



Dünger fürs Klima?

# Forschung im Mündungs- delta der Donau

Unser Boot arbeitet sich auf den ockerfarbenen Wassermassen stromaufwärts. Vorbei an imposanten Containerschiffen und meterbreiten Schilfteppichen. Am entfernten Ufer lauern Grau- und Silberreiher reglos auf Beute. ETH-Doktorandin Marie-Sophie Maier und ich sind mit dem rumänischen Wissenschaftler Cristian Teodoru, genannt Teo, im Unterlauf der Donau unterwegs. Unter Leitung von Bernhard Wehrli, Professor für Gewässerchemie an der ETH, untersuchen wir ein Jahr lang die biogeochemischen Prozesse im Donaudelta, Europas grösstem natürlichem Feuchtgebiet.

## **Vom Schwarzwald zum Schwarzen Meer**

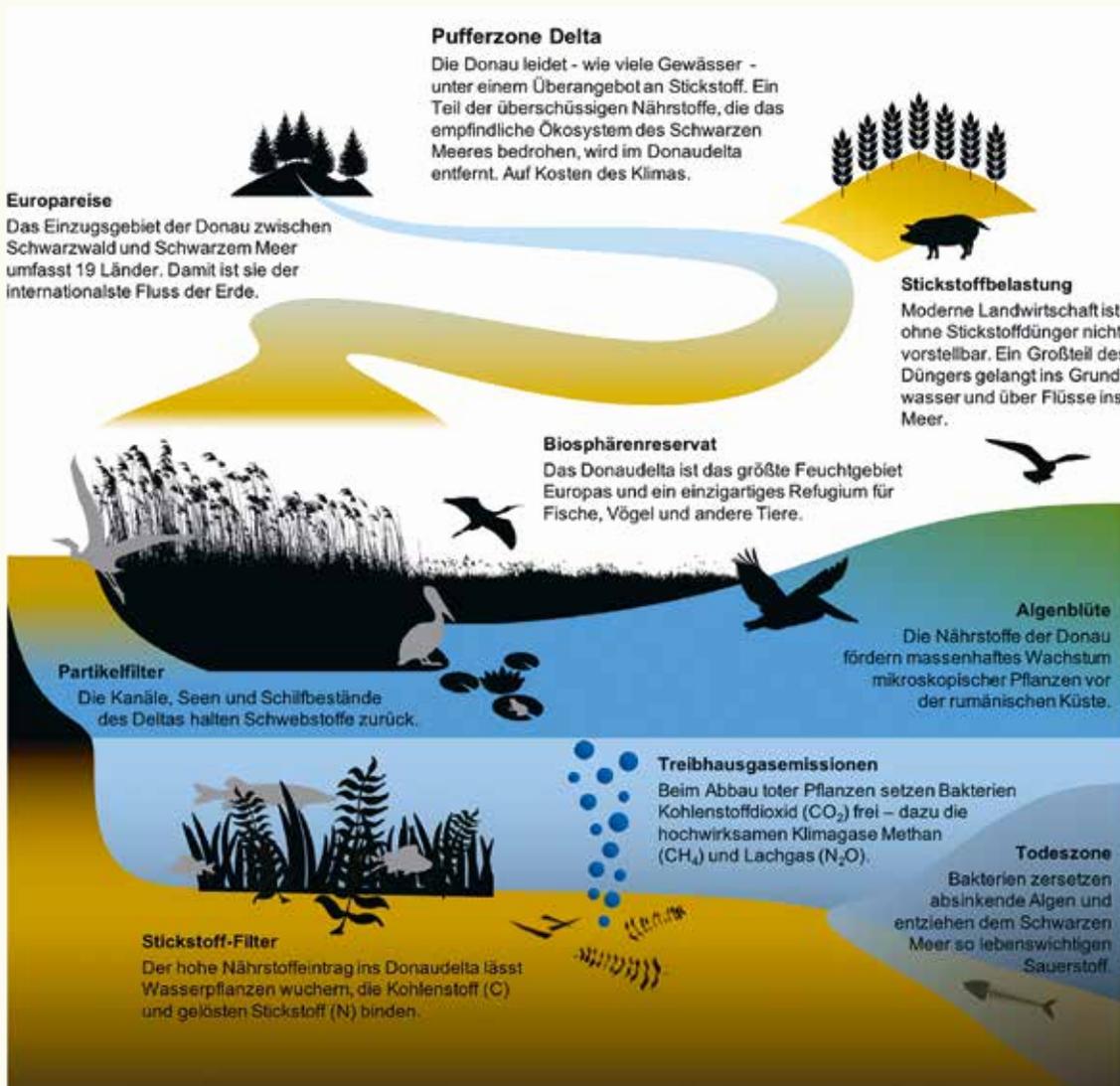
Von der Quelle zur Mündung fliesst die Donau auf etwa 3 000 Kilometern durch zehn Länder und sammelt dabei Wasser aus neun weiteren. Man könnte sagen: Dieser Fluss ist überzeugter Europäer. Auf den letzten hundert Kilometern, im Osten Rumäniens, fächert sich die Donau in ein dreiarziges Delta auf, das von Sumpf- und Schwemmland geprägt ist. Zwischen den Hauptarmen erstreckt sich ein Labyrinth aus mächtigen Schilfbeständen, Kanälen und Seen – auf einer Fläche 66 Mal so gross wie der heimische Zürichsee. Pro Sekunde passieren 7 000 Kubikmeter Wasser das Donaudelta, ein kompletter Zürichsee alle sechs Tage. Das UNESCO Biosphärenreservat agiert dabei als riesiger Filter für die Wasser der Donau auf dem Weg ins Schwarze Meer.

