

Zwischenfruchtanbau im Thüringer Becken – Etablierung, N-Entzug, Nmin-Gehalte des Bodens und N-Auswaschung

Pflanzenbauliche Probleme

- Etablierung der ZF erschwert aufgrund geringen Niederschlagsaufkommens
- Wasserverbrauch der ZF kann Ertrag der Folgekultur mindern
- Wirkung des ZF-Anbaus auf nachfolgende Hauptkultur (allelopathische Effekte, Fruchtfolge)

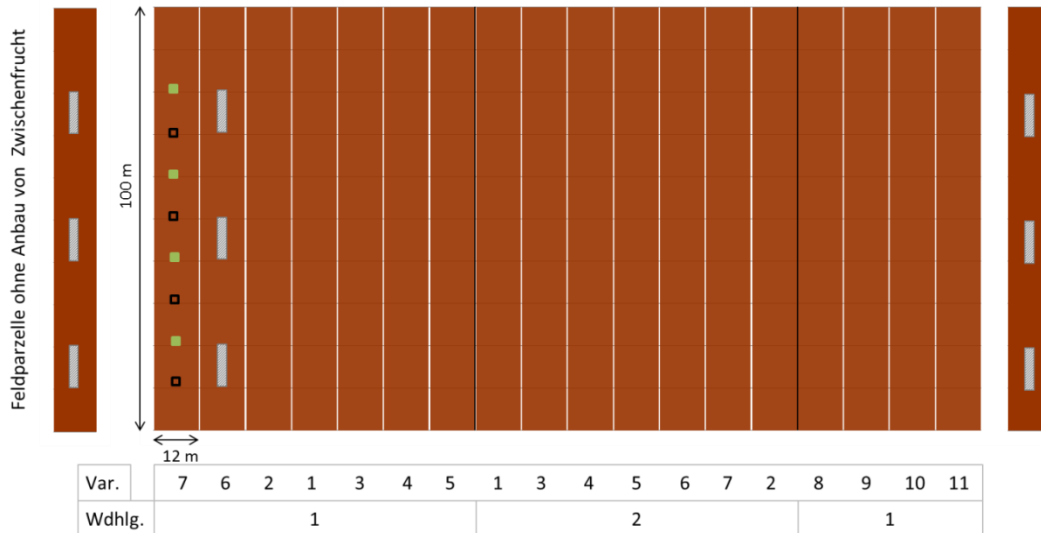
Ökologische und ackerbauliche Leistungen der ZF

- Minderung der N-Auswaschung
- Minderung der Bodenerosion (Wasser, Wind)
- Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit (Humus, biologische Aktivität)

Feldversuche und Varianten (mit dem TLPVG Butteltstedt)

2014 bis 2016

Stroh breit			Strohabfuhr		
				Stoppel- sturz	Stoppelsturz + Gü.
Zinkensämaschine			Scheibensäma.		
Phac.	Univ. ¹	Aqua Pro	ohne		
nachfolgende Hauptkultur Sommer-Braugerste					



¹ und weitere ZF-Mischungen: Bio-Maxx, N-Fixx, Beta-Maxx (DSV), Pratoleg (Saatenunion), Ackerfit krzblfrei (KWS)

Stroh breit + Aussaat mit Zinkensämaschine
Köckerling Ultima CS



Strohabfuhr + Stoppelsturz + Aussaat mit
Scheibensämaschine Lemken



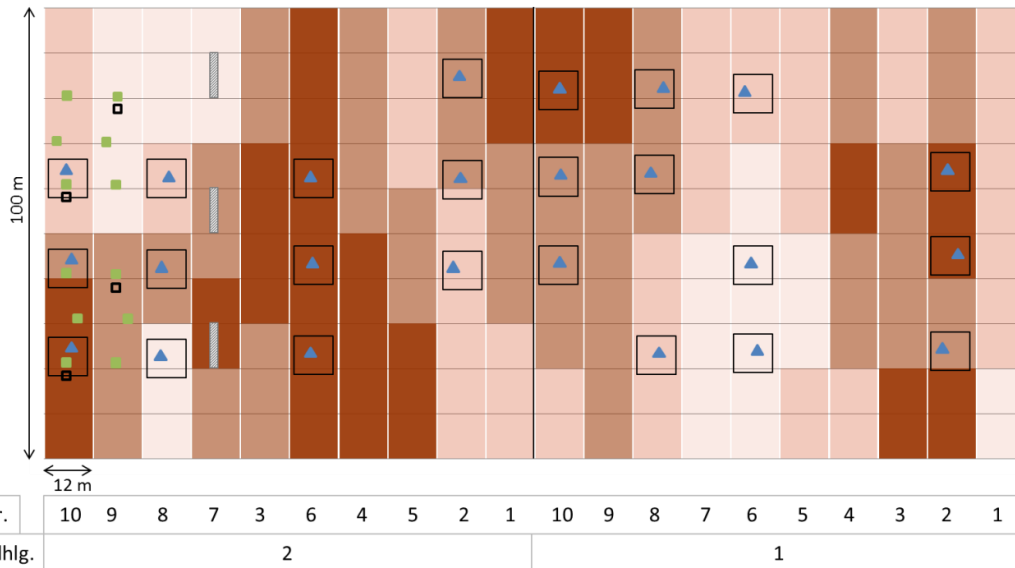
Feldversuche und Varianten

(mit dem TLPVG Butteltstedt)

2018 und 2019, 2020 alle Var. ohne Gülle

Stroh breit							
ohne Gülle				Gülle-Kurzscheibenegge			
Strip-Tillage-Sämaschine							
ohne ZF	Aqua Pro	Beta Maxx	Univ. ¹	Mais Pro	Viel-falt	Korbs/Lego	Acker-b.
nachfolgende Hauptkultur Silomais							

