

## **Umbruch von Zwischenfrüchten**

### **Hintergrund**

Die bislang im Leitbetriebeprojekt NRW durchgeführten Versuche bestätigten, dass Zwischenfrüchte bei zeitiger Aussaat hohe N-Mengen vor Winter aufnehmen und damit vor der Auswaschung ins Grundwasser bewahren können. Ob der N-Transfer in die nachfolgende Kultur gelingt, hängt jedoch maßgeblich von der Höhe der N-Verluste über Winter und dem CN-Verhältnis im Restspross ab. Beide Parameter wurden durch Mischungen aus abfrierenden und winterharten Arten günstig beeinflusst, z.T. signifikant höhere Erträge und Qualitäten in der Nachfrucht Sommerweizen waren die Folge.

Im Rahmen des Projektes wird nun auf Praxisflächen geprüft, wie durch unterschiedliche Bearbeitungsverfahren und -zeitpunkte der Zwischenfrüchte eine zielgerichtete Mineralisierung für die Nachfrucht im Frühjahr unterstützt werden kann, ohne dabei erhöhte Auswaschungsverluste über Winter in Kauf nehmen zu müssen. Dabei wurden bereits verfügbaren Geräte wie Messer- und Cambridgewalze sowie Scheibenegge mit einem neu entwickelten Häufelgerät verglichen. Durch dieses neue Dammumbruchverfahren, bei dem der Boden nur auf 30 Prozent der Fläche bearbeitet wird, soll die Sprossmasse durch Verschütten vor Frosteinwirkung geschützt und durch das fehlende Vermischen mit Erde gleichzeitig bei Temperaturen über 5°C, wie sie in den Ackerbaulagen in NRW auch im Winter häufiger vorkommen, vor dem Abbau durch Mikroorganismen bewahrt werden. Erst im Frühjahr soll nach der Einebnung der Dämme mit der Scheibenegge die Mineralisierung zeitgerecht zur Nachfrucht einsetzen.

### **Material und Methoden**

Ab Herbst 2021 wurden auf drei ökologisch wirtschaftenden Leitbetrieben in NRW Feldversuche mit folgenden Varianten durchgeführt:

1. Scheibenegge November
2. Messerwalze November
3. Cambridgewalze November
4. Scheibenegge Januar
5. ZF unbearbeitet
6. Häufelgerät November

Die Ergebnisse der Varianten 2. und 3. wurden jedoch in diesem Bericht nicht dargestellt.

## **Versuchsstandorte**

**Leitbetrieb Bolten** in Niederkrüchten (60 m über NN, Durchschnittstemperatur 9,6°C, mittlerer Jahresniederschlag 750 mm. Bodenart lehmiger Sand bis sandiger Lehm mit Bodenpunkten von 50 bis 70)

- Vorfrüchte 2021 Markerbsen (2020 Spinat)
- Umbruch und Einarbeitung Erbsenstroh mit der Scheibenegge am 22.7.2021
- Saat Zwischenfrucht (Sandhafer 60 kg/ha, Ölrettich 20 kg/ha) am 20.8.2021
- Umbruch Zwischenfrucht mit Scheibenegge, doppelte Überfahrt am 9.3.2022

**Leitbetrieb Finkes Hof** in Borken (50 m über NN. Durchschnittstemperatur 10,2°C, mittlerer Jahresniederschlag 760 mm, Bodenart Sand bis lehmiger Sand, Bodenpunkte 18 bis 45)

- Vorfrucht 2021 Winterroggen
- Umbruch Messerwalze und flach grubbern am 28.7.2021
- Grundbodenbearbeitung tief grubbern 2.8.2021
- Saatbettbereitung Kreiselegge 3.8.2021
- Saat Einböck Schleppschar 5.8.2021 (Reihensaat: 180 kg Lupine 90 kg Roggen)
- Umbruch Zwischenfrucht mit der Scheibenegge und anschließend Pflug am 28.2.2022

**Versuchsbetrieb Wiesengut** in Hennef (65 m über NN, Durchschnittstemperatur 10,3°C, mittlerer Jahresniederschlag 840 mm, lehmig-schluffig bis sandig-schluffige Auensedimente von Kiesköpfen durchsetzt, schwankender Grundwasserstand in Siegnähe, Bodenpunkte 20 bis 70)

- Vorfrucht 2021 Ackerbohnen (2020 Hafer)
- Umbruch mit dem Pflug am 6.9.2021
- Saatbettbereitung mit der Kreiselegge am 7.9.2021
- Saat am 8.9.2021 (Ölrettich 6,25 kg, Winterrübsen 3,75 kg, Sandhafer 20 kg, Grünroggen 30 kg)
- Umbruch der Zwischenfrucht am 2.3.2022 mit der Scheibenegge
- Pflug 25 cm am 24.3.2022
- Saat Sommerweizen (Sorte Alicia 184 kg) am 25.3.2022

