Foto: LLG/ Sebastian Tauchnitz

SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Ergebnisse des Monitorings aus der Modellregion „Köthener Ackerland“

28.10.2025

Nadine Tauchnitz

Tag der Agrarökologie „Wirkungsmonitoring DüV“, Bernburg

Hintergrund und Zielstellungen

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

- bundesweites Wirkungsmonitoring der Düngeverordnung (DüV), Modellregionen = Bestandteil des Wirkungs-monitorings (Projekt MoNi2, JKI, Vortrag Dr. Stever-Schoo)
- <u>Einrichtung von Modellregionen in Sachsen-Anhalt</u>:

✓ Ermittlung der Haupteinflussfaktoren auf die Nitrataustragsgefährdung (Bewirtschaftung, Standort)

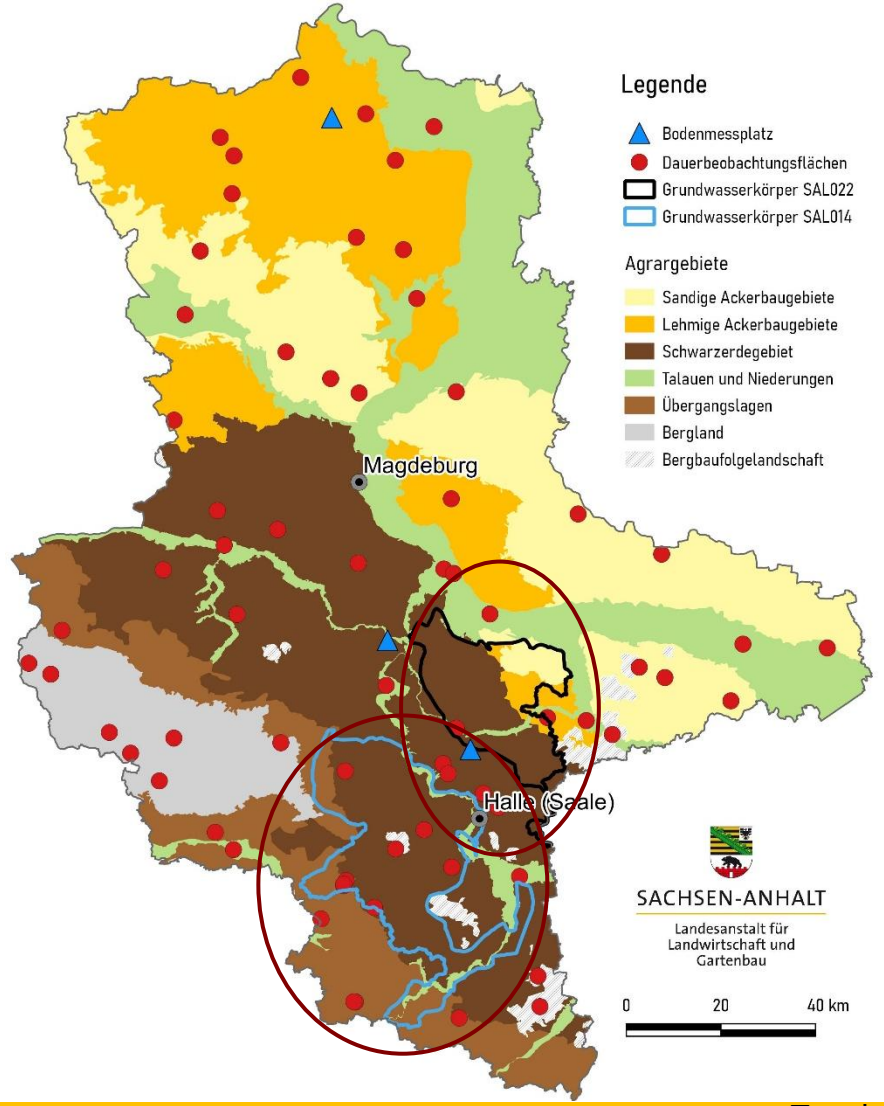
✓ Einfluss besondere Bedingungen im mitteldeutschen Trockengebiet

✓ Berücksichtigung Stickstoff (N)- und Humusbilanzen (bzw. Humusversorgung), da enge Kopplung zwischen N- und Kohlenstoff-Haushalt

✓ Ableitung von Bewirtschaftungsstrategien zur Verminderung des Nitrataustragsrisikos

Foto: INL

Modellregionen in Sachsen-Anhalt



- ✓ **Modellregion Querfurter Platte (JKI)** (GWK SAL GW 014)
  - **Kleineinzugsgebiet Bad Lauchstädt**

- ✓ **Modellregion Köthener Ackerland** (GWK SAL GW 022)

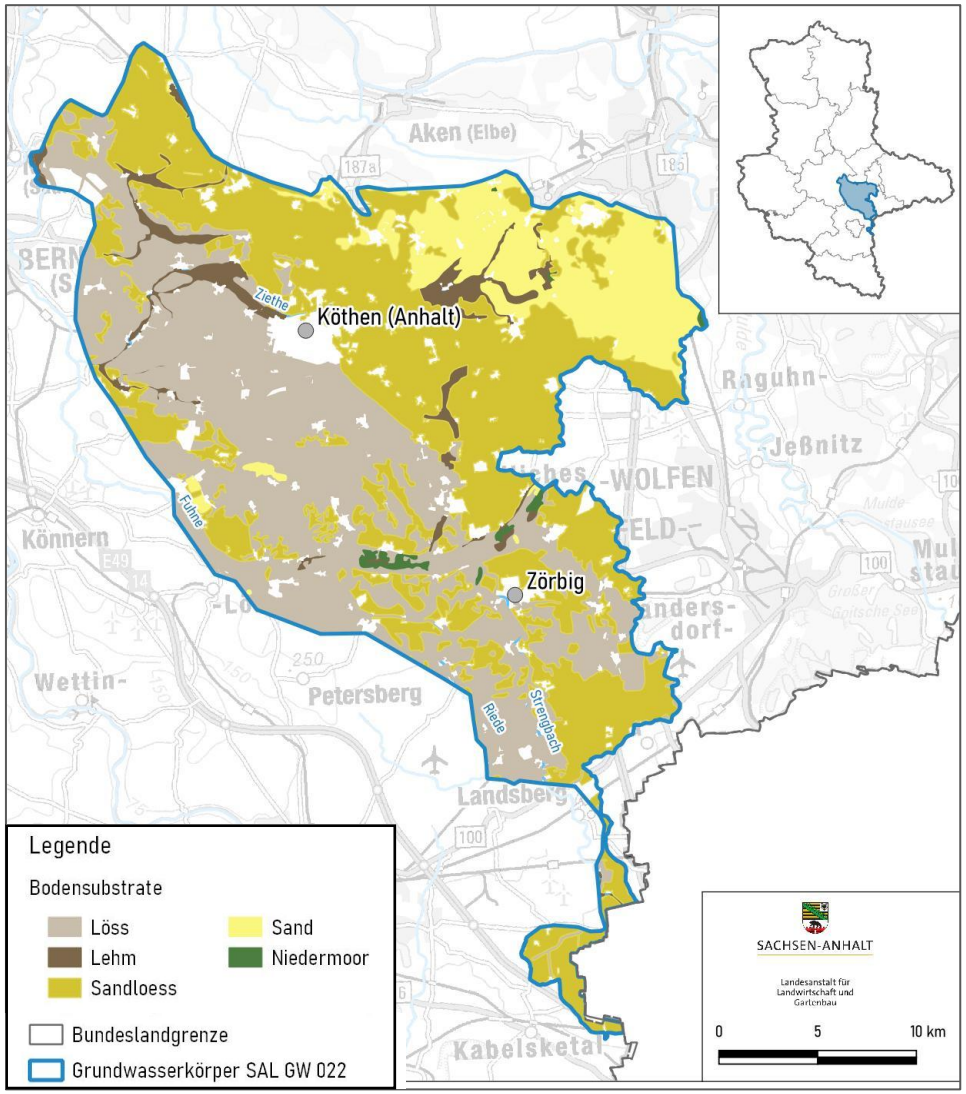
Modellregion „Köthener Ackerland“

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

- Laufzeit: ab Oktober 2021
- Kooperationspartner:

– 12 Testbetriebe (12 Schläge/Betrieb)
  3 Ökobetriebe, 9 konventionelle Betriebe davon 1 Betrieb in Umstellung zum Ökobetrieb (ab 2022)
– Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH (INL)
– Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz (MISB)
– Gesellschaft für Umweltsanierungstechnologien mbH (G.U.T.)
– Landwirtschaftlicher Beratungsring Roßlau e.V.
– Maschinenring Dienstleistungs GmbH Sachsen-Anhalt Süd

