

„PowerStreams“

Die Selbstreinigungskraft von Fließgewässern unter dem Druck zunehmender Nährstoffbelastung



Abschlussbericht „PowerStreams“

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 101055/1

Die Selbstreinigungskraft von Fließgewässern unter dem Druck zunehmender Nährstoffbelastung

The self-purification capacity of streams under the pressure of increasing nutrient pollution

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Renate Mayer, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Mag. Dr. Gabriele Weigelhofer, WasserCluster Lunz - Biologische Station GmbH

Projektmitarbeiter:

Thomas Gruber, Sebastian Hiersche, Anja Eberhardt, Clemens Neuper, Mag. Kathrin Blanzano, HBLFA Raumberg-Gumpenstein; Schule

Projektpartner: BORG Mistelbach, BRG Waidhofen/Ybbs, HBLFA Francisco Josephinum Wieselburg, HLUW Yspertal, NÖ

Projektlaufzeit: 2014-2020

Impressum

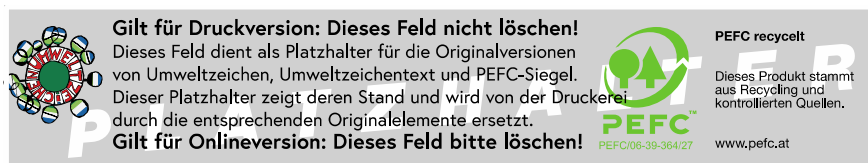
Medieninhaber und Herausgeber:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein
Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal
raumberg-gumpenstein.at

Autorinnen und Autoren: Renate Mayer, Kathrin Blanzano

Gesamtumsetzung: HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Fotonachweis: HBLFA Raumberg-Gumpenstein



Irdning-Donnersbachtal, 2020. Stand: 19. August 2020

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an empfaenger@raumberg-gumpenstein.at.

Inhalt

Einleitung	4
Ziele	6
Wissenschaftliche Hauptziele des Projektes:	6
Ergebnisse	9
1.1 Sparkling Science	9
1.2 Diplommaturaarbeit: Die Selbstreinigungskraft von Fließgewässern unter dem Druck zunehmender Nährstoffbelastung	11
Untersuchungsgebiet.....	11
Nährstoffeinspeisung und Probenentnahme	12
Schlussfolgerung und Ergebnisse.....	14
1.3 Projekt CAMARO-D	15
1.4 Diplommaturaarbeit: Wirkung von Verschmutzung und Gewässergestalt auf die Wasser- und Sedimentqualität von Bächen	17
1.5 Projekt Blooming Riverbanks	20
Anhang	22
Bibliographie	22
Weblinks	26
Abbildungsverzeichnis	27
Abkürzungen	29

Einleitung

Im Projekt PowerStreams wird die Wirkung von Nährstoffbelastungen und Gewässerregulierungen auf die Effizienz und die Nachhaltigkeit der Selbstreinigungsleistung von Bächen untersucht.

Das Ziel ist, die menschlichen Einflüsse auf den Stoffhaushalt von Fließgewässern zu quantifizieren, um Handlungsmöglichkeiten für das Management von Fließgewässern zu entwickeln. Das Projekt stellt eine Forschungs-Bildungs-Kooperation des WasserCluster Lunz mit dem Francisco Josephinum Wieselburg, dem BRG Waidhofen/Ybbs, dem BORG Mistelbach, der HLUW Yspertal, NÖ und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein dar.

Gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern wird experimentell die Aufnahme von Ammonium und Phosphat in wenig bis massiv verschmutzten Gewässerstrecken gemessen. Dabei wird überprüft, ab welchen Belastungen die Bäche eine Übersättigung zeigen. Zu diesem Zweck werden über kurze Zeiträume Nährsalzlösungen mit ansteigenden Konzentrationen in das Untersuchungsgewässer eingeleitet. Aus der Abnahme der zugegebenen Nährsalze über eine bestimmte Gewässerstrecke kann die Nährstoffaufnahme und damit die Selbstreinigungsleistung des Gewässers bestimmt werden. Gleichzeitig wird der Wasserrückhalt im Gewässer und die Aktivität der bodenlebenden Algen und Mikroorganismen gemessen. Das gibt Aufschluss darüber, welche Faktoren für die Selbstreinigung verantwortlich sind.

Weiters wird die Produktion der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas in den Gewässern bestimmt. Durch stoffliche Belastungen können Prozesse an der Wasser-Sediment-Grenzschicht verändert werden, was zu einer erhöhten Produktion von Treibhausgasen im Gewässer führen und damit auch die Luft belasten kann. Im Rahmen der kurzzeitigen Nährsalzeinleitungen ist sichtbar, wie sich die Nährsalzzugaben auf die Treibhausgasproduktion in den unterschiedlich belasteten Gewässern auswirken.

Zuletzt wird die Auswirkung von organischen Verschmutzungen auf die Nährstoffaufnahme und die Aktivität der mikrobiellen Gemeinschaft von Bächen im Rahmen von Masterarbeiten gemessen. Dazu wird Sediment aus sauberen Gewässern in Fließrinnen inkubiert und über einen längeren Zeitraum mit leicht abbaubarem organischem Kohlenstoff „gefüttert“. In unterschiedlichen Zeitabständen werden die Veränderungen im Sediment und in der Nährstoffaufnahme als Reaktion auf diese „Verschmutzung“ gemessen.

Schülerinnen und Schüler der HBLFA Raumberg-Gumpenstein besuchten einen Vortrag beim Wassercluster Lunz, begleitet von Mag. Werner Michor und DI Renate Mayer zu den Themen chemische und biologische Gewässergüte. Gleichzeitig wurden die technischen und biologischen Einrichtungen des Wasserclusters begutachtet (u.a. Sedimenttransportstrecken, etc.). Schülerinnen und Schüler der HBLFA Raumberg-Gumpenstein setzten außerdem mehrere Diplommaturaarbeiten um, welche sich mit unterschiedlichen Themen befassten. Eines der Themen war „Die Selbstreinigungskraft von Fließgewässern unter dem Druck zunehmender Nährstoffbelastung“, ein zweites war