## **Ergebnisse**

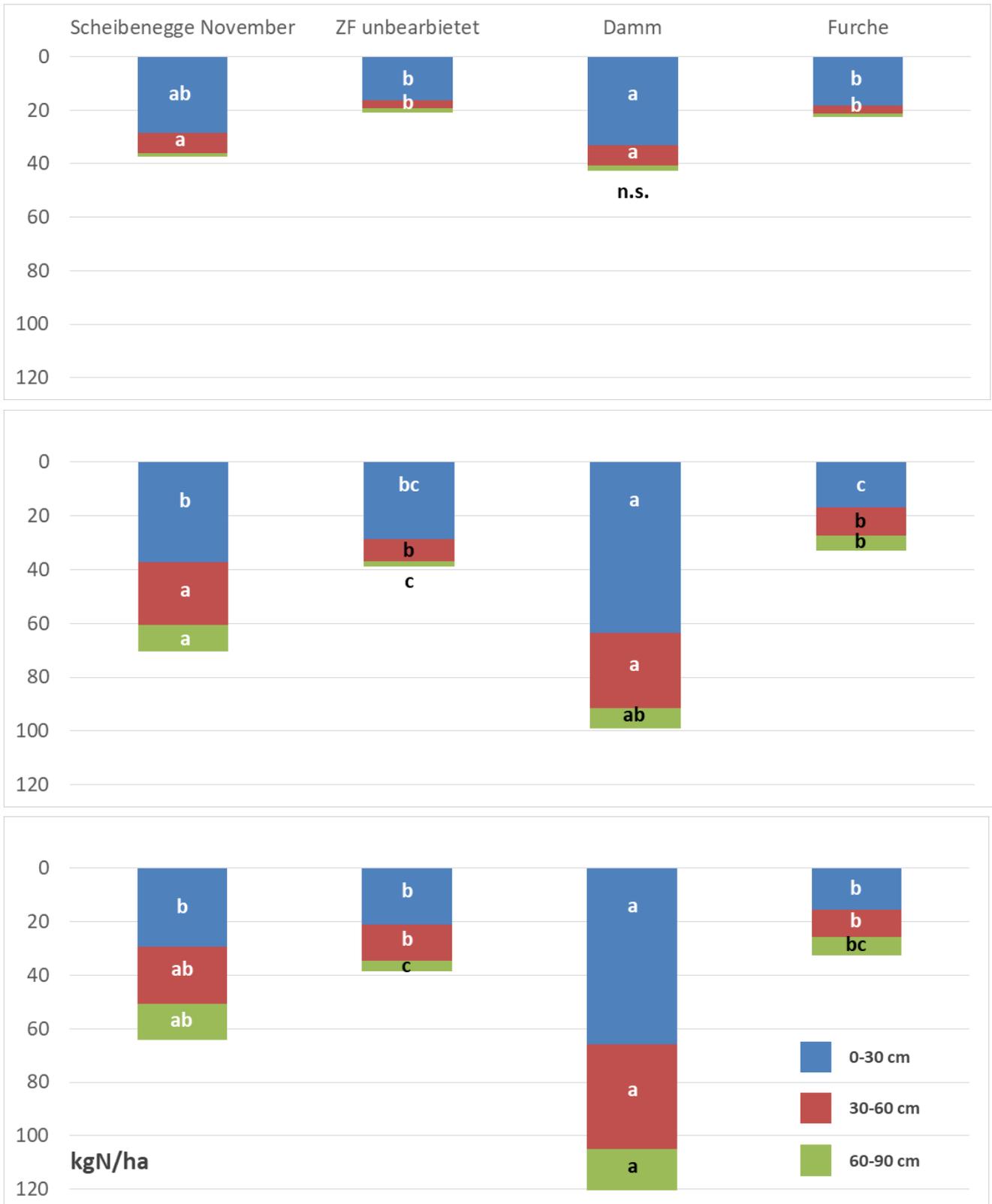
Auf dem Standort Bolten wurden bis zur ersten Bearbeitung mit Scheibenegge und Häufelgerät am 25.11.2021 vom Zwischenfruchtbestand 109 kg N/ha in die Sprossmasse aufgenommen (Ölrettich 98 kg N/ha und Sandhafer 11 kg N/ha). Nach Winter war am 1.3.2022 eine Unterscheidung beider Komponenten nicht mehr möglich, die Verluste waren im milden Winter 2021/22 mit unter 10 % gering, so dass noch 101 kg N/ha in der Sprossmasse der unbearbeiteten Variante gebunden waren (Ergebnisse nicht dargestellt). Aufgrund fehlender Befahrbarkeit im Frost konnte die Variante Scheibenegge (Januar) an diesem Standort nicht angelegt werden.

