



J. Scherer

Untersuchung des Stickstoff-Vorrates im Boden unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Flächen des Rheinvorlandes.



Bodenschutz

Untersuchung des Stickstoff-Vorrates im Boden unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Flächen des Rheinvorlandes.

Gesamtbearbeitung:
Abteilung Gewässergüte
Funktionsbereich Bodenschutz
Josef Scherer

Unter Mitarbeit von:
Peter Singer

Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:
Amt der Vorarlberger Landesregierung
Römerstraße 16, 6900 Bregenz

Verleger:
Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg
Montfortstraße 4, 6900 Bregenz
Tel. 05574/511-42099

Titelbild: Zwischenlagerung von Hofdünger zur Ausbringung im Rheinvorland
Quelle: UI

Bregenz, Mai 2011

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	4
2. Vorgangsweise	4
2.1. Die Untersuchungsstandorte	4
2.2. Die Untersuchungsmethode	4
3. Ergebnis und Interpretation	5
3.1. Nitrat	5
3.2. Ammonium	5
3.3. Nitrit	6
3.4. Der Gesamtvorrat an mineralisiertem Stickstoff (N_{\min})	6
4. Schlussfolgerungen	7

12 Abbildungen

1. Einleitung

Die Bewirtschaftung der Rheinvorländer ist seit Jahren in Diskussion auf Ebene Landwirtschaft – Wasserwirtschaft – Natur- und Umweltschutz. Es wurden vielfach Überlegungen in Richtung umweltverträgliche Bewirtschaftungsformen angestellt.

Noch vor zwei Jahrzehnten wurden vor allem jene Flächen auf dem Rheinvorland, die mit Schwertransporten erreichbar waren, sehr intensiv mit flüssigem Klärschlamm gedüngt. Durch eine langzeitige Sickerwasseruntersuchung des Umweltinstitutes mittels Lysimetern wurde nachgewiesen, dass in einer Tiefe von 90 cm erhebliche Gehalte von Nitrat ankamen, deren Verlust durch die Vegetation nicht mehr zu verhindern war.

Aufgrund dieser hohen Sickerverluste, aus denen Belastungen für den Bodensee resultieren mussten, wurden die Pachtverträge sowohl von der Rheinbauleitung, als auch von den verpachtenden Gemeinden überarbeitet. Die Düngung von Stickstoff wurde limitiert, wobei aber unterschiedliche Düngeneiveaus bis zu 210 kg Reinstickstoff pro Hektar und Jahr zugelassen werden. Als zusätzliche Entspannung für die Intensität der Bewirtschaftung der Rheinvorlandflächen kam auch die neue Klärschlammverordnung, die eine Ausbringung von Flüssigschlamm nicht mehr zulässt. Seit dem Eintritt in die EU wurden auch Förderprogramme an der Extensivierung der Landwirtschaft orientiert (zB. ÖPUL) und Programme zur Schonung von Gewässern erarbeitet (zB. Aktionsprogramm Nitratrichtlinie).

Die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung ging vor allem dahin, ob durch die nunmehrige Grünlandbewirtschaftung auf dem Vorarlberger Rheinvorland noch ein erhöhtes Risiko für den Austrag von Nährstoffen in den Rhein bzw. in darunter liegende Grundwasserkörper besteht.

2. Vorgangsweise

2.1. Die Untersuchungsstandorte

In Zusammenarbeit mit der Rheinbauleitung (Flussbauhof) wurden Flächen ausgewählt, die auf verschiedenen Intensitätsstufen bewirtschaftet werden. Diese Flächen liegen auf Höhe Wiesenrain (ca. 210 kg N pro Hektar und Jahr), auf Höhe Bruggerloch (ca. 120 kg N pro Hektar und Jahr), sowie im Bereich der Firma „ALPLA“ (ca. 60 kg N pro Hektar und Jahr).

Diese Standorte wurden jeweils zu drei Terminen beprobt. Die Termine wurden auf den Beginn der Vegetationszeit (25.3.2010), auf den Hochsommer (1.9.2010) und auf die Zeit der Vegetationsruhe (2.12.2010) verteilt.

2.2. Die Untersuchungsmethode

Zur Untersuchung des Stickstoff-Vorrates im Boden zu den jeweiligen Terminen wurde die N_{\min} -Methode eingesetzt. Mit dieser Untersuchungsmethode wird der pflanzenverfügbare, zum aktuellen Termin mineralisierte Stickstoff im Boden durch Auswertung von Bodenproben ermittelt. Vor-

teil der Methode ist eine relativ exakte Erfassung des mobilen Stickstoffgehaltes, der von den Pflanzen unmittelbar aufgenommen werden kann.

