

Düngung von Wintergetreide und Winterraps unter den Bedingungen der DüV 2020

Nossen, Januar 2021, Dr. Michael Grunert



Foto: Grunert, LfULG

Die Ausführungen zur Novellierung von DüV und SächsDüReVO sind nicht vollständig.
Alle Analysen von Boden-/Pflanzenproben erfolgten durch die BfUL in Nossen.

Anbau von Wintergetreide und Winterraps - Herausforderungen

- erheblich zunehmende Auflagen durch rechtliche Rahmenbedingungen in verschiedensten Themenbereichen (Düngung, Wasserschutz, gasförmige Emissionen, THG-Bilanz, Biodiversität, Zertifizierungen
- regional zu hohe N-Einträge in Grundwasser und in Atmosphäre
- N als zunehmend limitierender Faktor
- Zunahme Trocken-/Hitze-Phasen
- Qualitätsanforderungen
- zunehmende technische Möglichkeiten
- Krankheiten/Schädlinge und Möglichkeiten des Pflanzenschutzes
- Kosten, Erlöse
- Akzeptanz in Bevölkerung und Medien
-



Wintergetreide und Winterraps

Handlungsfelder für N-Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



- fachlich bessere N-Düngebedarfsermittlung
(Standort, N-Nachlieferung aus Boden, Vorfrucht, Zwischenfrucht und organisch. Düngung, N_{\min} -Analyse + zeitliche Anrechnung, Bestandesentwicklung und N-Aufnahme ...)
- N_{\min} im Herbst und damit im Frühjahr minimieren
(ZF-Anbau, Untersaaten, kein Herbst-N, wenig Bodenbearbeitung ...)
- Ausbringungsstrategien optimieren/anpassen
(Mengen, Gabenaufteilung/Zusammenlegung, Stabilisierung, Platzierung, Teilschlagspezifika, Exaktheit)
- Management organischer Düngemittel
(wann wieviel zu welcher Kultur mit welcher Technik, ...)
- Optimierung anderer Faktoren
(Grunddüngung, PS, Bodenbearbeitung, Sorte, Fruchtfolge, Humus, Erosionsreduzierung ...)
- weiterhin Nährstoffbilanzierung (insbes. schlagspezifisch)

Zusätzlich für Nitrat-Gebiete:

- N-Reduzierung je nach Kulturart, Qualitätsziel, Standort
- Kulturen tauschen mit „nicht-Nitrat-Gebiet“
-

Keine pauschalen Empfehlungen. Betriebs- und Standort-spezifisch und abhängig von den Rahmenbedingungen.

Im Folgenden wird auf ausgewählte Punkte eingegangen.



Wintergetreide und Winterraps Handlungsfelder für N-Düngung

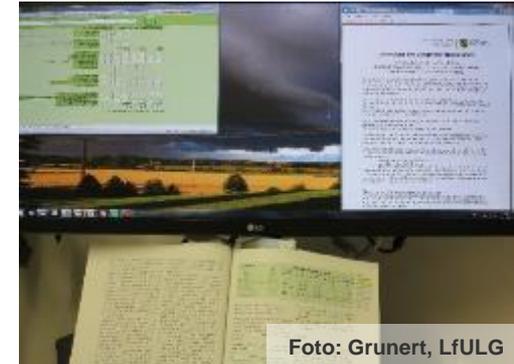
LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



1. qualifiziertere N-Düngebedarfsermittlung

(Ermittlung vor erster N-Düngung)

- Standort
 - N-Nachlieferung aus:
 - Boden und von Vorfrucht
 - Zwischenfrucht
 - organischer Düngung
 - schlagspezifische N_{\min} -Analyse
Anrechnung des N_{\min} auf die Teilgaben
 - Berücksichtigung der Bestandesentwicklung
und des aufgenommenen N
 - ...
- => geringerer N-Düngebedarf als nach Methodik der DüV



Keine pauschalen Empfehlungen. Betriebs- und Standort-spezifisch und abhängig von den Rahmenbedingungen.

N-Düngedarfsermittlung

fachliche Optimierungspotenziale

N-Düngebedarfsermittlung nach DüV: z.T. wenig differenzierte Mindestvorgaben

(Gründe: Komplexität, Vollzieh-/Kontrollierbarkeit, differenzierte Bedingungen in Deutschland

- Nachlieferung aus Boden: meist = 0 (nur bei > 4 % Humus: 20 kg N/ha Abzug)
 - Vorfruchtabzüge: oft = 0; max. -20 kg N/ha (nach Luzerne, Klee ...)
 - Zwischenfruchtabzüge: meist 0 oder 10 kg N/ha, keine Anrechnung des durch die ZF aufgenommenen N
 - nur N-Anrechnung organischer Dünger aus Vorjahr (außer Kompost)
 - keine Berücksichtigung der Bestandesentwicklung und des aufgenommenen N
 - keine Empfehlungen für Gabenaufteilung
- => gegenüber DüV z.T. noch fachlicher Spielraum ohne Ertrag/Qualität zu gefährden

=> für die schlagspezifische Berechnung sind qualifiziertere Anrechnungen möglich;
z.B. fachlich erweiterte N-Empfehlung im Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung (BESyD)

zusätzlich u.a. wichtig: - realistischer Zielertrag
- schlagspezifische N_{\min} -Beprobung



BESyD fachlich erweiterte N-DBE erweiterte+zusätzliche Korrekturfaktoren

A) fachlich bessere Berücksichtigung von in DüV berücksichtigten Faktoren:

- Standort: ertragsbezogene N-Bedarfswerte nach Boden-Klima-Raum und Kulturart
- N-Nachlieferung (und differenzierte Anrechnung auf N-Teilgaben) aus:
 - Vorfrucht: - Koppelproduktertrag und -nutzung
 - Zwischenfrucht (Ertrag, Nutzung/Einarbeitung, aufgenommener N)
 - organischer Düngung: differenzierte Anrechnung je nach:
Kultur (Menge, Art, Ausbringungsmonat, Kultur) Vorkultur (Menge, Art)
- N_{\min} in drei Schichten - differenzierte Anrechnung auf Teilgaben



Foto: Grunert, LfULG

B) Berücksichtigung zusätzlicher Faktoren:

- Bestandesentwicklung und vom Bestand aufgenommener N
 - Wintergetreide zu Vegetationsbeginn: EC-Stadium, Bestandesdichte
 - Winterraps: Aufwuchs zu Vegetationsende, Blattverluste über Winter, Bestandesdichte, anteilige Anrechnung des aufgenommenen N
- Vegetationsbeginn - Höhenlage - Wetterprognose

=> **N-Düngebedarfsempfehlung BESyD:** - Gesamt (\leq N-Düngebedarfsermittlung nach DüV)

- Empfehlungen für Gabenaufteilung zu Wintergetreide und -raps

(2./3. Gabe zu Wintergetreide: dann bestandesabhängige Präzisierung)

N_{\min} -Analyse, Anrechnung

N_{\min} -Probenahme und Analyse auf jedem Schlag

=> Erfassung der tatsächlichen Bedingungen zeitnah zur geplanten N-Düngung

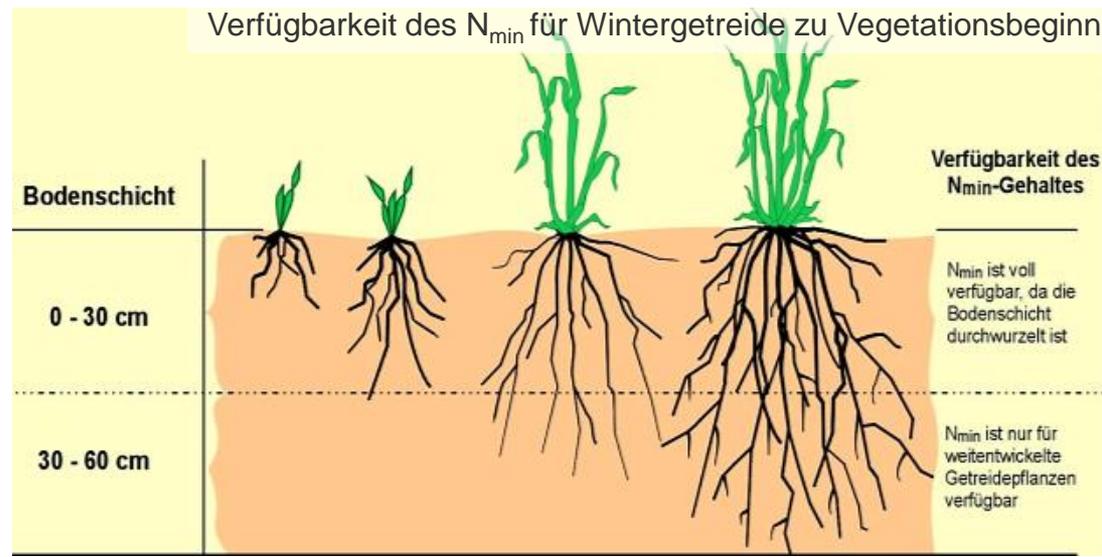
- Richtwerte geben selten die Wirklichkeit auf dem konkreten Schlag wieder
- Empfehlung: mehrere N_{\min} -Proben je Schlag (insbesondere bei inhomogenen Schlägen)

differenzierte Anrechnung des festgestellten N_{\min}

- generell volle Anrechnung bei der N-Düngebedarfsermittlung
- fachlich sinnvoll: differenzierte anteilige Anrechnung auf einzelne N-Gaben nach:
 - tatsächlicher Pflanzenentwicklung und Durchwurzelungstiefe
 - Tiefenverlauf des N_{\min}

Umsetzung in Abhängigkeit von

- Standortbedingungen,
- aktueller Witterung
- ...