Bereits am 20.12.2021, also vier Wochen nach dem Novemberumbruch, wurden am Standort Bolten in der oberen Bodenschicht (0-30 cm) der Variante Häufelgerät im Damm signifikant höhere Werte als in der unbearbeiteten Variante und in der Furche gemessen (Abb. 1). Die Werte der Variante Scheibenegge November lagen in der oberen Bodenschicht, wie auch im weiteren Beprobungsverlauf, immer zwischen diesen beiden Varianten, wobei die Unterschiede zum Häufelgerät z.T. signifikant waren, zur unbearbeiteten Variante jedoch nicht. Die befürchtete Nitratverlagerung in tiefere Bodenschichten bis 90 cm unter vor Winter bearbeiteten Zwischenfruchtbeständen ist über den gesamten Beprobungszeitraum deutlich und z.T. signifikant sowohl unter der Variante Scheibenegge als auch im Damm der Häufelvariante nachweisbar. Entgegen der Hypothese konnte somit durch die Bearbeitung mit dem Häufelgerät keine Reduzierung der Mineralisation über Winter im Vergleich zur Scheibenegge erreicht werden.

Die erhöhten N<sub>min</sub>-Werte in der oberen Bodenschicht Anfang März im Damm der Häufelvariante lassen jedoch eine schnellere und höhere N-Versorgung der Nachfrucht zumindest in diesen Teilflächen erwarten im Vergleich zur unbearbeiteten Variante. Eine Beprobung der Nachfrucht hinsichtlich dieses Effektes war auf diesem Standort jedoch leider nicht möglich.

Da sich die Volumenanteile von Damm und Furche mit den zur Verfügung stehenden Methoden nicht bestimmen ließen, war keine exakte Mittelwertbildung zwischen beiden Teilvarianten möglich, eine grobe Mittelung ergibt jedoch über alle Probenahmetermine Werte in vergleichbarer Höhe wie in der Variante Scheibenegge November.

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**



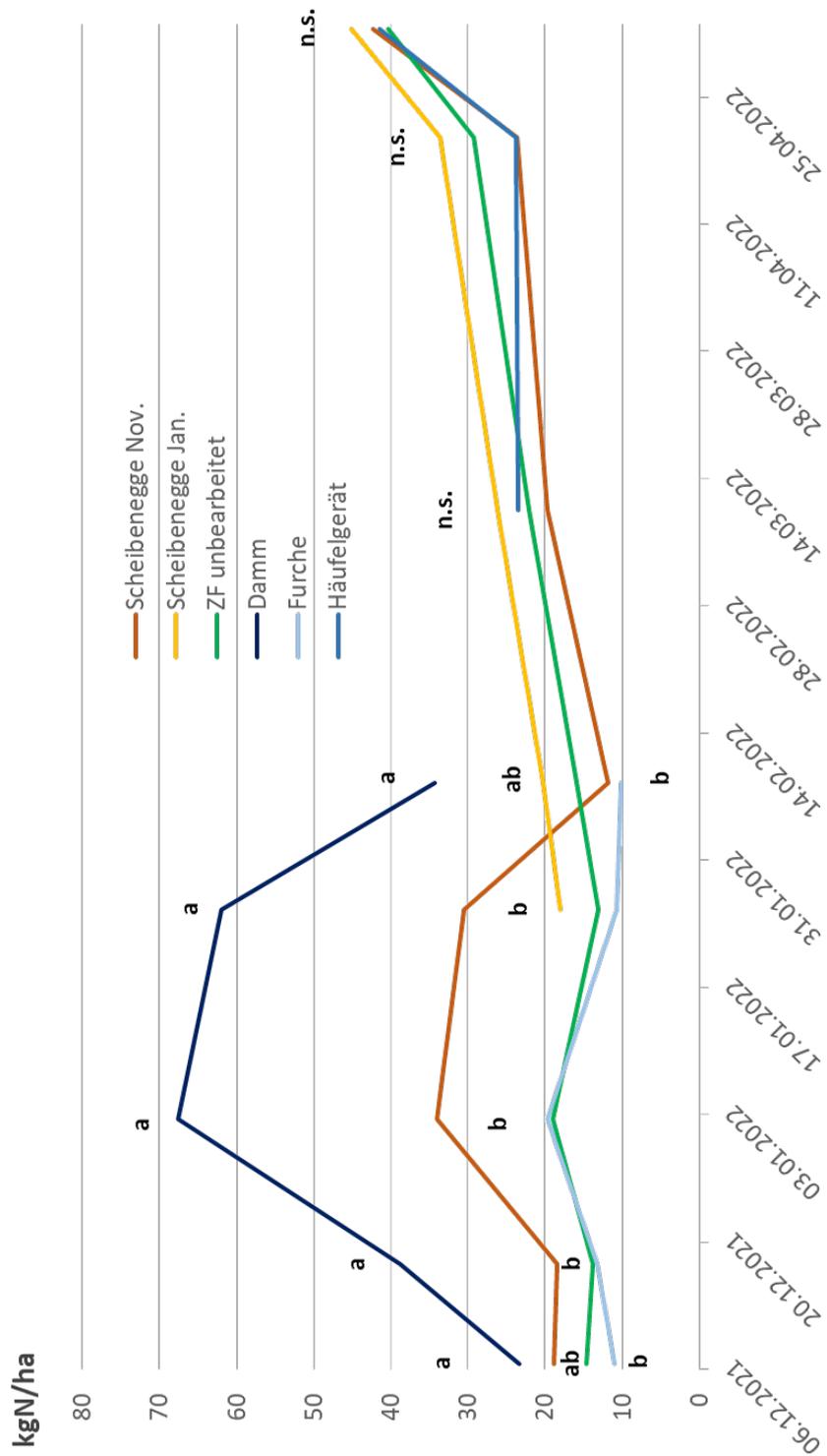
**Abb. 1: Einfluss der Bearbeitung auf den Nmin-Wert (kg N/ha) zu drei Terminen (oben 20.12.2021, Mitte 25.1.2022, unten 1.3.2022) auf dem Standort Bolten in Nirdrkrüchten.** Varianten mit verschiedenen Buchstaben je Tiefenstufe unterscheiden sich signifikant ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).

