



API.3: Ausnutzung und Verbleib von Hofdüngerstickstoff und Managementoptionen

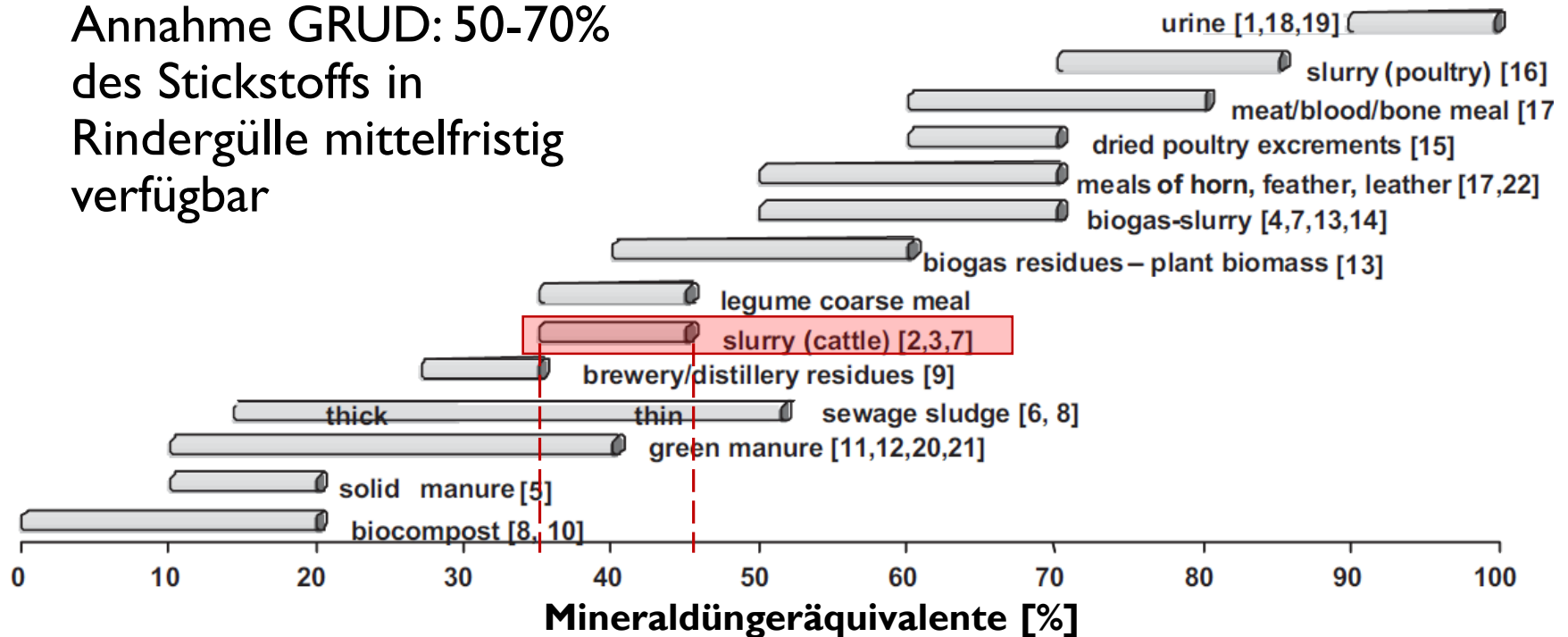
Hanna Frick (hanna.frick@fibl.org)

Abschlusstreffen NitroGäu

Olten, 26. April 2022

Hofdünger – ein erhöhtes Nitratauswaschungspotenzial?

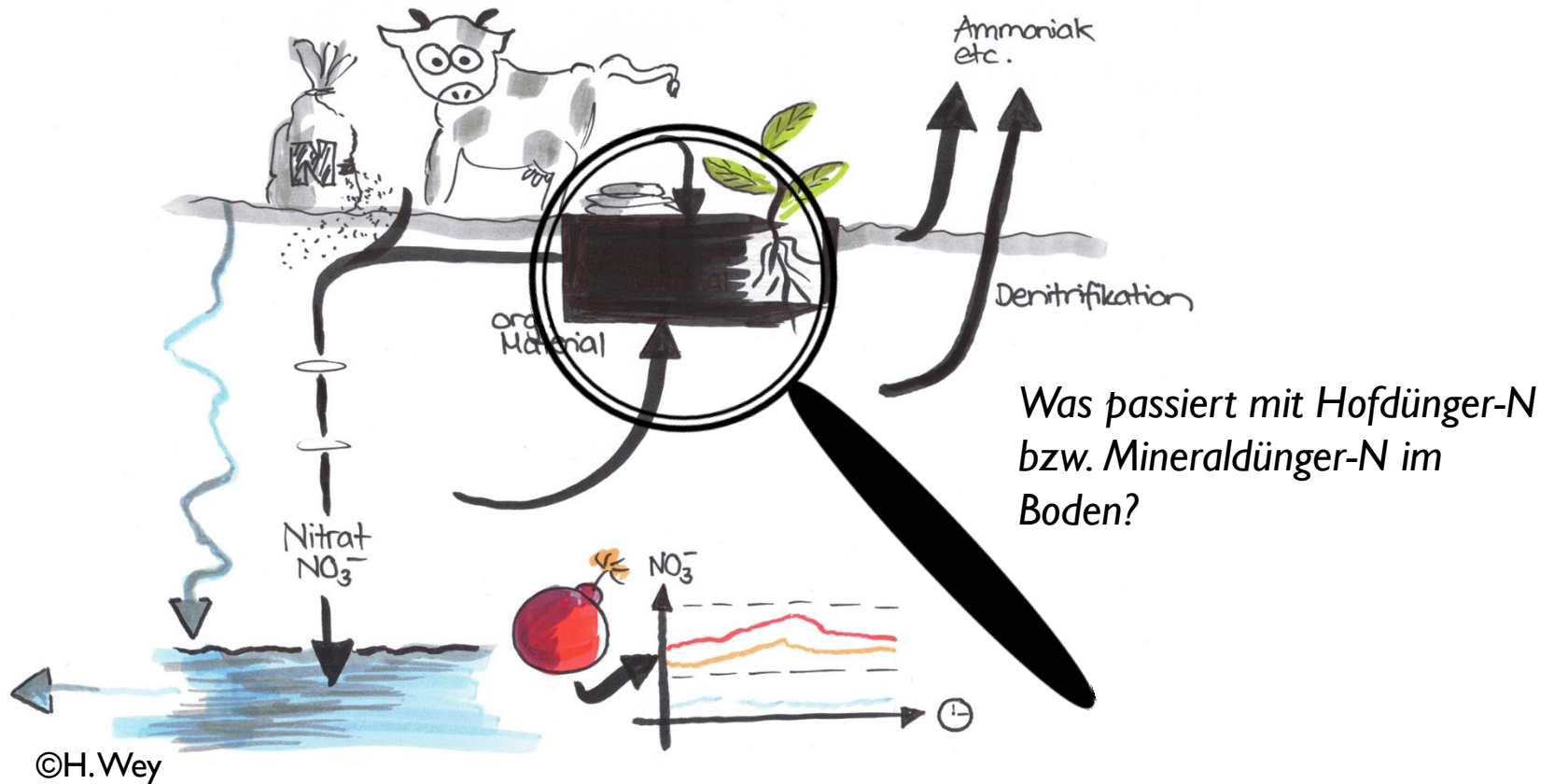
Annahme GRUD: 50-70%
des Stickstoffs in
Rindergülle mittelfristig
verfügbar