Stroh breit + Aussaat mit Strip-Tillage-Sämaschine Claydon Hybrid-T

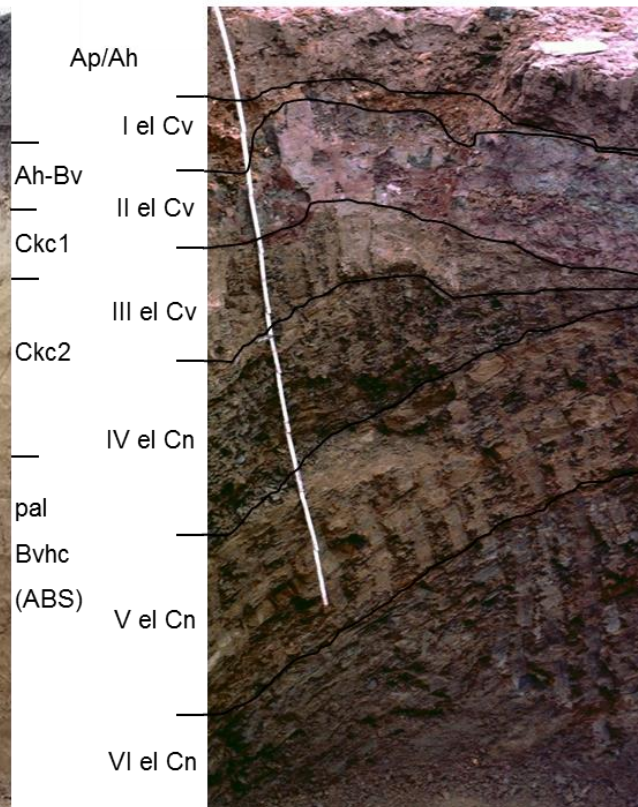


¹ und weitere ZF-Mischungen: Delitzscher Mischg. (Roth)

Braunerde- Tschernosem (lö)



Para-Rendzina (ku)



	lö	ku
Bodenart	Lu	Lt3/ Ls2/ Lt2
Tongehalt im Ap	26,6	39,0
nFKwe	227 mm	145 mm

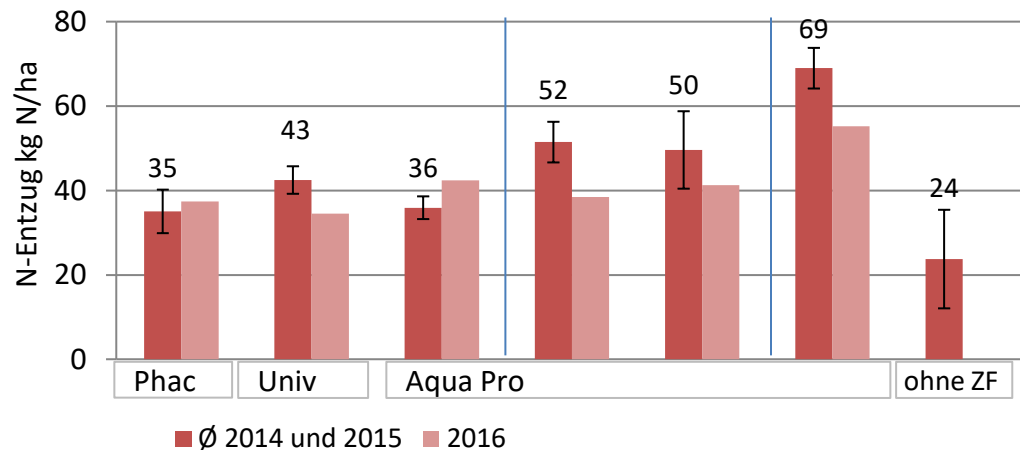
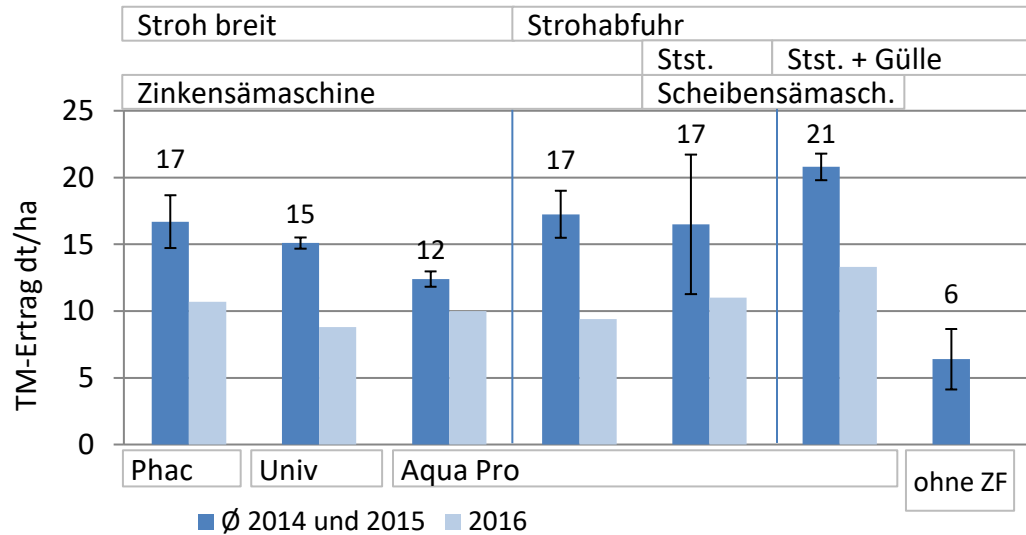
Klima

