

# Temporäre N-Immobilisation nach Luzernen-Umbruch durch Modifikation des Boden C/N und deren Auswirkungen auf die N-Auswaschung und die Folgekultur

## *Temporary N-immobilization after alfalfa upheaval by soil C/N modification and its effect on N-leaching and main field culture*

Andrea Schmid\*, Johann Dorner und Alexander Eder

### **Einleitung**

Die Luzerne wird als Futtermittel und zur natürlichen Stickstoffanreicherung des Bodens verwendet. Durch ihre hohe ober- und unterirdische Biomassebildung bleibt nach der Ernte viel Stickstoff (N) zurück. Wird dieser N bis in den Winter nicht verwertet, besteht das Risiko der N-Auswaschung. Besonders in Regionen mit geringer Grundwasserneubildung können die  $\text{NO}_3^-$ -Konzentrationen dieser Sickerwässern den Grenzwert der Trinkwasserverordnung um ein Vielfaches überschreiten. Durch den Rückhalt von überschüssigen N im Boden bis ins Frühjahr könnte die N-Nutzungseffizienz erhöht und die Grundwassergefährdung reduziert werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll eine temporäre N-Immobilisation durch zusätzlich in den Boden eingebrachtes organisches Material mit hohem C/N Verhältnis initiiert und die Auswirkungen hinsichtlich N-Auswaschung sowie der N-Verfügbarkeit bei der Folgefrucht bewertet werden.

### **Material und Methoden**

Auf einer Versuchsfläche im semiariden Gebiet Österreichs (Neufeld a. d. Leitha) wurden im Bereich einer bereits bestehenden Messtelleneinrichtung 3 Plots mit jeweils 6 · 20 m angelegt. Die Plots unterschieden sich in der Zugabe des organischen Materials (OM) mit (a) Stroh (C/N: 93, 5 000 kg ha<sup>-1</sup>), (b) Pferdemist (C/N: 43, 15 000 kg ha<sup>-1</sup>) und (c) ohne Zugabe (= Vergleichsfläche). Die ausgebrachten Mengen beruhen auf der Annahme, dass 300 kg N ha<sup>-1</sup> von der Luzerne im Feld zurückbleiben, mit dem Ziel ein C/N für optimale Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen zu schaffen. Das OM wurde nach zweimaligem Umbruch der Luzerne mittels Grubber in den Boden eingearbeitet. Um das Sickerwasser beziehungsweise die Bodenlösung zu gewinnen wurde jeder Plot mit Saugkerzen in den Tiefen 60 und 150 cm ausgestattet.

Die Bewertung des N-Auswaschungsrisikos erfolgte einerseits über periodische Messungen (alle 3 Wochen) des mineralischen Stickstoffs ( $N_{\min}$ ) in den Tiefen 0-30, 30-60 und 60-90 cm und andererseits über die Analyse des Sickerwassers ( $\text{NO}_3^-$  und  $\text{NH}_4^+$ ).

Die Unterschiede in der N-Nutzungseffizienz zwischen den einzelnen Varianten wurden durch Ertrags- und Qualitätsbestimmungen der Folgefrucht bestimmt und dienen einer Einschätzung der Auswirkung von N-Immobilisation und zeitlich versetzter Remineralisierung auf die Entwicklung der Folgefrucht.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Nach dem Luzernen-Umbruch und der Einarbeitung mit dem Grubber stiegen die  $N_{\min}$ -Gehalte bei allen Varianten, von 25 kg N ha<sup>-1</sup> auf bis zu 230 kg N ha<sup>-1</sup> bei der Vergleichsvariante ohne C/N Manipulation bzw. auf 147 kg N ha<sup>-1</sup> bei den Varianten mit modifizierten C/N (Abb.1). Mit dem beginnenden Wachstum vom Weizen im zeitigen Frühjahr, wurde wieder vermehrt N aufgenommen und die  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden sanken bis kurz vor der Weizenernte.

Beim Vergleich der Varianten zeigt sich, dass die Vergleichsfläche um 56 % höhere  $N_{\min}$ -Werte als die Stroh- bzw. Pferdemist-Varianten aufwies und damit ein deutlich höheres N-Auswaschungsrisiko darstellte.