Modellregion „Köthener Ackerland“



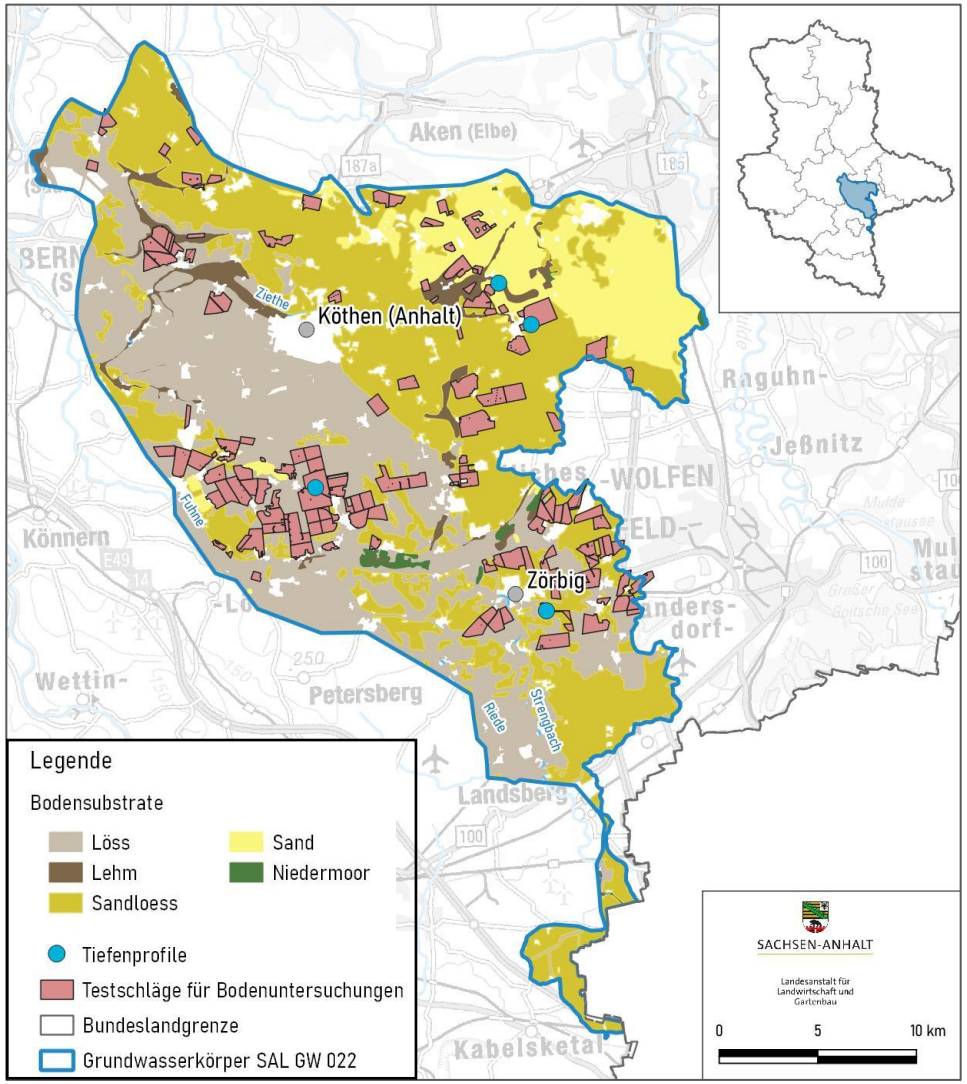
GWK SAL GW 022

Größe: 68.861 ha
davon: 54.604 ha LN
52.213 ha AL
2.390 ha GL

- differenzierte Bodenverhältnisse
- Hauptbodensubstrate:
  Löss, Sandlöss, Sand, Lehm
- geringe Niederschläge
  langjährig[1]: 537 mm/Jahr
- langjährig[1] mittlere Temperatur: 10,1°C
- negative klimatische Wasserbilanz
  langjährig[1]: -129 mm/Jahr
  Vegetationsperiode[1]: -238 mm

[1]: 1991-2020

Untersuchungsprogramm



Bodenuntersuchungen

144 Testschläge:

- N_{min}-Gehalte (Frühjahr, Nachernte, Herbst)
- Humusgehalte und leicht umsetzbare organische Bodensubstanz

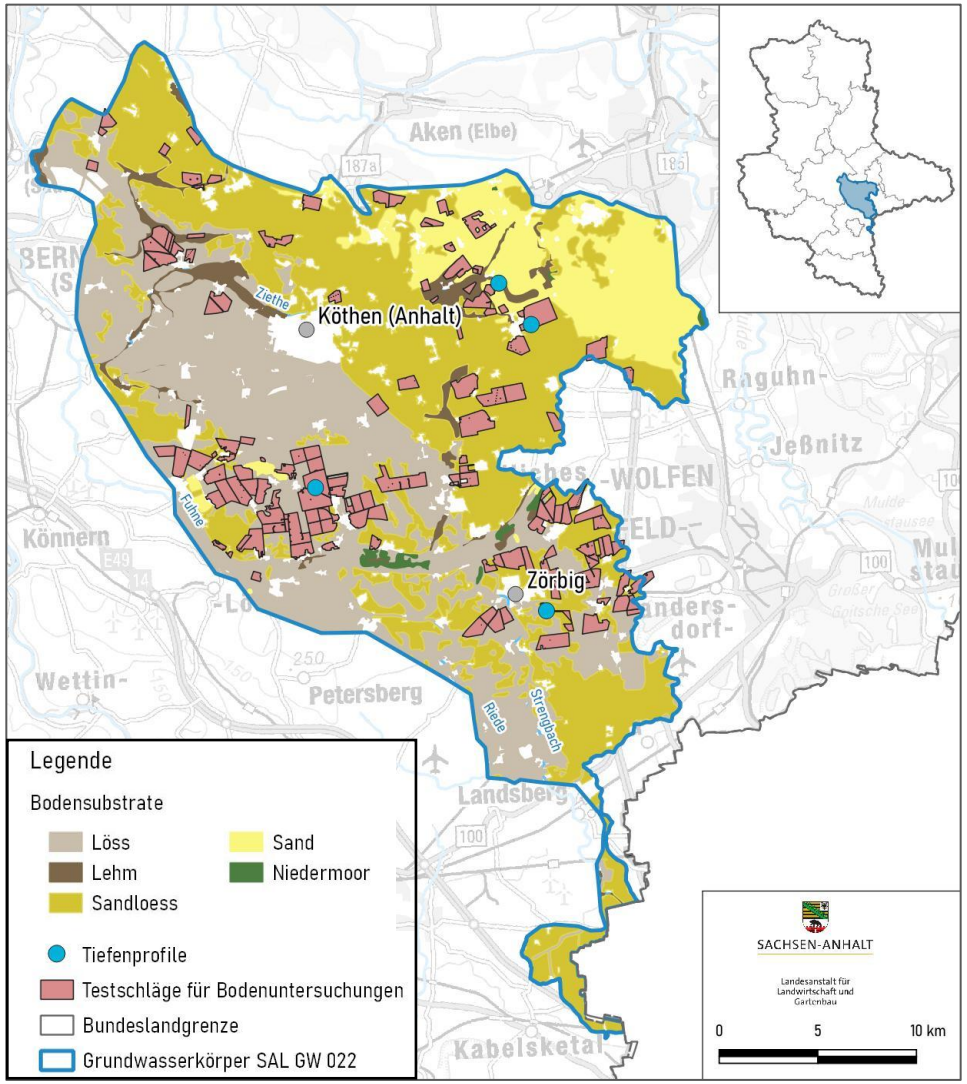
8 Intensiv-N_{min}-Flächen

- N-Mineralisation, N-Auswaschung

4 Tiefenprofile

- Nitratverlagerung
- Nitratabbau (NO_3-N/Cl-Verhältnis)
- Nitratkonzentrationen im Sickerwasser
- Verweilzeiten Sickerwasser

Untersuchungsprogramm



Bewirtschaftungsdaten

- Fruchtarten, Düngung, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, etc.
- N-Bilanzen (schlagbezogen, betriebsbezogen, fruchtartenspezifisch)
- N- und Humusbilanzen (REPRO, Hülsbergen, 2023)
- statistische Auswertungen (Einfluss Bewirtschaftung auf Nitratverlagerung-Korrelationen, Clusteranalyse, linear mixed Model, etc.)

Witterungsbedingungen (2021-2025)

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Klimatische Wasserbilanz (KWB)= Niederschlag – potentielle Evapotranspiration

DWD Station Köthen Jahreswerte

Jahr	Niederschlag (N) (mm)	Differenz N zum Langj. Mittel (mm)	Klimatische Wasserbilanz (KWB) (mm)	Differenz KWB zum Langj. Mittel (mm)	Temperatur (T) (°C)	Differenz T zum Langj. Mittel (°C)
2021	588,3	51,3	-82,0	46,5	10,0	-0,1
2022	408,1	-128,9	-410,0	-281,5	11,3	1,1
2023	605,4	68,4	-109,9	18,6	11,5	1,4
2024	597,9	60,9	-128,5	0,0	12,0	1,8

DWD Station Köthen Vegetationsperiode (April bis September)

Jahr	Niederschlag (N) (mm)	Differenz N zum Langj. Mittel (mm)	Klimatische Wasserbilanz (KWB) (mm)	Differenz KWB zum Langj. Mittel (mm)	Temperatur (T) (°C)	Differenz T zum Langj. Mittel (°C)
2021	376,2	64,6	-200,7	36,7	15,6	-0,3
2022	194,7	-116,9	-532,9	-295,5	16,7	0,8
2023	226,4	-85,2	-351,9	-114,5	16,6	0,7
2024	359,4	47,8	-224,3	13,1	17,5	1,6
2025	296,0	-15,6	-317,0	-79,6	16,7	0,8

N-Salden der Testschläge

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

N-Zufuhr, N-Entzug, N-Saldo, N-Nutzungseffizienz (NUE) sowie N-Nachlieferung innerhalb der Vegetationsperiode (NMR_a) der 144 Testschläge