Auf dem Standort Finkeshof war die Besonderheit, dass Lupine und Grünroggen in Reihen separat so GPS-gesteuert gesät wurden, dass zwei Reihen Lupinen dort stehen, wo im Folgejahr die Gemüsekultur etabliert wird und Grünroggen in den Zwischenräumen. Bis zur ersten Bearbeitung mit Scheibenegge und Häufelgerät am 24.11.2021 nahm dieser Zwischenfruchtbestand 65 kg N/ha auf (Grünroggen 30 kg N/ha und Lupine 35 kg N/ha). Nach Winter wurden am 25.2.2022 noch 50 kg N/ha in der Sprossmasse (Grünroggen 47 kgN/ha und Lupine 3 kgN/ha) wiedergefunden.

Analog zum Standort Bolten wurden auch hier in der oberen Bodenschicht (0-30 cm) der Variante Häufelgerät im Damm signifikant höhere Werte als in der unbearbeiteten Variante und in der Furche ermittelt (Abb. 2). Die Werte der Variante Scheibenegge November lagen in der oberen Bodenschicht, wie auch im weiteren Beprobungsverlauf, immer zwischen diesen beiden Varianten, wobei die Unterschiede zur Häufelvariante hier noch größer und bis auf eine Ausnahme am 6.12.2021 alle signifikant waren, zur unbearbeiteten Variante jedoch auch hier nicht.

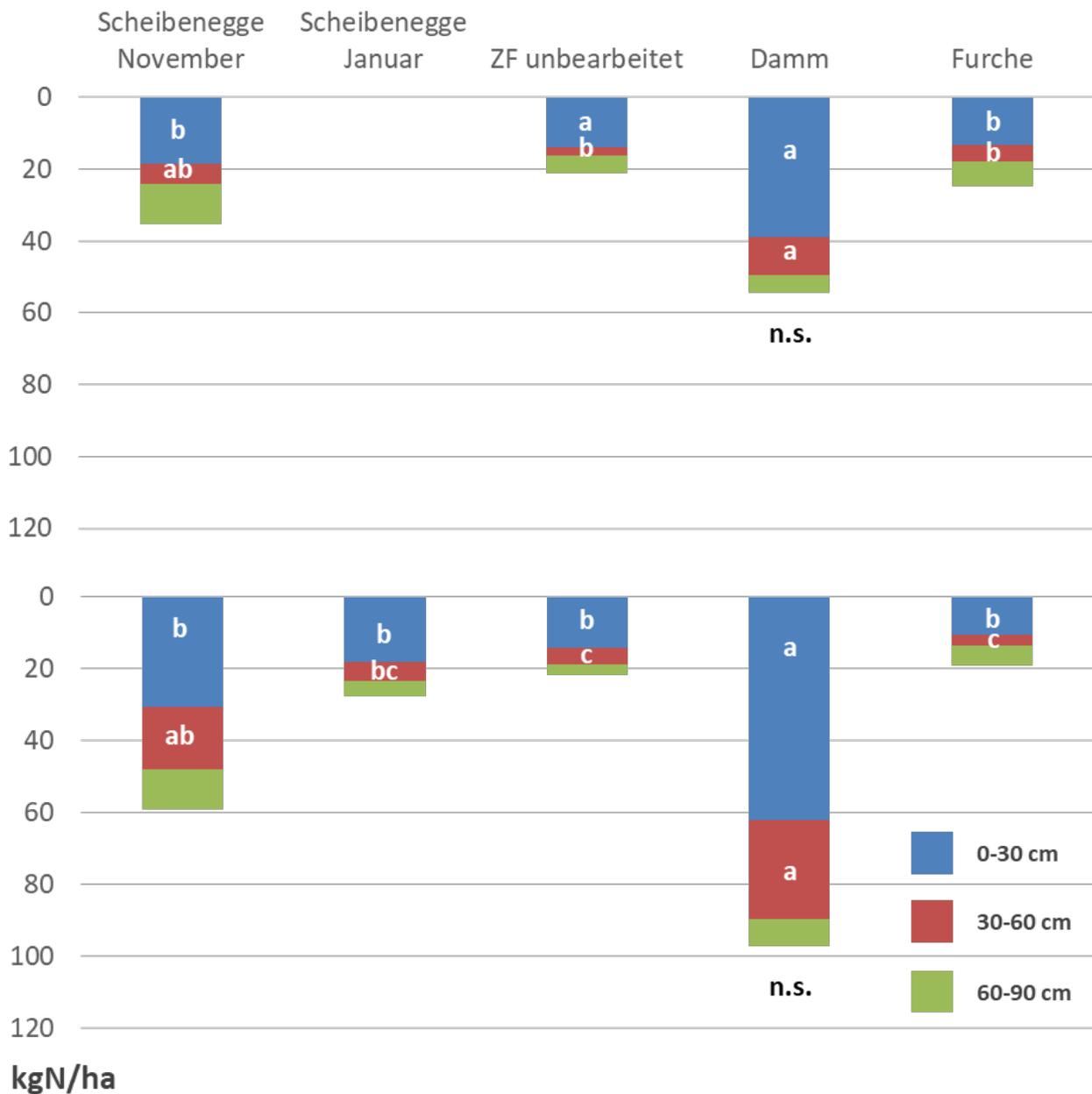
In Abbildung 3 wird deutlich, dass über Winter im Damm der Häufelvariante eine signifikant höhere Nitratverlagerung in die Bodenschicht 30-60 cm stattfand, als in allen anderen Varianten. Wie auch auf dem Standort Bolten konnte entgegen der Hypothese somit durch die Bearbeitung mit dem Häufelgerät keine Reduzierung der Mineralisation und damit Verringerung der Auswaschungsgefahr über Winter im Vergleich zur Scheibenegge erzielt werden. Anders als auf dem ersten Standort wurde aber im Frühjahr in der Häufelvariante auch keine vorteilhaft höhere N-Mineralisation festgestellt.