„Wirkung von Verschmutzung und Gewässergestalt auf die Wasser- und Sedimentqualität von Bächen“. Betreut wurden die Diplomarbeiten von Dipl.-Ing. Renate Mayer, Leiterin der Stabstelle Akquisition an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und es wurde Mag. Dr. Gabriele Weigelhofer vom WasserCluster Lunz - Biologische Station GmbH als externe Expertin eingebunden. Im Projekt CAMARO-D, unter der Leitung von Dipl.-Ing. Renate Mayer, wurde gemeinsam mit den Partnerländern des EU Donaupraumes ein optimales Landnutzungsmanagement innerhalb von Flusseinzugsgebieten zum nachhaltigen Schutz der Wasserressourcen und dem Schutz vor Überflutungen in verbauten Gebieten und auf Wirtschaftsflächen erarbeitet. Transnationale Best Practice-Beispiele befassen sich vor allem mit dem Thema „Minimierung der Stoffeinträge in Grundwasser und Fließgewässer“. Als Folgeprojekt von PowerStreams und CAMARO-D wurde 2019 das Projekt „Blühende Gewässerrandstreifen“ initiiert, geleitet von Mag. Kathrin Blanzano, Mitarbeiterin in der Stabstelle Akquisition und Lehrerin an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Ziel des Projekts ist es, durch blühende Gewässerrandstreifen mit heimischen Gehölzen, Stauden und Kräutern die Biodiversität zu stärken und Übergangszonen zwischen Acker- und Grünland und damit eine Verbesserung der Gewässergüte zu schaffen. Im Rahmen des Modulunterrichts und Wahlfach Naturschutz und Landwirtschaft an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein sowie bei Science Workshops mit Bildungseinrichtungen aller Schulstufen werden u.a. die Themen „Selbstreinigungskraft von Fließgewässern“, Gewässerschutz in der Landwirtschaft und Hydromorphologische Gütebeurteilung von Fließgewässern in Theorie und Praxis eingebunden.

Ziele

Unbeeinflusste Fließgewässer besitzen die Fähigkeit, Stoffe aus dem Umland aufzunehmen und zurückzuhalten. Diese natürliche Selbstreinigungskraft wird durch die zunehmende Belastung infolge von Nährstoffeinträgen und Gewässerregulierungen massiv beeinträchtigt. Hohe Nährstoffkonzentrationen können außerdem biochemische Prozesse in den Gewässern verstärken, die zu einer erhöhten Produktion von Treibhausgasen führen. Somit wirkt sich die Nährstoffbelastung nicht nur in einer Verschlechterung der Wasserqualität aus, sondern kann auch Folgen für das Klima nach sich ziehen.

Im Projekt PowerStreams wurde, unter Zusammenarbeit von Partnern aus Forschung, Bildung und Wirtschaft, die Wirkung von Nährstoffbelastungen und Gewässerregulierungen auf die Effizienz und die Nachhaltigkeit der Selbstreinigungskapazität von Bächen untersucht. Ziel war es, die wechselseitige Wirkung der menschlichen Einflüsse auf die Stoffbilanz von Fließgewässern zu quantifizieren, um Handlungsmöglichkeiten für das Management von Fließgewässern zu identifizieren. Gemeinsam mit Jugendlichen wird die Aufnahme von gelöstem Stickstoff und Kohlenstoff in wenig bis massiv belasteten naturnahen und regulierten Gewässerstrecken experimentell gemessen. Gleichzeitig wurde die Produktion von Treibhausgasen in den Gewässern bestimmt. In Laborversuchen testeten SchülerInnen im Rahmen ihrer vorwissenschaftlichen Arbeiten das Potential von Sedimenten für die Aufnahme oder Abgabe von Nährstoffen und Treibhausgasen unter unterschiedlichen Umweltbedingungen. Mittels eines Langzeitversuches wird geklärt, wie sich Nährstoffeinträge über längere Zeiträume auf den Stoffhaushalt der Gewässer und die Wasserqualität auswirken. Für langfristige Kooperationen mit den Schulen wurde ein Kooperationsmodell zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Rahmen von Forschungswochen und gemeinsam betreuten vorwissenschaftlichen Arbeiten entwickelt.

Wissenschaftliche Hauptziele des Projektes:

- Analyse des gewässerinternen Rückhalts von gelöstem Stickstoff und organischem Kohlenstoff in naturnahen und regulierten Fließgewässern bei zunehmender Nährstoffbelastung
- Abschätzung der Emission von Treibhausgasen in naturnahen und regulierten Fließgewässern bei zunehmender Nährstoffbelastung
- Klärung der unmittelbaren und langzeitigen Wirkung von Kohlenstoff- und Stickstoffeinträgen auf den Stoffhaushalt und die Wasserqualität unterschiedlich eutropher Fließgewässer

- Schülerinnen und Schüler erforschen Methoden zur Gewässergütebestimmung

Die Arbeiten wurden in folgende Arbeitspakete unterteilt:

- AP1 Kurzzeiteinspeisungen an mehreren Gewässern
- AP2 Langzeiteinspeisungen an einem Modellgewässer
- AP3 Potential zur Stoffaufnahme und –abgabe mittels Laborversuchen
- AP4 Synthese der Daten und Aussagen auf Managementebene
- AP5 Gewässergütebestimmungen an unterschiedlichen Gewässertypen (Wildbäche, kleine und große Flüsse) (Arbeitspaket der HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

Folgende Schlüsselfragen stehen im Mittelpunkt der Untersuchungen:

- Wie wirkt sich die stoffliche und morphologische Belastung von Gewässeroberläufen auf den gewässerinternen Rückhalt von Stickstoff und gelöstem organischem Kohlenstoff aus? Welche internen und externen Faktoren beeinflussen die Aufnahmekapazität der Gewässer?
- Wie wirkt sich die stoffliche und morphologische Belastung der Gewässer auf den Gehalt und die Emission von Kohlendioxid, Methan und Distickstoffmonoxid im Gewässer aus?
- Welche unmittelbaren und langzeitigen Effekte (mehrere Wochen) sind durch die Zugabe von leicht verwertbaren Stickstoff- und Kohlenstoffquellen auf den Stoffhaushalt der Gewässer, deren Wasserqualität und die Emission von Kohlendioxid, Methan und Distickstoffmonoxid zu erwarten?
- Wie hoch ist das Potential der Sedimente zur Stickstoffaufnahme bzw. –abgabe und zur Treibhausgasproduktion unter steigenden Stickstoff- und Kohlenstoffkonzentrationen?
- Welchen Einfluss haben die Eutrophierung und die Regulierung von Gewässeroberläufen auf die Effizienz und Nachhaltigkeit des gewässerinternen Stoffumsatzes?

Ausgehend von den bekannten Forschungsergebnissen basiert das Projekt auf folgenden Hypothesen:

- H1: Eine zunehmende Stoffbelastung führt zu einer Reduktion der gewässerinternen Aufnahme von Stickstoff und Acetat.
 - Stofflich wenig belastete Gewässer weisen eine höhere Stickstoff- bzw. Acetataufnahme als stark belastete Gewässer auf.
 - Je höher die zugegebene Menge an Stickstoff bzw. Acetat ist, desto geringer ist die Stickstoff- bzw. Acetataufnahme.

- H2: Bei derselben Stoffbelastung weisen kanalisierte Strecken eine schlechtere gewässerinterne Aufnahme von Stickstoff und Acetat auf als naturnahe Strecken.