Jahre	NMR_a	N-Zufuhr[1]	N-Entzug	N-Saldo	NUE
	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	%
2018	-	158	91	67	58
2019	-	141	108	33	77
2020	-	155	126	29	81
2021	-	168	156	12	93
2022	33	86	129	-43	150
2023*	13	83	128	-45	155
2024	11	92	109	-17	119
Mittel 2018-2024	**19**	**126**	**121**	**5**	**105**

NMR_a: apparente Netto-N-Mineralisation = (N-Entzug + Nachernte-Nmin-Gehalt) – (N-Düngung + Frühjahrs-Nmin-Gehalt),
[1]Zufuhr über Dünger und legume N-Fixierung (Richtwerte LLG), *2023 nicht vollständig (9 Betriebe)

$$\text{N-Nutzungseffizienz (NUE) \%} = \frac{\text{N-Entzug}}{\text{N-Zufuhr}} * 100$$

→ **optimal:**
- nicht unter 75 %
- nicht über 90 %

N-Salden der Testbetriebe (REPRO)

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

N-Bilanzglieder und N-Salden nach REPRO der 12 Testbetriebe (TB) im Mittel der Jahre 2018-2023

Ackerland	Testbetriebe (TB)											
(kg N ha^{-1} a^{-1}) 2018-2023	TB 1* konv	TB 2 konv	TB 3* konv	TB 4 öko	TB 5 konv	TB 6 öko	TB 7 öko	TB 8 konv	TB 9 konv	TB 10 konv	TB 11* konv	TB 12 konv
N-Entzug (Gesamt)	124	116	118	110	138	109	115	136	104	127	132	155
Hauptprodukt	89	89	86	96	111	91	96	111	83	105	88	119
Nebenprodukt	35	27	32	14	26	18	18	26	21	21	44	37
N-Abfuhr (Ernteertrag)	84	87	84	80	97	82	88	104	80	96	87	108
N-Zufuhr	169	166	186	134	150	144	129	159	133	147	173	200
Immission	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Saatgut	1	2	1	2	3	2	4	2	1	2	1	2
Symbiontische N-Fix.	1	6	0	28	46	39	42	3	1	5	0	3
Mineraldünger	84	69	106	3	0	3	3	74	59	61	106	126
Organischer Dünger	72	78	68	90	90	90	70	69	60	68	55	57
Strohdüngung	*15*	*20*	*20*	*11*	*23*	*13*	*15*	*17*	*15*	*14*	*23*	*18*
Gründüngung	*26*	*9*	*13*	*19*	*18*	*14*	*12*	*16*	*10*	*17*	*22*	*29*
Stallmist	*0*	*6*	*5*	*15*	*13*	*29*	*8*	*0*	*0*	*16*	*1*	*0*
Gülle, Jauche	*26*	*41*	*26*	*34*	*32*	*20*	*20*	*28*	*12*	*19*	*6*	*3*
Sonst. Org. Dünger	*5*	*2*	*4*	*10*	*4*	*15*	*15*	*8*	*23*	*2*	*3*	*6*
∆ N Bodenvorrat	-20	-13	-12	-6	-5	2	-9	-12	-22	-12	-16	-13
N-Saldo (brutto)	**65**	**63**	**81**	**30**	**17**	**34**	**24**	**35**	**51**	**33**	**57**	**57**

*Mittelwerte 2018-2022

Zielbereich zwischen 0 und 50 kg N/ha

TB 5 Umstellung zum Ökobetrieb seit 2022

Humus-Salden der Testbetriebe (REPRO)

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

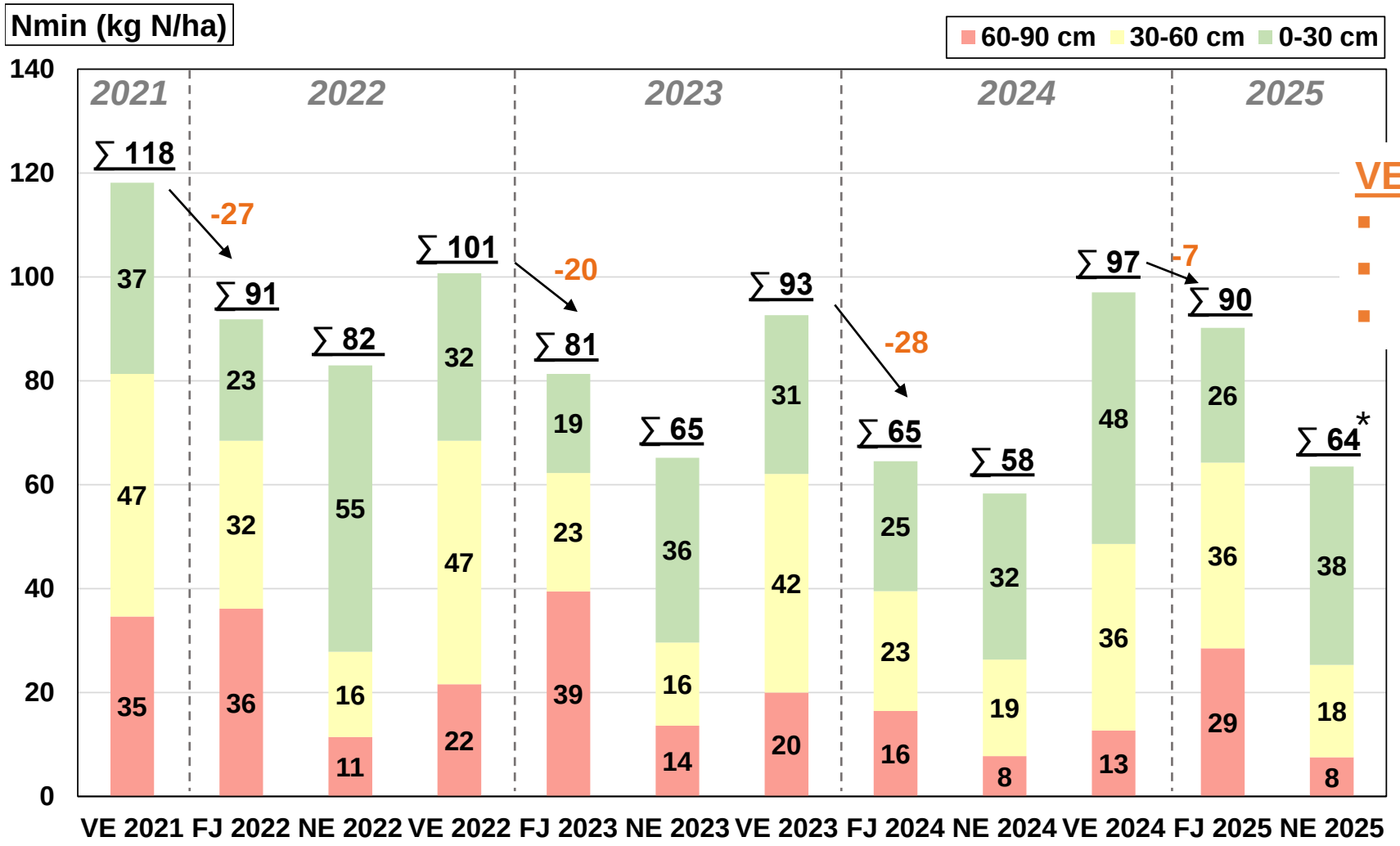
Humusbilanzglieder nach REPRO der 12 Testbetriebe (TB) im Mittel der Jahre 2018-2023

Ackerland				Testbetriebe (TB)								
(kg Humus-C ha^{-1} a^{-1})	TB 1*	TB 2	TB 3*	TB 4	TB 5	TB 6	TB 7	TB 8	TB 9	TB 10	TB 11*	TB 12
2018-2023	konv	konv	konv	öko	konv	öko	öko	konv	konv	konv	konv	konv
Humusbedarf	-576	-535	-506	-622	-641	-608	-549	-518	-595	-553	-520	-512
Humusmehrerleistung	14	4	3	104	107	112	86	15	8	25	11	20
Zufuhr org. Dünger	340	390	372	438	482	518	370	373	349	385	336	356
Strohdüngung	*197*	*223*	*244*	*164*	*249*	*177*	*173*	*230*	*191*	*195*	*256*	*242*
Gründüngung	*59*	*19*	*26*	*51*	*41*	*32*	*29*	*36*	*24*	*36*	*45*	*63*
Stallmist	*0*	*31*	*24*	*109*	*77*	*196*	*59*	*1*	*0*	*94*	*3*	*0*
Gülle	*40*	*98*	*51*	*86*	*59*	*46*	*63*	*54*	*14*	*44*	*10*	*10*
Sonstige org. Dünger	*44*	*17*	*26*	*28*	*56*	*67*	*47*	*53*	*121*	*16*	*22*	*41*
Humusersatzleistung	353	394	375	542	589	629	457	388	357	410	348	376
Humussaldo	**-222**	**-141**	**-131**	**-80**	**-52**	**21**	**-93**	**-129**	**-238**	**-142**	**-172**	**-136**

