STICKSTOFF STABILISIERT

Spannungsfeld Stickstoffdüngung

Gemeinsam zu innovativen Lösungen!

skw. PIESTERITZ

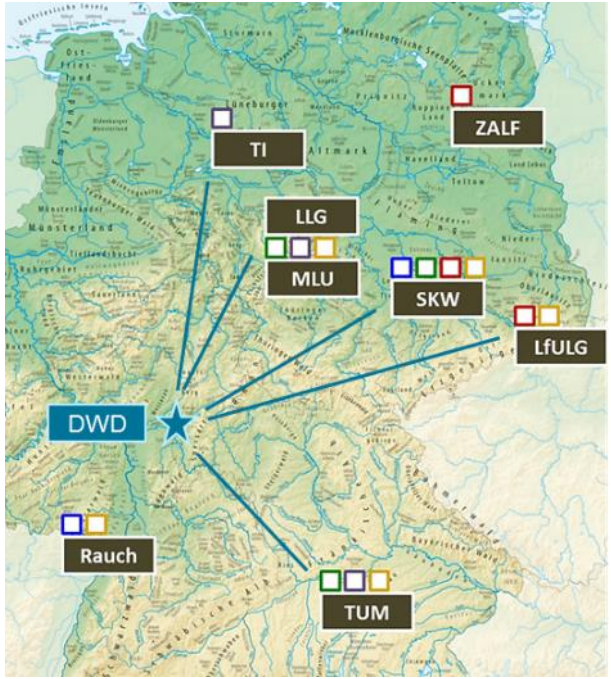
Die Zukunft der Düngung.

Gemeinsam zu innovativen Lösungen, …

Anwendungsorientiert! → Forschen für die Praxis

Vernetzt! → Schlüssel zum Erfolg

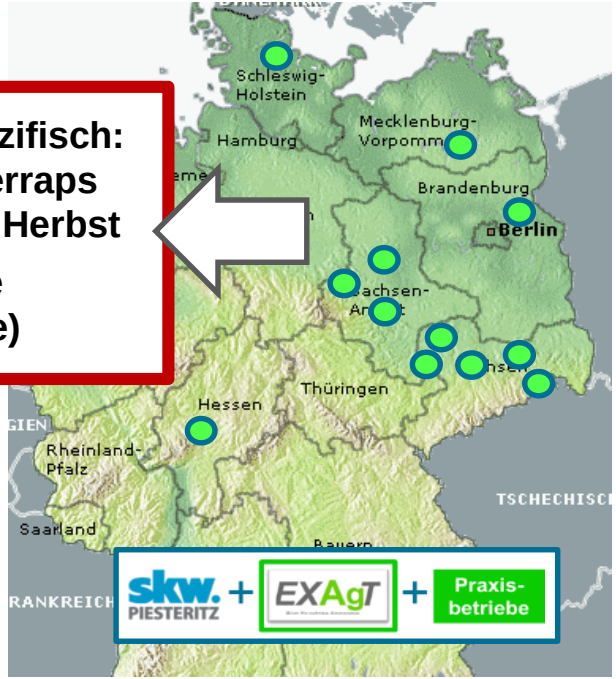
Projekt *Sta Pla Res*:
Profi-Check für ALZON® neo-N



N-Düngung - stabilisiert
und teilflächenspezifisch

Stabilisiert und teilflächenspezifisch:
Frühe Einmalgaben zu Winterraps
auf Basis der N-Aufnahme im Herbst

(Produktionsintegrierte
Großparzellenversuche)



Stabilisiert und teilflächenspezifisch: Einmalgaben zu Winterraps auf Basis der N-Aufnahme im Herbst

(Produktionsintegrierte Großparzellenversuche)

Ausgangspunkt:
Eine teilflächenspezifische Start- oder Einmal-N-Gabe zu Winterraps basiert auf der Berücksichtigung unterschiedlicher Biomasse-Aufwüchse und N-Aufnahmen im Herbst.

Versuchsfrage:
Wie schneidet in diesem Rahmen das stabilisierte System (NI-Einsatz; Einmalgabe) im Vergleich zur traditionellen N-Düngung (zwei Teilgaben) ab?

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Prüfung: Zusammenhang zwischen Biomasse-Aufwuchs, N-Aufnahme und Sensor-Scan bzw. Satellitenbild

Kontrolle des methodischen Ansatzes und erster Systemvergleich im Rahmen von Parzellenversuchen

Erstellung von Streukarten zur teilflächenspezifischen N-Düngung auf Basis der herbstlichen N-Aufnahme

produktionsintegrierter Vergleich „stabilisiert vs. konventionell“ in Großparzellen-Versuchen

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

skw. PIESTERITZ

Prüfung: Zusammenhang zwischen Biomasse-Aufwuchs, N-Aufnahme und Sensor-Scan bzw. Satellitenbild

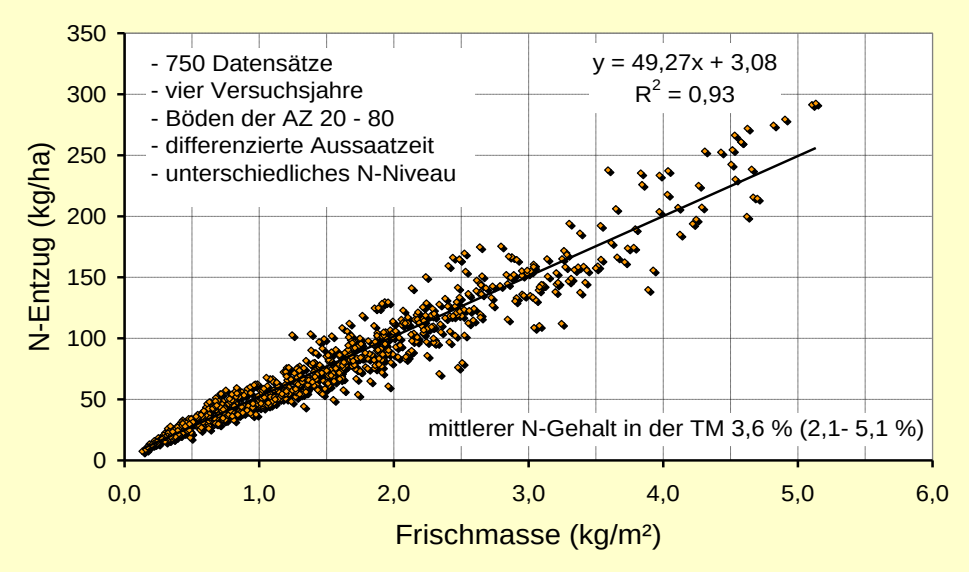
Kontrolle des methodischen Ansatzes und erster Systemvergleich im Rahmen von Parzellenversuchen

Parzellenversuche 2015 / 2016

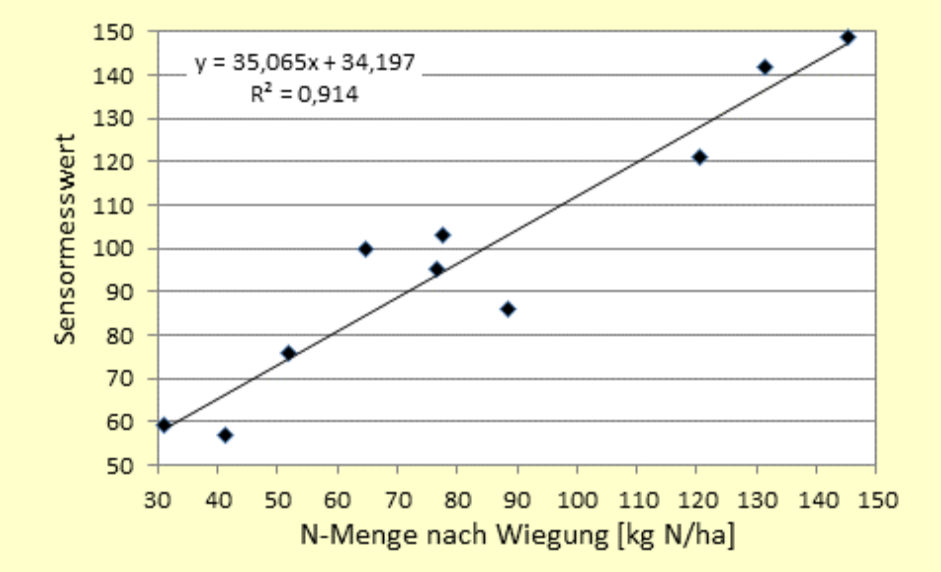
- pro Jahr 3 identische Exaktversuche
- Nutzung (Erzeugung) inhomogener Bestände
- randomisierte Blockanlage; n = 4
- parzellenweise Schätzung der N-Aufnahme

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Zusammenhang zw. N-Aufnahme und Biomasse



Zusammenhang zw. Sensor-Messwert und Biomasse



Quellen: LfULG, UFOP, Pioneer Rapsforum 2014

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Prüfung: Zusammenhang zwischen Biomasse-Aufwuchs, N-Aufnahme und Sensor-Scan bzw. Satellitenbild

Kontrolle des methodischen Ansatzes

Herbstscan (Biomasse) und Schätzen der aufgenommenen N-Menge

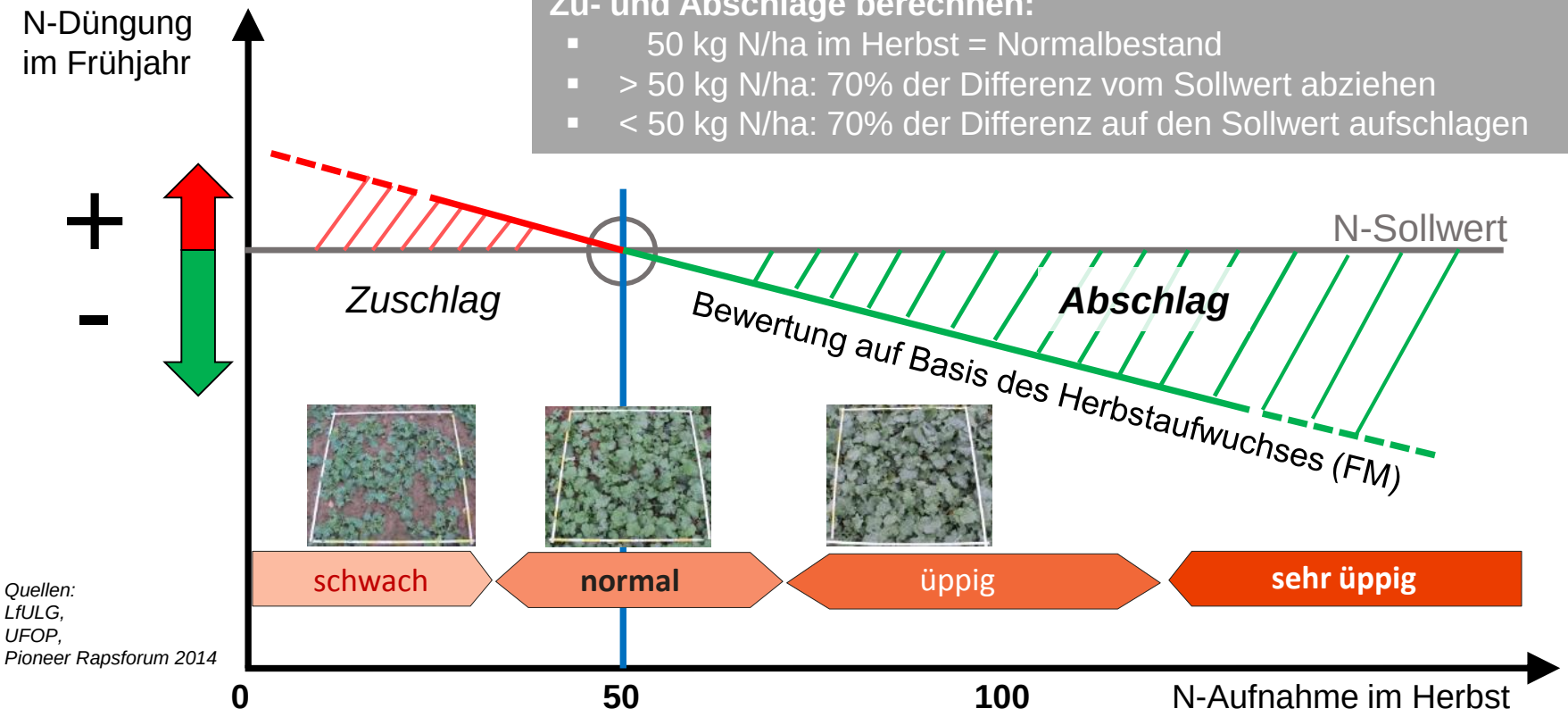
Pgl.-Nr.	ISARIA - Biomasse				MW
	a	b	c	d	
1	19,8	21,1	18,2	22,1	20,3
2	18,7	20,3	18,1	21,7	19,7
3	20,5	20,2	17,7	21,8	20,0
4	20,1	20,3	19,0	21,5	20,2
	19,8	20,5	18,2	21,8	

