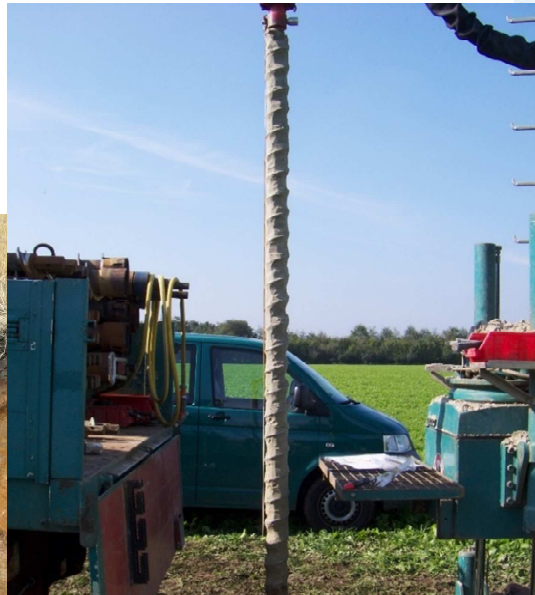


30 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen

Langjährige N-Bilanzsalden, Nmin-Werte und N-Austrag mit dem Sickerwasser der Intensiv-BDF



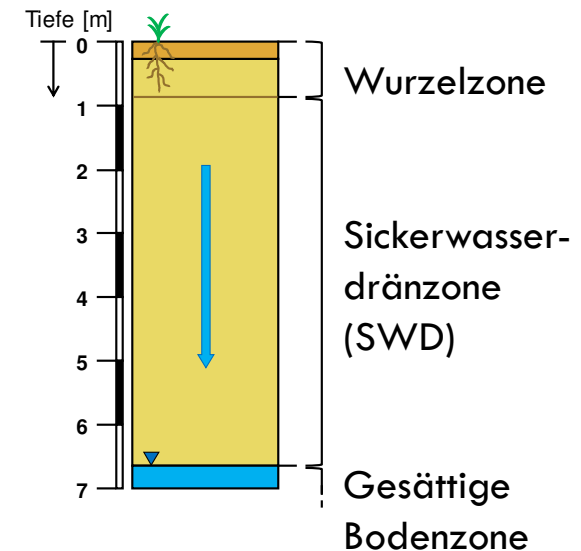
Referat Landwirtschaft,
Bodenmonitoring
A. Fier, H. Groh, K. Hauck, H.
Höper, K. Korte, L. Noltemeyer



Inhalt

Ergebnisse Intensiv-BDF – Mittelwerte der Jahre 2001-2016

- N-Bilanzsalden
- Herbst-Nmin-Ergebnisse
- N-Austräge mit dem Sickerwasser in der Wurzelzone
- N-Austräge mit dem Sickerwasser in der Sickerwasserdränzone (Nitrattiefenprofile der ungesättigten Zone)
- Welche Eingangsgrößen sind erforderlich, um den N-Austrag abzuschätzen?



Schematische Darstellung Bodenzonen
L. Noltemeyer (2021)



Der N-Bilanzsaldo

Für die landwirtschaftlich genutzten BDF liegen Brutto-Stickstoff-Bilanzsalden der Jahre **2001** bis **2016** vor (Korte et al. 2019, Geobericht 37). Die organische und mineralische Düngung wurde zu 100 % angerechnet.

$$\text{Brutto-N-Bilanzsaldo [kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}] = \text{N-Zufuhr} - \text{N-Abfuhr}$$

N-Zufuhr: organische + mineralische Düngergaben + legumen N-Fixierung

Die N-Gehalte der Mineraldünger stammen größtenteils aus Herstellerangaben, für die N-Gehalte in Gülle, Jauche und Festmist wurden Standardwerte der LWK Niedersachsen verwendet. Für die N-Gehalte im Gärrest lagen größtenteils Analysenwerte vor. Auf Grünland wurde zusätzlich die Nährstoffrückführung über Dung bei Beweidung berücksichtigt (25 % von N-Anfall).

- **N-Abfuhr:** Größtenteils Analyseergebnisse von Handernten (z.T. Korrekturfaktoren für Erträge erforderlich). Weideerträge wurden über Art und Anzahl Tiere und Faustzahlen zur Trockenmasseaufnahme geschätzt.