Zielbereich zwischen -75 kg C/ha und 100 kg C/ha

*Mittelwerte 2018-2022, TB 5 Umstellung zum Ökobetrieb seit 2022

Nmin-Gehalte der Testschläge



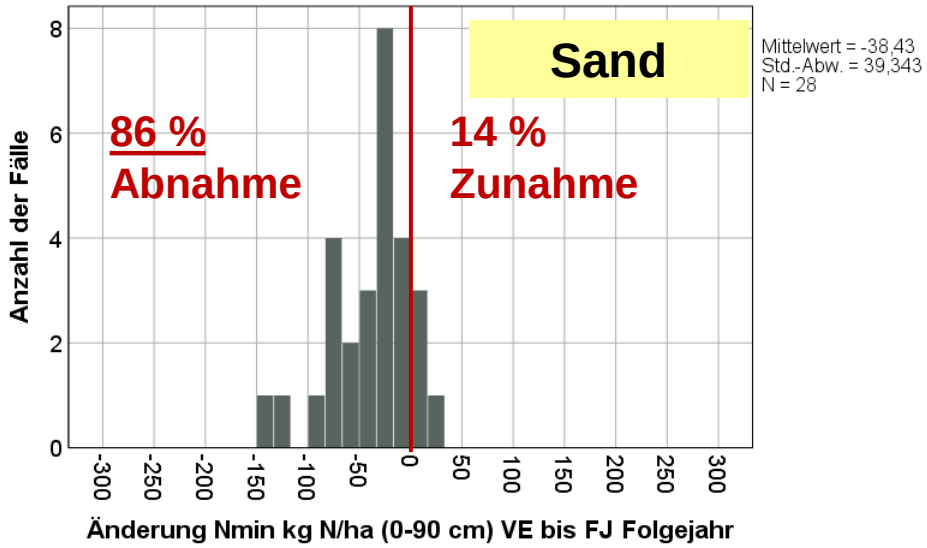
VE zum FJ

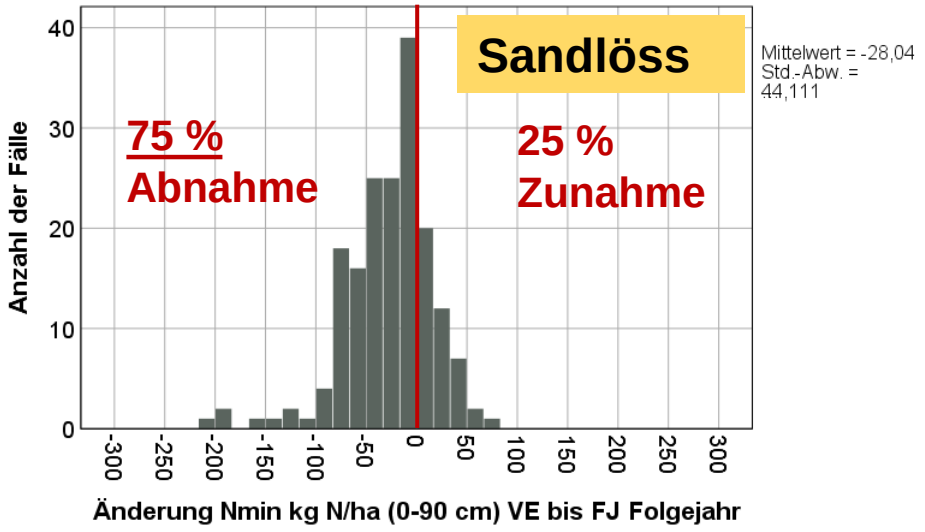
- Verlagerung
- Pflanzenaufnahme
- Denitrifikation

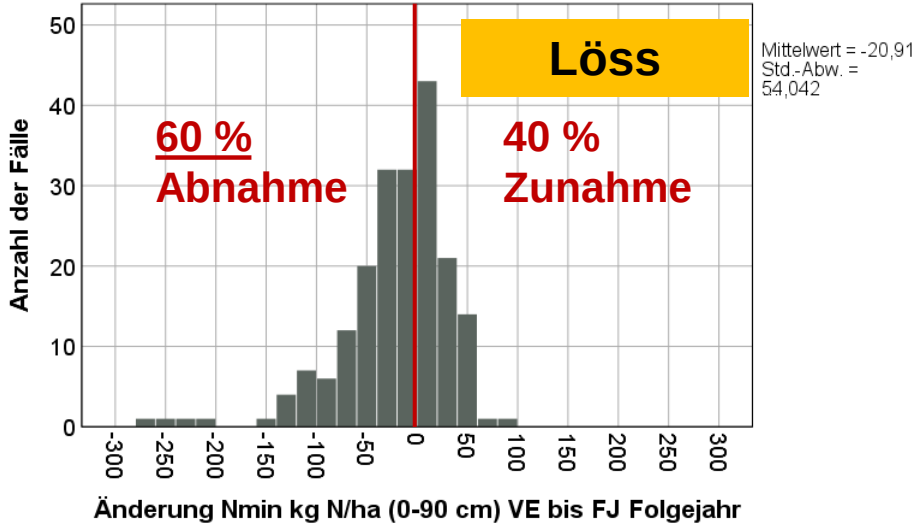
*vorläufige Ergebnisse

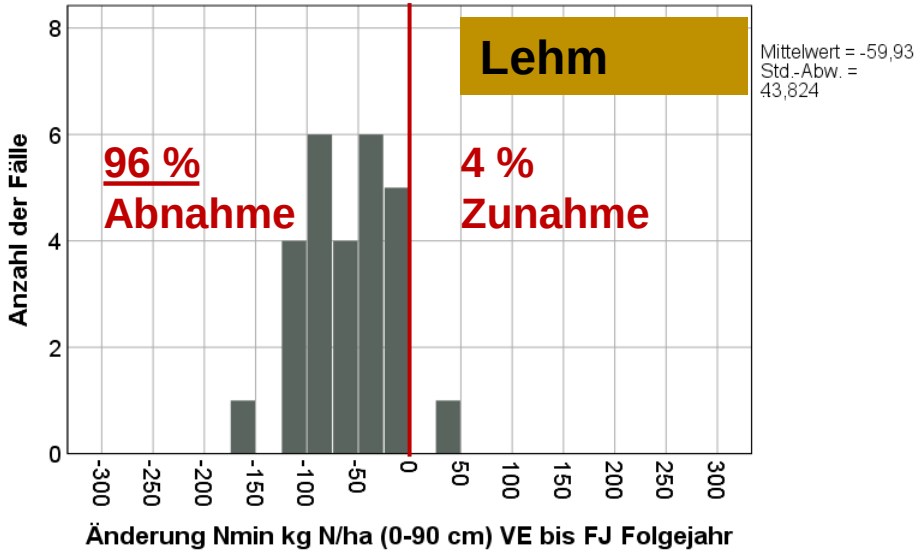
Abb.: Mittlere Nmin-Gehalte aller Testflächen zu den Probenahmeterminen FJ (Frühjahr), Nachernte (NE) und Vegetationsende (VE)