Pgl.-Nr.	aufgenommene N-Menge [kg N/ha]				MW
	a	b	c	d	
1	63	89	31	109	72,8
2	40	73	28	101	60,6
3	77	70	20	103	67,6
4	70	72	46	97	71,2
	62	76	31	102	

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Zu- und Abschläge berechnen:

- 50 kg N/ha im Herbst = Normalbestand
- > 50 kg N/ha: 70% der Differenz vom Sollwert abziehen
- < 50 kg N/ha: 70% der Differenz auf den Sollwert aufschlagen



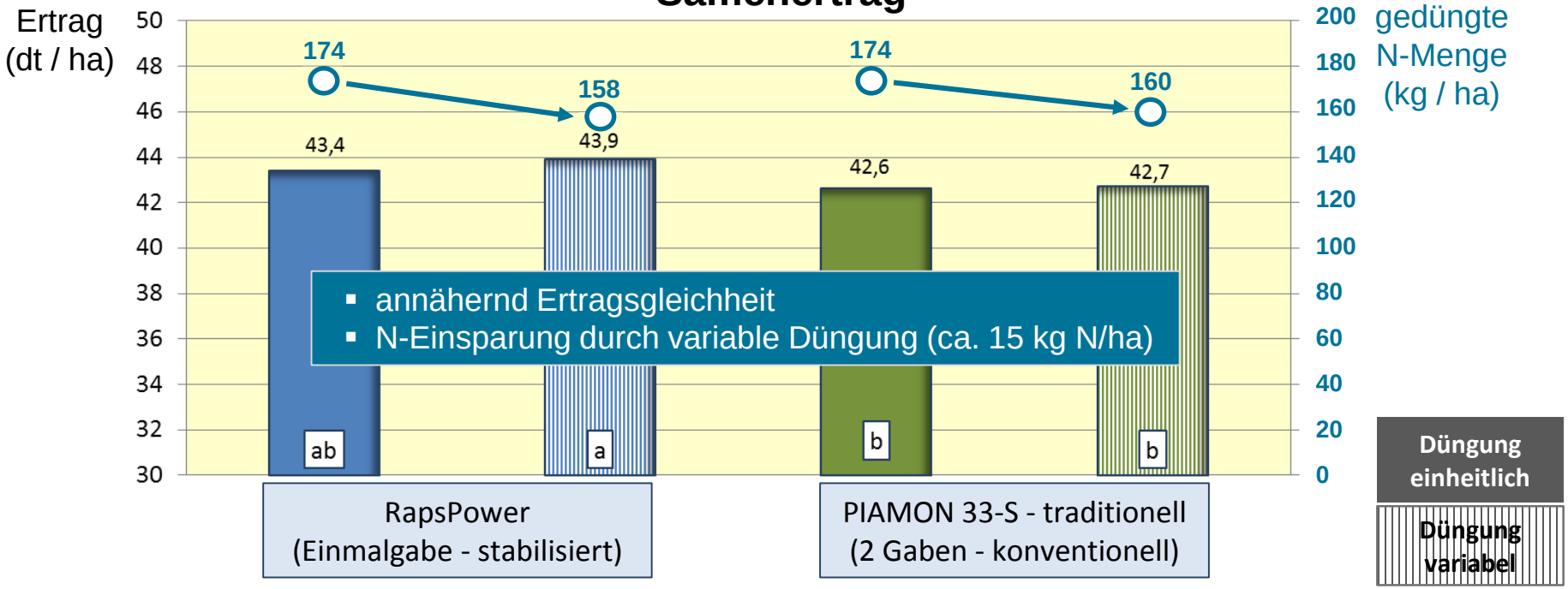
Quellen:
LfULG,
UFOP,
Pioneer Rapsforum 2014

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Parzellenversuche

Methoden-Check und erste Systemvergleiche

Samenertrag



- annähernd Ertragsgleichheit
- N-Einsparung durch variable Düngung (ca. 15 kg N/ha)

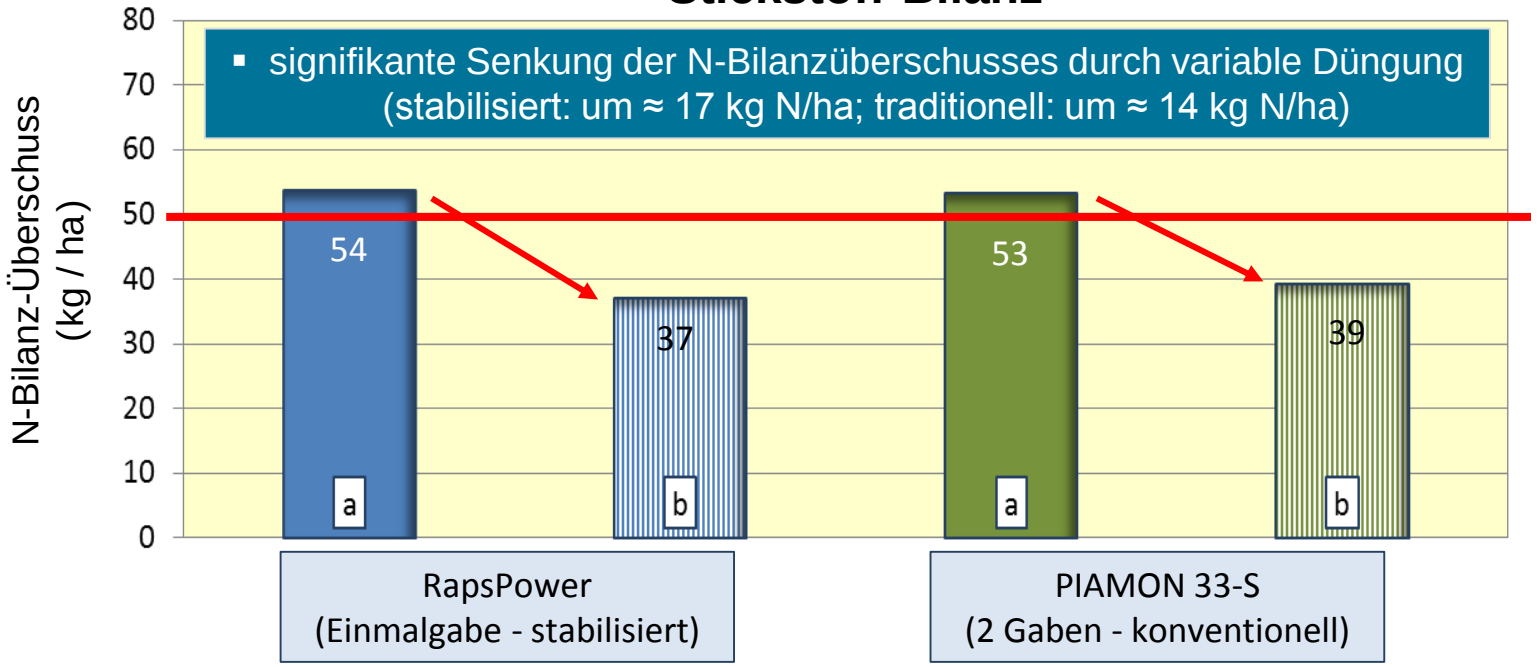
Cunnersdorf 2015 + 2016; Mittel aus 6 Versuchen

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Parzellenversuche

Methoden-Check und erste Systemvergleiche

Stickstoff-Bilanz



- signifikante Senkung der N-Bilanzüberschusses durch variable Düngung (stabilisiert: um ≈ 17 kg N/ha; traditionell: um ≈ 14 kg N/ha)

Düngung einheitlich

Düngung variabel

Cunnersdorf 2015 + 2016; Mittel aus 6 Versuchen

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

skw. PIESTERITZ

Prüfung: Zusammenhang zwischen Biomasse-Aufwuchs, N-Aufnahme und Sensor-Scan bzw. Satellitenbild

Kontrolle des methodischen Ansatzes und erster Systemvergleich im Rahmen von Parzellenversuchen

EXAgT Praxisbetriebe

Erstellung von Streukarten zur teilflächenspezifischen N-Düngung auf Basis der herbstlichen N-Aufnahme

EXAgT Praxisbetriebe

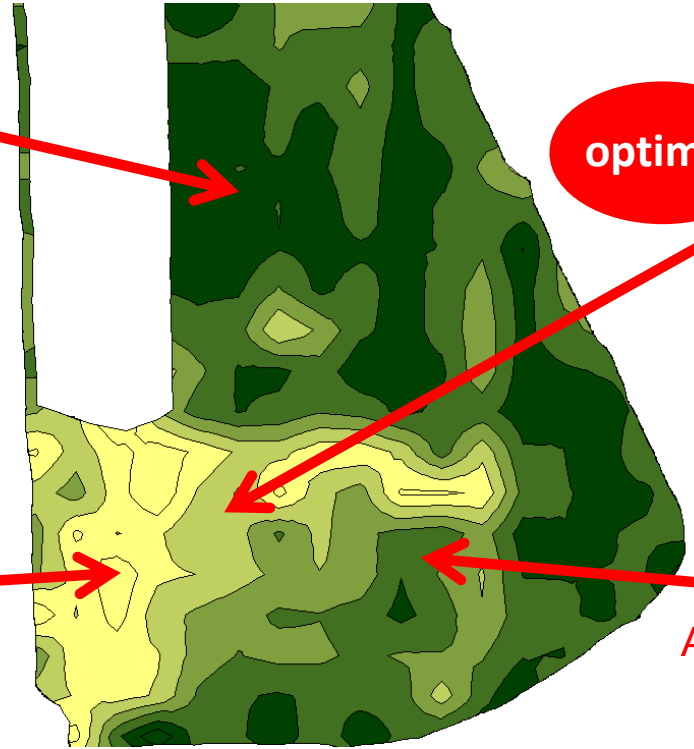
produktionsintegrierter Vergleich „stabilisiert vs. konventionell“ in Großparzellen-Versuchen

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

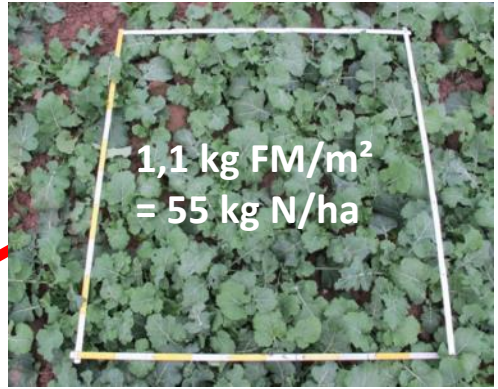
skw. PIESTERITZ

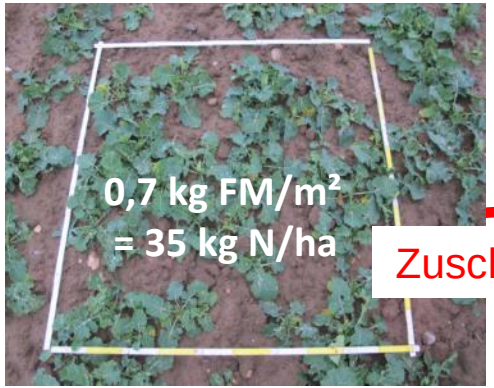
Vom Herbstscann zur Streukarte:

Abschlag



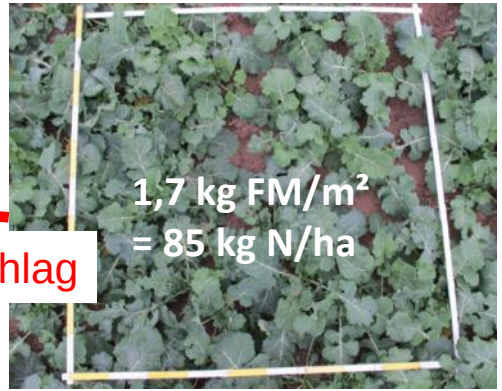
optimal





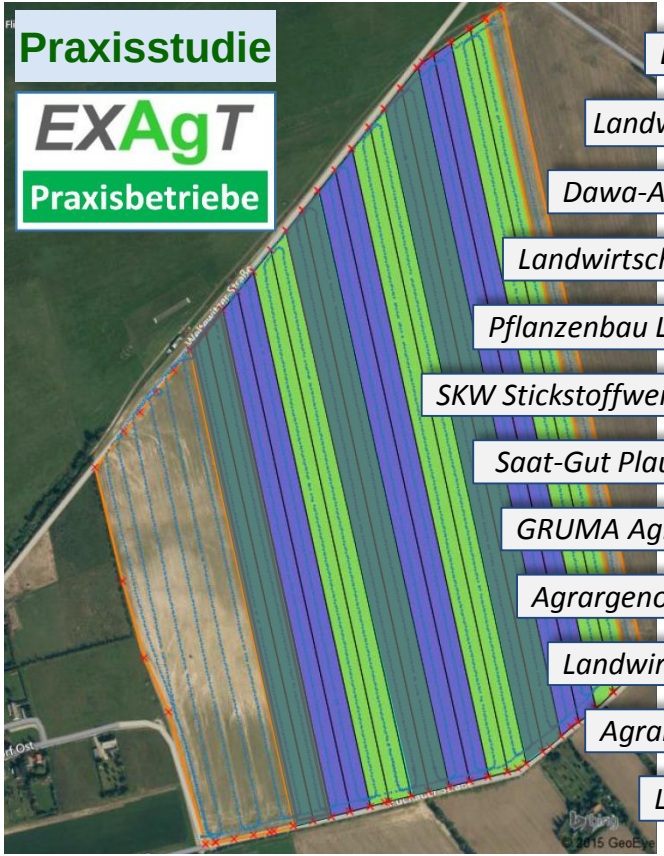
Zuschlag

Abschlag



W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

skw. PIESTERITZ



Praxisstudie

EXAgT

Praxisbetriebe

Landwirtschaftsbetrieb Mewes; Rechlin/Retzow

Landwirtschaftsbetrieb Matthes; Ahrensfelde

Dawa-Agrar GmbH & Co. KG; Dahlenwarsleben

Landwirtschaftsbetrieb Schneidewind; Aschersleben

Pflanzenbau Langenstein GmbH & Co.; Harzvorland

SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH, Cunnersdorf

Saat-Gut Plaußig Voges KG; Plaußig

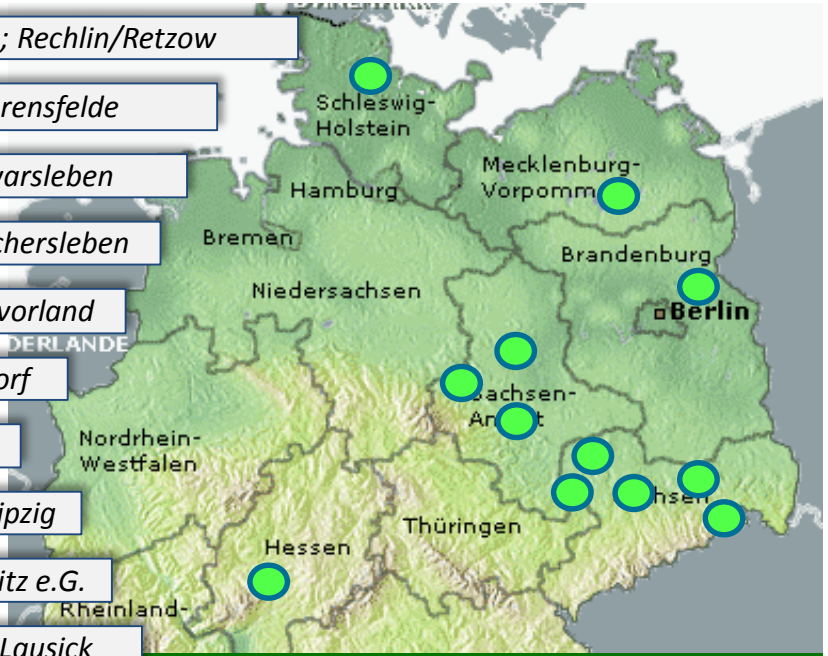
GRUMA Agrar GmbH (Gut Engelsdorf); Leipzig

Agrargenossenschaft Altoschatz-Merkwitz e.G.

Landwirtschaftsbetrieb Kitzscher; Bad Lausick

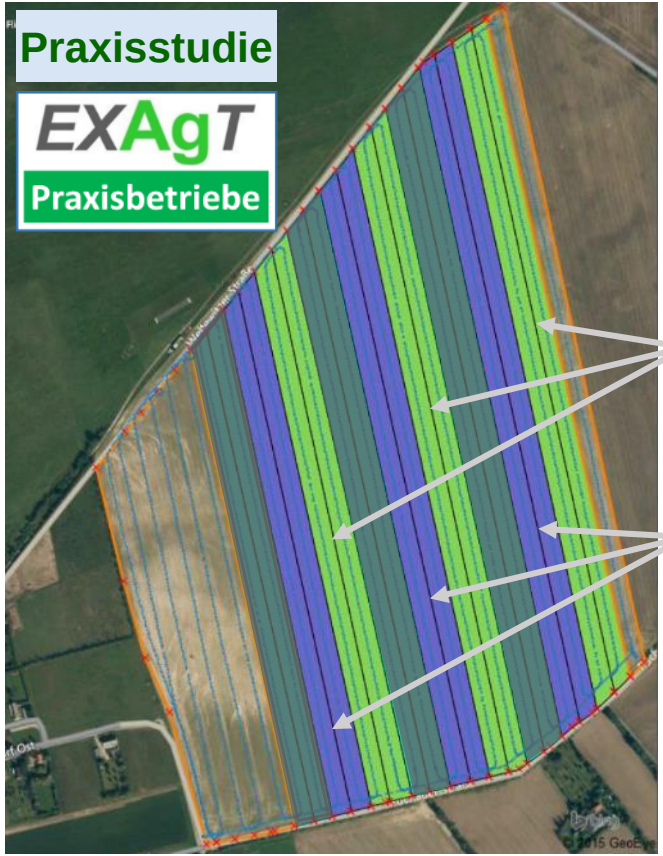
Agrargenossenschaft Heeselicht; Heeselicht

Landwirtschaftsbetrieb Reim; Holzhausen



produktionsintegrierter Vergleich
„Stabilisiert vs. Traditionell“
in Großparzellenversuchen

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch



» 27 Versuche zur sensorgestützten N-Düngung auf Praxisschlägen

» Versuchsbetreuung vor Ort und Auswertung über *EXAgT GbR*

» Berechnung der mittleren Düngermenge nach DüV

Variante "konventionell (PIASAN® 28) + teilflächenspezifisch"

1. N-Gabe zu VB; Sollwert 80 kg N/ha (auf Basis der Herbst-N-Aufnahme)
2. N-Gabe zum Schossen ; Sollwert 70 kg N/ha (auf Sensor-Basis)

Variante "stabilisiert (ALZON® flüssig) + teilflächenspezifisch"

Einmalgabe vor Vegetationsbeginn (ab 1. Feb.); Sollwert 150 kg N/ha (auf Basis der Herbst-N-Aufnahme)

Versuchsanforderungen: mind. 3 Wiederholungen (Versuchsfläche ≥ 30 ha)
vergleichbare N-Menge in den Varianten!