Der N-Bilanzsaldo

Für die hier erfolgte Auswertung der Intensiv-BDF (acht Ackerbaustandorten und ein Grünlandstandort) wurden zusätzlich die gasförmigen NH₃-N-Ausbringungsverluste abgezogen:



$$\text{Netto-N-Bilanzsaldo [kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}] = \text{N-Zufuhr}_{(\text{abzügl. NH}_3\text{-N-Ausbringungsverluste})} - \text{N-Abfuhr}$$

Wirtschaftsdüngerart	NH ₃ -N-Ausbringungsverluste (%)
Rinder	10,9
Schweine	8,4
Geflügel	27,0
Pferde/Schafe	13,9
Gärreste	10

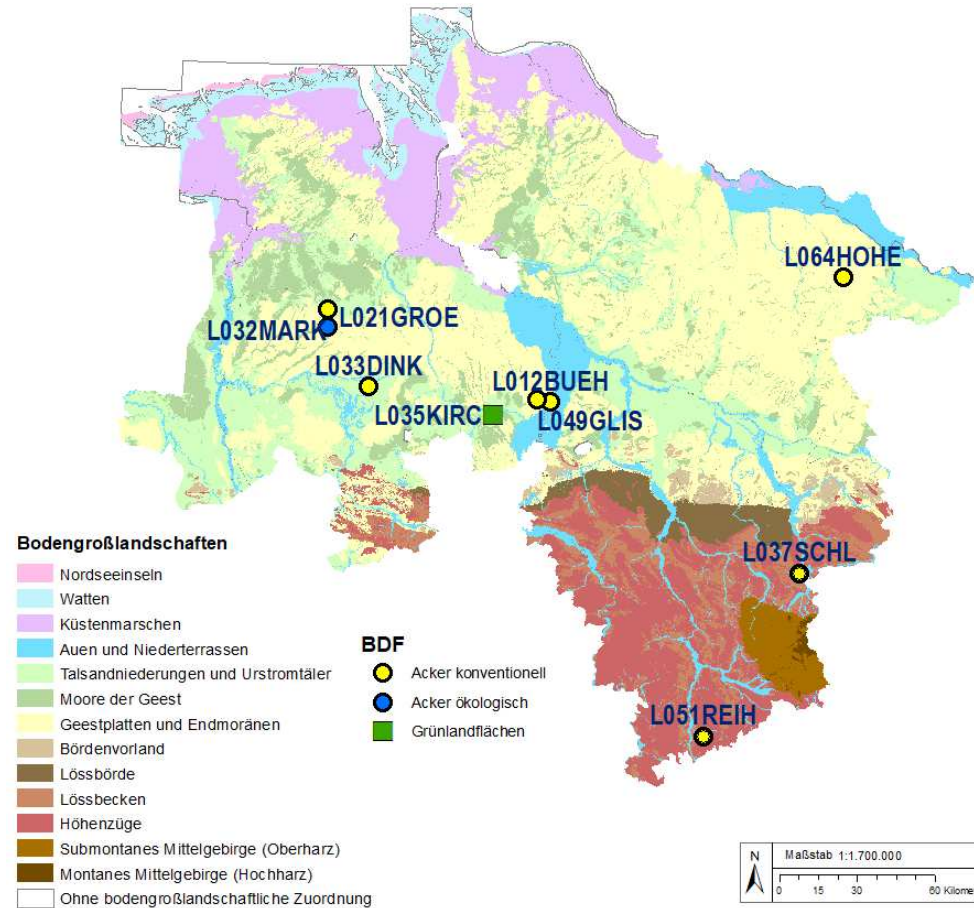
Schmidt et al. (2007)

Mineraldüngerart	NH ₃ -N-Ausbringungsverluste (%)
KAS	0,7
AHL	8,1
Harnstoff	12,8
NP-Dünger	4,1
NK- und NPK-Dünger	4,1
andere Einnährstoffdünger	0,8

EMEP (2016) in Haenel et al. (2020) (Thünen Report 77)