Dies trifft auch auf die Variante Scheibenegge (Januar) zu, zwar liegen die Werte ab der Bearbeitung im Frost am 18.1.2022 immer tendenziell über den anderen Varianten, jedoch waren die Unterschiede zu keinem Zeitpunkt signifikant. Eine unerwünschte Mineralisierung über Winter konnte mit dieser Variante aber in vergleichbarem Maße vermieden werden, wie durch eine unbearbeitete Zwischenfrucht (Abb. 3).



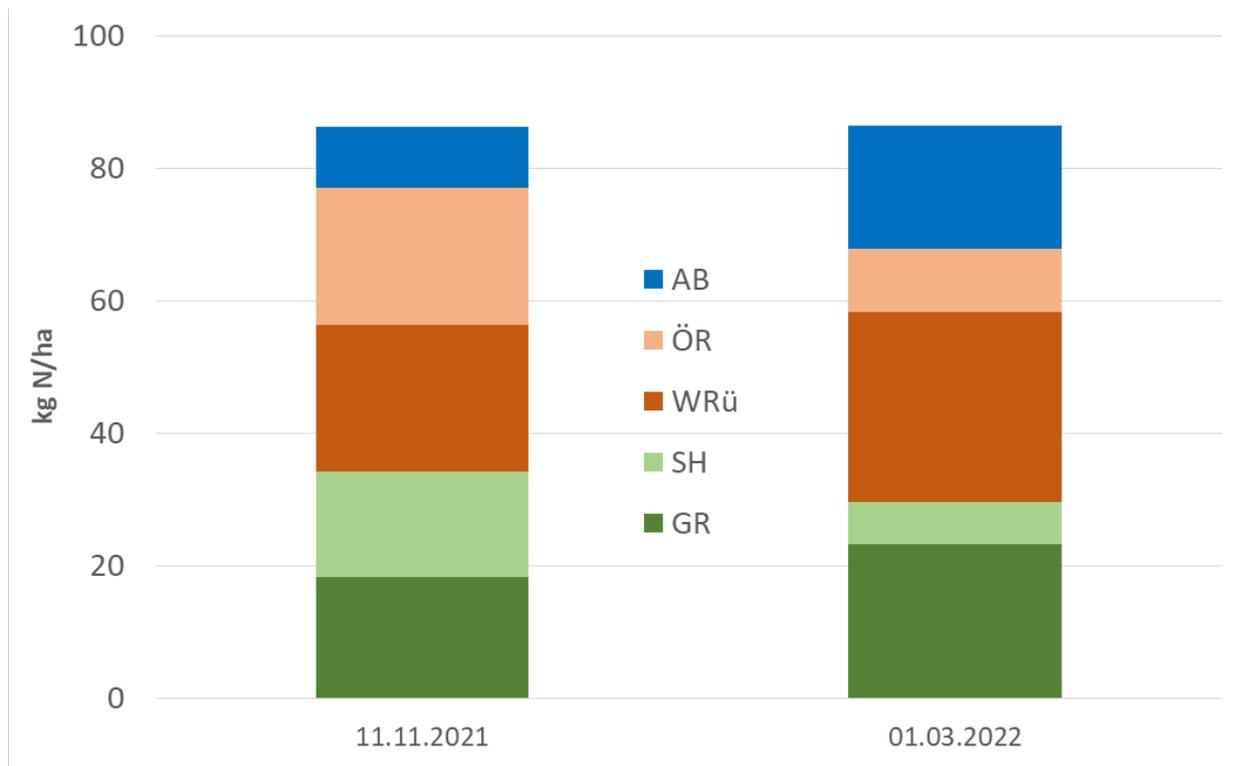
**Abb. 2: Einfluss der Bearbeitung auf den Nmin-Wert (kg N/ha) in der oberen Bodenschicht (0-30 cm) auf dem Standort Finkeshof in Borcken.** Varianten mit verschiedenen Buchstaben je Tiefenstufe unterscheiden sich signifikant ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**