vielj. Niederschlag	vielj. Temperatur
535 mm	9,0 °C

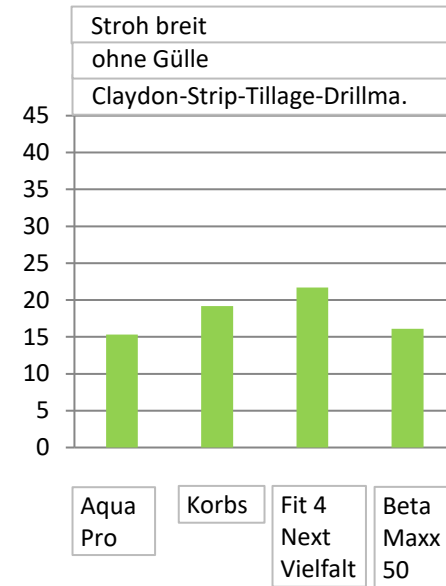
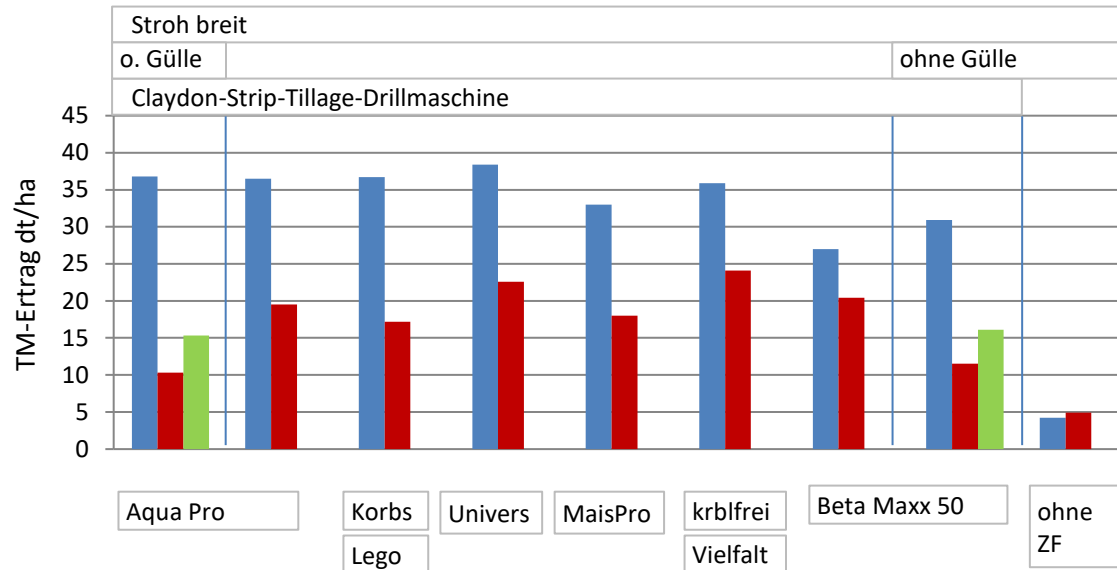
vertreten 66% der Böden im Thüringer Becken

vielj. Mittel 1981...2010

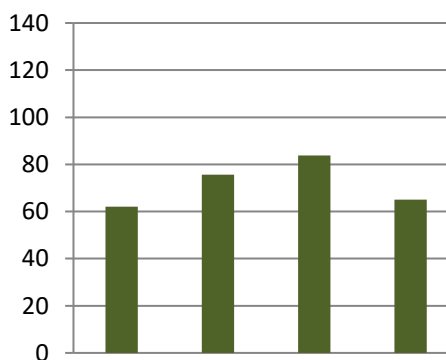
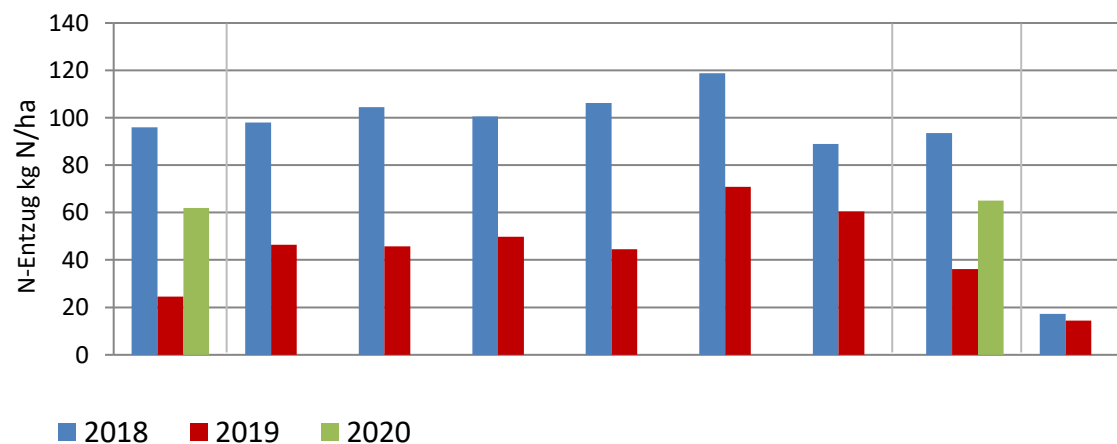
Erträge und N-Entzüge der ZF



Erträge und N-Entzüge der ZF



2018...
2020



Einflussfaktoren auf den Ertrag und den N-Entzug der ZF

- Maßgebliche Einflussfaktoren sind Boden-Nmin-Gehalt, Bodenfeuchte, Gülle-N-Zufuhr, Strohaufkommen und Aussaatverfahren.
- Der Boden-Nmin-Gehalt (0...60 cm Tiefe) nach Ernte der Hauptfrucht schwankte in fünf von sechs Jahren zwischen 39 und 51 kg N/ha, in einem Jahren waren es 80 kg N/ha (2018).
- In zwei Jahren bewegten sich die N-Entzüge mit 34 bis 67 kg N/ha in gleicher Größenordnung, wobei leg. ZF-M höhere N-Entzüge hervorbrachten. In einem Jahr lagen sie mit 24 bis 36 kg N/ha darunter und in zwei weiteren Jahren begünstigte eine feucht-warme Witterung über Nettomineralisation N-Entzüge, die mit 62 bis 84 kg N/ha (2020) bzw. 95 kg N/ha (2018) über den Boden-Nmin-Gehalten nach Ernte lagen.
- Gülle-N-Zufuhr führte zu einem Anstieg der N-Entzüge in vier von fünf Jahren um 14 bis 22 kg N/ha und erwies sich bei trockener Witterung als eine die Bestandesentwicklung der ZF vorantreibende Maßnahme.
- Der Einfluss von Stroh zeigte sich in zwei Jahren an einer Reduzierung des Ertrages um durchschnittlich 5 dt TM/ha und des N-Entzuges um 16 kg N/ha.