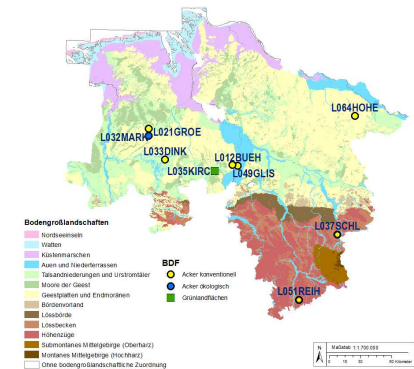


Standorte der Intensiv-BDF





Der Netto-N-Bilanzsaldo Mittelwerte 2001–2016



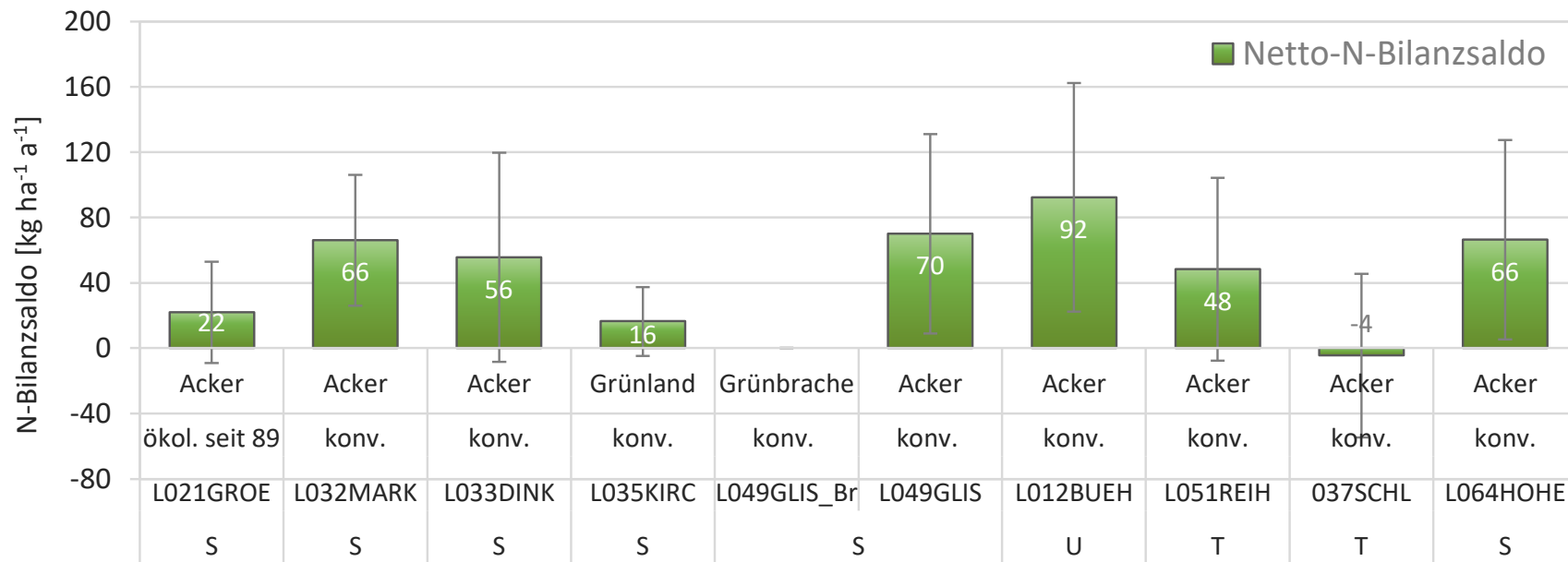
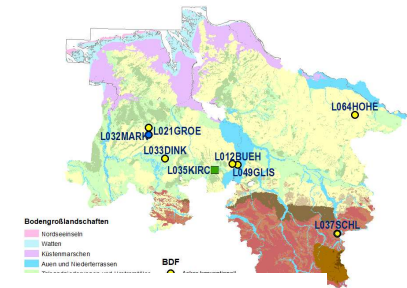
kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	L021 (ökol.) GROE	L032 MARK	L033 DINK	L035 KIRC	L049 GLIS_Br	L049 GLIS	L012 BUEH	L051 REIH	037 SCHL	L064 HOHE
Bodentyp	Podsol	Podsol, vergleyt	Podsol -Gley	Pseudo- gley-Esch	Podsol- Braunerde		pseudovergley- ter Auenboden	Pelosol	Gley-Au- enboden	Braunerde
Mittlerer Grund- wasserstand [m]	3,9	2,4	1,7	4,7	28,4		2,5	>30 m	2,9	4,3
Fruchtfolge	31% WG, 25% SG, 12% Kart, 13% KöMais, 19% KöLeg	38% WG, 25% SG, 38% Mais	38% WG, 63% Mais	extensive Weide, In- tensivierung ab 2013	03 bis 07 Grünbrache; 55% WG, 18% Mais, 27% WRaps		63% WG, 6% SG, 31% WRaps	56% WG, 6% SG, 6% KöLeg, 31% WRaps	56% WG, 25% ZR, 13% Mais, 6% WRaps	25% WG, 13% ZR, 25% Kart, 31% Mais, 6% Sonstiges
Bilanzsaldo Netto	22	66	56	16	0	70	92	48	-4	66