[1] Amberger et al., 1982a; [2] Amberger et al., 1982b; [3] Dittert et al., 1998; [4] Dosch and Gutser, 1996a; [5] Dosch and Gutser, 1996b; [6] Furrer and Bolliger, 1978; [7] Gutser et al., 1987; [8] Gutser, 1996; [9] Gutser, 1998; [10] Gutser and Ebertseder, 2002b; [11] Gutser and Vilsmeier, 1987; [12] Honeycutt, 1999; [13] Kape et al., 2004, personal communication; [14] Messner and Amberger, 1987; [15] Nicholson et al., 1996; [16] Preusch et al., 2002; [17] Smith and Hadley, 1988; [18] Sørensen and Jensen, 1996; [19] Thomsen et al., 1997; [20] Thorup-Kristensen, 1994; [21] Vilsmeier and Gutser, 1987; [22] Warren et al., 1958.

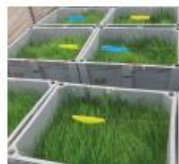
(Gutser et al. 2005)

Der Boden als «Black Box»



Feldversuch: Aufbau und Motivation

- N-Nutzungseffizienz und Nachwirkung von Rindergülle unter Praxisbedingungen besser verstehen
- Verbleib und Transformation von Gülle-N und Mineraldünger-N im Boden verfolgen
- Nitratauswaschung aus Rindergülle und Mineraldünger vergleichen



¹⁵N-
markiertes
Weidelgras

Fütterung



¹⁵N Rinder-
gülle (Slu)

Jahr	Feld A	Feld B
2018	Kunstwiese/ Mais	Kunstwiese
2019	Winter- weizen	Kunstwiese/ Mais
2020	Kunstwiese	Winter- weizen

N-Bilanz über 2.5 Jahre auf 2 Feldern

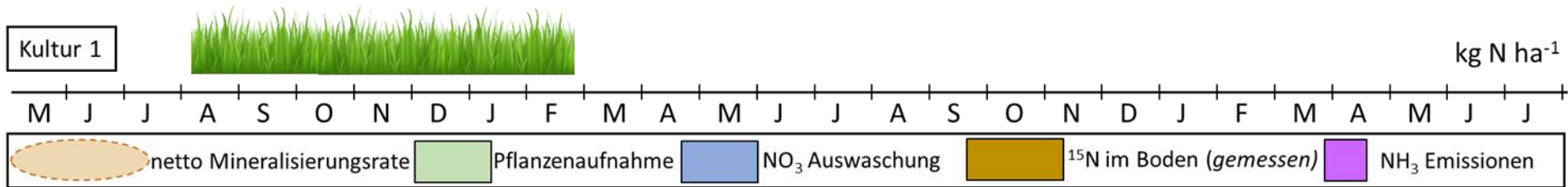
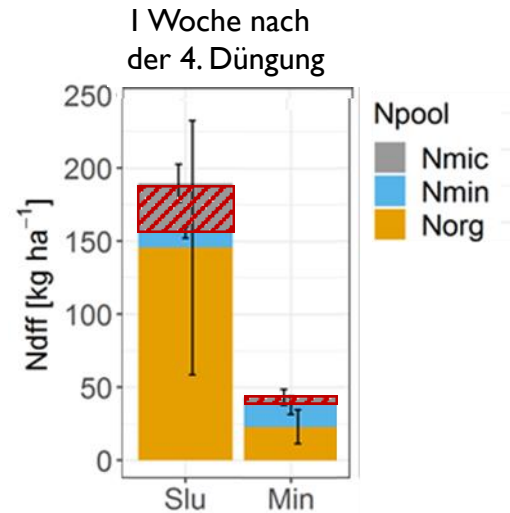
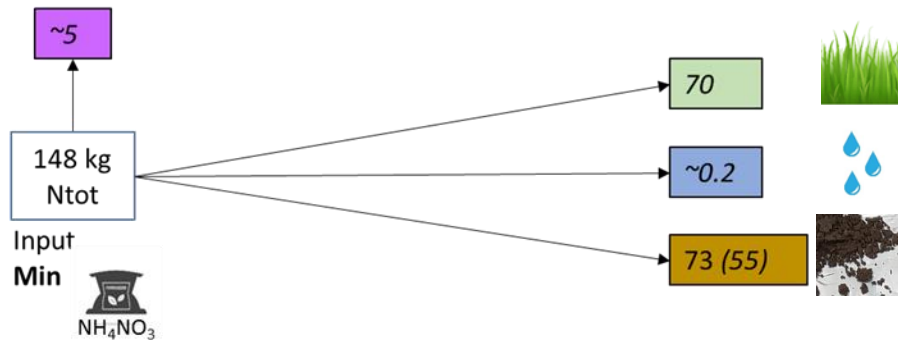
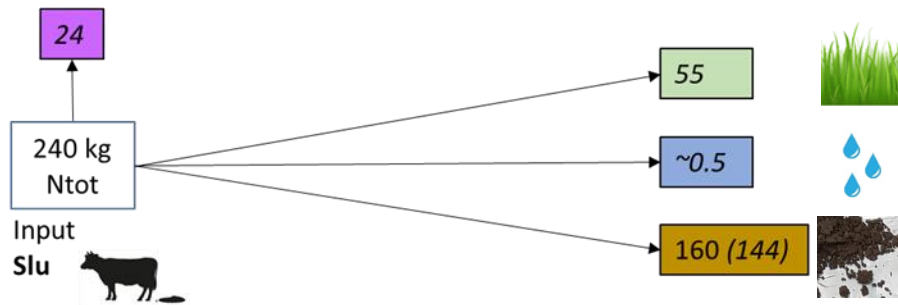
3 Verfahren: ON Kontrolle (**Con**), Mineraldünger (**Min**),
Gülle (**Slu**)