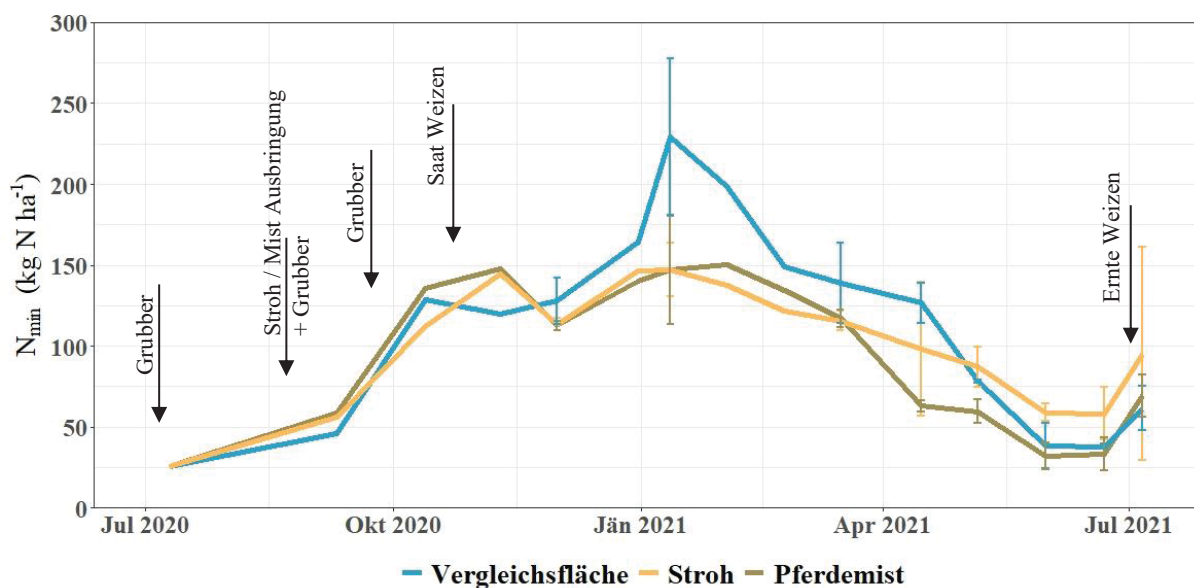


Abbildung 1: Verlauf der  $N_{\min}$ -Gehalte (0-90 cm) nach dem Luzernen-Umbruch unter Winterweizen

Durch die Zugabe von OM konnte ein ausgeglicheneres C/N Verhältnis eingestellt werden wodurch der mikrobielle Biomasseaufbau und somit die N-Verwertung begünstigt wurden. Das OM mit hohem C/N wurde nur zeitverzögert von den Mikroorganismen abgebaut und konnte für eine längere Zeit in mikrobieller Biomasse gebunden werden (MASUNGA et al., 2016; YANG et al., 2018). Der  $N_{\min}$ -Peak wurde durch das größere C/N-Verhältnis bei den Stroh- bzw. Pferdemit-Varianten gedämpft und die Remineralisierung in den Zeitraum des Bedarfs zur Pflanzenentwicklung der Folgekultur verschoben, wie auch von MASUNGA et al., (2016) beobachtet. Auf der Vergleichsfläche befand sich nur hingegen nur leicht abbaubares OM der Luzerne. Die Luzernenreste mit einem niedrigem C/N Verhältnis ( $\sim 12$ ) wurden rasch mineralisiert (siehe HADAS et al., 2004).

Sickerwasser (SW) konnte bislang nur an zwei Terminen im Winter 2021 gewonnen werden. Anfang Februar lagen die  $NO_3^-$ -Konzentrationen in 60 cm Tiefe auf der Vergleichsfläche bei  $416 \text{ mg l}^{-1}$  und damit um 42 bzw.  $59 \text{ mg l}^{-1}$  höher als auf der Stroh- und Pferdemitvariante. Zum selben Probenahmetermin war das Sickerwasser seit dem Umbruch noch nicht bis in 150 cm vorgedrungen. Die  $NO_3^-$ -Konzentrationen lagen bei 15 und  $26 \text{ mg l}^{-1}$  bei der Vergleichsfläche und Pferdemitvariante. Von der Strohvariante konnte in 150 cm kein SW gewonnen werden. Mitte März lagen die die  $NO_3^-$ -Konzentrationen unter der Vergleichsfläche in 60 cm Tiefe bei  $523 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ . Bei der Stroh- und Pferdemitvarianten konnte aufgrund der Trockenheit kein Sickerwasser gewonnen werden. Aus vorangegangenen Versuchen in semiariden Gebieten ist bekannt, dass Sickerwässer von einer Kultur durchaus erst in Folgeperioden gewonnen werden können. Deshalb wird das Sickerwasser-Monitoring bis zur nächsten Sickerwasserbildung fortgesetzt. Die Bewertung hinsichtlich N-Auswaschung konnte somit noch nicht final abgeschlossen werden.

