



**QR code**

*Station 4*

**Der Bach als Spiegel der Landschaft**  
*The Stream as a Mirror of the Landscape*

**Inhalte/Content**

Veröffentlichungen vom / Publications by WasserCluster Lunz .....	1
Beispiele der Forschung am WasserCluster Lunz zur Rolle von Bächen in den Printmedien .....	1
Saubere und überlastete Bäche im Vergleich .....	1
Schmutziges Wasser: Alles, was mit dem Strom schwimmt .....	2
Der Bach, ein Superorganismus .....	3
Figures in English .....	6

## Veröffentlichungen vom / Publications by WasserCluster Lunz

CO<sub>2</sub> evasion from a steep, high gradient stream network: importance of seasonal and diurnal variation in aquatic pCO<sub>2</sub> and gas transfer

<https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/lno.10339>

## Beispiele der Forschung am WasserCluster Lunz zur Rolle von Bächen in den Printmedien

### Saubere und überlastete Bäche im Vergleich

**Sparkling Science. Jugendliche aus Niederösterreich und der Steiermark schütten Nährstoffe in Bäche und messen, wie viele davon aufgenommen werden. Das gibt Auskunft über die Selbstreinigungskraft von Gewässern.**

Dass Jugendliche kühle Bäche gern zum Baden nutzen, sah man im heißen Sommer oft. Doch auch forschen kann man an Bächen. In einem Sparkling-Science-Projekt des Wasser-Clusters Lunz, finanziert vom Wissenschaftsministerium, wird untersucht, wie viele Nährstoffe, aber auch Stoffe aus Verschmutzungen ein Bach aufnehmen kann – in Abhängigkeit von der Landnutzung rundherum.

Mit Schülern aus Niederösterreich und der Steiermark vergleichen die Forscher Gewässer aus drei unterschiedlich belasteten Gegenden: Am wenigsten verunreinigt und von Landwirtschaft beeinflusst sind die Gewässer in der Gegend um Lunz. Einen mittleren Status haben Bäche bei Wieselburg im Mostviertel. Und am stärksten belastet sind Fließgewässer im Weinviertel durch Ackerbau und Düngung. „Auch weil es eine trockene Gegend ist: Die wenigen Gewässer bekommen verhältnismäßig mehr Nährstoffe ab“, erklärt Projektleiterin Gabriele Weigelhofer. Im Feldversuch geben die Schüler künstlich gelösten Stickstoff, Ammonium, und Phosphate, wie sie im Dünger vorkommen, ins Wasser und messen, welcher Anteil dieser zusätzlichen Nährstoffe nach ein paar hundert Metern noch im Wasser zu finden ist.

Je weniger im Wasser schwebt, umso mehr konnte im Sediment, von Mikroorganismen und von den Algen aufgenommen werden: Die Selbstreinigungskraft des Baches ist also hoch. Aber wenn nach 200 Metern Wasserlauf noch alles an Nährstoffen im Wasser messbar ist, dann ist der Bach an seinen Grenzen, kann nichts mehr aufnehmen. Zusätzliche Nährstoffe werden also in untere Läufe gespült und kommen im Endeffekt ins Meer, wo sie Algenblüten und andere Probleme verursachen. „Anscheinend sind Mikroorganismen in mittelmäßig stark belasteten Bächen gut angepasst und können mehr Nährstoffe herausfiltern als die sauberen Lunzer Bäche, die Belastungen nicht gewöhnt sind“, sagt Weigelhofer. Wie viele Nährstoffe die Bachsedimente genau aufnehmen, testen die Schüler im Lunzer Labor im Rahmen ihrer vorwissenschaftlichen Maturaarbeiten. „Und wir messen die Produktion der Treibhausgase Methan und Lachgas: Dieses Problem wurde erst vor Kurzem erkannt. Je stärker ein Bach belastet ist, umso mehr Treibhausgase scheint er abzugeben.“

("Die Presse", Print-Ausgabe, 12.09.2015)

## Schmutziges Wasser: Alles, was mit dem Strom schwimmt

### **Forscher untersuchen kleinste Verunreinigungen und Auswirkungen großer Düngermengen aus der Landwirtschaft**

"Gülle ist eine große Party für Bakterien", sagt die Wasserforscherin Gabriele Weigelhofer.

Intakte und saubere Gewässer gelten als eine der wichtigsten Ressourcen der Alpenregion – gerade angesichts der Veränderungen durch den Klimawandel. Zu ihrer bestmöglichen Nutzung und Erhaltung gehört, den menschlichen Einfluss auf die Gewässer und ihre – erwünschten oder nicht erwünschten – Inhaltsstoffe so gut wie möglich zu verstehen.

