

Eine Studie über scheinbare *Added Nitrogen Interactions* und *Priming* Effekte der organischen Bodensubstanz unter Nutzung stabiler Isotope

Wenn ein Boden mit Stickstoff gedüngt wird, so interagiert der Dünger-N mit dem bereits im Boden vorhandenen Stickstoff und kann den so genannten "*priming effect*" verursachen. In erster Linie handelt es sich dabei um kurzfristige Auswirkungen des zusätzlichen Dünger-N auf den Umsatz des Boden-N. Später wurde der Begriff "*Added Nitrogen Interaction*" (ANI) eingeführt, um jegliche Wirkung des zugesetzten Dünger-N auf die bereits im Boden vorhandenen N-Pools beschreiben zu können. Dabei geht es insbesondere um die Erhöhung oder Verminderung der vom Boden nachgelieferten N-Menge in dem jeweils betrachteten Bodenkompartment. ANI können echt sein, wenn die Zugabe von Dünger-N den kurzfristigen Umsatz der organischen Bodensubstanz stark ändert oder die Boden-N-Ausnutzung durch eine vergrößerte Wurzelausbreitung verbessert wird. Die Boden-N-Verfügbarkeit oder auch die pflanzliche N-Aufnahme aus dem Boden ist dann erhöht. ANI können auch scheinbarer Natur sein. Diese scheinbaren ANI sind als Artefakte bei ^{15}N -Isotop-Methoden infolge einer Verdrängung oder *pool substitution* anzusehen. Beide Arten von ANI, echte und scheinbare, können gleichzeitig in demselben System/Bodenkompartment auftreten und rechnerisch kombiniert werden. In Prozess- und Bilanzuntersuchungen zur Umsetzung bzw. zur Ausnutzung von Dünger-N, in denen Isotopen-Methoden benutzt werden, führen ANI häufig zu systematischen Fehlern: Echte ANI verursachen z.B. bei Nutzung von Differenz-Methoden eine Überschätzung der wahren Werte, und scheinbare ANI verursachen eine Unterschätzung. Für eine korrekte Schätzung und zur Verringerung des Risikos von Fehlern in experimentellen Untersuchungen mit N-Düngemitteln wurden in der vorliegenden Dissertation die stabilen Isotope ^{15}N und ^{13}C eingesetzt, um mögliche Mechanismen zu erklären und Auftreten und Ausmaß scheinbarer und echter ANI zu untersuchen.

Zuerst wurde in einem speziellen Nährlösungsexperiment das aus der pflanzlichen N-Aufnahme resultierende Phänomen der *pool substitution* untersucht, das zu scheinbaren ANI nach Anwendung von ^{15}N -markiertem Dünger führen kann. Die Ergebnisse zeigen, dass die durch eine *pool substitution* verursachten scheinbaren ANI auf der Grundlage des N-Exports aus dem mineralischen N-Pool korrekt berechnet werden können, und dass diese auch erfolgreich von den gesamten ANI des kompletten Systems unterschieden werden können.

Anschließend wurden in Böden, die mit ^{15}N -markiertem Dünger behandelt wurden, zwei weitere wichtige Arten des N-Verlustes untersucht, die scheinbare ANI aufgrund von *pool substitution* verursachen können. Dies sind zum einen die gasförmigen N-Verluste während der Nitrifikation und Denitrifikation, zum anderen ist es die mikrobielle N-Immobilisierung im Boden. Um den mikrobiellen Boden-Biomasse-N und seine ^{15}N -Isotopenhäufigkeit untersuchen zu können - dies ist für die Schätzung der scheinbaren ANI erforderlich -, wurde eine vorhandene Mikro-Diffusions-Methode erweitert und für die Analyse des mikrobiellen Biomasse-N angepasst. Dies ist in Kapitel 5 in der vorliegenden Arbeit beschrieben. Die Ergebnisse zeigen, dass gasförmige N-Verluste und mikrobielle N-Immobilisierung zu einer *pool substitution* führen können und dass das Ausmaß der ANI mit der verloren gegangenen N-Menge korreliert.

Schließlich wurden echte ANI, die durch den Abbau organischer Bodensubstanz verursacht wurden, *in situ* in einem Versuchsansatz unter Nutzung natürlicher Isotophäufigkeiten untersucht. Dazu wurden C_4 -Pflanzen auf einem C_3 -Boden angezogen, bzw. der Umsatz von organischem C_4 -Dünger auf C_3 -Boden untersucht. Die Ergebnisse des Gefäß- und des Freilandexperiments zeigen, dass die Anwendung von mineralischem N-Dünger ohne zusätzliche Gabe von leicht-verfügbarem C nicht zu zusätzlicher Zersetzung von organischer Bodensubstanz führte. Die mikrobielle Umsetzungsaktivität des Bodens wurde also nicht durch Mineral-N sondern durch die Verfügbarkeit von leicht-abbaubaren C-Quellen limitiert. Es wird ein Konzeptmodell vorgeschlagen, wonach eine zusätzliche Bereitstellung von leicht-abbaubarem C, der entweder aus frischer organischer Substanz oder aus der Wurzelexsudation/Rhizodeposition stammt, zu einer Förderung des Wachstums und der Exoenzymsekretion von r-Strategen führt. Dies wiederum verstärkt wahrscheinlich die Aktivität der K-Strategen, so dass diese auch verstärkt N aus schwer-abbaubarer organischer Bodensubstanz freisetzen.