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

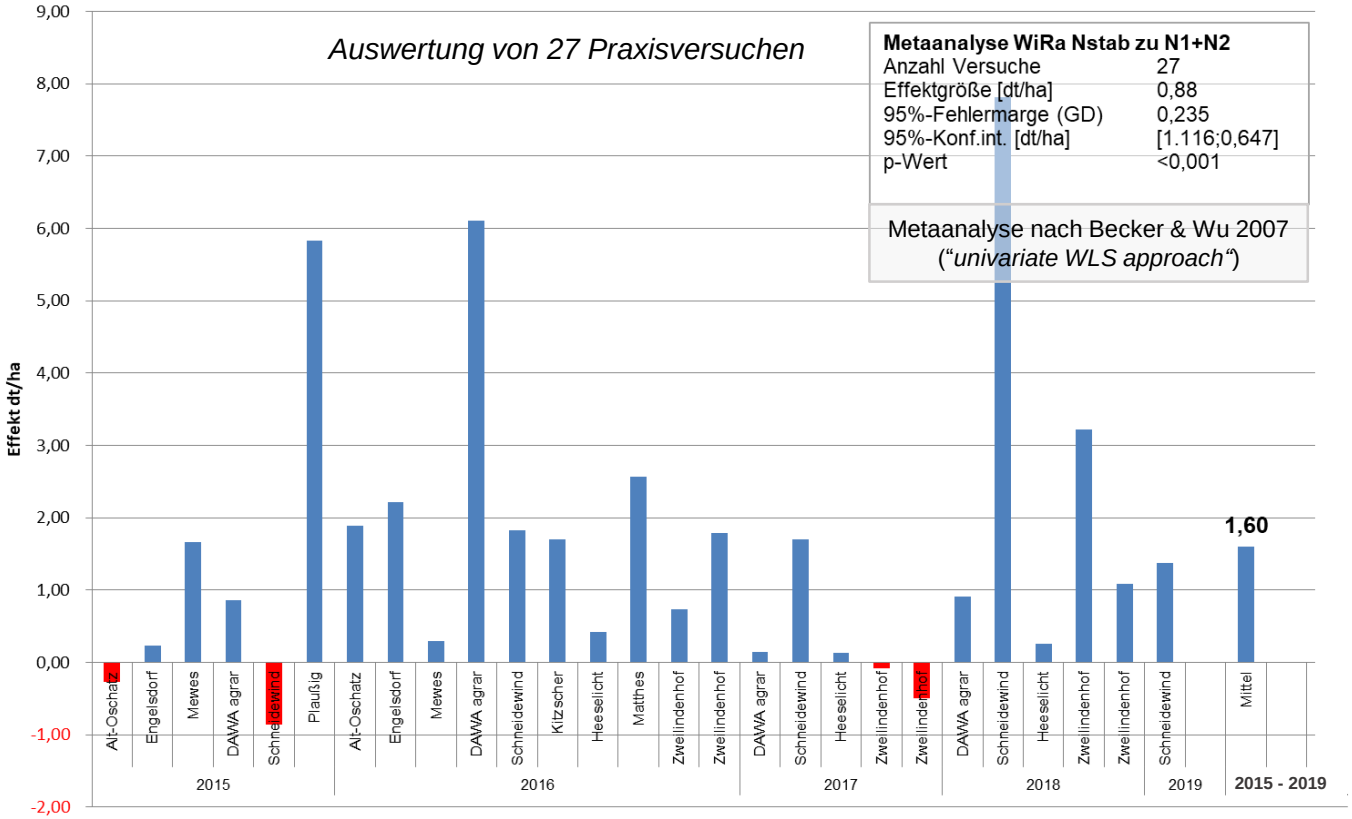
Praxisstudie

EXAgT Praxisbetriebe

Ertragsvorteile im N-stabilisierten System

Ertragsdefizite im N-stabilisierten System

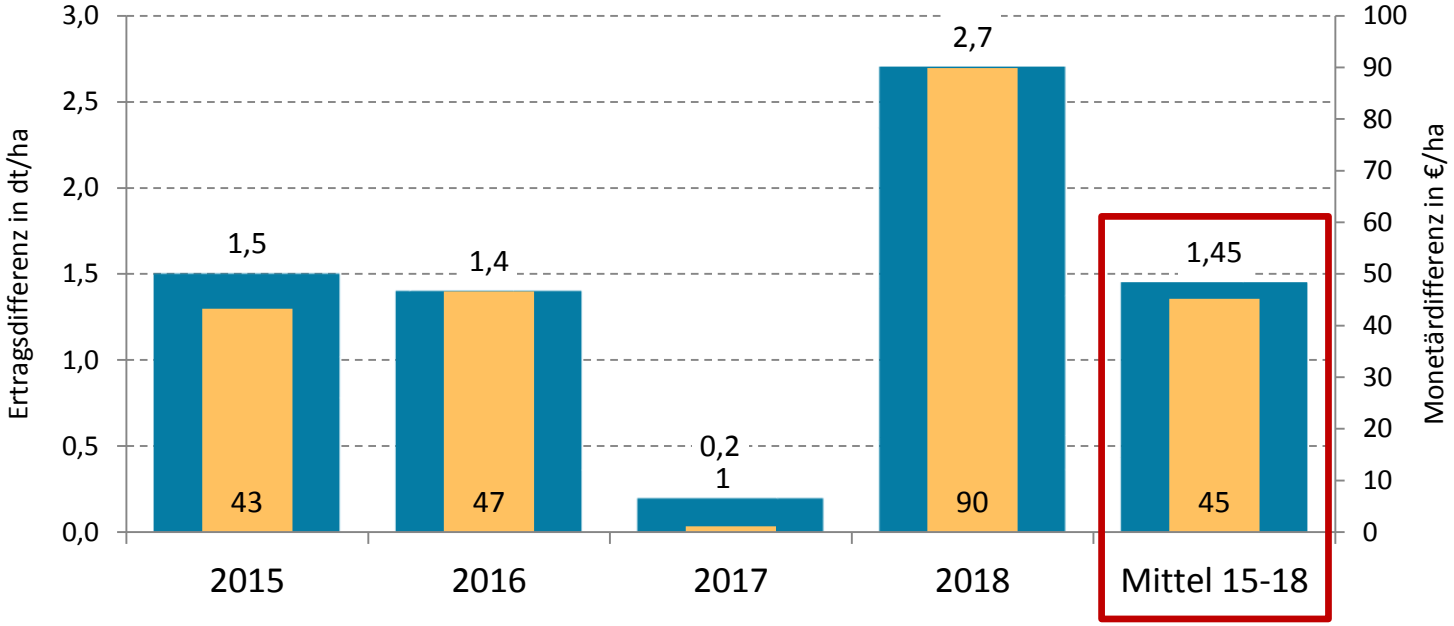
W-Raps teilflächenspezifisch; 2015-2019: Ertragsdifferenz "stabilisiert" vs. "konventionell"



W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Praxisstudie

Mehrerträge bzw. Mehrerlöse *(Jahresmittel)* im stabilisierten System im Vergleich zur konventionellen Düngung (ohne NI; 2 Teilgaben)



Preise / Kosten	€/dt, €/kg N €/ha
Rapssamen	36,00
konv. N-Dünger	0,75
stab. N-Dünger	0,85
Ausbringung	10,00

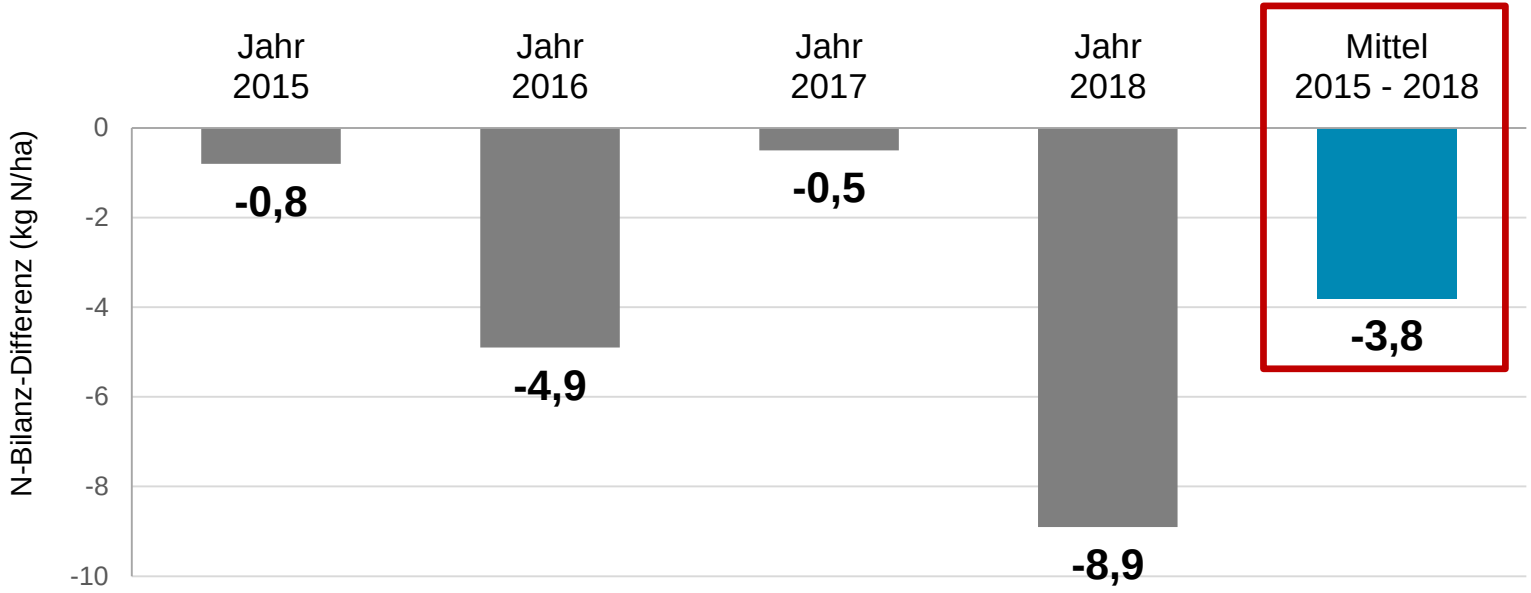
Ertragsdifferenz

Mehrerlös

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Praxisstudie

Entlastung der N-Bilanzüberschüsse *(Jahresmittel)*
im stabilisierten System im Vergleich zur konventionellen Düngung



W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Prüfung: Zusammenhang zwischen Biomasse-Aufwuchs, N-Aufnahme und Sensor-Scan bzw. Satellitenbild

Kontrolle des methodischen Ansatzes und erster Systemvergleich im Rahmen von Parzellenversuchen

Erstellung von Streukarten zur teilflächenspezifischen N-Düngung auf Basis der herbstlichen N-Aufnahme

produktionsintegrierter Vergleich „stabilisiert vs. konventionell“ in Großparzellen-Versuchen

W-Raps: N-stabilisiert & teilflächenspezifisch

Parzellenversuche:

- Nachweis: methodischer Ansatz ist zielführend …
- Entlastung der N-Bilanz um ca. 15 kg N / ha bei variabler N-Düngung

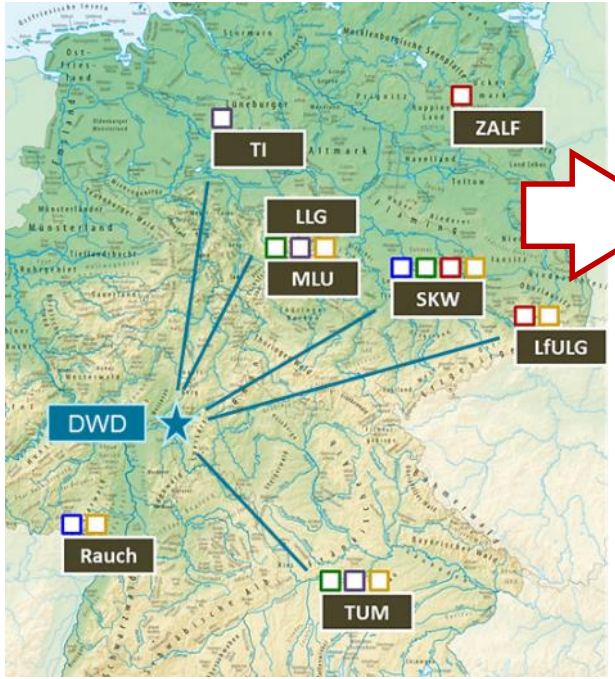
Praxisstudie:

- Vergleich "*variabel + stabilisiert*" versus "*variabel + konventionell*": Entlastung der N-Bilanz um ca. 4 kg N/ha bei stabilisierter Einmalgabe

- positives Feedback der teilnehmenden Betriebe

F&E-Netzwerke → Schlüssel zum Erfolg

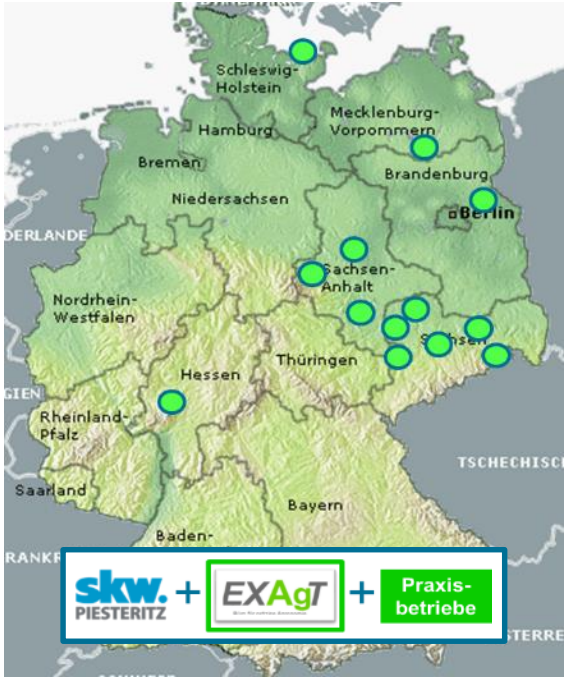
Projekt *Sta Pla Res*:
Profi-Check für ALZON® neo-N



N-Stabilisierung
und wurzelnahe Platzierung

im Wettbewerb um optimale
Ressourceneffizienz
bei der Harnstoff-Düngung

N-Düngung - stabilisiert
und teilflächenspezifisch



F&E-Verbundprojekt StaPlaRes:

N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung

im Wettbewerb um optimale Ressourceneffizienz bei der Harnstoff-Düngung

skw. PIESTERITZ

SACHSEN-ANHALT
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

TUM TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE | Freistaat SACHSEN

zalf Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.

THÜNEN

RAUCH wir nehmen's genau

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ptble

Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

F&E-Verbund StaPlaRes: Partner

- 2 Industrieunternehmen
- 2 Landesfachbehörden
- 4 Forschungsinstitute
- Deutscher Wetterdienst

Praxisnaher Fruchtfolge-Versuch mit integrierten Gasmessungen

F&E-Verbund StaPlaRes: Hypothesen

1. Die **Stabilisierung** (Kombination von Nitrifikations- und Ureaseinhibitor) ermöglicht die Minderung von N-Verlusten über alle Verlustpfade. Weitere positive Effekte sind die Einsparung von Arbeitsgängen und die Anpassung der Düngung an Witterungsextreme.

2. Die wurzelnahe **Platzierung** kombiniert die verlustarme Applikation von Harnstoff in wachsende Bestände mit positiven Effekten des Striegelns (Erhalt der Bodengare, Anregung der Bestockung, Unkrautbekämpfung).

3. Durch diese Maßnahmen werden sowohl die Düngung als auch die gesamte Produktion von Winterweizen, Wintergerste und Winterraps ressourceneffizienter.