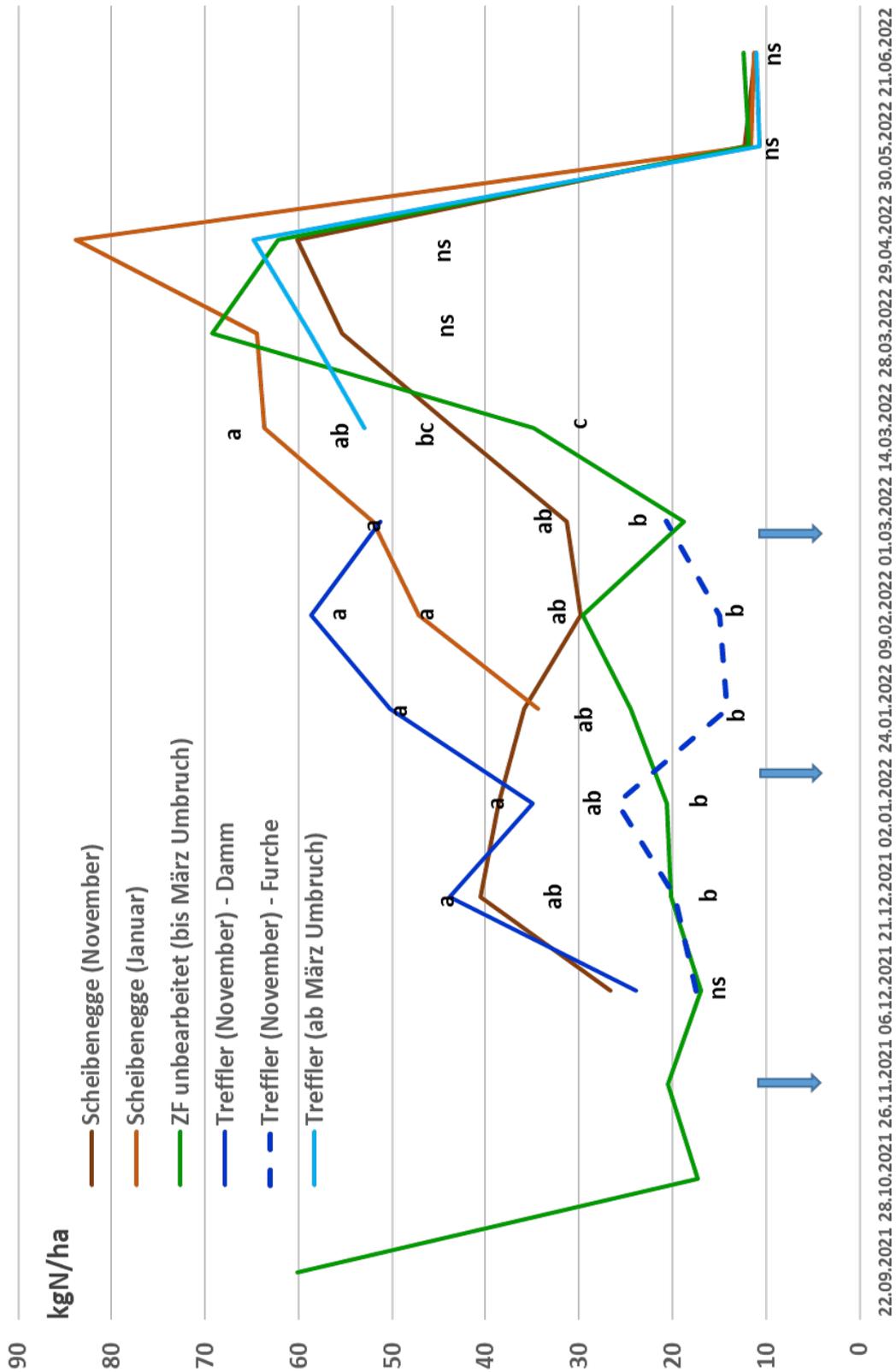
**Abb. 3: Einfluss der Bearbeitung auf den Nmin-Wert (kg N/ha) am 17.12.2021 (oben) und am 25.1.2022 (unten) auf dem Standort Finkeshof.** Varianten mit verschiedenen Buchstaben je Tiefe unterscheiden sich signifikant ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).