Gleiche Dosis *mineralischer N*

Min: 37 kg N_{tot} ha⁻¹

Slu: 60 kg N_{tot} ha⁻¹

Verbleib des Dünger-N

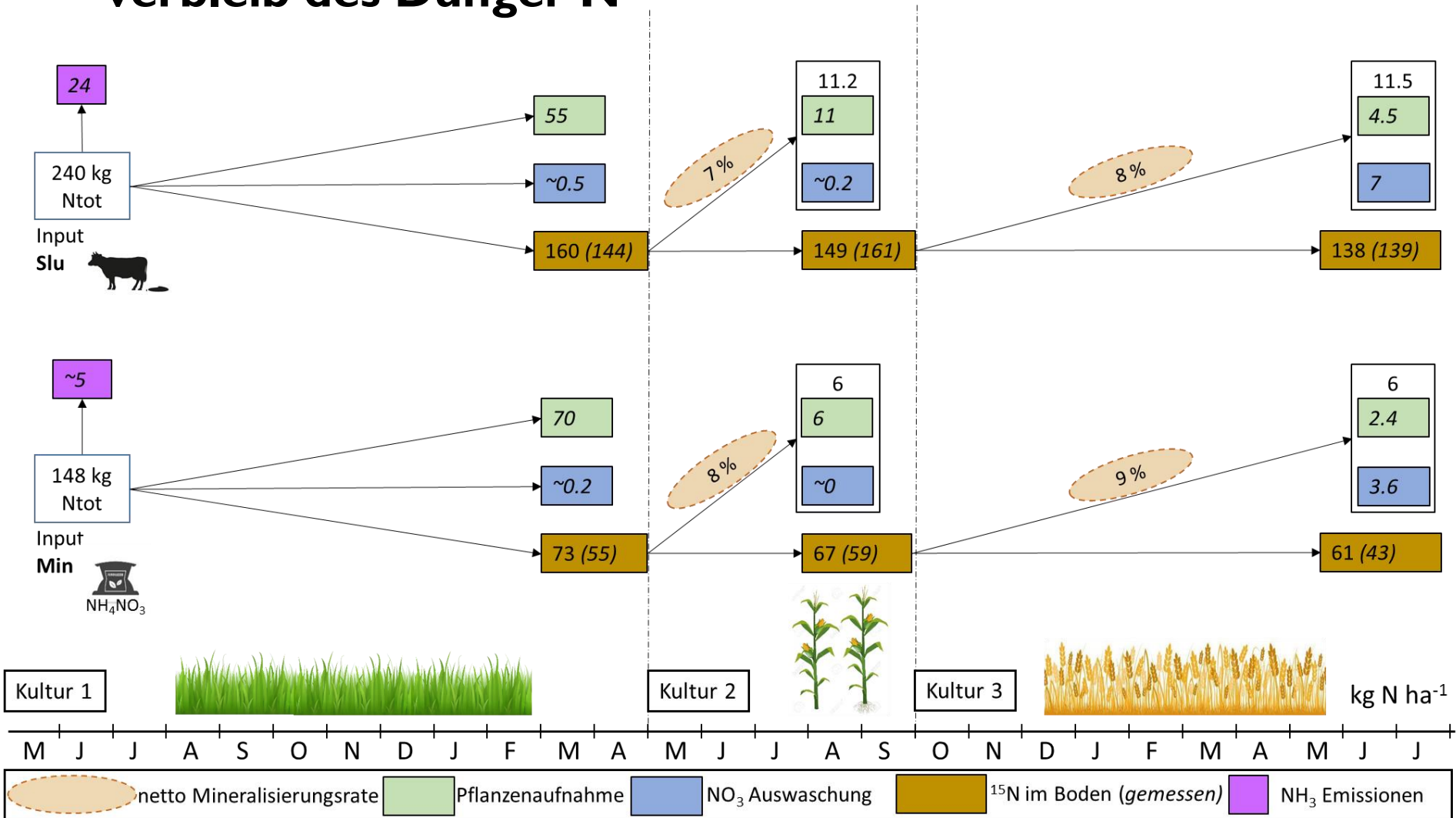


Dünger-N Aufnahme durch Pflanze Min > Slu, obwohl mineralischer N bei beiden Verfahren gleich