N-Austräge in die Umwelt und N-Bilanzüberschüsse nehmen signifikant ab.

F&E-Verbund StaPlaRes: Innovationen

SKW Piesteritz

Granulierter Harnstoff, der einen Ureaseinhibitor (UI) und einen Nitrifikationsinhibitor (NI) enthält

= Stabilisierung

Rauch

Injektionstechnik zur wurzelnahen Einarbeitung von Feststoff-Düngern

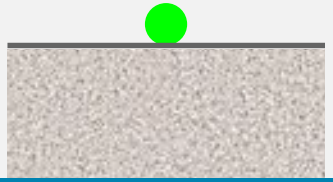
= Platzierung

F&E-Verbund StaPlaRes: Stabilisierung (UI+NI)

skw. PIESTERITZ

Dünger-Applikation

Granalie nach Ausbringung

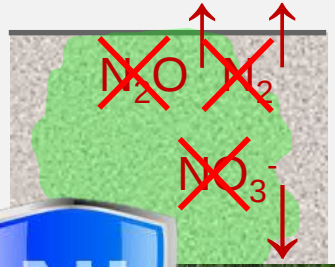


Harnstoff nutzt effizient Wasser aus Tau oder Nieselregen, um in den Boden einzudringen ...

..., wo die Wirkung des UI schnell nachlässt !

zu nass

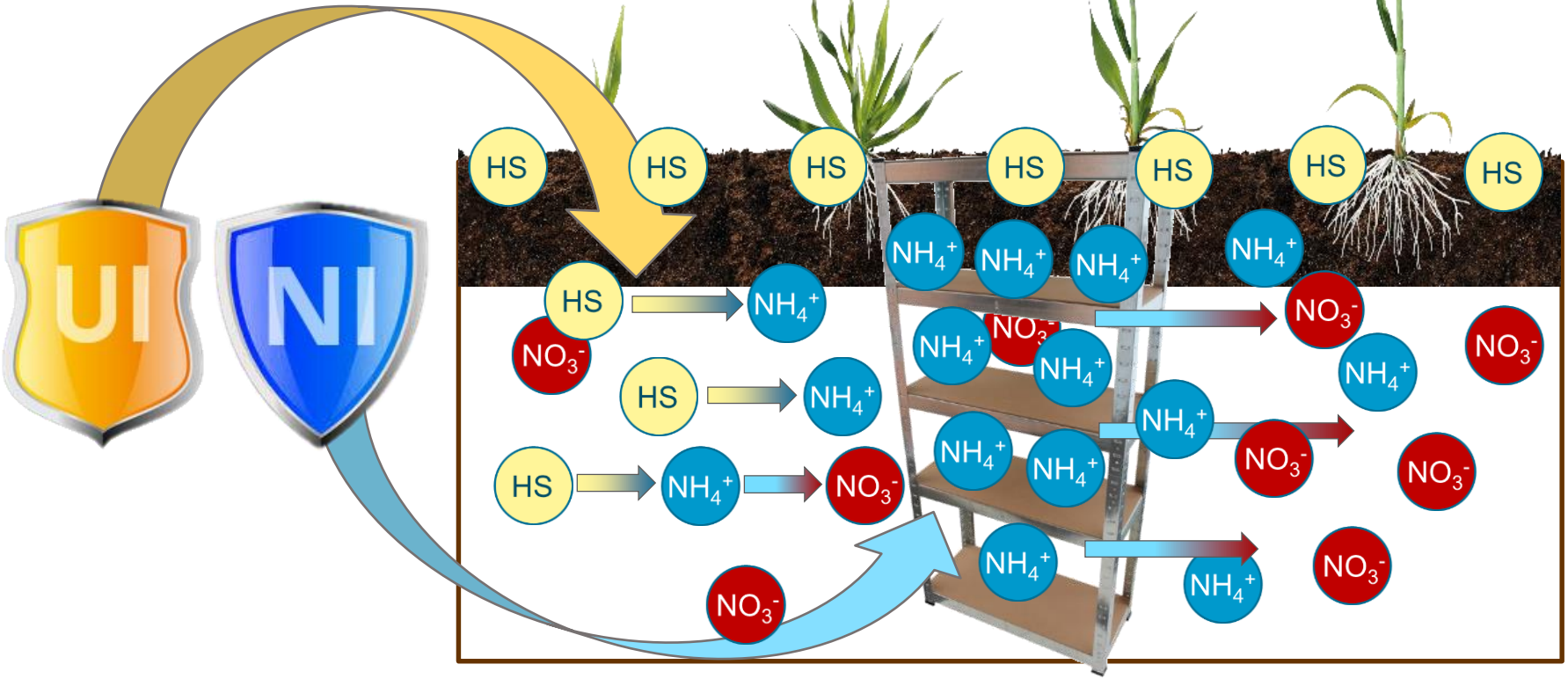
Verlagerung / Auswaschung im Zuge der Nitrifikation



zu trocken

hohe NH_4^+ / NH_3-Konzentration an der Bodenoberfläche

Zusammenspiel von UI und NI



Urease- und Nitrifikationsinhibitoren

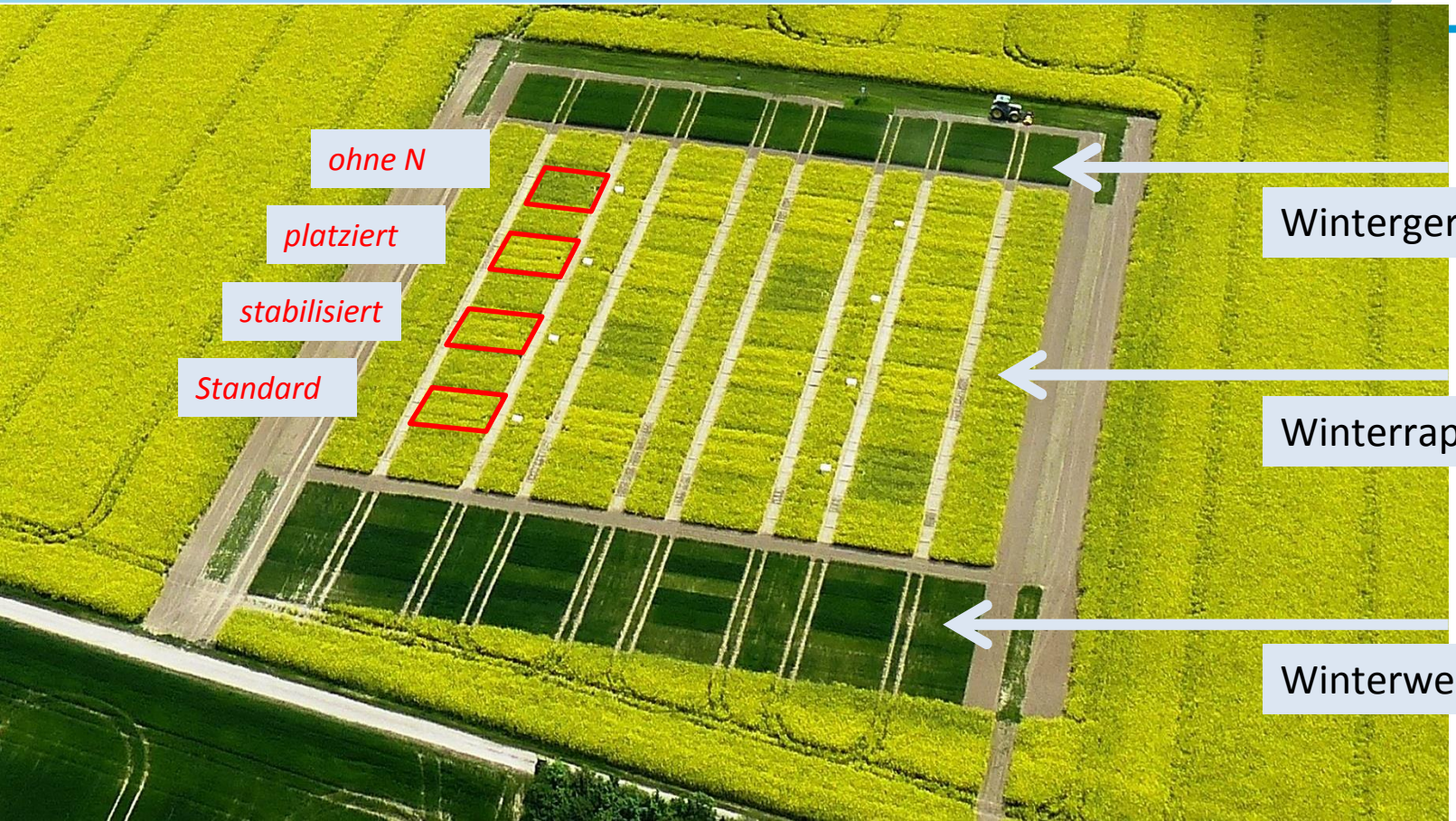
Ureaseinhibitor (UI)

- wirkt nur, solange der Dünger nicht in den Wurzelraum gelangen kann
- wirkt nur auf die Harnstoff-Fraktion
- verhindert NH_3–Verluste weitestgehend
- kein Schutz vor N_2O, NO_3^-, N_2-Verlusten
- befördert Eindringen des hochlöslichen Harnstoffs in den Wurzelraum
- bewirkt keine NH_4^+-betonte Ernährung
- wirkt nicht in Wirtschaftsdüngern

Nitrifikationsinhibitor (NI)

- wirkt nach dem Eindringen des Düngers in den Wurzelraum
- stabilisiert nur die NH_4^+ -Fraktion
- reduziert N_2O, NO_3^- und N_2-Verluste
- bewirkt keine direkte NH_3-Minderung
- sorgt für geringere NO_3^- - und erhöhte NH_4^+-Konzentration in der Bodenlösung
- gewährleistet NH_4^+-betonte N-Aufnahme mit diversen Vorteilswirkungen

StaPlaRes: zentraler FF-Versuch



StaPlaRes: N_2O- und NH_3-Messungen

Closed Chamber System

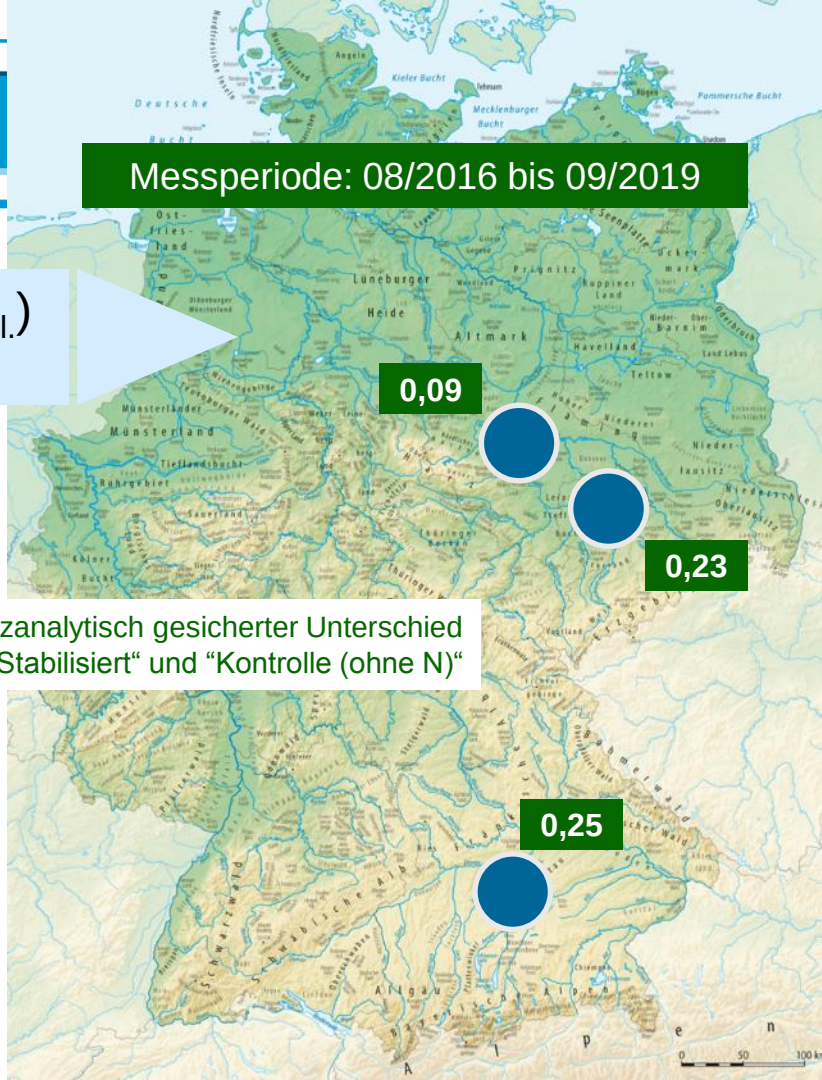
Messung ganzjährig: 08/16 - 09/19

Calibrated Passive Sampling

Messung nach jeder Applikation

StaPlaRes: N_2O-N-Verluste

mittlere N_2O-Verluste (% $N_{appl.}$) aus Harnstoff ohne UI + NI



Verlustminderung bei Einsatz von UI + NI:

- in Cunnersdorf um 26 %
- in Roggenstein um 31 %
- *[in Bernburg um ± 0 %]*

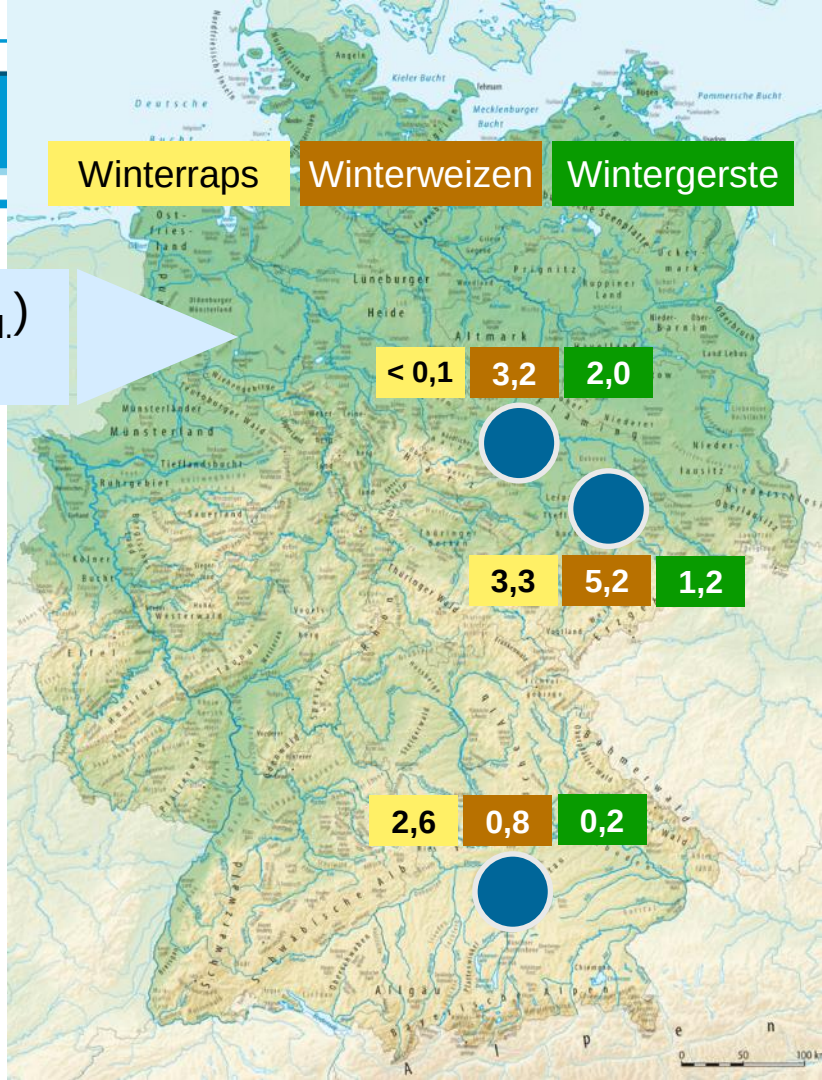
kein varianzanalytisch gesicherter Unterschied zwischen “Stabilisiert“ und “Kontrolle (ohne N)“

Anstieg der Verluste bei wurzelnaher Platzierung:

- in Cunnersdorf um 53 %
- in Roggenstein um 11 %
- in Bernburg um 107 %

StaPlaRes: NH_3-N-Verluste

mittlere NH_3-Verluste (% $N_{appl.}$) aus Harnstoff ohne UI + NI



Verlustminderung bei Einsatz von UI + NI:

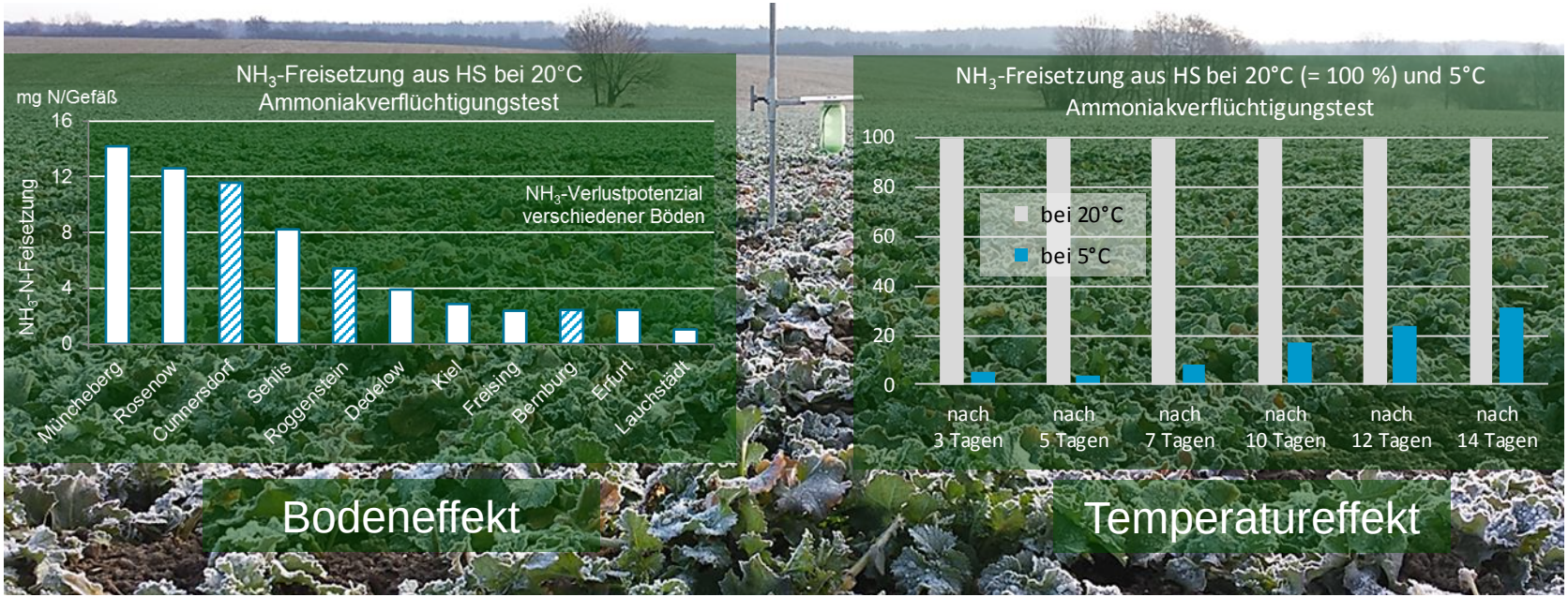
- in Cunnersdorf um 71 %
- in Roggenstein um 70 %
- in Bernburg um 58 %

Verlustminderung bei wurzelnaher Platzierung:

- in Cunnersdorf um 20…75 %
- in Roggenstein um 61 %
- in Bernburg um 46 %

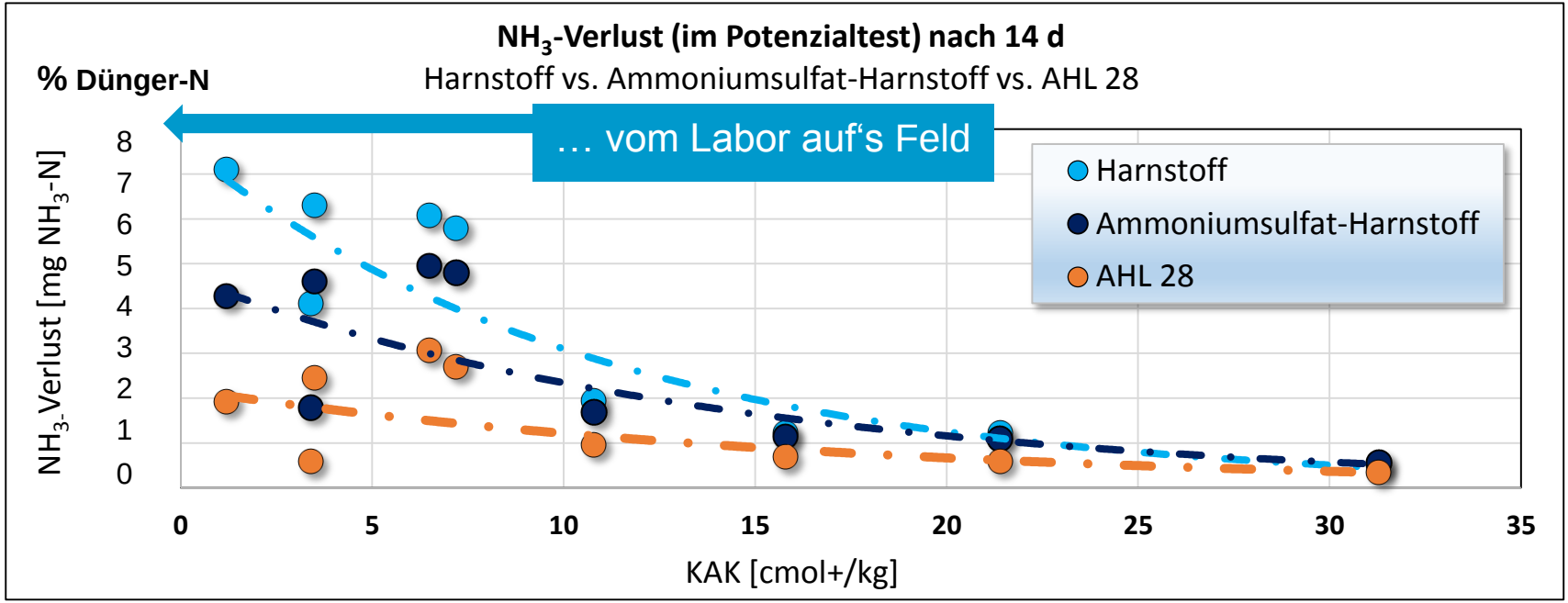
NH_3-Verluste aus Harnstoff … ?

Sind geringe NH_3-N-Verluste aus Harnstoff (ohne UI+NI) plausibel?



Bei den vorherrschenden Boden- und Witterungsbedingungen sind im Rahmen der aktuellen Düngepraxis geringe NH_3-Verluste zu erwarten.

Und aus harnstoffhaltigen Düngern … ?



	für HS			für AS-HS	für AHL
W-Raps:	**0…4 %**	⇨	**AS-HS: 59 % …** **AHL: 26 % …** … der für HS ermittelten Verluste	**0…2 %**	**0…1 %**
W-Weizen:	**0…8 %**			**0…5 %**	**0…3 %**

NH_3 aus Harnstoff und harnstoffhaltigen Düngern

Die NH_3-Verluste sind in Deutschland bereits nach **Harnstoff**-Düngung gering.

⇨ Die Ureaseinhibierung von Harnstoff wird aktuell keine substanzielle Minderung des nationalen NH_3-Aufkommens bewirken können.