Faktoren N-Düngebedarfsermittlung nach DüV und BESyD-Empfehlung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



	N-Düngebedarfs- ermittlung nach DüV	fachlich erweiterte N-Empfehlung BESyD
Berechnungszeitpunkt	vor erster N-Düngung	
Zielertrag	identisch	
Gesamtsollwert	identisch (Bezug auf Zielertrag)	
Humusgehalt	Faustzahl	über Bodenart (Nachlieferung)
Boden-Klima-Raum	-	Korrektur des Sollwertes
Höhe über NN	-	ja
N _{min} in drei Tiefen	als Summe	Anrechnung auf N-Teilgaben
Vor/Zwischenfrucht	einfache Werte	differenziertere Werte
N aus Zwischenfrucht	-	anteilige Anrechnung
organische Düngung	10 % des N _t d. organisch. Düngung des Vorjahres	differenzierte Anrechnung nach Düngung zur Fruchtart (Herbst), Vorfrucht u. Düngemittelart
i. Herbst gedüngt. N ¹⁾	Abzug 100% verfügbar. N	-
Pflanzenentwicklung	-	ja und bei Raps anteilige Anrechnung des N
Vegetationsbeginn	-	ja
Ergebnis	Gesamt-N-Düngebedarf	- Gesamt-N-Empfehlung; ≤ nach DüV - konkrete Empfehlung 1. Gabe - Orientierungswerte für 2./3. Gabe

N-Düngebedarfsermittlung DüV und fachlich erweitert

BESyD

Start Übersicht Ergebnisse **N-Berechnung**

Eingabedaten	Faktoren	Pflicht DüV ¹⁾	freiwillige Empfehlung fachlich erweitert
40 dt/ha Ert.niveau 45 dt/ha Betrieb 5 dt/ha Differenz	N-Bedarfsermittlung nach DüV		fachlich erweiterte N-Düngungsempfehlung
humos (2 % bis 4 %)	N-Bedarf Pflanze	200	200
108-Lößböden in den Übergangslagen (Ost)	Ertragsdifferenz	10 210	10 210
	Humusgehalt/Bodenvorrat	0 210	
	Boden-Klima-Raum		0 210
	Nmin 0-60 cm (gemessen)	-38 172	-38 172
	Nmin 60-90 cm (berechnet)	-10 162	-10 162
Vorkultur: Klee gras (50:50)	Vorfrucht/Nachlieferung	-20 142	-10 152
	Pflanzenentwicklung		-15 137
	org. Düngung im Vorjahr	0 142	
	org. Düngung zur Vorfrucht		-6 131
Erntereste Gemüse/Grünmasse Zw.frucht/Frucht	org. Düngung	0 142	0 131
	org. Düngung Herbst		0 131
	Runden, Begrünung nach DüV, WSG(Sz1)	0 142	-1 130
N-Düngebedarf als standortbezogene Obergrenze(DüV) N-Empfehlung [kgN/ha]		142	130
	geplante org. Düngung Frühjahr / spätere		0 130
verbleibende N-Empfehlung/Gabe kgN/ha			1. G. 2. G. 3. G.
			70 60 0

Bsp: Winterraps,
Zielertrag 45 dt/ha

Datensatz: 3 von 10 Kein Filter Suchen

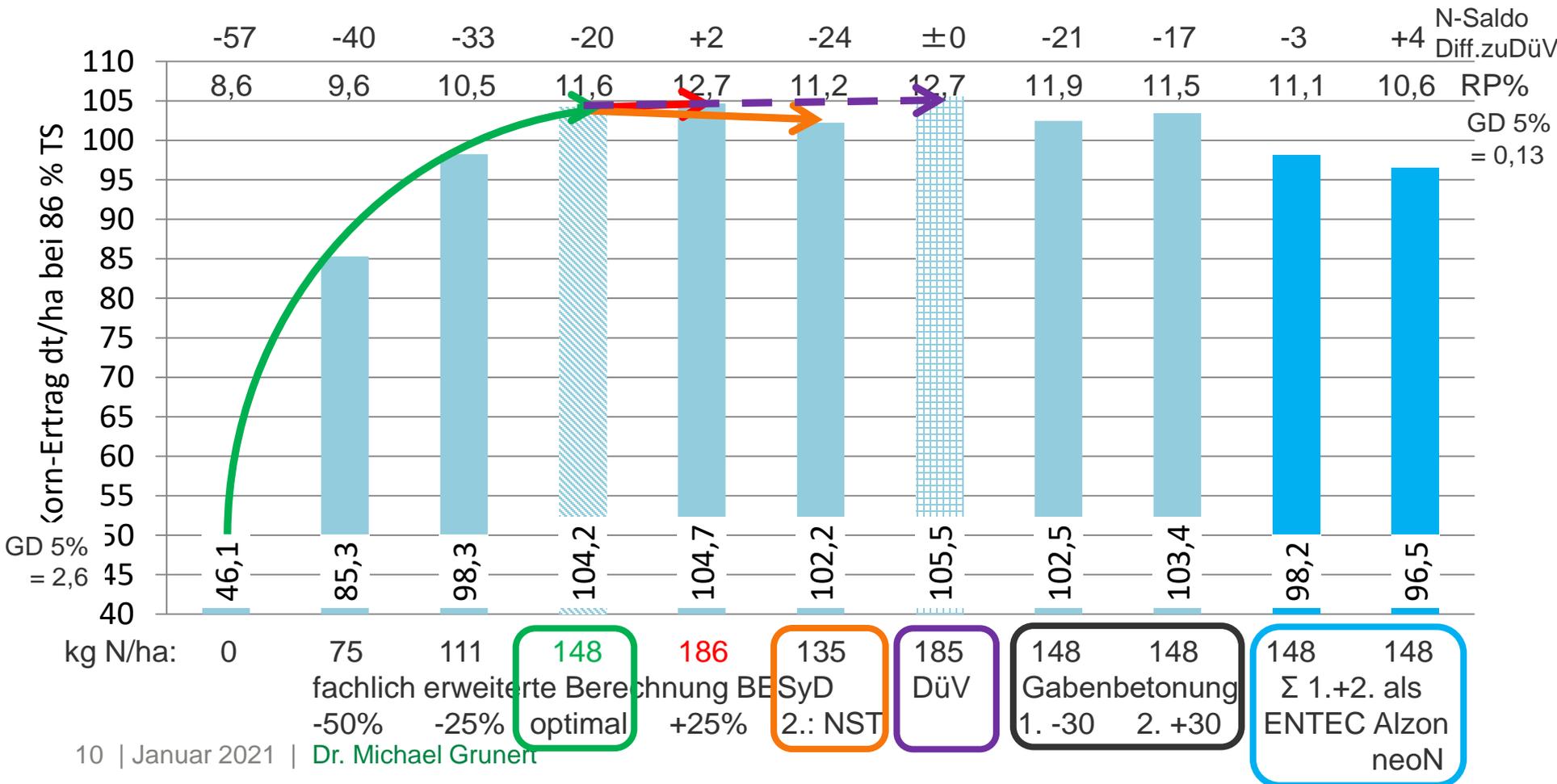
N-Berechnungsfolge

Num Unterstützt von Microsoft Access

WGerste: Ertrag, RP%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, KWS Meridian, Ø 2017-19

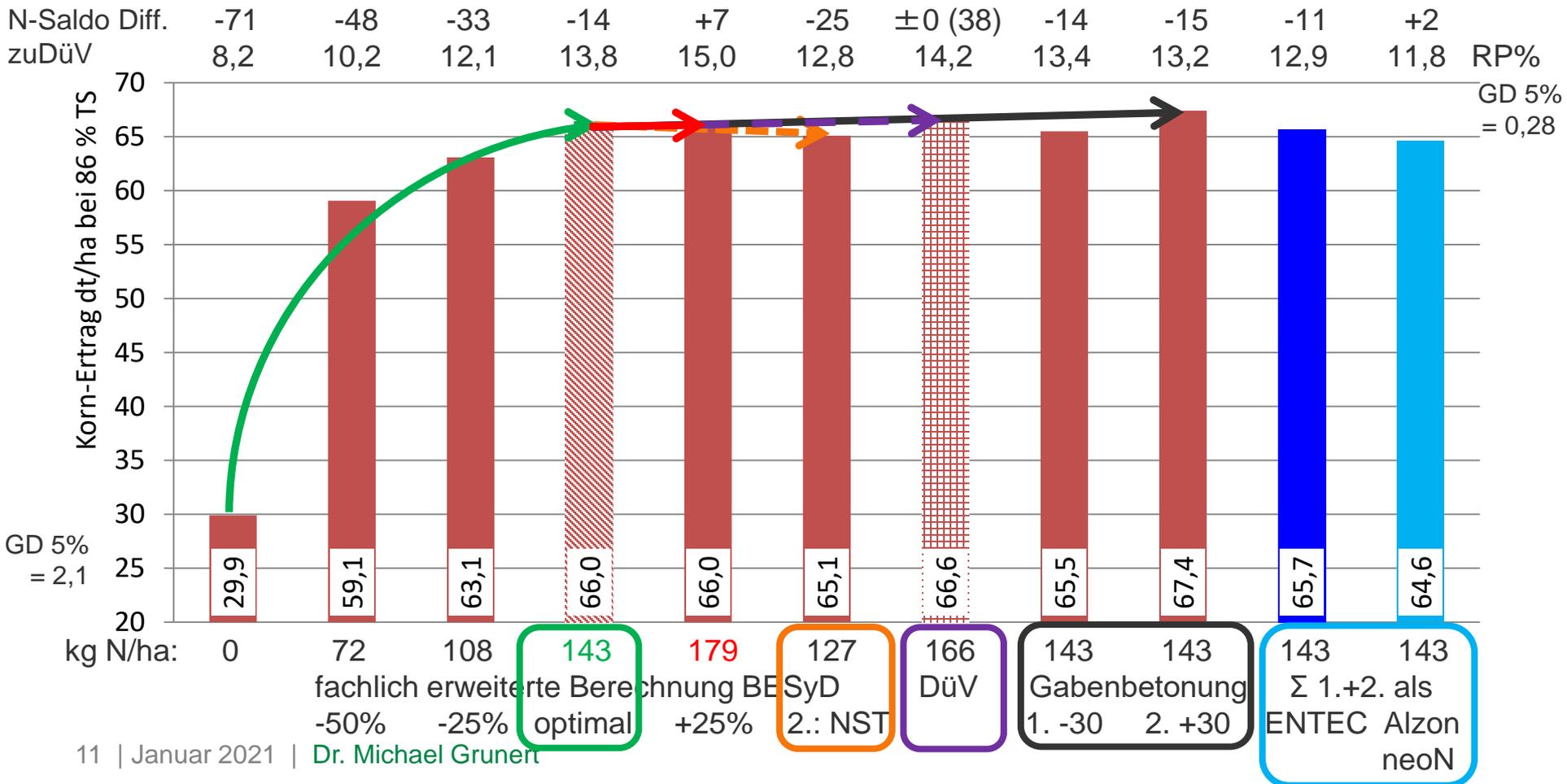
N-Düngung: DüV: gut, aber BESyD sehr gut N >opt. +38N Nitratschnelltest Betonung stabilisierte
Steigerung Düngung und -1,3 dt (n.s.) +0,5dt (n.s.) -50N, -3,3dt 1./2. Gabe: N-Düngung:
Ertrag und RP Saldo hoch -37N, -20N-Saldo +22N-Saldo (wird angepasst) negativ/neutral negativ



WGerste: Ertrag, RP%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

Baruth, D3, IS, AZ32, KWS Meridian, Ø 2017-19

N-Düngung: DüV: gut, aber BESyD sehr gut N > opt. ±0dt Nitratschnelltest Betonung stabilisierte
Steigerung Düngung und -0,6dt zu DüV(n.s.) +36N (>DüV!) -0,9dt (n.s.) -16N 2. Gabe: N-Düngung:
Ertrag und RP Saldo hoch -23N, -14N-Saldo +21N-Saldo -11N-Saldo; +1,4dt (n.s.) nicht positiv



WWeizen: Ertrag, RP%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

Patras (A), Pommritz, Lö4c, Ut3, AZ61, Ø 2018-19 (rel. trockene Jahre!)

N-Düngung:
Steigerung
Ertrag und RP

DüV:
sehr gut,
RP hoch

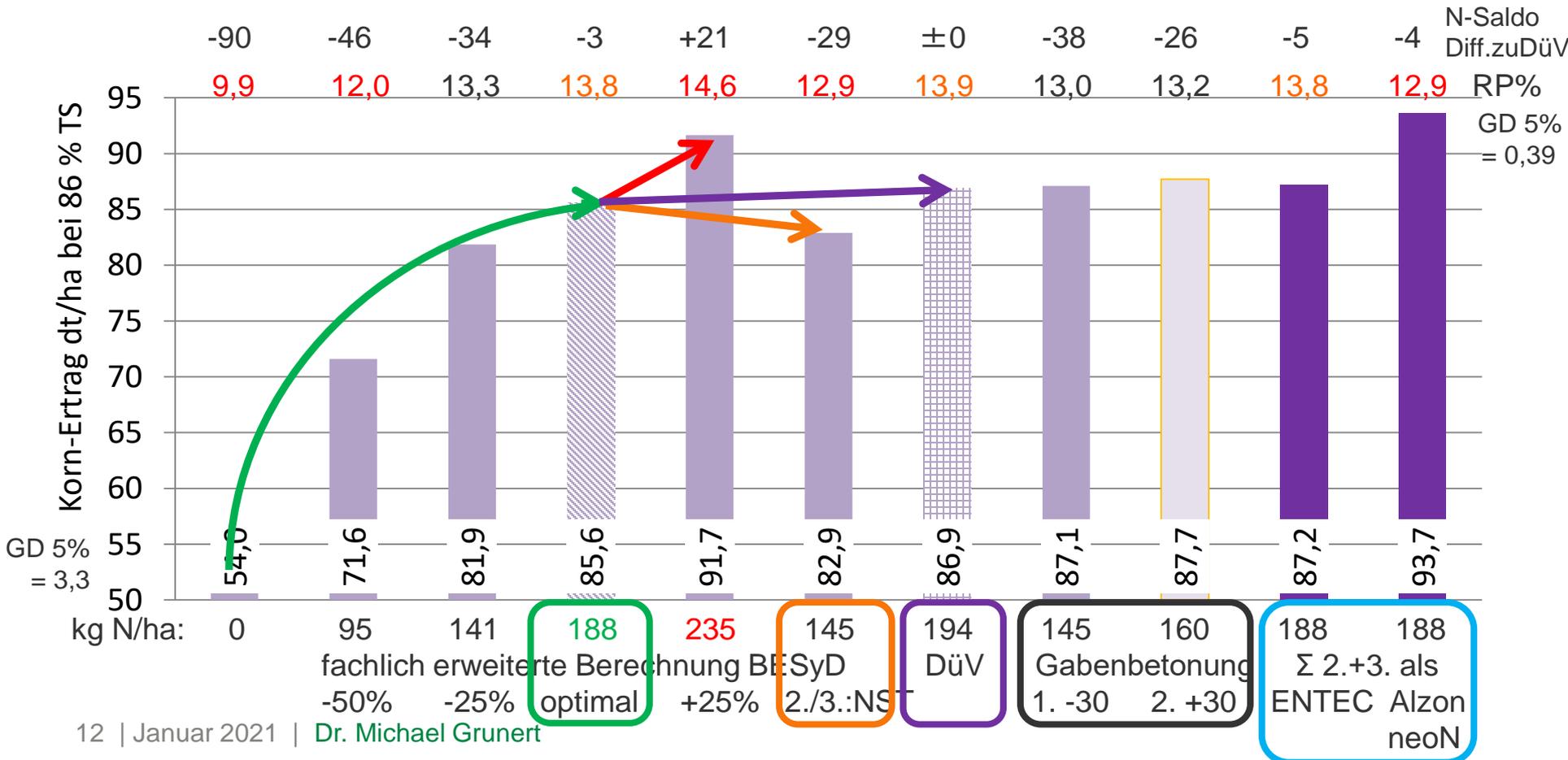
BESyD gut
-1,3 dt (n.s.)
-6 kg N

N >opt.
Düng>DüV
Saldo hoch

Nitratschnelltest
-49 kg N, RP<13
-4 dt (wird angepasst)

Betonung
1./2. Gabe:
evtl. positiv

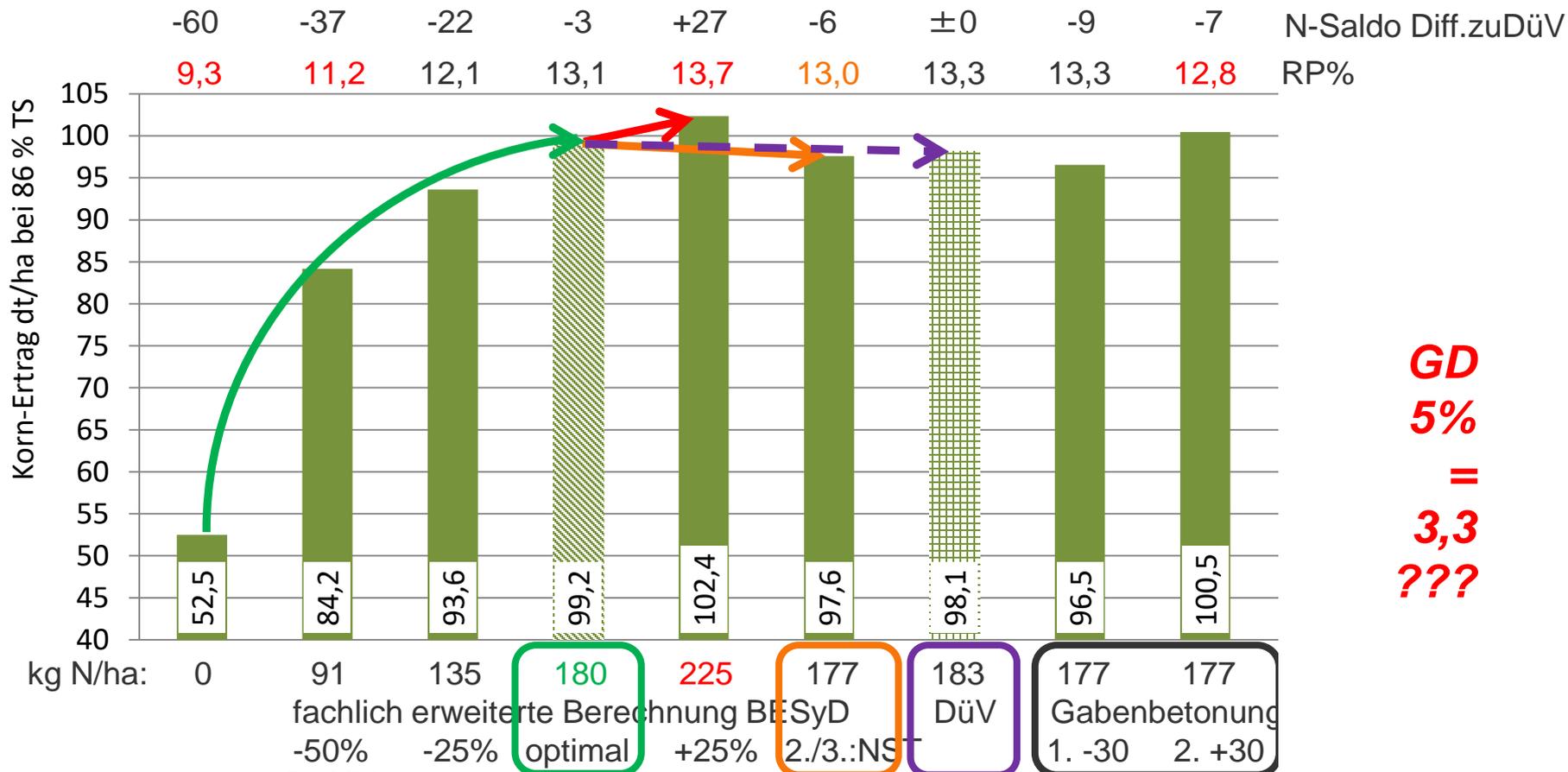
stabilis. N:
sehr gut, insb.
AlzonNeoN
(RP aber <13)



WWeizen: Ertrag, RP%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

Forchheim, V8a, SI3, Az33, Patras, Ø 2017-19

N-Düngung: Steigerung Ertrag und RP
 DüV: gut
 BESyD sehr gut +1,1dt (n.s.) -3 N, -3N-Saldo (zu DüV)
 N >opt. +3,2 dt +45N (>DüV!) +30N-Saldo
 Nitratschnelltest wird 2020 angepasst
 Betonung 1./2. Gabe: nicht positiv



GD
5%
=
3,3
???

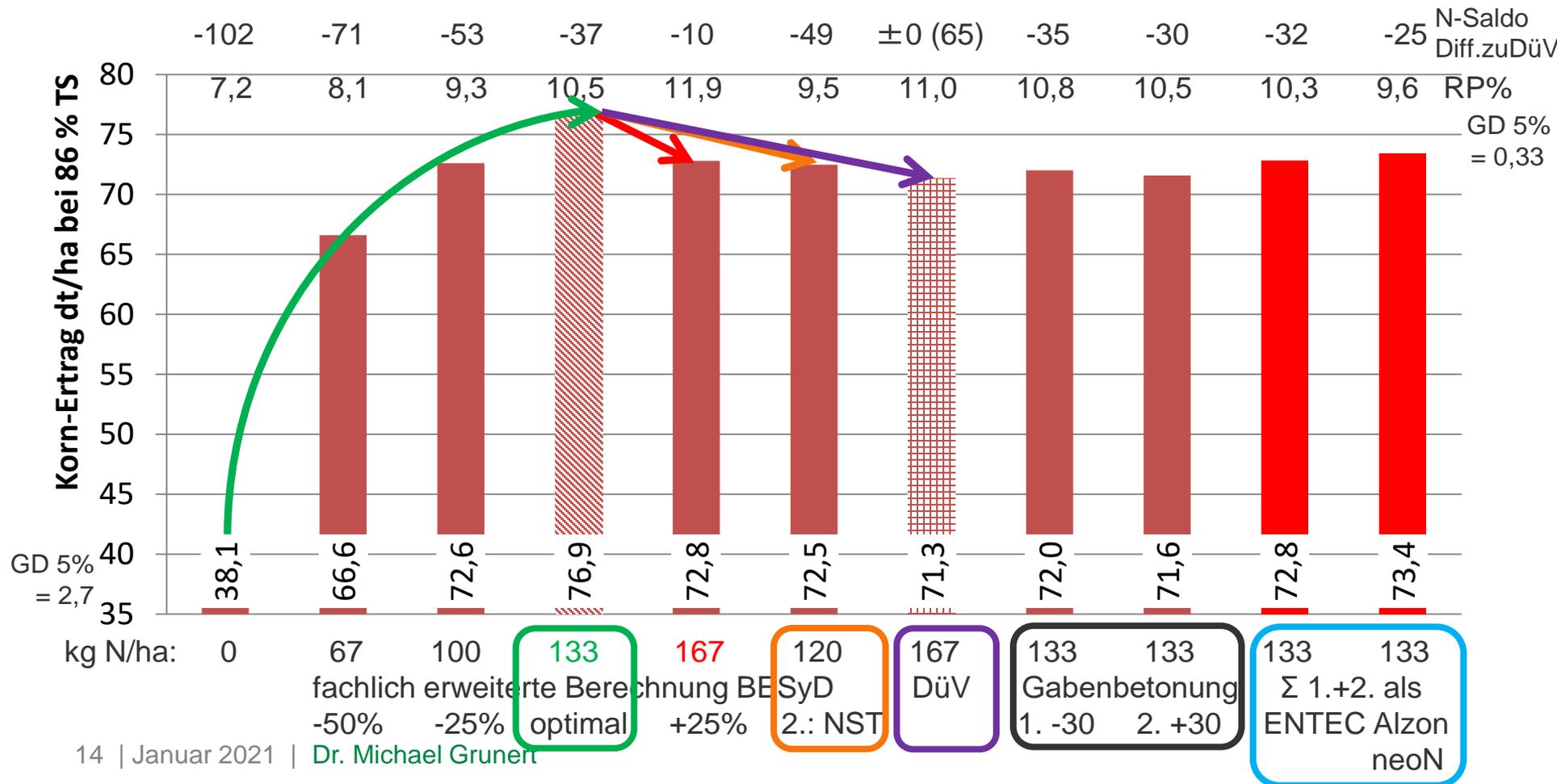
WRoggen: Ertrag, RP%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Baruth, D3, IS, AZ32, KWS Daniello, Ø 2017-19

N-Düngung: **BESyD sehr gut** DüV: Ertrag ge- N >opt.: -4,1 dt Nitratschnelltest Betonung stabilisierte
Steigerung +4,4 dt (sign.) ringer, Saldo u. +34 N (=DüV), -47 kg N, -1,2 dt 1./2. Gabe: N-Düngung:
Ertrag und RP -34 N (zuDüV) Düngung hoch +27 N-Saldo (wird angepasst) negativ negativ



Raps – Abzug Herbst-N-Düngung nach DüV 2020 und Anrechnung des aufgenommenen N?

mit DüV 2020:

- Anrechnung (Abzug) des bis 01.10. zu Winterraps oder Wintergerste aufgebrauchten verfügbaren N (aus organischer und mineralischer N-Düngung)
- zusätzlich weiterhin Abzug von 10 % des gesamt-N bei organischer N-Düngung (Nachlieferung im Folgejahr)
- eine Berücksichtigung des bis Vegetationsende aufgenommenen N bei der N-DBE kann nicht zusätzlich in vollem Umfang erfolgen (sonst evtl. doppelter Abzug)
- in fachlicher Erweiterung BESyD erfolgt ab 2021 die Berechnung wie bisher:
 - anteilige Anrechnung Biomasse-N
 - kein Abzug des verfügb. N aus Sommer/Herbst-N-Düngung
 - abschließend Abgleich mit N-DBE nach DüV (\leq DüV)
- positiver Effekt der Berücksichtigung des aufgenommenen N wird erhalten bleiben, insbesondere bei üppigen Beständen, auch bei Herbst-N-Düngung



N-Düngebedarfsermittlung zu Winterraps – Berücksichtigung der Bestandesentwicklung



Fotos: Grunert, LfULG



Sproßfrischmasse		Zuschlag bei erheblichen Blattverlusten	Zu-, Abschlag gesamt kg N/ha
kg/m ²	Zu-, Abschlag kg N/ha		
0,5	18	10	28
0,6	15	10	25
0,7	12	10	22
0,8	9	10	20
0,9	6	10	20
1	0	20	20
1,1	0	20	20
1,2	0	20	20
1,3	-5	20	15
1,4	-10	20	10
1,5	-15	20	5
1,6	-20	20	0
1,7	-25	20	-5
1,8	-30	20	-10
1,9	-35	20	-15
2	-40	20	-20
2,1	-45	23	-23
2,2	-50	25	-25
2,3	-55	28	-28
2,4	-60	30	-30
2,5	-65	33	-32
2,6	-70	35	-35
2,7	-75	38	-38
2,8	-80	40	-40
2,9	-85	43	-43
3	-90	45	-45
3,1	-90	45	-45
3,2	00	45	45

optimierte N-Düngung durch Berücksichtigung gewachsener Winterraps-Biomasse

Beispiele mit differenzierten Aufwüchsen

Merkmal		Schlag 1	Schlag 2	Schlag 3
Sprossfrischmasse	kg/m²	0,8	1,5	2,5
aufgenommener N	kg N/ha	40	75	125
erhebliche Blattverluste über Winter		nein	nein	nein
N-Düngung gesamt	kg N/ha	175	150	100

		Schlag 4	Schlag 5	Schlag 6
Sprossfrischmasse	kg/m²	0,8	1,5	2,5
aufgenommener N	kg N/ha	40	75	125
erhebliche Blattverluste über Winter		ja	ja	ja
N-Düngung	kg N/ha	185	170	135



Foto: Grunert, LfULG



Foto: Grunert, LfULG

Grundlage: umfangreiche Exaktversuche

=> meist Reduzierung der N-Düngung - mit gleichem Ertragsergebnis
(zunehmend üppige Bestände, insbes. bei Herbstdüngung; aber: neue Berechnung nach DüV 2020)

=> erhebliche positive ökonomische und ökologische Auswirkungen

WRaps: Ertrag, Öl%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

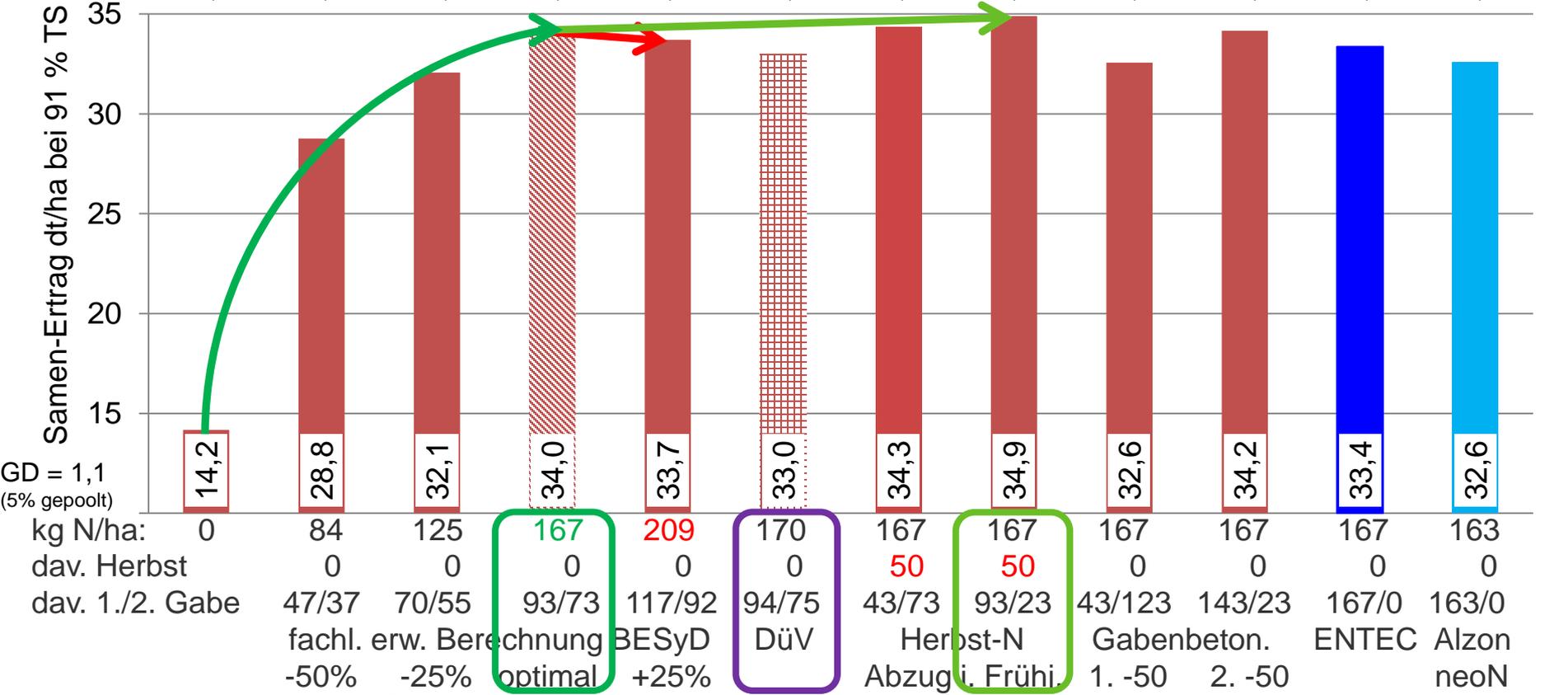
LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Baruth, D3, IS, AZ32, Sherpa, Ø 2017-19

N-Düngung: BESyD sehr gut +Ertrag, -Öl% +N-Saldo
 DüV: ähnlich BESyD
 N >opt.: -0,3dt (n.s.) +42N (> DüV!), +37N-Salso
 Herbst-N: positiv, bei Abzug in zweiter Gabe
 Betonung 1./2. Gabe: nicht positiv
 stabilisierte N-Düngung: nicht positiv

N-Saldo Diff. zuDüV	-100	-58	-34	-5	+32	±0 (64)	+1	+1	-1	-4	+1	-3
Öl%	48,9	47,8	46,3	45,1	44,0	44,9	46,6	46,6	45,0	45,4	45,9	45,5



WRaps: Ertrag, Öl%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

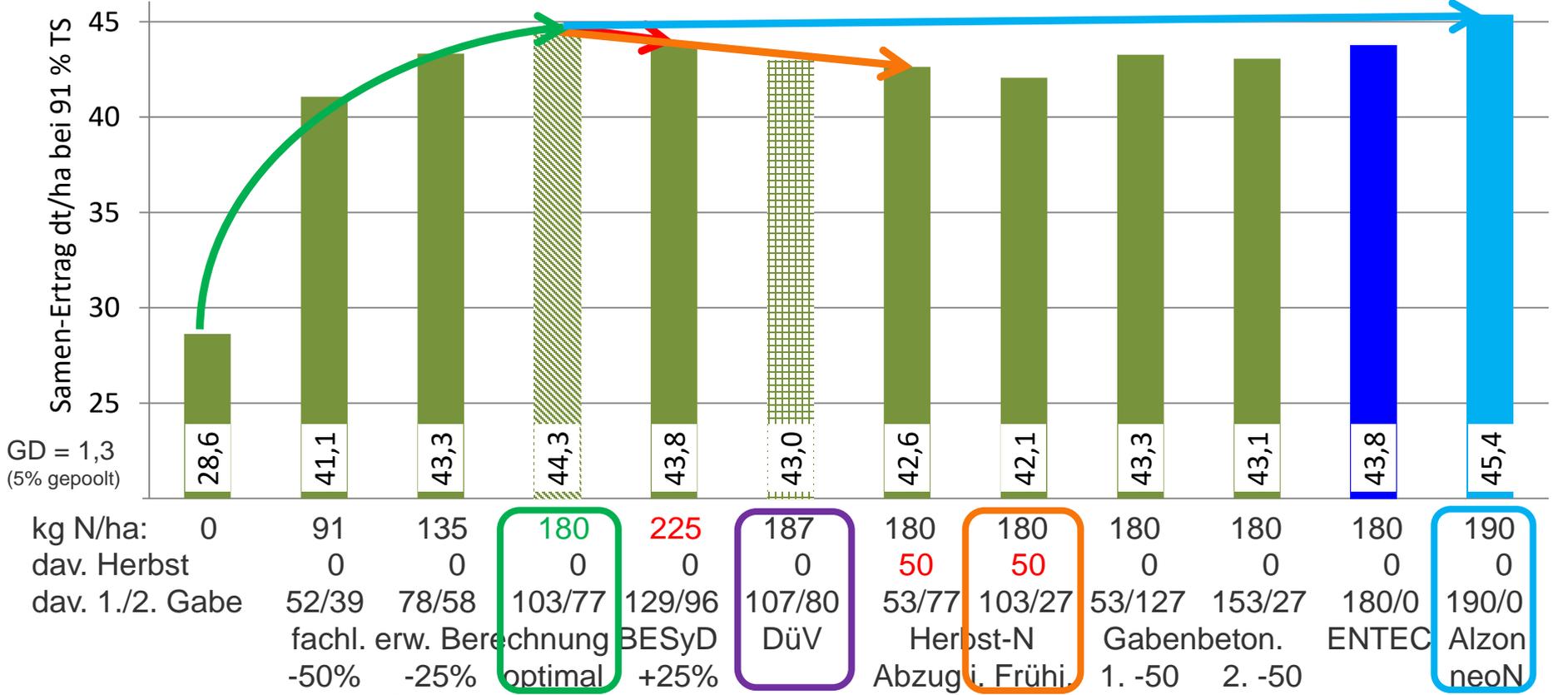
LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Forchheim, V8a, SI3, Az33, Sherpa, Ø 2017-19

N-Düngung: BESyD sehr gut +Ertrag, -Öl% +N-Saldo
DüV schlechter als BESyD
N >opt.: -0,5dt (n.s.) +45 N (> DüV!), +44N-Saldo
Herbst-N: Betonung negativ
Betonung 1./2. Gabe: nicht positiv
ENTEC ähnlich; **ALZONneoN** besser (bei+10N)

N-Saldo Diff. zuDüV	-130	-80	-47	-11	+33	±0 (56)	-3	±0	-10	-7	-8	-7	-
	49,1	47,7	46,9	46,2	45,5	45,9	46,4	46,5	45,6	45,9	46,3	45,4	Öl%



WRaps: Ertrag, Öl%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

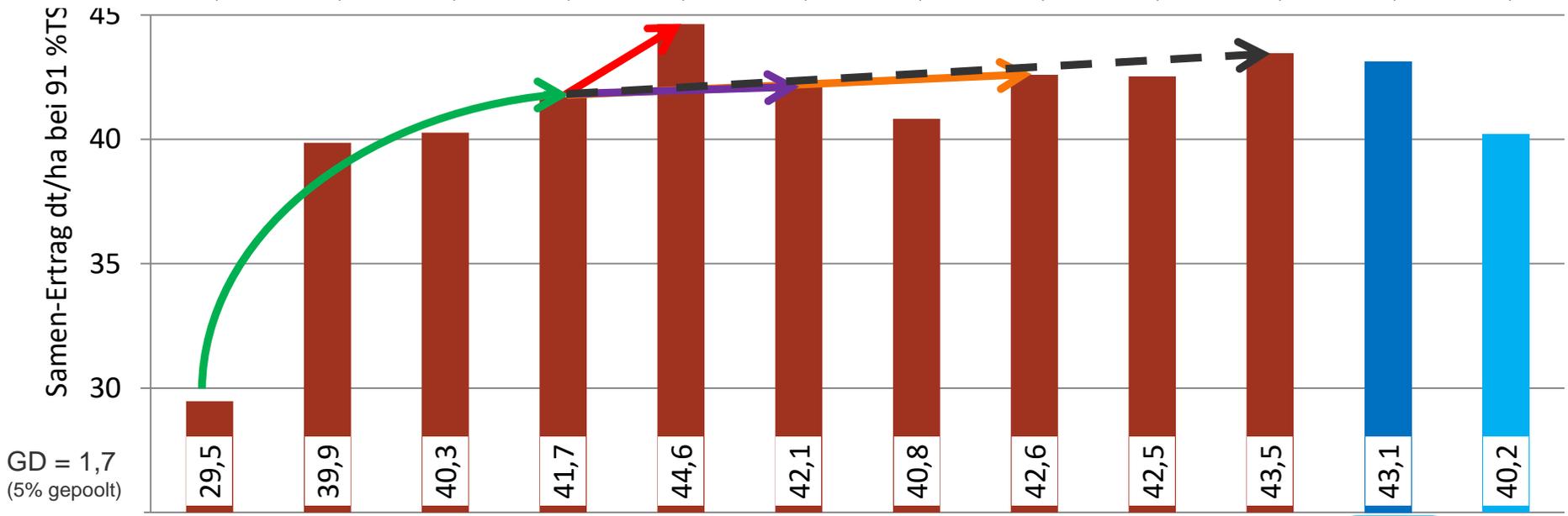
LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, Sherpa, Ø 2017-19

N-Düngung: BESyD sehr gut +Ertrag, -Öl% +N-Saldo
 DüV ähnlich BESyD
 N >opt.: +2,9 dt, +38 N (>DüV!), +25 N-Saldo,
 Herbst-N Abzug bei 2. Gabe positiv
 Betonung 1. N-Gabe: +1,8 (signif.)
 ENTEC ähnlich; ALZONneoN schlechter

N-Saldo Diff. zuDüV	-113	-74	-40	-13	+12	±0 (29)	-8	-12	-15	-18	-15	-10	Öl%
	47,2	46,4	46,0	45,2	45,0	45,2	45,6	45,9	45,3	45,4	45,7	44,8	



GD = 1,7
(5% gepoolt)

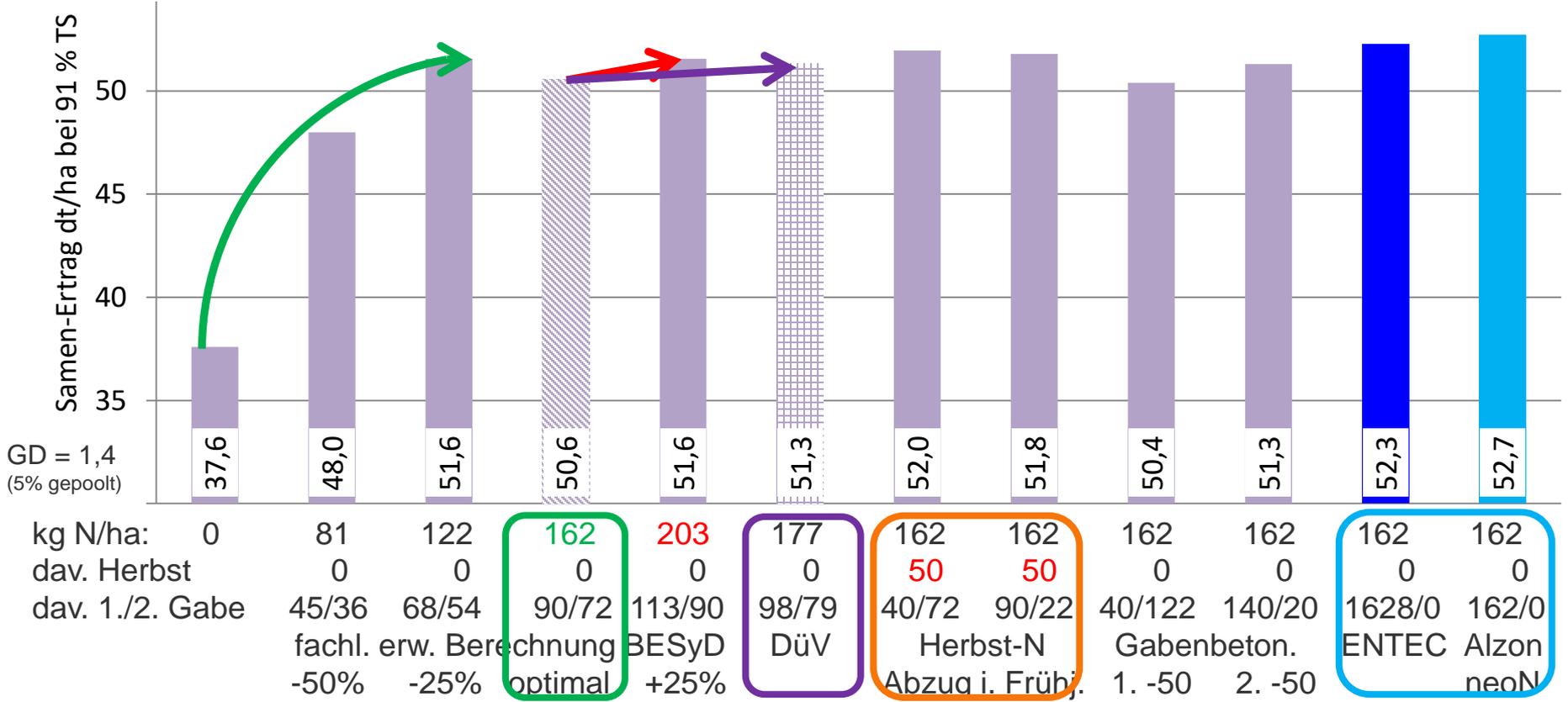
kg N/ha:	0	74	112	148	186	164	148	148	148	148	148	148
dav. Herbst	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0
dav. 1./2. Gabe		42/33	63/49	83/65	104/82	93/71	33/65	83/15	33/115	133/15	148/0	148/0
fachl. erw. Berechnung		BESyD	BESyD	optimal	+25%	DüV	Herbst-N	Frühi	Gabenbeton.	Gabenbeton.	ENTEC	Alzon neoN
		-50%	-25%				Abzug		1. -50	2. -50		

WRaps: Ertrag, Öl%, N-Saldo in Abhängigkeit von N-Düngung

Pommritz, Lö4c, Ut3, AZ61, Sherpa, Ø 2017-19

N-Düngung: +Ertrag, -Öl% +N-Saldo
BESyD gut -0,7 dt (n. signif.) -15N, -12N-Saldo
DüV ähnlich BESyD
N >opt.: +1dt (n.s.), +41 N (>DüV!), +22 N-Saldo,
Herbst-N: gleich
Betonung 1./2. N-Gabe: nicht positiv
stabilisiert: ähnlich

N-Saldo Diff. zuDüV	-117	-73	-51	-12	+10	±0 (20)	-16	-10	-13	-17	-21	-8	Öl%
	48,9	47,6	46,5	46,1	45,4	45,9	46,1	46,7	46,0	45,7	45,6	46,2	

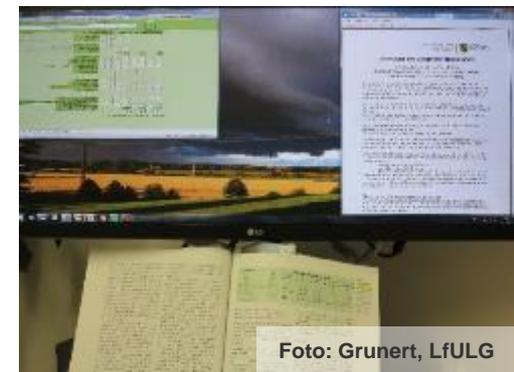


Wintergetreide und Winterraps Handlungsfelder für N-Düngung

1. qualifiziertere N-Düngebedarfsermittlung – Schlussfolgerungen

bei N-Düngebedarfsermittlung vor erster N-Düngung je nach Standort- und Witterungsbedingungen und Kulturart fachliche Verbesserungen erreichbar
Ergebnis: differenziert geringerer N-Düngebedarf bei gleichem Ertrag/Qualität

- durch *qualifiziertere Berücksichtigung von bestehenden Faktoren*:
z.B. N aus Vorfruchtwirkung, N aus Boden-Nachlieferung
- durch *zusätzliche Faktoren*, z.B.: N-Aufnahme vor Winter, Bestandesentwicklung, von Zwischenfrucht aufgenommener N
- *Winterraps*: teilweise deutlich geringere N-Empfehlung
insbesondere durch Anrechnung von vor Winter aufgenommenem N, Herbstdüngung standortabhängig teilweise vorteilhaft (auch bei N-Abzug im Frühjahr)
- *Wintergerste und -roggen*: teilweise deutlich geringere N-Empfehlung, Berücksichtigung der Bestandesentwicklung
- *Winterweizen*: geringere Möglichkeiten
- Umsetzung spezifischer Empfehlungen für Gabenaufteilung und Anrechnung des N_{\min} auf die Teilgaben
- *Mais, Zuckerrüben*: N aus Boden-Nachlieferung



Wintergetreide und Winterraps

Handlungsfelder für N-Düngung

2. N_{\min} im Herbst und damit im Frühjahr minimieren

- N_{\min} vor Winter: - klarer Zusammenhang mit über Winter verlagertem N; dieser ist für Pflanzenbau verloren, landet (z.T.) im Grundwasser
- großer Teil aus N-Mineralisierung; nicht aus N-Düngung des Jahres
- => Düngung: nur Teilbeitrag, andere Handlungsfelder mitentscheidend
- => Nur bei geringem N_{\min} bleibt Spielraum für Bestandesführung!
- Kultur-, Ertrags- u. Standortgerechte schlagspezifische Düngung
- N-Düngung nach Ernte/im Herbst nur bei tatsächlichem Bedarf
- Minimierung der Bodenbearbeitung
möglichst wenige Arbeitsgänge, geringe Bearbeitungstiefe und -intensität
- möglichst keine Biomasse-Einarbeitung mit hohem N-Mineralisierungspotenzial
(Futterleguminosen!, Zwischenfrüchte)
- Absicherung der N-Aufnahme bis zum Vegetationsende:
 - Zwischenfruchtanbau
 - Untersaaten
 - Strohdüngung
 - gute Keimbedingungen für Ausfallgetreide, -raps ...
 - Vermeidung von Brachezeiten ohne Bewuchs
- Verteilung organischer Düngung auf alle Flächen des Betriebes



Foto: Grunert, LfULG

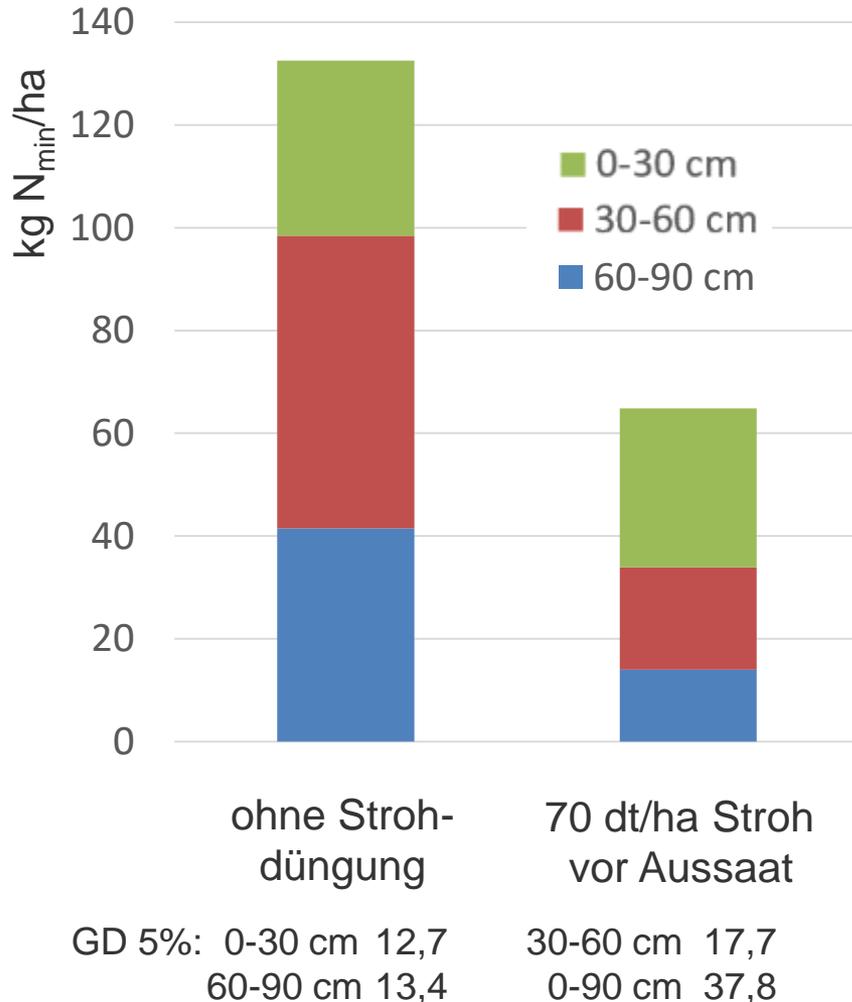


Foto: Grunert, LfULG

Strohdüngung zu Winterweizen

Wirkung auf N_{\min} vor Winter

Nossen, LÖ4b, Ut4, AZ63, Ø 2020 (16 Parzellen, bisher nur einjährig!)



- Weizen nimmt vor Winter nur 10 - 30 kg N/ha auf; kann keine größeren N-Mengen binden und vor Verlagerung schützen
- durch Strohabbau wird verfügbarer N aus dem Boden gebunden
- wichtig für gute Bestandesetablierung und weiteres Wachstum: gleichmäßige Stroheinarbeitung

Versuchspartellen am 9.12.2020
links mit; rechts ohne Stroh



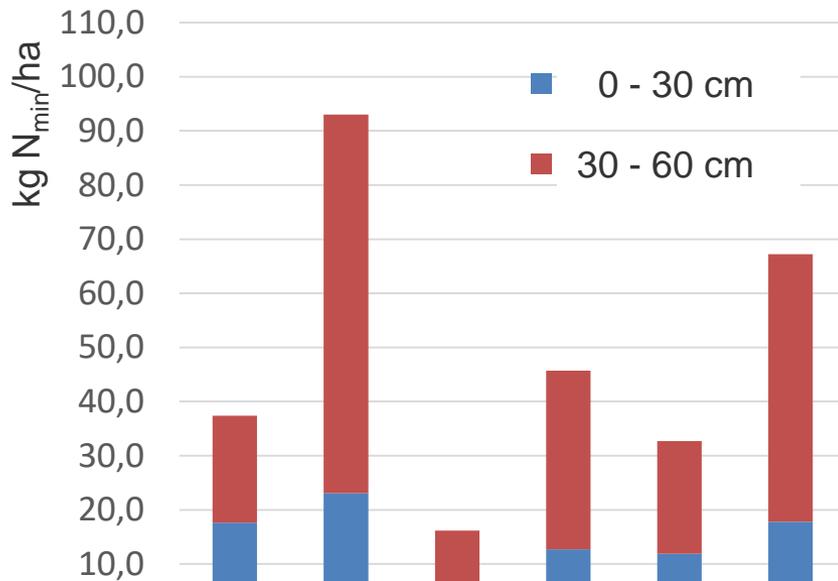
Zwischenfrucht mit/ohne Legum.Anteil und N-Düngung

Wirkung auf N_{\min} zur Weizenaussaat und vor Winter

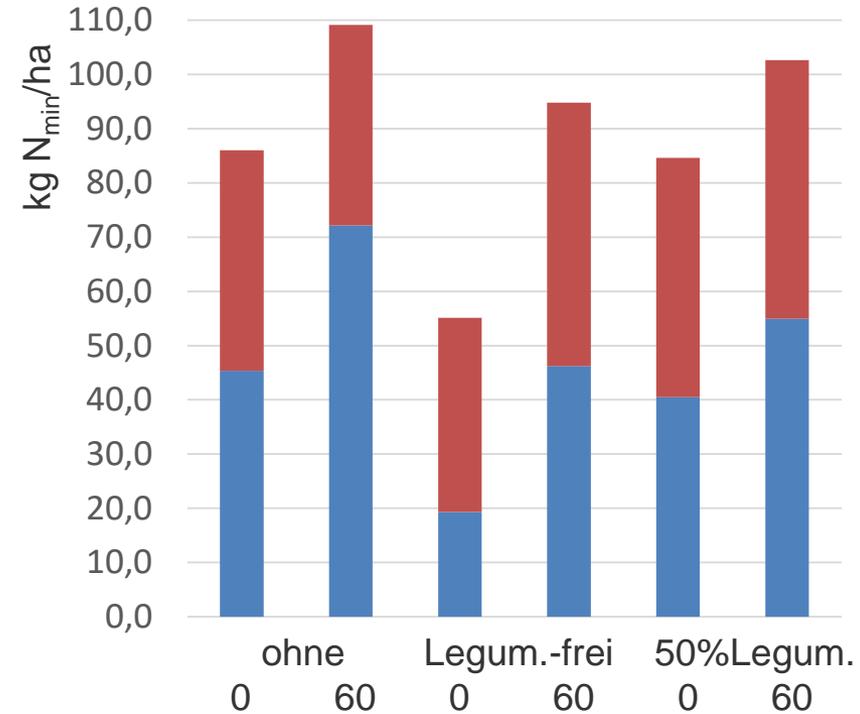
Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, Ø 2020 (16 Parzellen, bisher nur einjährig!)

ZF-Aussaat (mit 0 bzw. 50 % Leguminosenanteil) am 23.07.2020; davor Düngung 0 bzw. 60 kg N/ha

N_{\min} 06.10.2020 nach ZF-Ernte vor Weizenaussaat



N_{\min} 17.11.2020 vor Winter



Zwisch.frucht ohne Legum. Anteil 0 bzw. 60 kg N/ha zur ZF
Legum.-frei 0 bzw. 60 kg N/ha zur ZF
50%Legum. Anteil 0 bzw. 60 kg N/ha zur ZF

- => deutliche Reduzierung des N_{\min} durch ZF-Anbau, bei Leguminosen-freier ZF bessere Wirkung
- => erhebliche N-Mineralisierung von Weizenaussaat bis Vegetationsende, nur geringe Aufnahme durch Weizen

Zwischenfrucht mit/ohne Legum.Anteil und N-Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Wirkung auf N_{\min} zur Weizenaussaat und vor Winter

Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, Ø 2020 (16 Parzellen, bisher nur einjährig!)

ZF-Aussaat (mit 0 bzw. 50 % Leguminosenanteil) am 23.07.2020; davor Düngung 0 bzw. 60 kg N/ha



0% Leguminosenanteil
0 kg N/ha



60



50% Leguminosenanteil
0



60



ohne Zwischenfrucht
0 kg N/ha

Fotos vom 22.09.2020

Weizenbestand
am 09.12.2020
keine Bestandes-
unterschiede



3. N-Ausbringungsstrategien optimieren/anpassen

- gesamt-Menge (siehe Punkt 1.)
- Aufteilung des N-Düngebedarfs auf Teilgaben
- Stabilisierung
- Platzierung
- Berücksichtigung von Teilschlagspezifika
- Exaktheit der Düngemittelausbringung
-



Foto: Grunert, LfULG

Bemessung von 2./3. N-Gabe

Entsprechend der konkreten Situation auf dem Schlag, Berücksichtigung von:

- aktueller Bestandesentwicklung (EC-Stadium, Bestandesdichte, N-Versorgung ...)
 - Qualitätsziel, angebaute Sorte - Phytopathologie
 - Bodeneigenschaften (Bodenart, Struktur, Erwärmung, nFK ...)
 - aktuelle Witterung (Bodenfeuchte, Prognose ...)
 - Erfahrungen N-Nachlieferungsvermögen (Vorfrucht, org.Düngung, N-Abschöpfung Vorfrucht, Tiefenverteilung des vor erster Düngung gemessenen N_{\min})
 - vom Bestand aufgenommenen N (Nährstoffversorgung: Nitratschnelltest, Sensoren, Luftbilder ...)
 - bisherige N-Düngung und tatsächliche Aufnahme des gedüngten N
- => Verwendung von Nitratschnelltest, Sensoren, Luftbildern ...

Der nach DüV ermittelte N-Düngebedarf darf nicht überschritten werden!

(auch nicht bei Bedarfsermittlung mit Sensoren, Nitratschnelltest o.ä.)

- in der Summe der Teilgaben
- im Mittel des Schlages

Nitratschnelltest wird im Januar 2021 aktualisiert:

- Anpassung an Ertragsentwicklung und an Methodik DüV
- spezifische Empfehlungen für C-, A/B- und E-Weizen



Qualitätsweizenanbau bei stark reduzierter N-Düngung? N-Gabenaufteilung und Sortenwahl

signifikanter Rückgang von Ertrag und vor allem Rohproteingehalt

Weiterhin A-Qualität? Verschiebung von N in dritte Gabe?

- positive Wirkung der 3. N-Gabe auf RP-Gehalt
- aber weiterer Ertragsrückgang
- nur ca. 50 % des N aus Spätgaben kommen im Korn an, andere 50% sind N-Verluste
- Auswahl von Sorten mit vergleichsweise sicheren Qualitätseigenschaften
 - auch bei geringerer 3. N-Gabe
 - bei schwankenden Witterungsbedingungen
- => Sortenempfehlungen LfULG
- => Ergebnisse Exaktversuche N-Düngung/Sorte (folgende Abbildungen)

- Günstig wäre gleitende Bezahlung nach analysiertem Rohproteingehalt (nicht in festen Stufen)
- flexiblere Anbau-/Vermarktungsstrategie

Wirkung gestaffelter 3. N-Gabe auf Ertrag, RP-Gehalt und N-Saldo
Weizen A- und E-Sorten, Nossen, L04b, U14, AZ03, Ø 2015-2017



Wirkung gestaffelter 3. N-Gabe auf Ertrag, RP-Gehalt und N-Saldo

Weizen A- und E-Sorten, Forchheim, V8a, SI3, Az33, Ø 2015-2017

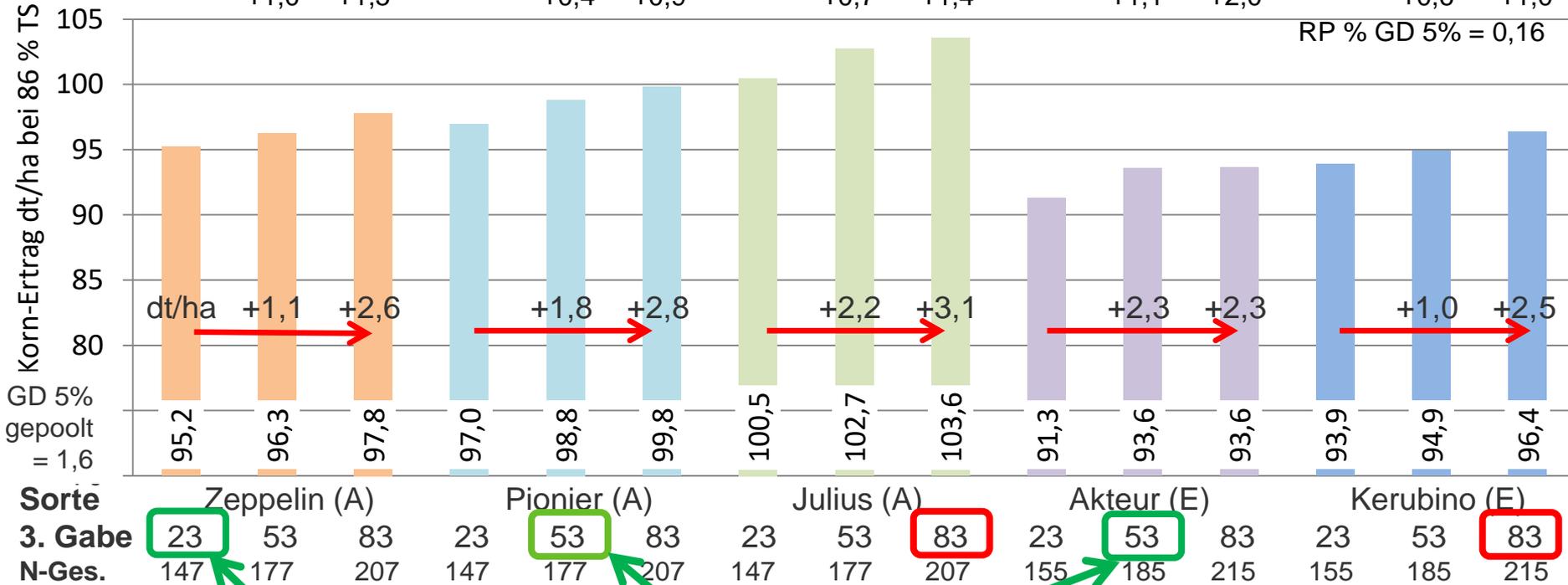
Deutlich positive Wirkung der 3. N-Gabe. Aber nur 46 % der N-Steigerung um 60 kg N kommen im Ø im Korn an!
(47, 32, 47, 70 bzw. 32 %)

N-Saldo, Differenz zum Prüfglied mit dem niedrigsten Wert (kg N/ha)

0 +15 +32 +9 +29 +50 +11 +35 +43 +29 +39 +47 +17 +37 +58

13,6 14,6 15,1 12,7 13,1 13,6 12,1 12,8 13,5 13,3 14,4 15,3 13,1 13,7 14,1
+1,0 +1,5 +0,4 +0,9 +0,7 +1,4 +1,1 +2,0 +0,6 +1,0

RP % GD 5% = 0,16



Hier möglich/sinnvoll: geringe 3. Gabe, entsprechende Erhöhung der 2. N-Gabe

=> gute Sorten für Nitratgebiete (rel. hoher sicherer RP-Gehalt, geringe 3. Gabe)

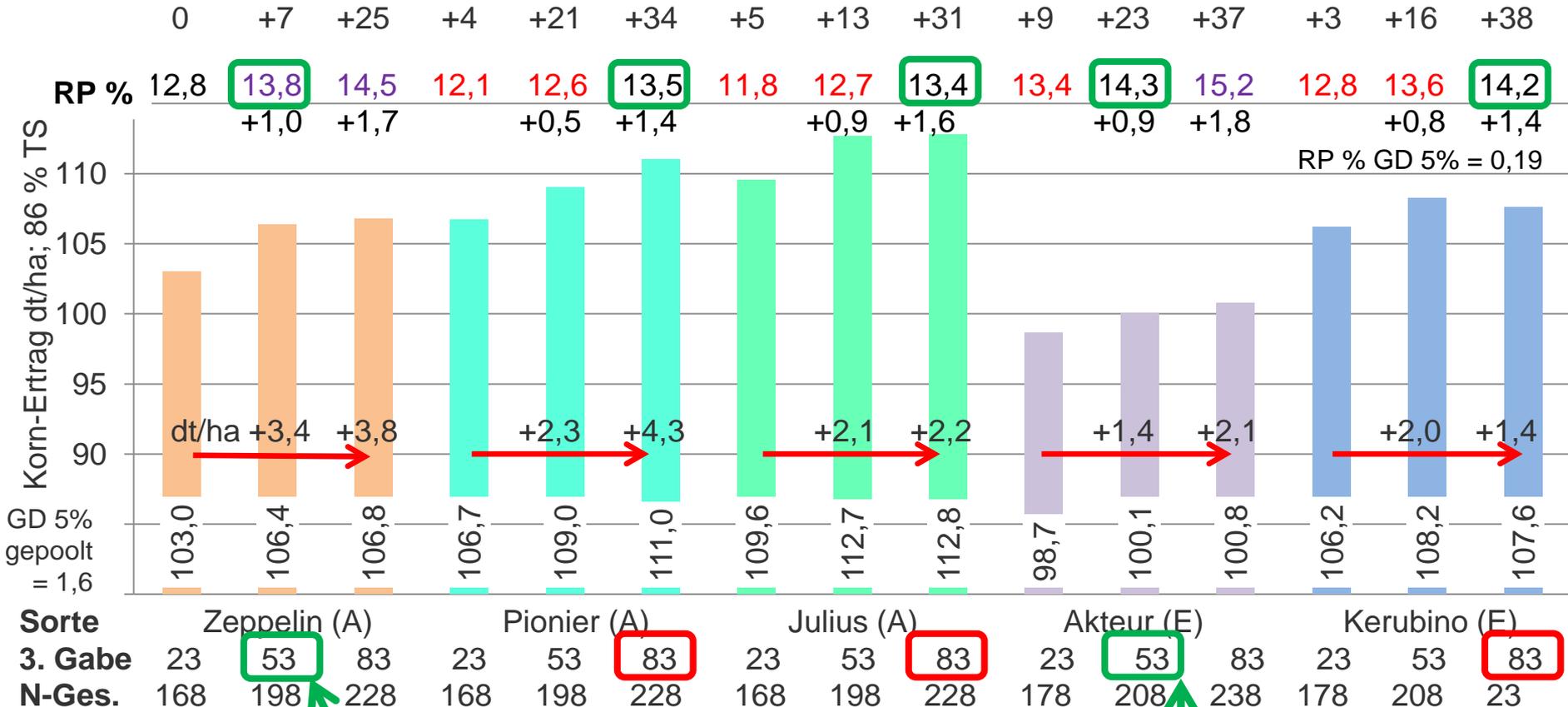
Wirkung gestaffelter 3. N-Gabe auf Ertrag, RP-Gehalt und N-Saldo

Weizen A- und E-Sorten, Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, Ø 2015-2017

positive Wirkung 3. N-Gabe; aber nur ca. 50 % des N der dritten Stufe im Vergleich zur ersten Stufe im Korn (hier: 58, 50, 57, 53, bzw. 42 %)

N-Saldo, Differenz zum Prüfglied mit dem niedrigsten Wert (kg N/ha)

(hier: 58, 50, 57, 53, bzw. 42 %)