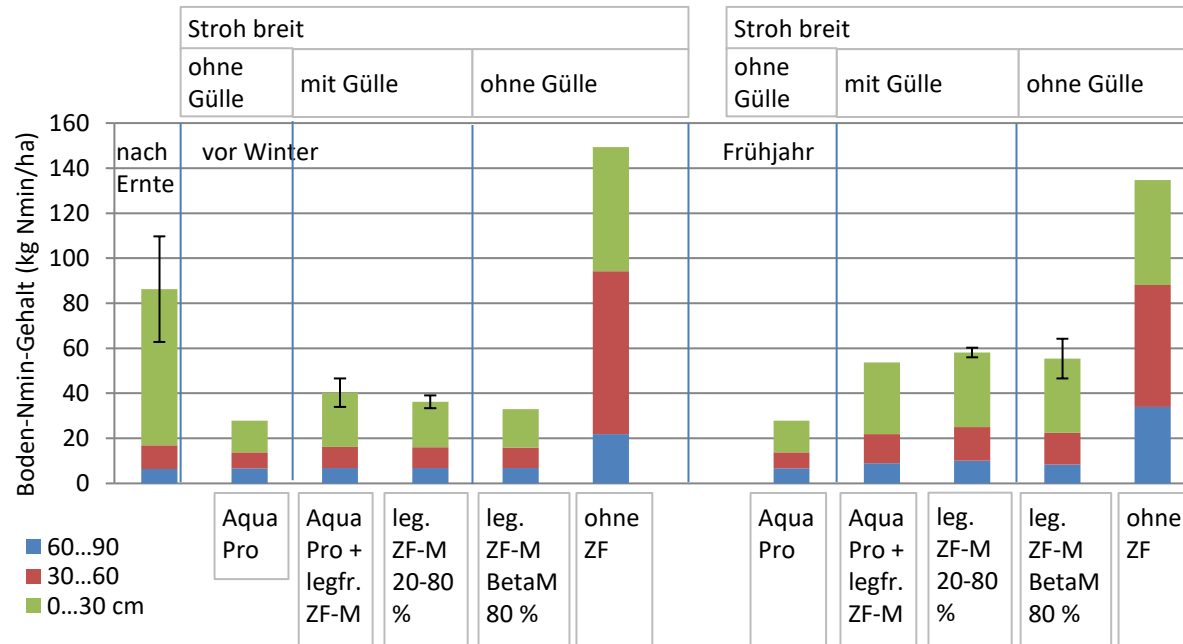
Einflussfaktoren auf den Ertrag und den N-Entzug der ZF

- Vom Aussaatverfahren hängt es ab, wie schnell der Pflanzenbestand Bestandesschluss erreicht und ob Pflanzenwurzeln uneingeschränkt Zugang zu Wasser und Nährstoffen erhalten. In dieser Hinsicht erwies sich das Strip-Tillage-Verfahren erfolgreicher als die Zinkensämaschine. Der N-Entzug betrug im Mittel der Jahre beim Strip-Tillage-Verfahren 74 kg N/ha und bei der Zinkensämaschine 43 kg N/ha, die Erträge beliefen sich auf durchschnittlich 24 und 13 dt TM/ha.

Trends der N-Gehalte und N-Entzüge der ZF-Mischungen

- ZF-Mischungen mit mehr als 30 % Leguminosen bildeten meist N-Gehalte von über 3 %. Bei ZF-Mischungen mit weniger als 30 % und leguminosenfreien ZF-M lagen die Werte mit 2,1 bis 2,9 % darunter.
- In der Tendenz höhere N-Entzüge lieferten hingegen Mischungen, die neben einem Leguminosenanteil von 20 bis 30 % größere Anteile an Phacelia, Rauhafer, Kruziferen aufwiesen, da Mischungen mit diesen Partnern die höchsten Erträge hervorbrachten.
- Bei späterer Aussaat, Anfang September fiel der N-Gehalt mit 3,5 bis 4,5 % um durchschnittlich 1 % höher aus, die N-Entzüge blieben aber um rund 20 bis 30 % unter dem Wert bei Aussaat Mitte August.

Entwicklung der Boden-Nmin-Gehalte



**am Beispiel des
Versuchsjahres
2018**

Entwicklung der Boden-Nmin-Gehalte im Mittel der Varianten mit ZF

Jahr	N-Entzug		Nmin-Gehalt vor Winter		Nmin-Gehalt Frühj.		Zunahme des Nmin-Gehaltes Frühjahr i. Vgl. zum vor-Wi-Wert			Datum Probenahme Nmin-Gehalt i. Frühj.	Datum ZF abgestorben
	kg N/ha		kg Nmin/ha		kg Nmin/ha		kg Nmin/ha	% vom N-Entzug			
	Ø	σ	Ø	σ	Ø	σ	Ø	σ	Ø		
2014	47	13	25		50		25	13	53	26.2.2015	19.2.2015
2015	48	14	21		42		21	7	44	25.2.2016	27.2.2016
2016	42	7	30		45		15	8	36	16.2.2017	20.2.2017
2018	100	9	36		55		20	7	20	20.3.2019	22.3.2019
2019	48	14	31		61		30	7	62	1.4.2020	16.1.2020 ZF nicht abgefror., nach flacher BB abgestorb.
2020	72	10	47		59		12	12	17	1.4.2021	7.4.2021 ZF noch 13...52 % BG mit grün. Blattapp.
Ø	60	22	32	9	52	8	20	7	33		

- Unabhängig vom N-Angebot sank der Boden-Nmin-Gehalt in fünf von sechs Jahren vor Winter auf durchschnittlich 29 kg Nmin/ha. In einem Jahr lag dieser Wert aufgrund feucht-warmer Witterung mit 47 kg Nmin/ha etwas höher.
- Zwischen vor Winter und Frühjahr war im Mittel der Varianten in den sechs Versuchsjahren ein Anstieg des Boden-Nmin-Gehaltes um 12 bis 30 kg N/ha festzustellen.
- Das entsprach 17 bis 62 % des N-Entzuges der ZF. Die geringeren Werte trafen auf ZF-Bestände zu, die in die generative Phase übergetreten waren und damit weitere C/N-Verhältnisse aufwiesen oder zum Zeitpunkt der Probenahme im Frühjahr zumeist noch nicht abgestorben waren.
- Die Dynamik der Boden-Nmin-Gehalte spielte sich bei den Varianten mit ZF im Wesentlichen in der oberen 30 cm-Bodenzone ab. Bei ohne ZF-Anbau war i.d.R. eine Zunahme in 30...60 und 60...90 cm Tiefe zu beobachten, was eine stärkere Neigung zur N-Verlagerung erkennen ließ.