Auf dem Standort Wiesengut wurden vor Winter vom Zwischenfruchtbestand und den Ausfallackerbohnen etwa 90 kg N/ha aufgenommen (Abb. 4). Die Verluste waren in der Summe auch an diesem Standort im milden Winter 2021/22 sehr gering, es wurde nur geringfügige Verluste bei den theoretisch abfrierenden Zwischenfrüchten festgestellt, die jedoch durch Zuwachs bei den winterharten Arten sowie etwas unerwartet auch durch die Ackerbohnen kompensiert werden konnten.



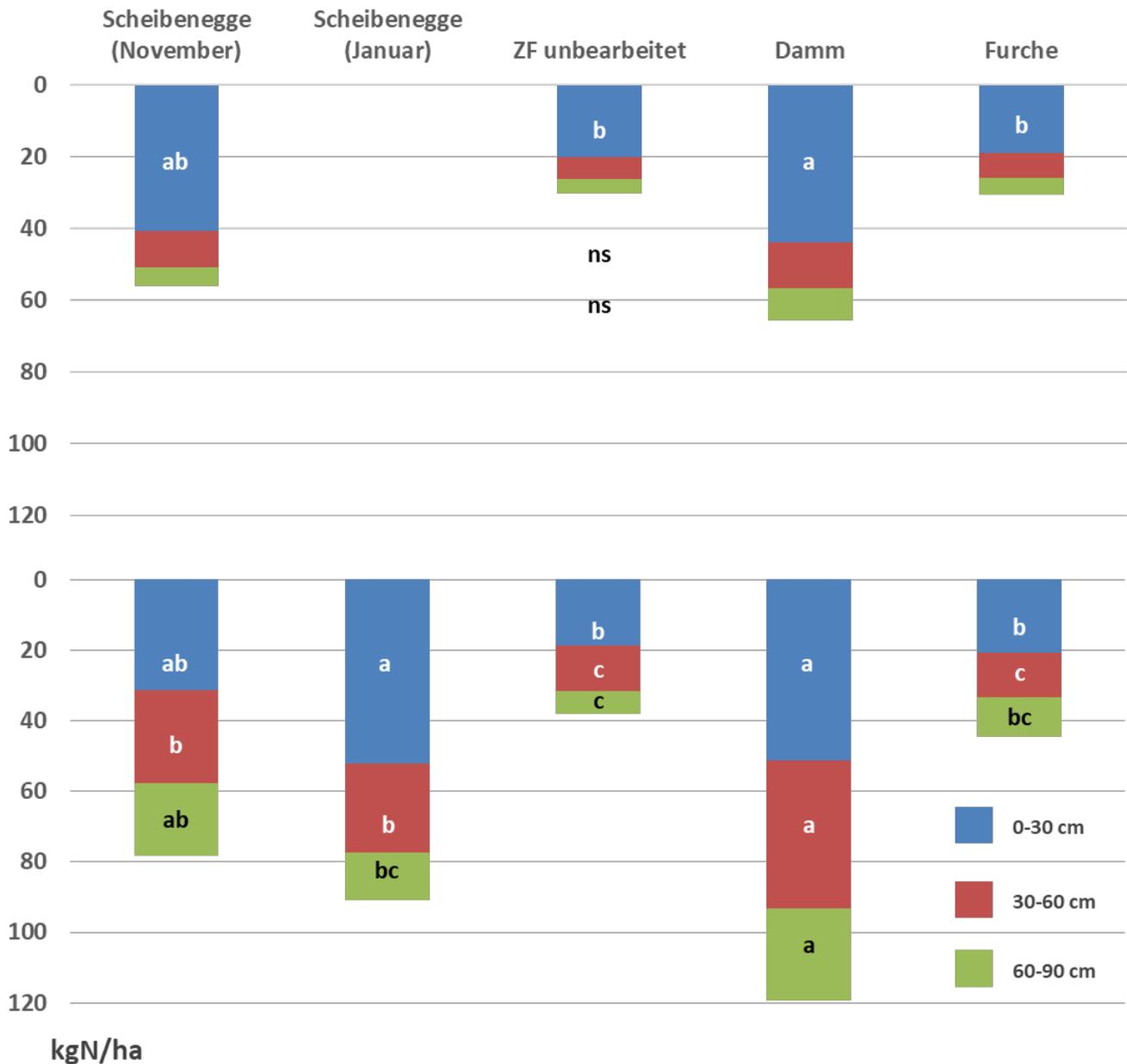
**Abb. 4: Stickstoffaufnahme in den Spross vor und nach Winter auf dem Standort Wiesengut (AB - Ausfall Ackerbohnen, ÖR - Ölrettich, WRü - Winterrübsen, SH - Sandhafer, GR – Grünroggen)**