⇨ Das gilt erst recht für harnstoffhaltige Dünger.

Bestrebungen, die Pflicht einer Ureaseinhibierung auf harnstoffhaltige Dünger auszuweiten, sind nicht faktenbasiert und in vielfacher Hinsicht unverantwortlich.

§ 6(2) DüV

Eine Ureaseinhibitor-Pflicht bei Nicht-Einarbeitung besteht aktuell nur für Harnstoff, nicht für AHL oder Ammoniumsulfat-Harnstoff.

StaPlaRes: N_2O- und NH_3-Messungen

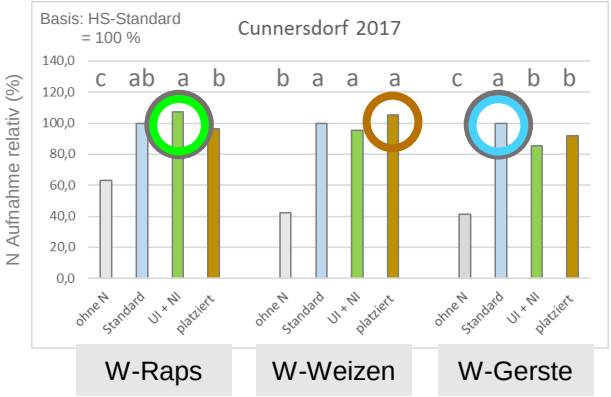
- **minimale gasförmigen Verluste: ca. 0 - 5 % des Dünger-N als NH_3**
  ca. 0 - 0,3 % des Dünger-N als N_2O

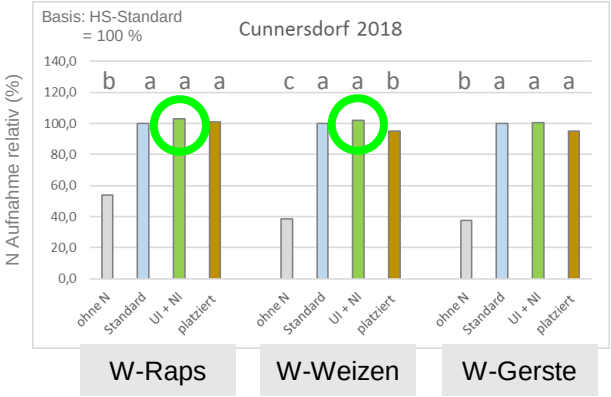
- **Verlustraten erreichten (für beide Gase) nur ca. 1/5 des verbindlichen EU-Emissionsfaktors (!)**

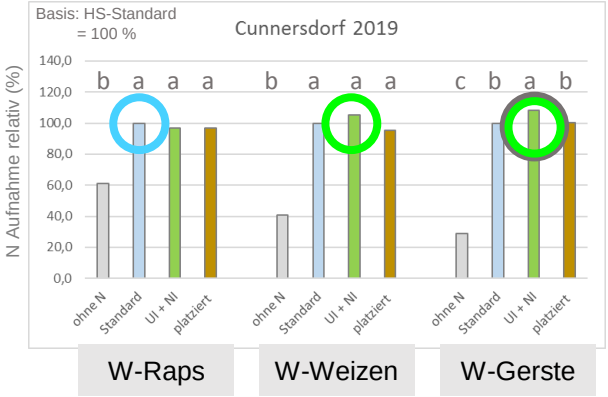
- **dennoch deutliche Effekte durch Stabilisierung und Platzierung**
  - durch Stabilisierung (UI+NI) Rückgang der NH_3-Verluste um 60…70 %
  - durch Stabilisierung Rückgang der N_2O-Verluste ganzjährig um ca. 30 %, in der Hauptvegetationsperiode (= Düngungsperiode) um 60…100 %
  - durch Platzierung tendenzielle Verlustverlagerung von NH_3 zu N_2O (NH_3-Minderung um bis zu 60 %; Verdopplung der N_2O-Verluste)

StaPlaRes: N-Effizienz im FF-Versuch

StaPlaRes: N-Effizienz im FF-Versuch







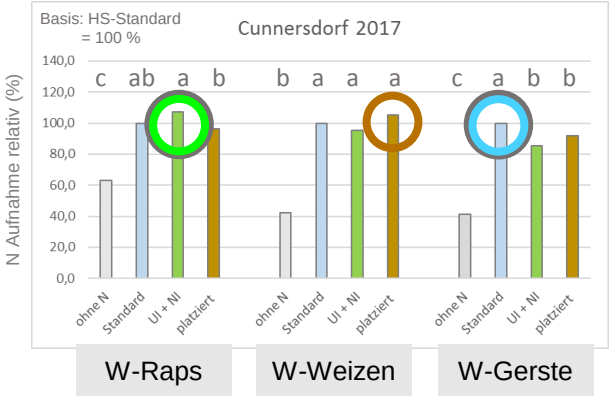
Mittlerer jährlicher N-Bilanzüberschuss (kg N/ha); Standort Cunnersdorf, 2017 bis 2019:

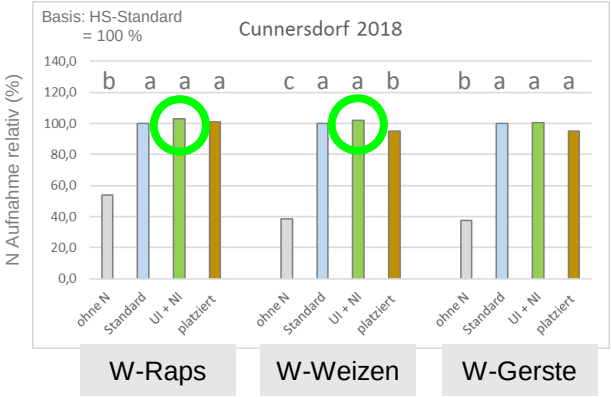
Winterraps		
Standard	UI + NI	Platziert
54	**50**	**57**

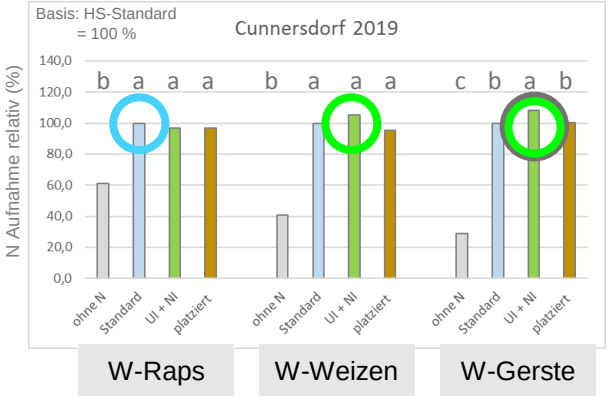
Winterweizen		
Standard	UI + NI	Platziert
20	**18**	**23**

Wintergerste		
Standard	UI + NI	Platziert
15	**19**	**20**

StaPlaRes: N-Effizienz im FF-Versuch







Mittlerer jährlicher N-Bilanzüberschuss (kg N/ha); Standort Cunnersdorf, 2017 bis 2019:

Kein optimaler Systemvergleich!
(z.T. sehr späte Startgaben auch bei UI+NI-Einsatz)

Wintergerste		
Standard	UI + NI	Platziert
15	**19**	**20**

Optimierung N-stabilisierender Systeme

Prüffaktor: Vorgezogene Startgabe (vor Vegetationsbeginn) zu Wintergerste

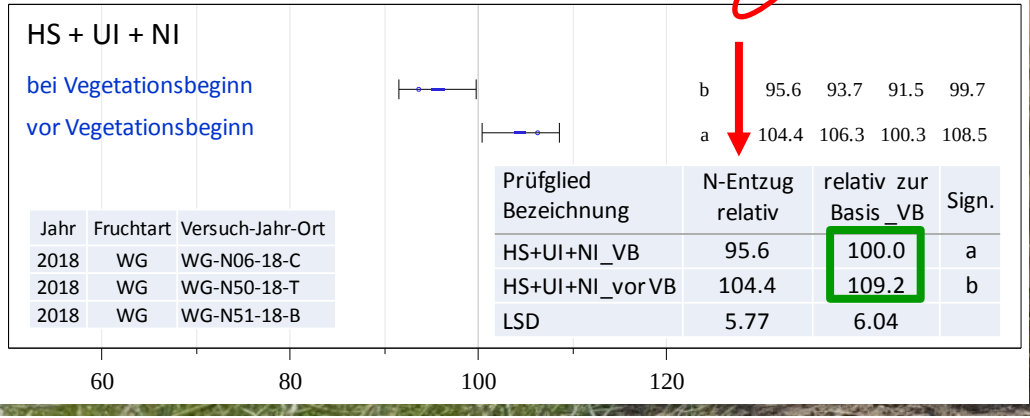
Hohenheim-Gülzower Serienauswertung, 2018
Standorte: Cunnersdorf, Trossin, Blumberg

N-Aufnahme (relativ; Basis: Mittelwert aller gedüngten Varianten)

LSMEANS und 95% VI

Kultur: Wintergerste
Düngungssystem: stabilisiert (Einmalgabe)

HS + UI + NI



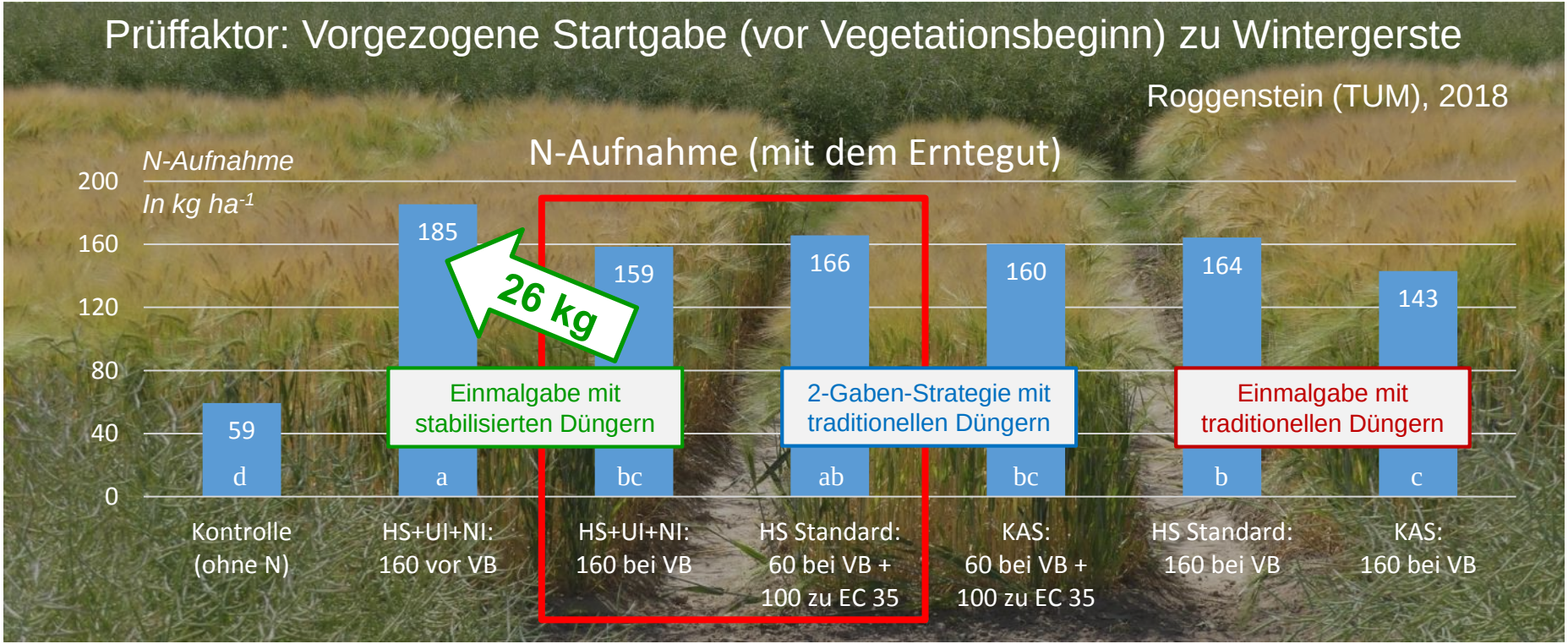
	Sig	adj_MW	ari_MW	U95	O95
bei Vegetationsbeginn	b	95.6	93.7	91.5	99.7
vor Vegetationsbeginn	a	104.4	106.3	100.3	108.5

Jahr	Fruchtart	Versuch-Jahr-Ort
2018	WG	WG-N06-18-C
2018	WG	WG-N50-18-T
2018	WG	WG-N51-18-B

Prüfglied Bezeichnung	N-Entzug relativ	relativ zur Basis _VB	Sign.
HS+UI+NI_VB	95.6	100.0	a
HS+UI+NI_vor VB	104.4	109.2	b
LSD	5.77	6.04	

+ 9 % N-Aufnahme
(Mittelwert aus 3 Versuchen)

Optimierung N-stabilisierender Systeme



VB = Vegetationsbeginn: EC = BBCH = Code zum Entwicklungsstadium

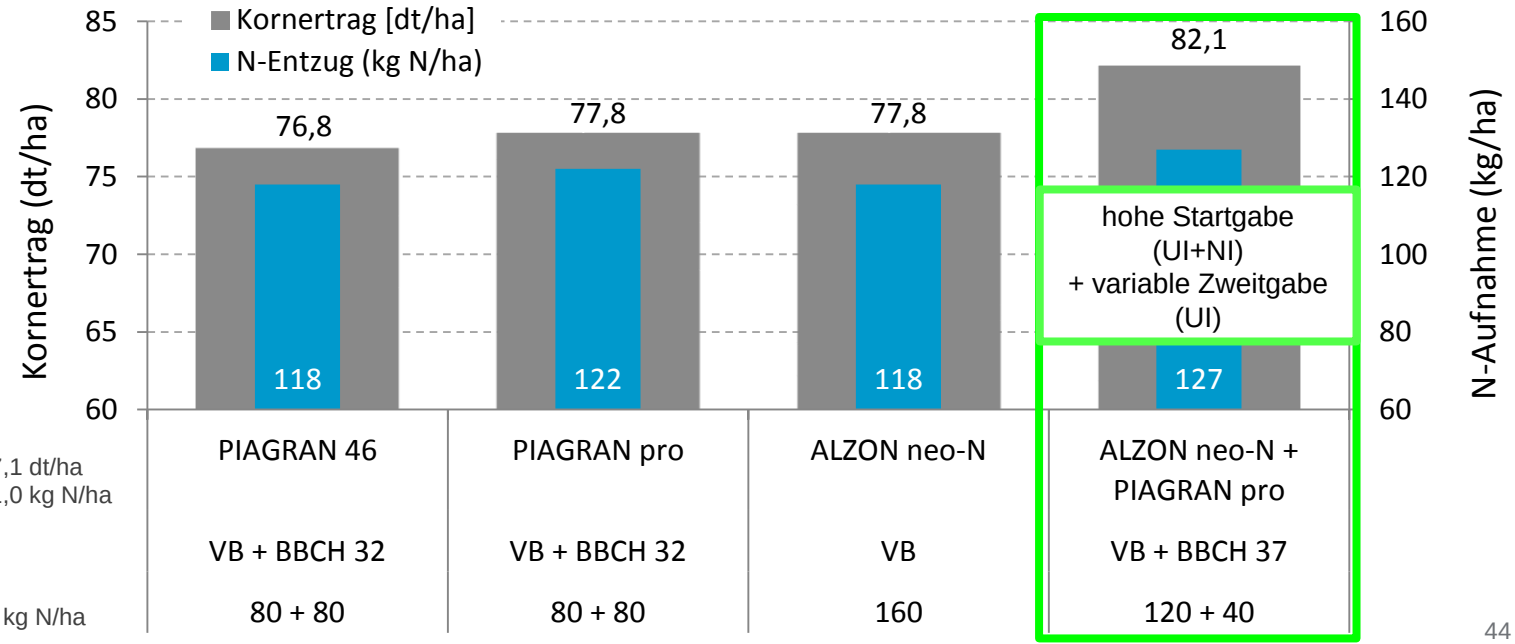
Optimierung N-stabilisierender Systeme

Erträge / N-Entzüge:

Winterroggen, 2019

Cunnersdorf

Prüffaktor: Kombination [HS+UI+NI] mit [HS+UI]



Kornertrag: GD 5% = 7,1 dt/ha
N-Entzug: GD 5% = 11,0 kg N/ha

Sorte: KWS Gatano
Aussaat: 26.09.2018
Nmin (12.02.2019): 37 kg N/ha

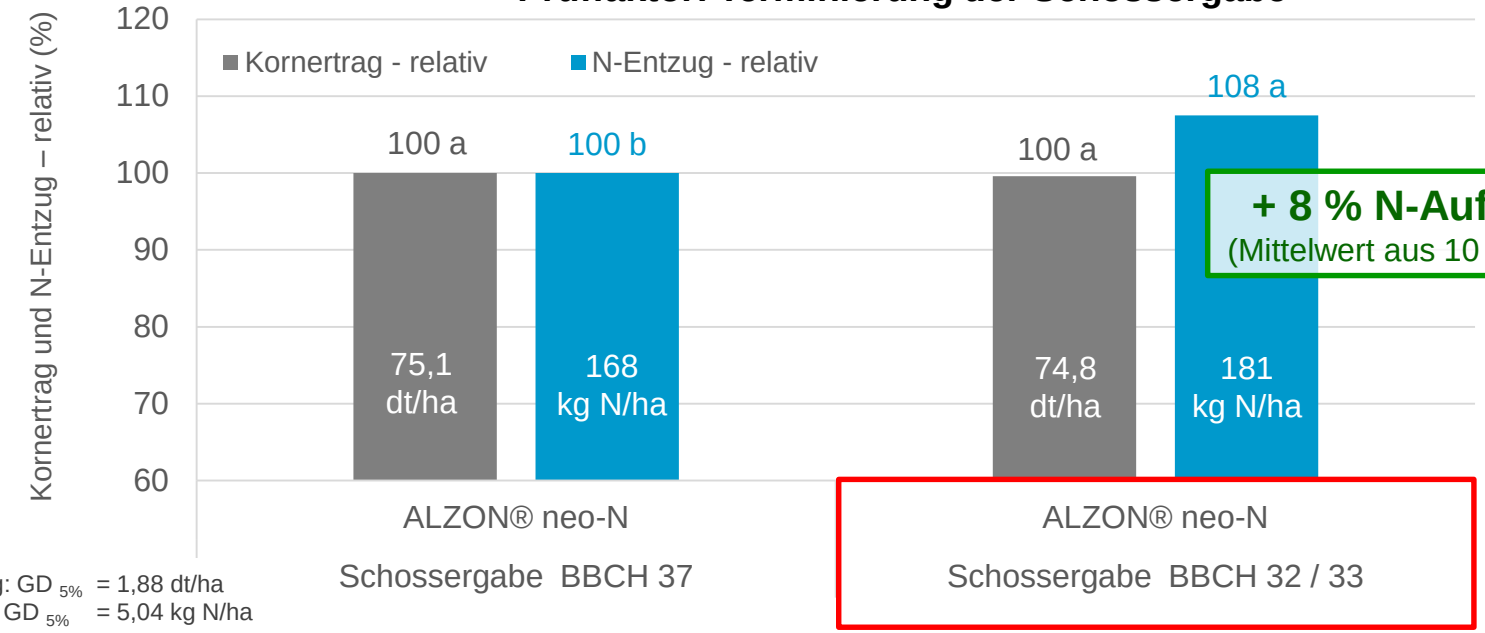
Optimierung N-stabilisierender Systeme

Erträge / N-Entzüge:

Winterweizen, 2018

(Mittel aus 10 Versuchen, verschiedene Standorte)

Prüffaktor: Terminierung der Schossergabe



+ 8 % N-Aufnahme
(Mittelwert aus 10 Versuchen)

Kornertrag: $GD_{5\%}$ = 1,88 dt/ha
N-Entzug: $GD_{5\%}$ = 5,04 kg N/ha

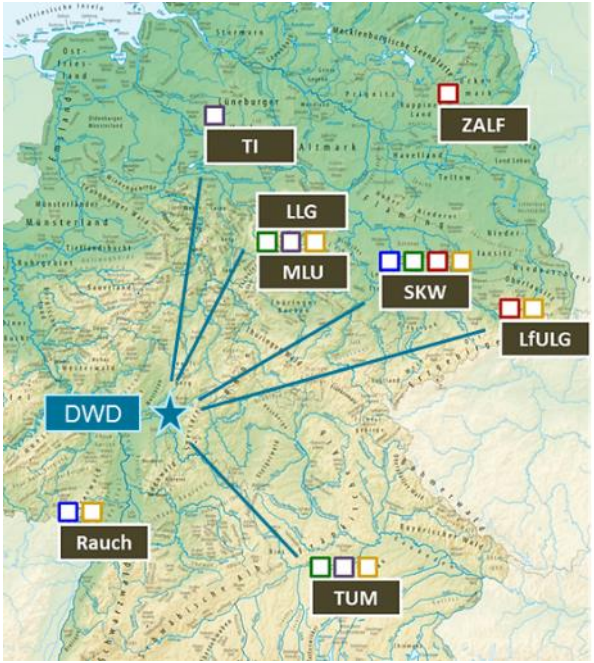
StaPlaRes: Zusammenfassung

- **erfolgreiche 3-jährige NH_3- und N_2O-Verlustmessungen in einer Fruchtfolge**
  - geringe N-Verluste aus Harnstoff (nicht stabilisiert): ca. 0…5 % als NH_3; < 0,3 % als N_2O
  - durch Stabilisierung (UI+NI): NH_3-Minderung um 50…80 %; N_2O-Minderung um ca. 30 % (deutliche N-Verlustminderung über alle Verlustpfade)
  - durch Platzierung: NH_3-Minderung um 20…75 %, aber Anstieg der N_2O-Verluste um > 50 %

- Die Vorteile der N-Stabilisierung führen zu nachhaltigen Effizienz-Gewinnen, wenn entsprechend angepasste Düngungssysteme zur Anwendung kommen!

- **In *StaPlaRes*-begleitenden Versuchsserien wurden hocheffiziente Anwendungsstrategien für N-stabilisierte Produkte identifiziert.**

Fazit



Spannungsfeld Stickstoffdüngung

Gemeinsam zu innovativen Lösungen!

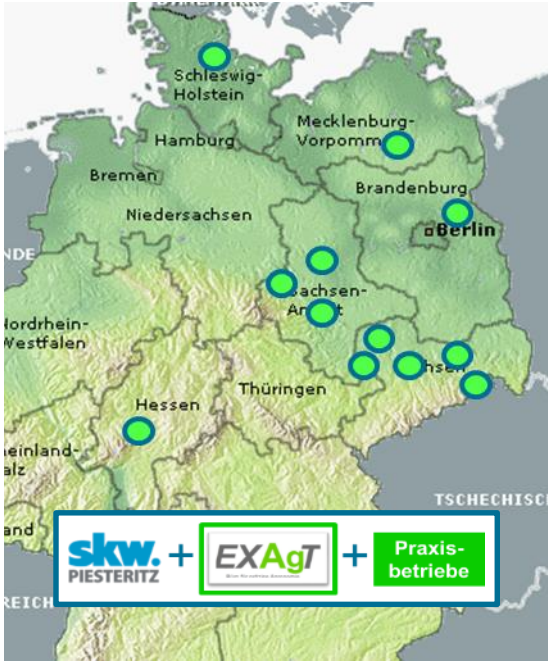
- Erfolg durch Arbeit in Netzwerken
- Transparenz und Praxisnähe
- Zusammenarbeit mit Wissenschaft, Politik, Beratung und Praxis

Herausforderung

- einseitige Wahrnehmung durch Medien und breite Öffentlichkeit

Ausblick

- Verstärkung der Netzwerke
- neue Wege der Öffentlichkeitsarbeit



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!