Die Qualitätsbestimmungen des Weizens wurden an Mischproben durchgeführt. Sie zeigten, dass die Strohvariante gefolgt von der Vergleichsfläche und der Pferdemitvariante die höchsten Qualitätsparameter erzielte und als Qualitätsweizen deklariert werden könnte. Hinsichtlich des Ertrages konnten keine signifikanten Unterschiede gemessen werden.

### Zusammenfassung

Die Luzerne, hinterlässt durch ihre hohe ober- und unterirdische Biomassebildung nach dem Umbruch viel N und es treten sehr hohe  $NO_3^-$ -Konzentrationen im Sickerwasser auf. Dies belastet vor allem im semiariden Gebieten die Qualität des Grundwassers. Deshalb wurde ein Versuch angelegt, um durch die Zugabe von OM mit unterschiedlichem C/N eine zeitliche N-Immobilisierung und somit eine Verschiebung der N-Freisetzung, bestenfalls bis zur Spitze des N-Bedarfs der Folgefrucht, zu erzielen. In diesem Versuch wurde untersucht, wie sich  $N_{\min}$ -Werte im Boden und  $NO_3^-$ -Konzentrationen im Sickerwasser

bei Zugabe von OM mit hohem C/N Verhältnis (Stroh, Pferdemist) im Vergleich zur Referenzfläche ohne zusätzliches OM nach Luzernen-Umbruch verändern. Durch die Zugabe vom OM mit weitem C/N wurden die Spitzen- $N_{\min}$ -Gehalte im Boden um rund 35 % reduziert und die  $NO_3^-$ -Konzentrationen im Sickerwasser lagen ebenfalls deutlich unter jener der Vergleichsvariante. Die Zugabe von Stroh begünstigte darüber hinaus die Qualität der Folgekultur (Weizen). Hinsichtlich des Ertrages können keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden. Für eindeutige Aussagen über die Auswirkungen des organischen Materials auf die N-Auswaschung müssen weitere Sickerwasserdaten beobachtet werden.

### ***Abstract***

Due to its high above and below ground biomass formation, alfalfa leaves behind a lot of N after alfalfa upheaval and very high  $NO_3^-$  concentrations occur in the seepage water. This puts a strain on the quality of the groundwater, especially in semi-arid areas. Therefore, we wanted to achieve a temporal N-immobilization and thus a shift in the N-release, at best up to the peak of the N-requirement of the following crop, by adding OM with different C/N ratios. This experiment examined how  $N_{\min}$  values in the soil and  $NO_3^-$  concentration in the seepage water change when OM with a high C/N ratio (straw, horse manure) is added compared to the reference area without additional OM after alfalfa upheaval. The addition of OM with a wide range of C/N reduced the peak  $N_{\min}$  levels in the soil by around 35% and the  $NO_3^-$  concentration in the leachate were also below the one from the reference area. The addition of straw also improved the quality of the subsequent crop (wheat). With regard to the yield, no significant differences between the individual variants were determined. Further leachate data must be observed for clear statements about the effects of the organic material on the N-leaching.

### ***Literatur***

HADAS, A., KAUTSKY, L., GOEK, M., & KARA, E. E. 2004: Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(2), 255–266.  
MASUNGA, H. R., UZOKWE, N. V., MLAY, P. D., ODEH, I., SINGH, A., BUCHAN, D., & NEVE, S. DE. 2016: Nitrogen mineralization dynamics of different valuable organic amendments commonly used in agriculture. *Applied Soil Ecology*, 101, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.01.006>  
YANG, S., WANG, Y., LIU, R., LI, Q., & YANG, Z. 2018: Effects of straw application on nitrate leaching in fields in the Yellow River irrigation zone of Ningxia, China. *Scientific Reports*, 8(1), 1–10.

### ***Adresse der Autoren***

Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt,  
Pollnbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen

\* Ansprechpartnerin: Andrea Schmid MSc, [andrea.schmid@baw.at](mailto:andrea.schmid@baw.at)

**ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-  
VETERINÄR- UND AGRARWESEN**



**„Makro- und Nanoplastik – vom Boden und Wasser  
auf den Teller ”**



**Tagungsbericht 2022**

**" Makro- und Nanoplastik –  
vom Boden und Wasser  
auf den Teller "**

30. - 31. Mai 2022

Tagungsort  
Steiermarkhof  
Ekkehard-Hauer-Straße 33  
8052 Graz

Tel. +43 316 8050 7111  
Fax. +43 316 8050 7151

[www.steiermarkhof.at](http://www.steiermarkhof.at)