→ NH₃ Emissionen Slu > Min

→ mikrobielle Immobilisierung Slu > Min

Verbleib des Dünger-N

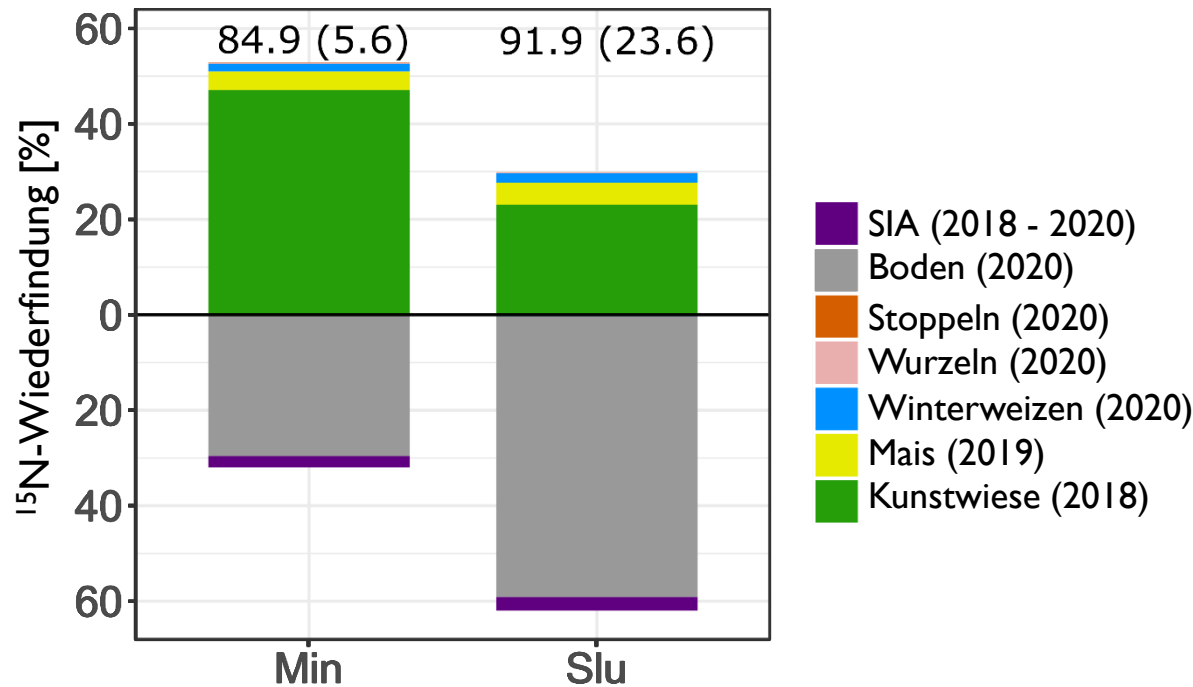


Dünger-N Aufnahme durch Pflanze Min > Slu, obwohl mineralischer N bei beiden Verfahren gleich

Nachwirkung, aber auch **Nitratauswaschung**, Slu > Min

Mineralisierungsrate ähnlich für Min und Slu

¹⁵N Gesamtbilanz



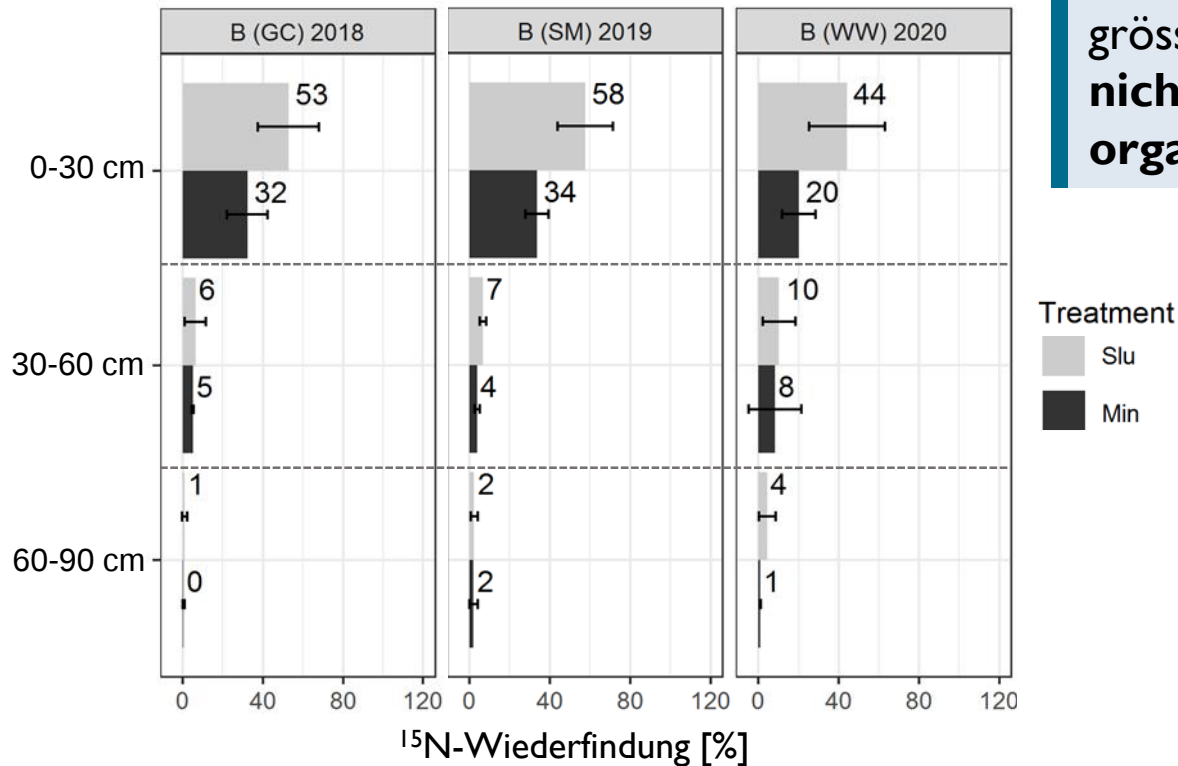
¹⁵N-Wiederfindung in der Pflanzenbiomasse im Ausbringungsjahr Slu < Min

Nachwirkung gering (<5 % im ersten, <2.5 % im zweiten Folgejahr), aber etwas höher für Slu als für Min