Veränderung Nmin über Wintermonate



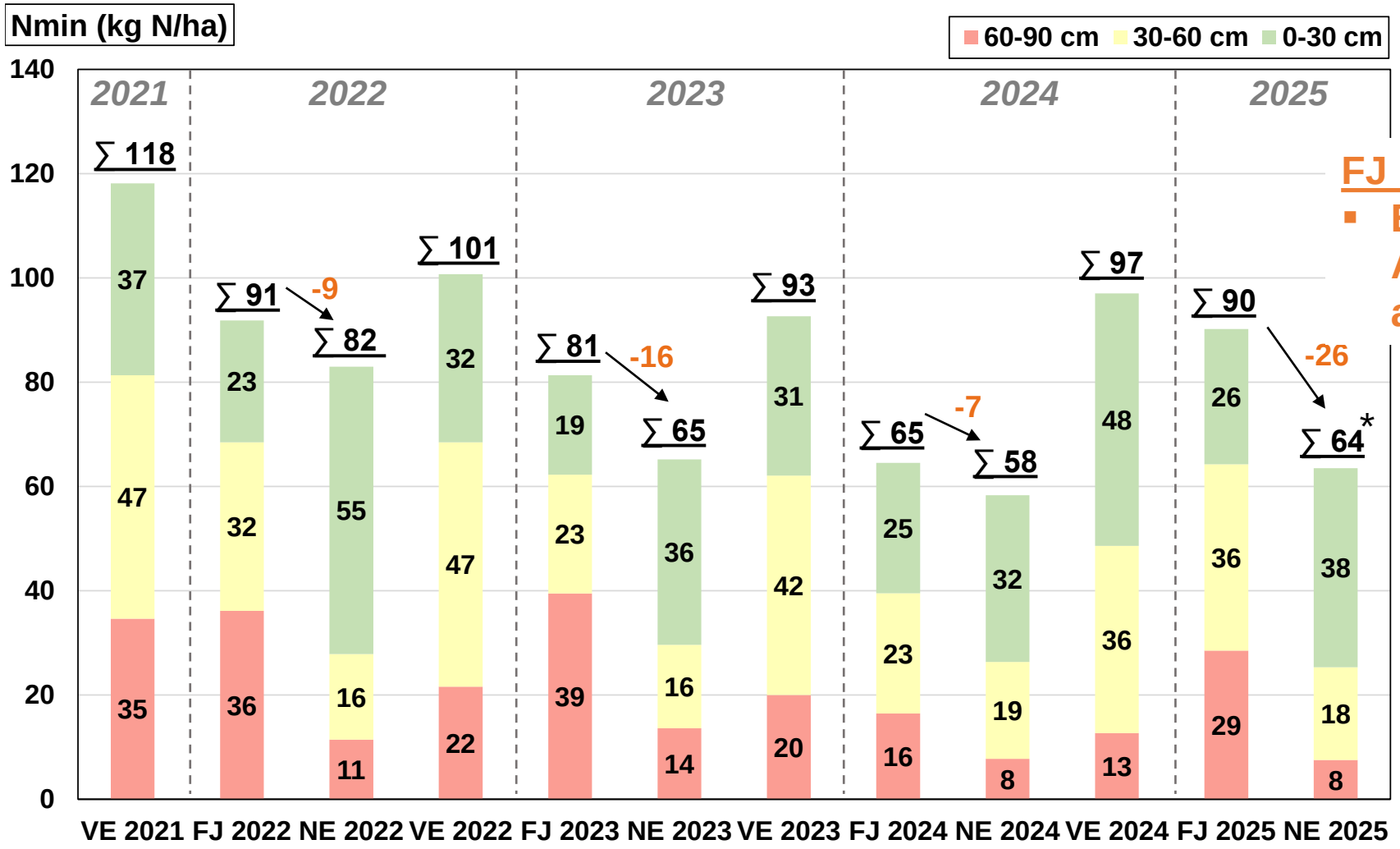






VE: Vegetationsende
FJ: Frühjahr

Nmin-Gehalte der Testschläge



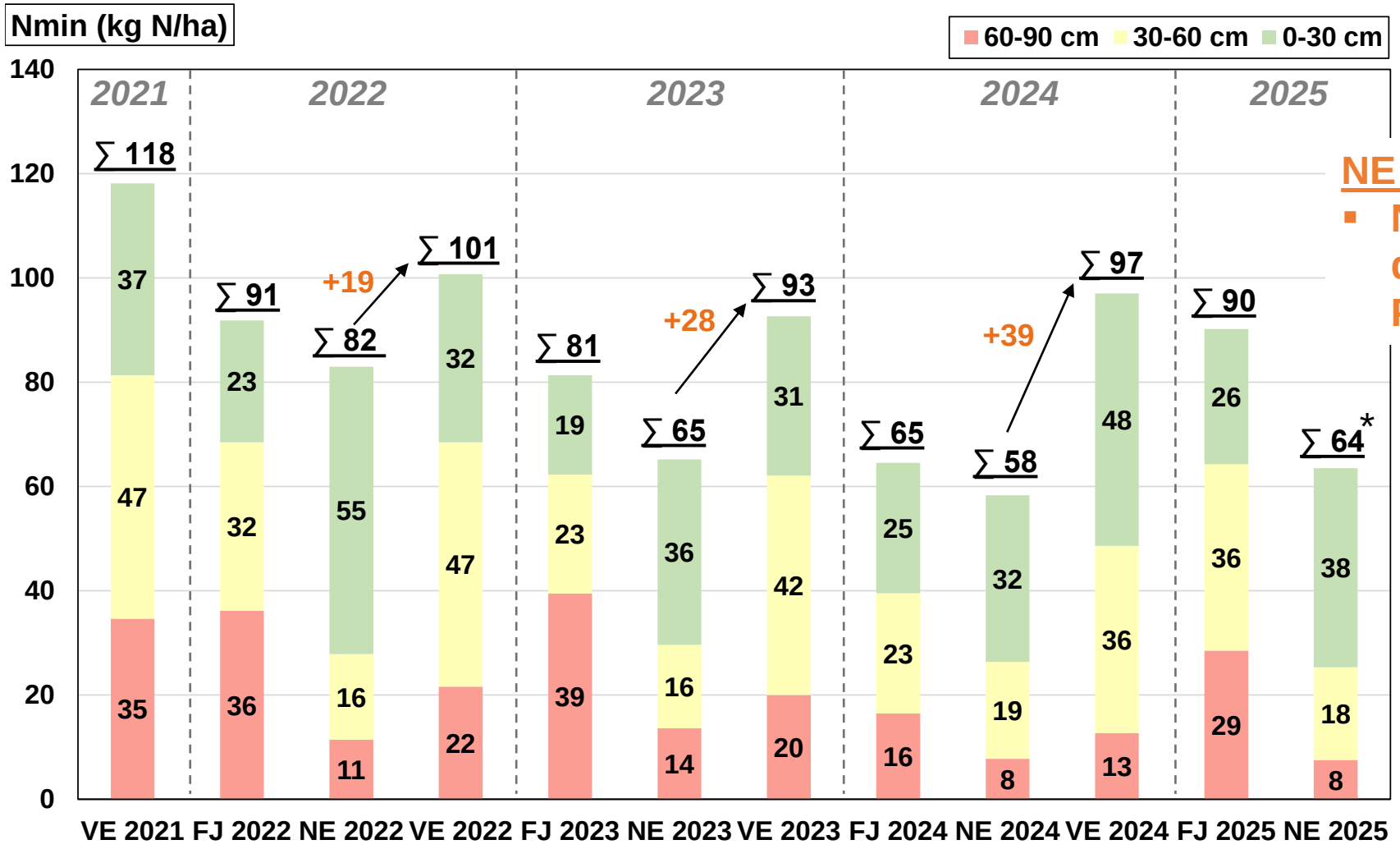
FJ bis NE

- **Effiziente N-Aufnahme der angebauten Kulturen**

*vorläufige Ergebnisse

Abb.: Mittlere Nmin-Gehalte aller Testflächen zu den Probenahmeterminen FJ (Frühjahr), Nachernte (NE) und Vegetationsende (VE)

Nmin-Gehalte der Testschläge



NE bis VE

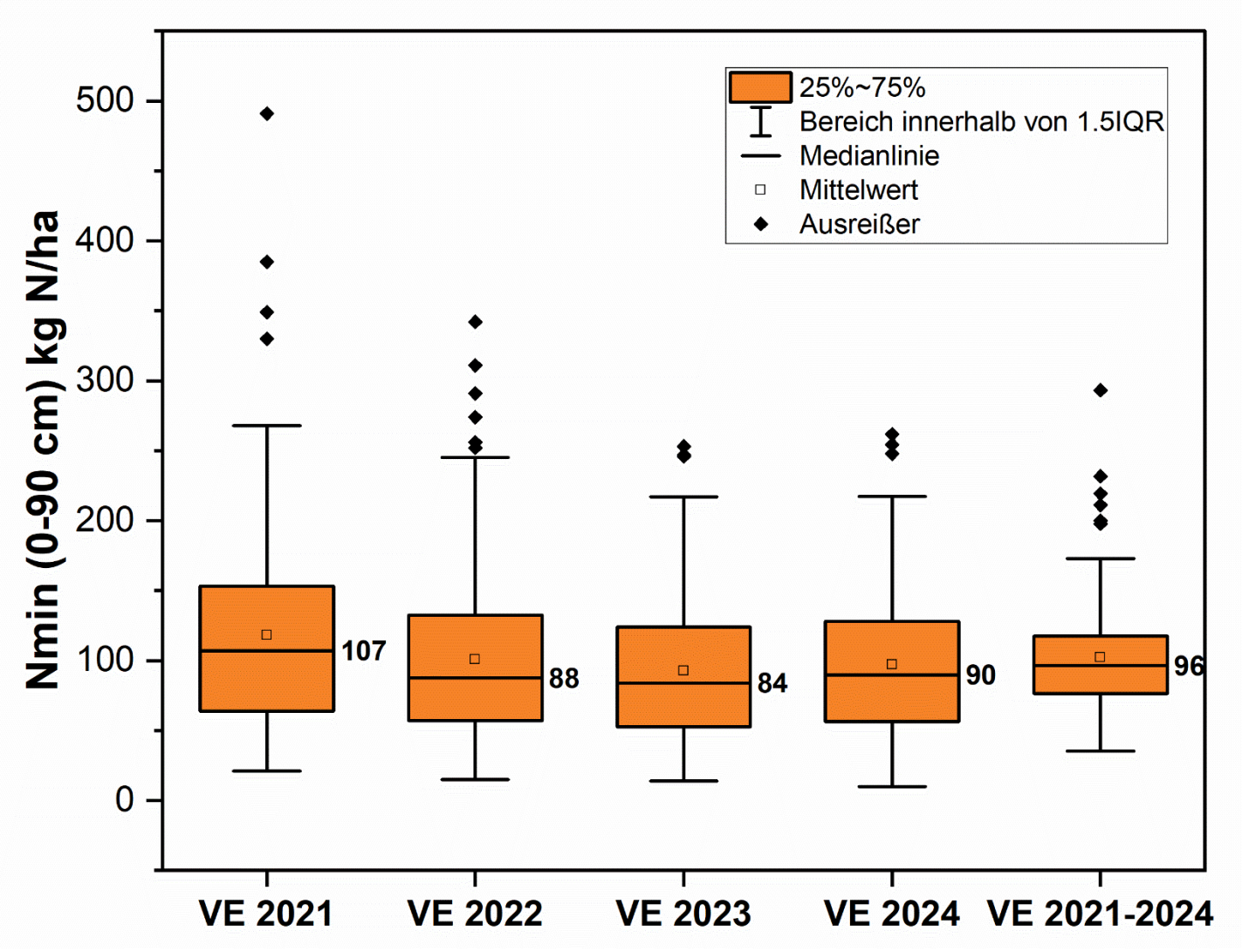
- **N-Nachlieferung aus dem organischen N-Pool (Mineralisation)**

*vorläufige Ergebnisse

Abb.: Mittlere Nmin-Gehalte aller Testflächen zu den Probenahmeterminen FJ (Frühjahr), Nachernte (NE) und Vegetationsende (VE)