WG= Wintergetreide, SG= Sommergetreide, ZR= Zuckerrübe, Kart= Kartoffeln, KöLeg= Körnerleguminose, LegG= Leguminose/Grasgemenge

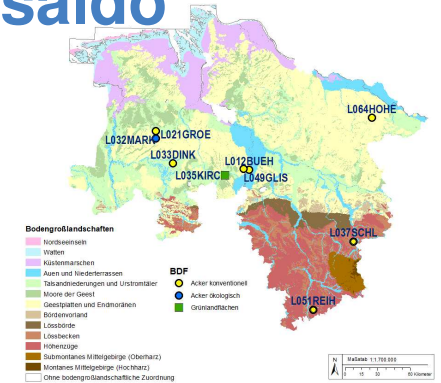




Der Netto-N-Bilanzsaldo Mittelwerte 2001–2016



Der Herbst-Nmin und der Netto-N-Bilanzsaldo Mittelwerte 2001–2016



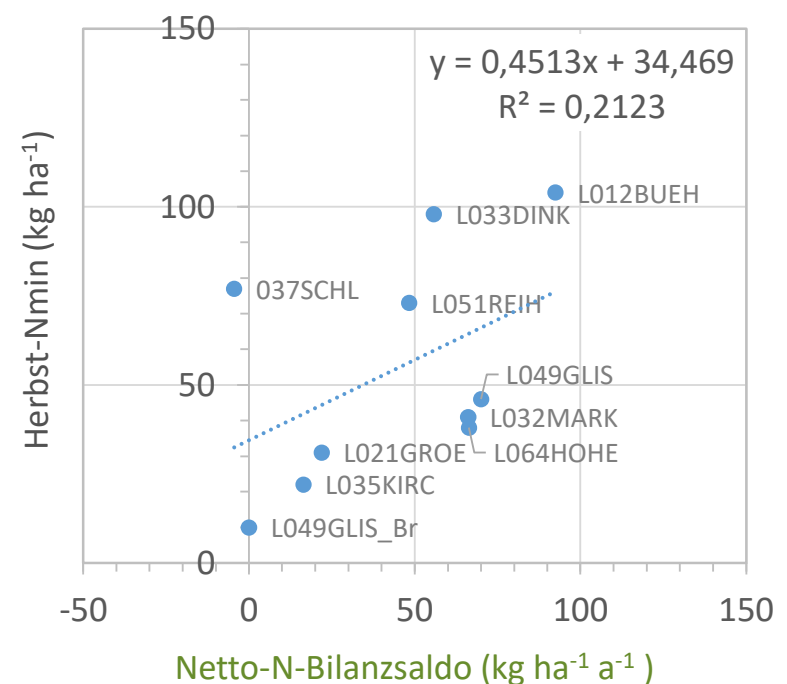
kg N ha ⁻¹ (a ⁻¹)	L021 (ökol.) GROE	L032 MARK	L033 DINK	L035 KIRC	L049 GLIS_Br	L049 GLIS	L012 BUEH	L051 REIH	037 SCHL	L064 HOHE
Bodentyp	Podsol	Podsol, vergleyt	Podsol- Gley	Pseudo- gley-Esch	Podsol-Braunerde		pseudovergley- ter Auenboden	Pelosol	Gley-Auen- boden	Braun- erde
Mittl. GWS [m]	3,9	2,4	1,7	4,7	28,4		2,5	>30 m	2,9	4,3
N-Bilanzsaldo Netto	22	66	56	16	0	70	92	48	-4	66
Herbst-Nmin	31	41	98	22	10	46	104	73	77	38
Standardabw.	21	37	61	16	3	41	56	44	54	22

GWS= Grundwasserstand



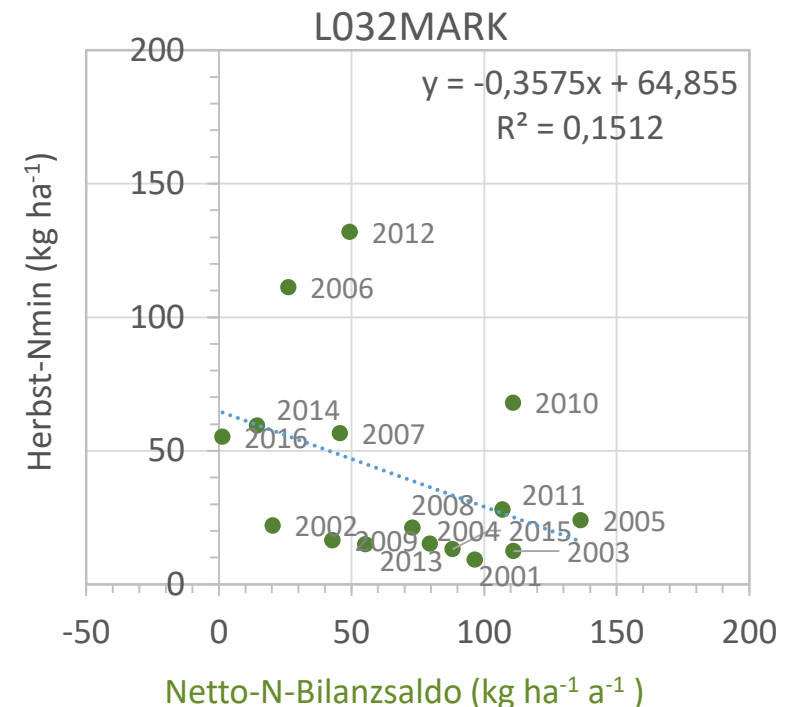
Der Herbst-Nmin und der Netto-N-Bilanzsaldo 2001–2016

Herbst-Nmin und N-Bilanzsaldo



schwach positiver Zusammenhang

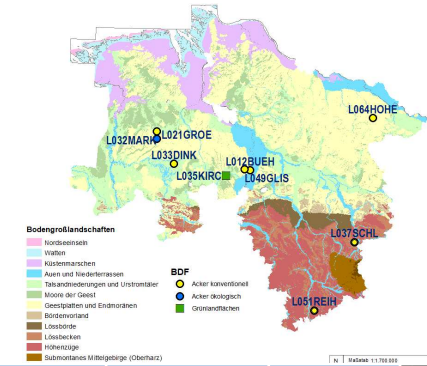
Herbst-Nmin und N-Bilanzsaldo



kein Zusammenhang zwischen N-Bilanzsaldo und Herbst-Nmin bei Betrachtung von Einzeljahren