Ziel des Versuches

- N-Auswaschungs-Minderungspotenzial durch Anbau von Zwischenfrüchte
- Einfluss verschiedener Arten von Zwischenfrüchten auf die N-Auswaschung

Kleinlysimeter- anlage

bestehend aus

48
Kleinlysimeter-
gefäßen



- monolithisch befüllt
- Durchmesser = 40 cm, $A = 0,126 \text{ m}^2$
- Tiefe = 135 cm
- Sickerwasserentnahme mittels Unterdruck über keramische Saugkerzen, ereignisbez. bis wöchentl. Probenahme
- Bodenfeuchtemessung mit Neutronensonde

Varianten Zwischenfrüchte

Var.	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Ramtill- kraut	Phacelia	Alexandr. klee	Ölrettich	Feld- erbse	ohne ZF	AquaPro
2	Rau- hafer	Feld- erbse	Rauhafer	Bitter- lupine	Phacelia		KWS Fit 4 Next Vielfalt
3	Phacelia	Ramtill- kraut	Bitter- lupine	Rauhafer	Ölrettich		BetaMaxx
4	Feld- erbse	Rau- hafer	Ölrettich	Alexandr. klee	Rau- hafer		Korb- schnäppch
5			ohne ZF	ohne ZF	ohne ZF		ohne ZF

Wdhlg. ZF	6	6	5	5	5	5	5
Wdhlg. ohne ZF			4	4	4	4	4

Hauptkulturen: SoWeizen, SoGerste, Silo- und Grünmais,
N-Düngung der Hauptkulturen: nach SBA bzw. Besyd erweitert

Hori- zont	Tiefe	Boden- art	Ton- gehalt	nFK	nFK _{we}	FK _{we}
	cm		%	Vol.%	mm	mm

Braunerde-Tschernosem aus Löß

Ap/Ah	0...43	Lu	26,6	12	110 ¹	330
Ah-Bv	...65	Lu	29,4	7		
Ckc	...130	Lu	20,3	11		

Braunerde aus Bändersand

Ap/Ah	0...27	Su2	5,3	9	75 ¹	110
Bv	...62	Ss	1,7	7		
Cv	...130	Ss	1,6	7		

¹ bei Weff 130 cm (Löß) bzw. 100 cm (Bändersand)

N-Salden der Hauptkultur, Stroherträge und N-Düngung zur Zwischenfrucht

Braunerde aus Bändersand

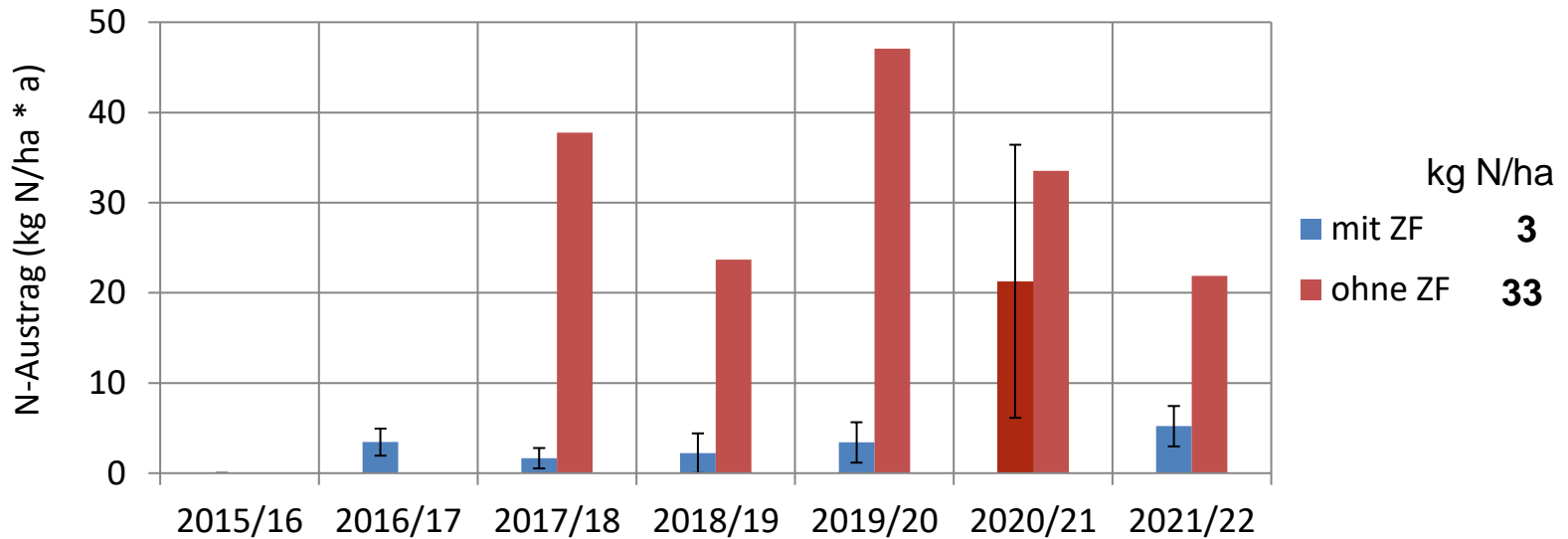
Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N-Dünggs-Entzugs-Saldo	kg N/ha	-45	-38	-15	-44	-23	-39	-40
Strohzufuhr zur ZF	dt/ha	23	42		36	46		50
N-Düngung zu ZF und ohne ZF	kg N/ha	0	20	50	20	30		24

Braunerde-Tschernosem aus Löß

Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N-Dünggs-Entzugs-Saldo	kg N/ha	-44	-33	0	-65	-39	-34	-67
Strohzufuhr zur ZF	dt/ha	23	52		52	49		67
N-Düngung zu ZF und ohne ZF	kg N/ha	0	20	50	20	30		24

N-Austrag unter dem Einfluss von mit und ohne ZF-Anbau

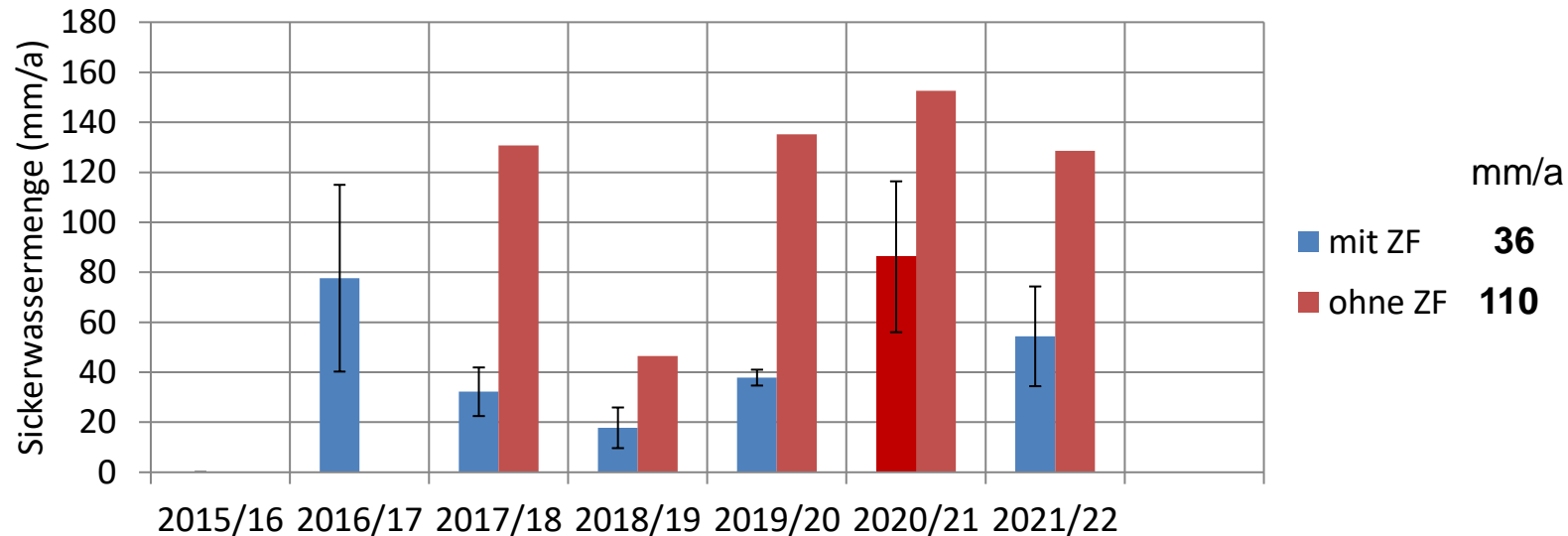
Boden: Braunerde aus Bändersand



Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N-Entz.-Saldo	kg N/ha	-45	-38	-15	-44/-27	-23/-13	-39/+17	-40/-8
Strohzufuhr	dt/ha	23	42		36/32	46/46		50/37
N-Düngg. mit/ohne ZF	kg N/ha	0	20	50	20	30		24

Sickerwassermenge unter dem Einfluss von mit und ohne ZF-Anbau

Boden: Braunerde aus Bändersand



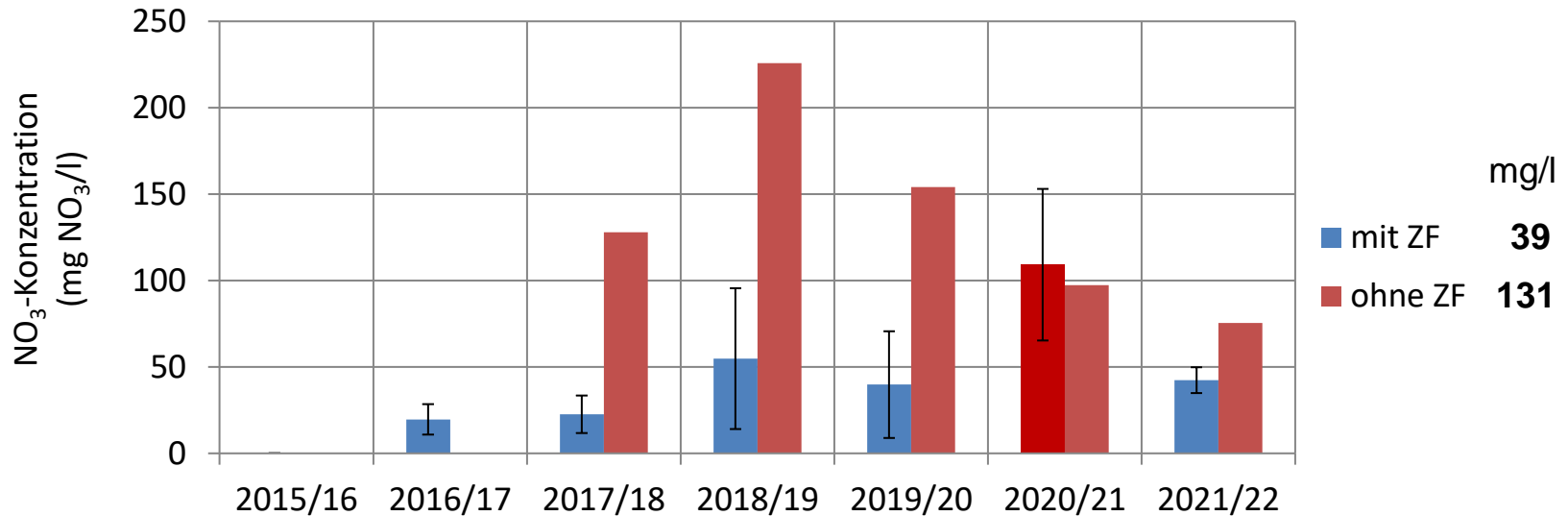
mm/a

■ mit ZF 36
■ ohne ZF 110

Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N-Entz.-Saldo	kg N/ha	-45	-38	-15	-44/-27	-23/-13	-39/+17	-40/-8
Strohzufuhr	dt/ha	23	42		36/32	46/46		50/37
N-Düngg. mit/ohne ZF	kg N/ha	0	20	50	20	30		24

NO₃-Konzentration des Sickerwassers bei mit und ohne ZF-Anbau

Boden: Braunerde aus Bändersand



■ mit ZF **39**
■ ohne ZF **131**

Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N-Entz.-Saldo	kg N/ha	-45	-38	-15	-44/-27	-23/-13	-39/+17	-40/-8
Strohzufuhr	dt/ha	23	42		36/32	46/46		50/37
N-Düngg. mit/ohne ZF	kg N/ha	0	20	50	20	30		24

N-Austrag unter dem Einfluss von mit und ohne ZF-Anbau

Boden: Braunerde aus Bändersand

Zeitraum	Var.	N- Dünggs.- Abfuhr- Saldo	N-Düngg. zur ZF/ Stroh- rotte	N-Entzug ZF		N- Aus- trag	SiWa- Menge	NO ₃ - Konz. d. SiWa
				Nichtleg	Leg			
		kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha		kg N/ha	mm/a	mg/l
2015...2021 ¹	mit ZF	-27	24	94 (45 – 194)		2,6	37	32
2017...2021 ¹	mit ZF	-26	31	100		3,1	36	39
2017...2021 ¹	ohne ZF	-6	31	0		33	110	131

¹ ohne 2021, in dem keine ZF zum Anbau kam

N-Austrag unter dem Einfluss von mit und ohne ZF-Anbau

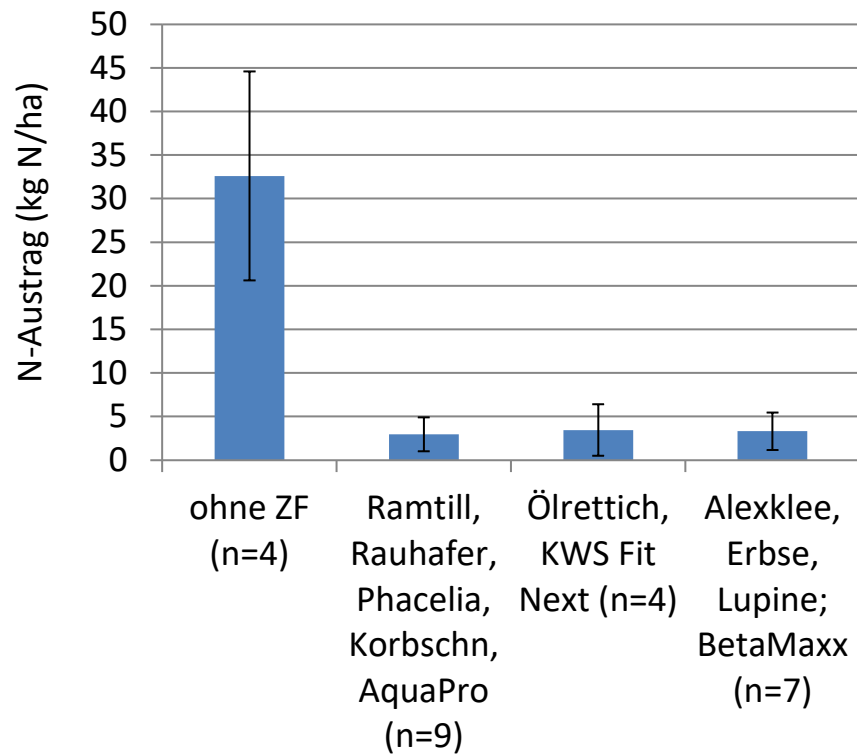
Boden: Braunerde-Tschernosem aus Löß

Zeitraum	Var.	N- Dünggs.- Abfuhr- Saldo	N-Düngg. zur ZF/ Stroh- rotte	N-Entzug ZF		N- Aus- trag	SiWa- Menge	NO ₃ - Konz. d. SiWa
				Nichtleg	Leg			
		kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha		kg N/ha	mm/a	mg/l
2015...2021 ¹	mit ZF	-25	24	77 (46 – 127)		0,2	12	8
2017...2021 ¹	mit ZF	-25	31	81		0,2	14	5
2017...2021 ¹	ohne ZF	-36	31	0		1,4	12	49

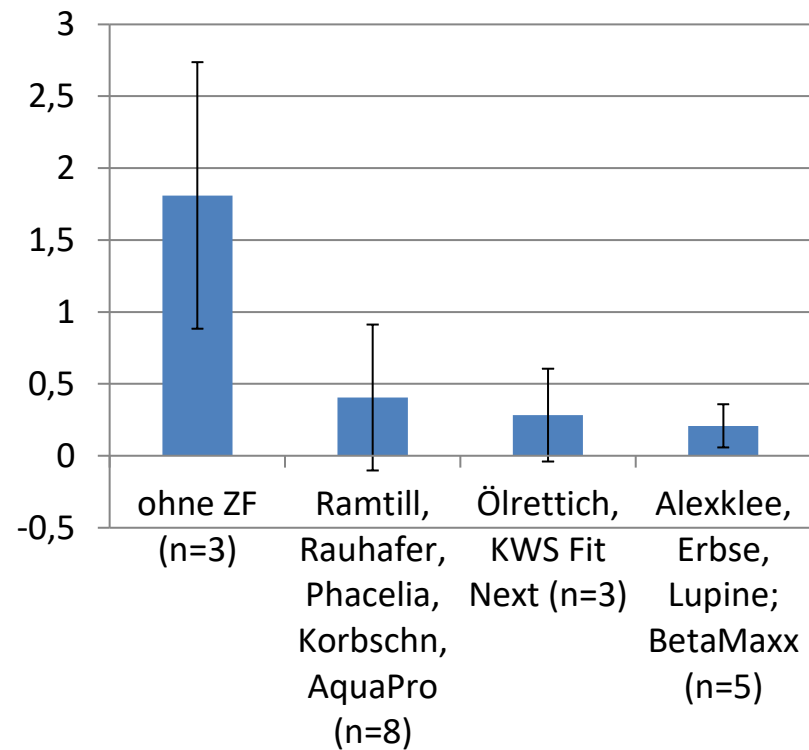
¹ ohne 2020/2021, in dem keine ZF zum Anbau kam

