Successful revitalization of a river in the city of Salzburg

S. Brameshuber, S. Langmaier & R. A. Patzner

Paris-Lodron-University Salzburg, Department of Organismic Biology
Hellbrunnerstrasse 34, 5020 Salzburg, Austria

Abstract

An anlysis of a regulated and a revitalized section of the Söllheimer-river in the city of Salzburg was carried out in September 2004. Ecological status, diversity and abundances of benthic macroinvertebrates from both sections of the river were compared with each other. Five quantitative macrobenthic samples taken in each section yielded six taxonomic groups (Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera and Amphipoda). It was shown, that the abundances of species of all groups in the revitalized section are much higher than in the canalized, regulated section. The reason is a higher diversity of different habitats for benthic macroinvertebrates. The outcomes that emanate from this study show the positive effect of revitalizations on urban rivers relating to their improved hydromorphological situation and their macroinvertebrate communities.

Im September 2004 wurden ein begradigter und ein revitalisierter Abschnittes des Söllheimerbachen in der Stadt Salzburg untersucht. Dabei wurde die ökologische Funktionalität, die Diversität und die Abundanzen des Makrozoobenthos aus beiden Abschnitten miteinander verglichen. In jeder Untersuchungsstelle wurde fünf Teilproben ausgewertet und es wurde speziell auf die Odrnungen der Plecoptera, Ephemoptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera und Amphipoda eingegangen. Es wurde gezeigt, dass in allen Bereichen des revitalisierten Abschnittes die Abundanzen höher lagen als im begradigten Abschnitt. Der Grund ist eine höhere Vielfalt an unterschiedlichen Habitaten in Verbindung mit einer sehr variablen hydromorphologischen Situation.

Einleitung

Im Jahr 1991 wurde der Plan zur Revitalisierung des Söllheimerbaches in der Stadt Salzburg vorgestellt. Diese Revitalisierung sollte die gefährliche Hochwassersituation entschärfen und die ansässige Bevölkerung vor Hochwasser schützen. Ebenso war eine ökologische Begleitplanung zu verwirklichen. Abschnittsweise begann man mit der Revitalisierung des Söllheimerbaches und im Jahr 2002 wurden einige Teilabschnitte fertig gestellt. Da jedoch nur Teilbereiche revitalisiert wurden gibt es immer noch genügend Stellen an denen der Söllheimerbach einen hart verbauten,

kanalartigen Charakter besitzt und äußerst wenige Habitate für Organismen bietet.

Am Nordhang des Heuberges entspringen die Quellbäche des Söllheimerbaches. Das Gewässersystem mit seinen Zubringern liegt in der südlichen Flyschzone. Die wichtigsten Zubringer sind Schernbach, Haubenödbach, Scheizenbergergraben, Matzingerbach, Strassengraben, Mayrwiesbach, Kamingraben und Schleiferbach. Der Unterlauf des Söllheimerbaches läuft durch das typische Salzburger Alpenvorland mit stark lehmigen und tonigen Böden (eiszeitliche Moräne der Würm-Eiszeit). Im Stadtteil Itzling mündet der Söllheimerbach als größter Zubringer in den Alterbach. Der Söllheimerbach ist nach der längenzonalen Einteilung laut JUNGWIRTH et al (2003) ein Gewässer der Äschenregion, dem Hyporhithral.

Diese Arbeit befasst sich mit den unterschiedlichen Benthosorganismen in den Bereichen des revitalisierten und begradigten Söllheimerbaches, welche gesammelt und anschließend im Labor bestimmt wurden. Speziell wurde das Makrozoobenthos für diese Untersuchungen herangezogen, da dies für die Bestimmung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Fließgewässers maßgeblich ist. Sie basiert darauf, dass die natürlich am und im Gewässersystem vorkommenden Tier- und Pflanzenarten autochtone Bestände ausbilden können und die Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit bedeutet die langfristige Sicherung dieser Bestände (MOOG & RÖMER, 1999). Untersucht wurden vorwiegend die Ordnungen der Diptera (Zweiflügler), Ephemoptera (Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen), Trichoptera (Köcherfliegen) und Coleoptera (Käfer). Im Laufe dieser Arbeit wurden die häufigsten Familien (und deren Gattungen) dieser Ordnungen bestimmt und untersucht.

Die Ergebnisse sollen verdeutlichen, welche positive Wirkung eine Revitalisierung und somit die Schaffung von unterschiedlichen Habitaten auf die Abundanzen vieler Familien und Gattungen sowie die Artendiversität von Makrozoobenthosorganismen hat. Umgekehrt soll diese Arbeit aufzeigen, wie naturwidrig und –feindlich eine Begradigung und harte Verbauung eines Flusses im Bezug auf die darin lebenden Organismen sein kann.

Charakteristik der Untersuchungsstellen

Es wurden zwei Gewässerabschnitte des Söllheimerbaches untersucht. Der revitalisierte Abschnitt ist ca. 100 Meter lang und befindet sich bei der Steinbachwegbrücke im Stadtteil Sam, Salzburg. Der regulierte, begradigte Abschnitt befindet sich bei der Landstraßenbrücke im Bereich Mayrwies und ist ebenfalls 100 Meter lang. Im revitalisierten Bereich fließt der Söllheimerbach von Ost nach West, im begradigten Abschnitt von Nord-Ost nach Süd-West.

Im begradigten Abschnitt ist keine Verzahnung mit einem natürlichen Ufer bzw. dem Umland gegeben und das Ufer unterliegt keiner dynamischen Umgestaltung. Das Gewässerbett des begradigten Abschnittes weist

keinerlei Breitenvariation auf. Der Bach verläuft hier in einer geraden Linie weshalb das gesamte Strömungsbild homogen gestaltet ist. Eine Tiefenvarianz ist ebenso nicht gegeben. Das permanent benetzte Gewässerbett weist bei Mittelwasser eine durchschnittliche Tiefe von 15 Zentimetern auf. Die Breite beträgt 3,6 Meter. Die Sohle besteht aus massiven Steinplatten, unterschiedliche Sedimente sind nicht vorhanden. Im begradigten Abschnitt ist ein sehr homogenes Strömungsbild zu erkennen. Die maximal gemessene Strömung beträgt 1,2 m/sec, die durchschnittlich ermittelte Strömung liegt bei 0,73 m/sec.

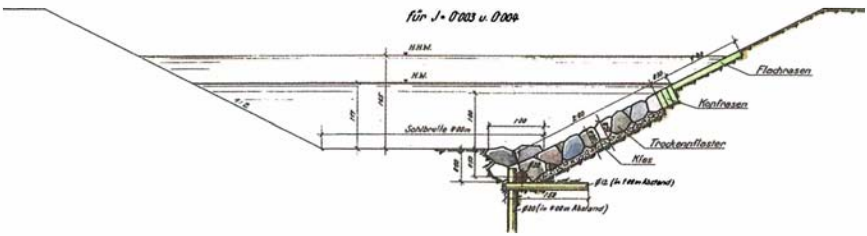


Fig. 1: Trapezprofil der Regulierung 1927 – 1933, Quelle: Landesarchiv Salzburg, Regulierungsprojekte

Laut erhobenen Daten (BRAMESHUBER, 2005, unveröffentlicht) erhält der begradigte Abschnitt nach der Gewässerzustandskartierung nach SPIEGLER (1989) die Wertzahl 3 4 und nach der ökomorphologische Gütebewertung nach WERTH (1987) die Wertzahl 4 – was einem Naturfernen Zustand entspricht.

Die Ufer des revitalisierten Abschnittes sind zwar durch bauliche Maßnahmen anthropogen festgelegt, jedoch ist ein viel komplexerer Aufbau deutlich erkennbar. An vielen Stellen erfolgt eine dynamische Umgestaltung des Ufers, auf Grund des Hochwasserschutzes jedoch nur in begrenzten Maßen. An einigen Stellen ist das Ufer wesentlich durch Prall- und Gleithang gekennzeichnet. Die Böschung weist unterschiedliche Neigungen auf und variiert ebenso in ihrer Höhe. Jedoch ist auch hier, insbesondere bei der Steinbachwegbrücke, die Böschung durch große Felsblöcke abgesichert, bietet jedoch genug Platz für das Aufkommen von Vegetation. Im revitalisierten Abschnitt schwankt die Breite des Gewässerbettes zwischen 2 und 7 Metern. Die Linienführung des Baches wird durch mehrere Inseln aufgeteilt und bietet ein abwechslungsreiches Strömungsbild. Durch den Kurvenreichtum entstehen Prall- und Gleithänge, welche sich jedoch durch die eingebauten Piloten und Holzbeschlachtungen (MAYR et al, 2002) nicht weiter ausdehnen können und eine dynamische Umgestaltung des Gewässerbettes lediglich bei Niederwasser gegeben ist. In diesem Abschnitt wurden bei Mittelwasser Gumpen bis 65 Zentimeter Tiefe gemessen. Insgesamt schwankt die Wassertiefe zwischen 10 und 70 Zentimetern Tiefe. Die Sohle ist deutlich heterogen gestaltet. Schlick, Schluff und Schlamm, Sand, Fein- und Mittelkies bis Grobkies und Steine bis 20 Zentimeter Durchmesser sind anzutreffen. Das Mesolithal (Steine) ist größtenteils von

filamentösen Grünalgen überzogen. Das Strömungsbild ist äußerst vielfältig gestaltet. Die Strömung schwankt bei Mittelwasser zwischen maximal 0,65 m/sec und minimal 0,11 m/sec. Die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit beträgt 0,39m/sec.

Laut erhobenen Daten (BRAMESHUBER, 2005, unveröffentlicht) erhält der revitalisierte Abschnitt nach der Gewässerzustandskartierung nach SPIEGLER (1989) die Wertzahl 2 3 und nach der ökomorphologische Gütebewertung nach WERTH (1987) die Wertzahl 2 – einen naturnaher Charakter.

Methoden

Der revitalisierte und der begradigte Abschnitt wurden auf ihre Zusammensetzungen und Abundanzen in Bezug auf die häufigsten Ordnungen, Familien und Gattungen des im Gewässerbett lebenden Makrozoobenthos untersucht. Um an das im Labor zu untersuchende Material zu gelangen wurden beide Abschnitte mittels MHS (Multi-Habitat-Sampling) beprobt. Bei dieser Methode werden verschiedenste Substrate und dadurch Habitate untersucht, da diese von unterschiedlichen Organismen bewohnt werden. Dabei wurde zuerst der Anteil der biotischen und abiotischen Choriotope erfasst und deren Zusammensetzung ermittelt. Als Unterlage hierfür diente die Bakkalaureatsarbeit „Morphologische Gütebewertung des Söllheimerbaches (BRAMESHUBER, 2005, unveröffentlicht). Entsprechend dieser Zusammensetzung wurden in beiden Abschnitten 5 Proben in den am häufigsten vorkommenden Choriotopen genommen. Der Vorteil des MHS ist das Erlangen eines breiten Familien-, Gattungs- und Artenspektrums der im Benthal lebenden Organismen.

Als Methode zur Befischung von Makrozoobenthos wurde das Kick-sampling gewählt. Bei dieser Methode wird die Drift der einzelnen Benthosbewohner ausgenutzt, welche durch das Aufwühlen des Sedimentes mit dem Fuß, hervorgerufen wird. Diese Fluchtreaktion bewirkt das Loslösen der Organismen vom Sediment, dabei werden diese mit der Wasserströmung in den Kick-Sampler geschwemmt und gefangen. Der Kick-Sampler hat eine Grundkantenlänge von 20 Zentimetern, die befischte Bodenfläche kann daher mit 400 cm² angegeben werden. Dieser Wert ist wichtig für die Umrechnung der befischten Individuen pro m². Das Netz besitzt eine Maschenweite von 0,5 mm. Zusätzlich wurde bei jeder Untersuchungsstelle die Gewässertiefe und die Strömungsgeschwindigkeit ermittelt, da diese wesentliche Faktoren zur Besiedelung der Habitate durch Benthosorganismen sind.

Nach der Beprobung der insgesamt 10 Untersuchungsstellen wurden die besammelten Individuen in 70 % Isopropanol vor Ort fixiert und anschließend im Labor mit einem Binokular untersucht und bestimmt.

Ergebnisse

©Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz; download www.biologiezentrum.at

Im revitalisierten sowie im begradigten Abschnitt des Söllheimerbaches wurde bei je 5 Untersuchungsstellen das im Sediment lebende Makrozoobenthos mittels Kick-Sampling befischt. Die gesammelten Proben wurden anschließend im Labor untersucht und die wichtigsten Ordnungen, Familien, Gattungen sowie einzelne Arten der Benthosorganismen bestimmt.

Tab.1: Ergebnisse der Untersuchungsstellen (BS…begradigte Stelle, RS…revitalisierte Stelle)

	BS 1 BS 2	BS 3 BS 4	BS 5	RS 1	RS 2	RS 3	RS 4	RS 5	Gesamt BS/m²	Gesamt RS/m²
DIPTERA										
Fam. Chironomidae	98	28	0	6	0	10	4	32	**189**	**260**
Fam. Tabanidae										
Tabanidae Gen.sp.	0	0	0	0	0	4	1	0	**0**	**25**
Fam. Tipulidae										
Gatt. *Tipula*	3	0	0	0	0	0	0	0	**5**	**0**
Fam. Simuliidae	14	16	0	0	0	0	0	0	**45**	**0**
Fam. Empididae										
U.fam. Clinocerinae	4	7	0	0	0	1	0	0	**17**	**5**
Gatt. *Chelifera*	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**0**
Gatt. *Hemerodromia*	3	3	0	0	0	0	0	0	**9**	**0**
Fam. Limoniidae										
Gatt. *Antocha*	7	4	0	0	0	4	3	0	**17**	**35**
Gatt. *Dicranota*	0	0	0	0	13	21	26	1	**0**	**305**
Gatt. *Eloeophila*	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**0**
Fam. Psychodidae										
Psychodidae Gen.sp.	1	0	0	0	0	1	0	0	**2**	**5**
Fam. Anthericidae										
Ibisia marginata	0	0	0	0	0	0	1	0	**0**	**5**
Fam. Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	2	**0**	**10**
Puppen von Diptera	3	3	0	1	0	2	1	0	**9**	**20**
DIPTERA GESAMT	**135**	**61**	**0**	**7**	**13**	**43**	**36**	**35**	**294**	**670**
EPHEMOPTERA										
Fam. Polymitracidae										
Ephoron Virgo	2	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**0**
Fam. Baetidae	32	24	0	1	33	19	9	5	**84**	**335**
Fam. Leptophlebiidae	4	0	0	0	42	60	22	8	**6**	**660**
Fam. Heptageniidae									**0**	**250**
Gatt. *Ecdyonurus*	0	0	0	0	12	15	1	0	**0**	**140**
Gatt. *Rhitrogena*	0	0	0	0	8	3	11	0	**0**	**110**
Fam. Ephemerellidae	0	0	0	0	1	0	0	0	**0**	**5**
Fam. Caenidae										
Gatt. *Caenis*	0	0	0	0	0	0	6	0	**0**	**30**
EPHEMOPTERA GESAMT	**38**	**24**	**0**	**1**	**96**	**97**	**49**	**13**	**93**	**1280**

Tab.1 (Fortsetzung):Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz; download www.biologiezentrum.at

	BS 1 BS 2	BS 3 BS 4	BS 5	RS 1	RS 2	RS 3	RS 4	RS 5	Gesamt BS/m²	Gesamt RS/m²
TRICHOPTERA										
Fam. Hydropsychidae	18	4	0	0	6	27	3	0	**33**	**180**
Fam. Rhyacophilidae	3	1	0	0	0	0	0	0	**6**	**0**
Fam. Psychomyidae	3	1	0	0	0	0	0	0	**6**	**0**
Fam. Goeridae	0	0	0	0	4	2	0	0	**0**	**30**
Fam. Odontoceridae	0	0	0	0	0	1	0	0	**0**	**5**
Fam. Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	2	**0**	**10**
TRICHOPTERA GESAMT	**24**	**6**	**0**	**0**	**10**	**30**	**3**	**2**	**45**	**225**
PLECOPTERA										
Fam. Nemouridae										
Gatt. *Nemoura, Nemourella*	14	0	0	0	3	4	4	0	**21**	**55**
Gatt. *Protonemoura*	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**0**
Fam. Leuctridae										
Gatt. *Leuctra*	19	2	0	0	2	5	3	0	**32**	**50**
PLECOPTERA GESAMT	**34**	**2**	**0**	**0**	**5**	**9**	**7**	**0**	**54**	**105**
COLEOPTERA										
Fam. Elmidae										
Gatt. *Elmis*	15	3	0	0	4	20	8	1	**27**	**165**
Gatt. *Limnius*	14	8	0	0	15	27	43	1	**33**	**430**
Gatt. *Stenelmis*	0	0	0	0	0	1	2	0	**0**	**15**
Gatt. *Macronychus*	0	0	0	0	2	4	3	0	**0**	**45**
Fam. Psephenidae	0	0	0	0	0	1	0	0	**0**	**5**
Fam. Gyrinidae	0	0	0	0	0	2	0	0	**0**	**10**
Elmidae Adult	5	1	0	0	4	12	0	0	**9**	**80**
COLEOPTERA GESAMT	**34**	**12**	**0**	**0**	**25**	**67**	**56**	**2**	**69**	**750**
Gesamtindividuenzahl									**650**	**3065**

Im nachstehenden Diagramm (Abb. 1) wurden die Abundanzen der häufigsten Familien pro m² im begradigten und revitalisierten Abschnitt verglichen. Im begradigten Abschnitt wurden 294 Diptera pro m², im revitalisierten Abschnitt 670 Diptera pro m² ermittelt. Weiters wurden im begradigten Abschnitt 141 Individuen der Ordnung Ephemoptera, 45 Trichoptera, 54 Plecoptera, 104 Coleoptera und 11 Amphipoda bestimmt. Im revitalisierten Abschnitt wurden 670 Diptera, 1280 Ephemoptera, 225 Trichoptera, 105 Plecoptera, 750 Coleoptera und 35 individuen der Ordnung Amphipoda ermittelt.

©Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, download unter www.biologiezentrum.at

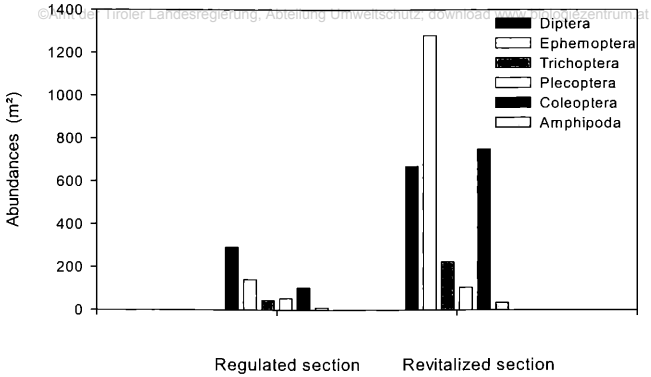


Abb. 1: Abundanzen der wichtigsten Ordnungen pro m² im begradigten und im revitalisierten Abschnitt

Abb. 2 zeigt die Prozentanteile der wichtigsten Ordnungen im begradigten Abschnitt des Söllheimerbaches. Am häufigsten sind die Ordnungen der Diptera mit 45 %, der Ephemoptera mit 22 % und der Coleoptera mit 16 % vertreten. Die Ordnung der Plecoptera erhält 8 %, der Trichoptera 7 % und der Amphipoda 2 %. Abb. 3 zeigt die Prozentanteile der am häufigstvorkommenden Familien des Makrozoobenthos im revitalisierten Abschnitt. Es ist zu erkennen, dass die Ordnung der Ephemoptera mit 43 % den größten Anteil einnimmt, gefolgt von Coleoptera 24 % und Diptera 22 %. Weiters vertreten sind die Ordnungen der Trichoptera mit 7 %, der Plecoptera mit 3 % und der Amphipoda mit 1 %.

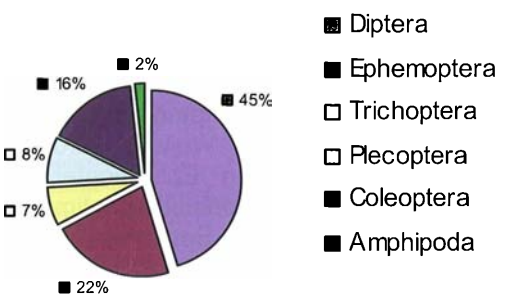


Abb. 2: begradigter Abschnitt

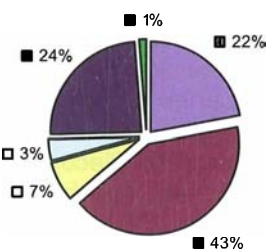
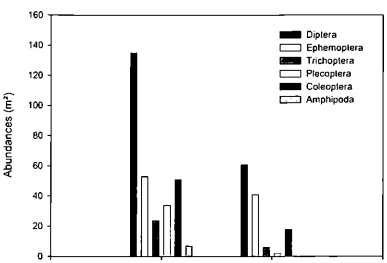


Abb. 3: revitalisierter Abschnitt

Das folgende Diagramm (Abb. 4) zeigt die Anzahl der Individuen im begradigten Abschnitt. Verglichen werden die wichtigsten Ordnungen vorkommend im Moos / den filamentösen Grünalgen sowie den Individuen zwischen den Steinplatten der hart verbauten Sohle. Die Anzahl der Individuen liegt bei den Diptera im Moos / den filamentösen Grünalgen bei 135. Die Ephemoptera weisen 53, Trichoptera 24, Plecoptera 34, Coleoptera 51 und Amphipoda 7 Individuen auf. In den Fugen zwischen den Steinplatten wurden 61 Individuen der Ordnung Diptera, 41 Ephemoptera, 6 Trichoptera, 2 Plecoptera und 16 Individuen der Ordnung Coleoptera gezählt. Es wurden hier keine Individuen der Ordnung Amphipoda ermittelt. Abb. 5 zeigt die Anzahl der Individuen der Diptera-Familien Chironomidae und Simuliidae pro m² im begradigten und revitalisierten Abschnitt. Die Anzahl der ermittelten Chironomidae beträgt im begradigten Abschnitt 189, im revitalisierten Abschnitt 260. Die Familie der Simuliidae wurde nur im begradigten Abschnitt mit einer Individuenzahl von 45 festgestellt. Ebenso wurde die Individuenanzahl der Gattungen *Antocha* und *Dicranota* (Fam. Limoniidae) der beiden Abschnitte gegenüber gestellt. Im begradigten Abschnitt wurden 11 Individuen der Gattung *Antocha* und kein Individuum der Gattung *Dicranota* ermittelt. Im revitalisierten Abschnitt wurden 7 Individuen der Gattung *Antocha* und 61 Individuen der Gattung *Dicranota* gezählt.



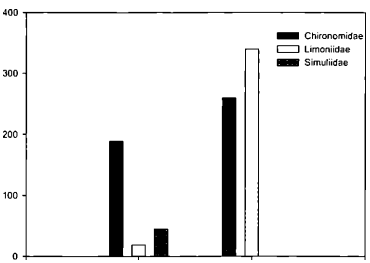
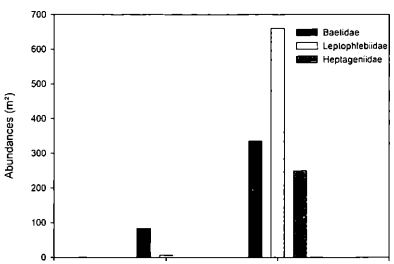


Abb. 4 (links): Anzahl der Individuen pro m² der wichtigsten Ordnungen im Moos/filamentöse Grünalgen sowie den Fugen zwischen den Steinplatten im begradigten Abschnitt

Abb. 5 (rechts): Anzahl der Individuen der Diptera – Familien Chironomidae, Limoniidae und Simuliidae pro m² im begradigten und revitalisierten Abschnitt des Söllheimerbaches

Im nachstehenden Diagramm (Abb. 6) werden die Abundanzen der Ephemoptera-Familien Baetidae, Leptophlebiidae und Heptageniidae pro m² der beiden untersuchten Abschnitte gegenüber gestellt. Im begradigten Abschnitt wurden 84 Individuen pro m² durchschnittliches Bachbett der Familie Baetidae und 6 Individuen pro m² der Familie Leptophlebiidae ermittelt. Aus der Familie der Heptageniidae wurden keine Individuen gezählt. Im revitalisierten Abschnitt wurden 335 Individuen pro m² der Baetidae, 660 Individuen pro m² der Leptophlebiidae und 250 Individuen pro m² der Heptageniidae ermittelt. Abb.7 vergleicht die Abundanzen der Steinfliegen-Gattungen *Nemoura/Nemourella* und *Leuctra* pro m² im begradigten und revitalisierten Abschnitt. Im begradigten Abschnitt wurden 21 Individuen der Gattung *Nemoura/ Nemourella* und 32 Individuen der Gattung *Leuctra* errechnet. Im revitalisierten Abschnitt liegen die Abundanzen von *Nemoura/Nemourella* bei 55 Individuen, für *Leuctra* wurde eine Abundanz von 50 Individuen pro m² ermittelt.



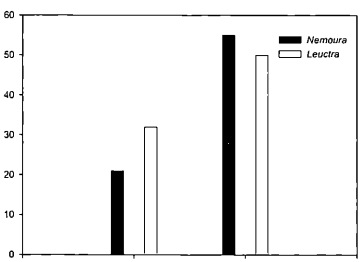


Abb. 6 (links): Abundanzen der Eintagsfliegen-Familien Baetidae, Leptophlebiidae, Heptageniidae pro m² in beiden Abschnitten

Abb. 7 (rechts): Abundanzen der Steinfliegen-Gattungen Nemoura und Leuctra pro m² im begradigten und revitalisierten Abschnitt

Abb. 8 vergleicht die Abundanzen der Coleoptera-Gattungen Elmis und Limnius pro m² des begradigten und revitalisierten Abschnittes. Elmis weist im begradigten Abschnitt 27, Limnius 33 Individuen pro m² auf. Im revitalisierten Abschnitt liegen die Abundanzen von Elmis bei 165, von Limnius bei 430 Individuen pro m².

©Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz; download www.biologiezentrum.at

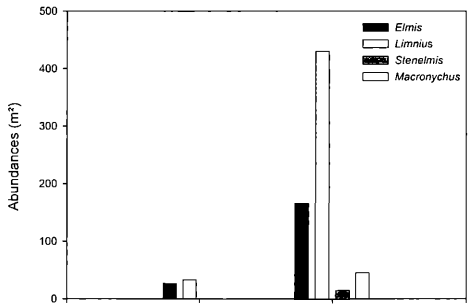


Abb. 8: Abundanzen der Coleoptera-Gattungen pro m² im begradigten und revitalisierten Abschnitt

Diskussion

Wie aus den vorangegangenen Diagrammen zu entnehmen ist, sind der begradigte und der revitalisierte Abschnitt des Söllheimerbaches von der Individuenanzahl der vorkommenden Ordnungen, Familien und Gattungen sehr unterschiedlich gestaltet. In diesem Abschnitt der Arbeit werden diese Ergebnisse nun interpretiert und Rückschlüsse auf die Unterschiede bezüglich der Abundanzen gezogen.

Allgemein ist zu sagen, dass die Ergebnisse den vorangegangenen Erwartungen entsprachen. Der begradigte Abschnitt bietet viel weniger unterschiedliche, homogenere Habitate als der, in Hinblick auf Strömungsmuster, Substrat, Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe, sehr unterschiedlich gestaltete revitalisierte Abschnitt des Söllheimerbaches. Dies spiegelt sich auch in den Abundanzen der wichtigsten Ordnungen pro m² wieder (Tab. 1, Abb. 1). In jeder Ordnung liegen die Individuenzahlen im revitalisierten Abschnitt höher als im begradigten Abschnitt des Söllheimerbaches. Die prozentuelle Zusammensetzung der Ordnungen in Bezug auf ihre Individuenzahlen ist in beiden Abschnitten ebenfalls unterschiedlich gestaltet. Im begradigten Abschnitt macht die Ordnung der Diptera den größten Prozentsatz aus (Abb. 2). Dies liegt daran, dass die meisten besammelten Gattungen der Dipteren strömungsliebend sind und im begradigten Abschnitt eine homogene, mit durchschnittlich 1,5 m * s^{-1} eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit vorliegt (JUNGWIRTH et al, 2003).

Die mit den meisten Individuen prozentuell am häufigsten vorkommende Ordnung im revitalisierten Abschnitt ist die der Ephemoptera (Abb 3). Dies liegt an den unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten und folglich den unterschiedlichen Substratbedingungen des revitalisierten Abschnittes. Insgesamt wurden im revitalisierten Abschnitt mehr Familien und Gattungen von Ephemoptera ermittelt als im begradigten Abschnitt (Tab. 1). Diese

unterschiedlichen Familien und Gattungen bevorzugen unterschiedlichstes Substrat zur Besiedelung, welches nur im revitalisierten Abschnitt zu finden ist. Diese Unterschiede im Substrat sind auch wesentlich an der Bildung von Kehrströmungen und Bereichen mit Stillwasserzonen beteiligt. (JUNGWIRTH et al, 2003)

Vergleicht man die Individuenzahlen im Moos und den filamentösen Grünalgen mit den Individuenzahlen der Fugen zwischen den Steinplatten des begradigten Abschnittes (Abbildung 14), so erkennt man, dass im Moos und den filamentösen Grünalgen mehr Individuen gefunden wurden als in den Fugen. Dies lässt sich damit erklären, dass sich innerhalb des Mooses und der Algen die Strömung vermindert und mehr spezifische Oberfläche für Individuen zur Festklammerung vorhanden ist. In den Fugen bestehen zwar in gewissem Maße auch Strömungsunterschiede, welche allerdings nur für Vertreter der Ordnung Ephemoptera kompensierbar sind, was die Individuenanzahlen widerspiegeln (Tab.1). Bei den Dipteren ist festzustellen, dass sich Vertreter der Familie der Simuliidae in beiden Bereichen aufhalten, da diese strömungsreiche Habitate besiedeln und daher auch die Fugen zwischen den Steinplatten einen geeigneten Lebensraum darstellen. Die Individuenzahlen der Chironomidae sind im Moos und den filamentösen Grünalgen um einiges höher, da dieses zum Anheften bevorzugt werden und als Nahrungsquelle dienen. Ebenso das Vorhandensein von insgesamt mehr Individuen aller Ordnungen im Moos und filamentösen Grünalgen (Abb. 4) stellt für räuberische Arten eine bessere Nahrungsquelle dar als in den Fugen zwischen den Steinplatten.

Betrachtet man nun die Abundanzen der Chrionomidae, Limoniidae und Simuliidae im begradigten und revitalisierten Bereich des Söllheimerbaches (Abb. 5) so lassen sich auch hier Unterschiede feststellen. Die Dipteren-Familie Chironomidae ist in beiden Abschnitten häufig vertreten, da es sich bei ihr um eine Familie handelt, die fast jedes aquatische Milieu besiedelt und unterschiedliche Taktiken hierfür ausgebildet hat (JUNGWIRTH et al, 2003). Da auf die Gattungen und Arten nicht genauer eingegangen wurde, können keine weiteren Schlüsse gezogen werden. Jedoch ist zu sagen, dass wie im vorangegangenen Absatz schon besprochen, ihr Aufenthalt im begradigten Abschnitt - im Moos und den filamentösen Grünalgen - auf das vermehrte Nahrungsangebot in diesem Bereich zurückzuführen ist.

Wie in Abb. 15 gut ersichtlich ist, kommen Vertreter der Familie der Simuliidae ausschließlich im begradigten Abschnitt vor. Diese Simuliidae, zu Deutsch Kriebelmücken, besitzen einen kräftigen Hakenkranz am Hinterende und spinnen Fäden, mit denen sie sich am Substrat festhaften. Die Kombination dieser zwei Fähigkeiten erlaubt ihnen einen bevorzugten Aufenthalt in sehr starker, turbulenter Strömung. Diese Strömung wird mittels raffiniert konzipierter Filtrierfächer (einer Bildung der Oberlippe) ausgenutzt, um Nahrung aus dem Wasser zu sieben (JUNGWIRTH et al, 2003). Ihr Ernährungstyp ist demzufolge pFil – der passive Filtrierer (MOOG, 2002) und ihr bevorzugtes Habitat sind Steinoberflächen in strömungsreichen Bachabschnitten (BREHM & MEIJERING, 1996). Im revitalisierten Bereich wurden keine Individuen der Familie Simuliidae

gefunden, da hier an den meisten Stellen die Strömung, mit durchschnittlich 0,4 m * s^{-1} , zu gering ist um effizient filtrieren zu können.

Die Gattungen *Antocha* und *Dicranota* zählen zur Dipteren-Familie der Limoniidae, der Stelzmücken. Wie in Tabelle 1 hervorgeht, kommt die Gattung *Antocha* mit nur geringen Abundanzen im begradigten Abschnitt vor. Die Gattung *Dicranota* ist in diesem Abschnitt überhaupt nicht anzutreffen. Die Abundanzen der beiden Gattungen, vor allem bei *Dicranota*, liegen im revitalisierten Abschnitt des Söllheimerbaches um ein vielfaches höher. Dies ist damit zu erklären, dass Stelzmückenlarven vorwiegend Schlammbewohner sind und viele von ihnen auch Mitglieder der Kiesfauna von Bächen und Flüssen sind. Da im begradigten Abschnitt kein entsprechendes Sediment vorhanden ist, liegen die Abundanzen dieser beiden Gattungen auch dementsprechend nieder (JUNGWIRTH et al, 2003).

Vergleichsweise drastisch werden die Unterschiede des begradigten und revitalisierten Abschnittes in Bezug auf die Ephemopterenfauna aufgezeigt (Abb. 6). Die Ephemopteren-Familien Baetidae, Leptophlebiidae und Heptageniidae weisen im revitalisierten Bereich viel mehr Individuen pro m² auf. Die Familie der Heptageniidae fehlt im begradigten Abschnitt hingegen völlig. Hier sind lediglich einige Vertreter der Baetidae und eine sehr geringe Anzahl von Leptophlebiidae anzutreffen. Die Individuen der Familie der Baetidae zählen zu den schwimmenden Lebensformtypen der Ephemopteren-Larven. Die drei reichlich behaarten Schwanzborsten (Cerci) fungieren als sehr effektive Schwimm- und Steuervorrichtung. Diese Schwanzborsten bewirken durch ein Auf- und Abbewegen des Abdomens eine Schwimmbewegung, welcher der Lokomotion dient. Die Vertreter der Familie der Baetidae weisen darüber hinaus einen strömungsoptimierten Körperbau auf, welcher ihnen erlaubt auch Gewässer mit hoher Fließgeschwindigkeit aufzusuchen (JUNGWIRTH et al, 2003). Somit lässt sich auch das Vorkommen dieser Familie im begradigten Abschnitt erklären, da hier eine erhöhte Fließgeschwindigkeit vorliegt. Die meisten Individuen der Baetidae wurden im revitalisierten Abschnitt in den Untersuchungsstellen 2, 3 und 4 ermittelt (Tab. 1), da an diesen drei Stellen eine höhere Fließgeschwindigkeit vorliegt als in den Untersuchungsstellen 1 und 5.

Die Familie der Leptophlebiidae ist im revitalisierten Abschnitt die am stärksten vertretene Familie der Eintagsfliegen (Abb. 6). Sie zählen zum „Kriechtyp“ der Ephemoptera und halten sich bevorzugt im Kieslückensystem, auf Makrophyten und unter Steinen auf (JUNGWIRTH et al, 2003). Da alle diese Habitate im revitalisierten Bereich des Söllheimerbaches anzutreffen sind, liegen die Abundanzen dieser Familie auch dem entsprechend hoch. Als signifikant kann auch die verschwindend geringe Anzahl der Vertreter der Leptophlebiidae im begradigten Abschnitt bezeichnet werden. Hier dient lediglich das Moos und die filamentösen Grünalgen in den Untersuchungsstellen 1 und 2 als geeigneter Lebensraum.

In der Familie der Eintagsfliegen-Familie der Heptageniidae wurden lediglich im revitalisierten Bereich die Gattungen *Ecdyonurus* und *Rhithrogena* determiniert. Diese fehlen im begradigten Abschnitt völlig (Abb. 6). Die

Vertreter dieser Familie zählen zum „Klammertyp“ der Eintagsfliegen, sind strömungsliebend und halten sich bevorzugt unter größeren Steine auf. Speziell bei der Gattung *Rhithrogena* dienen die Kiemenpaare, welche nicht beweglich ausgebildet sind, der Abdichtung gegen den Untergrund um ein Unterspülen zu vermeiden. Dieser Kiemensaugnapf dient der Erhöhung des Anpressdruckes um einer zu hohen Strömung entgegen zu wirken (JUNGWIRTH et al, 2003; MOOG & RÖMER, 1999). Aufgrund des Fehlens von Gesteinsbrocken im begradigten Abschnitt und dem damit verbundenen Habitatentzug, bestätigt die Abwesenheit von Individuen der Familie der Heptageniidae.

Als bedeutender Einzelfund kann Ephoron virgo angegeben werden, welche vor vielen Jahren nur mehr sehr selten anzutreffen war und eine Wiederbesiedelung der mitteleuropäischen Fließgewässer zu beobachten ist (HAASE & REUSCH, 1999).

Die Individuenzahlen der Ordnung Coleoptera sind im begradigten und revitalisierten Abschnitt des Söllheimerbaches ebenso unterschiedlich (Abb. 8). Hier wurde insbesondere auf die Gattungen *Elmis* und *Limnius* eingegangen, da diese die meisten Individuen dieser Ordnung stellt. Die beiden Gattungen zählen zur Familie der Elmidae, den Haken- oder Krallenkäfern. Sie besitzen kräftige Tarsalklauen, die es ihnen das Festkrallen auf Sediment ermöglichen. Da diese Käferlarven nicht frei schwimmen können, ist diese Vorrichtung für den Verbleib in starker Strömung essentiell. Diese Fakten spiegeln sich auch bei dem Vorkommen dieser Gattungen in den strömungsreicheren Untersuchungsstellen 2, 3 und 4 des begradigten Abschnittes wieder. Jedoch halten sich die Larven von Emis und Limnius lediglich bei einem Wechsel in ein anderes Refugium in strömungsreicheren Bereichen auf. Im begradigten Abschnitt liegen die Abundanzen weit darunter. Lediglich ein paar Individuen wurden im Moos und den filamentösen Grünalgen und in den Fugen zwischen den Steinplatten gefunden. Da es sich bei den Vertretern dieser Familie und reine Weidegänger handelt, bieten die blanken Steinplatten kein ausreichendes Nahrungsangebot. Ebenso reagieren Wasserkäfer sehr empfindlich auf die Veränderung der Uferbereiche, da hier die Verpuppung und teilweise die Hibernation stattfindet (SCHMIDT-KLOIBER et al, 1999). Da im begradigten Abschnitt die Ufer keineswegs strukturiert sind, wirkt sich dieser Faktor ebenso auf die Abundanzen aus. Darüber hinaus fehlen Habitate für den Rückzug aus der starken Strömung (JUNGWIRTH et al, 2003).

Vergleicht man die Individuenzahlen pro m² der Plecopteren-Gattungen *Nemoura/Nemourella* und *Leuctra* in beiden Gewässerabschnittes (Abb. 8), so lassen sich auch hier klare Schüsse ziehen. Die Gattung *Nemoura/Nemourella* zählen zur Familie der Nemouridae, welche wesentlich an der Aufarbeitung des im Herbst eingefallenen Laubes beteiligt sind und folglich der Ernährungstyp ZKL, „Zerkleinerer“ (MOOG, 2002) an erster Stelle steht. Als typische Habitate werden Wasserpflanzen und strömungsberuhigte Uferbereiche angegeben (JUNGWIRTH et al, 2003). Diese Angaben korellieren mit den Funden in den Untersuchunsstellen 1

und 2 (Moos und filamentöse Grünalgen) des begradigten Abschnittes, da nur an diesen Stellen solche Habitate vorliegen. Ebenso Nahrung in Form von Falllaub ist nur an diesen strömungsschwächeren Uferbereichen zu finden, da hier ein gewisser Rückhalt von organischer Substanz stattfindet. Im revitalisierten Bereich liegen die Abundanzen höher, da an vielen Stellen im Bachbett organische Substanz vorzufinden ist. In den Untersuchungsstellen 1 und 5 wurden keine Individuen der Gattung *Nemoura/Nemourella* vorgefunden. In der Untersuchungsstelle 1 ist die Strömung, mit 0,11 m * s, definitiv zu gering um von Individuen besiedelt zu werden, da diese eine gewisse Strömung und daraus resultierend eine höhere Sauerstoffkonzentration im Wasser benötigen. Betrachtet man Abbildung 10, so erkennt man den Grund für das nicht Vorhandensein von Steinfliegen in der Untersuchungsstelle 5. In diesem Bereich besteht kein Eintrag von Falllaub, da keine höheren Bäume am Ufer der Untersuchungsstelle vorhanden sind. Die unter der Steinbachwegbrücke vorpostierten Holzpiloten, welche der Strömungsminimierung und dem Geschieberückhalt dienen, halten von oberhalb der Untersuchungsstelle angeschwemmtes organisches Material zurück. Demzufolge ist in Untersuchungsstelle 5 das Nahrungsangebot für Plecopteren der Gattung *Nemoura/Nemourella* nicht vorhanden.

Die Vertreter der Gattung *Leuctra*, welche zur Familie der Leuctridae zählen, zeichnen sich durch ihre schlanke Körperform aus. Diese, im englischen als „needle flies" bezeichnete Gattung ist durch ihre Körperform befähigt in das hyporheische Interstitial „abzutauchen" und diesen Lebensraum erfolgreich zu besiedeln (JUNGWIRTH et al, 2003). Im begradigten Abschnitt ist sie daher nur in den Untersuchungsstellen 1 und 2 anzutreffen, da neben dem Moos und den filamentösen Grünalgen eine geringe Substratauflage ein Refugium darstellt. Da, ebenso wie bei Individuen der Gattung *Nemoura/Nemourella* der Ernährungstyp ZKL, „Zerkleinerer" (MOOG, 2002) an erster Stelle steht (Tabelle 6 & 12), ist auch für Vertreter der Gattung *Leuctra* nur in diesen Untersuchungsstellen Nahrung vorhanden. Das Nahrungsangebot ist auch im revitalisierten Bereich ausschlaggebend für die angegebenen Individuenzahlen. In der Untersuchungsstelle 1 ist, wie bei der Gattung *Nemoura/Nemourella,* praktisch kein Nahrungsangebot vorhanden, was die Abwesenheit von *Leuctra* bestätigt. Insgesamt wurden im revitalisierten Bereich aufgrund der höheren Anzahl von Habitaten und Nahrungsquellen mehr Organismen beider Gattungen vorgefunden.

Stellt man zuletzt einen allgemeinen Vergleich der Individuenzahlen pro m² der beiden Abschnitte an, so stellt man fest, dass im revitalisierten Abschnitt in jeder Ordnung mehr Organismen pro m² ermittelt wurden als im begradigten Abschnitt (Tab. 1). Die Gesamtindividuenzahl pro m² liegt im begradigten Abschnitt bei 650 Makrozoobenthosorganismen, im revitalisierten Abschnitt wurden hingegen 3065, also um einen Faktor 4,7 mehr Gesamtindividuen ermittelt. Dieser drastische Unterschied ist unwillkürlich auf den hydromorphologischen Unterschied und das unterschiedliche Nahrungsangebot der beiden Untersuchungsgebiete zurückzuführen. Aufgrund der harten Steinpflasterung des Gewässerbodens

besitzt der begradigte Abschnitt eine schnelle homogene Strömung. Es bilden sich folglich keine Vertiefungen bzw. Anlandungen, keine Kehrströmungen und Stillwasserbereiche welche, wie vorangegangen besprochen, ein wichtiges Habitat für Makrozoobenthosorganismen darstellen. Nahrung für Individuen ist lediglich in den Uferbereichen, also den Untersuchungsstellen 1 und 2, vorhanden, da hier die Strömung durch das Moos und die filamentösen Grünalgen herabgesetzt ist und so herabfallendes Laub aufgefangen wird. Für Weidegänger und Räuber haben ebenfalls nur diese beiden Untersuchungsstellen ein geeignetes Nahrungsangebot, da filamentöse Grünalgen, Moos und darin genügend Beute vorhanden ist.

Im revitalisierten Bereich findet man verschiedenste Substrate, Strömungsgeschwindigkeiten und Nahrungsquellen welche ein breiteres Spektrum von Organismen zulassen und auch die Gesamtindividuenzahl drastisch erhöhen. Insofern kann man den revitalisierten Bereich des Söllheimerbaches, neben der Funktion als Hochwasserschutz, als gelungenes Projekt zur Schaffung von Lebensräumen für Makrozoobenthosorganismen bezeichnen.

Literatur

Arbeitskreis Ökologie (2002): Typisierung der österreichischen Fließgewässer im Sinne der Vorgaben des Anhanges II der WRRL: Auftraggeber und Herausgeber BMLFUW, Sektion VII, Wien.

BRAMESHUBER, S. (2005): Hydromorphologische Bewertung des Söllheimer Baches, Salzburg; Bakkalaureatsarbeit zur VU Aquatische Ökologie: 17-24.

BREHM, J. & M. MEIJERING (1996): Fließgewässerkunde, Einführung in die Ökologie der Quellen, Bäche und Flüsse: 3. Auflage, 302 Seiten. Quelle & Mayer Verlag, Wiesbaden.

FINK, H., O. MOOG & R. WIMMER (2000): Fließgewässer-Naturräume Österreichs, Kapitel 3: Österreichs Anteil an den europäischen Ökoregionen: Herausgeber Umweltbundesamt GmbH, Wien.

HAASE, P & H. REUSCH (1999): Die Eintags- und Steinfliegenfauna Niedersachsens (Insecta: Ephemoptera et Plecoptera): Lauterbornia 37: 177 – 186.

JUNGWIRTH, M., G. HAIDVOGEL, O. MOOG, S. MUHAR & S. SCHMUTZ (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern: 1. Auflage, 552 Seiten. Facultas Verlag, Wien.

MAYR, P., G. KOBOLTSCHNIG & H. MADER (2002): Lebensraum Stadtbach, Herausgeber und Verleger: Amt der Salzburger Landesregierung, Fachabteilung 6/6, Wasserwirtschaft, Salzburg.

MOOG, O. (2002): Fauna aquatica austriaca, Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs Teil IV: Ernährungstypen Familien-/Gattungsniveau: 2. Lieferung, 13 Seiten. Auftraggeber und Herausgeber BMLFUW, Wien.

MOOG, O. & A. RÖMER (1999): Die Eintagsfliegenfauna als Langzeit-Indikator von Fluss – „Revitalisierungen“· Lauterbornia 37, 47-56.

©Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Naturkundemuseum, Biologiezentrum a

MOOG, O., A. SCHMIDT-KLOIBER, T. OFENBÖCK & J. GERRITSEN (2002): Aquatische Ökoregionen und Fließgewässer-Bioregionen Österreichs - eine Gliederung nach geoökologischen Milieufaktoren und Makrozoobenthos-Zönosen: Auftraggeber, Herausgeber: BMLFUW, Wasserwirtschaftskataster, Wien.

SCHMIDT-KLOIBER, A., O. MOOG & W. GRAF (1999): Biozönotische Charakteristik und naturräumliche Bewertung der linksufrigen Donau-Auen des Tullner Beckens auf der Basis makrozoobenthischer Indikatoren: Schriftenreihe der Forschung im Verbund 50: 138-145.

SPIEGLER, A., G. IMHOF, M. KATZMAN & B. PELIKAN (1989): Strukturökologische Methode zur Bestandsaufnahme und -bewertung von Fließgewässern. Auftaggeber und Herausgeber: BMLFUW, Wien.

WERTH, W. (1987): Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierung): Österreichs Wasserwirtschaft 39 (5/6): 122-128.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Natur in Tirol - Naturkundliche Beiträge der Abteilung Umweltschutz

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Brameshuber Stefan, Langmaier Stefan, Patzner Robert A.

Artikel/Article: Successful revitalization of a river in the city of Salzburg 326-341