



Stickstoffkreisläufe in renaturierten und degradierte Auen von Flüssen

Nitrogen cycling in restored and disturbed riverine floodplains

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
an der Universität für Bodenkultur Wien
PhD thesis

Verfasst und eingereicht von
Composed and submitted by

Nina Diana Welti, MSc

Betreut von
Supervised by
Assoc. Prof. Dr. Thomas Hein
Prof. Dr. Gilles Pinay

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG)
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt (WAU)
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)

*Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management
Department of Water, Atmosphere and Environment
University of Natural Resources and Life Sciences Vienna*

Wien, Februar 2012

Kurzfassung

Steigender Nutzungsdruck auf Flusslandschaften führte zur Einengung aktiver Auen, was wiederum zum Verlust von Ökosystemleistungen dieser natürlichen Übergangsbereiche führte. Die bisherigen Bemühungen zur Reaktivierung dieser Gebiete beschränkten sich überwiegend auf die hydrologische Wiederanbindung dieser Flächen an die Hauptläufe von Flüssen. Dadurch konnten oftmals wichtige Habitate wie etwa Laichplätze für Fische wieder hergestellt werden. Die aus der Wiederanbindung resultierenden, biogeochemischen Veränderungen wurden jedoch meist wenig bis gar nicht beachtet. Aus diesem Grund befasst sich diese Arbeit mit den Auswirkungen von groß angelegten Renaturierungsprojekten auf die biogeochemischen Kreisläufe in zwei Überschwemmungsgebieten entlang der Donau bei Wien. Im Speziellen wurde dabei der Stickstoffkreislauf untersucht, da Überschwemmungsgebiete einerseits das Potential haben, Nitrat aus dem Wasser zu entfernen, andererseits aber auch Lachgas, ein effizientes Treibhausgas, ausstoßen können.

Das wichtigste Ergebnis dieses Projekts war der Beweis, dass Renaturierung und Wiederanbindung von Auen den Stickstoffkreislauf beeinflusst und wichtige Faktoren für den Umsatz sowie das Verhältnis von produziertem N_2O zu N_2 verändert. Es konnte bewiesen werden, dass Renaturierung durch Erhöhung der Überschwemmungsfrequenz die Effizienz der biogeochemischen Kreisläufe steigert. Die N_2O Emissionen verringern sich dadurch im Vergleich zu nicht angebundnen Überschwemmungsgebieten. Generell hat dieses Projekt das Verständnis für die Funktionen diverser Subsysteme in Überschwemmungsgebieten sowie die Rolle der gesamten Transformationskapazität und der biogeochemischen Wechselwirkungen in Überschwemmungssystemen verbessert. Durch ein im Rahmen dieses Projekts entwickeltes Modell konnte Aktivitäten auf Landschaftsebene prognostiziert werden, die Bereiche hoher Aktivität in häufig von der Donau überfluteten Bereichen identifizieren konnte. In einer Serie von Laborexperimenten konnten die spezifischen Bedingungen, welche zur Reduktion der N_2O Ausgasung führen, identifiziert werden.

Abschließend lässt sich feststellen, dass dieses Projekt das Verständnis für Managementmaßnahmen von Überschwemmungsgebieten maßgeblich verbessert hat. Es konnten darüber hinaus Vorschläge für Restaurierungsmaßnahmen gemacht werden, welche in Bezug auf die Umwandlung von Nährstoffen in Auen deutlich effizienter sind und das Potential haben, den Nährstofftransport auf Einzugsgebietsebene zu beeinflussen.

Summary

Increasing pressure on rivers results in the decoupling of the naturally occurring floodplains, resulting in a loss of the ecosystem services provided by these transition zones. Efforts to restore floodplains by reconnecting them to their source rivers have primarily focused on reestablishing the unique habitats found in floodplains (i.e. fish spawning sites). However, the resulting biogeochemical changes are not well documented. The purpose of this study was to understand the effects of this large-scale change to the biogeochemical cycling of two floodplain systems in the Danube River Basin. Nitrogen cycling was chosen due to the capacity of floodplains to remove nitrate from the river and to produce nitrous oxide, a harmful greenhouse gas.

The most important finding of this project demonstrated how floodplain restoration alters the nitrate removal pathways and ultimately N_2O and N_2 emission. I have shown that restoration, by increasing the frequency of inundation, improves biogeochemical cycling efficiency and reduce N_2O emissions from denitrification compared to decoupled floodplains. Generally, this project improved understanding of the function of different subsystems within the floodplain landscape as well as the role of overall transformation capacity and biogeochemical interplay within floodplain systems. Using the produced modeling tool, patterns of high activity in areas which were frequently inundated by the Danube River were identified. A series of laboratory experiments elucidated the specific changes which resulting in a reduction of N_2O production.

Overall, this project furthered the understanding of nitrogen cycling in floodplains and suggested restoration efforts which are more effective at transforming nutrients within the riverine landscape which affects the nutrient transport at the catchment scale.