¹⁵N-Wiederfindung im ausgewaschenen Nitrat ~3 %

Gesamt-Wiederfindung des ¹⁵N ~100%

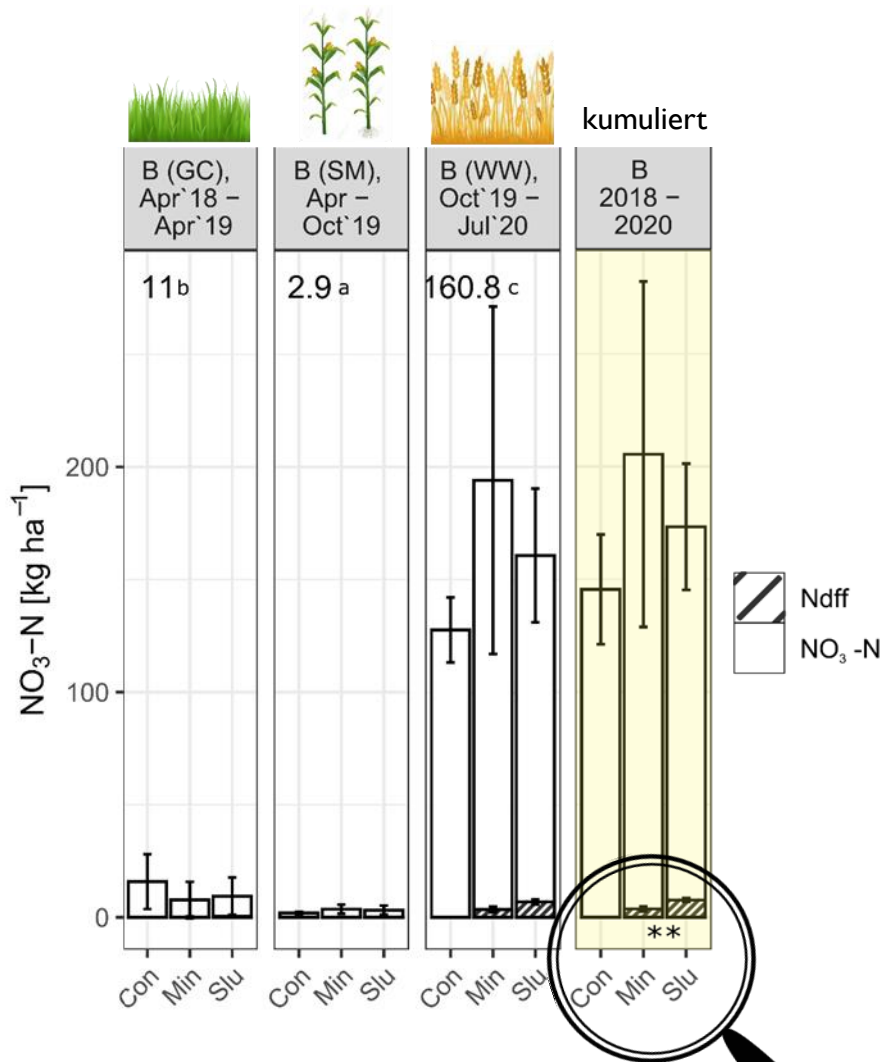
Verbleib des ^{15}N im Boden



Kaum Tiefenverlagerung

Im Frühjahr nach Ausbringung
grösster Anteil an Dünger-N im
**nicht-mikrobiellen
organischen N-Pool**

Nitratauswaschung



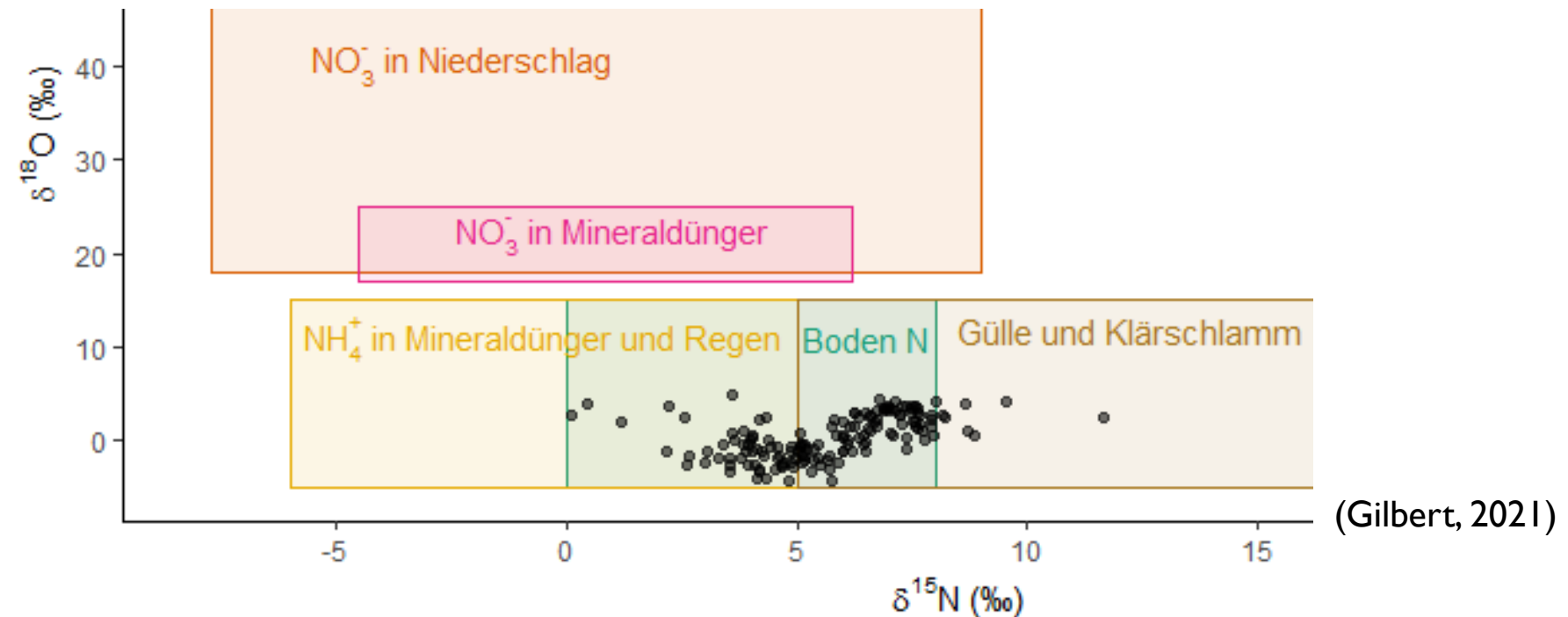
Nitratauswaschung am höchsten unter Winterweizen (als Folge der Fruchtfolge **Kunstwiesen – Mais – Winterweizen**)
 → trotz Wiesenumbruch durch **Streifenfrässaat**

< 5 % des ausgewaschenen Nitrats stammt aus den ¹⁵N markierten Düngern

Kumulierte Nitratauswaschung **grösser für Slu** (7.6 kg ha⁻¹) **als für Min** (3.7 kg ha⁻¹)

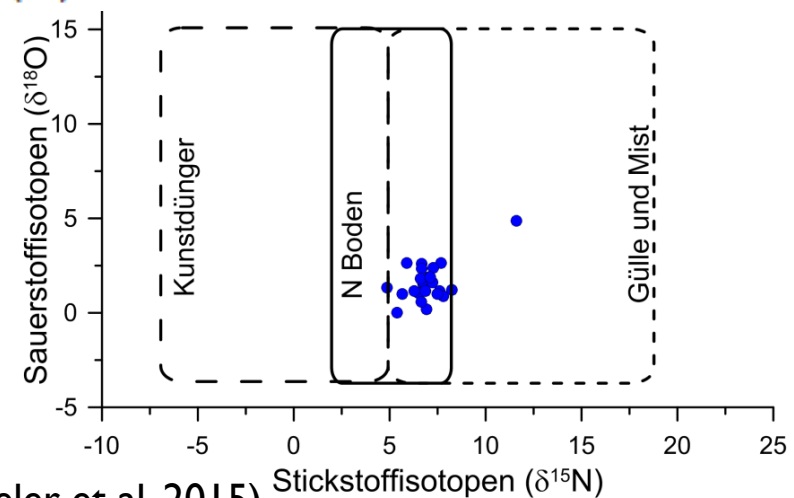
>95% des ausgewaschenen N stammt **NICHT** aus den ¹⁵N markierten Düngern