Eine wichtige Rolle spielt der Agrarbereich. In Gewässern lösen sich große Mengen an organischen Materialien, die zum Teil aus der Landwirtschaft stammen; Materialien, die schwere Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht der Gewässer haben können – bis hin zu ihrem Umkippen, also extremer Artenarmut durch Sauerstoffmangel.

Gabriele Weigelhofer vom Wassercluster Lunz – die Forschungseinrichtung wird von Uni Wien, Donau-Uni Krems und der Wiener Boku betrieben – ist mit Kollegen dabei, Zusammenhänge zwischen landwirtschaftlicher Nutzung und Gewässerzustand genauer zu ergründen. Die Forschung ist im Projekt Orca (Organic carbon cycling in streams) organisiert, in dem der Wassercluster Lunz mit dem Bundesamt für Wasserwirtschaft und der Donau-Uni Krems kooperiert und das vom Land Niederösterreich über die Förderagentur NFB unterstützt wird.

Dass sich organisches Material in Gewässern löst, ist ein vollkommen natürlicher Vorgang. "Es ist wie ein Teebeutel im kochenden Wasser", veranschaulicht Weigelhofer. Abgestorbene Pflanzen und tote Tiere werden von Regen oder in den Gewässern selbst ausgespült und hinterlassen kleinste Partikel im Wasser: "Die Stoffe sind sehr vielfältig – von Traubenzucker über Aminosäuren bis zu sehr komplexen Molekülen wie pflanzlichen Gerbstoffen", erklärt die Gewässerökologin.

Diese organischen Kohlenstoffe sind Nahrung für Bakterien im Wasser und Teil des Kohlenstoffkreislaufs. Ein Überangebot des gelösten Materials lässt allerdings die Bakterien im Wasser gedeihen und den Sauerstoffgehalt sinken. Heiße Sommer, die sich durch den Klimawandel häufen, verschärfen das Problem. Kippt das Gewässer, verschwinden zuerst Forellen und andere Fische. "Schlammröhrenwürmer und gewisse Insektenlarven können auch im sauerstoffarmen Umfeld überleben. Sinkt der Gehalt weiter, bleiben irgendwann nur Bakterien im Wasser zurück", erklärt Weigelhofer. "In stark verschmutzten Gewässern können zudem Treibhausgase wie Methan oder Lachgas entstehen."

In der Landwirtschaft fallen viele Formen organischen Materials an, das Einfluss auf die Gewässer haben kann. Eines bereitet Weigelhofer besondere Sorgen: "Ich beobachte, dass in den letzten Jahren immer mehr Gülle ausgebracht wird." Statt ein bis zwei Mal pro Jahr, wie früher üblich, würden die Felder bis zu fünfmal pro Jahr mit diesem "puren organischen Material" versetzt.

"Auf Äckern bleibt eher schwer abbaubares Material zurück. Gülle ist im Gegensatz dazu eine große Party für die Bakterien", sagt die Forscherin. Der Effizienzdruck in der Lebensmittelproduktion lässt die Bauern öfter ihre Wiesen mähen und entsprechend häufiger düngen.

Weigelhofer plädiert für eine nachhaltigere Bewirtschaftung, ein verträgliches Ausmaß an Gülle-Ausbringung und Pufferstreifen entlang der Bäche: "Etwas Abstand und ein kleiner Aubereich halten viele der Substanzen zurück und helfen dem Gewässer bei der Aktivierung der Selbstreinigungskräfte."

Während Weigelhofer mit einer Vielzahl an Experimenten Eintrag und Auswirkungen des omnipräsenten organischen Materials in Gewässern untersucht, werden an anderer Stelle Instrumentarien entwickelt, die sehr spezifische und nur in geringen Dosen vorhandene Verunreinigungen nachweisen können. Philipp Fruhmann vom Forschungsunternehmen CEST (Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie) optimiert mit Kollegen und dem Wassercluster Lunz als Partner im Rahmen eines ebenfalls vom Land Niederösterreich geförderten Projekts sogenannte ionenselektive Elektroden für die Wasseranalyse.

Die Sensoren bestehen aus einer Membran, die "wie durch ein Schlüsselloch" nur bestimmte Moleküle durchdiffundieren lässt und eine messbare Potenzialdifferenz erzeugt. Auf diese Art sind im Moment Konzentrationen von einem Milligramm pro Liter nachweisbar. Die Forscher wollen die Genauigkeit um den Faktor 1000 erhöhen.

Fruhmann und Kollegen konzentrieren sich auf Moleküle wie Koffein oder Paracetamol, die in vielen Gewässern – auch in der Donau – nachweisbar sind. "Die Substanzen sind in einem so geringen Ausmaß vorhanden, dass sie nicht ins Gewicht fallen, wenn man einen Liter Wasser trinkt", sagt der Forscher. "Die offene Frage ist, wie es sich langfristig auswirkt, wenn sie sich über Jahrzehnte im Körper anreichern."

Geringe Konzentrationen, etwa von Pharmazeutika, sollen sehr schnell und ohne teure Laborausrüstung nachweisbar werden. Die Technologie könnte sogar zu einer Heimanwendung werden, glaubt Fruhmann. "In fernerer Zukunft könnte man die Sensorik mit einem Smartphone koppeln und die Inhaltsstoffe des Fruchtsafts zu Hause überprüfen."

(Alois Pumhösel, DER STANDARD, Printausgabe, 10.9.2017)

## Der Bach, ein Superorganismus

**Fließgewässer geben jährlich mehr als eine Gigatonne Kohlendioxid ab - Das ist weit mehr, als bisher vermutet wurde.**

Flächenmäßig gesehen, machen Bäche und Flüsse nicht viel her: Sie nehmen gerade einmal ein Prozent der Erdoberfläche ein - kein Vergleich zu Wäldern oder Meeren, auf denen diverse Hoffnungen ruhen, den Klimawandel vielleicht mildern zu können. Doch auf die Ausdehnung allein kommt es nicht unbedingt an: Wie Limnologen an der Universität Wien und am Wasser-Cluster Lunz herausgefunden haben, sind die Fließgewässer in Bezug auf Kohlenstoff viel aktiver, als man ihnen bislang zugetraut hat.

Tom Battin, Leiter des Departments für Limnologie der Universität Wien, und seine Mitarbeiter Katharina Besemer, Christina Fasching, Gabriel Singer und Linda Wilhelm beschäftigen sich im Rahmen des Start-Programms "Architektur von Kohlenstoffflüssen in Bächen und Flüssen" damit, welche Rolle die Binnengewässer für den Kohlenstoffkreislauf spielen.

Wie sich erst in den letzten zwei, drei Jahren unter Beteiligung von Battin herausgestellt hat, geben diese trotz ihrer geringen sichtbaren Oberfläche weltweit pro Jahr mehr als eine Gigatonne Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid an die Atmosphäre ab. Das ist enorm, wenn man bedenkt, dass durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe circa neun Gigatonnen Kohlenstoff jährlich freigesetzt werden.

Das CO<sub>2</sub> entsteht, wenn organischer Kohlenstoff, also organisches Material, von Mikroorganismen veratmet wird. Die hohe Ausgasung von Kohlendioxid zeigt, dass in den Fließgewässern organischer Kohlenstoff, der weitgehend aus den Böden des Einzugsgebiets stammt, eifrig zersetzt wird, obwohl man bisher davon ausging, dass sie diesbezüglich kaum etwas tun. Wie Battin es ausdrückt: "Bisher hat man Bäche und Flüsse als ‚Pipelines‘ betrachtet, die den Kohlenstoff einfach von den Kontinenten in die Meere leiten."

Die Frage, der Battins Forschungsgruppe nun nachgeht, ist, wie es die Fließgewässer schaffen, in relativ kurzer Zeit - von wenigen Tagen bis maximal Monaten - organischen Kohlenstoff abzubauen, der teilweise seit Jahrhunderten "unbehelligt" in den Böden gelagert war. Prinzipiell bedarf es dafür einer großen reaktiven Oberfläche, die die Fließgewässer mit ihrer geringen räumlichen Ausdehnung nicht zu haben scheinen. Ihr mitunter tiefer Schotterkörper jedoch kann ein Vielfaches der sichtbaren Oberfläche des Gewässerbetts ausmachen.

Die Mikroorganismen, die den Kohlenstoff umsetzen, bilden dünne Überzüge - sogenannte Biofilme - auf den Steinen oder fadenförmige Aggregate, die in den Wasserkörper hinausragen - das ergibt eine enorme Oberfläche, an der totes organisches Material abgebaut werden kann.

Den Mikroorganismen und dem organischen Kohlenstoff in Bächen und Flüssen gilt das Hauptaugenmerk von Battins Gruppe: Zuerst einmal wird die Zusammensetzung der jeweiligen Artengemeinschaft in verschiedenen Gewässerabschnitten und bei unterschiedlichen Lebensbedingungen untersucht.

Das klingt leichter, als es ist. Da viele Bäche in alpinen Regionen aus Gletschern stammen (und deren Schmelze die Gewässer beeinflussen kann), haben die Forscher sechs Wochen lang 30 heimische Gletscher "beprobte". In der Praxis heißt das nicht nur, Wasserproben aus dem Abfluss des Gletschers zu ziehen, sondern auch jedes Mal rund 20 Kilo Eis zur nächsten Hütte zu schaffen, wo es geschmolzen und filtriert werden kann, um den Kohlenstoff und die Mikroorganismen daraus zu gewinnen.

Um festzustellen, ob dieser Kohlenstoff aus dem Eis von Mikroorganismen überhaupt abgebaut werden kann, wird das Eiswasser mit Mikroben aus dem Gletscherbach beimpft - und dann wochenlang unter anderem auf seinen Kohlenstoffgehalt gemessen, denn "wenn der Kohlenstoff in Bächen und Flüssen nicht bioverfügbar ist, gelangt er wahrscheinlich ins Meer", wie Battin erklärt. In Zusammenarbeit mit Physikern des Vienna Environmental Research Accelerator der Universität Wien soll außerdem geklärt werden, wie alt der betreffende Kohlenstoff ist, und mithilfe der Universität Oldenburg, die über ein ultrahochauflösendes Massenspektrometer verfügt, soll seine genaue Zusammensetzung erfasst werden.

Die DNA und RNA der Mikroorganismen selbst, aus dem Eis und in den Biofilmen der Gletscherbäche, werden mittels modernster molekularbiologischer Methoden sequenziert. Die Idee dahinter ist, zu klären, ob die mikrobiellen Gemeinschaften an die extremen Bedingungen in diesen Ökosystemen angepasst sind und hier die Kohlenstoffflüsse regulieren.

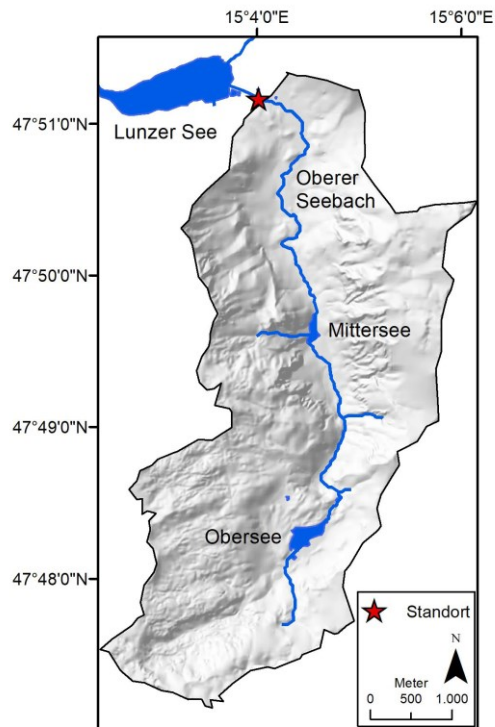
Das ist jedoch erst der Anfang. Letztendlich geht es darum, die Verhältnisse in Fließgewässern so realistisch wie möglich zu beschreiben, und das bedeutet, sie als Netzwerke zu sehen, in denen die Einmündung jedes Seitenarmes eine Rolle spielt. Dazu genügt es nicht, wie Gabriel Singer ausführt, "20 bis 100 Meter eines Baches zu vermessen und dann auf die ganze Strecke hochzurechnen" - wie das bisher üblich war.

Deshalb hat Battins Gruppe in Lunz am See (NÖ) im Einzugsbereich der Ybbs 118 Probenstellen errichtet, an denen Kohlenstoff und Mikroorganismen untersucht werden. "So ein Netzwerk entspricht einem Superorganismus", sagt Battin, "Änderungen am Oberlauf können sich viel weiter unten auswirken."

In Zusammenarbeit mit theoretischen Physikern und Hydrologen aus Lausanne und Glasgow sollen hierzu Modelle entstehen, die die Simulation von Effekten in solchen Netzwerken erlauben.

(Susanne Strnadl/DER STANDARD, Printausgabe, 13.04.2011)

## Figures in English



**Figure 1:** The catchment of Upper Seebach. (in gray)



**Figure 2:** Gravel bar in the Upper Seebach with probes for water level and temperature (circled in blue).  
The data collected here are used for computer simulations of the carbon cycle.