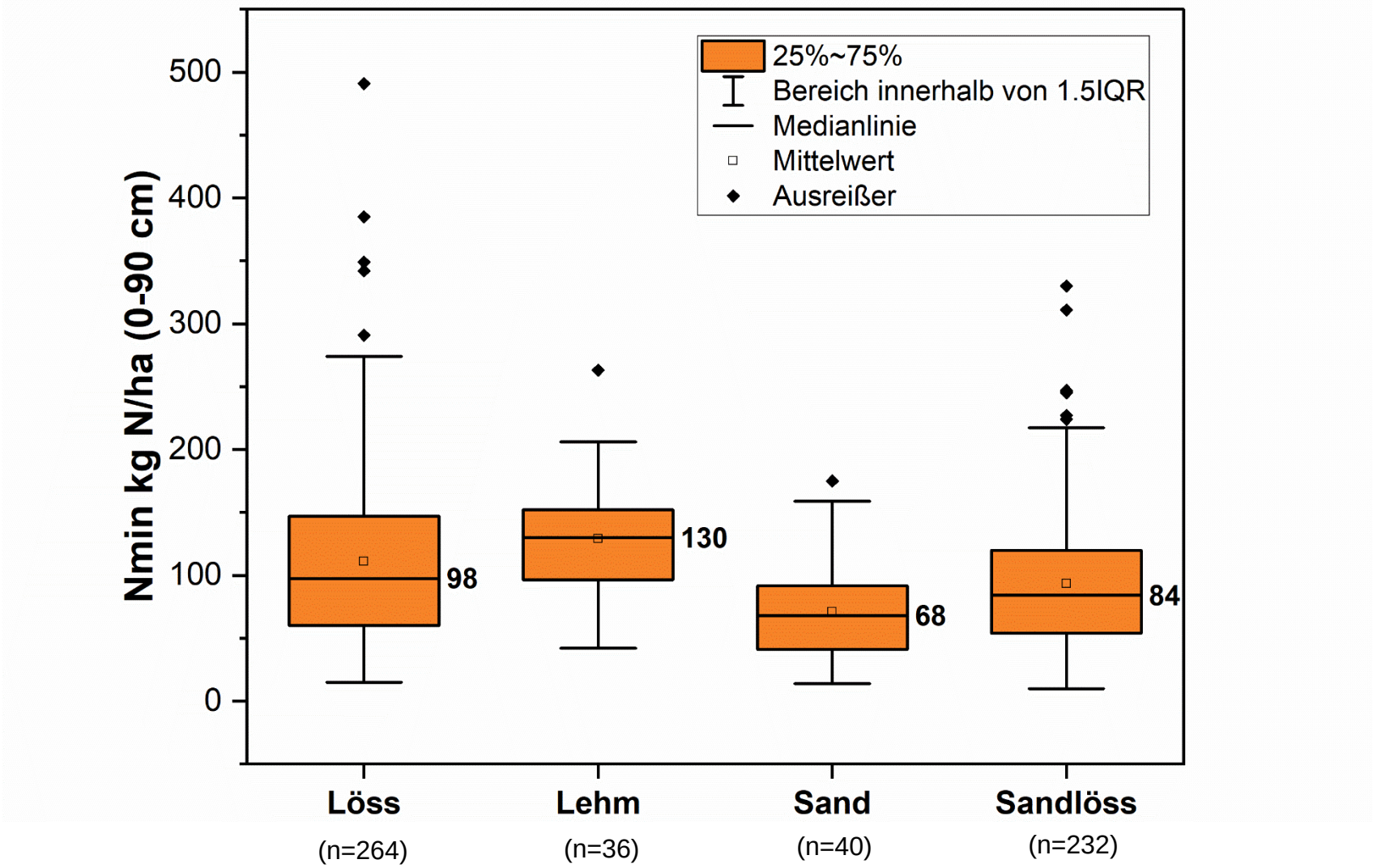
Herbst(VE)-Nmin-Gehalte

Vergleich der Jahre



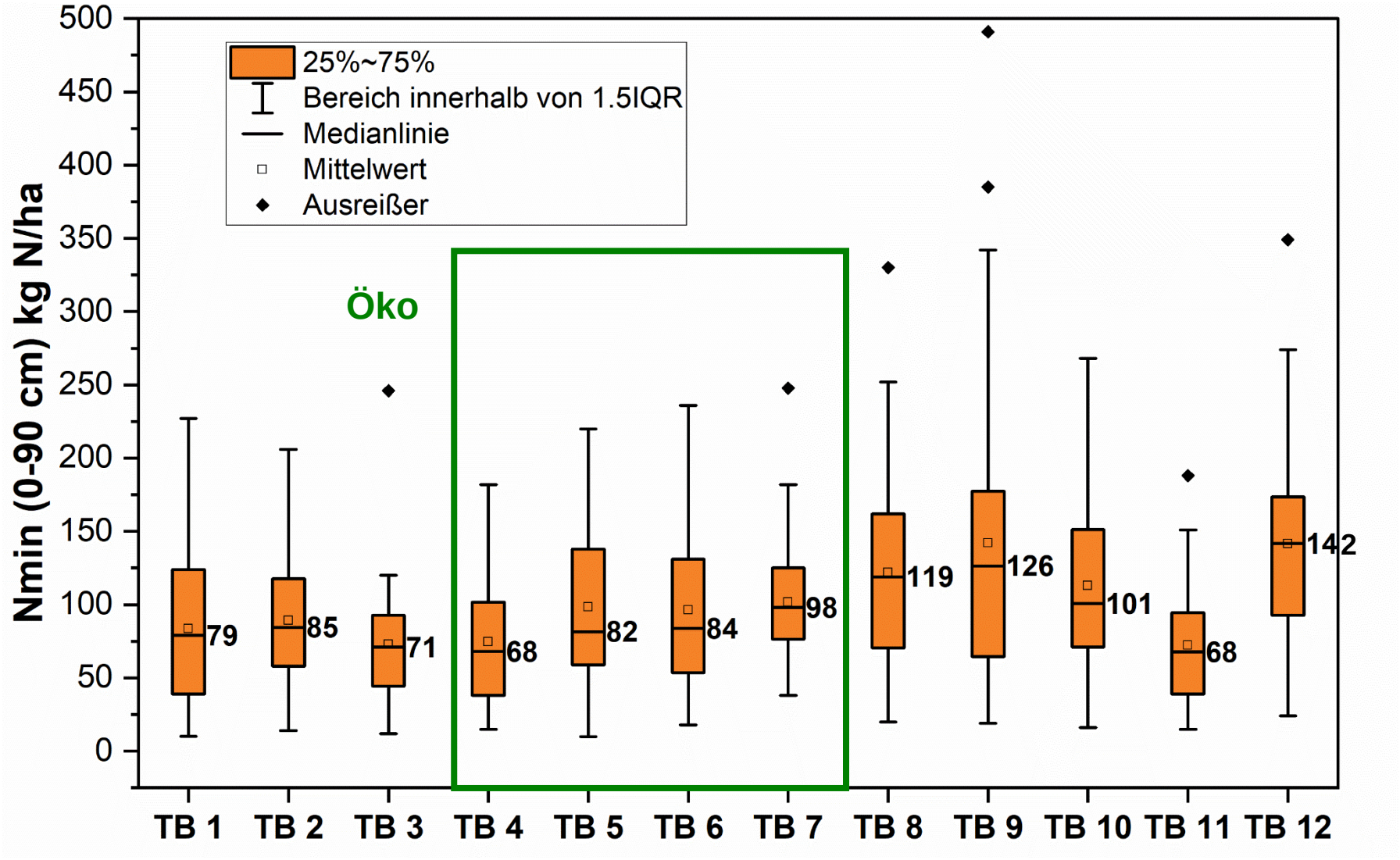
Herbst(VE)-Nmin-Gehalte

Vergleich der Bodensubstrate



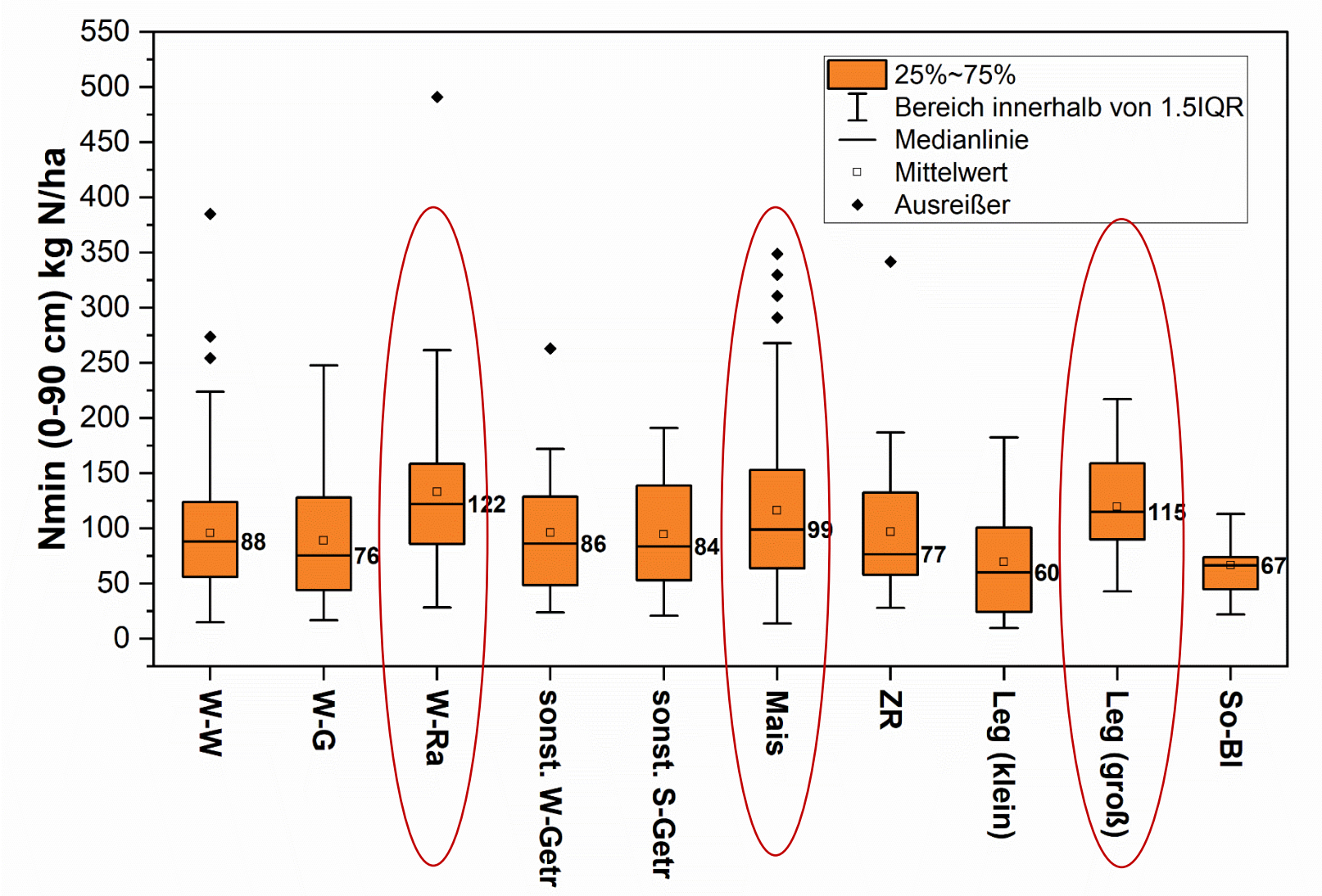
Herbst(VE)-Nmin-Gehalte

Vergleich der Testbetriebe



Herbst(VE)-Nmin-Gehalte

Vergleich der Fruchtarten



W-W:	Winterweizen
W-G:	Wintergerste
W-Ra:	Winterraps
sonst. W-Getr:	sonstiges Wintergetreide
sonst. S-Getr:	sonstiges Sommergetreide
Mais:	Silomais, Körnermais
ZR:	Zuckerrüben
Leg (klein):	kleinkörnige Leguminosen
Leg (groß):	großkörnige Leguminosen
So-Bl:	Sonnenblumen

Herbst(VE)-Nmin-Gehalte

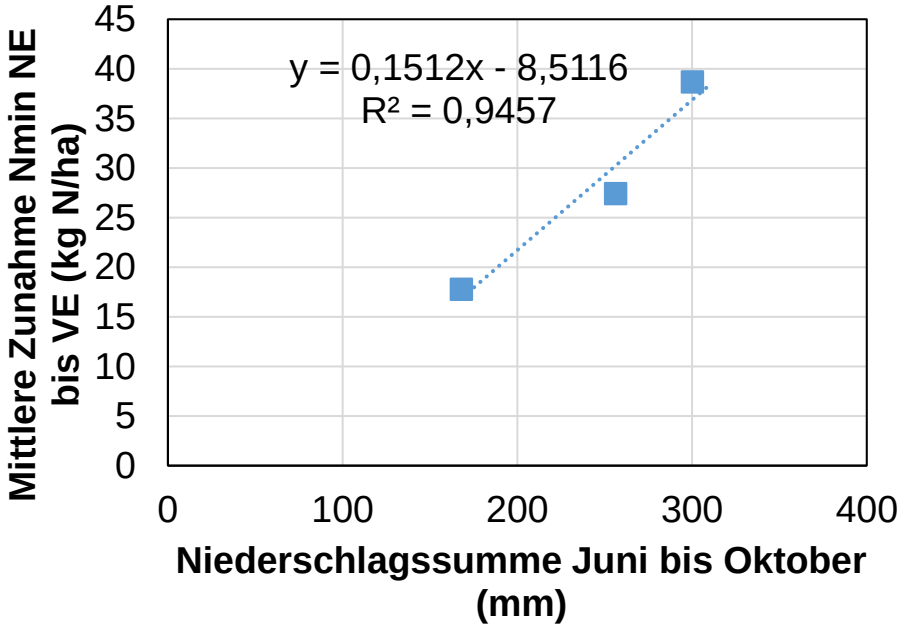
Einfluss der Witterung auf Mineralisation

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Witterungsbedingungen in den Untersuchungsjahren

	Jahre			
	2021	**2022**	**2023**	**2024**
Niederschlag Oktober (mm)	30	38	87	31
Niederschlag Oktober bis PNT (mm)	77	95	151	35
Temperatur Oktober (°C)	11	13	13	12
Temperatur Oktober bis PNT (°C)	8	8	10	10
