

Aus der Professur für Bodenkunde
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

**Phosphorus speciation in soil and sediment indicating transformation
processes from terrestrial to aquatic ecosystems**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Agrarwissenschaften (doctor agriculturae (Dr. agr.))

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
M.Sc. Julia Prüter
aus Rostock

Verteidigung am 25.01.2023

Phosphor (P) ist ein unverzichtbares Nährelement für die Landwirtschaft, aber trägt gleichzeitig erheblich zur Eutrophierung aquatischer Ökosysteme bei. Das Wissen über die P-Speziierung ist unerlässlich, um ein mögliches Risiko des P-Transports in gefährdete aquatische Ökosysteme abzuschätzen. Vorkommen chemischer P-Verbindungen in Böden und Sedimenten entlang von Feuchtigkeitsgradienten von terrestrischen zu aquatischen Ökosystemen sind bisher unzulänglich bekannt. Um eine Charakterisierung der P-Speziierung zu ermöglichen, wurden terrestrische/semiterrestrische Böden und aquatische Sedimente aus Ökosystemen verschiedener Größen mithilfe eines multimethodischen Ansatzes untersucht. Dieser Ansatz umfasste unter anderem die Methoden sequentielle P-Fraktionierung, P-K-Kanten-Röntgenabsorptionsspektroskopie (XANES) und ^{31}P Kernmagnetresonanz (NMR) Spektroskopie. Der Nachweis spezifischer organischer P-Spezies terrestrischen Ursprungs in Ackerböden sowie in angrenzenden aquatischen Sedimenten bekräftigte die Annahme vom P-Transport von terrestrischen zu aquatischen Ökosystemen. Die Ergebnisse der komplementären Methoden bestätigten eine Transformation von labilen und moderat labilen Fe- und Al-P-Verbindungen und einer großen Vielfalt organischer P-Spezies in terrestrischen Böden zu stabileren Ca- und Mg-P-Verbindungen und weniger verschiedenen organischen P-Spezies in aquatischen Sedimenten. Anreicherungen von stabilen P-Verbindungen und komplexen organisch gebundenen P-Spezies in Sollsedimenten, Böden in Küstenfeuchtgebieten und Boddensedimenten deuten auf Senkenfunktionen hin. Stabile P-Verbindungen in Sedimenten am Grund von Seen oder Meeren können aus Fischfäkalien stammen, in welchen Ca-P als Hauptbindungsform von P auftrat. Um gefährdete aquatische Ökosysteme vor weiteren P-Einträgen schützen zu können, müssen besonders Sölle, Küstenfeuchtgebiete und tiefere Boddenbereiche erhalten und gepflegt oder neu angelegt werden. Weitere Studien sollten in Zukunft Möglichkeiten zum P-Recycling aus terrestrischen und aquatischen Senken untersuchen, um P-Kreisläufe in der Landwirtschaft und angrenzenden Ökosystemen zu schließen.

Phosphorus (P) is an indispensable nutrient element for all organisms but at the same time contributes significantly to excessive eutrophication in aquatic ecosystems. Knowledge about the chemical P speciation is essential to assess possible risks of P transport towards vulnerable aquatic ecosystems. To date, this knowledge, especially for transects including soil and sediment samples from terrestrial to aquatic ecosystems, is still insufficient. Thus, the general objective of the present work was to characterize the P speciation and to detect transformation processes along transport pathways at the fluent boundaries between land and sea including terrestrial soils, semiterrestrial wetlands and aquatic sediments. Besides analyses of elemental concentrations and water contents, terrestrial/semiterrestrial soils and aquatic sediments from micro-, meso- and macroscale ecosystems were analyzed by a multi-method approach including sequential P fractionation, P *K*-edge X-ray absorption near edge structure (XANES) spectroscopy and ³¹P nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy. The detection of specific organic P species with terrestrial origin in arable soils as well as in adjacent sediments supported the assumption of P transport processes from terrestrial towards aquatic ecosystems. The complementary results confirmed a transition from labile and moderately labile Fe- and Al-associated P and great variety of organic P species in terrestrial soils towards more stable Ca- and Mg-P and less different organic P species in aquatic sediments. Kettle hole sediments, coastal wetland soils and Baltic Sea lagoon sediments acted as sinks for accumulations of especially stable P and complex organically bound P species. Some of the stable P species in aquatic sediments at the bottom of lake or sea waters can originate from Ca-P dominated fish fecal matter. To protect vulnerable aquatic ecosystems from further P inputs, kettle holes, coastal wetland buffer strips and deeper areas in shallow Baltic Sea lagoons have to be preserved and maintained or created in areas where they have not been available so far. Forthcoming studies have to focus on possible P recycling from terrestrial as well as aquatic sinks to contribute to closing P cycles in agricultural fertilization and adjacent ecosystems.