Wurden die Zwischenfrüchte bereits Ende November mit der Scheibenegge umgebrochen, so führte dies auf dem Wiesengut (Abb. 5 & 6) im Vergleich zu der bis März unbearbeiteten Variante zu signifikant erhöhten Nmin-Werten in der oberen Bodenschicht (6.12.) und zu gesteigerter Verlagerung in tiefere Bodenschichten über Winter (24.1. und 1.3.). Anders als in der Hypothese angenommen, wurde dies jedoch auch im Damm der Häufelvariante beobachtet. Während in der Variante Scheibenegge bis Anfang März ein kontinuierlicher Rückgang des Nmin-Gehaltes in der oberen Bodenschicht beobachtet wurde, stieg er im Damm der Häufelvariante bis Februar weiter an. Die Nitratverlagerung in die Bodenschicht 30-60 cm war in dieser Variante jedoch auch signifikant am höchsten. Die Furche verhielt sich dagegen analog zur unbearbeiteten Variante. Nur eine Bearbeitung mit der Scheibenegge Mitte Januar bei Befahrbarkeit durch Bodenfrost konnte eine unerwünschte Mineralisierung über Winter in vergleichbarem Maße vermeiden wie eine unbearbeitete Zwischenfrucht und gleichzeitig die N-Verfügbarkeit am Standort Wiesengut zu Vegetationsbeginn (1. & 14.3.) signifikant steigern. Dieser positive Effekt wurde auch im Damm der Variante Häufel festgestellt. Die frühere N-Mineralisierung in den Varianten Scheibenegge (Januar) und Häufelgerät wurde jedoch am Standort Wiesengut nicht ertragswirksam in der Folgefrucht Sommerweizen.



**Abb. 5: Einfluss der Bearbeitung auf den Nmin-Wert (kg N/ha) in der oberen Bodenschicht (0-30 cm) auf dem Standort Wiesengut in Hennef.** Varianten mit verschiedenen Buchstaben je Tiefenstufe unterscheiden sich signifikant ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**



**Abb. 6: Einfluss der Bearbeitung auf den Nmin-Wert (kg N/ha) zu zwei Terminen (oben 21.12.2021, unten 1.3.2022) auf dem Standort Wiesengut in Hennef. Varianten mit verschiedenen Buchstaben je Tiefenstufe unterscheiden sich signifikant ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).**

## **Zusammenfassung**

Auch die Leitbetriebeversuche im Winter 2021/22 zu Zeitpunkt und Methoden des Zwischenfruchtumbruchs bestätigten die im Review von Thorup-Kristensen et al. (2003) zusammengestellten Ergebnisse, dass ein früher Umbruchzeitpunkt die Gefahr von Auswaschungsverlusten erhöhen und ein zu später sich negativ auf die zeitgerechte Mineralisierung für die Folgefrucht auswirken kann. Dieses Problem konnte auch durch das neu entwickelte Häufelgerät unter den milden Witterungsbedingungen im ersten Versuchsjahr im Rheinland nicht wirkungsvoll gemindert werden. Einzig der Umbruch bei Befahrbarkeit im Frost Mitte Januar konnte die Auswaschungsverluste in vergleichbarem Maße reduzieren wie die unbearbeiteten Zwischenfruchtbestände und gleichzeitig wurden in dieser Variante im Frühjahr z.T. signifikant höhere Mengen Stickstoff mineralisiert als in den anderen Varianten. Ein Ertragseffekt auf die Nachfrucht Sommerweizen wurde jedoch nicht festgestellt.

Aus dem ersten Versuchsjahr lässt sich somit zusammenfassend ableiten, dass die Bearbeitung vor Winter eine hohe Auswaschungsgefahr birgt, unabhängig von der Maschinenwahl und ohne die Mineralisation im Frühjahr sicher zu steigern. Demgegenüber konnte mit der Bearbeitung im Frost (Variante: Scheibenegge Januar, gesetzlich erlaubt ab 15.1) die Nitratverlagerung in vergleichbarem Maße vermieden werden, wie durch eine unbearbeitete Zwischenfrucht, gleichzeitig wurde damit aber auf einem Standort die Mineralisierung im Frühjahr signifikant gesteigert. Negative Auswirkungen dieser Variante wurden auf keinem der drei Standorte beobachtet.

## **Literatur**

Thorup-Kristensen, K., Magid, J., & Jensen, L. S. (2003): Catch crops and green manures as bio-logical tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy*, 79, 227-302 [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(02\)79005-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(02)79005-6)