Niederschlag Juni bis Oktober (mm)	310	168	256	300
mittlere Monatstemp. Juli (°C)	20	20	20	20
Herbst Nmin Mittelwert (kg N/ha 0-90 cm)	118	101	93	97
Herbst Nmin Median (kg N/ha 0-90 cm)	107	88	84	90
Mittlere Zunahme NE -VE (kg N/ha 0-90 cm)		18	27	39

PNT: Probenahmetermin, NE: Nachernte, VE: Vegetationsende



Einflussfaktoren auf Nmin-Gehalte

Gemischtes lineares Modell (R Vs. 4.5.1)

abhängige Variable: Nmin-Gehalt (NE, VE), feste Faktoren: Fruchtart, Humusgehalt, Bodentyp, N-Zufuhr, N-Bilanz, zufällige Faktoren: Untersuchungsjahre, Testschläge

Nachernte-Nmin (NE), r^2=0,419

Faktor	Schätzung	p
Fruchtart		
Mais	31	0,0001***
Zuckerrüben	35	0,0004***
Winterraps	15	0,09.
Luzerne	-14	0,36
Humusgehalt	32	0,000001***
N-Zufuhr	-0,07	0,07.
N-Bilanz	0,26	0,000001***

Herbst-Nmin (VE), r^2=0,268

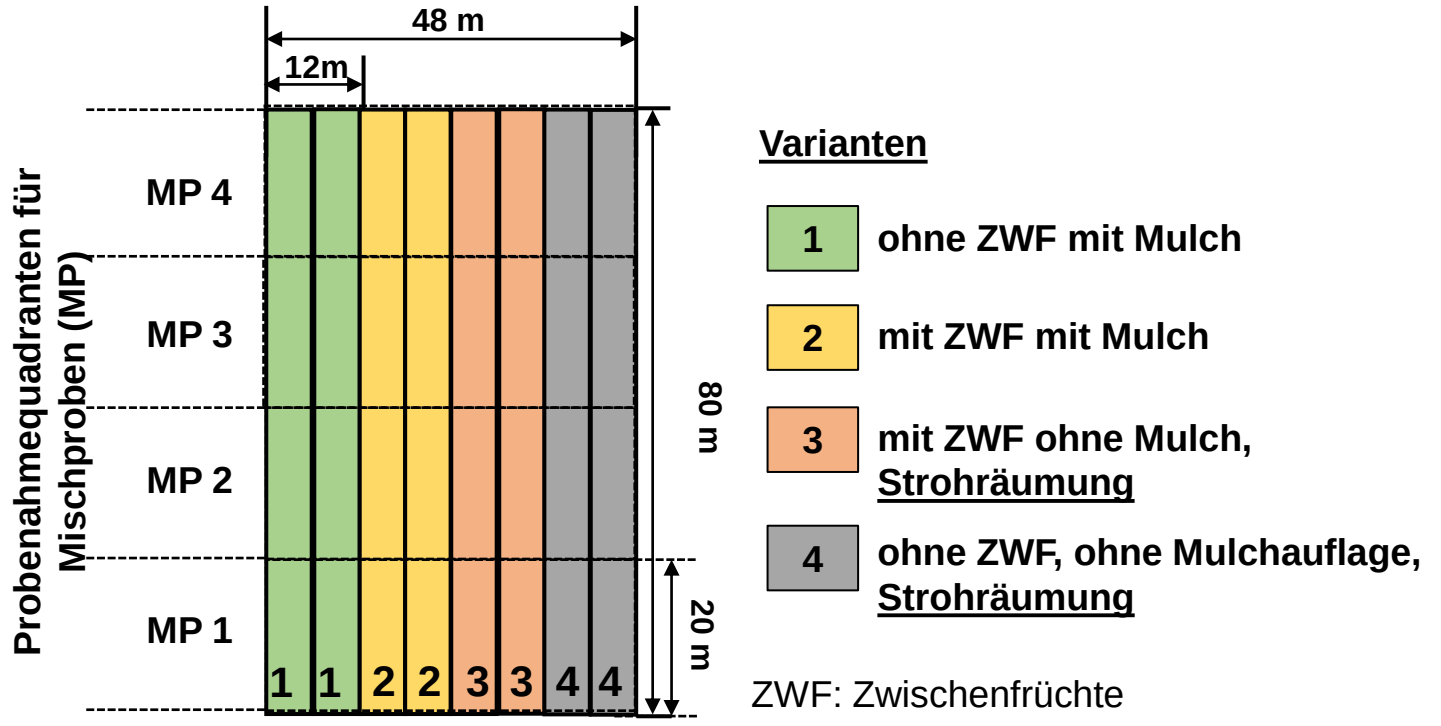
Faktor	Schätzung	p
Fruchtart		
Luzerne	-54	0,006**
Sommergetreide	-26	0,086.
Wintergetreide	-20	0,047*
Winterraps	14	0,22
Mais	1	0,92
Humusgehalt	48	0,000001***
N-Zufuhr	-0,04	0,33
N-Bilanz	0,11	0,07.