Der N-Austrag aus der Wurzelzone und der N-Bilanzsaldo Mittelwerte 2001–2016



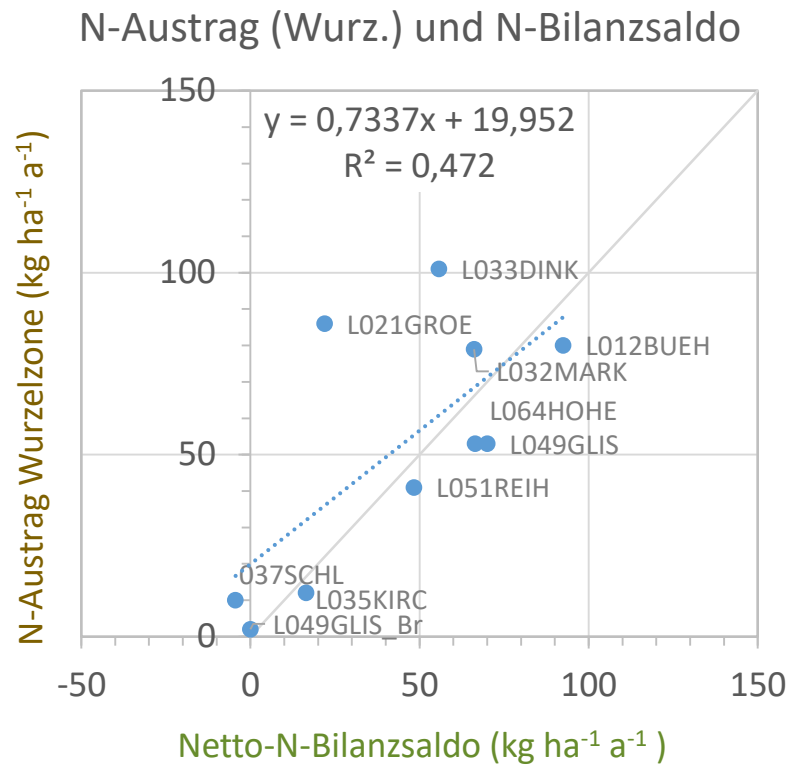
kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	L021 GROE	L032 MARK	L033 DINK	L035 KIRC	L049 GLIS_Br	L049 GLIS	L012 BUEH	L051 REIH	037 SCHL	L064 HOHE
Bodentyp	Podsol	Podsol, vergleyt	Podsol- Gley	Pseudo- gley-Esch	Podsol- Braunerde		pseudo-vergley- ter Auenboden	Pelosol	Gley-Auen- boden	Braun- erde
Hauptbodenart / FK _{We}	S / 148	S / 134	S / 113	S / 97	S / 104		U / 341	T / 306	T / 409	S / 96
Mittl. GWS [m]	3,9	2,4	1,7	4,7	28,4		2,5	>30 m	2,9	4,3
N-Bilanzsaldo Netto	22	66	56	16	0	70	92	48	-4	66
N-Austrag Wurzelzone*	86	79	101	12	2	53	80	41	10	53
Standardabw.	65	53	35	14	3	26	54	60	20	35
Anzahl Jahre	13	12	14	12	5	9	13	12	10	14
Tiefe Saugsonden (dm)	8	8	8	8	8	8	4,5	7	3,5	8
Sickerwasserrate (l/m²)*	454	400	220	206	300	320	214	202	28	297

GWS= Grundwasserstand

* Hauck (2019), unveröffentlicht



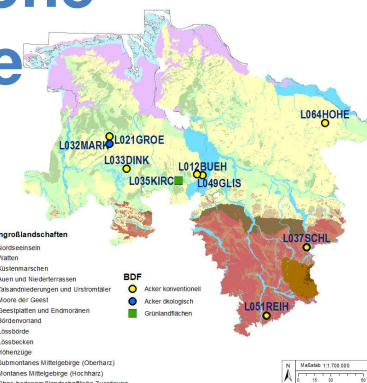
N-Austrag aus der Wurzelzone und der Netto-N-Bilanzsaldo



positiver Zusammenhang => hoher Saldo hoher N-Austrag



Der N-Austrag in der Sickerwasserdränzone und der Netto-N-Bilanzsaldo Mittelwerte 2001–2016



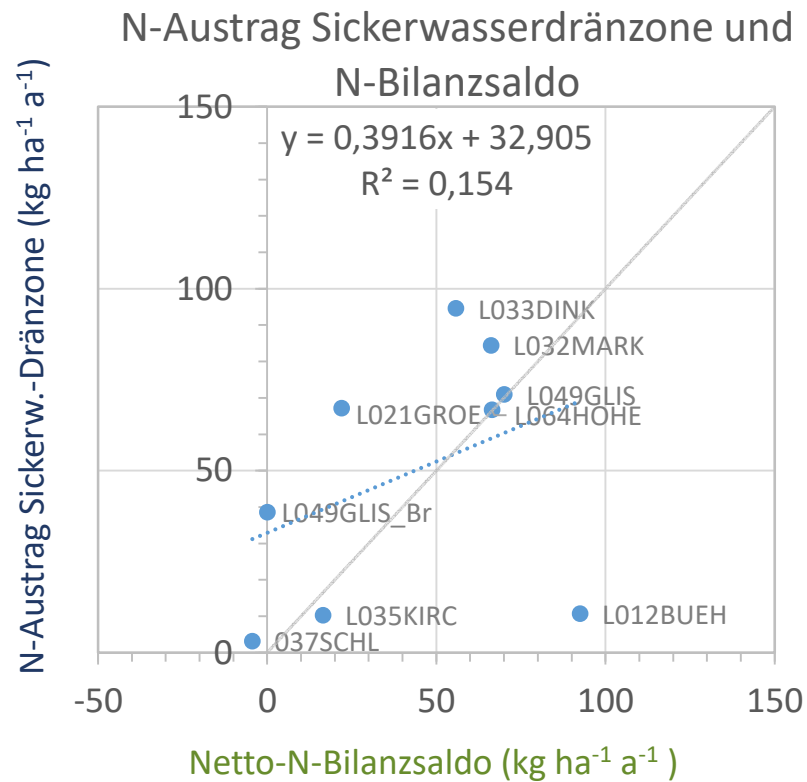
kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	L021 GROE	L032 MARK	L033 DINK	L035 KIRC	L049 GLIS_Br	L049 GLIS	L012 BUEH	L051 REIH	037 SCHL	L064 HOHE
Bodentyp	Podsol	Podsol, vergleyt	Podsol- Gley	Pseudo- gley-Esch	Podsol-Braunerde		pseudo-vergley- ter Auenboden	Pelosol	Gley-Auen- boden	Braun- erde
Mittl. GWS [m]	3,9	2,4	1,7	4,7	28,4		2,5	>30 m	2,9	4,3
N-Bilanzsaldo Netto	22	66	56	16	0	70	92	48	-4	66
N-Austrag Wurzelzone	86	79	101	12	2	53	80	41	10	53
N-Austrag Sicker- wasserdränzone*	67	84	95	10	39	71	11	-	3	67
Jahr(e) mit Bohrung	2001, 2002	2002, 2011	2003	2003, 2015	2010	2015	2012, 2016	-	2003	2001, 2010, 2016

GWS= Grundwasserstand

* abgeleitet aus Noltemeyer (2021), Geobericht 39



Der N-Austrag in der Sickerwasserdränzone und der Netto-N-Bilanzsaldo Mittelwerte 2001–2016



- An vielen Standorten ist der N-Austrag in der Sickerwasserdränzone höher als der Netto-N-Bilanzsaldo

- L012BUEH: Durch die Auendynamik + humose Bänder unterhalb der Wurzelzone, wird ein großer Teil des N-Austrages in der Sickerwasserdränzone denitrifiziert.



Der N-Emissionssaldo (Summe aus N-Zufuhr und N-Abfuhr)

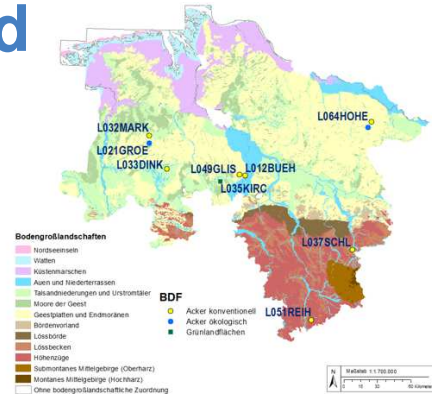
- An mehreren Standorten liegt der Netto-N-Bilanzsaldo deutlich unter dem N-Austrag mit dem Sickerwasser. Wie lässt sich diese Lücke schließen? Dazu müssten alle Größen bekannt sein, über die N zu- oder abgeführt wird.

$$\text{N-Emissionssaldo} = \text{Netto N-Bilanzsaldo} + \text{N-Deposition} - \text{Denitrifikation} \pm \text{N-Vorratsänderung}$$

- Hier nicht berücksichtigt: N-Zufuhr freilebende N-Fixierer, N-Zu- oder Abfuhr durch Erosion, N-Zufuhr durch Wildtiere (Gänse)