- H3: Eine zunehmende Stoffbelastung führt zu einer verstärkten Freisetzung von N₂O und CH₄.
 - Wenig belastete Gewässer weisen niedrigere N₂O und CH₄ Emissionen als stark belastete Gewässer auf.
 - Durch die Zugabe von Acetat und Nitrat wird die Produktion von N₂O und CH₄ in den Gewässern verstärkt.

- H4: Die Zugabe von Nitrat oder Ammonium (leicht verwertbare Stickstoffquelle) führt zu einer Erhöhung der autochthonen Anteile des DOC, die Zugabe von Acetat (leicht verwertbare Kohlenstoffquelle) zu einer Erhöhung der refraktären Anteile des DOC.

- H5: Die Zugabe von Acetat erhöht die gewässerinterne Aufnahme von Nitrat bzw. Ammonium.

- H6: Sedimente aus belasteten Gewässern weisen ein höheres Potential zur Denitrifikation, Ammoniumabgabe und Emission von N₂O auf als solche aus unbelasteten Gewässern.

Ergebnisse

1.1 Sparkling Science

Im Sparkling Science-Projekt „PowerStreams“ wurde die Wirkung von stofflichen Einträgen aus der Landwirtschaft auf die Selbstreinigungsleistung von Bächen und deren Produktion von Treibhausgasen untersucht. Gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern des FranciscoJosephinum Wieselburg, dem BRG Waidhofen/Ybbs, dem BORG Mistelbach und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden kurzzeitige Nährstoffzugaben in elf ausgewählten Bächen in Niederösterreich durchgeführt und die Nährstoffaufnahme experimentell bestimmt. Durch eine mehrfache Erhöhung der Nährstoffpulse wurde untersucht, wie lange belastete Bäche ihre Selbstreinigungsfunktion aufrechterhalten können und ab welchen Konzentrationen es zu einer Übersättigung der Systeme kommt. Zusätzlich wurden in schulischen Diplomarbeiten die Produktion von Treibhausgasen gemessen, die Aktivität der bodenlebenden Algen und Mikroorganismen bestimmt und in Laborversuchen die Freisetzung und Speicherung von Nährstoffen in Bachsedimenten analysiert. Zwei Masterarbeiten beschäftigten sich außerdem in experimentellen Fließrinnen mit der Frage, wie sich bodenlebende Algen und Bakterien an chronische Einträge von Nährstoffen und organischem Kohlenstoff anpassen.

Die Untersuchungen zeigen, dass mäßig belastete Gewässer eine niedrigere Selbstreinigungsleistung aufweisen als unbelastete, diese jedoch über einen weiten Bereich an Nährstoffkonzentrationen aufrechterhalten können. Das deutet darauf hin, dass sich die bodenlebenden Algen und Bakterien, die hauptsächlich für die Selbstreinigung der Gewässer verantwortlich sind, an die chronische Belastung durch die Landwirtschaft angepasst haben. Viele stark belastete Bäche im Weinviertel zeigen jedoch bereits Anzeichen einer deutlichen Übersättigung. Hier wurden die zugegebenen Nährstoffe zu einem Großteil in bachabwärtsliegende Bereiche abtransportiert. Stark belastete Gewässer wiesen außerdem eine um ein Vielfaches höhere Produktion an Treibhausgasen auf. Allerdings können auch mäßig belastete Gewässer ein hohes Erwärmungspotential besitzen, wie die deutliche Anreicherung an Methan in einigen Bächen im Mostviertel im sehr trockenen Sommer 2015 zeigte. Die Sedimente von mäßig belasteten Gewässern weisen ein hohes Potential für eine Phosphorfreisetzung auf, was zu einer internen „Düngung“ der Gewässer führen kann. In stark belasteten Bächen fungierten die Sedimente hingegen eher als Phosphorsenke, indem sie Phosphor aus dem Wasser aufnahmen. In den Rinnenversuchen kam es bei Nährstoffanreicherung zu einer deutlichen Zunahme der Aktivität von Algen und Bakterien. Allerdings zeigten sich diese Effekte erst bei optimalen Lichtbedingungen. Das bedeutet,

dass Beschattung das Algenwachstum auch in belasteten Gewässern stark regulieren kann bzw. umgekehrt, dass ein mäßiges Algenwachstum in beschatteten Bereichen kein Zeichen für ein „sauberes“ Gewässer sein muss.



Abbildung 1: Analyse der entnommenen Proben (Mayer R., 2015)



Abbildung 2: Schüler untersuchen die Proben im Labor (Mayer R., 2015)



Abbildung 3: Schüler und Schüler arbeiten im Geländer (Mayer R., 2015)

1.2 Diplommaturaarbeit: Die Selbstreinigungskraft von Fließgewässern unter dem Druck zunehmender Nährstoffbelastung

In der Diplomarbeit werden zwei ähnliche Fließgewässerstrecken mit unterschiedlicher Nährstoffbelastung untersucht. Ziel war es folgende Fragen zu beantworten:

- Weisen die beiden Gewässer eine unterschiedliche Selbstreinigungskapazität auf?
- Wie reagieren die beiden Gewässer auf Nährstoffpulse mit steigender Nährstoffkonzentration?
- Zeigt das stärker belastete Gewässer bei hoch konzentrierten Nährstoffpulsen Sättigungserscheinungen?
- Unterscheiden sich die Ergebnisse je nachdem, ob man Phosphat oder Ammonium betrachtet?

Untersuchungsgebiet

Die Freilanduntersuchungen wurden am Kothbergbach und Gamingbach in der Nähe von Lunz in Niederösterreich im August 2015 durchgeführt. Sämtliche Stichproben wurden direkt an Ort und Stelle erhoben, im Wassercluster Lunz im Labor analysiert und schlussendlich mittels Photometer ausgewertet. Um einen Vergleich mit einem stark belasteten Gewässer machen zu können, wurde ein drittes Gewässer im Weinviertel, der Russbach, hydromorphologisch beschrieben. Für die Probenentnahme und die Versuchsanordnung wurde jeweils ein homogener Abschnitt ohne Querwerke oder künstliche Einleitungen ausgewiesen. Dieser Gewässerabschnitt wird auch in erster Linie für die Beschreibung herangezogen. Die allgemeinen Daten für die Bäche wurden dem Wasserinformationssystem Austria (WISA) entnommen und mit den Beobachtungen verglichen.