Signifikanzcodes: p<0,0001***, p<0,001**, p<0,05*, p<0,1.

Lösungsvorschläge

Zwischenfrüchte –Zwischenfruchtversuch Zörbig

- ✓ Anlage nach Ernte Winterweizen 2024 (18.07.2024), 2025 Folgefrucht Mais
- ✓ Bodensubstrat Löss



- ✓ Aussaat ZWF 29.07.2024, Terra Gold 2 Rübenfit, Aussaattiefe: ca. 3 cm, Scheibensämaschine (Horsch Pronto 6 DC), 6 m Arbeitsbreite
- ✓ Varianten ohne Strohräumung: flache Stoppelbearbeitung (ca. 3 cm tief)
- ✓ Varianten mit Strohräumung: Stoppelbearbeitung (ca. 10 cm tief)

Lösungsvorschläge

Zwischenfrüchte (ZWF) –ZWF-Versuch Zörbig

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Bestand 30.09.2024

Variante 1

ohne ZWF, mit Mulch

Variante 2

mit ZWF, mit Mulch

Variante 3

mit ZWF, ohne Mulch

Variante 4

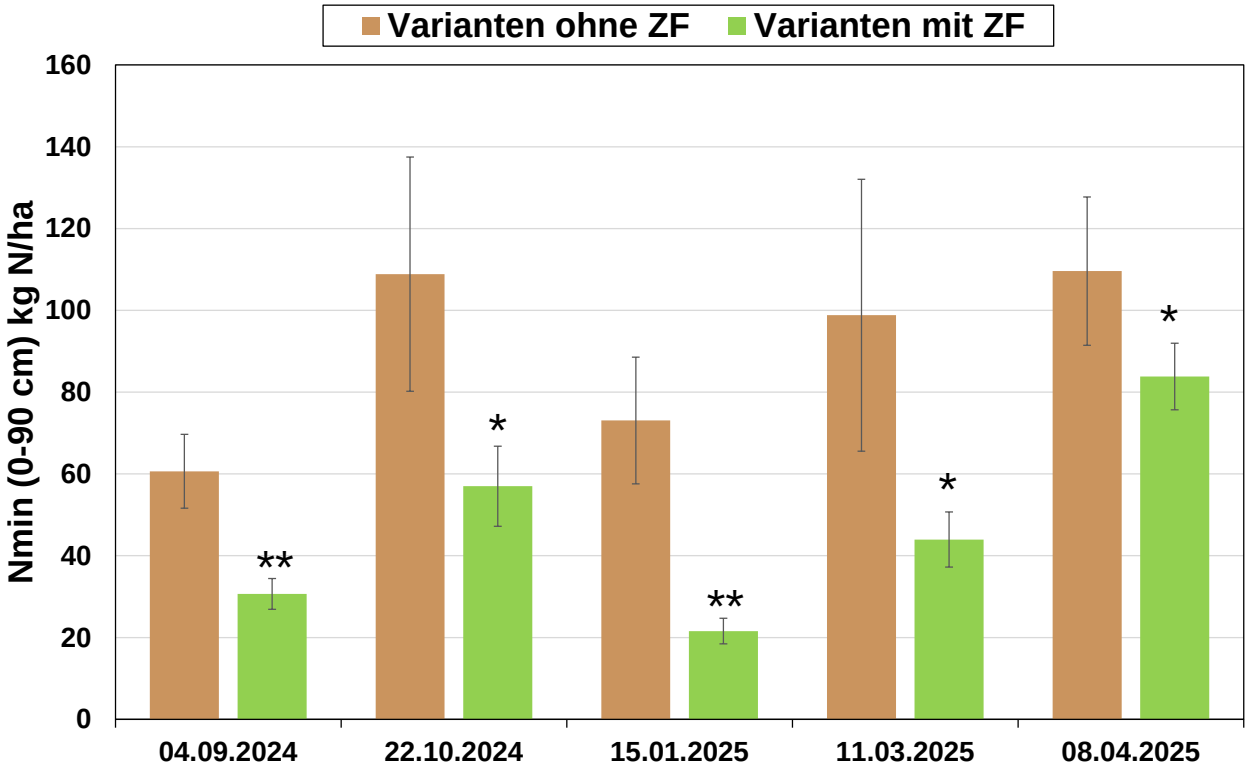
ohne ZWF, ohne Mulch

Lösungsvorschläge

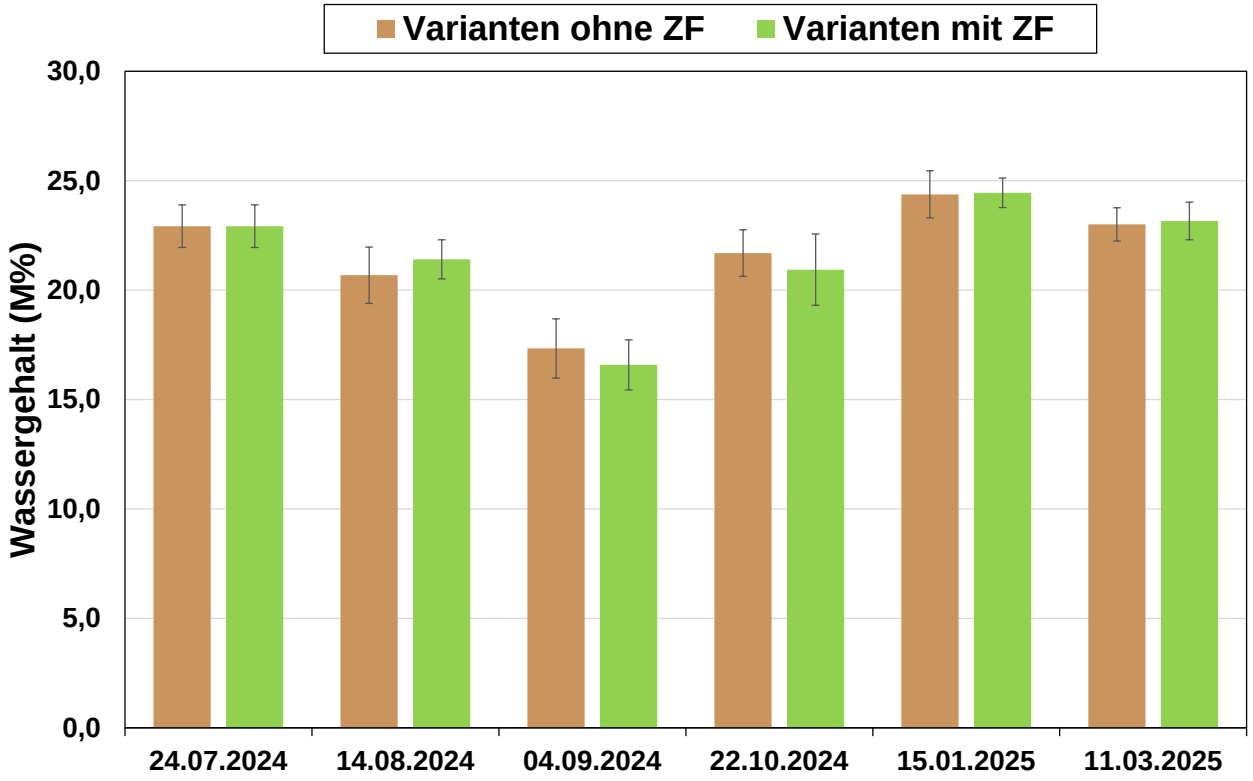
Zwischenfrüchte (ZWF) –ZWF-Versuch Zörbig

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Nmin-Gehalte



Bodenfeuchte



- ✓ signifikante Reduktion der Nmin-Gehalte bis zu Vegetationsbeginn durch Zwischenfrüchte
- ✓ kein erhöhter Wasserverbrauch durch Zwischenfrüchte

**p<0,01,*p<0,05 (One-Way-Anova, Tukey-Test)

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

- einfache schlagbezogene N-Salden langjährig auf geringem Niveau, abnehmender Trend der N-Zufuhr → negative N-Salden, sehr hohe N-Nutzungseffizienz
- Humusbilanzen (REPRO) zeigen bei den meisten Betrieben unzureichende Humusversorgung
- geringes Nmin-Niveau nach der Ernte – effiziente N-Aufnahme der Pflanzen, Unterschiede zwischen Fruchtarten, Einfluss N-Bilanzen (N-Entzug)
- hohes Niveau der Nmin-Gehalte zum Vegetationsende, hohe N-Nachlieferung im Zeitraum Nachernte bis Vegetationsende, Unterschiede zwischen den Versuchsjahren (Witterung), Einfluss Bodeneigenschaften (Humusgehalte) und Vorfrucht, wenig Unterschiede zwischen Bewirtschaftungsform (öko, konv), Einfluss der N-Salden auf Herbst-Nmin nicht statistisch nachweisbar

→ <u>Nacherntemanagement !: Winterbegrünung, Zwischenfrüchte: Aufnahme des überschüssigen N in sickerwasserrelevanter Periode, Bereitstellung für Folgekultur</u>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Foto: LLG/ Sebastian Taschmitz

SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau