mit Humus, überdeckt werden.

In den Land- und Uferbereichen werden standorttypische Gehölze wie Schwarzerlen, Weiden und Pappeln gepflanzt. Ufersicherungsmaßnahmen bestehen aus Weidenfaschinen, Weidenstreitlagen und Holzpiloten. Der Geh- und Radweg wird neu angelegt und auf vier Meter verbreitert. Die Wurzelstöcke der entfernten Gehölze werden wieder im Projektbereich eingegraben, um potentielle Habitate für totholzliebende Insekten zu schaffen. Um diese Vorsätze zu erreichen, werden zahlreiche Maßnahmen am Gewässer selbst, als auch am Uferbereich durchgeführt.

Die Planung und Erstellung des Projektes übernahm das technische Büro IGA Gostner & Aigner. Das Projekt selbst wurde mit einem Bescheid der Magistratsabteilung 1 des Magistrat Salzburg wasserrechtlich bewilligt. Die Entscheidung dazu fiel im Jahr 2015. Der Spatenstich für die Restrukturierung des dritten Glanabschnittes erfolgte am 11. Jänner 2016.

Der Zeitplan sieht vor, dass die Bauarbeiten direkt an der Glan nach einer zweimonatigen Bauphase bis Ende Februar abgeschlossen sind. Weiters soll nach Plan bis Ende April auch das restliche Konzept umgesetzt werden. Um sicherzustellen, dass sich keine Fische mehr in der Glan befinden, werden diese von der Peter Pfenninger Schenkung mittels Elektrofischen herausgenommen.

Die Restrukturierung der Glan hat im Wesentlichen vier Ziele:

- Verbesserung des Erholungswertes entlang des Gewässers
- Verbesserung des Stadtbildes
- Erhöhung der Diversität der Fauna in der Glan
- Verbesserung der Gewässergüte durch Erhöhung der Selbstreinigungskraft

Bei der Planung müssen allerdings einige Punkte berücksichtigt werden. Die Glan führt unter normalen Bedingungen nur geringe Wassermengen, teilweise weniger als $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Andererseits kann sie durch Regenereignisse rasch auf mehrere Kubikmeter pro Sekunde ansteigen. Bei einem 100-jährigen Hochwasser wird mit $65 \text{ m}^3/\text{s}$ gerechnet. Hierbei besteht die Gefahr von Brückenverklausungen, das Versagen der Wehrröffnungen (Hafermühl- und Fißlthalerwehr) als auch Anlandungen durch den Eintrag von Geschiebe. Im Bereich der dritten Restrukturierung (Fließkilometer 1,65 – 1,92) ist folglich vor allem die Verklausungsgefahr beim Annahof-Steg zu beachten.

Das Projekt zielt zwar selbst nicht zwangsläufig auf eine Verbesserung des Hochwasserschutzes ab, jedoch darf es auch zu keiner Verschlechterung kommen.

Der Zeitraum der Restrukturierung ist so gewählt, dass die Niederwasserperiode im Winter ausgenutzt wird und die Arbeiten in der Glan selbst bis Anfang März abgeschlossen sind, um die Fischfauna so wenig wie möglich zu beeinträchtigen.

Aufgrund der Aufweitung der Sohle und des kleineren Sohlmaterials sollte eine Überprüfung nach Hochwasserereignissen erfolgen, um sicherzustellen, dass es zu keinen negativen Auswirkungen des Hochwasserschutzes kommt. Die mit Humus zu bedeckenden Steinsicherungen beziehungsweise Querriegel sind mit zwei bis drei Tonnen schweren Steinen zu errichten.

Die Durchgängigkeit für Fische wird durch eine Niederwasserinne von mindestens 30 Zentimeter Tiefe mit einer Strömungsgeschwindigkeit von mindestens $0,3 \text{ m/s}$ gewährleistet.

Durch den in die Glan eingebrachten Kies mit einer Korngröße von ungefähr $0,2 - 6,3 \text{ cm}$ entstehen potentielle Laichhabitate für Fische. Gleichzeitig erhöht sich auch die Diversität und Abundanz (Individuendichte) der Makrozoobenthos-Organismen, was zu einer erhöhten Selbstreinigung im Fließgewässer führt.



Abbildung 3.1: Der Projektbereich, mit der Rauchmühle rechts unten, und der HLWM Annahof linksufrig (Quelle: SAGIS Online).

Die Flora wird um folgende Gehölzer erweitert:

- 1 Zitterpappel (*Populus tremula*)
- 3 Silberweide (*Salix alba*)
- 3 Vogelkirsche (*Prunus avium*)
- 4 Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)
- 4 Traubenkirsche (*Prunus padus*)
- 5 Purpurweide (*Salix purpurea*)
- 6 Salweide (*Salix caprea*)

4

Die Bauarbeiten im Detail

Die erste Woche: 11.1.2016 – 16.1.2016

Die Aufstellung des Baucontainers und des Bauzaunes sowie die allgemeine Errichtung der Baustelle erfolgten bereits kurz zuvor.

Um die Bauarbeiten schneller voranzutreiben, werden gleichzeitig zwei Bagger eingesetzt. Die vorhandenen Gehölze am rechten Ufer werden entfernt.

Der Radweg wird von seiner Asphaltdecke befreit.

Des Weiteren wird auch damit begonnen, den Humus, das ist die nährstoffreiche obere Erdschicht, abzutragen.

Dieser fruchtbare Boden wird gemeinsam mit anderen wiederverwertbaren Materialien auf der Baustelle zwischengelagert, bis diese wieder benötigt werden.

Um den Baufahrzeugen, vor allem den Lastkraftwagen, eine vernünftige Zu- und Abfahrt zu ermöglichen, wird ein Schotterweg angelegt.

Abbildung 4.1: Übersicht über den oberen Projektabschnitt.





Abbildung 4.2: Im Bild sichtbar sind die alte Remise und die erhaltungswürdige Robinie.

So wird der Abtransport von Material und gleichzeitig die Anlieferung von benötigten Elementen, wie Störsteinen oder Flusskies, erleichtert. Vermessungsarbeiten werden durchgeführt, um sicher zu stellen, dass die Pläne vor Ort korrekt umgesetzt werden.

Eine kleine Remise wird abgerissen und das Fundament entfernt. Eine auf dem Projektgebiet vorhandene Robinie (*Robinia sp.*) und eine alte Trauerweide (*Salix sp.*) werden aus landschaftsästhetischen Gründen erhalten.

Die linksufrige Seite der Glan und der darauf befindliche Gehweg bleiben erhalten. Leichte Ausbesserungen der Schlaglöcher werden ebenfalls vorgenommen.

Die Sohlpflasterungen, bestehend aus großen Felsblöcken, werden entfernt. Lediglich 4 m vor und 4 m nach dem Gasdüker bleibt eine Sohlpflasterung erhalten.

Der darunterliegende Flusskies bleibt aufgrund seiner geeigneten Korngröße in der Glan.



Abbildung 4.3: Der Mühlbach vor seiner Restrukturierung – ein monotoner Bach.

Die zweite Woche: 18.1.2016 – 22.1.2016



Abbildung 4.4: Der obere Projektbereich in der zweiten Woche.

Die Rodungen sind zum größten Teil abgeschlossen. Im oberen Projektabschnitt bringen bereits LKWs Schottermaterial für die Glan, das von den Baggern im Flussbett eingebracht wird. Um das Ausschwemmen und Eingraben der Glan bei Hochwasser zu verhindern, werden Sohlgurte eingebaut.

Die Sohlgurte werden in einem Abstand von 10 Metern in die Glan eingebracht.



Abbildung 4.5: Entfernung der Sohlpflasterung und der Uferbefestigungen auf der rechten Glanseite.



Abbildung 4.6: Der Mühlbach fließt provisorisch beim Überlaufschutz ab.

Die alten Ufersicherungen werden, wenn nötig, erneuert. Auf der rechten Uferseite werden die Befestigungen, welche ebenfalls aus großen Steinblöcken bestehen, entfernt und zwischengelagert.

Im Bereich des Mühlbaches wird der restliche Humus abgetragen. Gleichzeitig wird der alte Verlauf des Baches mit Erdmaterial zugeschüttet. Das gesamte Wasser des Mühlbaches mit seinen 500 Litern pro Sekunde fließt nun provisorisch bei einem Überlauf ab.



Abbildung 4.7: Die Schlägerungsarbeiten im Bereich des Mühlbaches. Auf der rechten Seite ist der alte Kanal des Mühlbaches zu erkennen, der bereits von der neuen Wasserzufuhr abgeschnitten ist.

Die dritte Woche: 25.1.2016 – 29.1.2016



Abbildung 4.8: Der obere Projektbereich in der dritten Woche.

Die Baumaschinen beginnen bereits die Ufer der rechten Seite der Glan abzutragen. Im oberen Projektbereich, das heißt auf Höhe der Rauchmühle beziehungsweise auf Höhe des Sportplatzes der HLWM, stehen die Bachbettaufweitung und die Uferabflachung in Planung.

Hierfür wird das Erdreich abgetragen und auf der Baustelle zwischengelagert, um die Kosten möglichst gering zu halten.

Für die Verbreiterung des Flussbettes auf bis zu 15 Meter wird zusätzliches Kies- und Schottermaterial benötigt. Dafür wird



Abbildung 4.9: Gestaltung des Stillwasserbereiches mit dem markanten roten Weißenbacher Kalk.



Abbildung 4.10: Eingebauter Wurzelstock, der nun als Fischunterstand dient.

Weißenbacher Kalk (auf den Fotos anhand der roten Färbung zu erkennen) angeliefert und so verbracht, dass er später nicht mehr markant sichtbar ist. Um die Strömungsdiversität zu erhöhen, werden Stillwasserbereiche angelegt, was sich wiederum positiv auf die Fauna innerhalb der Glan auswirkt. Die ursprünglichen Sohlpflasterungen aus Konglomeratgestein werden als Steinsicherung wieder verwendet. Flussabwärts der Holzbrücke, im unteren Projektbereich, wird Schotter in die Glan eingebracht. Auch Fischunterstände werden angelegt, entweder aus Wurzelstöcken oder aus Steinblöcken. Zusätzlich wird damit begonnen, ein Mittelwassergerinne zu erstellen, um die Durchgängigkeit für Fische zu gewährleisten.

Im Verlauf der restlichen Woche werden bereits große Felsblöcke in die Glan eingebracht. Sie dienen dazu, verschiedene Strömungsverhältnisse zu schaffen. Hinter diesen großen Störsteinen sammelt sich wegen der geringeren Strömungsgeschwindigkeit feineres Sediment an. Auf der linksufrigen Seite der Glan wird eine Steinbühne errichtet und dient der Außenseite aus Felsblöcken als Erosionsschutz.

Im Bereich des Mühlbaches und der künftigen Fischaufstiegshilfe wird mit Aushubarbeiten begonnen.

Die vierte Woche: 1.2.2016 – 5.2.2016



Abbildung 4.11: Übersicht über den oberen Projektteil in der vierten Woche.

Aufgrund von starken Regenfällen und dem daraus folgenden Anschwellen der Glan stehen die Maschinen am ersten Februar still. Dieses mittlere Hochwasser trägt rund 20 m^3 Wasser pro Sekunde und kann bereits dazu beitragen, Geschiebe in der Glan umzulagern.

Das Projekt selbst wird dadurch aber kaum beeinträchtigt, es kommt lediglich zu Verzögerungen der Bauarbeiten.



Abbildung 4.13: Die Überflutung des ausgeweiteten oberen Projektbereiches.

Im Bereich des Mühlbaches, in dem die Fischaufstiegshilfe vorgesehen ist, wird das erste von zehn Stillwasserbecken angelegt.

Die Fischaufstiegshilfe wird so gestaltet, dass sie für den Huchen (Hucho hucho) passierbar ist.



Abbildung 4.12: Das erste Becken der Fischaufstiegshilfe des Mühlbaches ist ebenso überschwemmt.

Die fünfte Woche: 8.2.2016 – 12.2.2016



Abbildung 4.14: Überblick über den oberen Projektabschnitt in der fünften Woche. Zu sehen sind die Schotterinseln (Buhnen).

Der Rest der Sohlpflasterung der Glan wird in dieser Woche entfernt. Die Schotterinseln auf der linken Seite der Glan, an welchen die letzten beiden Wochen gearbeitet wurde, sind nun fertig. Sichtbar sind die diversen Sicherungsmaßnahmen in Form von Querriegeln und Fußsicherungen. Auf den Schotterinseln (Buhnen) werden Wurzelstöcke eingebaut, um für Amphibien und wirbellose Tiere einen Lebensraum zu schaffen.

Auf der linken Glanseite ist die Aufweitung beinahe abgeschlossen. Auch hier werden im Schottermaterial Wurzelstöcke eingebracht. Zu Stabilisierungszwecken wird hier im oberen Abschnitt eine angepasste Fußsicherung eingebracht. Diese besteht, im Gegensatz zu den vorherigen Restrukturierungen der Glan, lediglich aus senkrechten Holzpiloten und einer waagrechten



Abbildung 4.15: Die Anfänge der Fischaufstiegshilfe im Mühlbach.



Abbildung 4.16: Rechtsufrig wurde im aufgeweiteten Bereich eine Fußsicherung platziert.

losen Kette aus Holzstämmen. Sie wurde knapp über die NQ-Wasserschwelle (Niederwasser) eingebaut.

Der Mühlbach selbst wird neu verlegt. Hierbei wird als Unterlage ein Vlies eingebaut, welches einerseits zur Erhöhung der Bodenstabilität und andererseits Dichtungszwecken dient. Dieses Vlies wird anschließend mit Flusskies überdeckt. Darauf werden die Riegel errichtet.

Die Riegel für die Fischaufstiegshilfe bestehen aus Granitquadern und werden mit Beton verbunden. Bei der Konstruktion muss beachtet werden, dass ein möglichst schlängelnder Wasserdurchlauf erreicht wird, um auch den schlechter schwimmenden Fischen, wie der Koppe, ein Durchqueren zu ermöglichen. Die alten Zäune und deren Fundamente sowie die Verteilerkästen werden entfernt.

Die sechste Woche: 15.2.2016 – 19.2.2016



Abbildung 4.17: Übersicht über den oberen Projektbereich während der fünften Woche.

Unerwarteterweise muss auf der linken Seite der Glan aufgrund eines Defektes das Gasnetz der Salzburg AG repariert werden. Hierbei wird der Geh- und Radweg auf der Seite des Sportplatzes der HLWM für mehr als zwei Wochen blockiert.



Abbildung 4.18: Weidenfaschinen stabilisieren die Übergangszone von Wasserkörper zu Ufer.



Abbildung 4.19: Die Errichtung der einzelnen Riegel der Fischaufstiegshilfe. Im Bild Arbeiter der Firma Stöckl.

Die Arbeiten in der Glan selbst sind beinahe abgeschlossen. Weitere Störsteine und kleine Inseln werden in der Glan platziert. Zur Sicherung vor erosionsbedingter Abtragung von Material werden im oberen Projektbereich Weidenfaschinen ausgebracht. Diese werden mit Holzpiloten fixiert. Über die Jahre treiben diese aus und verhindern weitere erosionsbedingte Umlagerungen von Flusskies an unerwünschte Stellen. Die Fußsicherung, bestehend aus Holzstämmen, wird wie geplant nun mit Gesteinsmaterial überdeckt. An den ersten Stellen am rechten Ufer wird bereits die nährstoffreiche Humusschicht wieder aufgetragen. Auf der linken Uferseite hingegen wird darauf verzichtet, die Schotterinseln mit einer Schicht Humus zu überdecken. Im ausgeweiteten Bereich werden noch die letzten Abflachungen gestaltet.

Im Abschnitt des Maxglaner Mühlbachs wird eine Wasserscheide errichtet, um zu verhindern, dass die Fischaufstiegshilfe zu schnell mit Sediment blockiert wird. Die Riegel werden Stück für Stück errichtet, wobei darauf geachtet wird, die Riegel nicht exakt gerade zu setzen, jedoch das Durchschlängeln des Wassers zu gewährleisten. Durch die jeweils gegenüberliegenden Schlitz der Fischaufstiegshilfe entstehen Kolke (Strudellöcher), um den Fischen das Passieren der Aufstiegshilfe zu ermöglichen.

Die siebte Woche: 22.2.2016 – 26.2.2016



Abbildung 4.20: Übersicht über den oberen Projektbereich in der siebten Woche.

Nach sechs Wochen sind nun alle Arbeiten an der Böschung und Sohlsicherung im Bereich oberhalb des Annahofstegs abgeschlossen. An den Ufern werden die zahlreichen eingebrachten Wurzelstöcke bearbeitet, um daraus Sitzgelegenheiten zu formen. Im Bereich unterhalb des Annahofstegs wird Kies eingebracht.

Beim Mühlbach sind von den zehn Fischauftiegsbecken bereits neun fertig. Die Ufer der Becken werden mit groben Felsblöcken gesichert.

Flussaufwärts im Mühlbach wird die Beschlächtung entfernt. Anstatt der Beschlächtung werden auch hier wieder Felsblöcke aus Konglomeratgestein locker verlegt. Das morsche Holz und das Vlies, welche früher die Begrenzungen des Mühlbachs bil-



Abbildung 4.21: Ersichtlich ist hier die Entfernung der Beschlächtung des Mühlbaches.



Abbildung 4.22: Einblick in die beinahe vollständige Fischauftiegshilfe.

deten, werden entsorgt.

Mitte der Woche, am 24.2.2016, findet eine von Mag. Renate Schrempf (Gewässerschutz des Landes) und Dr. Harald Krömer (Wasserrechtsbehörde der Stadt Salzburg) durchgeführte Begehung statt. Die Überprüfung ergab keine Beanstandungen seitens der Sachverständigen.

Im Plan geänderte Details, wie das Bodenmaterial der Becken der Fischauftiegshilfe (jetzt Kies auf Schrottenmaterial) oder der Übergang von gepflasterten, nicht restrukturierten Bereichen zu einer restrukturierten, ungepflasterten Sohle aus Wasserbausteinen, werden bewilligt.

Die achte Woche: 29.2.2016 – 4.3.2016



Abbildung 4.23: Übersicht über das fertige Gewässerbett der Glan im oberen Projektbereich während der achten Woche.

Flussaufwärts des Annahofstegs werden Weidenspreitlagen ausgelegt, um die Ufer zu stabilisieren. Sie werden nach Plan an mehreren Stellen von einer beauftragten Gärtnerei ausgebracht und an den Spitzen und Enden mit Humus überdeckt.



Abbildung 4.24: Im unteren Projektbereich werden die letzten Arbeiten in der Glan ausgeführt.



Abbildung 4.25: Die abgeschlossenen Arbeiten im Glan Mühlbach, mit der erhaltenen Trauerweide.

Im Bereich flussabwärts des Annahofstegs wird eine Schotterinsel eingebracht. Weiteres Schottermaterial an den Ufern bildet insgesamt drei kleine Inseln. Die Arbeiten in der Glan selbst sind nun auch im unteren Bereich vollständig durchgeführt.

Der letzte Riegel der Fischaufstiegshilfe ist errichtet und der Fischaufstieg wird nun von Wasser durchströmt. Die Seiten des Mühlbaches sind nun komplett von der Beschlachtung befreit und an den meisten Stellen mit locker gelegtem Konglomeratgestein gesichert.

Die Arbeiten an den Ufern des Mühlbaches und der Fischaufstiegshilfe sind nun auch abgeschlossen.

Im Bereich des Annahofstegs werden Arbeiten zur Befestigung und potentiellen Erneuerung bzw. Brückenverlegung ausgeführt. Wo es nötig erscheint, werden weitere Schichten Humus aufgetragen.

Die neunte Woche: 7.3.2016 – 11.3.2016



Abbildung 4.26: Vorbereitung des Unterbaus für den Geh- und Radweg auf der rechten Glanseite.

Entlang des Geh- und Radweges auf der rechten Glanseite werden die Leerrohre für die Beleuchtung entlang des fünf Meter breiten Radweges verlegt. Weiters wird der Unterbau für den Radweg hergestellt, welcher in den kommenden Wochen asphaltiert wird.

Entlang des Mühlbaches wird der Instandhaltungsweg mit Schotter verlegt, welcher im Gegensatz zum ursprünglichen Plan nur mehr bis zum fünften Becken der Fischaufstiegshilfe reicht. Ebenso wird in der Nähe der Fischaufstiegshilfe der Boden wieder mit Humus überdeckt.



Abbildung 4.27: Der Instandhaltungsweg verläuft bis zum fünften Becken. Ein Bagger trägt die letzte Schicht Humus auf.

Die zehnte Woche: 14.3.2016 – 18.3.2016



Abbildung 4.28: Arbeiten am Frostkoffer im oberen Projektbereich in der zehnten Woche.

Der Frostkoffer entlang des Radweges auf der rechten Glanseite wird aufgeschüttet. Dieser dient dazu, ein Aufreißen der darüber liegenden Asphaltdecke bei ungünstigen winterlichen Verhältnissen zu verhindern.

Entlang der linken Glanseite sind nun die Sanierungsarbeiten am Gasnetz abgeschlossen.

Überschüssiger Humus wird vom Gartenamt übernommen. Übrig gebliebene Weidenfaschinen werden auf der linken Seite des Mühlbaches flussaufwärts des Stegs ausgelegt. Nicht benötigte Holzpiloten werden vom Kanal- und Gewässeramt übernommen.

Der Abschluss der Bauarbeiten: 21.3.2016 – 13.4.2016



Abbildung 4.29: Übersicht über den oberen Projektbereich am 24. März.

Am 24. März erfolgt die Asphaltierung des Radweges. Bei der Robinie wird der Humus etwas entfernt. Die Pflanzung durch die Gärtnerei Dornhackl erfolgt Anfang April, wobei noch gut 50 Weidenstecklinge versetzt und Rasensamen ausgebracht werden. Ebenso werden zu dieser Zeit im Bereich der Fischaufstiegshilfe entlang des Gailenbachweges Poller und Pfosten eingebaut. Der linksufrige Geh- und Radweg wird auf rund 1,5 Meter verbreitert und geschottert.



Abbildung 4.30: Die fertige Fischaufstiegshilfe am 24. März mit Blick Richtung Annahofsteg.

Das Geländer am Mühlbach beim Steg wird am zwölften April eingebaut.

Am 13. April erfolgt die offizielle Eröffnung des dritten restrukturierten Bereiches der Glan in Anwesenheit des Herrn Bürgermeisters Dr. Heinz Schaden und des für das Naturschutzresort zuständigen Stadtrates Johann Padutsch sowie zahlreicher Anrainerinnen und Anrainer.

Abbildung 4.31: Die Eröffnungsfeier am 13.4.2016, Achim Ehrenbrandtner



5

Untersuchung des Makrozoobenthos

Makrozoobenthosorganismen - Allgemeine Aspekte

Die Untersuchung der Makrozoobenthosfauna betrifft die wirbellosen Organismen, welche im wasserdurchströmten Bereich der Bachsohle leben (hyporheisches Interstitial) und mit bloßem Auge sichtbar sind. Die in den Gewässern vorkommenden Organismen erlauben aufgrund ihrer Artzugehörigkeit eine Einstufung des ökologischen Zustandes. Die wichtigsten Organismengruppen sind Köcherfliegen (Trichoptera), Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera), Wenigborster (Oligochaeta) und Zweiflügler (Diptera).

Es finden sich noch viele weitere Großgruppen in der Gewässersohle, wie Wanzen, Krebstiere, Libellenlarven, Spinnentiere, Asseln und Egel. Die überwiegende Mehrheit verbringt ihr Leben im hyporheischen Interstitial. Die Ernährungsweisen sind stark unterschiedlich und ändern sich teilweise auch während des Lebens. So kann aus filtrierenden Mückenlarven später ein blutsaugendes flugfähiges Adulttier werden. Selbst ohne Fische bilden diese Organismengruppen komplexe Ökosysteme. Bachflohkrebse (Gammaridae) ernähren sich von Detritus (abgestorbenes Pflanzenmaterial) und teilweise von Aas. Die Ausscheidungen der Bachflohkrebse sind eine ideale Nahrung für mikroskopische Organismen wie Bakterien. Diese werden von aktiven oder passiven Filtrierern wie Kriebelmückenlarven (Simuliidae) aufgenommen, welche ihrerseits wiederum von einem hungrigen Egel (Hirudinea) der Gattung Dina oder Steinfliegen (Plecoptera) der Gattung Perla verschlungen werden können (Jungwirth, 2003).

Die Makrozoobenthosorganismen lassen sich nicht nur aufgrund ihrer Ernährungsweise unterscheiden. Die natürliche Laufentwicklung von einem rasch fließenden (rhithralen) Bach zu einem beinahe stehenden (potamalen) Fluss bringt unterschiedlichste Anpassungen hervor. Eintagsfliegenlarven besitzen einen abgeplatteten Körper und minimieren so den Strömungswiderstand. Lidmückenlarven (Blephariceridae) hingegen nutzen Saugnäpfe, um sich bei reißenden Strömungen am Untergrund festzuhalten. Eine andere Methode wäre, sich in die obersten 25 - 30 cm der wasserdurchströmten Sohle (hyporheisches Interstitial) zurückzuziehen. Die Nährstoffversorgung ist hier nach

wie vor gewährleistet, die Organismen vermeiden von Fischen gefressen zu werden und die Strömungsgeschwindigkeit beträgt beinahe null Meter pro Sekunde.

Weiters können die wirbellosen Organismen auch anhand ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber organischen Belastungen, wie Abwässer oder Nährstoffeinträge durch die Landwirtschaft, klassifiziert werden. So können verwandte Gattungen des Regenwurms, welche zu den Oligochaeten gehören, in stark verschmutzten oder sehr nährstoffreichen Gewässern überleben. Ebenso können Dipteren, wie zum Beispiel Fliegen der Gattung Dicranota, in stark beeinträchtigten Gewässern überleben.

Die relevanten Organismengruppen:

Mollusken

Mollusken sind der Tierstamm der Weichtiere, zu denen die Muscheln (*Bivalvia*) und Schnecken (*Gastropoda*) gehören. Muscheln haben einen meist sessilen Lebensstil und filtern Bakterien und Nährstoffe aus dem Wasser. In Österreich gibt es gefährdete Arten, welche aus Sicht des Naturschutzes besondere Relevanz haben. Schnecken hingegen kriechen meist auf der Gewässer-
sohle und schaben mit ihrer chitinierten Raspelzunge Algen von Steinen. Eine aus Neuseeland eingeschleppte Art, *Potamopyrgus antipodarum*, welche auch in diesem restrukturierten Gewässerabschnitt vorkommt, gilt als Neozoe und breitet sich aufgrund ihrer Resistenz gegenüber widrigen Umweltbedingungen in Österreich rasch aus (Fellner, 2016; Jungwirth, 2003).

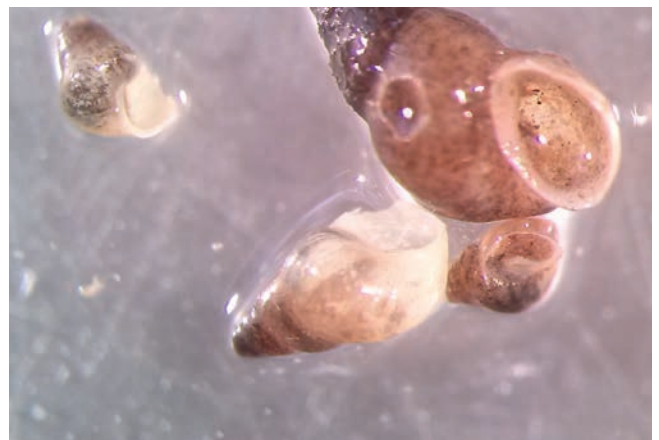


Abbildung 5.1: Gastropoden sind Vertreter der Mollusken. Hier Vertreter der Neozoenart *Potamopyrgus antipodarum*.

Oligochaeta

Ein nicht aquatisches Exemplar der Wenigborster (Oligochaeta) ist der Regenwurm (*Lumbricus terrestris*). Den Süßwasser-Vertretern dienen abgestorbenes Pflanzenmaterial und Aas als Nahrung. Sie leben häufiger in schlammigen Böden, wodurch diese Organismengruppe im Allgemeinen ein Zeiger für langsam fließende, nährstoffreiche Gewässer ist. Folglich ist es ihnen möglich, in Staubereichen von beispielsweise Wehranlagen eine sehr hohe Individuendichte zu erreichen. Jedoch gibt es auch Vertreter, welche in Kieslückensystemen, sandigen Böden und sogar Gletscherbächen vorkommen. Spezielle Anpassungen erlauben ihnen mit geringen Mengen gelösten Sauerstoffs im Wasser auszukommen (Jungwirth, 2003).



Abbildung 5.2: Wenigborster (Oligochaeta) sind nur mit langjähriger Erfahrung sicher bestimmbar.

Ephemeroptera

Die Larven der Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*) bewegen sich schwimmend, kriechend und grabend fort. Strömungsbedingte Anpassungen verursachen die Abflachung des Körpers, um den Widerstand zu reduzieren.

Die Larven sind den Weidegängern, den Detritivoren oder den Filtrierern zuzuordnen. Ihr charakteristischer Lebensraum ist das (rithrale) Fließgewässer, in dem sie teilweise in hohen Individuendichten vorkommen können.

Sie reagieren sensibel auf ökologische Beeinträchtigungen, wodurch sie ideale Indikatororganismen für den ökologischen Zustand des Gewässers darstellen (Jungwirth, 2003).



Abbildung 5.3: Kiemen der Eintagsfliegenlarven sind wichtige Bestimmungsmerkmale. *Baetis rhodani* lässt sich eindeutig zuordnen, wenn auf den Rändern Dornen zu finden sind.



Abbildung 5.4: Eine Eintagsfliegenlarve der Art *Baetis rhodani*.



Abbildung 5.5: Larve einer Steinfliege der Gattung *Perla* mit rund 3 cm Körperlänge.

Plecoptera

Die Steinfliegen (*Plecoptera*) werden in zwei große Unterordnungen eingeteilt. Zum einen die Systellognatha, welche mehrheitlich räuberisch leben und zum anderen die Unterordnung der Euholognatha, welche sich primär von Pflanzenmaterial ernähren.

Die Larven der Steinfliegen durchlaufen wie auch die Eintagsfliegen mehrere Larvalstadien und leben ebenso wie diese nur kurze Zeit als adultes, flugfähiges Tier.

Die Sensitivität gegenüber Veränderungen der Umweltparameter macht auch diese Gruppe zu hervorragenden Indikatororganismen gegenüber Umweltveränderungen (Jungwirth, 2003).



Abbildung 5.6: Köcherlose Köcherfliegenlarve der Art *Polycentropus flavomaculatus*.

Trichoptera

Wie der deutsche Name bereits suggeriert, legen viele Vertreter der Köcherfliegen Köcher an. Diese dienen zum einen dem Schutz vor Beutegreifern, zum anderen als Schutz vor Strömung. Ihr Köcher ist auch ein fast fertiger Kokon für die spätere Verpuppung. Aufgrund der Diversität haben die Köcherfliegen vielfach unterschiedliche Nahrungsquellen erschlossen, welche sie auf verschiedenste Art und Weise für sich nutzen.

Bevorzugt werden im Allgemeinen rasch fließende, mit geringem Feinsedimentanteil belastete Fließgewässer (Jungwirth, 2003; Warringer J., 1997).



Abbildung 5.7: Köcherfliegenlarve mit Köcher. Der Köcher dient unter anderem als Schutz vor Fressfeinden.

Diptera

Die Gruppe der Diptera (Zweiflügler) umfasst Mücken (*Nematocera*) und Fliegen (*Brachycera*) und ist mit 120.000 beschriebenen Arten extrem divers. Dipteren stellen im Allgemeinen einen Indikator für beeinträchtigte Gewässer dar. Die Larvalstadien sind sehr häufig aquatisch, wohingegen die adulten Tiere terrestrisch sind. Zu den Brachyceren zählt man zum Beispiel Vertreter wie die Regenbremse (*Haematopota pluvialis*) oder die Gruppe der Schwebfliegen (*Syrphidae*).



Abbildung 5.9: Larve von *Dicranota* (Fliegen), welche zu den Schnaken gehören.



Abbildung 5.8: Larven von Zuckmücken sind sehr divers und nur von Experten seriös identifizierbar.



Abbildung 5.10: Larve der Simuliidae. Kriebelmücken ernähren sich als Erwachsene parasitisch.

Hirudinea

Egel (*Hirudinea*) leben entweder als Beutegreifer und verschlingen ihre Beute im Ganzen oder sie ernähren sich parasitisch. Zu den charakteristischen Lebensräumen zählen stehende oder langsam fließende, seichte, pflanzenbewachsene Gewässer. Sie zeigen tendenziell eher mäßigere Gewässergüten an (Jungwirth, 2003).



Abbildung 5.11: Ein Egel, welcher zu Bestimmungszwecken seziiert wurde. Dieser Vertreter der Gattung *Dina* verschlingt unter anderem Bachflohkrebse und Eintagsfliegenlarven, welche in seinem Schlund gefunden wurden.

Amphipoda

Amphipoden sind Krebstiere. In österreichischen Fließgewässern sind vor allem Bachflohkrebse (*Gammaridae*) wichtig. Sie ernähren sich von Detritus oder von Aas und können mit ausreichend Pflanzenmaterial schier unglaubliche Individuendichten erreichen. Die Makrozoobenthosanalyse ergab im Falllaub eine Dichte von über 9.000 Individuen pro Quadratmeter! In Österreich gibt es nur wenige Vertreter der Gruppe der Gammaridaen (Jungwirth, 2003).



Abbildung 5.12: Bachflohkrebse, hier *Gammarus roeseli*, spielen eine wichtige Rolle in der Zersetzung von Falllaub.

Coleoptera

Käfer bilden die vermutlich artenreichste Gruppe überhaupt. Aufgrund der Diversifizierung und der weltweiten Verbreitung kann alles als Nahrung für Käfer dienen. In Stillgewässern lebende Dytiscidae ernähren sich räuberisch, während Käfer der Gruppe der Elmidae vorwiegend Pflanzenmaterial verzehren (Jungwirth, 2003).



Abbildung 5.13: Vertreter der Gattung *Elmis* ernähren sich von Pflanzenmaterial.

6

Ökologische Zustandsbewertung mittels Makrozoobenthosanalyse

Die Verbesserung des ökologischen Zustandes ist, wie bereits erwähnt, das zu erreichende Ziel. Laut der Wasserrahmenrichtlinie kann der ökologische Zustand unter anderem mittels der Analyse von Makrozoobenthos-Organismen festgestellt werden (BMLFUW, 2017).

Um den Zustand verlässlich zu bestimmen, sollte allerdings eine zweite Organismengruppe verwendet werden, für gewöhnlich wird dafür die Fischfauna zusätzlich analysiert. Ausschlaggebend ist nach dem Worst-Case-Prinzip der am schlechtesten bewertete Parameter, wobei die Bewertung von 1 (sehr gutes Ergebnis) bis 5 (schlechtes Ergebnis) reicht.

Bei der Analyse des Makrozoobenthos gibt es eine vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erarbeitete Methode, genannt MHS-20 (Multi-Habitat-Sampling-20). Methodisch ist das Sampling so ausgelegt, dass alle relevanten Teillebensräume des Gewässerbodens repräsentativ beprobt werden. Dies bedeutet, dass in einem Untersuchungsgebiet wie dem restrukturierten Abschnitt an der Glan

von 20 Teilproben, 14 aus dem entsprechenden Teilhabitat genommen werden, wenn dieser 70 % der Bodenfläche einnimmt und zwei Teilproben, wenn dieser 10 % ausmacht. So werden repräsentative und reproduzierbare Ergebnisse erarbeitet, welche dann untereinander verglichen werden können. Zusätzlich sind für viele Arten die ökologischen Rahmenbedingungen bekannt, unter denen diese leben können. Wichtig ist hierbei, dass die Individuen so genau wie möglich bestimmt werden (BMLFUW, 2010).

Um die adäquate Bestimmung zu gewährleisten, wurden schwer bestimmbare Organismengruppen (Zuckmücken und Wenigborster) von einschlägigen Experten bestimmt.



Abbildung 6.1: Makrozoobenthosprobennahme mittels eines modifizierten Keschers
(Foto: Stefan Brameshuber 2016)

Ergebnisse der Makrozoobenthos Analyse:

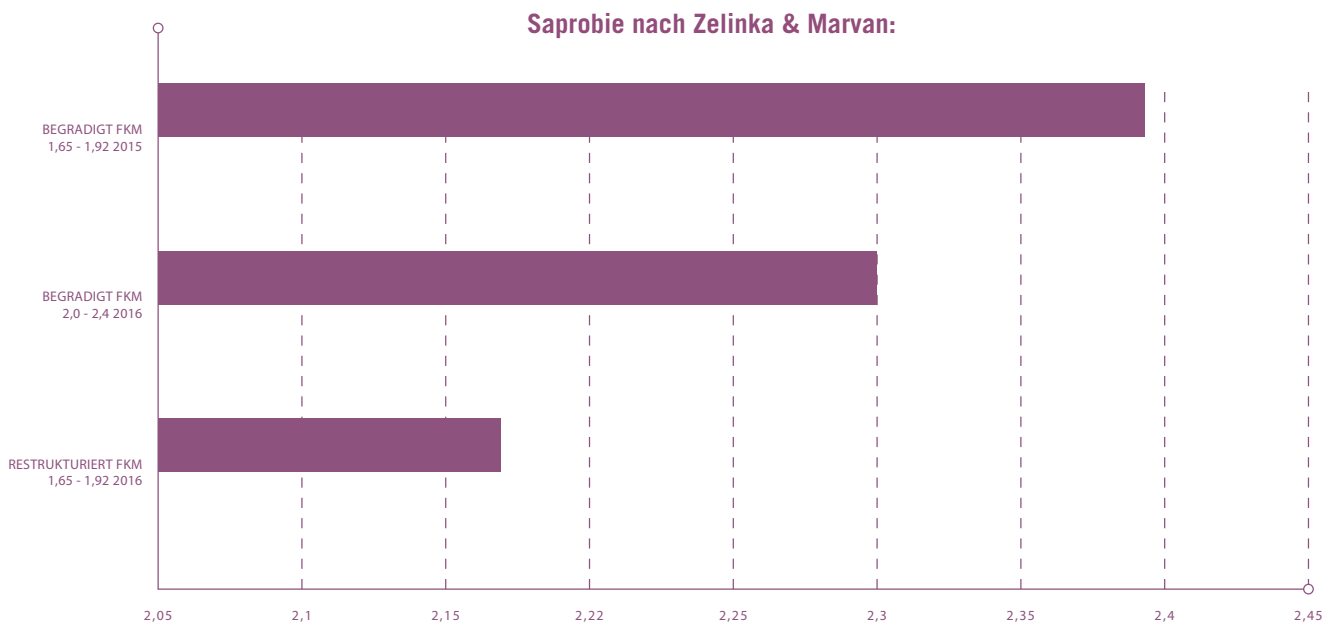


Tabelle 1: Vergleich der organischen Belastung (Saprobie)

Die aus den Arten errechnete Saprobie der Glan im Untersuchungsbereich (Fließkilometer 1,65 – 1,92) erreicht den ökologischen Zustand „Gut“, während die Saprobie vor der Restrukturierung im selben Abschnitt (Fließkilometer 1,65 – 1,92) mit „Mäßig“ beurteilt wird, welche sie ebenso im etwas flussaufwärts gelegenen Abschnitt (Fließkilometer 2,0 – 2,4) erhält. Folglich hat sich die Saprobie verbessert und würde die Kriterien der EU- Wasserrahmenrichtlinie erfüllen.

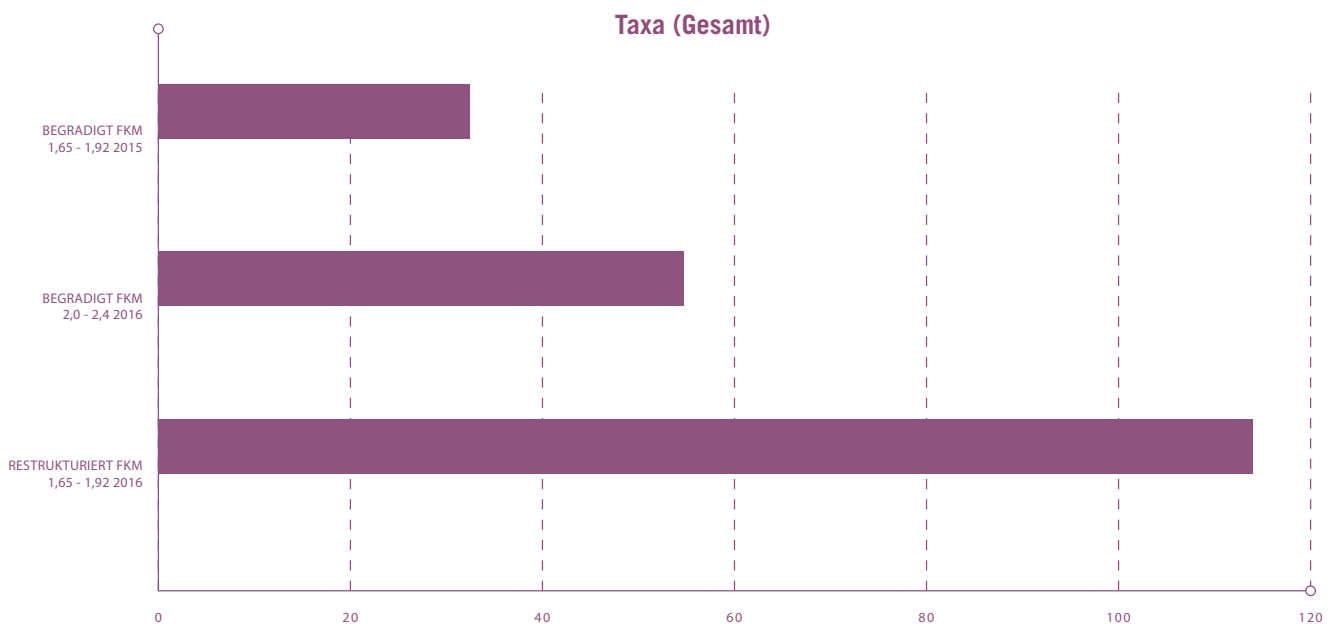


Tabelle 2: Vergleich der Gesamttaxaanzahl

Die Anzahl der Taxa ist ein Maß für die Diversität. Sie ist im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Restrukturierung stark erhöht, was jedoch zum Teil auch auf die unterschiedliche Genauigkeit der Bestimmung zurückzuführen ist. Der Vergleich mit dem begradierten Abschnitt flussaufwärts des restrukturierten Bereiches (Fließkilometer 2,0 – 2,4) ist zwar unter den gleichen Bedingungen bestimmt worden, weist jedoch noch immer eine geringe Anzahl an Arten (Gruppen bzw. Taxa) auf.

Fresstypenverteilung

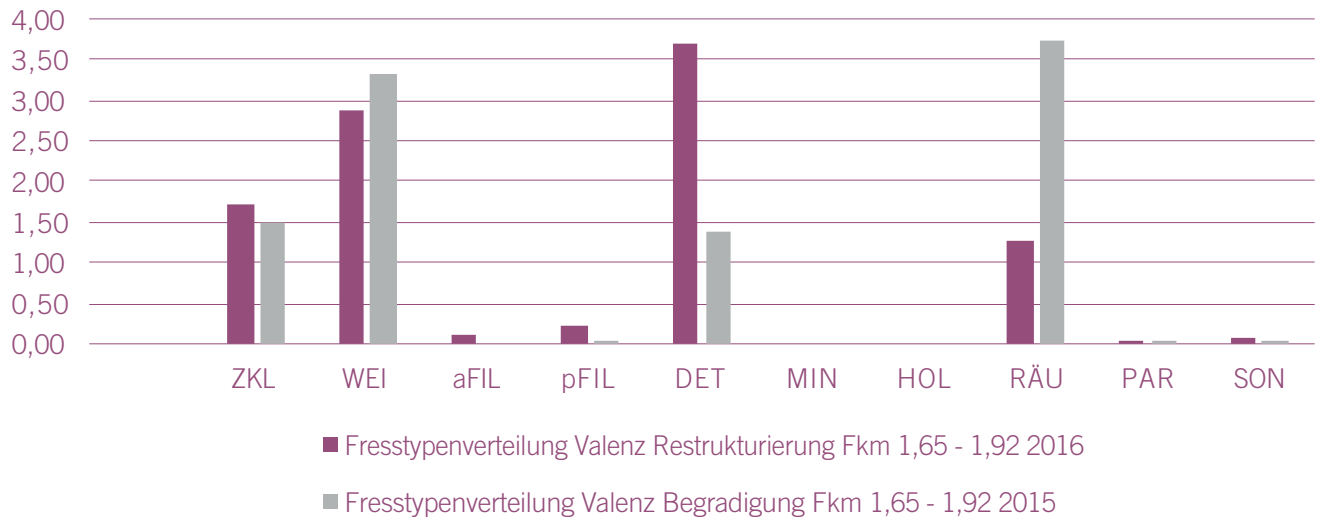


Tabelle 3: Vergleich der Fresstypen vor (grau) und nach (blau) der Restrukturierung. ZKL = Zerkleinerer; WEI = Weidegänger, aFIL = aktive Filtrierer, pFIL = passive Filtrierer, DET = Detritusfresser, RÄU = Beutegreifer/Räuber, SON = sonstige Ernährungsweisen

Der Vergleich der Fresstypenverteilung zeigt, dass die Anzahl der Räuber zurückgeht, während die der Detritivoren zunimmt. Zusätzlich sind aktive (aFIL) und passive (pFIL) Filtrierer relevant. Verglichen mit der Situation vor der Restrukturierung erreichen Zerkleinerer eine leicht erhöhte Valenz, während die Gruppe der Weidegänger eine leichte Einbuße in der Valenz verzeichnet.

Längenzonale Verteilung

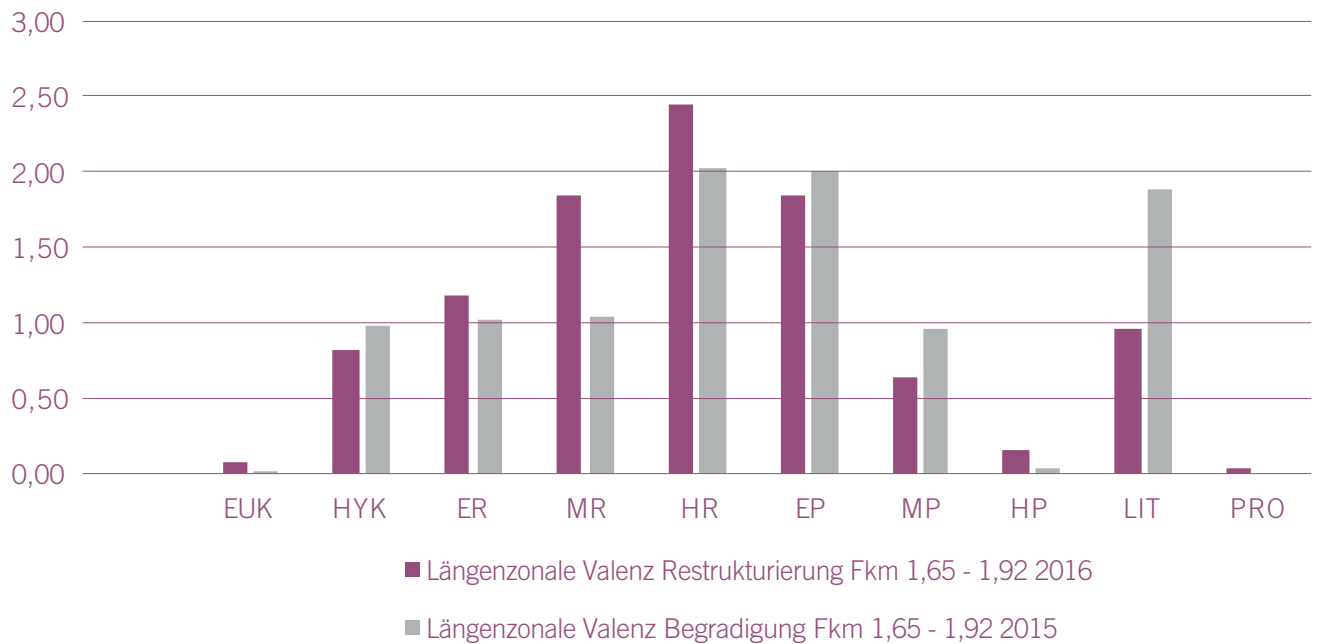


Tabelle 4: Vergleich der längenzonalen Verteilung vor (grau) und nach (violett) der Restrukturierung. EUK = Eukrenalzone/Quellregion, HYK = Hypokrenalzone/Quellbach, ER = Epirhitalzone/Obere Forellenregion, MR = Metarhitalzone/Untere Forellenregion, HR = Hyporhitalzone/Äschenregion, EP = Epipotamalzone/Barbenregion, MP = Metapotamalzone/Brachsenregion, HP = Hypopotamalzone/Brackwasserregion, LIT = Litoralzone/Altarme & Seeufer, PRO = Profundalzone/Seeböden

Die Verschiebung der längenzonalen Verteilung geht hin zu einem hyporhithralen Gewässer (Äschenregion). Vor der Restrukturierung zeigte die Glan bei der Rauchmühle eine sehr starke Valenz im Litoralbereich auf, was untypisch ist. Die Glan gilt als epipotamal Zönose, was der Barbenregion entspräche.

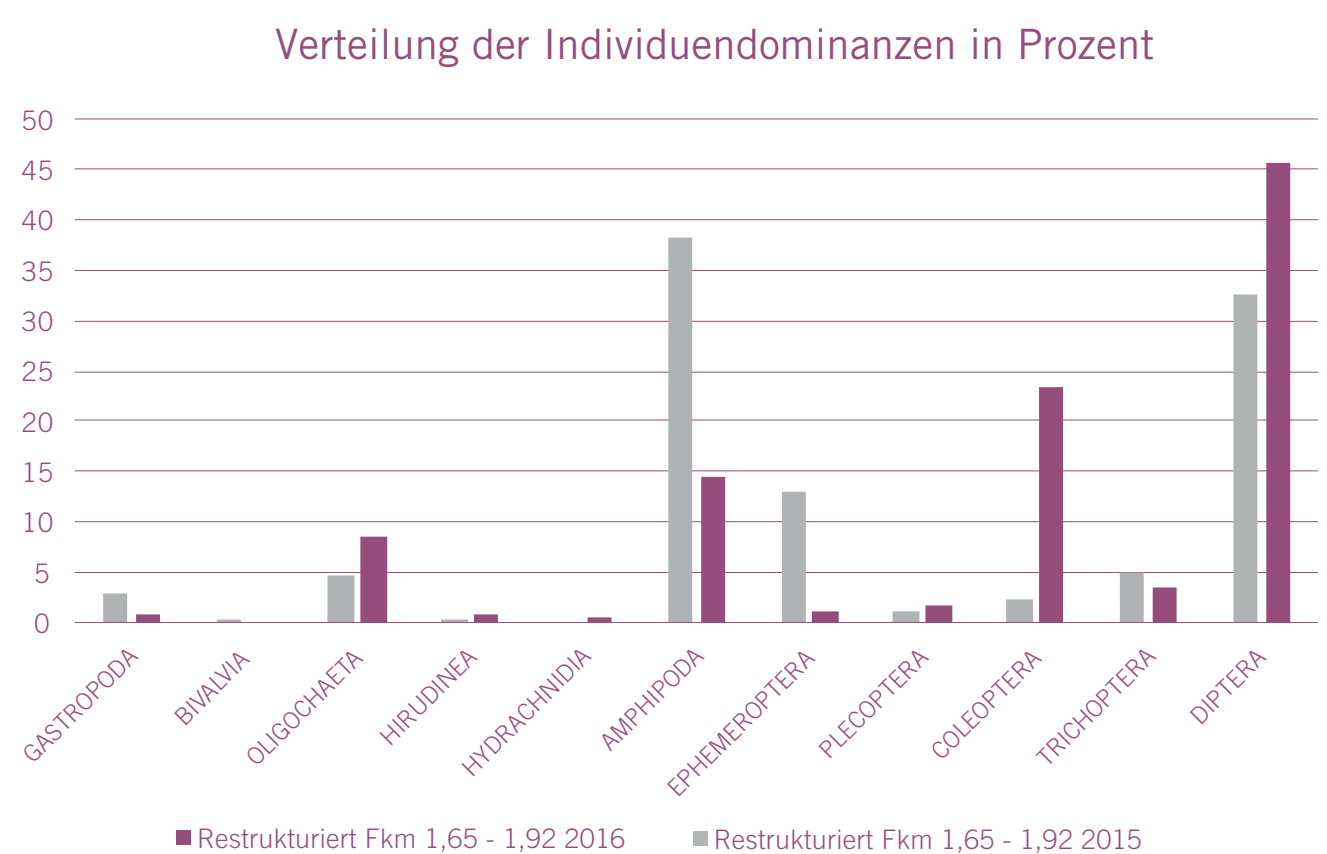


Tabelle 5: Verteilung der Abundanzen der Gruppen vor (grau) und nach (violett) der Restrukturierung. Gastropoda = Schnecken, Bivalvia = Muscheln, Oligochaeta = Wenigborster, Hirudinea = Egel, Hydrachnidia = Wassermilben, Amphipoda = Flohkrebse, Ephemeroptera = Eintagsfliegen, Plecoptera = Steinfliegen, Coleoptera = Käfer, Trichoptera = Köcherfliegen, Diptera = Fliegen & Mücken

Die markantesten Unterschiede zeigen sich im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Restrukturierung in der massiv erhöhten Dichte der Flohkrebse und der Eintagsfliegen ebenso wie im Rückgang der Menge an Käfern. Ebenso zugenommen hat die Anzahl an Schnecken und Köcherfliegenlarven. Die Dominanz der Dipteren ist rückläufig.

Endergebnis

Untersuchungsstelle	Glan Fkm 1,65 - 1,92 Restrukturiert 2016	Glan Fkm 2,0 - 2,4 Begradigt 2016
Grundzustand MMI	1,75	
Innere Differenzierung	EZ-KI 1	
SI (Zelinka & Marvan)	2,17	2,3
Multimetrischer Index 1	0,68	0,54
Multimetrischer Index 2	0,49	0,39
Individuendichte [Ind/m²]	2696,8	664,8
Ökologische Zustandsklasse	mäßig (moderate)	mäßig (moderate)
Metrics	Score	
Gesamttaxazahl	0,87	0,49
EPT-Taxa	0,5	0,32
% EPT-Taxa	0,38	0,43
% Oligochaeta & Diptera Taxa	0,42	0,52
Diversitätsindex (Margalef)	1,13	0,76
Degradationsindex	0,34	0,15
RETI	0,68	0,72
Litoral	0,72	0,62
Farblegende:	Sehr Gut	Gut
Mäßig	Unbefriedigend	Schlecht

Der saprobielle Grundzustand der Glan beträgt 1,75. Der errechnete Wert müsste für ein „Sehr gut“ unter diesem Wert liegen. Die multimetrischen Indizes zeigen zwar eine deutliche Verbesserung an, jedoch ist der multimetrische Index 2 nur mäßig und laut dem Worst-Case-Prinzip der EU-WRRL ist dieser ausschlaggebend.

Der ökologische Zustand laut der Bewertung des Makrozoobenthos ist mäßig. Laut EU-WRRL besteht weiterhin Handlungsbedarf.

Hydromorphologische Zustandsbewertung

Morphologie:	Note Begradigt 2015	Note Restrukturiert 2016
Uferdynamik	4	3
Sohldynamik	4	2
Laufentwicklung	5	3
Substratzusammensetzung	4	2
Strukturen im Bachbett	4	2
Uferbegleitsaumvegetation	4	4
Worst-Case-Gesamt	4	4

Die Hydromorphologische Zustandsbewertung setzt sich aus sechs Elementen zusammen. Die Bestnote 1 „Sehr gut“ wird für einen, entsprechend des Leitbildes, natürlichen Zustand vergeben. Die schlechteste Note 5 für einen verrohrten/kanalisierten Abschnitt ohne jegliches natürliches Material.

Ersichtlich ist die deutliche Verbesserung der Sohldynamik (Möglichkeiten zu natürlichen Umlagerungen), der Substratzusammensetzung (Sediment Korngröße typischer für epipotamale Flüsse als Hartverbau) und der Strukturen im Bachbett (Störsteine, Wurzelstöcke). Eine deutliche Verbesserung ist in Bezug auf die Laufentwicklung des Gewässers ersichtlich, jedoch ist diese nicht ausreichend, um sie als „Gut“ einzustufen. Eine leichte Verbesserung ergibt sich in Bezug auf die Uferdynamik.

Aufgrund des verbesserten, aber nach wie vor spärlichen Uferbegleitsaumes und dem Worst-Case-Prinzip ist die Note 4 (Schlecht) ausschlaggebend.

Laut EU- WRRL besteht Handlungsbedarf.

Diskussion

Der Zustand der einzelnen ökologischen Parameter zeigt im Vergleich zum Zustand vor der Restrukturierung (2015) eine eindeutige Verbesserung. So sind die Anzahl der Arten ebenso wie deren Abundanzen gestiegen. Die längenzonale Verteilung zeigt eine latente Verschiebung hin zu einem hyporhithralen Gewässer, was im Vergleich zum Zustand der Glan auf der Höhe der Rauchmühle eine leichte Verbesserung darstellt.

Die Frestypenverteilung ist nun charakteristischer für einen epipotamalen Fluss und entspricht somit dem derzeitigen Leitbild der Glan. Eindeutig positiv wirkt sich hier der eingebrachte Flussschotter aus, der in dieser Korngröße das hyporheische Interstitial massiv aufwertet. Dadurch konnte die Selbstreinigungskraft der Glan und auch die Diversität und Abundanz an wirbellosen Tieren erhöht werden. Für Fische bieten sich hier nun geeignete Lebensräume, um zu laichen. Der Saprobie-Score ist mit „Gut“ zu bewerten, was im Vergleich zu 2015 einer Verbesserung um eine Note (von „Mäßig“) entspricht.

Die Diversität und Abundanz der EPT-Taxa hat eindeutig zugenommen und ist als sehr positiv zu werten. Gleichzeitig sind weniger Käfer aufzufinden, die an Pflanzen leben. Die Abundanz der Bachflohkrebse erreicht hohe Werte, womit sich die Selbstreinigungskraft des Gewässers weiter erhöht. Außerdem erhöhen die hohen Abundanzen (vor allem von Eintagsfliegenlarven und Bachflohkrebsen) die Nahrungsmenge für Fische, was sich potentiell positiv auf die Fischfauna auswirkt.

Das Endergebnis ist allerdings aufgrund des Worst-Case-Prinzips der Wasserrahmenrichtlinie nur „Mäßig“ und weist somit auf einen weiteren Handlungsbedarf hin.



Zusammenfassung

Der dritte Abschnitt der Glan wurde restrukturiert und die ökologischen Beeinträchtigungen, welche die Begradigung in den 1930er Jahren verursacht hat, zum Teil ausgebessert. Die Restrukturierung der Glan bei Flusskilometer 1,65 bis 1,92 (HBLA Annahof bzw. Rauchmühle) startete am 11. Jänner 2016 und fand ihren Abschluss am 13. April 2016 mit einer feierlichen Eröffnung im Beisein des Herrn Bürgermeisters. Die Bauarbeiten im Gewässer beliefen sich auf die Aufweitungen des Bachbettes, der Einbringung von adäquatem Flussschotter, das Einsetzen von Wurzelstöcken und Störsteinen und der Errichtung von Buhnen zur Lenkung des Wasserstroms. Die Bepflanzung erfolgte mit standorttypischen Gehölzen und dient zum Teil der Erosionssicherung der Ufer. Die Abflachung der rauchmühlseitigen Böschung erlaubt nun den fußläufigen Zugang zum ökologisch aufgewerteten Gewässer.

Der Mühlbach, welcher von der Glan mit 500 L/s gespeist wird, wurde im Verlauf um rund 50 Meter verrohrte Strecke verkürzt und eine für den Huchen dimensionierte Fischaufstiegshilfe errichtet. Die Beschachtung im Projektbereich wurde entfernt

und durch locker gelegtes Konglomeratgestein ersetzt.

Eine Robinie und eine Trauerweide flussaufwärts des Annahofstegs bleiben aus optischen Gründen erhalten. Ein neuer vier Meter breiter Radweg führt nun an der Glan entlang.

Die Glan wartet nun die künftig neuen Wohnungen, die am Gelände der Rauchmühle entstehen, auf. Der innerstädtische Lebensraum für die Fauna wurde stark verbessert, erfüllt aber noch nicht die Kriterien der EU- Wasserrahmenrichtlinie. Die Gewässergüte und die Selbstreinigungskraft des Gewässers wurden merklich verbessert.

Aus Sicht des Autors wurden die vier wesentlichen Ziele der Glan-Restrukturierung erreicht.

Um zu sehen, wie sich die Glan entwickelt und ob das ökologische Potential ausgeschöpft wird, sind künftige Makrozoobenthos-Untersuchungen sinnvoll. Schlussendlich könnten diese Untersuchungen auch für zukünftige Gewässer-Restrukturierungsmaßnahmen in städtischen Bereichen als Orientierungshilfe dienen.

Die Restrukturierung der Glan hat im Wesentlichen vier Ziele:

- Verbesserung des Erholungswertes entlang des Gewässers
- Erhöhung der Diversität der Fauna in der Glan
- Verbesserung der Gewässergüte durch Erhöhung der Selbstreinigungskraft





Glossar

Abundanz	Zahl der Individuen einer Art in einem Untersuchungsgebiet.
Arthropoden	Gliederfüßer – zu ihnen gehören unter anderem Insekten, Spinnentiere, Krebstiere und Tausendfüßler. Sie stellen rund 80 % der bekannten Tierarten dar.
Buhne	Rechtwinkelig zur Flussrichtung platzierter Erosionsschutz, um den Gewässerlauf zu beeinflussen.
Detritus	Reste abgestorbener Pflanzen und Tiere, welche für das Nahrungsnetz relevant sind.
Dotierung	Eine bestimmte, fixierte Durchflussmenge für einen Flussabschnitt.
Düker (z.B.: Gasdüker)	Düker ist eine Leitung zur Unterquerung von Landschaftselementen wie Flüsse, Tunnel, Bahngleise.
EPT-Taxa	Zusammenlegung der Taxa der Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera). Diese zeigen bei hoher Diversität einen guten ökologischen Zustand an.
Fischaufstiegshilfe	Stellt eine wasserbauliche Einrichtung dar, welche das Passieren von Flussbauwerken wie Wehren, Kraftwerken oder ähnlichem für Fische ermöglicht.
Humus	Nährstoffreiche obere Schicht von Erdböden.
Mäanderbildung	Ausbildung von breiten Schleifen in einem Flussverlauf.
Saprobie	Maß für den Gehalt an leicht biologisch abbaubaren organischen Stoffen.
Beschlachtung	Besteht aus Pfählen, Holzbrettern oder Mauerwerk; dient als Uferbefestigungsmaßnahme.



Schroffenmaterial	Steinmaterial über 63 mm Durchmesser, bis hin zu der maximal transportierbaren Größe.
Sohlgurt	Zur Flussrichtung eingebaute Beton- oder Steinelemente, welche die Erosion von Bodenmaterial verhindern.
Neozoen	Gebietsfremde Tiere, die die heimische Fauna bedrohen und verdrängen.
Interstitial	Grenzraum zwischen Gewässersohle und Grundwasser.
Krenal	Quellregion
Rhithral	Bachregion
Potamal	Unterlaufregion
hyporheische Interstitial	Ist der Lebensraum des lockeren Gesteins, das sich dicht unter dem Oberflächenwasser abgelagert hat.
hyporhithrale Gewässer	Unterer Bachabschnitt, Äschenregion.
Epipotamal	Oberer Unterlaufabschnitt, Barbenregion.
Filtrierer	Sind Tiere, die ihre Nahrung aus dem Wasser herausfiltern.
Detrivoren	Tiere, die sich von Detritus (zerfallenem organischem Material) ernähren.
Valenz	Bei der Analyse des Makrozoobenthos ist die Valenz eine numerische Bewertung von Verteilungsmustern. Nachdem Arten nicht nur unter Optimalbedingungen leben, sondern auch in weniger idealen Lebensräumen, benötigt man für eine reproduzierbare Analyse eine Punktebewertung, die Präferenzen mit einschließt.

1. Abschnitt 2008

2. Abschnitt 2011

Literatur

Alvarsson, J. J., Wiens, S., & Nilsson, M. E. (2010). Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *Int J Environ Res Public Health*, 7(3), 1036-1046. doi:10.3390/ijerph7031036

BMLFUW. (2010). Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente – Teil A2 Makrozoobenthos. Wien: BMLFUW.

BMLFUW. (2010). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 – NGP 2009. Wien.

BMLFUW. (2017). Umsetzung Wasserrahmenrichtlinie. Retrieved from https://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/umsetzung_wasserrahmenrichtlinie.html

Brandner, B. (2013). Die Glan im Wandel der Zeit: Restrukturierung flussaufwärts der Waldstraßenbrücke (Abschnitt 2 Fließ - km 6,90 – 6,55). Salzburg: Magistrat der Stadt Salzburg.

Fellner, A. (2016). Ökologische Zustandsbewertung der Glan auf der Höhe Rauchmühle. (Bachelor of Science), Paris-Lodron-Universität Salzburg, Salzburg.

Glechner, R., Patzner, R. A., Jagsch, A. (1995). Zum Fischbestand der Glan und ihrer Zuflüsse im Stadtgebiet von Salzburg. *Österreichs Fischerei*, 48, 77-83.

Jungwirth, M., G. Haidvogel, O. Moog, S. Muhar & S. Schmutz. (2003). *Angewandte Fischökologie an Fließgewässern*. Wien: Facultas Universitätsverlag.

Lumetzberger, A., R.A. Patzner. (2009). Die Glan im Wandel der Zeit: Restrukturierung im Bereich nördlich der Hammerauer Brücke (Abschnitt 1 Fließ – km 7,00 – 7,35). Salzburg: Magistrat der Stadt Salzburg.

Patzner, R. A. (2006). Wasserschnecken und Muscheln im Bundesland Salzburg. Arten, Verbreitung und Rote-Liste-Status. *Mitteilungen des Haus der Natur*, 17, 64-75.

Salzburger Naturschutzgesetz 1999 – NSchG (2017).

Sinnhuber, K. (1949). Die Glan bei Salzburg. Ihre Landschaft, die Regulierung und deren kulturgeographische Auswirkungen: Amt der Landesregierung Salzburg.

Warringer J., G. W. (1997). *Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete*. Wien: Facultas Universitätsverlag.

3. Abschnitt 2016