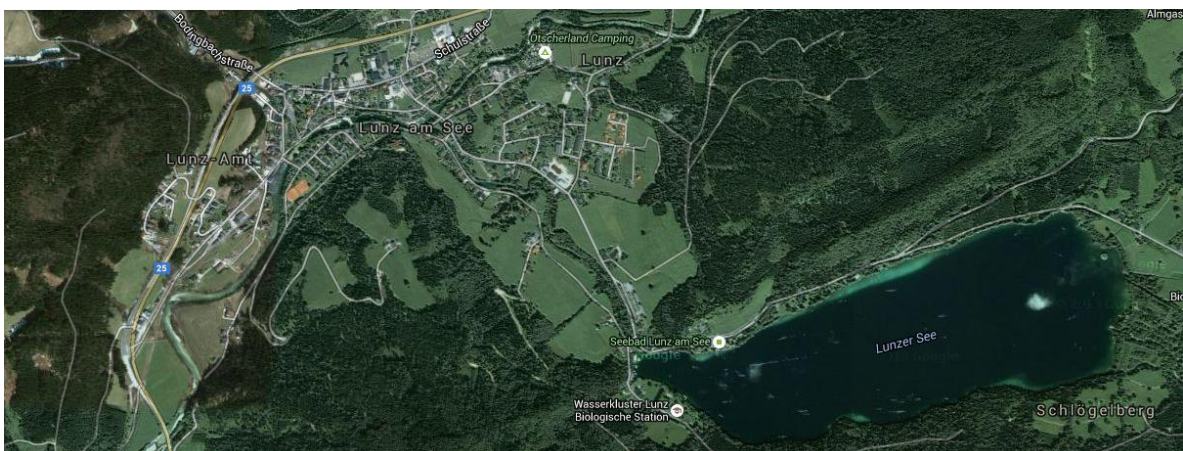


Abbildung 4: Lunz am See mit Wassercluster, Google Maps (Gruber und Hiersche, 2015)



Abbildung 5: Probestellen am Kothberg- und Gamingbach, Google Maps (Gruber und Hiersche, 2015)

Nährstoffeinspeisung und Probenentnahme

Zu Beginn der Versuchsanordnung wurde jeder Bach auf einer Strecke von 300 Meter, nach genauen Vorgaben ausgemessen. Von der Einspeisungsstelle wurden 100 Meter bachabwärts gemessen und markiert. Danach wurden im Fließverlauf alle 20 Meter Markierungen für die spätere Beprobung angezeichnet, bis die gesamte Strecke von 300 Meter in gleichmäßige Abschnitte unterteilt war.

Im zweiten Schritt wurden die Probefläschchen genau nach Bachabschnitt, d.h. Entnahmestelle, beschriftet (100-1,120-2,140-1,260-2...). Für jede der drei Einspeisungen wurde jeweils einmal eine Wasserprobe an jeder Entnahmestelle entnommen.

Vor der Einspeisung wurde noch bei jeder zweiten ausgemessenen Stelle eine Probe für die Hintergrundkonzentration (Background) entnommen, um bei der Auswertung zu wissen, wieviel von den Stoffkonzentrationen schon vorher im Bach vorhanden war, bevor eingespeist wurde.

Am Ende der Versuchstrecke wurde eine Leitfähigkeitselektrode (HQ40d; Hach Lange) in den Bach gelegt und auf den Aufzeichnungsmodus geschaltet. Die Leitfähigkeit wurde während der gesamten ersten Einspeisung automatisch aufgezeichnet.

Nachdem alle Vorbereitungen fertig waren, konnte mit der Einspeisung begonnen werden. Die Nährsalzlösungen bestanden jeweils aus Ammonium (NH_4Cl) und Phosphat ($\text{Na}(\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in ansteigenden Konzentrationen. Sie wurden mit Hilfe einer peristaltischen Pumpe in den Bach mit konstanter Pumprate in den Bach getropft.



Abbildung 6: Die Einspeisung wurde mit einer Peristaltikpumpe durchgeführt (Weigelhofer G., 2015)

Bei der ersten Einspeisung wurde NaCl zur Lösung hinzugefügt. Das Kochsalz dient als Indikator, um festzustellen, ab wann die gesamte Nährsalzlösung gleichmäßig in der Probenstrecke verteilt ist. Sobald das Salz das Ende der Versuchstrecke erreicht hat, steigt die Leitfähigkeit an. Ist die gesamte Lösung gleichmäßig über die Versuchstrecke verteilt, bleibt die Leitfähigkeit stabil auf einem hohen Niveau. Erst bei diesen „Plateaubedingungen“ dürfen Wasserproben genommen werden.

Ab dem Zeitpunkt der Einspeisung wurde der Bach nicht mehr betreten, um Störfaktoren wie Sedimentaufwirbelungen auszuschließen. Nachdem die Einspeisung begonnen hatte, wurde gewartet, bis stabile Plateaubedingungen herrschten (ca. eine Stunde). Erst dann konnten die Proben entnommen werden.

Es wurde bei jeder markierten Stelle eine Wasserprobe entnommen und dabei auch gleich mit einer zweiten Sonde die Leitfähigkeit gemessen. Dazu wurde der Becher bei der

Entnahme zuerst dreimal mit Bachwasser ausgespült, dann die Probe in der Mitte des Baches entnommen, der Becher gut verschlossen und für die Filtration zum Bus transportiert.

Dieser Vorgang wurde beim Kothbergbach dreimal mit ansteigenden Konzentrationen wiederholt, um festzustellen, wieviel der Bach aufnehmen kann und ob sich Sättigungserscheinungen zeigen.

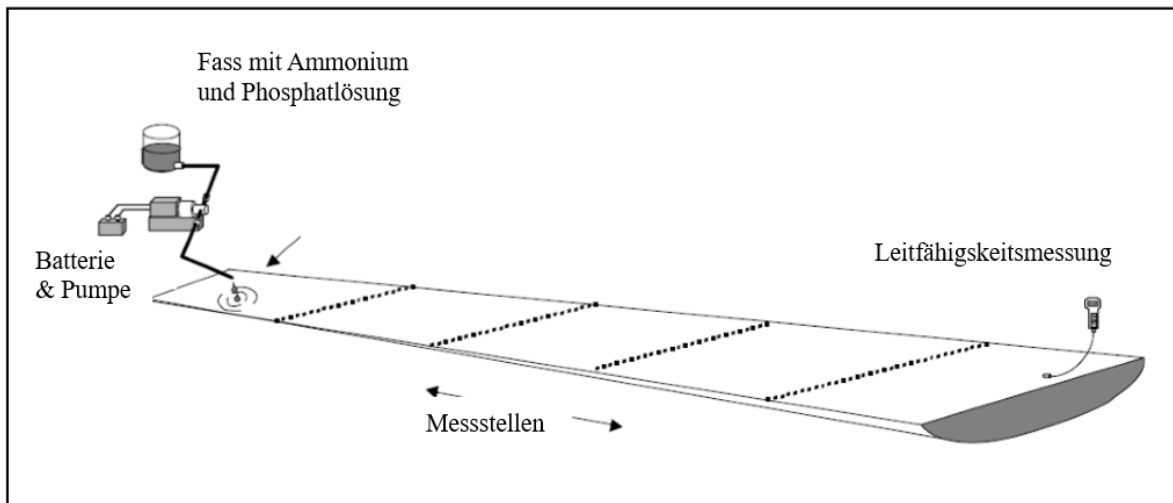


Abbildung 7: Methodenbeschreibung (Hauer et Lamberti, 2006)

Schlussfolgerung und Ergebnisse

Aus den Ergebnissen vom Gamingbach und Kothbergbach ist ersichtlich, dass die Bäche eine unterschiedliche Selbstreinigung aufweisen.

Ammonium wird im Gamingbach nur zu einem sehr geringen Prozentanteil aufgenommen, jedoch wird im Kothbergbach Ammonium zu zirka 80 % aufgenommen.

Bezüglich Phosphat zeigen sich die Nährstoffaufnahmen genau umgekehrt. Im Kothbergbach wird annähernd nichts, im Gamingbach werden jedoch zirka 80% aufgenommen.

Eine Einspeisung mit niedrigen Konzentrationen zeigt die Aufnahmekapazität an. Je länger die Bachstrecke für die Einspeisung ist, desto niedriger ist die Aufnahme an Nährstoffen im Bach. Daher ist für diesen Versuch die Lauflänge von 300 Meter ausreichend. Je höher die Konzentration der Nährstoffpulse gewählt wird, umso eher weist das Gewässer eine Sättigungserscheinung auf. Damit ist gemeint, dass Algen und Bakterien am Gewässerboden

die höheren Konzentrationen nicht mehr aufnehmen können. Die Ergebnisse zeigen, dass die beiden wenig belasteten Bäche sehr unterschiedliche Aufnahmekapazitäten aufweisen.



Abbildung 8: Beschriftung der Proben (Mayer R., 2015)



Abbildung 9: Kontrolle der Peristaltikpumpe (Mayer R., 2015)

1.3 Projekt CAMARO-D

Ziel von CAMARO "Cooperating towards Advanced Management ROutines for land use impacts on the water regime in the Danube river basin" (DaFNE-Projektnr. 101209) ist es, gemeinsam mit den Partnerländern des EU Donauraumes ein optimales Landnutzungsmanagement innerhalb von Flusseinzugsgebieten zum nachhaltigen Schutz der Wasserressourcen und dem Schutz vor Überflutungen in verbauten Gebieten und auf Wirtschaftsflächen zu erreichen. Innerhalb der nächsten zweieinhalb Jahre werden gemeinsam Strategieempfehlungen für Interessensvertreter und Entscheidungsträger zur politischen Umsetzung eines innovativen „Landnutzungs-Entwicklungsplanes“ auf Ebene von

Flusseinzugsgebieten im Donaauraum erarbeitet. Handlungsanleitungen für die praktische Umsetzung werden durch Seminare und Schulungen an die jeweiligen Adressaten vermittelt. Um auf vorhandenes Know-how aufbauen zu können und Ressourcen und Potentiale auf transnationaler Ebene zu nutzen, werden verschiedene Arbeitspakete umgesetzt. Von Österreichischer Seite nehmen neben dem Lead Partner (BMNT, Sektion Forst) die HBLFA Raumberg-Gumpenstein, sowie die Gemeinde Wien (MA31, Wiener Wasser) am Projekt teil (INTERREG-DANUBE, 2018). Der Projektbericht für CAMARO-D folgt Ende 2020.



CAMARO-D

Cooperating towards Advanced Management routines for land use impacts on the water regime in the Danube River Basin

Pilot Areas

D 2.1.2 Transnational map of pilot areas

Pilot action clusters

PA1: Groundwater resources
 PA2: Torrents, small rivers and their catchments
 PA3: Rivers and accumulation lakes

Pilot areas

- 1 Grundheiser field Styry
- 2 Catchment area Raab/Gnas
- 3 Upper Styrian Enns Valley
- 4 Catchment area of Vienna Water
- 5 Ljubljansko baje – Well field Best (mcc), Sika River (mcc)
- 6 Putha River basin
- 7 Black River hydrographic basin
- 8 Ochindolika hika
- 9 Kupa River catchment area
- 10 Reservoir Bimo watershed / Svatka River basin
- 11 Drinking water reservoir Krong
- 12 Conventwald
- 13 Catchments of Gruba and Grosnica reservoir
- 14 Catchment of the Garas and Bukulja reservoirs

Size of pilot area < 500 km²

Project Partners

- Federal Ministry of Sustainability and Tourism (A), LP
- Agricultural Research & Education Center Raumberg-Gumpenstein (A)
- Municipality of the City of Vienna, MA31 (A)
- University of Ljubljana (SLO)
- JAVNO PODJETJE KANALIZACIJA SNAGA d.o.o., Ljubjana, (SLO)
- Hermann Otto Institute (HU)
- National Forest Administration (RO)
- National Meteorological Administration (RO)
- Environmental Protection Agency Covasna (RO)
- Executive Forest Agency (BG)
- Croatian Geological Survey (HR)
- Czech Technical University Prague (CZ)
- Forest Research Institute Baden-Württemberg Germany (D)
- Jaroslav Cerny Institute for Development of Water Resources (SRB), IPA

Associated Partners

- Upper Austria Federal State, Forest Service (A), ASP
- Styrian Federal State Office Water Management, Resources and Sustainability (A), ASP
- Morava River Basin, state owned enterprise (CZ), ASP
- University of Agricultural Sciences and Veterinary medicine of Bucharest (RO), ASP
- Styrian League for Nature Protection (A), ASP
- Water Management System Covasna (RO), ASP
- Croatian Waters (HR), ASP
- Republic of Serbia, Ministry of Agriculture and Environmental Protection, Water Directorate (SRB), ASP
- Bavarian State Institute of Forestry (D), ASP

Risks

Erosion, floods, surface runoff, soil compaction & deterioration of soil quality, water pollution, invasive plant species, forest fire, unfavourable surface water and groundwater interaction, impairment of groundwater recharge and quantity, forest fires, drinking water shortage, cyanobacterial blooms and toxins in drinking water supply reservoirs, bark beetle infestation, spread of beaver populations with associated destabilisation of flood prevention dams

Main Objectives

Set the frame – steer and manage
 Improved land use management in Danube catchment areas taking into account the demands of water resources protection and flood prevention

Ensure positive impacts – harmonize and improve
 Protection of water resources against negative impacts of land use and climate change adaption

Bring it to life –accept and apply
 Coordination and harmonization of land use activities
 Trans-sector and transnational cooperation between stakeholders

Pilot Actions

Direct interventions: key studies, site management and monitoring, testing of tools
Indirect interventions: professional trainings, awareness activities

Transnational Results

Best Practice Manuals

CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3
Groundwater resources	Torrents, small rivers	Rivers, accumulation lakes
Groundwater protection through targeted silviculture	Tailored forest management in torrential watersheds	Adapted agriculture for optimal surface water and soil protection under climate change
Best practice restrictions for drinking water quality in agricultural land	Practical guide to spatial planning in catchments and river stretches	Conversion from arable land to grassland mitigating soil erosion
Mountain grassland management towards groundwater protection	Beaver management to protect flood prevention dams	Hydrotechnical measures mitigating flood risks & establishing of flood forecasting maps in torrential watersheds and along rivers
Hydropower plants and wastewater treatment	Control of invasive plant species	Awareness raising

- Catchment-based Land Use Development Plan (LUDP) & Declaration for Implementation
- Transnational Guidance for stakeholders and decision makers for function orientated land use management (GUIDR)
- Stakeholder toolkit
- Transnational DANUBE Region partnership platform

Imprint: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein
 Text: Renate Mayer, Kathrin Blanzano, Images: CAMARO-D
 Contact: HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Akquisition, Raumberg 38, 8952 Irdning, Austria, www.raumberg-gumpenstein.at
www.interreg-danube.eu/camaro-d

Abbildung 10: Poster Camaro-D (Mayer R., 2019)

1.4 Diplommaturaarbeit: Wirkung von Verschmutzung und Gewässergestalt auf die Wasser- und Sedimentqualität von Bächen

In der Diplomarbeit „Wirkung von Verschmutzung und Gewässergestalt auf die Wasser- und Sedimentqualität von Bächen“ wurde anhand von drei Fließgewässerabschnitten unterschiedlicher Größenordnung eine Bewertung des ökologischen und chemischen Zustandes durchgeführt, um festzustellen, ob die Ziele der Richtlinie eingehalten werden oder ob Maßnahmen zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes gemäß der Europäischen WRRL notwendig wären. Es wurden anschließend Vorschläge für das Management von belasteten Bächen ausgearbeitet.

Ziel ist es, Erkenntnisse über die Einflüsse der Landnutzung oder Schutzmaßnahmen auf die Fließgewässerqualität durch die Erfassung von Uferbewuchs, Beschattung, Zuleitungen,

Ausleitungen, Begradigungen, Querwerke, Stoffeinträge, Pufferzonen, Biodiversität sowie Sedimentqualität festzustellen. Der qualitative Zustand der Fließgewässer in der Gemeinde Irdning-Donnersbachtal ist von besonderem Interesse. Es wurden Managementempfehlungen für den nachhaltigen Gewässerschutz und die Einhaltung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie getroffen.

Dementsprechend ist eine Abstimmung mit der Raumordnung zu empfehlen, damit blaue und grüne Infrastruktur entsprechend erhalten und ausgeweitet wird.

Um die Ziele der EU WRRL für die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer zu erfüllen, wurden bereits viele Maßnahmen umgesetzt. Der Wissenstransfer und die Bewusstseinsbildung erfolgen über Best Practice Projekte wie z.B. das Interreg Projekt



Camaro-D für den Donauraum, an dem die HBLFA Raumberg-Gumpenstein mitwirkte. Die Weiterentwicklung zum Schutz unserer Gewässer ist für die Sicherung unserer Lebensgrundlagen von großer Bedeutung.

Abbildung 11: Beprobung im Hydrolab-Multiparametersonde (Eberhardt und Neuper, 2017)

Die Bäche wurden im Frühjahr und Sommer 2017 ökomorphologisch begutachtet. Zudem wurden Wasserproben entnommen und auf mögliche chemische Beeinträchtigungen untersucht. Mit einer Multiparametersonde der Marke Hydrolab und durch Untersuchungen im Wasserlabor an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bestimmten wir verschiedenste Invarianten wie z.B. Wassertemperatur, pH Wert, elektrische Leitfähigkeit, Nitrat, Ammonium. Die Anleitung für die Bestimmung und Methoden der chemischen Gewässerbeurteilung wurden vom Wassercluster Lunz, Dr. Gabriele Weigelhofer, sowie der Abteilung Umweltökologie /Wasserlabor zur Verfügung gestellt. Die Anweisungen für die ökomorphologische Gütebeurteilung wurde von DI Renate Mayer der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ausgehändigt. Untersucht wurden der Rainbachgraben, der Irdningbach und die Enns.

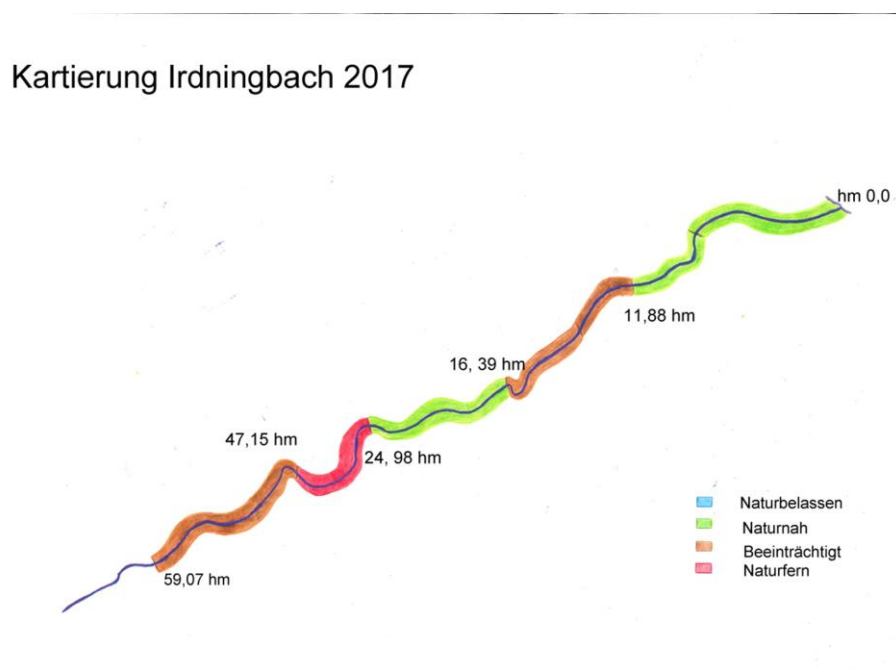


Abbildung 12: Beispiel einer Kartierung, Irdningbach 2017 (Eberhardt und Neuper, 2018)

Wirkung von Verschmutzung und Gewässergestalt auf die Wasser- und Sedimentqualität von Bächen

Anja Eberhardt, Clemens Neuper, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Ausgangslage

Naturbelassene Fließgewässer besitzen eine hohe Selbstreinigungskraft. Durch anthropogene Einflüsse verändert sich die Wasserqualität. Verbaute und unverbaute Bäche werden auf ihre chemische und ökomorphologische Güte untersucht.

Methoden

- Ökomorphologische Gewässerkartierung
- **Hydrolab TS 5 – Multiparametersonde** wird direkt im Fließgewässer eingesetzt
- **Probenentnahme mittels Flaschen**, Auswertung im Wasserlabor an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (u.a. pH-Wert, Leitfähigkeit, Ammonium, Phosphat, Nitrat, Kationen, Anionen, Hydrogenkarbonat)

Ergebnisse

- **Rainbachgraben:** Im Oberlauf ein eher naturbelassenes Fließgewässer mit geringen Bachveränderungen und Stoffeinträgen, im Unterlauf Einflüsse durch den Siedlungsraum und Schutzverbauten. Die Messungen ergaben keine signifikanten chemischen Belastungen.
- **Irdningbach:** unterschiedliche Gewässergüte 1-4, chemische Belastungen nach der Kläranlage Irdning
- **Enns:** Guter Gewässerzustand (EU-WRRL)



1.5 Projekt Blooming Riverbanks

Das Projekt „Blooming Riverbanks“ wurde 2019 initiiert und soll die bereits erreichten Erfolge aus den bisherigen Projekten fortsetzen. Durch invasive Neophyten, fehlende oder unregelmäßige Gewässerrandstreifen werden Gewässer unzureichend beschattet, die Wassertemperatur erhöht sich und bringt das natürliche Gefüge aus dem Gleichgewicht. Gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie befinden sich derzeit etwa 60% der österreichischen Gewässer nicht in gutem Zustand. Ziel ist es den Lebensraum „Fließgewässer“ und die Gewässergüte im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie aufzuwerten.

Im Rahmen von bewusstseinsbildenden Maßnahmen zu den Themen Gewässerschutz, Blühstreifen, Mähzeitpunkte, nachhaltige Flächenbewirtschaftung und Grünrandstreifenmanagement und Pflegemaßnahmen inkl. Neophytenmanagement entlang der Wassergräben werden gemeinsam mit Landbesitzern, -nutzern, -pächtern und unter Einbindung der Öffentlichkeit die betroffenen Bereiche aufgewertet. Diese Maßnahmen und Aktionen werden zusätzlich vom Personal und den Schülerinnen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, durch Integration in den Regelunterricht, Verfassen von Diplommaturaarbeiten und Forschungspraktika (u.a. in Kooperation mit dem Wassercluster Lunz) umgesetzt.



Abbildung 14: Die Enns (Mayer R., 2019)

Anhang

Bibliographie

Arango CP et al (2007) Benthic organic carbon influences denitrification in streams with high nitrate concentration *Freshwater Biol.* 52, 1210–1222.

Baker A, RG Spencer (2004) Characterization of dissolved organic matter from source to sea using fluorescence and absorbance spectroscopy. *Sci. Total Environ.* 333, 217-232.

Baker DW, Bledsoe BP, Mueller Price J, 2012. Stream nitrate uptake and transient storage over a gradient of geomorphic complexity, north-central Colorado, USA. *Hydrol. Process.* 26, 3241-3252.

Battin TJ et al., 2009. The boundless carbon cycle. *Nature Geoscience* 2, 598-600.

Beare MH et al 1990. A substrate-induced respiration (sir) method for measurement of fungal and bacterial biomass on plant residues. *Soil Biol. Biochem.* 22, 585–594.

Beaulieu JJ, Arango CP, Tank JL, 2009. The effects of season and agriculture on nitrous oxide production in headwater streams. *J. Environ. Qual.* 38, 637–646.

Beaulieu JJ et al, 2011. Nitrous oxide emission from denitrification in stream and river networks. *PNAS* 108, 1214–

Bernot MJ, Dodds WK, 2005. Nitrogen retention, removal and saturation in lotic ecosystems. *Ecosystems* 8, 442-453.

Bernot MJ et al 2006. Nutrient uptake in streams draining agricultural catchments of the midwestern United States. *Freshw. Biol.* 51, 499-509.

Bukaveckas PA (2007) Effects of channel restoration on water velocity, transient storage, and nutrient uptake in a channelized stream. *Environ. Sci. Technol.* 41, 1570-1576.

Burns A & DS Ryder (2001) Response of bacterial extracellular enzymes to inundation of floodplain sediments. *Freshwater Biol* 46, 1299-1307

Cole JJ & Caraco NF, 2001. Emissions of nitrous oxide (N₂O) from a tidal, freshwater river, the Hudson River, New York. *Environ. Sci. Technol.* 35, 991-996.

Dodds WK et al (2002) N uptake as a function of concentration in streams. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 21, 206-220.

Earl SR, Valett HM, Webster JR (2006) Nitrogen saturation in stream ecosystems. *Ecology* 87, 3140-3151.

Gessner, MO, Newell, SY (2002) Biomass, growth rate, and production of filamentous fungi in plant litter. In: Hurst, CJ et al (Eds.) *Manual of Environmental Microbiology*, 2nd ed., ASM Press, Washington, USA, 390–408

Gordon LJ, Peterson GD, Bennett EM, 2008. Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises. *Trends Ecol. Evol.* 23, 211-219.

Harrison MD et al., 2012. Microbial biomass and activity in geomorphic features in forested and urban restored and degraded streams. *Ecol. Eng.* 38, 1– 10.

Herbst M et al., 2011. Interpreting the variations in atmospheric methane fluxes observed above a restored wetland. *Agri. Forest Meteor.* 151, 841–853.

Hoppe H-G (1993) Use of fluorogenic model substrates for extracellular enzyme activity (EEA) measurement of bacteria. In: Kemp, PF, Sherr, BF, Sherr, EB (Eds.) *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, 423–431.

Hoppe H-G, Sang-Jin K, K Gocke (1988) Microbial decomposition in aquatic environments: Combined process of extracellular enzyme activity and substrate uptake. *Appl Environ Microbiol* 784-790.

Hruska F (2012) Ausgasung von Methan einer Au am Beispiel der Lobau. Fachbereichsarbeit am BRG 10, prämiert mit dem Dr Hans Riegel-Fachpreis. 36 S.

INTERREG III A Projekt Seenlandwirtschaft: Landwirtschaft und Gewässerschutz in Grünlandregionen des bayerisch-österreichischen Alpenvorlandes (www.seenlandwirtschaft.net)

INTERREG IV A Projekt Gewässerzukunft: Verringerung von Nährstoffeinträgen in Oberflächengewässer in der Kulturlandschaft des bayerisch-österreichischen Alpenvorlandes

Jackson CR, Tyler HL, Millar JJ (2013) Determination of microbial extracellular enzyme activity in waters, soils, and sediments using high throughput microplate assays. *J. Vis. Exp.* (80), doi:10.3791/50399.

Johnson LT, Tank JL, Aarango CP (2009) The effect of land use on dissolved organic carbon and nitrogen uptake in streams. *Freshwater Biol* 54, 2335–2350

Jones SE, Lock MA (1993) Seasonal determinations of extra-cellular hydrolytic activities in heterotrophic and mixed heterotrophic/autotrophic biofilms from two contrasting rivers. *Hydrobiol* 257:1–16

Koh H-S, Ochs CA & Yu K (2009) Hydrologic gradient and vegetation controls on CH₄ and CO₂ fluxes in a spring-fed forested wetland. *Hydrobiologia* 630, 271–286.

Laursen AE & Seitzinger SP (2004) Diurnal patterns of denitrification, oxygen consumption and nitrous oxide production in rivers measured at the whole-reach scale. *Freshwat. Biol.* 49, 1448–1458.

Liikanen A et al (2003) Greenhouse gas dynamics in boreal, littoral sediments under raised CO₂ and nitrogen supply. *Freshwater Biol* 48: 500-511.

Lorenz R & Popescu C (2013) Auswirkungen von sauerstoffreichem Oberflächenwasser auf die Phosphor- und Kohlenstoffdynamik im Sediment der Unteren Lobau – Laborversuch mittels unterschiedlicher Inkubationen (anoxisch/oxisch) von zwei Sedimenttypen. Dipl. an der HBLVA für chem Industrie, Wien, 96 S.

Lutz BD et al (2012) Distinguishing dynamics of dissolved organic matter components in a forested stream using kinetic enrichments. *Limnol. Oceanogr* 57, 76–89

Mayer PM et al (2010) Nitrogen Dynamics at the Groundwater–Surface Water Interface of a Degraded Urban Stream. *J. Environ. Qual.* 39: 810–823.

Mayer, R. et al (2015) BE-NATUR Broschüre "Am Land" -Didaktische Broschüre mit Schwerpunkt Naturschutz, Landnutzung, Lebensräume und Artenvielfalt im Europaschutzgebiet Ennsaltarme bei Niederstuttern

Mayer R. et al (2019) Projektbericht CAMARO-D

Peterson BJ et al (2001) Control of nitrogen export from watersheds by headwater lotic ecosystems. *Science* 292, 86–90.

Rier ST, KA Kuehn, SN Francoeur (2007) Algal regulation of extracellular enzyme activity in stream microbial communities associated with inert substrata and detritus. *J North American Benthol Soc.* 26, 439-449.

Roberts BJ, Mulholland PJ, Houser JN (2007) Effects of upland disturbance and instream restoration on hydrodynamics and ammonium uptake in headwater streams. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 26, 38-53.

Romani AM, Sabater S (2000) Influence of Algal Biomass on Extracellular Enzyme Activity in River Biofilms. *Microb Ecol* 41, 16–24

Runkel RL, Bencala KE (1995) Transport of reacting solutes in rivers and streams, in: Singh, V.P. (Ed.) *Environmental Hydrology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 137-164.

Runkel RL (1998) One dimensional transport with inflow and storage (OTIS): a solute transport model for streams and rivers. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigation Report 98-4018.

Seitzinger SP & Kroeze C (1998) Global distribution of nitrous oxide production and N inputs in freshwater and coastal marine ecosystems. *Global Biogeochemical Cycles* 12, 93-113.

Sinsabaugh RL, Foreman C (2001) Activity profiles of bacterioplankton in a eutrophic river. *Freshwat Biol* 46, 1239-

Smith MS, Tiedje JM (1979) Phases of denitrification following oxygen depletion in soil. *Soil Biol Biochem* 11, 261- 267.

Stadmark J, Seifert A-G, & Leonardson L (2009) Transforming meadows into free surface water wetlands: Impact of increased nitrate and carbon loading on greenhouse gas production. *Atm Environ* 43, 1182–1188.

Stanley EH et al (2012) Contemporary changes in dissolved organic carbon (DOC) in human-dominated rivers: is there a role for DOC management? *Freshwat Biol* 57, 26–42.

Stream Solute Workshop (1990) Concepts and methods for assessing solute dynamics in stream ecosystems. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 9, 95-119.

Stow CA et al. (2005) N₂O Emissions from streams in the Neuse River Watershed, North Carolina. *Environ. Sci. Technol.* 39, 6999-7004.

Suberkropp K et al (2010) Ecosystem and physiological scales of microbial responses to nutrients in a detritus-based stream: Results of a 5-year continuous enrichment. *Limnol. Oceanogr.* 55, 149–160

Tank JL et al. (2010) A review of allochthonous organic matter dynamics and metabolism in streams. *J. North Am. Benthol. Soc.* 29, 118–146.

Teodoru CR et al. (2009) Patterns in pCO₂ in boreal streams and rivers of northern Quebec, Canada. *Global Biogeochemical Cycles* 23, GB2012, doi:10.1029/2008GB003404

Ullah S & Zinati GM (2006) Denitrification and nitrous oxide emissions from riparian forests soils exposed to prolonged nitrogen runoff. *Biogeochemistry* 81:253–267.

Weigelhofer G et al (2012) Effects of riparian forest buffers on in-stream nutrient retention in agricultural catchments. *J. Environ. Qual.* 41, 373-379.

Weigelhofer G, Welti N, & Hein T (2013) Limitations of stream restoration for nitrogen retention in agricultural headwater streams. *Ecol. Eng.* 60, 224-234.

Weigelhofer G (2017) Limitations of stream restoration for nitrogen retention in agricultural headwater streams. *Ecol. Eng.* 60, 224-234.

Weblinks

Weigelhofer, Gabriele: „Powerstreams, Die Selbstreinigungskraft von Fließgewässern unter dem Druck zunehmender Nährstoffbelastung“ unter:
[https://www.sparklingscience.at/de/projects/show.html?--typo3_neos_nodetypes-page\[id\]=740](https://www.sparklingscience.at/de/projects/show.html?--typo3_neos_nodetypes-page[id]=740) (abgerufen am 10.08.2020)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Analyse der entnommenen Proben (Mayer R., 2015)	10
Abbildung 2: Schüler untersuchen die Proben im Labor (Mayer R., 2015)	10
Abbildung 3: Schüler und Schüler arbeiten im Gelände (Mayer R., 2015)	10
Abbildung 4: Luns am See mit Wassercluster, Google Maps (Gruber und Hiersche, 2015)	11
Abbildung 5: Probestellen am Kothberg- und Gamingbach, Google Maps (Gruber und Hiersche, 2015)	12
Abbildung 6: Die Einspeisung wurde mit einer Peristaltikpumpe durchgeführt (Weigelhofer G., 2015)	13
Abbildung 7: Methodenbeschreibung (Hauer et Lamberti, 2006)	14
Abbildung 8: Beschriftung der Proben (Mayer R., 2015)	15
Abbildung 9: Kontrolle der Peristaltikpumpe (Mayer R., 2015)	15
Abbildung 10: Poster Camaro-D (Mayer R., 2019)	16
Abbildung 11: Beprobung im Hydrolab-Multiparametersonde (Eberhardt und Neuper, 2017)	18
Abbildung 12: Beispiel einer Kartierung, Irdningbach 2017 (Eberhardt und Neuper, 2018)	18
Abbildung 13: Poster Diplomarbeit (Eberhardt und Neuper, 2017)	19
Abbildung 14: Die Enns (Mayer R., 2019)	21

Abkürzungen

Abk.	Abkürzung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
Art.	Artikel
usw.	und so weiter

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at