## **Kann ein riesiger natürlicher Wasserfilter die Antwort sein...**

Wir ankern in einem schmalen, schilfgesäumten Kanal. Teichrosen blühen leuchtend gelb; lautlos werbende Frösche ringsherum; Storchklappern. Einsatz der Secchi-Scheibe zur Bestimmung der Trübung: Marie lässt den weissen Teller langsam herab, bis dessen Silhouette mit dem teefarbenen Wasser verschmilzt. Abseits der schnellfliessenden Hauptarme

Umweltwissenschaftler der ETH Zürich und des Wasserforschungsinstitutes Eawag studieren an der rumänischen Schwarzmeerküste die Rolle des Donaudeltas als Nährstoff-Filter und Quelle für Treibhausgase.

Texte, Bilder (ausser Porträts) und Grafik: Tim Kalvelage



DOSSIER

können sich Schwebstoffe absetzen. Auch im Wasser gelöste Nährstoffe werden in den flachen, verkrauteten Bereichen des Donaudeltas entfernt. Um beantworten zu können, wie effizient dieser Filtermechanismus arbeitet, fixieren wir Wasserproben zur späteren Analyse von Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt in den Laboren der Eawag.

**...auf eines der grössten Umweltprobleme?**

Eutrophierung, das Überangebot von Nährstoffen in Gewässern, ist eines der drängendsten globalen Umweltprobleme. Seit hundert Jahren wird aus Stickstoffgas, dem Hauptbestandteil der Erdatmosphäre, Kunstdünger synthetisiert. Ohne diesen müssten Milliarden Menschen hungern. Doch Nutzpflanzen

nehmen kaum die Hälfte des ausgebrachten Düngers auf. Der Rest versickert im Boden, gelangt ins Grundwasser und in Flüsse, ein Drittel landet schliesslich im Meer. Starkes Algenwachstum lässt dort sauerstoffarme Todeszonen entstehen; so auch vor der rumänischen Küste. Das Delta hält nur einen Teil der Nährstoffe zurück, die der Donau auf ihrer Reise durch halb Europa zugeführt werden. Auch im Delta selbst hat der hohe Nährstoffeintrag Folgen.



**NAME:** Cristian Teodoru, »Teo«  
**NATIONALITÄT:** Rumänisch  
**ABSCHLUSS:** PhD, ETH Zürich  
**POSITION:** Projektpartner, freischaffender Wissenschaftler  
**FORSCHUNGSSCHWERPUNKT:** Treibhausgas-Emissionen von Gewässern



**NAME:** Tim Kalvelage  
**NATIONALITÄT:** Deutsch  
**ABSCHLUSS:** PhD, Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen  
**POSITION:** Postdoktorand, ETH – AG Aquatische Chemie  
**FORSCHUNGSSCHWERPUNKT:** Stickstoffkreislauf eutropher Gewässer



**NAME:** Marie-Sophie Maier  
**NATIONALITÄT:** Deutsch  
**ABSCHLUSS:** MSc, Uni Tübingen  
**POSITION:** Doktorandin, ETH – AG Aquatische Chemie  
**FORSCHUNGSSCHWERPUNKT:** Kohlenstoffumwandlungen im Donaudelta

### Den Treibhausgasen auf der Spur

Krauskopfpelikane und Seeschwalben fliegen auf. Vor uns öffnet sich ein weiter, klarer See. Am Grund ist er dicht bewachsen mit Hornkraut und Wasserschrauben – begünstigt durch den Stickstoffreichtum. Sterben die Pflanzen ab, werden sie von Bakterien zersetzt. Dabei wird Sauerstoff verbraucht und die Treibhausgase CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas werden produziert. Wieviel davon in die Atmosphäre gelangt, ist kaum erforscht. Teo setzt die Gasfluss-Kammer aus: ein umgestülpter Eimer mit Schwimmkragen, der auf der Wasseroberfläche tanzt und über Schläuche mit einem CO<sub>2</sub>-Messgerät verbunden ist. Nach kurzer Zeit ist die Konzentration in der Kammer um ein Vielfaches höher als in der Luft.

### Am Anfang eines langen Forschungsprozesses

In den nächsten Tagen und Monaten werden wir im Donaudelta grossflächig weitere Messungen vornehmen. Temperatur und Sauerstoffsättigung bestimmen, gelöste Gase extrahieren, Wasser filtrieren, Sedimente beproben. Wir werden kistenweise Proben in die Schweiz bringen und mehrere Tausend chemische Analysen mit tatkräftiger Unterstützung unserer Labortechniker durchführen. Dazu kommt die Auswertung chemisch-physikalischer Parameter, die Sensoren an verschiedenen Stellen im Delta kontinuierlich für uns aufzeichnen. Ein Berg von Daten, der uns noch lange beschäftigen wird.

Aber das Ziel rechtfertigt den enormen Aufwand: Die Entschlüsselung der biogeochemischen Prozesse im Donaudelta bietet die Chance, Strategien gegen hohe Nährstoffbelastung und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen zu entwickeln. Unsere Forschungsergebnisse könnten zudem als Blaupause dienen, für ein global verbessertes Management des Ökosystems Delta.



## Interview mit Professor Bernhard Wehrli zum Donaudelta-Projekt

**Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts C-CASCADES »Kohlenstoff-Kaskaden vom Land zum Ozean im Anthropozän« erforschen Sie und Ihr Team biogeochemische Prozesse im Donaudelta. Worum geht es dabei genau?**

Unser Fokus liegt auf der Emission von Treibhausgasen im Donaudelta. Im Sommer führt die Donau gewöhnlich Hochwasser und flutet einen der grössten Schilfbestände der Erde. Die massiven Nährstoffeinträge treiben das Wachstum von Wasserpflanzen an. Bei deren Abbau werden grosse Mengen CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas frei. Wir möchten wissen, wann und wo diese Gase in die Atmosphäre entweichen, damit der Wasserhaushalt des Deltas optimiert werden kann.

**In der Vergangenheit hat Ihre Arbeitsgruppe bereits mehrere Studien entlang der Donau durchgeführt. Was fasziniert Sie so an diesem Flusssystem?**

Als Hauptzufluss des Schwarzen Meers bestimmt die Donau die Wasserqualität in diesem empfindlichen und nahezu abgeschlossenen Ökosystem. Aus politischer Sicht setzt die Sicherung der Wasserqualität der Donau in Europa Massstäbe, weil das Einzugsgebiet die weltweit grösste Anzahl von Staaten umfasst.

**Wie unterscheidet sich die gegenwärtige Feldforschung von früheren Arbeiten im Donaudelta?**

Messinstrumente für Treibhausgase wurden in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt. Im Gegensatz zu früher können wir heute auch Sensoren einsetzen, die wochenlang autark arbeiten. Allerdings müssen diese regelmässig gewartet werden. Wir sind daher froh, mit Cristian Teodoru einen Mitarbeiter vor Ort in Rumänien zu haben. Auch wäre ohne Teo, der im Donaudelta aufgewachsen ist und die Wasserwege im Delta wie seine Westentasche kennt, eine Feldstudie derart hoher zeitlicher und räumlicher Ausdehnung kaum machbar.

**Ihre Studie ist Teil eines Zusammenschlusses europäischer Forschungseinrichtungen. Inwiefern ist diese internationale Vernetzung wichtig für Ihre Arbeit?**

Um die Emissionen von Treibhausgasen aus Gewässern weltweit abzuschätzen, bedarf es einer engen Zusammenarbeit von Feldforschung, die konkrete Daten zu wichtigen Fallbeispielen liefert, und mathematischer Modellierung, welche dieses Wissen global integriert. Das europäische Vorhaben C-CASCADES bündelt Kompetenzen aus beiden Bereichen, was gegenseitiges Lernen erleichtert.



### Zur Person

Bernhard Wehrli ist Professor für Aquatische Chemie im Departement für Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich und Leiter der Forschungsgruppe »Aquatische Chemie an der Eawag. Die Arbeitsgruppe verteilt sich auf zwei Standorte: das Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik der ETH im Zürcher Zentrum und die Eawag Kastanienbaum am Ufer des Vierwaldstättersees. Ersteres hat sich der Lehre und Erforschung von Kreisläufen lebenswichtiger sowie toxischer Elemente und chemischer Verbindungen in der Umwelt verschrieben. Das Wasserforschungsinstitut Eawag – mit Hauptsitz in Dübendorf – sucht nach Antworten auf gesellschaftsrelevante Fragen des Wassers: Wie versorgen wir eine stetig wachsende Weltbevölkerung mit sauberem Trinkwasser? Wie verteilen wir die globalen Süsswasservorräte gerecht? Wie sichern wir den Erhalt aquatischer Ökosysteme? Die Abteilung »Oberflächengewässer« der Eawag hat die Erforschung grundlegender biogeochemischer Prozesse sowie die ganzheitliche Analyse natürlicher und durch den Menschen beeinträchtigter Gewässersysteme zum Ziel.