Der N-Austrag in der Wurzelzone und der N-Emissionssaldo 2001 - 2016

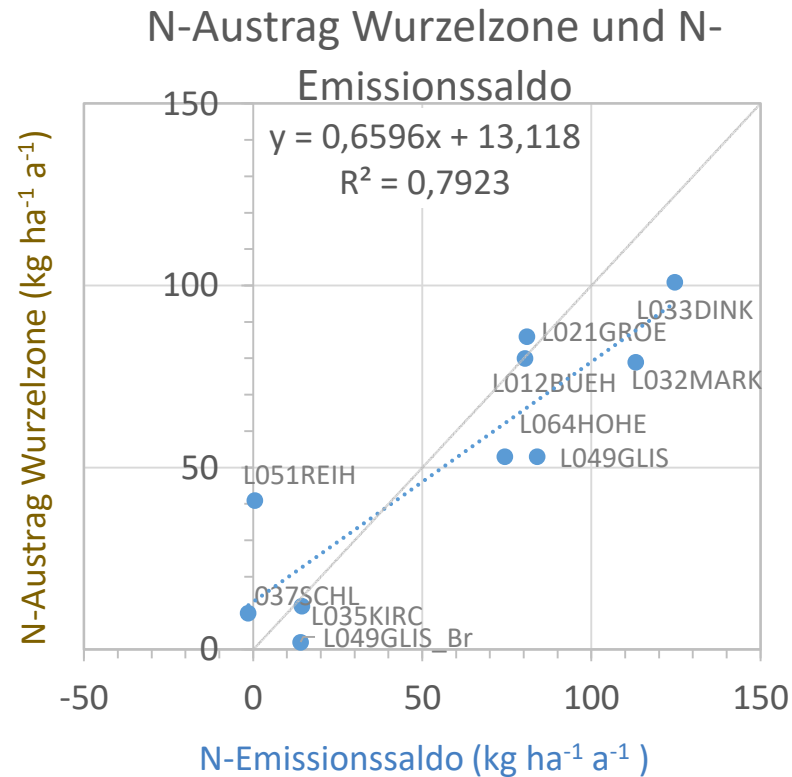


kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	L021 GROE	L032 MARK	L033 DINK	L035 KIRC	L049 GLIS_Br	L049 GLIS	L012 BUEH	L051 REIH	037 SCHL	L064 HOHE
Bodentyp	Podsol	Podsol, vergleyt	Podsol- Gley	Pseudo- gley-Esch	Podsol-Braunerde		pseudo-vergley- ter Auenboden	Pelosol	Gley-Auen- boden	Braun- erde
Mittl. GWS [m]	3,9	2,4	1,7	4,7	28,4		2,5	>30 m	2,9	4,3
Bilanzsaldo Netto	22	66	56	16	0	70	92	48	-4	66
Denitrifikation ¹	5	20	30	20	5	5	30	10	60	5
Deposition ²	28	28	29	18	19	19	18	13	12	13
N-Vorratsänderung ³	-36	-39	-70	0	0	0	0	51	-51	0
N-Emissionssaldo	81	113	125	14	14	84	80	1	-1	74
N-Austrag Wurzelzone	86	79	101	12	2	53	80	41	10	53

¹ Wienhaus et al. (2008), Geobericht 9; ² Schaap et al. (2018), PINETI-3 Modellierung; ³Höper (2021), unveröffentlicht



Der N-Austrag in der Wurzelzone und der N-Emissionssaldo 2001–2016



- Der N-Austrag in der Wurzelzone und der N-Emissionssaldo korrelieren mit $R^2=0,79$ enger als der N-Austrag in der Wurzelzone und der Netto-N-Bilanzsaldo mit $R^2=0,47$
- Die Werte streuen um die 1:1 Linie
- Für eine bessere Übereinstimmung von N-Austrag in der Wurzelzone und N-Emissionssaldo müssten die Denitrifikation und die Deposition vor Ort gemessen werden.



Zusammenfassung

- Der Netto-N-Bilanzsaldo ist nur eine Teilgröße aller N-Zu- und Abfuhr (N-Emissionssaldo). Er korreliert dennoch gut mit dem N-Austrag aus der Wurzelzone.
- Die N-Vorratsänderung im Boden kann je nach Standort erheblichen Einfluss auf den N-Austrag nehmen. Im Boden kann sowohl N festgelegt als auch freigesetzt werden:
 - C- und N-Anstieg z.B. durch: einsetzenden Zwischenfruchtanbau, Grundwasseranstieg, Acker zu Grünland, humusmehrende Fruchtfolge
 - C- und N-Verluste z.B. durch: Entwässerung/Grundwasserabsenkung, Grünlandumbruch, Umstellung auf humuszehrende Fruchtfolge
- Für eine bessere Übereinstimmung von N-Austrag und N-Emissionssaldo müssten die Denitrifikation und die Deposition vor Ort gemessen werden.





Vielen Dank an alle, die für
diese Auswertungen Daten
bereitgestellt und
ausgewertet haben!