Natürliche Abundanz von ^{18}O und ^{15}N im Nitrat



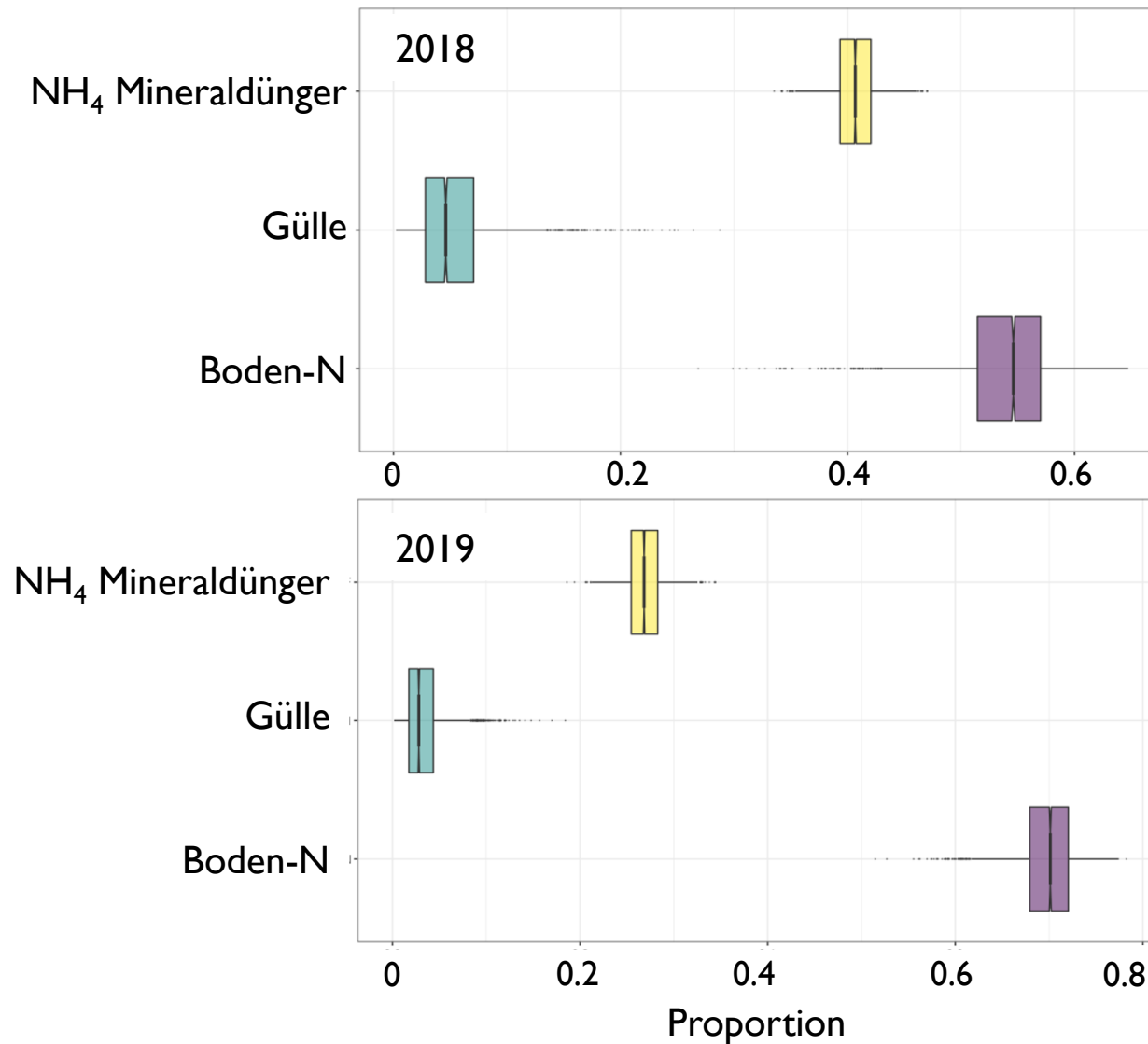
Nitratisotopenwerte in den SIAs liegen im **Überlappungsbereich** «Mineraldünger» – «Boden N» – «Gülle und Klärschlamm»

Gute Übereinstimmung mit Messwerten aus **Grundwasserproben**



(Hunkeler et al. 2015)

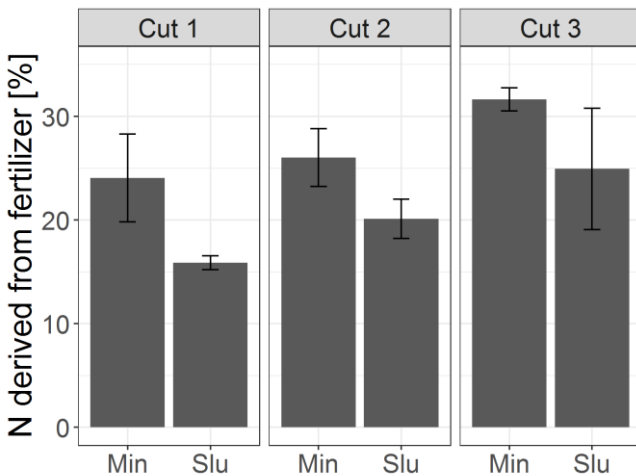
Modellierung zur Herkunftsidentifikation



55 – 70 % des ausgewaschenen Nitrats aus Mineralisierung von Boden-N

(Gilbert, 2021)

Die Rolle der Boden-N-Mineralisierung



Keine Unterschiede in Ertrag und N-Entzug zwischen Min und Slu

im Ausbringungsjahr **<32 %** der Pflanzen-N-Aufnahme aus Düngern

3 - 13 % aus **N-Fixierung**



→ **Boden-N Mineralisierung** als Hauptquelle für Pflanzen-N-Aufnahme

→ **Slu füllt Boden-N-Vorräte** «besser» auf als Min

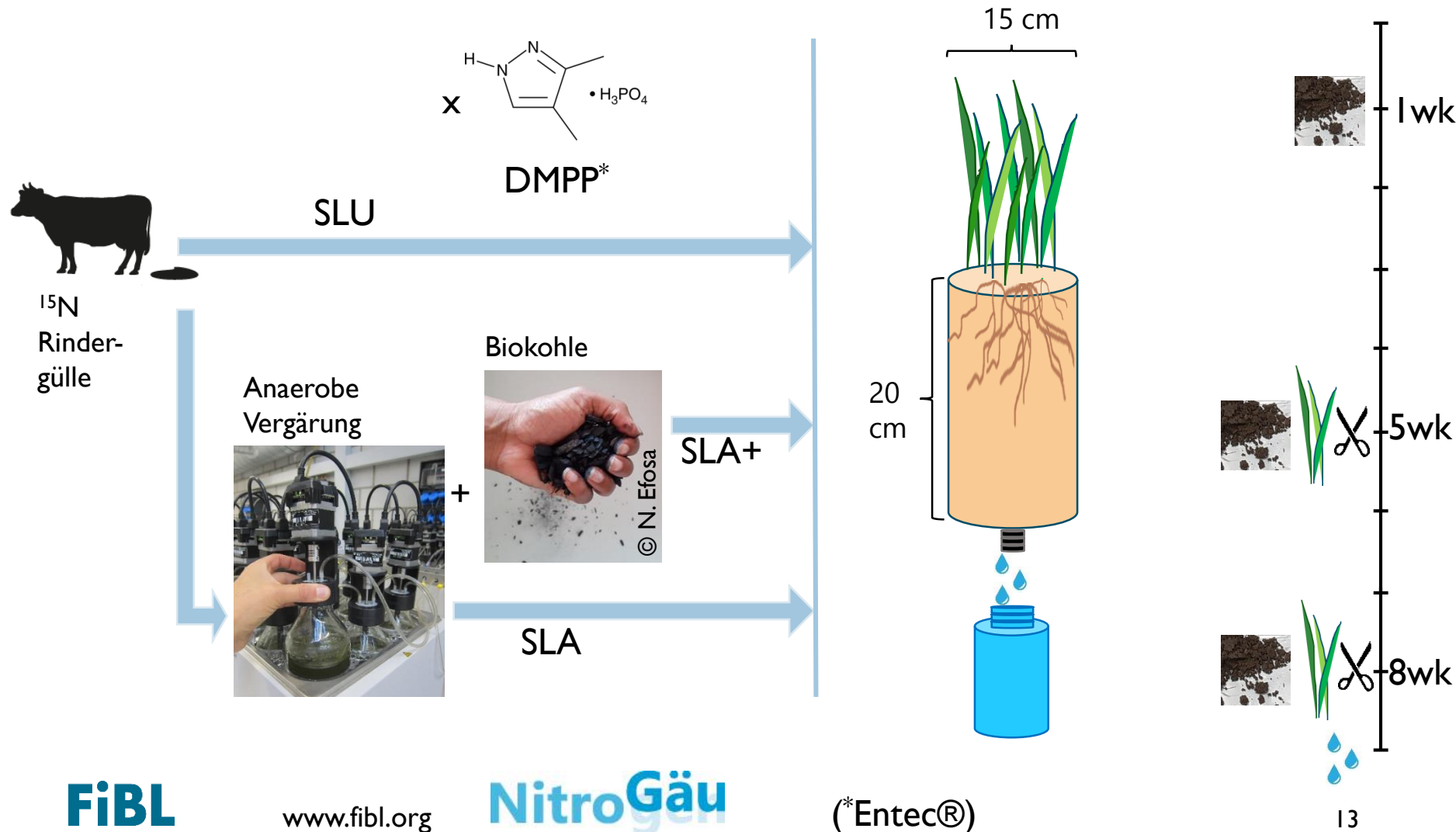


60 % des **Gülle-N**,
30 % **Mineraldünger-N**
verblieben im Boden

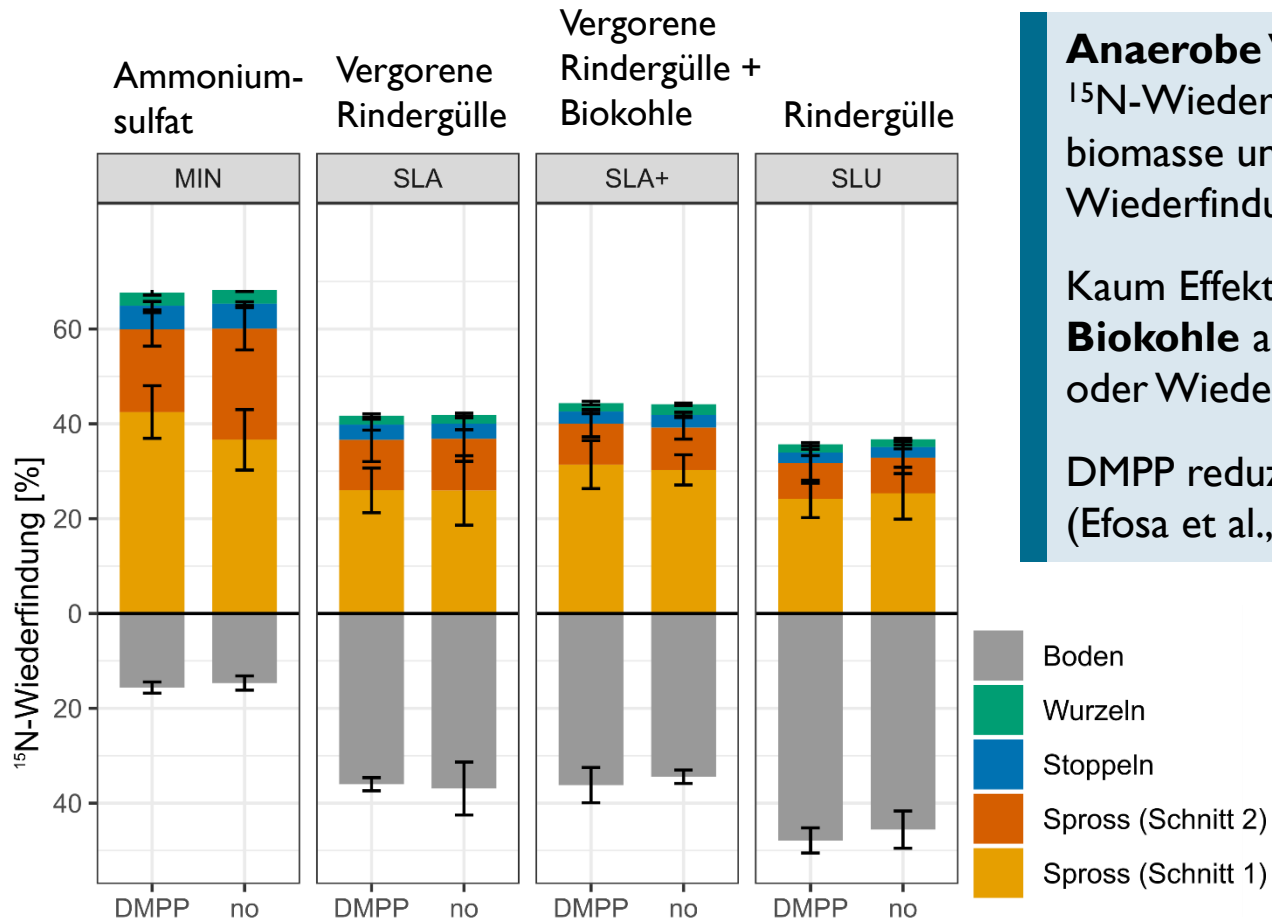


ABER: mit Boden-N-Vorräten steigt das Nitratauswaschungspotenzial

Wie kann die N-Ausnutzungseffizienz von Rindergülle vergrößert und das Nitratauswaschungspotenzial reduziert werden?



Verbleib des ^{15}N in Boden und Pflanzenbiomasse



Anaerobe Vergärung vergrößerte ^{15}N -Wiederfindung in Pflanzenbiomasse und reduzierte Wiederfindung im Boden

Kaum Effekt von **DMPP** oder **Biokohle** auf Pflanzen-N-Aufnahme oder Wiederfindung im Boden

DMPP reduzierte **N_2O Emissionen** (Efosa et al., in prep.)

^{15}N -Wiederfindung im Sickerwasser < 2 %



Zusammenfassung und Ausblick (I)

Kumuliert über Versuchslaufzeit: **<5 %** der Nitratauswaschung aus ^{15}N Düngern; aber Nitratauswaschung **Slu > Min**

→ **>95%** der Nitratauswaschung NICHT aus den ^{15}N Düngern

Mineralisierung von Boden-N, nicht Dünger-N, ist die Hauptquelle für Nitratauswaschung, aber auch für die **Pflanzen-N-Aufnahme**

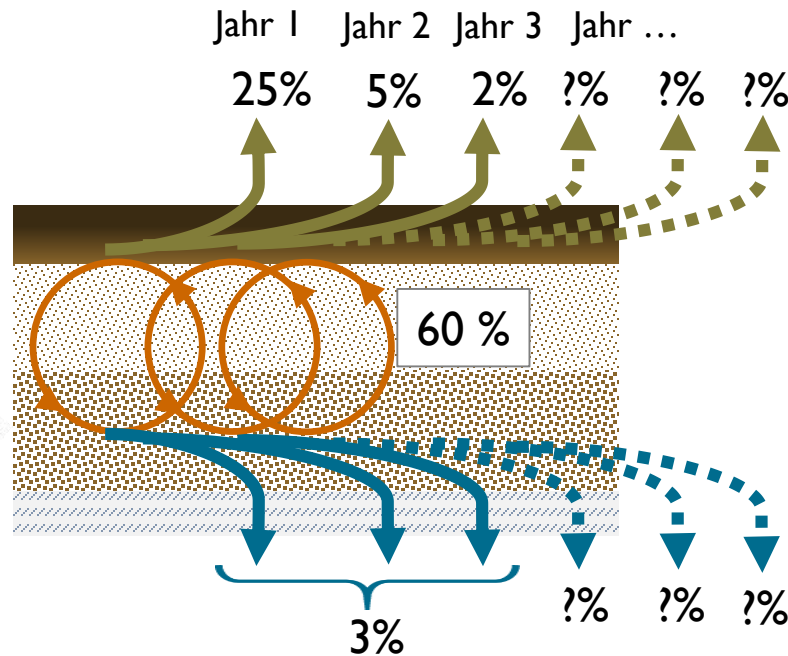
→ **>60%** der Pflanzen-N-Aufnahme aus **Boden-N**

Nach 2.5 Jahren: **60 % des Gülle-N** und **30 % des Mineraldünger-N** noch immer **im Boden**

Anaerobe Vergärung: erhöhte ^{15}N -Wiederfindung in Pflanzenbiomasse → *möglicherweise reduziertes Langzeitauswaschungspotenzial (?)*



A simple line drawing of a cow with large, round eyes and a small horn. The cow is standing on a small patch of ground, and there is a stack of three books or papers next to its front legs. The drawing is done in a sketchy, hand-drawn style.



Residueller N muss besser berücksichtigt und gemanagt werden

- Senken für freigesetzten N während des Winters, insbesondere nach Kunstwiesenumbruch (**Zwischenfrüchte**)
- (standortspezifische) **Mineralisierung** vorhersagen und Düngung anpassen (z.B. **N_{min}**)
- **Reduktion der Dünger-N-Ausbringung** zu Kulturen, bei denen Bodenmineralisierung genutzt werden kann (z.B. Mais nach Kunstwiese)
- Anpassung des **N-Ausnutzungsgrads von Hofdüngern**, insbesondere aufgrund der kumulierten Nachwirkung wiederholter Hofdüngerausbringungen → *Modellierung!*

Vielen Dank!



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landwirtschaft BLW
Office fédéral de l'agriculture OFAG
Ufficio federale dell'agricoltura UFAG
Uffizi federal d'agricultura UFAG

KANTON **solothurn**
Amt für Umwelt

Finanzierung: BLW, AFU Solothurn

PhD Thesis Komitee: Prof. Dr. E. Frossard, PD Dr. E. Bünemann-König,
Dr. A. Oberson-Dräyer, Dr. P. Sørensen

Feld- und Laborarbeit: F. Perrochet, M. Sauter, A. Kuhn, A. Munyangabe,
L. Agostini, B. Stehle, F. Tamburini, L. Schönholzer, M. Macsai et al.

Agrovet Strickhof, H.-R. Wettstein, T. Denninger et. al

MSc Student:innen: M. Cormann, L. Gilbert, M. Fuchs

TerrAquat: W.-A. Bischoff, A. Schwarz et al.

NitroGäu Begleitgruppe

Dem/n **Landwirt(en)** im Gäu

NitroGäu