N-Austrag in Abhängigkeit von ZF-Arten

Braunerde aus Bändersand/ IS

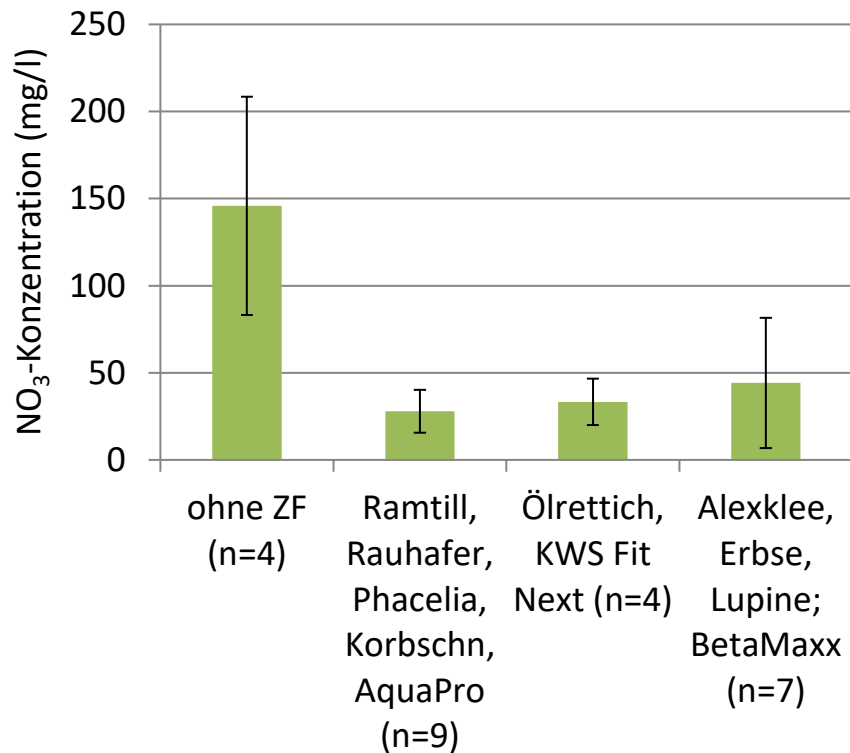


Braunerde-Tschernosem aus Löß/ Lu

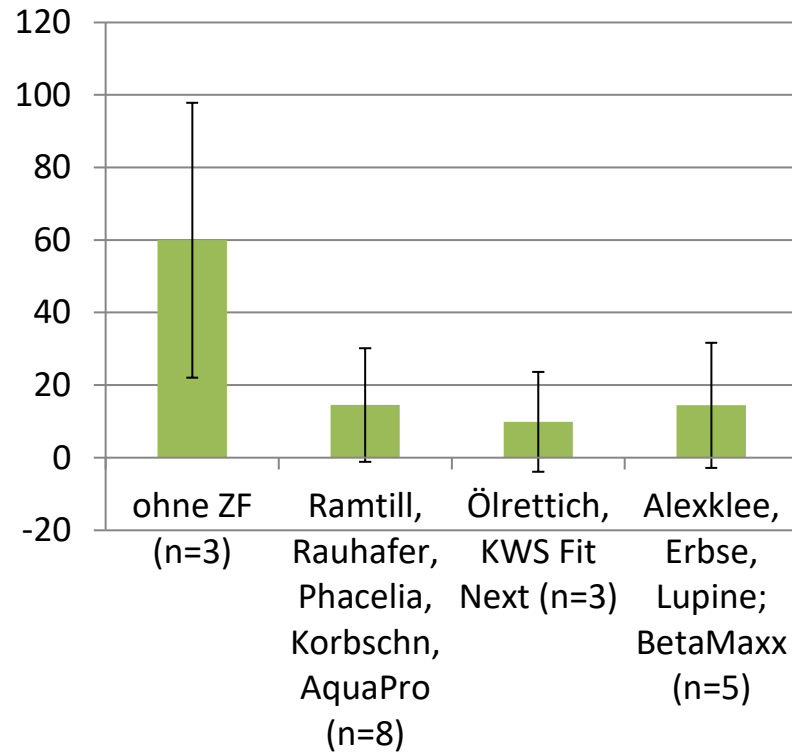


NO₃-Konz. des Sickerwassers in Abhängigkeit von ZF-Arten

Braunerde aus Bändersand/ IS



Braunerde-Tschernosem aus Löß/ Lu



- Der Anbau von Sommer-Zwischenfrüchten führte zu einer deutlichen Minderung der N-Auswaschung und der NO_3 -Konzentration des Sickerwassers
- Auf dem Sandboden kam es durch ZF zu einer Senkung von 33 auf 3 kg N/ha, auf dem Lößboden von 1,4 auf 0,2 kg N/ha.
- Auf beiden Böden wurde die NO_3 -Konzentration des Sickerwassers durch ZF-Anbau deutlich unter 50 mg/l gesenkt. Beim Lößboden gelang dieses Ziel durch eine nur geringe Minderung der N-Auswaschung.
- Zwischen den Arten der Zwischenfrüchte war kein Unterschied im Minderungsbetrag der N-Auswaschung erkennbar. Leguminosen als Sommer-Zwischenfrucht verursachten im Vgl. zu Nicht-Leguminosen keine höhere N-Auswaschung.

- Je höher das N-Angebot aus Boden-Nmin-Gehalt, Strohabfuhr, Gülle-N-Zufuhr, Nettomineralisation desto höher der Ertrag und der N-Entzug durch die ZF.
- Bei N-Entzügen von rund 40 bis 100 kg N/ha kam bis vor Winter eine Senkung des Boden-Nmin-Gehaltes auf rund 30 kg N/ha in 0...90 cm Tiefe zustande.
- Bis zum folgenden Frühjahr war ein Anstieg des Boden-Nmin-Gehaltes auf durchschnittlich rund 50 kg N/ha zu verzeichnen, was rund 20 bis 60 % des N-Entzuges der ZF entsprach.
- Legume ZF-Mischungen bildeten meist N-Gehalte mit mehr als 3 %, nicht legume ZF-M lagen darunter. In der Tendenz höhere N-Entzüge lieferten hingegen ZF-M mit 20 bis 30 % Leg-Anteil und den ertragsstarken Saatpartnern Phacelia und Rauhafer.
- ZF senkten die N-Auswaschung auf einem Sandboden von 33 kg N/ha auf 3 kg N/ha und auf dem Lößboden von 1,4 auf 0,2 kg N/ha. In beiden Fällen ging dies mit einer Senkung der NO₃-Konzentration auf unter 50 mg NO₃/l einher.



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!