

Inhaltsverzeichnis

1. VORWORT	2
2. EINLEITUNG.....	4
3. DER NEBELBACH ALS „KLEINES FLIESSGEWÄSSER“	5
3. 1 BEGRIFF DES KLEINEN FLIESSGEWÄSSERS.....	5
3. 2 ÖKOSYSTEM IM KLEINEN FLIESSGEWÄSSER.....	5
3. 2. 1 Ökosysteme.....	5
3. 2. 2 Gewässerökosysteme.....	5
3. 3 ÖKOLOGISCHE BEDEUTUNG UND FUNKTION EINES „KLEINEN FLIESSGEWÄSSERS“	6
3. 4 BEDEUTUNG KLEINER FLIESSGEWÄSSER IN DER STADT	6
4. RENATURIERUNGSKONZEPT DER STADT ZÜRICH	9
4. 1 AUSGANGSLAGE: GESCHICHTE DER STADTZÜRCHER BÄCHE.....	9
4. 2 PROBLEMANALYSE: BÄCHE IM SIEDLUNGSRAUM.....	12
4. 3 RECHTLICHE RAMENBEDINGUNGEN	12
5. DER NEBELBACH	16
5. 1 DER VERLAUF DES NEBELBACHS.....	16
5. 2 DIE VERGlichenEN ABSCHNITTE	18
5.3 DAS BACHKONZEPT DER STADT ZÜRICH ALS GRUNDLAGE FÜR DIE RENATURIERUNG DES NEBELBACHS	19
5.4 KONZEPT UND UMSETZUNG	20
5. 5 ARCHITEKTUR.....	21
6. RENATURIERUNG AM BEISPIEL DES NEBELBACHS.....	24
6.1 FRAGESTELLUNG: WURDEN DIE ZIELE DER RENATURIERUNG IN BEZUG AUF FAUNA UND FLORA BEIM NEBELBACH ERREICHT?.....	24
6. 2 EUTROPHIERUNG IM FLIESSGEWÄSSER.....	25
6. 2. 1 <i>Eutrophes Gewässer</i>	25
6. 2. 2 <i>Oligotrophes Gewässer</i>	26
6. 2. 3 <i>Mesotrophes Gewässer</i>	26
6. 3 BEWERTUNG VON FLIESSGEWÄSSERN.....	26
6. 4 MEINE UNTERSUCHUNGEN.....	27
6. 4. 1 <i>Vorgehen</i>	27
6. 5 MAKROPHYTEN IM FLIESSGEWÄSSER.....	28
6. 5. 1 <i>Makrophyten als Indikator für Eutrophierung</i>	28
6. 5. 2 <i>Bedeutung der Makrophyten im Fliessgewässer</i>	29
6. 5. 3 <i>Makrophyten im Nebelbach</i>	29
6. 6 MAKROZOOBENTHOS	32
6. 6. 1 <i>Makrozoobenthos im Nebelbach</i>	33
6. 7 DAS SAPROBIENSYSTEM.....	34
6. 7. 1 <i>Der Saprobienindex</i>	35
6. 8 BERECHNUNG DES SAPROBIENINDEX AM BEISPIEL DER ZWEI ZU VERGLEICHENDEN ABSCHNITTE DES NEBELBACHS	37
6. 8. 1 <i>Deutung des ermittelten Saprobienindex</i>	38
6. 9 FISCHBESTAND IM NEBELBACH	39
6. 10 KRITIK UND VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE.....	41
6. 10. 1 <i>Abflussbecken</i>	41
6. 10. 2 <i>Abfallentsorgung/ Reinigung</i>	42
6. 10. 3 <i>Rodungen</i>	42
6. 11 FAZIT	43

ZUSAMMENFASSUNG	46
QUELLENVERZEICHNIS.....	47
ARBEITSBERICHT	51

*Der Bach hat leise Melodien,
und fern ist Staub und Stadt;
die Wipfel winken her und hin
und machen mich so matt.*

*Der Wald ist wild, die Welt ist weit,
mein Herz ist hell und groß;
es hält die blasse Einsamkeit
mein Haupt in ihrem Schoß*

- Rainer Maria Rilke-¹

¹ Rainer Maria Rilke, Der Bach hat leise Melodien, in: Erste Gedichte, Gaben an verschiedene Freunde, Leipzig, Insel-Verlag, 1913, S. 107

1. Vorwort

Der Nebelbach ist ein typisches Beispiel eines Stadtbachs, der durch das Zürcher Quartier Riesbach fliesst. Ich habe einen persönlichen Bezug zu diesem Bach, da ich mit ihm aufgewachsen bin. Der renaturierte Abschnitt, den ich untersucht habe, liegt direkt neben der Siedlung, in welcher ich bis zu meinem zwölften Lebensjahr gelebt habe. Unzählige Nachmittage verbrachten ich und die Nachbarskinder damit, kleine Wasserkrebschen (wie ich heute weiss: „Bachflohkrebs“, lat. Gammarus, der beinahe alle Gewässertypen besiedelt, meist jedoch in Bächen und Flüssen vorkommt) zu sammeln oder im Wasser herum zu plantschen. Ich wählte das Thema, da ich unbedingt eine biologische Arbeit schreiben wollte, wenn möglich über ein Thema, zu dem ich einen persönlichen Bezug habe. Ich wollte forschen und selbst etwas auf dem „Feld“ erarbeiten. Wasser und Wasserbewohner interessieren mich ganz besonders, da das Element Wasser eine - hierzulande oft unterschätzte – enorme Bedeutung hat, sei es als Lebensraum, als wichtigstes Lebensmittel oder als Raum für Freizeitaktivitäten, um nur einige seiner Funktionen zu nennen. Am Beispiel des Nebelbachs, der Stadtbäche allgemein, kann man auch ökologisch interessante Fragen analysieren, zum Beispiel die Frage, wie stark dieses Ökosystem durch menschliche Einflüsse gestört wird, in welchem Mass es sich an äussere Einflüsse anpassen kann, ob es möglich ist, erfolgte Schädigungen eines Ökosystems rückgängig zu machen, und inwiefern der Mensch aus den Rückschlägen der Vergangenheit gelernt hat und bereit ist, seinen Beitrag an eine ökologisch intakte Umwelt zu erbringen.

Danksagung

An erster Stelle bedanke ich mich bei Frau Schächli, welche mir eine strenge, aber mindestens ebenso gute, faire und engagierte Betreuerin war.

Auch möchte ich mich bei Frau Trüb bedanken, für die guten Ideen und die aufmunternden Worte.

Ebenso bedanke ich mich bei Fabio Weber, der ebenfalls dieses Jahr seine Maturitätsarbeit verfasste, mit mir den Arbeitsprozess durchmachte und immer für mich da war.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie.

Meiner Grossmutter, welche mir stets zur Seite stand und mich antrieb, alleine schon mit ihrem Interesse an meiner Arbeit.

Meiner Mutter, welche mich ab und zu in die Schranken wies.

Und natürlich meinem Vater, welcher mir stets mit wertvollen Tipps zur Seite stand und mich unterstützte, wo er nur konnte.

2. Einleitung

Den Fliessgewässern der Stadt Zürich wird seit einigen Jahren erhöhte Aufmerksamkeit zuteil. Renaturierungsprogramme versuchen, in letzter Minute die verbliebenen Reste ehemals ausgedehnter Bach- und Flusslandschaften zu revitalisieren und in ihrer Dynamik zu fördern. In den zahlreichen Massnahmen und Bemühungen ist ein deutlicher Wechsel im Verhältnis zwischen Mensch und Gewässer zu erkennen. An die Stelle des Bändigens, Bezwingens und der Verdrängung der Gewässer rückt die Toleranz und vermehrt auch die Wertschätzung der Fliessgewässer. Statt noch mehr Flussabschnitte einzudoln, schafft man ihnen neuen Raum. Hinter dem Wechsel steht nicht nur der Hochwasserschutz, sondern auch immer mehr der Wunsch der Bevölkerung nach dem Gewässer als Erholungsgebiet. Der Hauptfokus ist oft auf die spektakulären Grossprojekte gerichtet. Daneben vergisst man oft die kleinen, aber durchaus wichtigen, fein verästelten Fliessgewässer. Wie kleine lebendige Adern durchziehen sie Stadt und Land und bringen Leben mit sich. In den Bemühungen der Stadt, wieder ein Stück mehr Natur zu revitalisieren, erkennt man auch einen allgemeinen Trend zur wachsenden Rücksichtnahme gegenüber der Erde, auf der wir leben. Die Renaturierung wirft spannende ökologische und ethische Fragen auf. In meiner Arbeit möchte ich das Renaturierungskonzept der Stadt Zürich erfassen, hinterfragen und durch meine eigenen Feldversuche herausarbeiten, ob im Beispiel des Nebelbachs die Ziele erreicht wurden.

3. Der Nebelbach als „kleines Fliessgewässer“

3. 1 Begriff des kleinen Fliessgewässers

Es finden sich zahlreiche Klassifikationssysteme für Fliessgewässer. Doch grundsätzlich kann man zu den kleinen Fliessgewässern jeden natürlichen oder künstlichen Gewässerlauf zählen, welcher eine durchschnittliche Breite von 2 Metern - erhoben an der Mittelwasserlinie bzw. der Uferlinie - nicht überschreitet.²

3. 2 Ökosystem im kleinen Fliessgewässer

3. 2. 1 Ökosysteme

Ökosysteme sind Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen an einem bestimmten Lebensort, dem Biotop. Das Biotop und somit das Ökosystem kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Neben Klima, Geländegestaltung, Licht, Wärme, Wasser, Nährstoffen sowie Wind und anderen mechanischen Faktoren werden Ökosysteme vermehrt auch durch die Bewirtschaftung des Menschen beeinflusst. Ökosysteme lassen sich in offene und geschlossene sowie gestörte und ungestörte Ökosysteme einteilen.³

3. 2. 2 Gewässerökosysteme

Ein Gewässerökosystem ist ein offenes Ökosystem, da es neben Energie und Wasser auch Nährstoffe aus der Umgebung erhält. An seinem Beispiel lässt sich zeigen, wie Ökosysteme gestört werden können. Den Verschmutzungsgrad von Wasser kann man anhand bestimmter Organismen, den sogenannten Zeigerorganismen, ablesen.⁴

² Boschi/Bertiller/Coch, S. 24

³ Klötzli, S. 50ff.

⁴ ebd.

3. 3 Ökologische Bedeutung und Funktion eines „kleinen Fliessgewässers“

Einem kleinen Fliessgewässer, welchem genügend Raum für eine natürliche Dynamik zur Verfügung steht, sind die wichtigsten Voraussetzungen gegeben, um seine ökologischen Funktionen zu erfüllen. Wasser von Fliessgewässern, welche an der Oberfläche und nicht in einem geschlossenen Kanal fließen, gelangt durch natürliche Versickerung wieder ins Grundwasser. Ein Bach mit seiner Vegetation beeinflusst zudem das Mikroklima positiv, da durch Verdunstung und über die Pflanzen die Luftfeuchtigkeit reguliert wird. Bäche und ihre Uferpartien bilden Lebensräume für Fauna und Flora, was vor allem in dicht besiedelten Gebieten relativ rar ist und deshalb gepflegt werden sollte. Kleine Lebewesen, die als Futter für bedrohte Vögel- und Säugetierarten dienen, finden hier ihren idealen Lebensraum. Das Ökosystem Bach trägt somit gesamthaft und weitreichend zu einer höheren Biodiversität bei.⁵

3. 4 Bedeutung kleiner Fliessgewässer in der Stadt

Fliessgewässer erfüllen gerade in der Stadt, wo Natur spärlich statt findet, mehrere wirtschaftliche, ökologische sowie auch soziale Aufgaben.

Interessant ist die Bedeutung der kleinen Fliessgewässer im Bezug auf das Entwässerungssystem. Mit der Zunahme der Bevölkerung wurde immer mehr unverschmutztes Wasser, wie zum Beispiel Brunnenwasser, Regenwasser oder Kühlwasser aus Industrieanlagen, mit verschmutztem Abwasser in gemeinsam benutzten Kanälen und Leitungen vermischt. Dies führte zu einer Überlastung der Kläranlagen und zu enormen zusätzlichen Kosten.⁶ Dieses alte Entwässerungskonzept war deshalb zu überarbeiten. Da in Siedlungsgebieten die Oberflächen meist stark versiegelt und bebaut sind, haben kleine Fließgewässer eine wichtige Abwasserfunktion: Sie leiten überflüssiges Wasser ab, und wenn der Bach eine aufnahmefähige Sohle hat, kann sogar Wasser versickern. Mit dem neuen Entwässerungssystem tragen Bäche dazu bei, dass sauberes, unverschmutztes Wasser in einem separaten Netz von offenen Fliessgewässern direkt in einen Vorfluter geleitet wird.⁷ Als Vorfluter wird ein Gewässer bezeichnet, in das mit wasserrechtlicher Erlaubnis Abwasser

⁵ Bauer, S. 12

⁶ Bauer, S. 21

⁷ ERZ-Bäche, S. 5

zugeleitet wird.⁸ Die Ausdolung ehemals zugedeckter oder die Renaturierung von kanalisierten Bächen trägt dazu bei, dass unverschmutztes Regenwasser grossflächig versickern kann, was eine wesentliche Entlastung für Kläranlagen darstellt.⁹

Die Beibehaltung, Förderung oder Wiederherstellung der Biodiversität ist vor allem in urbanem Gebiet von großer Bedeutung. In diesem Zusammenhang hat der Bach eine wichtige Funktion in der Stadt. Fliessgewässer führen allgemein zu einer höheren Biodiversität, nicht nur durch den eigenen zusätzlichen Lebensraum sondern auch, da ihre Bewohner auch Nahrung für andere, vom Aussterben bedrohte Stadttiere bilden.

Was man auch oft vergisst, sind die positiven Auswirkungen von Bächen auf den Menschen im urbanen Gebiet. Nicht nur bedeuten sie zweifellos eine ästhetische Aufwertung eines Gebietes, sondern stellen auch Spielraum für Kinder dar. Kleine Fliessgewässer erfüllen im Siedlungsraum eine wichtige Erholungsfunktion. Ein kleines Fliessgewässer, beispielsweise in Form eines Baches, schafft es, ein Stück Natur zurück in die Stadt zu bringen.

Abbildung auf der folgenden Seite: Blutweidrich am renaturierten Abschnitt des Nebelbachs (aufgenommen am 7. Juli 2011 von der Verfasserin)

⁸ <http://www.umweltdatenbank.de/lexikon/vorfluter.htm>

⁹ ERZ- Bäche, S. 5



4. Renaturierungskonzept der Stadt Zürich

4. 1 Ausgangslage: Geschichte der Städtzürcher Bäche

Auf dem Gebiet der Stadt Zürich flossen um 1850 rund 160 km offene Bäche¹⁰. Aufgrund der Annahme, Bäche würden die Entwicklung der Stadt behindern, wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zahlreiche Abschnitte oder gar ganze Bäche eingedeckt, mit grossem Aufwand gezähmt und zurückgedrängt. Bei manchem Neubau oder Ausbau einer Strasse wurden gleichzeitig Bäche eingedolt. Ein Problem, das die Kanalisierung mit sich brachte, bestand darin, dass es durch die zunehmende Versiegelung des Bodens vermehrt zu Hochwasserabflüssen und damit zu Überschwemmungen kam. Zur Behebung der Hochwassergefahr wurden viele Bachabschnitte mit Beton verbaut oder eingedolt. Während des zweiten Weltkrieges wurden sodann viele Bäche eingedolt, um die landwirtschaftliche Nutzfläche zu vergrössern.¹¹ Von den 160 km offenen Fliessgewässern waren 1980 nur noch die Hälfte, 80 km, übrig geblieben.¹²

In den nachfolgenden zwei Kartenausschnitten (*Abb. 1 und 2*) lässt sich die Entwicklung gut verfolgen. In der Wild-Karte aus dem Jahr 1850 fliesst der Nebelbach noch ungezähmt und offen durch die kaum überbauten Quartiere Lengg und Riesbach.

¹⁰ Bauer, S. 5

¹¹ AWEL-Massnahmeplan, S. 6

¹² Bauer, S. 5

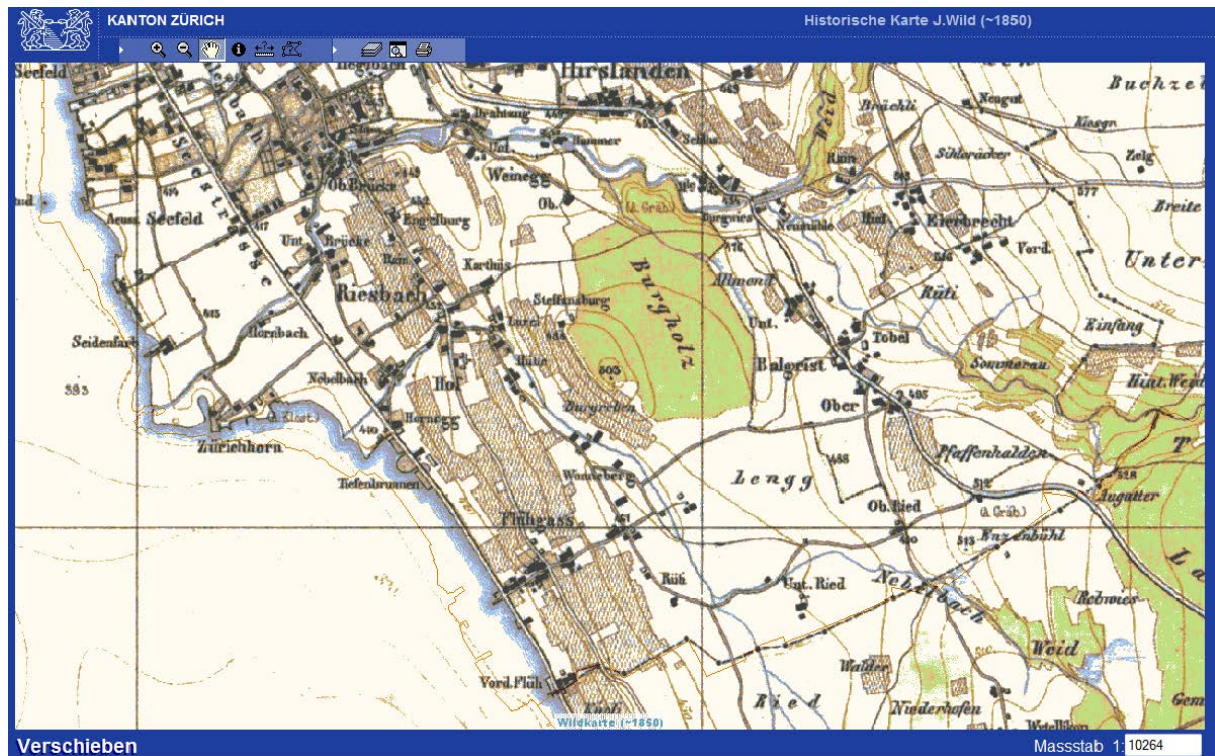


Abbildung 1: Historische Karte J. Wild, Verlauf des Nebelbachs 1850¹³

Aufgrund des raschen Wachstums und der Ausdehnung der Stadt wurden eingedolte oder offene Fließgewässer oft zum Ableiten von verschmutztem Abwasser aus Siedlungen und Industrie oder gar zur Entsorgung von Abfällen eingesetzt. Man kann sich vorstellen, dass dies nicht nur unansehnlich war, sondern auch fürchterlich stank. Die mangelnde Hygiene wurde der Bevölkerung lästig, was auch ihre Wahrnehmung von Fließgewässern trübte. Dieser Umgang mit der Umwelt führte zu stinkenden Fließgewässern und schleichendem Rückzug von Fauna und Flora sowie vermehrten Hochwasserereignissen. Dies führte dazu, dass der Umgang mit dem Wasser neu definiert werden musste. 1926 wurden die ersten Kläranlagen eingeführt, mit dem Ziel der Abwasserreinigung.¹⁴ In den folgenden Jahrzehnten wurden die Fließgewässer zunehmend gereinigt und damit auch aufgewertet; dennoch blieben die Bäche weiterhin eingedolt. Noch heute weisen viele Strassennamen darauf hin, dass sie ursprünglich einem Bach entlang führten, welcher später eingedolt wurde. Im Fall des Nebelbachs weist zum Beispiel der Name „Wildbachstrasse“ darauf hin, dass diese Strasse ursprünglich dem Bach entlang führte, der heute verschwunden ist. Dasselbe gilt für die Nebelbachstrasse, die unmittelbar nach dem von mir untersuchten Abschnitt beginnt und

¹³ Historische Karte von J. Wild, 1850, hrsg. Vom Amt für Baumentwicklung des Kantons Zürich (= Geodaten des GIS ZH); <http://www.gis.zh.ch>

¹⁴ Boschi/Bertiller/Coch, S. 10f.

direkt zum See führt. Früher floss der Nebelbach dort, wie man noch auf der Wild-Karte (Abbildung 1) erkennt, direkt in den See, doch heute mündet er unterirdisch in den Riesbach.

Auf der historischen Gewässerkarte aus dem Jahr 1991 ist in etwa der Zustand vor den Renaturierungsbemühungen zu erkennen. Im Vergleich zu andern städtischen Fliessgewässern verläuft der Nebelbach noch immer zu einem erstaunlich grossen Teil oberirdisch. Lediglich kurze Passagen bei der Quelle, im Bereich der Spitäler an der Witellikerstrasse sowie der Bereich westlich des Burghölzli-Hügels sind kanalisiert. Im eigentlichen Seefeld, das heisst auf den letzten 400 Metern, bevor er neben dem heutigen Strandbad in den See fliesst, war der Nebelbach jedoch 1991 vollständig unterirdisch geführt.

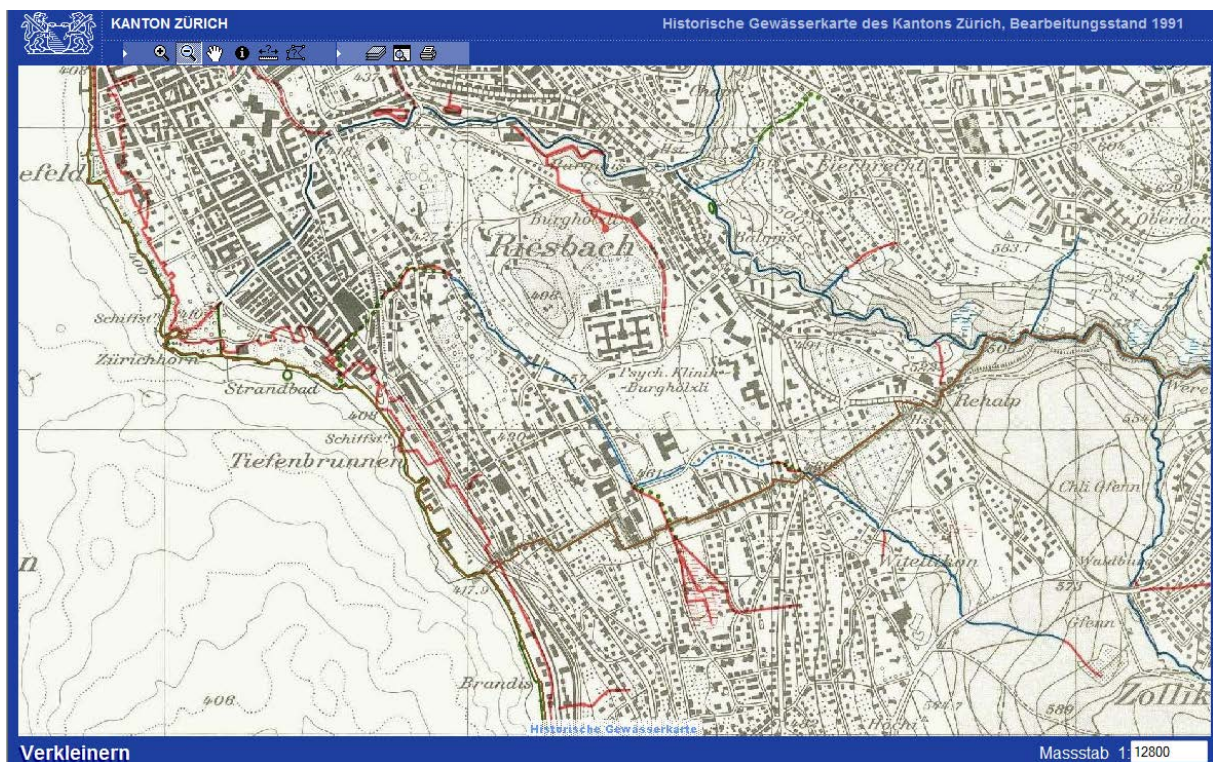


Abbildung 2: Historische Gewässerkarte des Kantons Zürich, Verlauf des Nebelbaches, Stand 1991¹⁵

¹⁵ Historische Gewässerkarte des Kantons Zürich aus dem Jahr 1991, hrsg. Vom Amt für Baumentwicklung des Kantons Zürich (= Geodaten des GIS ZH); <http://www.gis.zh.ch>

4. 2 Problemanalyse: Bäche im Siedlungsraum

Seit es menschliche Ansiedlungen gibt, hat man Wasserläufe, Bäche und Flüsse, genutzt und auf ihre Gestaltung Einfluss genommen. Durch die wirtschaftliche Entwicklung, das Bevölkerungswachstum und die zunehmende Verstädterung stiegen die Bodenpreise im Siedlungsraum laufend an. Damit gerieten die Wasserläufe stark unter Druck. Sie wurden immer häufiger eingedolt oder wirtschaftlichen Bedürfnissen angepasst. Die Ökologie und der natürliche Verlauf eines Baches interessierten damals noch niemanden. Die Bäche wurden teils verdrängt, mussten Neubauten oder dem stark wachsenden Verkehrsnetz weichen, oder sie wurden wirtschaftlich genutzt. Die zunehmende Verwendung der Bäche zur Ableitung des Oberflächenwassers oder als Vorfluter der Kläranlage bewirkte ebenfalls, dass sie kanalisiert oder eingedolt wurden.¹⁶ Die starke Einschränkung oder gar die Eindolung der kleinen Fliessgewässer führte zu verschiedenen Problemen. Fehlender Raum für den Uferbereich führt dazu, dass der Bach seine ökologische Funktion verliert, was wiederum zu einem Verlust der bachtypischen Lebensgemeinschaften führt. Die Lebensraumvielfalt und somit die Artenvielfalt werden durch die fehlende natürliche Dynamik stark eingeschränkt. Die grössten Störungen der Artenvielfalt werden durch Eindolungen bewirkt. Nur ganz wenige, angepasste Organismen können in diesen lichtlosen, sauerstoffarmen Fliessgewässerabschnitten überleben.¹⁷ Durchgängigkeit und Vernetzung der Gewässer werden durch Siedlungen stark beeinträchtigt, da sie oftmals zwischen den Wäldern und den Vorflutern der kleinen Fliessgewässer liegen und eine unüberwindbare Barriere darstellen, vor allem für die Fauna der Fliessgewässer. Quell- und Mündungsbereich sind nicht mehr genügend vernetzt.¹⁸ Versiegelte Flächen und stark kanalisierte Bäche können aufgrund fehlender Versickerungsmöglichkeiten zu Hochwasserspitzen führen.

4. 3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die gesetzliche Regelung des Gewässerschutzes ist in der Schweiz seit jeher in der Kompetenz des Bundes, was in der überragenden, nationalen Bedeutung des Wassers als wichtigste Energiequelle und wertvollster „Bodenschatz“ der Schweiz liegt. Die

¹⁶ Boschi/Bertiller/Coch, S. 51

¹⁷ Boschi/Bertiller/Coch, S. 51

¹⁸ Boschi/Bertiller/Coch, S. 51

verfassungsrechtliche Grundlage dafür findet sich heute in Art. 76 der Bundesverfassung. Seit Ende des 19. Jahrhunderts ergingen rund 20 Erlasse auf Gesetzes- und Verordnungsstufe, welche den Schutz der Gewässer betreffen:

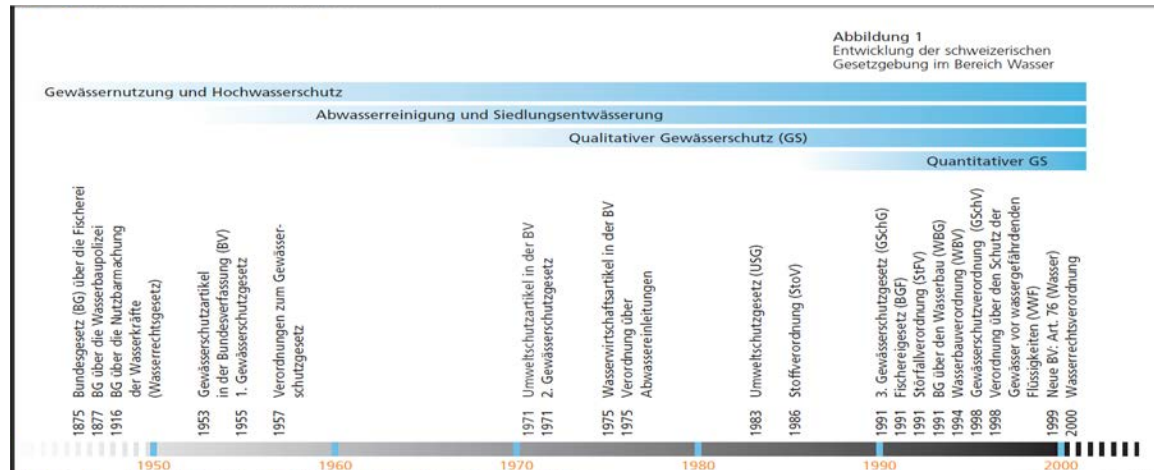


Abbildung 3: Entwicklung der schweizerischen Gesetzgebung im Bereich Wasser¹⁹

Während es im ersten Gewässerschutzgesetz aus dem Jahr 1955 noch vor allem um den Schutz vor Hochwasser und die wirtschaftliche Nutzung des Wassers ging, kam mit dem zweiten Gewässerschutzgesetz aus dem Jahr 1971 der Umweltschutz dazu. War dieser vorerst in erster Linie auf die Reduktion chemischer Belastungen beschränkt, trat ab 1991 und dem Erlass des dritten Gewässerschutzgesetzes (GSchG) vermehrt auch der ganzheitliche Schutz der Gewässer als Ökosysteme in den Vordergrund.²⁰

Die Stadt Zürich hatte bei der Offenlegung eingedolter Bäche eine Pionierrolle. Bereits in den 1980er Jahren wurde ein Bachkonzept entwickelt.²¹ Das Bachkonzept zeigt auf, wo und wie eingedolte Bäche wieder sicht- und erlebbar gemacht werden können und wie bestehende Bäche revitalisiert und aufgewertet werden können. Die gesetzliche Normierung erfolgte 1988, nachdem das Konzept vom Stadtrat als Planungsinstrument genehmigt worden war. Gleichzeitig wurde damit auch das nationale Gewässerschutzgesetz umgesetzt, das unter anderem die Grundsätze festschreibt, dass Fremdwasser nicht mehr in die Kanalisation

¹⁹ AWEL-Massnahmeplan, S. 7

²⁰ AWEL-Fliessgewässer, S. 7

²¹ Bauer, S. 7. Ein entsprechendes Konzept auf kantonaler Ebene ist im 2006 publizierten Massnahmeplan Wasser, hrsg. von der Baudirektion des Kantons Zürich, AWEL Amt für Wasser, Energie und Luft, zu sehen.

geleitet und mit verschmutztem Abwasser vermischt werden darf.²² Stattdessen soll es im offenen Bach abfliessen oder in einem separaten Leitungssystem direkt einem Vorfluter zufließen. Damit wurde die Übergangsphase vom qualitativen zum quantitativen Gewässerschutz eingeleitet.

Die jüngste Gesetzesrevision von 2011 hat zum Ziel, die Gewässer als Lebensraum aufzuwerten, damit sie naturnaher werden und ihren Beitrag zur Förderung der Biodiversität leisten können. Die Voraussetzungen, unter denen Gewässer heute noch korrigiert, überdeckt oder eingedolt werden dürfen, wurden in Art. 37 und 38 GSchG restriktiv auf wenige Ausnahmesituationen eingeschränkt. Aufgrund dieser Gesetzesänderung können nun auch Revitalisierungen in größeren Dimensionen ausgeführt werden. Einer der wichtigsten Punkte der Revision ist es, neuen Raum für die Gewässer zu schaffen. Doch wie will man das in der Schweiz, wo Land ohnehin eine äusserst knappe Ressource ist, erreichen?

Nach Willy Müller, dem Geschäftsleiter des Renaturierungsfonds, ist es nur möglich, Land zu erhalten, wenn eine Win-Win-Situation für alle Betroffenen geschaffen werden kann.²³ Wegbereiter fast aller bisheriger Flussaufwertungen war der Hochwasserschutz. Obwohl die gesellschaftliche und ökologische Relevanz von Flussaufwertungen heute allgemein als sehr hoch eingestuft wird, blieb die Landfrage problematisch. Mit dem revidierten Gewässerschutzgesetz könnte sich das nun ändern, nicht zuletzt deshalb, weil neue Möglichkeiten der Finanzierung von Gewässerschutzmassnahmen geschaffen wurden. So sieht das neue Gewässerschutzgesetz in Art. 36a und Art. 38a vor, dass Anstösser, die wegen Gewässerschutzmassnahmen Fruchtfolgeflächen verlieren, für diesen Verlust finanziell entschädigt werden. Vor allem aber erhalten künftig die Kantone vom Bund gestützt auf Art. 62b GSchG für Projekte zur Revitalisierung von Gewässern Kredite.

Abbildung auf der folgenden Seite: Marienkäfer am renaturierten Abschnitt des Nebelbachs, 24. Juni 2011 (aufgenommen von der Verfasserin)

²² Art. 12 Abs. 3 GSchG

²³ Umwelt; Raum den Gewässern/hrsg. v. Schweizerische Eidgenossenschaft, 3/2011, S. 6



5. Der Nebelbach

5. 1 Der Verlauf des Nebelbachs

Der Nebelbach entspringt im Witellikerwald. Einige kleine Quellbäche vereinigen sich zum Nebelbach (*Abbildung 4*). Von dort verläuft er weiter unter der stark befahrenen Bergstrasse, durch eine unterirdische Röhre. Danach schlängelt er sich durch einen kleinen Wald, wo er in zwei aufeinanderfolgende Weiher mündet; ein wunderschönes Erholungs- und Freizeitgebiet mit Ruhebänken und Spielmöglichkeiten für Kinder (*Abbildung 5*). Von hier aus fliesst der Nebelbach als kleiner Waldbach weiter entlang einem Spazierweg (*Abbildung 6*), der den Bach an einer besonders malerischen Stelle über eine alte, gedeckte Holzbrücke quert (*Abbildung 7*). Danach verläuft das Bachbett unterhalb des Friedhofs Enzenbühl bis zur Höhestasse, dann unter dieser durch, um anschliessend als natürlicher Wildbach parallel zum Niederhofenrain durch die Gärten von Einfamilienhäusern bis zum Kindergarten zu fliesen, wo er sich erneut zu einem kleinen Weiher sammelt. Von dort fliesst er unter der Enzenbühlstrasse hindurch in einem natürlichen Bachbett bis zur Bleulerstrasse, in einer Röhre unter dieser durch in ein enges gemauertes Bachbett, dem von mir untersuchten kanalisierten Abschnitt, und der Bleulerstrasse entlang bis zur Lenggstrasse. Unterhalb des Rebberges des Burghölzli-Hügels kommt der Nebelbach dann wieder voll zum Vorschein, nachdem man ihm im Zuge einer kürzlich erfolgten Überbauung ein naturnahes Bachbett geschaffen hat (*Abbildung 8*). An der alten Schmiede (*Abbildung 9*) vorbei fliesst er nun auf privatem Grund durch einen urwaldähnlichen Wald bis zur Altenhofstrasse, wo er zunächst unterirdisch, dann im engen, offenen Kanal weiter fliesst. Über die Geleise führt eine Kanalbrücke, die den Bach direkt zum renaturierten Abschnitt entlang der Wildbachstrasse leitet. Von hier aus fliesst er unterirdisch unter der Seefeldstrasse durch, vereinigt sich mit dem Riesbach und tritt neben dem Strandbad Tiefenbrunnen unterirdisch in den Zürichsee.



Abbildung 4: Quelle Nebelbach 1



Abbildung 5: Weiher

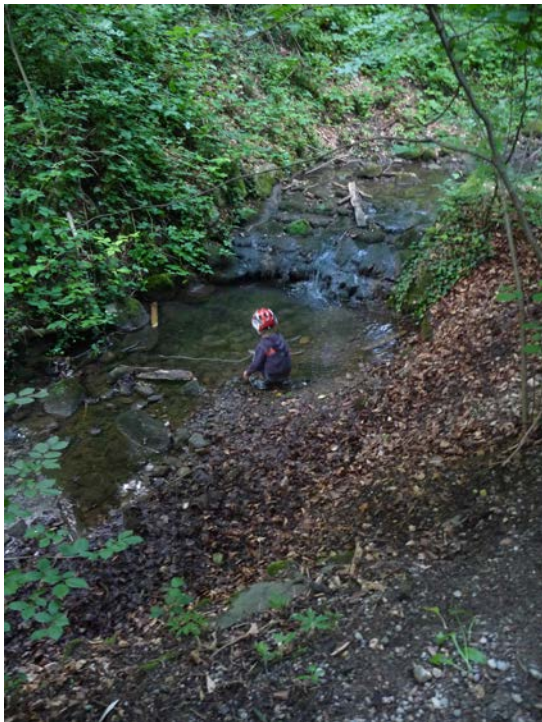


Abbildung 6 : Nebelbach entlang Waldweg



Abbildung 7: alte Holzbrücke, die über den Nebelbach führt



Abbildung 8 : Naturnahes Bachbett unterhalb des Burghölzli- Hügels



Abbildung 9 : Alte Schmiede am Nebelbach

5.2 Die verglichenen Abschnitte

Für meine biologischen Untersuchungen verglich ich zwei Abschnitte. Der Standort dieser beiden Abschnitte wird in diesem Kapitel vorab kurz erklärt.

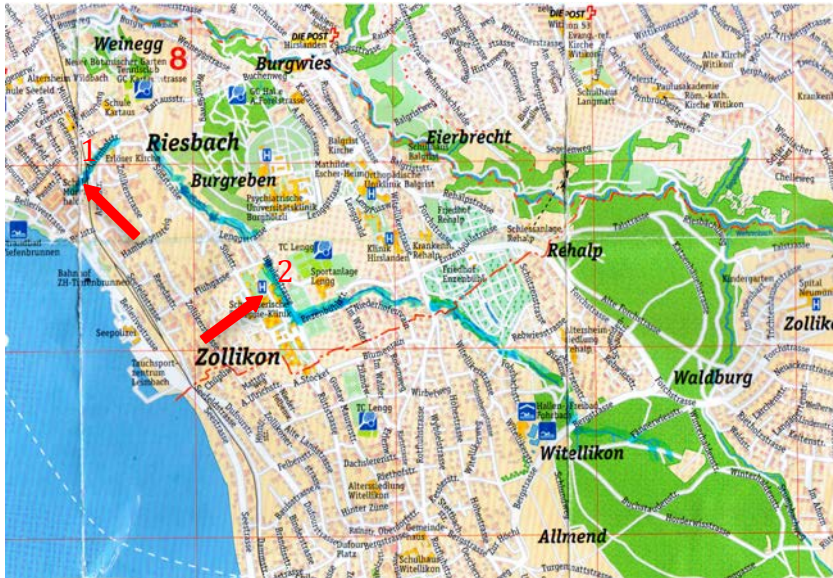


Abbildung 10: Standort der zwei verglichenen Abschnitte



Abbildung 11: Der renaturierte Abschnitt 1

Abschnitt 2 ist ein ebenfalls ca. 90 Meter langer, vollkommen kanalisierter Abschnitt weiter bachaufwärts entlang der Bleulerstrasse. Die Sohle ist stark verbaut und nicht naturnah gestaltet. Der Bach ist so stark verbaut, dass er keinen Uferbereich aufweist.



Abbildung 12: Der kanalisierte Abschnitt

5.3 Das Bachkonzept der Stadt Zürich als Grundlage für die Renaturierung des Nebelbachs

Basis für die Öffnung des Nebelbachs war das Bachkonzept der Stadt Zürich, das 1985 durch einen bei der damaligen Stadtentwässerung beschäftigten Stadtingenieur und einen Landschaftsarchitekten der Stadt entwickelt wurde und die Offenlegung und/oder die Renaturierung von 50 Bächen innerhalb der Stadt empfahl.²⁴ 1988 wurde das Bachkonzept vom Zürcher Stadtrat genehmigt. Dieses Konzept, mit dem die Stadt Zürich eine Pionierrolle erlangte, verfolgte dieselben Ziele, die teilweise erst Jahre später im Gewässerschutzgesetz auf Bundesebene gesetzlich festgeschrieben wurden: Eingedolte Bäche sollten wieder offengelegt werden, Reinwasser zur Entlastung der Kläranlagen von Schmutzwasser getrennt werden, Bäche sollten wieder Lebensräume für Pflanzen und Tiere wie auch Erholungsräume für die Menschen bieten.²⁵

Als Ende der 80er-Jahre auf dem Areal des ehemaligen Tramdepots Tiefenbrunnen ein Neubau geplant wurde, musste gleichzeitig ein Hochwasserentlastungskanal entlang dieses Gebäudes erstellt werden. Diese Gelegenheit nutzte man, um 1991 im Einklang mit diesem Bachkonzept entlang der Ostseite des Grundstücks, das durch die Wildbachstrasse markiert wird, ein Niederwassergerinne zu erstellen.²⁶

²⁴ Hugentobler Margrit und Gysi Susanne, Bachöffnungen in der Stadt Zürich: eine systemische Analyse nachhaltiger Entwicklung, in: ERZ-Bäche, S. 28-35, S. 29.

²⁵ Buchli Reinhard und Antener Markus, Ein Bachkonzept für die Stadt Zürich, in: Bäche in der Stadt Zürich, Konzept, Erfahrungen und Beispiele, hrsg. vom ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, 2003, S. 8-12, S. 9

²⁶ Bäche in der Stadt Zürich, Konzept, Erfahrungen und Beispiele, hrsg. vom ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, 2003, S. 54

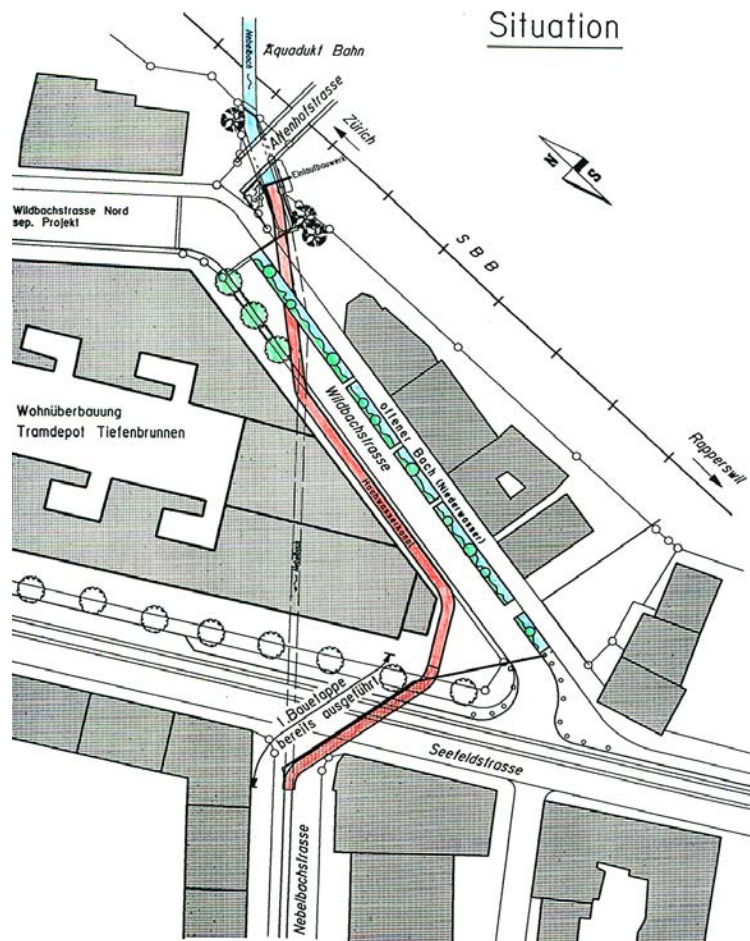


Abbildung 13: Situationsskizzes des renaturierten Abschnitts 1

5.4 Konzept und Umsetzung

Die Aufgabe, die sich Bauleiter Florian Seibold bot, war ebenso umfassend wie ungewohnt. Neben dem Hochwasserentlastungskanal, der im Notfall bis zu 3m^3 Wasser pro Sekunde transportieren musste, sollte ein flacher Bach entstehen, über den 75 l Wasser pro Sekunde abfliessen konnten.²⁷ Neben den bei Bachöffnungen regelmässig auftretenden Anforderungen des Hochwasserschutzes, des Personenschutzes – in der Nähe gibt es zahlreiche Familienwohnungen und einen Kindergarten – sowie der Ästhetik²⁸ ergaben sich zusätzliche Probleme aus dem Umstand, dass der Bach entlang einer Strasse verlaufen sollte. Es musste deshalb in Zusammenarbeit mit dem Tiefbauamt der Stadt Zürich der gesamte Strassenraum gestaltet und die Verkehrssicherheit gewährleistet werden.²⁹ Um dies zu erreichen, aber gleichzeitig dennoch möglichst naturnahe Verhältnisse zu schaffen, entschied man sich für eine Begrenzung des Bachs durch Granitelemente sowie für eine Sohle aus 95% Beton mit

²⁷ Interview mit Gerwin Engel, pensionierter Projektbearbeiter ERZ, vom 14.09.2011

²⁸ Interview mit Gerwin Engel, pensionierter Projektbearbeiter ERZ, vom 14.09.2011

²⁹ Interview mit Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, vom 09.09.2011

Lehmabdichtung, gefüllt mit einer Kiesmischung und der Einrichtung von Fischunterständen in Beton.³⁰

Bei der Bepflanzung übte man sich in Zurückhaltung. Da der Rand und der Boden des Baches mit Granit bzw. Beton verbaut waren, hatte die Bepflanzung von Beginn weg keine zentrale Bedeutung für den Hochwasserschutz. Zudem waren die Planer der Auffassung, dass „nicht zu viel Grün sein dürfe, damit das Gewässerprofil nicht verstopft wird.“³¹ Für die Bepflanzung wählte man die Arten der wechselfeuchten Hochstaudenfluren wie Iris und Juncus. Diese fühlten sich offenbar am Nebelbach so wohl, dass man sich angesichts des üppigen Bewuchses fragen kann, ob die Vorgabe der Planer von der massvollen Begrünung in der heutigen Realität noch eingehalten wird.



Abbildung 14: Nebelbach vor und nach der Bachöffnung

5.5 Architektur

Die architektonische Herausforderung bei der Renaturierung des Nebelbachs lag in einer gestalterischen Umsetzung des Bachkonzepts, die gleichzeitig alle ökologischen Ansprüche wie auch die verkehrstechnischen Anforderungen bezüglich Sicherheit erfüllte. Bei der Umsetzung dieser Vorgabe wurde vor allem auf eine besondere Atmosphäre und auf die Aufenthaltsqualität geachtet.³²

³⁰ ERZ-Bäche, S. 54

³¹ Interview mit Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, vom 09.09.2011

³² Interview mit Gerwin Engel, pensionierter Projektbearbeiter ERZ, vom 14.09.2011

Die gestalterische Raffinesse der Architektur zeigt sich beispielsweise in folgenden Elementen.

Markant ist vor allem die zeichnensetzende Gestaltung der Bachränder: Das Bachbett ist gefasst in Granitelementen, welche eine klare Abgrenzung zwischen dem Naturraum und dem Strassenbereich darstellen.



Abbildung 15: Zeichnensetzende Gestaltung des Bachbetts

Drei Stahlbrücken sind als Übergang vom Trottoir über den Bach zum gegenüberliegenden Wohngebäude gedacht.³³ Sie spielen auch eine wichtige Rolle für die Passierbarkeit des Naturraums.



Abbildung 16: Passierbarkeit des Baches durch Brückenkonstruktion

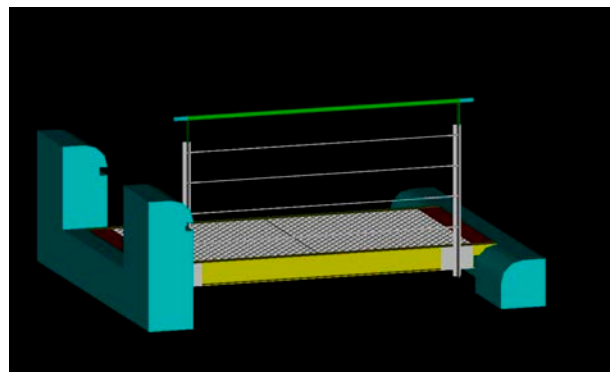


Abbildung 17: Schema der Brückenkonstruktion beim renaturierten Abschnitt 1

³³

http://technikseiten.hsr.ch/fileadmin/technikseiten/Bibliotheken/Bauaufnahmen/diverse/Nebelbach%20Tiefenbrunnen.Zuerich_arostett/seiten/zeichnung/zeichnung.html



Impression: Abendstimmung am Nebelbach (Aufnahme der Verfasserin vom 29. Juli 2011)

6. Renaturierung am Beispiel des Nebelbachs

6.1 Fragestellung: Wurden die Ziele der Renaturierung in Bezug auf Fauna und Flora beim Nebelbach erreicht?

Im Jahre 1988 wurde das Bachkonzept erstmals vorgestellt. Inzwischen wurden zahlreiche Projekte realisiert, das Bachkonzept der Stadt Zürich wurde umgesetzt. Doch inwiefern wurden die damit verfolgten biologischen Ziele erreicht? Der schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches veröffentlichte 1993 einen Sonderdruck mit mehreren Artikeln zum Stand der Verwirklichung des Bachkonzepts der Stadt Zürich, eine Standortbestimmung nach fünf Jahren³⁴. In der Zeitschrift wird auch das Beispiel des Nebelbachs als eines der realisierten Projekte vorgestellt, allerdings wurden nur die Ziele und Ausgangslage vorgestellt – da damals erst zwei Jahre seit der Realisierung des Projekts verstrichen waren. So kurze Zeit nach Abschluss der Offenlegungsarbeiten war es viel zu früh, um Erkenntnisse über den Erfolg dieses konkreten Projekts gewinnen zu können. Entsprechend finden sich im Kapitel über den Nebelbach³⁵ keine Informationen, die darauf schliessen lassen würden, ob die im Übrigen, bei Untersuchungen früher erfolgter Renaturierungen, gewonnenen, überaus positiven Befunde³⁶ auch auf den Nebelbach zutreffen. Ich habe nun, 18 Jahre später, aufgrund dieser positiven Befunde eine These gebildet und den renaturierten Abschnitt biologisch untersucht. Als Referenzwert verglich ich diesen renaturierten Abschnitt mit einem vollständig kanalisierten Abschnitt flussaufwärts.

³⁴ Das Bachkonzept der Stadt Zürich – Eine Standortbestimmung nach fünf Jahren = Gwa, Gas, Wasser, Abwasser, Offizielles Organ des schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches, Sonderdruck Nr. 1296 aus gwa 7/93

³⁵ Gerwin Engel, in: Urs Räbsamen und Andere, Realisierte Bachprojekte (Beispiele), in: Bachkonzept-gwa, S. 11-30, 21-23

³⁶ Vgl. Fritz Conradin, Jörg Villiger, Stand und Verwirklichung des Bachkonzeptes, in: Bachkonzept-gwa, S. 5-10, S. 7: „Positiv beurteilt werden kann der Bach als Lebensraum. An neu angelegten, offenen Bachabschnitten hat sich die Vegetation oft schneller entwickelt als prognostiziert (...) Diverse Kleinlebewesen sind in den neuen Bächen nach der Fertigstellung schnell anzutreffen. Dazu gehören Wasserschnecken, Plattwürmer, Egel, Wasserläufer und Bachflohkrebse. Andere brauchen länger, wie Köcherfliegen-, Steinfliegen- und Eintagsfliegenlarven. An einigen neuen Bächen konnten bereits Libellenlarven gesehen werden.“

Meine These:

Im renaturierten Abschnitt lässt sich, durch Deutung der vorhandenen Makrophyten sowie des vorhandenen Makrozoobenthos eine bessere Gewässergüte, eine geringere Eutrophierung und ein allgemein intakteres Ökosystem feststellen. Die biologischen Ziele der Renaturierung wurden somit erreicht.

Bevor diese These nachfolgend anhand der Untersuchungsergebnisse verifiziert werden kann, sind die verwendeten Fachbegriffe zu erklären.

6. 2 Eutrophierung im Fließgewässer

6. 2. 1 Eutrophes Gewässer

Die Eutrophierung beschreibt die Nährstoffanreicherung, vor allem mit Phosphor und Nitrat, in einem Fließgewässer. Eine starke Eutrophierung bewirkt eine Überdüngung der Wasserpflanzen und anderer photosynthetisch aktiver Organismen.³⁷ Meistens tritt die Eutrophierung aufgrund anthropologischer Einflüsse in Kulturlandschaften ein, wie zum Beispiel durch Gülle oder Mineraldünger, die ins Fließgewässer gelangen³⁸. Vor allem durch starken Regenfall gelangen immer mehr Mineralstoffe in das Gewässer und das Gewässer wird mineralstoffreich, d.h. in der Fachsprache eutroph. Begünstigt werden eutrophe Verhältnisse durch niedrigen Wasserstand und warmes Wasser.³⁹ Charakteristisch für ein eutrophes Gewässer ist vor allem übermässiges Algenwachstum (Algenblüte), in dessen Folge auch Algenfresser und die nachfolgenden Glieder der Nahrungskette überproportional gedeihen und mit ihrem übermässigen Wachstum andere Arten verdrängen. Die Biodiversität

³⁷ <http://de.wikipedia.org/wiki/Eutrophierung>

³⁸ Vgl. dazu z.B. Philippe Crouzet, L'Eutrophisation de la Loire, in : Water Supply, S. 131-144, S. 131.

³⁹ Philippe Crouzet, L'Eutrophisation de la Loire, in : Water Supply, S. 131-144, 138.

ist deshalb im eutrophen Gewässer stark vermindert.⁴⁰ Findet man in einem Gewässer wenig Pflanzen- und Tierarten, von den vorhandenen Arten aber eine grosse Anzahl Individuen, kann dies auf ein eutrophes Gewässer hinweisen.

Mit meiner These möchte ich, nebst der Beurteilung des Ökosystems und der Gewässergüte auch hinterfragen, ob die Renaturierung einen positiven Effekt auf den Eutrophierungsgrad eines Gewässers, hat. Der Gedanke, dass in einem natürlichen und somit besser funktionierenden Ökosystem Nährstoffe besser abgebaut werden können, bringt mich zu dieser These.

6. 2. 2 Oligotrophes Gewässer

Oligotroph bedeutet nährstoffarm. Ein typisches Beispiel für ein oligotrophes Gewässer ist ein Bergsee, umgeben von Felsen, der durch Schmelzwasser gespeist wird. Ein solcher See ist ein nährstoffarmes Gewässer, frei von anthropologischen Einflüssen.⁴¹

6. 2. 3 Mesotrophes Gewässer

Ein mesotrophes Gewässer weist einen mittleren Gehalt an gelösten Nährstoffen und organischen Substanzen auf. Der mesotrophe Zustand liegt zwischen dem oligotrophen und dem eutrophen Zustand.⁴²

6. 3 Bewertung von Fließgewässern

Früher beschäftigte sich der Gewässerschutz vor allem mit der Untersuchung der chemischen Belastung eines Fließgewässers, und man bewertete anhand dieses Zustandes den Belastungsgrad eines zu untersuchenden Abschnittes. Heute steht der ganzheitliche Schutz der Gewässer als Ökosystem im Vordergrund, und entsprechend wird der Zustand seines Ökosystems zum massgebenden Kriterium. Immer häufiger wird ein Fließgewässer heute aufgrund der darin vorkommenden Lebensgemeinschaften von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen bewertet.⁴³

⁴⁰ Jaksic-Born, S.114 ff.

⁴¹ Klötzli, S. 53

⁴² <http://www.geodsz.com/deu/d/mesotroph>

⁴³ Stucki-BUWAL, S. 8

6. 4 Meine Untersuchungen

6. 4. 1 Vorgehen

Wie erwähnt verglich ich den renaturierten *Abschnitt 1* mit dem kanalisierten *Abschnitt 2*. Ich untersuchte beide Abschnitte innerhalb von zwei aufeinanderfolgenden Tagen im Juli, an denen es nicht regnete, um sicherzustellen, dass die Wettervoraussetzungen dieselben waren. Es war für meine Untersuchungen essentiell, dass die zu vergleichenden Abschnitte in etwa dieselben Standortfaktoren hatten, da ansonsten ein Vergleich nicht möglich wäre. Ich untersuchte bei beiden Abschnitten einen Bereich von etwa 30 Metern Länge und 2 Metern Breite, mit ungefähr derselben Fließgeschwindigkeit, was ich mit einem Ping-Pong-Ball testete. Beide Abschnitte sind offen und haben ungefähr denselben Lichteinfall. Das Ziel meiner Probeentnahmen war es, das Ökosystem als Ganzes zu erforschen. Ich sammelte und bestimmte alle Arten von Organismen, die ich finden konnte. Ich griff etwa zwölf faustgrosse Steine heraus und hob die darunter gefundenen Tiere mit Hilfe eines Gummischabers in mein Transportgefäss. Speziell konzentrierte ich mich aber auf die wirbellosen Kleinorganismen der Gewässersohle. Zur Entnahme der in der Gewässersohle lebenden Organismen wendete ich die Knicknet-Methode an. Dabei wird die Fauna durch das Umwühlen der Sohle mit dem Fuss oder einer Schaufel, je nach Beschaffenheit der Sohle, in ein Netz gespült. Das Netz wird direkt unter der zu untersuchenden Fläche positioniert, und das aufgewühlte Substrat somit gefiltert. Das Netz wird danach in einem Becken mit Wasser gesäubert und entleert.⁴⁴ Die gesammelten Tiere betrachtete ich nachfolgend unter dem Mikroskop und fotografierte sie. Ich verwendete auch diverse Netzchen, mit welchen ich die Fische einfing. Die Flora bestimmte ich vor Ort mit diversen Pflanzenbestimmungsbüchern.



Abbildung 18: Anwenden der Knicket-Methode



Abbildung 19: Entnahme der Steinfafa

⁴⁴ Stucki-BUWAL, S. 21

6. 5 Makrophyten im Fliessgewässer

Als Makrophyten bezeichnet man alle Wasserpflanzen, die von blossen Auge erkennbar sind. Wie die vorhandene Fauna geben auch die vorkommenden Makrophyten Informationen über die Gesamtheit der Störungen des Ökosystems, in welchem sie leben. Die Arten und das Vorkommen der vorhandenen Makrophyten lassen auf den Zustand des Ökosystems schliessen. Sie eignen sich ideal als Indikatoren, da sie auf dem Feld relativ einfach erkenn- und bestimmbar sind. Da die Makrophyten stark abhängig von der vorhandenen Hydraulik sind, weisen sie auch auf anthropogene Beeinträchtigungen des Gewässerleberaumes hin, wie zum Beispiel den Verbauungsgrad oder die Gestaltung der Sohle.⁴⁵

Makrophyten sind auch stark vom Substrat abhängig; dessen Zusammensetzung beeinflusst die Artenvielfalt stark. Grössere Wasserpflanzen haften oft im Sediment, kleinere Pflanzen wie Moose dagegen haften eher auf der Oberfläche, sprich auf dem Substrat. Das Substrat kann von den bestehenden Makrophyten auch in der Zusammensetzung verändert werden, da sich oft abgestorbenes organisches Material ablagert und Feinsedimente bildet.⁴⁶

Von zentraler Bedeutung sind die Makrophyten auch für die Wasserchemie. Sie binden durch ihre Biomasse grosse Mengen an Nährstoffen, welche im Herbst durch ihr Absterben wieder freigesetzt werden. Damit tragen sie einen grossen Teil zur Selbstreinigung eines Gewässers bei.

6. 5. 1 Makrophyten als Indikator für Eutrophierung

Man kann von den bestehenden Makrophyten nicht zwingend auf den Nährstoffgehalt eines Gewässers schliessen. Makrophyten können die benötigten Nährstoffe auch über die Wurzeln aus dem Sediment aufnehmen und mit dem fließenden Wasser werden die Nährstoffe ständig nachgeliefert. Die Verfügbarkeit der Nährstoffe in einem Gewässer ist somit in der Regel kein limitierender Faktor für das Wachstum der Makrophyten.⁴⁷ Dennoch kann man aufgrund gewisser Makrophyten eine starke Eutrophierung ausschliessen, da sie unter solchen Bedingungen nicht gedeihen würden. Wiederum weisen einige Pflanzen, aufgrund ihres hohen Reinigungseffekts, auf stark eutrophes Wasser hin - sie gedeihen nur in stark

⁴⁵ AWEL-Fliessgewässer, S.11

⁴⁶ AWEL-Fliessgewässer, S.11

⁴⁷ AWEL-Fliessgewässer, S.12

nährstoffhaltigem Gewässer. Algen beispielsweise können als Indikator verwendet werden, da sie keine Wurzeln haben, mit welchen sie Nährstoffe aus dem Boden beziehen können.

6. 5. 2 Bedeutung der Makrophyten im Fliessgewässer

Makrophyten haben viele Funktionen im Fliessgewässer und sind ein essentieller Bestandteil im Gewässerökosystem. Sie dienen als Primärproduzenten, Nährstofflieferanten und als Substrat, beispielsweise für Algen und Bakterien. Ihr Substrat wird auch zur Eiablage und als Schutz vor starker Strömung und vor Feinden genutzt. Auch den Fischen dienen die Pflanzen als Rückzugsort vor starker Strömung. Zudem profitieren sie in diesen Bereichen von der höheren Dichte der tierischen Kleinorganismen, welche ihnen als Nahrung dienen.⁴⁸ Somit erkennt man auch die Wichtigkeit der Makrophyten in der Nahrungskette und ihre Auswirkungen auf die Biodiversität.

6. 5. 3 Makrophyten im Nebelbach

Ich habe das Pflanzenwachstum in den Abschnitten, welche ich untersucht und verglichen habe, beobachtet und dokumentiert. Dies allerdings eher als zusätzliche, ergänzende Untersuchung, da der Makrophytenbestand wie ausgeführt nicht zwingend auf die Eutrophierung des Gewässers hinweist. Dennoch kann man aus dem Pflanzenwachstum auf den Belastungsgrad eines Ökosystems schliessen und erkennen, ob der Bach sich natürlich entfalten kann.

Makrophyten Abschnitt 1

Makrophyten Abschnitt 2

Pflanzenart	Pflanzenart
Löwenzahn	Teichfaden
Sumpfwies	Brunnenkresse
Bachbungen Ehrenpreis	Hirschzunge
Schaumkraut	Spornblume
Frauenmantel	Kleinblütiges Weidenröschen

⁴⁸ AWEL-Fliessgewässer, S.12

Knöterich	Bachbungen Ehrenpreis
Brunnenkresse	Laichkraut
Gewöhnliche Zaunwinde	Wasserpest
Binse	
Gauchheil Ehrenpreis	
Acker- Kratzdistel	
Geissbart	
Sauerampfer	
Zottiges Weidenröschen	
Bachminze	
Schilf	
Rot-Klee	
Weiss-Klee	
Blutweidrich	
Dreiblatt- Binse	
Sumpfdotterblume	
Bachnelkenwurz	

6. 5. 3. 1 Deutung des Makrophytenbestands

Der renaturierte *Abschnitt 1* weist einen deutlich grösseren Bestand an Makrophyten auf als der *Abschnitt 2*. Dies kann man aus der Tabelle herauslesen, doch auch von Auge erkennen, wenn man an einem sonnigen Frühlingstag dem Abschnitt entlang geht. Am *Abschnitt 1* strahlen einem die verschiedensten Farben entgegen, während der frisch-süssliche Duft von Bachminze und Blütenstaub das idyllische Bächlein umgibt. Diese Pflanzenwelt konnte sich natürlich entfalten, dank der vorgenommenen Renaturierung. Dem Bach wurde genügend Raum für einen natürlichen Uferbereich gelassen. Bepflanzt wurde der Uferbereich mit Anfangsbeständen von Binsen, Blutweidrich, Bachnelkenwurz, Sumpfdotterblume und Sumpffirnis, die restlichen heute vorkommenden Pflanzen sind Spontanbewuchs. Die meisten vorkommenden Pflanzen gehören zu den Arten der Hochstaudenfluren, welche vor allem auf nährstoffreichem Boden wachsen.⁴⁹ Viele der vorhandenen Makrophyten, wie zum Beispiel

⁴⁹ Interview mit Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, vom 09.09.2011

die Sumpffirnis oder die Bachminze, bevorzugen zudem einen schlammigen Boden, was durch die naturnahe Lehmsohle des renaturierten *Abschnitts 1* gewährleistet ist. Es ist deutlich zu erkennen, schon alleine aus der Tabelle der vorhandenen Makrophyten, dass die Artenzahl und Individuendichte durch die Renaturierung stark zunimmt. Das ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass der renaturierte *Abschnitt 1* vorher eingedolt war. Ohne Zweifel ist die inzwischen vorhandene Vielfalt sehr positiv zu bewerten. Es finden sich auch in *Abschnitt 1* Makrophyten, welche auf nährstoffreiches Gewässer hindeuten, wie zum Beispiel die Brunnenkresse. Ein oligotropher Zustand des Gewässers ist unwahrscheinlich, wenn auch nicht auszuschliessen, da wie ausgeführt die Nährstoffe auch über das Substrat bezogen werden können. Im Gegensatz zum kanalisierten *Abschnitt 2* fand ich fast keine Algen oder andere Makrophyten, welche typisch für eutrophes Gewässer sind, aufgrund dessen schliesse ich einen stark eutrophen Zustand aus.

Eines der Hauptziele der Bachöffnung war es, dass in kurzer Zeit eine optische Attraktivität erreicht werden sollte. Dieses Ziel wurde definitiv erreicht - zumindest optisch gesehen ist die Renaturierung voll und ganz geglückt.

Im stark bebauten *Abschnitt 2* findet man einen deutlich geringeren Pflanzenbestand, vor allem aufgrund des nicht vorhandenen Uferbereiches und des Substrats der Bachsohle. Makrophyten sind stark vom Substrat abhängig; In dem kanalisierten *Abschnitt 2* ist die Sohle stark verbaut und mit grösseren Kieselsteinen ausgelegt. Eine Sedimentschicht ist kaum vorhanden, denn der Kanal ist nicht tief gebaut. An einzelnen Stellen wachsen Spornblumen aus Gesteinsritzen an den verbauten Kanalwänden, welche darauf schliessen lassen, dass sich die Natur hier bei einem natürlichen Bachbett sehr wohl entfalten würde (vgl. unten, *Abbildung 21*). Dieser geringe Makrophytenstand wird sich höchstwahrscheinlich auch auf die Artenvielfalt der Kleinorganismen auswirken, da sie den tierischen Organismen als Schutz dienen.

Die vorhandenen Makrophyten in *Abschnitt 2* weisen auf ein meso- bis eutrophes Gewässer hin. Das Laichkraut und der Teichfaden gedeihen beide in mässig eutrophem Gewässer. Der Teichfaden ist dafür bekannt, dass er einem gewissen Verschmutzungsgrad schnell angepasst ist. Dies würde auch auf eine allgemein schlechtere Wasserqualität hinweisen. Die Brunnenkresse sowie die Wasserpest findet man ebenfalls vor allem in nährstoffreichem Gewässer. Die vorkommenden Makrophyten, vor allem der Algenbestand, weisen auf eutrophes Gewässer hin, jedoch würden all diese Pflanzen bei übermässig belastetem Wasser nicht gedeihen, ein stark eutropher Zustand kann somit ausgeschlossen werden.



Abbildung 20: Bachsohle des kanalisierten Abschnitts 2



Abbildung 21: Spornblume im kanalisierten Abschnitt 2

6. 6 Makrozoobenthos

Als Makrozoobenthos bezeichnet man alle mit blossem Auge erkennbaren tierischen Organismen der Gewässersohle. Die wenig mobilen aber oft sehr empfindlichen wirbellosen Kleinlebewesen, dienen als Zeigerorganismen.⁵⁰ Zur Bewertung eines Gewässers und seines Gütestandes eignet sich das Makrozoobenthos besonders gut, da es ein direkter Indikator für die organische Belastung und damit für die Gewässergüte ist. Im Gegensatz zu chemischen Untersuchungen erlaubt das Makrozoobenthos eine integrierende Bewertung über einen längeren Zeitraum.⁵¹ Diese Organismen reagieren nicht nur sehr stark auf die Wasserqualität, sondern auch auf die morphologischen und hydrologischen Bedingungen sowie die Dynamik im Gewässer. Die Artengemeinschaft und die bestehende Biodiversität stellen somit ein Gesamtbild des im Gewässer bestehenden Ökosystems dar und können als Bewertungsinstrument für dessen ökologischen Zustand verwendet werden.⁵²

Ich möchte an dieser Stelle noch Folgendes anmerken: Bei meinen Interpretationen und später auch bei meinen Berechnungen wird ausschliesslich der Makrozoobenthos-Bestand analysiert. Man muss aber auch bedenken, dass beispielsweise Käfer, Raupen oder

⁵⁰ <http://www.modul-stufen-konzept.ch/d/mzb.htm>

⁵¹ Koehler, S. 51

⁵² Stucki-BUWAL, S.10

Wasserläufer, welche ich ebenfalls vorgefunden habe, nicht in den Berechnungen und Deutungen enthalten sind. Dies, weil sie weniger als Indikatoren geeignet sind. Trotzdem steht eine grosse Insektenvielfalt ebenfalls für ein gut funktionierendes Ökosystem und ich habe dies in meinen Überlegungen sowie in meinem Schlusswort nicht ausser Acht gelassen.

6. 6. 1 Makrozoobenthos im Nebelbach

Beim Vergleich zwischen *Abschnitt 1* und *Abschnitt 2* ist mir vor allem aufgefallen, dass sich im renaturierten Abschnitt, bezüglich des Makrozoobenthos, tatsächlich eine höhere Biodiversität feststellen lässt. Ich habe im renaturierten Abschnitt nicht nur mehr unterschiedliche Arten vorgefunden, sondern auch eine höhere Anzahl Organismen der jeweiligen Art. Im renaturierten Abschnitt habe ich beispielsweise drei verschiedene Schneckenarten vorgefunden, im stark kanalisierten Abschnitt hingegen nur eine Art, die *Radix Peregra*, und davon dafür massenhaft (*siehe Abbildung 22*). Die *Radix Peregra* ist dafür bekannt, dass sie sehr anpassungsfähig ist.⁵³ Daraus leite ich ab, dass der verbaute Abschnitt eutropher als der renaturierte Abschnitt ist, sprich einen höheren Nährstoffbestand aufweist. Eine geringe Biodiversität ist typisch für eutrophes Gewässer, da nur wenige Arten von dem hohen Nährstoffgehalt profitieren können. Diese Arten verdrängen in der Folge andere Arten durch Selektion und Konkurrenz. Interessant ist der Amphipodabestand, umgangssprachlich die Bachflohkrebsarten. Der im *Abschnitt 2* vorgefundene *Gammarus fossarium* ist eine Art, die bezüglich der Wasserqualität empfindlicher ist als der *Gammarus pulex*.⁵⁴ Im renaturierten *Abschnitt 1* fand ich hingegen ausschliesslich die Art *Gammarus pulex*. Dies würde dafür sprechen dass die Renaturierung keinen Einfluss auf die Gewässergüte hat. Was ich ausschliesslich im renaturierten *Abschnitt 1* vorgefunden habe, waren Strudelwürmer und Egel, den Hundeegel *Erpobdella octoculata* und den Strudelwurm *Crenobia alpina*. Die *Crenobia alpina* weist auf sehr sauberes Gewässer hin und ernährt sich vor allem von Bachflohkrebsen, welche in *Abschnitt 1* zur Genüge vertreten sind. Eintagsfliegen-Larven habe ich in *Abschnitt 1* nicht vorgefunden, ausschliesslich in *Abschnitt 2*. Aussergewöhnlich ist die im *Abschnitt 1* vorgefundene *Hyperrhyacophila* sp., die mit dem Saprobienwert 1,0 und dem Indikationsgewicht 16, ein wesentlicher Indikator für sauberes Gewässer ist.⁵⁵ Hier muss man aber beifügen, dass es 27 schwer

⁵³ Koehler, S. 59

⁵⁴ Kohl, Ralf, Gewässerbiologische Untersuchungen, in: Koehler, S. 49-68, 59

⁵⁵ Siehe Tabelle „Abschnitt 1“ oben, 2. Zeile

unterscheidbare Rhyacophila- Arten gibt, welche als Larven nicht unterscheidbar sind. Von diesen weisen dennoch alle auf sehr sauberes Gewässer hin, man findet sie meist nur in Bergbächen.⁵⁶ Zur genauen Interpretation des vorkommenden Makrozoobenthos nehme ich das Saprobiensystem zu Hilfe.



Abbildung 22: *Radix peregra* des Abschnitts 2



Abbildung 23:
Hyperrhyacophila sp. Des Abschnitts 1



Abbildung 24:
Schnecken Vielfalt
des Abschnitts 1

6. 7 Das Saprobiensystem

Beim Saprobiensystem handelt es sich um eine biologische Gewässerklassifikation.⁵⁷ Anhand des vorkommenden Makrozoobenthos, den sogenannten Saprobien, wird auf den Grad der Belastung eines Gewässers durch abbaubare organische Stoffe geschlossen. Die Gewässergüte ist nicht zu verwechseln mit der Eutrophierung. Saprobien sind heterotrophe Lebewesen, welche in oder auf faulen Stoffen leben und sich von ihnen ernähren. Einzelne Arten der Saprobien sind charakteristisch für einen bestimmten Belastungsgrad. Im klassischen Saprobiensystem finden sich vier verschiedene Belastungsstufen eines Gewässers: oligosaprob (nicht oder kaum belastet), β -mesosaprob (mässig belastet), alpha-mesosaprob (stark verschmutzt) und polysaprob (übermässig verschmutzt).

⁵⁶ <http://www3.hlug.de/medien/wasser/gewaesserguete/ref/rhynub.htm>

⁵⁷ <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/fluesse-und-seen/fluesse/bewertung/biologische-gewaesserklassifikation.htm>

6. 7. 1 Der Saprobienindex

Zur konkreten Berechnung der vorherrschenden Belastung im Gewässer dient der Saprobienindex. Faunistische Tabellen, in denen Indikatororganismen aufgeführt sind, werden zur Bestimmung des Saprobienindex⁵⁸ eingesetzt. Die ursprünglich vier Gewässergüteklassen des Saprobienindex werden durch das Einfügen von drei Zwischenklassen auf sieben erhöht. Dies ermöglicht eine feinere Differenzierung.⁵⁸

Der Saprobienindex ist für meine Untersuchungen ideal, da für mich eine flächendeckende Beprobung eines Gewässers unmöglich wäre. Der Index wird an einer repräsentativen Probestelle bestimmt. Der hier berechnete Index wird auf eine längere homologe Gewässerstrecke übertragen.⁵⁹

Güteklassen beim Saprobienindex

- Gewässergüteklasse I: unbelastet bis sehr gering belastet. oligosaprobe Zone (Saprobienindex 1,0 - <1,5)
- Gewässergüteklasse I-II: gering belastet (Saprobienindex 1,5 - <1,8)
- Gewässergüteklasse II: mässig belastet. β -mesosaprobe Zone (Saprobienindex 1,8 - < 2,3)
- Gewässergüteklasse II-III: kritisch belastet (Saprobienindex 2,3- < 2,7)
- Gewässergüteklasse III: stark verschmutzt. α -mesosaprobe Zone (Saprobienindex 2,7 - < 3,2)
- Gewässergüteklasse III-IV: sehr stark verschmutzt (Saprobienindex 3,2 – 3,5)
- Gewässergüteklasse IV: übermässig verschmutzt. polysaprobe Zone (Saprobienindex 3,5 – < 4,0)

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Saprobienindex>

⁵⁸ <http://de.wikipedia.org/wiki/Saprobienindex>

⁵⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Saprobienindex>

6. 7. 1. 2 Berechnung des Saprobienindex

Zur Berechnung der biologischen Gewässergüte nach dem Saprobienindex benötigt man folgende Werte: ⁶⁰

- Den **Saprobienwert oder Saprobienindex der Stichprobe(S)**
- Das **Indikationsgewicht (G)**
- Den **Abundanzwert (A)**

Der Saprobienwert sowie das Indikationsgewicht sind vorgegebene Werte, die ich im Internet und aus der Literatur zusammengetragen habe.⁶¹ Der Saprobienwert ist eine Zahl zwischen 1 und 4, wobei 1 für oligosaprobies und 4 für polysaprobies Gewässer steht.⁶² Das Indikationsgewicht einer Saprobie gibt an, ob die jeweilige Art ein guter Indikatororganismus, das heisst streng an eine Güteklasse gebunden ist und somit für die betreffende Güteklasse einen zuverlässigen Indikator darstellt oder nicht. Das Indikationsgewicht kann den Wert 1, 2, 4, 8 oder 16 annehmen.⁶³

Den Abundanzwert bestimmt man nach eigenem Ermessen. Er steht für die Häufigkeit der Organismen an der Untersuchungsstelle.⁶⁴

Zur Bestimmung des Abundanzwertes wird in der Regel eine siebenstufige Skala benutzt:

Abundanz	Gesamtschätzung	Zahl (A)
Einzelexemplar	Einzelfund	1
Sehr spärlich	wenig	2
spärlich	wenig bis mittel	3
Wenig zahlreich	mittel	4
zahlreich	Mittel bis viel	5
Sehr zahlreich	viel	6
massenhaft	Massenvorkommen	7

⁶⁵

⁶⁰ <http://www.satgeo.de/satgeo/messdaten/bausteine/wasser/Saprinindex1.htm>

⁶¹ <http://www.lutter-leben.de/html/indikatororganismen.html>

<http://www.jgaul.de/gewaesser.htm>, <http://www.jgaul.de/indikatororganismen.htm>

⁶² <http://de.wikipedia.org/wiki/Saprobienindex>

⁶³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Saprobienindex>

⁶⁴ <http://www.satgeo.de/satgeo/messdaten/bausteine/wasser/Saprinindex1.htm>

⁶⁵ <http://www.satgeo.de/satgeo/messdaten/bausteine/wasser/Saprinindex1.htm>

Die Formel zur Berechnung des Saprobienindex lautet:

$$S = \frac{\sum_i^n S_i \times A_i \times G_i}{\sum_i^n A_i \times G_i}$$

S_i = Saprobienwert der Saprobie

A_i = Abundanz der Saprobie

G_i = Indikationsgewicht der Saprobie

6. 8 Berechnung des Saprobienindex am Beispiel der zwei zu vergleichenden Abschnitte des Nebelbachs

Nachfolgend die Berechnungen der Saprobienindexe aufgrund des im *Abschnitt 1* sowie im *Abschnitt 2* vorgefundenen Makrozoobenthos.

Abschnitt 1

Name	S	G	A
Gammarus pulex	2,1	4	6
Hyperrhyacophila sp.	1,0	16	3
Crenobia alpina	1,1	16	4
Erpobdella octoculata	2,7	4	4
Bathyomplaus contortus	2,2	4	4
Radix peregra	2,3	4	5

Resultat: $S = \frac{2,1 \cdot 4 \cdot 6 + 1,0 \cdot 16 \cdot 3 + 1,1 \cdot 16 \cdot 4 + 2,7 \cdot 4 \cdot 4 + 2,2 \cdot 4 \cdot 4 + 2,3 \cdot 4 \cdot 5}{6 \cdot 4 + 3 \cdot 16 + 4 \cdot 16 + 4 \cdot 4 + 4 \cdot 4 + 4 \cdot 5} = 1,56$

Das Resultat weist für *Abschnitt 1* auf eine Gewässergüteklasse I-II, also ein gering belastetes Gewässer, hin.

Abschnitt 2

Name	S	G	A
Radix peregra	2,3	4	7
Gammarus pulex	2,1	4	6
Hydropsyche siltalai	1,8	8	3
Ephemerella ignita	1,9	4	1
Gammarus fossarum	1,6	8	3
Chironomus plumosus	3,4	4	1
Rhyacophila sp.	2,0	8	2

Resultat:
$$S = \frac{2,3 \cdot 4 \cdot 7 + 2,1 \cdot 4 \cdot 6 + 1,8 \cdot 8 \cdot 3 + 1,9 \cdot 4 \cdot 1 + 1,6 \cdot 8 \cdot 3 + 3,4 \cdot 4 \cdot 1 + 2,0 \cdot 8 \cdot 2}{7 \cdot 4 + 6 \cdot 4 + 3 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 3 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 2 \cdot 8} = 2,01$$

Das Resultat weist für *Abschnitt 2* auf die Gewässergüteklasse II, also ein mäßig belastetes Gewässer hin. Dies bedeutet eine β -mesosaprobe Zone.

6. 8. 1 Deutung des ermittelten Saprobienindex

Die Resultate haben mich erstaunt. Ich habe aufgrund der Erkenntnisse in Bezug auf den Makrophyten-Bestand, aber auch aufgrund meiner optischen Eindrücke vor Ort, damit gerechnet, dass der kanalisierte *Abschnitt 2* einen deutlich höheren Saprobienindex, sprich eine deutlich schlechtere Gewässergüteklasse, aufweisen würde. Tatsächlich liegen die Werte aber erstaunlich nahe beieinander. Den Berechnungen zufolge ist der kanalisierte *Abschnitt 2* nur leicht mehr belastet als der renaturierte *Abschnitt 1*.

Meine These, dass die Renaturierung eine Auswirkung auf den Saprobienindex und die Gewässergüte eines Gewässers hat, wurde somit nur teilweise bestätigt. Der kanalisierte *Abschnitt 2* weist einen höheren Saprobienindex auf, aber dies in deutlich kleinerem Ausmass als erwartet. Erstaunlich ist auch, dass gemäss meinen Berechnungen beide Abschnitte relativ

unbelastet sind. Die meisten der gefundenen Saprobien gedeihen im β -mesosaprobem Gewässer.

Eine mögliche Erklärung dafür, dass die Unterschiede im Saprobienindex zwischen *Abschnitt 1* und *Abschnitt 2* nicht deutlicher ausfallen, könnte darin liegen, dass der renaturierte *Abschnitt 1* mit 90 Metern zu kurz ist, als dass die Unterschiede deutlicher zutage treten könnten. Möglicherweise „profitiert“ der kanalisierte *Abschnitt 2* auch davon, dass vor ihm längere, sehr naturnahe Bachabschnitte liegen, was zu einer besseren Gewässergüte und einem entsprechend Vorkommen des Makrozoobenthos geführt hat, wobei dasselbe gilt wie bei *Abschnitt 1*: Der Abschnitt ist vielleicht zu kurz, als dass sich die ökologisch relevanten Standortfaktoren voll auswirken könnten, die Resultate werden noch vom vorangehenden Bachabschnitt beeinflusst. Wäre *Abschnitt 2* länger, dürfte sich das aller Wahrscheinlichkeit nach mit zunehmender Länge auch im Saprobienindex niederschlagen.

Da meine These, dass die Renaturierung eine Auswirkung auf die Gewässergütekategorie hat, nicht deutlich bestätigt wurde, sich aber trotzdem eine grössere Biodiversität im renaturierten *Abschnitt 1* feststellen lässt, gehe ich davon aus, dass der Verbauungsgrad, sowie das Substrat eine grössere Auswirkung auf die Artenvielfalt hat als die Gewässergütekategorie.

6. 9 Fischbestand im Nebelbach

In der Standortbestimmung des schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches von 1993 wurde im Bezug auf den renaturierten Abschnitt im Nebelbach erwähnt:

„Es besteht die Möglichkeit, dass sich Fische ansiedeln werden. Um Lebensraummöglichkeiten für Fische zu bieten, wurden unter den querliegenden Sohleschwellen, die Bachsohle vor Erosion schützen, Hohlräume als Fischunterstände vorgesehen.“

(Gerwin Engel, in: Bachkonzept-gwa, S. 21-23, 23)

Dieses Ziel des Bachkonzepts wurde erreicht, es ist heute eine Fischart im Nebelbach anzutreffen. Bei der Fischart handelt es sich um die Bachforelle. Allerdings gilt dies für beide Abschnitte, den renaturierten *Abschnitt 1* sowie den kanalisierten *Abschnitt 2*. Die Fischunterstände des *Abschnitts 1* werden von den Fischen rege genutzt, die meisten halten

sich dort auf.

Fische bilden als Lebensraum- Indikatoren gute Voraussetzungen, denn sie verfügen über eine hohe Sensibilität gegenüber anthropogenen Veränderungen. Als Endglieder der Nahrungskette zeigen sie auch auf, ob genügend Fischnährtiere, vor allem Makrozoobenthos, im Gewässer vorhanden sind. Mit anderen Worten lässt sich aus der Grösse der Fischbestände auch auf das Vorkommen des Makrozoobenthos schliessen. Da Fische zu den langlebigen Organismen im Gewässerökosystem gehören, kommt ihnen auch ein Indikatorwert über einen längeren Zeitraum zu, und sie spiegeln allenfalls negative Einzelereignisse in der Vergangenheit wieder.⁶⁶

Die neu vorhandenen Fische im renaturierten Abschnitt des Nebelbachs zeigen Verbesserungen hinsichtlich der Makrozoobenthosbestände und somit Verbesserungen des gesamten Ökosystems auf.

Allerdings kann festgestellt werden, dass hinsichtlich der Fischfauna der gute optische Eindruck, den das neue Gewässerbett zunächst vermittelt, sich in der Vielfalt der Arten noch nicht ausdrückt.⁶⁷ Dies kann aber auch damit zusammenhängen, dass vor dem renaturierten *Abschnitt 1* ein eingedolter Abschnitt liegt.



Abbildung 25: Bachforelle aus dem Nebelbach

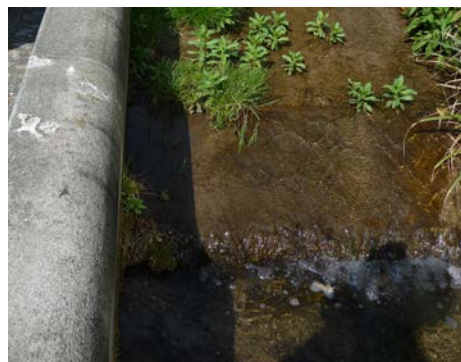


Abbildung 26: Fischunderstand des renaturierten Abschnitts 1

⁶⁶ Koehler, S. 147

⁶⁷ Koehler, S. 159

6. 10 Kritik und Verbesserungsvorschläge

6. 10. 1 Abfließbecken

Ich möchte hier, in Bezug auf die Fische im Nebelbach, noch eine Kritik anbringen. Im Bachbett selbst wurde zwar speziell auf einen fischgerechten Lebensraum geachtet. Geht man aber ein wenig weiter dem Bach entlang, entdeckt man hier eine weniger artgerechte Konstruktion. Das Wasser fließt durch einen Kanal über die Geleise **2** in ein Rohr, welches sodann das Wasser in den renaturierten *Abschnitt 1* leitet **1**. Für den Fall von Hochwasser wurde beim Übergang vom Kanal zum Rohr ein Abfließbecken realisiert, das eine Todesfalle für Fische ist **3**. Früher als Kind bin ich häufig den Kanal hinabgestiegen, um die austrocknenden Fische einzusammeln und zurück in den Bach zu legen. Ich bin der Meinung, dass sich hier etwas ändern sollte. Man könnte zum Beispiel ein Abfangnetz einrichten, so dass die Fische automatisch, auch bei Hochwasser, dem Rohr zugeleitet werden.

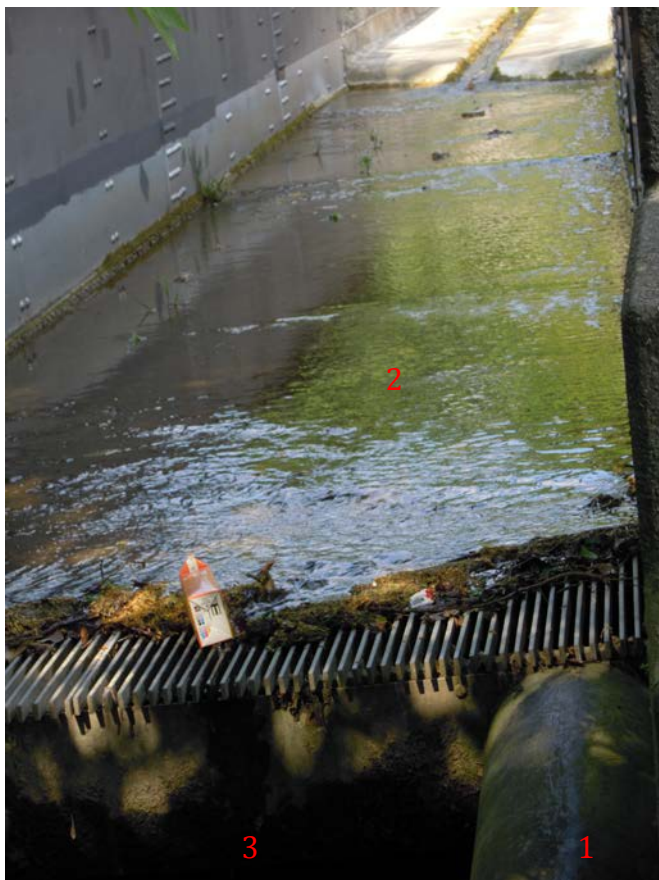


Abbildung 27: Übergang Gleiskanal / Renaturierter Abschnitt 1

6. 10. 2 Abfallentsorgung/ Reinigung

Obwohl dies eher eine Kritik an die Anwohner des renaturierten Abschnitts wäre, möchte ich noch erwähnen, dass mir im Laufe meiner Untersuchungen aufgefallen ist, dass viel Abfall in den Bach gelangt. Es wäre sicher besser für das Ökosystem und die darin lebenden Lebewesen, wenn dieser Abschnitt ab und zu von grösseren Fremdelementen gereinigt würde. In der Nähe hat es einen Coop, und im Sommer essen viele Menschen beim Bach. Deshalb wäre es sicherlich hilfreich, wenn in der Nähe des Baches eine Entsorgungsmöglichkeit, in Form von diskreten Abfalleimern, angebracht würde.



Abbildung 28: Abfall im renaturierten Abschnitt 1



Abbildung 29: Abfall im renaturierten Abschnitt 1



Abbildung 30: Abfall im renaturierten Abschnitt 1

6. 10. 3 Rodungen

Als ich im Oktober 2011 dem Bach entlang lief, staunte ich nicht schlecht, da die gesamten Pflanzen entfernt wurden und der Bach völlig kahl war. Ich nehme an, die Pflanzen wurden entfernt, da übermässiger Pflanzenwuchs, wie ich in meinem Interview erfuhr, das Gewässerprofil verstopfen könnte.⁶⁸ Ich finde diese Lösung unbefriedigend, und bin mir sicher, dass eine weniger drastische Methode zum selben Ziel führen kann. Zumindest einen Teil der Fauna hätte man dem natürlichen Lauf der Jahreszeiten überlassen können. Ein solch radikaler Eingriff wäre meiner Meinung nach zu vermeiden.

⁶⁸ Interview mit Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, vom 09.09.2011



*Abbildung 31: renaturierter
Abschnitt 1 vor Rodung, Juli 2011*



*Abbildung 32: renaturierter
Abschnitt 1 nach Rodung, Oktober
2011*

6. 11 Fazit

Auch wenn meine These nicht zu hundert Prozent bestätigt wurde, komme ich zu dem Fazit, dass die Renaturierung - am Beispiel des Nebelbachs - positive Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem im Bach hat. Meinen Berechnungen und Untersuchungen zufolge hat die Renaturierung zwar nur einen geringen Einfluss auf die Gewässergüteklasse sowie die Eutrophierung eines Gewässers, doch dass die Renaturierung eine biologische Aufwertung war und ist, steht ausser Zweifel. Wunderschöne Pflanzen finden hier ihren Lebensraum in urbaner Umgebung, was auch ästhetisch eine Aufwertung des gesamten Umfeldes darstellt. Nebst den kleineren Wasserlebewesen, welche vor allem Objekt meiner Untersuchungen waren, finden hier auch andere Lebewesen Zuflucht und Lebensraum. Im Sommer entdeckte ich wunderschöne grosse Raupen auf den Pfefferminzsträuchern (*Abbildung 33*) und kurz nach Abschluss meiner Untersuchungen sah ich zwei Enten friedlich im Bach herumschwimmen (*Abbildung 34*) Neben den Tieren darf man den Menschen nicht vergessen. Ein Hauptziel des Renaturierungskonzepts ist die Gestaltung von Erholungsraum für den Menschen durch naturnah gestaltetes Gewässergebiet, und dieses Ziel wurde definitiv erreicht. Die Passage ist zugänglich und mit ihren Brücken und Sitzmäuerchen ideal als Erholungsraum gestaltet.

Auf der ganzen Welt wird immer mehr verbaut und die Natur immer mehr zurückgedrängt. Gerade im Schweizer Mittelland führen die Zunahme der Bevölkerung, die Zunahme ihrer Platzbedürfnisse und die Zunahme des Verkehrs dazu, dass die Natur in rasantem Tempo zugebaut wird. Obwohl das Renaturierungskonzept diesen Trend nicht umkehren kann und sich in einem gewissen Sinn sogar damit abfindet, indem es ein Konzept für Siedlungsräume ist, ist es ein Schritt in eine andere Richtung. Es bringt den Menschen bis ins Zentrum ihrer Agglomerationen kleine, aber spektakuläre Einblicke in die Schönheit der Natur, in die ursprüngliche Beschaffenheit der Erde, auf der sie leben. Das ist mehr als bloss ein ästhetischer Gewinn, es ist ein Mahnmal dafür, dass wir nicht gegen, sondern mit der Natur leben sollten. Die Natur ist stärker und anpassungsfähiger als wir denken. Geben wir ihr ein bisschen Raum, gibt sie uns ein Vielfaches zurück – Natur findet Stadt.



Abbildung 33: Raupe im renaturierten Abschnitt 1



Abbildung 34: Enten im renaturierten Abschnitt 1

Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Alle wörtlichen und sinngemässen Übernahmen aus anderen Werken habe ich als solche kenntlich gemacht. “

Datum

Unterschrift

Zusammenfassung

Am Beispiel des Zürcher Stadtbachs Nebelbach versuchte ich zu prüfen, wie sich die Renaturierung eines zuvor stark verbauten Baches auf sein Ökosystem auswirkt und ob die im Stadtzürcher Bachkonzept aus dem Jahr 1985 angestrebten Ziele verwirklicht werden konnten. Nach einer Klärung des Begriffs des „kleinen Fliessgewässers“ und seines Ökosystems werden in den einleitenden Kapiteln die geschichtliche Entwicklung der Zürcher Stadtbäche, die rechtlichen Rahmenbedingungen des Gewässerschutzes und das Zürcher Bachkonzept vorgestellt, bevor der Fokus konkret auf den Nebelbach gerichtet wird, auf dessen Verlauf und dessen Offenlegung und Renaturierung im Jahr 1991.

Im Kernstück meiner Arbeit geht es dann um die Klärung der Frage, ob die mit der Renaturierung verfolgten ökologischen Ziele des Bachkonzepts im Fall des Nebelbachs erreicht worden sind. Dabei werden die Ergebnisse einer im Sommer 2011 durchgeführten Felduntersuchung vorgestellt und analysiert, bei welcher ich den renaturierten Bachabschnitt mit einem vollständig kanalisierten Bachabschnitt flussaufwärts verglich. Zur Ermittlung der ökologischen Qualität des Gewässers wandte ich die biologischen Standard-Methoden an. Im Vordergrund stand dabei die Berechnung des Saprobienindex¹, einer ökologischen Kennziffer, bei der anhand einer Auswertung des vorgefundenen Makrozoobenthos Rückschlüsse auf die Gewässergüteklasse gezogen werden können. Die ermittelten Ergebnisse bestätigten meine These nicht eindeutig. Jedenfalls liessen die Ergebnisse meiner Felduntersuchung nicht den klaren Schluss zu, dass die Renaturierung einen wesentlichen Einfluss auf die Gewässergüteklasse des Gewässers hat. Trotzdem bestätigten meine Untersuchungen, dass die mit dem Zürcher Bachkonzept verfolgten Ziele mehrheitlich erreicht wurden, weil der allgemeine Zustand des Bach-Ökosystems, die Biodiversität und nicht zuletzt auch der Erholungswert des Bachs für die Bevölkerung, durch die Renaturierung positiv beeinflusst worden sind - dieser Teil meiner These wurde somit bestätigt.

Quellenverzeichnis

Bestimmungshilfen:

- Bährmann, Rudolf: Bestimmung Wirbelloser Tiere, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 3. Auflage, 1995 (zitiert als: „Bährmann“)
- Hecker, Karin/Hecker, Frank: Tiere&Pflanzen, Bach und See: (140 Arten einfachbestimmen), Kosmos Verlag, Stuttgart, 2006 („Hecker/Hecker“)
- Nagel, Peter: Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien, Makrozoobenthon, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 1989 („Nagel“)
- Parker, Steve: Teiche und Flüsse: die überraschende Vielfalt unserer Süßwasserlebensräume: Tiere, Pflanzen, Jahreszeiten, Gerstenberg Verlag, Hildesheim, 1989 („Parker“)
- Schmid, Ulrich: Insekten-Entdecken und Erkennen, BLV Buchverlag GmbH& Co., München, 2011 („Schmid“)
- Spohn, Margot und Ronald/ Aichele, Dietmar/ Golte-Bechtle, Marianne: Was blüht denn da? Kosmos Verlag, Stuttgart, 58. Auflage, 2008 („Spohn/Aichele/Golte-Berchtle“)

Sachbücher:

- AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (Hrsg.): Methode zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer - Vegetation im Kanton Zürich, Zürich, ohne Jahr („AWEL-Fließgewässer“)
- AWEL Amt für Wasser, Energie und Luft, Massnahmeplan Wasser, hrsg. von der Baudirektion des Kantons Zürich, Zürich 2006 („AWEL-Massnahmeplan“)
- Bauer, Joachim: Bäche, hrsg. v. der Stadt Zürich, ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, Zürich 2007 („Bauer“)
- Boschi, C.; Bertiller, R. und Coch, T.: Die kleinen Fließgewässer – Bedeutung, Gefährdung, Aufwertung. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich, 2003 („Boschi/Bertiller/Coch“)
- Burnie, David: Kompaktwissen Biologie – 2000 Schlüsselbegriffe, Coventgarden, London/Berlin, 2003 („Burnie“)
- ERZ Entsorgung + Recycling Zürich (Hrsg.), Bäche in der Stadt Zürich , Zürich 2003 („ERZ-Bäche“)

- Jaksic-Born, Claudia, unter Mitarbeit von Burkhard, Dieter; Gatti, Hans; Geiger, Hansjürg, Natura – Biologie im Grundlagenfach an Maturitätsschulen, Klett-Schulbuchverlag, Stuttgart 2007 („Jaksic-Born“)
- Klötzli, Frank A.: Ökosysteme (Uni-Taschenbücher; 1479. Biologie), G. Fischer Verlag, 3. Auflage, Stuttgart 1989 („Klötzli“)
- Koehler, Gero (Hrsg.), Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Oster“ – Auswirkungen einer Bachrenaturierung auf Gewässer und Aue, Vortragsband zum Statusseminar vom 21. Oktober 1997 an der Universität Kaiserslautern (= Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Kaiserslautern, Berichte 7) („Koehler“)
- Krebs, Falk/ Tittizer, Thomas (Hrsg.): Ökosystemforschung: der Rhein und seine Auen, Springer Verlag, Heidelberg, 1996 („Krebs/Tittizer“)
- Michler, Günther: Seen und Flüsse – Die Binnengewässer- Seen und Flüsse, Bäche und Teiche, Silva Verlag, Zürich 1988 („Michler“)
- Stucki, Pascal: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Modul-Stufen-Konzept. Stufe F, Makrozoobenthos = Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, hrsg. v. BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 2010 („Stucki-BUWAL“)

Zeitschriften:

- Das Bachkonzept der Stadt Zürich – Eine Standortbestimmung nach fünf Jahren = Gwa, Gas, Wasser, Abwasser, Offizielles Organ des schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches, Sonderdruck Nr. 1296 aus gwa 7/93 („Bachkonzept-gwa“)
- Umwelt; Raum den Gewässern/hrsg. v. Schweizerische Eidgenossenschaft, 3/2011 („Umwelt“)
- Water Supply, The Review Journal of the International Water Supply Association 1/I, Eutrophication and Water Supply, Pergamon Press, London/New York 1983 („Water Supply“)

Interviews:

- Interview mit Gerwin Engel, pensionierter Projektbearbeiter ERZ, zuständig für das Projekt Nebelbach, vom 14.09.2011
- Interview mit Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, zuständig für das Projekt Nebelbach, vom 09.09.2011

Internetseiten:

URL: http://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/ted/Deutsch/erz/Abwasser/Publikationen_und_Broschueren/ABW_Broschuere_Baeche_0709.pdf (15. 9. 11)

URL: http://www.ksk.ch/uploads/media/Das_Leben_in_einem_Bach.pdf

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Eutrophierung> (21. 10. 11), (4. 11. 11)

URL: <http://www.geodsz.com/deu/d/mesotroph> (22. 10. 11)

URL: <http://www.modul-stufen-konzept.ch/d/mzb.htm> (23. 9. 11)

URL: <http://www.grenzflaeche.de/abwasserlexikon/s/saprobienstadium.htm> (29. 10. 11)

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Saprobienstadium> (29. 10. 11)

URL: <http://www.satgeo.de/satgeo/messdaten/bausteine/wasser/Saprobienindex1.htm> (17. 11. 11)

URL: <http://www.lutter-leben.de/html/indikatororganismen.html> (14. 11. 11)

URL: <http://www.jgaul.de/gewaesser.htm> (19. 11. 11)

URL: <http://www.jgaul.de/indikatororganismen.htm> (19. 11. 11), (20. 11. 11)

URL: <http://www3.hlug.de/medien/wasser/gewaesserguete/ref/rhynub.htm> (14. 11. 11)

URL:
http://technikseiten.hsr.ch/fileadmin/technikseiten/Bibliotheken/Bauaufnahmen/diverse/Nebelbach%20Tiefenbrunnen.Zuerich_arostett/seiten/zeichnung/zeichnung.html
(8. 11. 11)

URL: <http://www.umweltdatenbank.de/lexikon/vorfluter.htm> (Abrufdatum: 20. 11. 11)
(1. 12. 12)

Abbildungen:

- Titelbild: Roxane Bachmann, 1. 8. 11
- Zwischenbilder, Roxane Bachmann, 8. 7. 11

- Abbildung 1, Quelle: <http://www.gis.zh.ch>
- Abbildung 2, Quelle: <http://www.gis.zh.ch>
- Abbildung 3, Quelle: AWEL-Massnahmeplan, S. 7
- Abbildung 4, Roxane Bachmann, 8. 7. 11
- Abbildung 5, Roxane Bachmann, 8. 7. 11
- Abbildung 6, Roxane Bachmann, 8. 7. 11
- Abbildung 7, Roxane Bachmann, 8. 7. 11
- Abbildung 8, Roxane Bachmann, 8. 7. 11
- Abbildung 9, Roxane Bachmann, 8. 7. 11
- Abbildung 10, Ausschnitt aus Zürcher Stadtkarte von 2001
- Abbildung 11, Roxane Bachmann, 11. 6. 11
- Abbildung 12, Roxane Bachmann, 11. 6. 11
- Abbildung 13, Projektskizze, Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, zuständig für das Projekt Nebelbach
- Abbildung 14
<http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/11674/11685/index.html?lang=de>
- Abbildung 15, Florian Seibold, Landschaftsarchitekt HTL BSLA, Wirtschaftsingenieur FH NDS, zuständig für das Projekt Nebelbach
- Abbildung 16, Roxane Bachmann, 5. 8. 11
- Abbildung 17,-
http://technikseiten.hsr.ch/fileadmin/technikseiten/Bibliotheken/Bauaufnahmen/diverse/Nebelbach%20Tiefenbrunnen.Zuerich_arostett/seiten/zeichnung/zeichnung.html
- Abbildung 18, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 19, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 20, Roxane Bachmann, 4. 7. 11
- Abbildung 21, Roxane Bachmann, 4. 7. 11
- Abbildung 22, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 23, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 24, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 25, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 26, Roxane Bachmann, 3. 7. 11
- Abbildung 27, Roxane Bachmann, 11. 6. 11
- Abbildung 28, Roxane Bachmann, 11. 6. 11
- Abbildung 29, Roxane Bachmann, 11. 6. 11
- Abbildung 30, Roxane Bachmann, 11. 6. 11
- Abbildung 31, Roxane Bachmann, 20. 7. 11
- Abbildung 32, Roxane Bachmann, 8. 9. 11
- Abbildung 33, Roxane Bachmann, 12. 8. 11
- Abbildung 34, Roxane Bachmann, 1. 8. 11

Arbeitsbericht

Ich fand den Einstieg in mein Thema nicht leicht. Schon die Themenwahl hat mich stark beschäftigt. Ich wollte über ein Thema schreiben, das mich interessiert und herausfordert. Ich war es mir bis anhin nicht gewohnt, umfangreichere Arbeiten zu verfassen, und ich war mir auch nicht im Klaren, was genau von mir verlangt wird. Ich hatte Respekt vor der Aufgabe, da ich mich gut kenne und weiss, dass mir das konzentrierte Arbeiten nicht leicht fällt. In solchen Momenten, in denen ich eine anspruchsvolle Leistung erbringen sollte und unter Druck stehe, reagiere ich oft nach demselben Muster: Ich entziehe ich mich dem Druck, indem ich alles bis zur letzten Sekunde hinausschiebe, mit dem Effekt, dass ein immer grösserer Druck auf mir lastet. Ganz verdrängen kann ich die Herausforderung aber doch nie, auch in diesem Fall nicht. Das hat zur Folge, dass ich stets ein schlechtes Gewissen habe, nicht einmal nur aus Angst vor einer schlechten Note, sondern vielmehr gegenüber mir selbst. Weil ich eigentlich weiss, dass ich im Stande wäre, die Herausforderung zu meistern und da ich dies letztlich auch gerne mache.

Irgendwann brachen also die durch meine Verdrängungskünste aufgebauten Wälle vor dem ansteigenden Druck des schlechten Gewissens. Mit einem mulmigen Gefühl machte ich mich im Juni dieses Jahres an meine Arbeit. Die Feldversuche stellten noch kein Problem dar. Schon bald keimte bei mir leise die Begeisterung der Forscherin, als ich erste interessante Funde machen konnte. Ich hatte nun meine Organismen beieinander - doch wie weiter? Ich hatte keine Ahnung, wie ich meine Funde und Erkenntnisse auswerten, geschweige denn wie ich diese Auswertungen verständlich in Textform bringen konnte. Ich verbrachte nun viel Zeit damit, Fotos zu machen und diese zu bearbeiten, um mein Gewissen zu beruhigen. Jeder weitere Schritt, mit dem ich mich in – für mich – wissenschaftliches Neuland bewegte, wie zum Beispiel das simple Verfassen einer Organismen-tabelle, kostete mich viel Überwindung und Kraft. Dennoch versuchte ich immer wieder, ein bisschen an meiner Arbeit zu werkeln, wenn auch nur in kleinen Schritten. Ich hatte mir vorgenommen, bei dieser Arbeit die Flinte nicht so rasch ins Korn zu werfen. Die Wochen vergingen und ich arbeitete immer ein wenig an meiner Arbeit, ohne mit dem Schreiben wirklich voran zu kommen. Als ich dann zum ersten Mal die Wegleitung zur Maturitätsarbeit genauer las und erfuhr, was formal alles verlangt wird, stürzte ich in die nächste Krise. Ich gehöre zu den Schülern, bei denen es häufig heisst: „Inhaltlich gut, aber formal eine Katastrophe“. Ich hatte bis zum Verfassen meiner Maturitätsarbeit noch nie irgendwo eine Quelle zitiert; Begriffe wie Blocksatz oder Tabulator sagten mir nichts. Entsprechend hielt ich diese Vorgaben, die ich anfänglich

teilweise nicht einmal sprachlich verstand, für ein unüberwindbares Hindernis. Das war sozusagen der Tiefpunkt meines Arbeitsprozesses. Dies wurde mir vor allem beim zweiten Sitzungstermin bewusst.

Ich kann nicht mit Bestimmtheit sagen, was genau der Anlass für meinen Wandel war oder wann dieser stattfand. Jedenfalls merkte ich irgendwann, dass es trotzdem weiter geht und dass ich alle diese Probleme irgendwie in den Griff bekommen kann. Wichtig war sicher die Tatsache, dass ich immer mehr wusste. Zu den Ergebnissen meiner Feldforschungen kamen nun erste Erkenntnisse aus Büchern der ZB. Diese Erkenntnisse halfen mir nicht nur, Ordnung in die Ergebnisse meiner Forschungen zu bringen und mir Anleitungen zu bieten, wie ich diese auswerten und teilweise ergänzen konnte, sondern sie brachten mich auch auf neue Ideen. Mein Thema begann mich nun wirklich zu interessieren und langsam entwickelte ich auch ein Mitteilungsbedürfnis. Das begann damit, dass ich meinen Eltern und Kollegen mündlich von meiner Arbeit erzählte und führte schliesslich dazu, dass ich fast einen Drang hatte, meine Erkenntnisse auch niederzuschreiben. Ich empfand meine Arbeit plötzlich nicht mehr als Bedrohung. Als ich das erste Kapitel fertig geschrieben hatte, empfand ich Freude und auch ein bisschen Stolz. Von da an ging alles ganz rasch, ich hatte den Rest des Texts relativ schnell beisammen. Es war so, wie wenn sich zuvor etwas aufgestaut hätte.

Wahrscheinlich waren meine anfänglichen Frustrationen und Ängste nicht vergeblich und möglicherweise kommen solche Gefühle in abgeschwächter Form auch bei viel erfahreneren Autoren als mir vor. Für mich war es wichtig zu erfahren, dass ich auch in einer solchen, scheinbar ausweglosen Situation nicht aufgeben, sondern Schrittdchen für Schrittdchen weiter gehe, bis ich zum Punkt komme, wo die von mir erwartete Arbeit nicht mehr ein riesiger und bedrohlicher dunkler Klotz ist, vor dem ich liebend gern umgekehrt wäre. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass man diesen Klotz Stücklein für Stücklein zerlegen kann, bis er vom Klotz zur Skulptur wird und es einen fast reut, auch noch den Rest abzutragen. Vieles in meinem Text ist möglicherweise noch etwas anfängerhaft oder naiv. Trotzdem bedeutet er mir viel, weil dahinter viel von mir und der Auseinandersetzung mit mir selbst steckt.