

FLASHMOB:
**Fluxes Affected by Stream Hydrophytes: Modelling Of
Biogeochemistry**

FWF (International project)

Duration: 1.3.2017 – 29.02.2020

Partner: University of Antwerp – ECOBE – Patrick Meire

The input of organic matter and nutrients to coastal ecosystems is crucial for their trophical state. The quality and quantity of this input is determined by upstream processes in the river system. Though macrophytes can be found within the whole catchment and are affecting the whole ecosystem structure of streams, their role in organic matter and nutrient transformation has obtained less attention. Therefore the main aim of the project is to quantify the effect of macrophytes on downstream C-N-P-Si fluxes in rivers, a key aspect to understand fundamental ecosystem processes and the basis for future management decisions. At present, most studies in this field are simplified, either by detailing only the biogeochemical process or by incorporating only the impact of vegetation on hydraulics. In this study both aspects will be combined in a dynamic coupled model to cover the complex interaction of processes an integrated, numerical model will be developed. A hydrological state-of-the-art 2D model will be coupled with a water quality model (DELWAQ) and an aquatic vegetation growth model. This will be done stepwise, starting with basic biogeochemical processes, adding macrophytes which are affecting flow patterns and biogeochemical transformations, and finally implement sediment/water interactions.

With the coupled model different scenarios (with or without aquatic vegetation, changes in environmental conditions due to climate change scenarios) are simulated to test the main hypothesis of the project, that the interactions between macrophytes and the hydrodynamic conditions are determining the transport: transformation ratio of organic matter and nutrients and thus, influencing the overall carbon and nutrient cycles of these river systems.

Simulations will be done on sub-catchment scale and cover the vegetation periods of two years. For this study we will select a sub-catchment of the River Danube that has several small vegetated river sections with different plant: water ratios. To set-up the integrated model, a field sampling campaign assessing hydrological and limnochemical parameters, as well as macrophyte development and sediment characteristics will be conducted. These investigations will be complemented with experimental approaches to determine macrophyte growth and decomposition rates of organic matter in the sediment. The findings of the project will expand our knowledge on the role of macrophytes and provides new insights in these complex interactions and how these will be affected by future developments.

The model approach combines the expertise of the two involved working groups, WasserCluster Lunz (Thomas Hein) focussing on river floodplain systems and the effects of hydrological connectivity on biogeochemical cycling and aquatic primary production and ECOBE, University of Antwerp (Patrick Meire, Jonas Schoelynck), working on the role of aquatic vegetation in river ecosystem functioning.

Wie beeinflussen Wasserpflanzen den Kohlenstoff- und Nährstoffkreislauf in Flüssen – ein Modellansatz

Die Wasserqualität und das ökologische Gleichgewicht in den Mündungsgebieten großer Flüsse sind sehr stark vom Eintrag von organischem Material und Nährstoffen aus den Flüssen bestimmt. Organisches Material entsteht in den Gewässern (abgestorbene Wasserpflanzen und Algen) oder wird vom Land eingetragen (zum Beispiel durch Laubfall oder Abwässer). In den Gewässern wird es, abhängig von den Umweltbedingungen, schrittweise abgebaut. Auch Nährstoffe werden im Gewässer abgebaut, bzw. im Verlauf der Primärproduktion aufgenommen. Wasserpflanzen spielen dabei eine wichtige Rolle, weil sie auf sehr vielfältige Weise den Transport von Stoffen zum Meer, sowie auch den Abbau im Gewässer beeinflussen. Trotzdem wurde ihr Einfluss bislang nicht gesamtheitlich untersucht.

Im vorliegenden Projekt werden die komplexen Zusammenhänge mit Hilfe eines mathematischen Modells nachgebildet werden, um den Einfluss von Wasserpflanzen auf den Abbau von organischem Material und Nährstoffen erfassen zu können. Die Hypothese der Studie ist, dass Wasserpflanzen die Strömungen im Wasser verlangsamen und dadurch Zonen mit erhöhter Abbauleistung entstehen, in denen Wechselwirkungen zwischen Strömungsverhältnissen und Umsatzprozessen durch unterschiedlichen Wasserpflanzenbewuchs bedeutend sind. Dies wirkt sich sowohl kleinräumig, als auch für ganze Flusseinzugsgebiete betrachtet entscheidend aus. Um diese Hypothese zu testen wird schrittweise ein kombiniertes Modell aufgebaut um damit verschiedene Szenarien zu simulieren. Zu Beginn werden, aufbauend auf den Strömungsverhältnissen, lediglich grundlegende biochemische Zusammenhänge, zum Beispiel die Aufnahme von Nährstoffen durch Algen oder der Abbau von organischem Material im Wasserkörper, simuliert. In einem zweiten Schritt wird ein Wachstumsmodell für Wasserpflanzen erstellt und dieses in das Modell eingebaut. Letztendlich werden noch die Abbauprozesse, die im Gewässersediment stattfinden, einbezogen. Um dies durchführen zu können, müssen im Abstand von 2-4 Wochen Wasserproben genommen und analysiert werden, es muss die Entwicklung der Wasserpflanzen aufgezeichnet und die Zusammensetzung des Gewässersediments untersucht werden. Ergänzt wird dies durch Experimente, in denen Wachstumsraten von Wasserpflanzen und Abbauraten von organischem Material bestimmt wird. Damit kann unser Wissen über die Rolle von Wasserpflanzen im Kohlenstoffkreislauf von Fließgewässern deutlich erweitert werden.

Neben der möglichen Simulation der Verhältnisse mit und ohne Makrophyten in Fließgewässerabschnitten, ermöglicht dieser neu entwickelte Modellansatz auch, zukünftige Entwicklungen durch geänderte Temperaturverhältnisse und Abflussbedingungen und deren Wirkung auf den Kohlenstoffkreislauf zu simulieren.

Durchgeführt wird das Projekt in einem Teilbereich des Donau-Einzugsgebietes, wo Flüsse mit unterschiedlichem Wasserpflanzenbewuchs vorhanden sind.

In diesem Modellansatz werden die Kompetenzen der zwei einreichenden Arbeitsgruppen - WasserCluster Lutz, wo in den letzten Jahren die Auswirkungen von Wasseraustausch zwischen Fluss und Auegebieten auf den Abbau von Nährstoffen und organischem Material untersucht wurden, und ECOBE (Universität Antwerpen), die sehr vielfältig die Rolle von Wasserpflanzen in Flusssystemen erforschen - vereinigt und dessen Umsetzung ermöglicht.