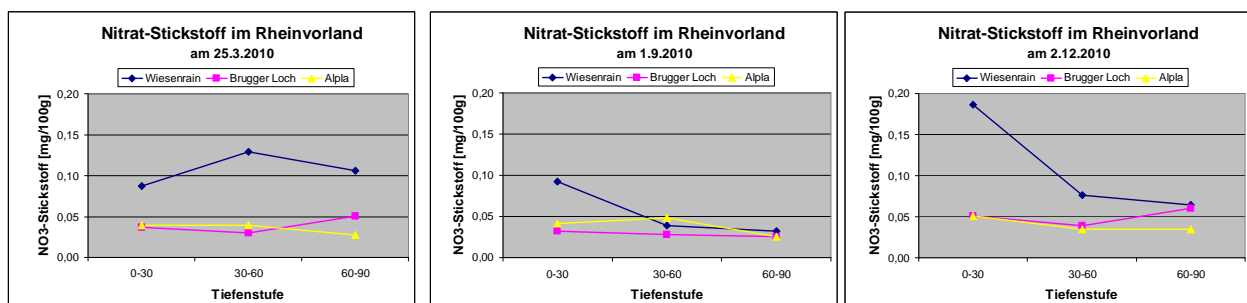
Für die Erfassung des Gesamtvorrates müssen die Bodenproben für die N_{\min} -Analyse bis zur durchwurzelbaren Bodentiefe entnommen werden. Der pflanzenverfügbare Stickstoff ist im Boden mobil. Er wird bei Regen in tiefere Schichten verlagert und bei Erwärmung durch Kapillarwirkung zur Oberfläche transportiert.

Im vorliegenden Fall wurde die Beprobung bis zu einer Tiefe von 90 cm mittels Pürckhauer-Bohrstock durchgeführt. Um den zum Zeitpunkt der Probenahme im Boden vorhandenen N_{\min} -Gehalt exakt ermitteln zu können, wurden die gezogenen Proben nach der Entnahme in einer Kühlbox transportiert und für die Zwischenlagerung im Labor eingefroren, damit der Messwert nicht durch die Aktivität von Mikroorganismen verändert werden konnte. Zur Erfassung des pflanzenverfügbaren Stickstoffs wurden die Parameter Nitrat, Ammonium und Nitrit bestimmt.

3. Ergebnis und Interpretation

3.1. Nitrat

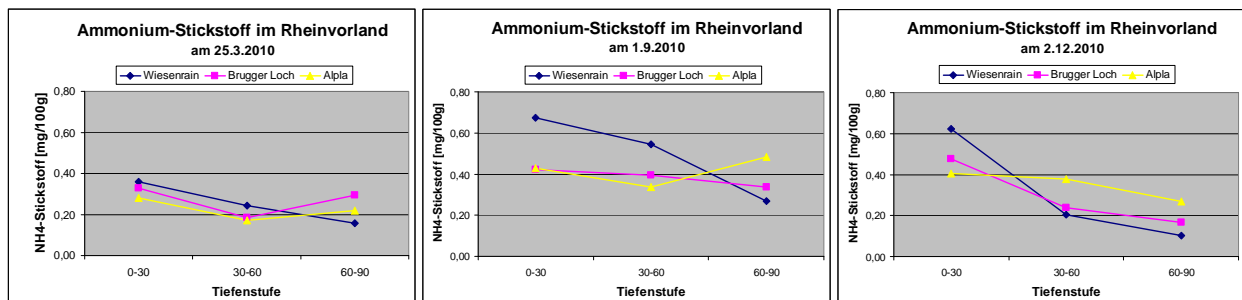
Die Nitratwerte zeigen zu Beginn des Jahres eine ungefähr gleichmäßige Versorgung über alle Tiefenstufen. Auf der am intensivsten bewirtschafteten Fläche ist das Niveau deutlich höher, während offenbar bei den niedrigeren Intensitätsstufen kein Unterschied im Boden feststellbar ist. Während der Erntezeit ist dann deutlich der oberste Bodenbereich bei der Intensivfläche höher versorgt als die tieferen Profilstufen, da die Pflanzenwurzeln das Nitrat nicht weiter versickern lassen. Im Herbst bzw. Frühwinter steigt das Nitrat dann deutlich an, da es von der Vegetation nicht mehr aufgenommen wird, obwohl noch eine gewisse Mineralisierung stattfindet. Mehr dürfte jedoch die Herbstdüngung vor Erreichen des Düngeverbot-Termins dazu beitragen. Aber auch hier wird das Nitrat weitestgehend im Hauptwurzelaum zurück gehalten, sodass mit erheblichen Versickerungen kaum gerechnet werden muss.



3.2. Ammonium

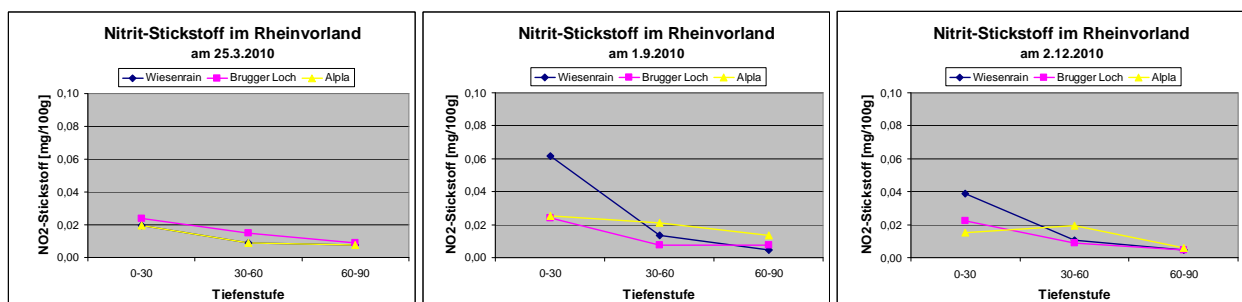
Auch beim Ammonium zeigt sich ein niedriges Niveau zu Beginn der Vegetationsperiode, das sich über die gesamte Profiltiefe während der Haupterntezeit deutlich erhöht. Auf der intensivsten Fläche liegt im Frühjahr der Ammoniumgehalt im Gegensatz zum Nitrat auf gleichem Niveau wie auf den weniger intensiv bewirtschafteten Flächen. Während die Gehaltsschwankungen bei diesen nur gering sind, steigen die Ammoniumgehalte in allen Tiefenstufen während der Erntezeit an. Zum

Wintertermin sinken die Gehalte in den unteren Tiefenstufen wieder auf das Frühjahrsniveau. Interessant ist, dass bei allen drei Terminen die niedrigsten gemessenen Werte in der untersten Tiefenstufe der intensivsten Fläche liegen. Das vermittelt den Eindruck, dass das im Boden nur wenig mobile Ammonium nach den Düngungen zwischen den Grasschnitten langsam auch in die Tiefe wandert und zum Herbst hin wieder „aufgesaugt“ wird. Der Grund für dieses Phänomen liegt aber eher darin, dass sich das leicht versickerbare Nitrat bei hohem Düngerangebot nach unten bewegt und in größeren Profiltiefen durch den Sauerstoffmangel in Ammonium umgewandelt wird. Während der wärmeren Erntezeit wird es wiederum nitrifiziert und steigt aufgrund der Kapillarwirkung Richtung Oberfläche oder es kommt zu Austrägen in die Tiefe. Dass auf der intensivsten Fläche die Gehalte im Profiltiefsten am niedrigsten liegen, ist dadurch zu erklären, dass dort das verstärkte Pflanzenwachstum deutlich weniger Nitrat unter den Hauptwurzelraum durchsickern lässt.



3.3. Nitrit

Das Nitrit ist im Hinblick auf die Düngung von sehr untergeordneter Bedeutung, zeigt aber dennoch einen Trend, der weitgehend dem des Ammoniiums gleicht.



3.4. Der Gesamtvorrat an mineralisiertem Stickstoff (N_{min})

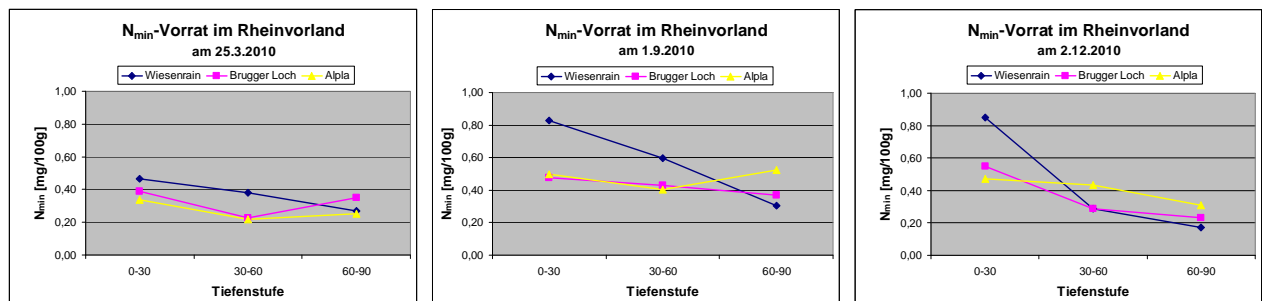
Der Gesamtvorrat an mineralisiertem Stickstoff (N_{min}) ergibt sich aus der Summe der obigen drei Fraktionen. Für eine eventuelle Düngeempfehlung wäre dieser maßgeblich.

Es zeigt sich, dass zu Beginn der Vegetationszeit auf den unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Flächen vergleichbar hohe N_{min} -Gehalte auftreten. Das unterschiedliche Düngeniveau der weniger intensiv bewirtschafteten Flächen kommt im N_{min} -Gehalt auch über die Erntezeit nicht zum Aus-

druck. Nur die Fläche mit der stärksten Düngung zeigt in den oberen Profilhorizonten über die Erntezeit und zum Beginn des Winters deutlich erhöhte N_{\min} -Gehalte.

Der Versuch, die Gehalte pro 100 mg Boden auf Kilogramm Stickstoff pro Hektar umzurechnen, liefert bei einer Annahme einer Bodendichte von $2,5 \text{ kg/dm}^3$ Werte von ca. 45 kg N/ha in 60 - 90 cm Tiefe und bis zu ca. 180 kg N/ha im Oberboden der am intensivsten bewirtschafteten Fläche. Zu Beginn der Vegetationsperiode schwankt der pflanzenverfügbare Stickstoffvorrat an der Oberfläche aller untersuchten Flächen um ca. 90 kg N/ha .

Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit vielen ähnlichen Untersuchungen auf landwirtschaftlich genutztem Grünland mit natürlich entstandenen Bodenprofilen. Die Grünlandvegetation erweist sich bei einigermaßen dichtem Rasenschluss als recht verlässlicher Filter zur Verhinderung von Nitrat-Versickerungen. Das Rückhaltevermögen passt sich über den oberflächennahen Zuwachs an Wurzelmasse sogar bis zu einem hohen Grad der Bewirtschaftungsintensität an.



4. Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung hat ergeben, dass auf allen untersuchten Flächen schon zu Beginn der Vegetationsperiode erhebliche Vorräte an mineralisiertem Stickstoff vorhanden sind. Auf den weniger intensiv gedüngten Flächen ist das unterschiedliche Düngenniveau nicht aus den N_{\min} -Gehalten des Bodens ableitbar. Es ist offenbar so, dass der zugeführte Dünger durch die Vegetation aufgebraucht wird. Bei der intensiv gedüngten Fläche ist das Nährstoffangebot offenbar so hoch, dass in den oberen Bodenhorizonten während der wärmeren Jahreszeit die N_{\min} -Gehalte ansteigen, wenn die Vegetation die Nährstoffe der zugeführten Dünger nicht unmittelbar aufnehmen kann. Das verstärkte Pflanzenwachstum ist jedoch in der Lage, durch Adsorption an den Wurzeln vor allem die Versickerung von Nitrat weitgehend zu verhindern, sodass in größerer Profiltiefe dieses nicht in Ammonium umgewandelt werden kann. Deshalb treten auf der am intensivsten bewirtschafteten Fläche in den tiefsten Profilbereichen die niedrigsten N_{\min} -Gehalte auf.

Die etwas höheren N_{\min} -Gehalte auf den weniger intensiv bewirtschafteten Flächen geben ebenfalls keinen erhöhten Grund zur Sorge im Hinblick auf Stickstoffausträge in Richtung Grundwasser. Denn das Nitrat, das versickerungsfähig ist, wird mit zunehmender Tiefe aufgrund von Sauerstoffmangel in Ammonium umgewandelt, das im Boden stark adsorbiert wird und nur mehr sehr wenig mobil ist.

Bei einem Düngenniveau unter 100 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr sind auch mögliche Austräge über Hochwasserereignisse kaum von Bedeutung, während diese bei intensiver Bewirtschaftung doch deutlich höher sein können. Hier wird auch in Zukunft höchste Achtsamkeit bei der Wahl der

Düngetermine im Hinblick auf Hochwassergefährdung notwendig sein, um erhöhte, für die Ökologie der aufnehmenden Gewässer schädliche Nährstoffemissionen wirksam zu verhindern.

Zur Aufrechterhaltung des Abflussvermögens des Rheins werden die Vorländer abschnittsweise geräumt. Das von Pflanzenteilen und Oberboden befreite Material wird am inneren Rheindamm angelegt, sodass es bei Hochwässern vom Rhein selbstständig zum Bodensee weitertransportiert wird. Auch diese Notwendigkeit unterstützt das Gebot der Düngeminimierung.