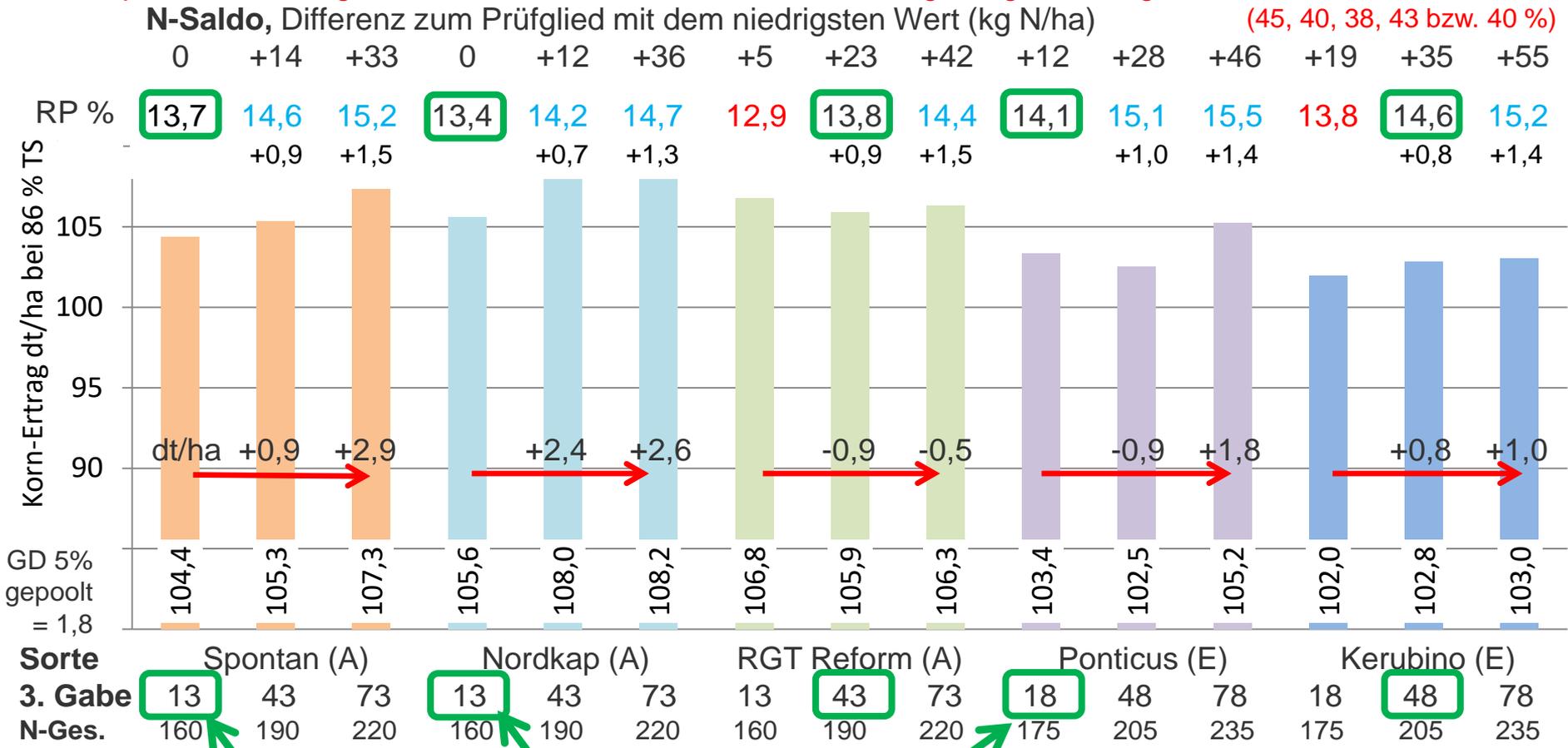
Hier möglich/sinnvoll: entsprechende Erhöhung der 2. N-Gabe

=> gute Sorten für Nitratgebiete (rel. hoher sicherer RP-Gehalt)

Wirkung gestaffelter 3.N-Gabe auf Ertrag, RP-Gehalt und N-Saldo

A/E-Weizen Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, Ø 2018-20, RP%+N-Saldo: 2018-19

Deutlich positive Wirkung der 3. N-Gabe. Aber nur 41 % der N-Steigerung um 60 kg N kommen im Ø im Korn an!



Hier möglich/sinnvoll: geringe 3. Gabe, entsprechende Erhöhung der 2. N-Gabe
=> gute Sorten für Nitratgebiete (rel. hoher sicherer RP-Gehalt, geringe 3. Gabe)

stabilisierte N-Düngung

Nitrifikationshemmstoffe bei mineralischer und organischer N-Düngung

- verzögerte Umwandlung von $\text{NH}_4\text{-N}$ in NO_3^- - geringere NO_3^- , N_2O -, NO -, N_2 -Verluste
- höhere N-Effizienz und Wirtschaftlichkeit - bessere Wirksamkeit in Trockenphasen
- Reduzierung von Überfahrten /Arbeitsgängen

=> N-Dünger mit Nitrifikationshemmern bieten bei an Dünger, Kultur und Standort angepasster Gabenaufteilung sehr gute Lösungen.

Ureasehemmstoffe

Verzögerung der Umwandlung von Amid-N in Ammonium-N und damit NH_3 -Verlusten.
Keine klassische Stabilisierung! Andere Wirkungsweise und Anwendung.

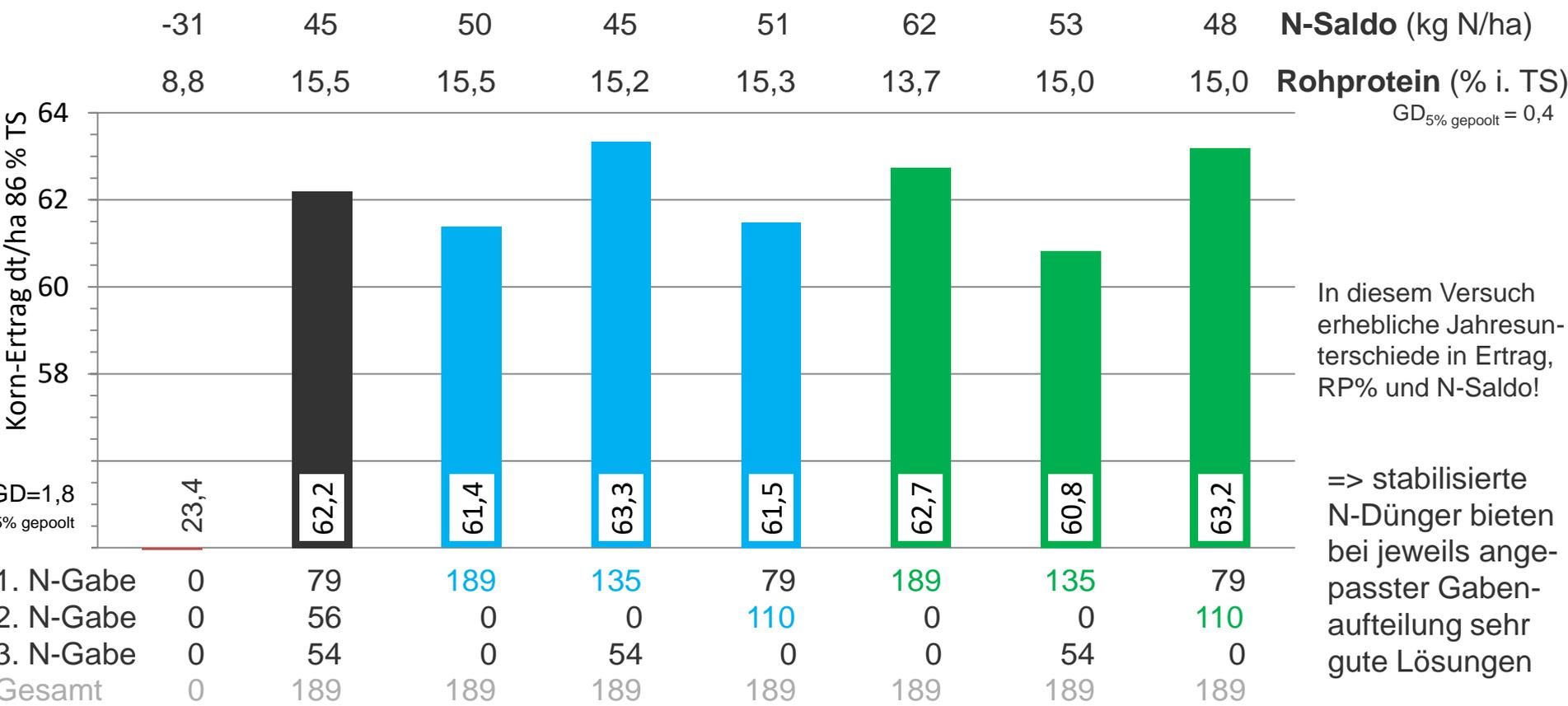
Wirkung verschiedener stabilisierter N-Dünger im Parzellenversuch mit Winterweizen (gleiche N-Menge):



Foto: Grunert, LfULG

WWeizen: Ertrag, Rohprotein, N-Saldo bei stabilisierter N-Düngung

Baruth, D3, IS, Az 32, Ø 2016-2019



In diesem Versuch erhebliche Jahresunterschiede in Ertrag, RP% und N-Saldo!

=> stabilisierte N-Dünger bieten bei jeweils angepasster Gabenaufteilung sehr gute Lösungen

KAS

ENTEC 26

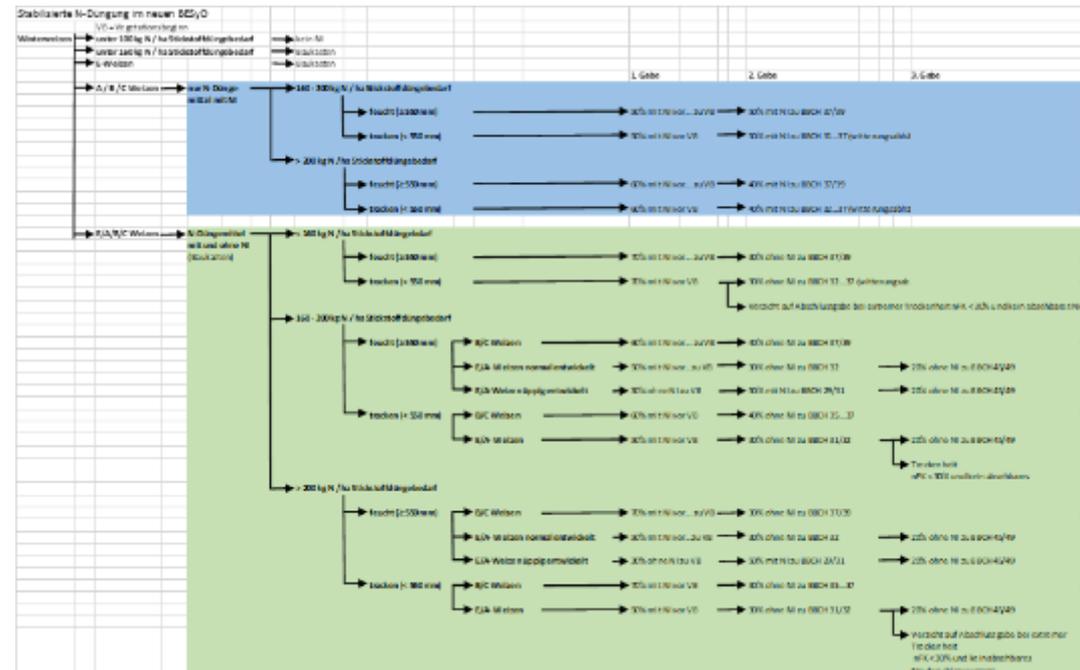
ALZON neoN (2016: ALZON46)

ENTEC26: 7,5 % NO3-N + 18,5 % NH4-N + 13 % S; mit Nitrifikationshemmstoff (3,4-Dimethylpyrazolophosphat)
 ALZON 46: 46 % Carbamid-N, mit Nitrifikationshemmstoff (Dicyandiamid und 1H-1,2,4 Triazol)
 ALZON neoN: 46 % Carbamid-N, mit Nitrifikationshemmstoff (MPA) und Ureasehemmstoff (2-NPT)

stabilisierte mineralische N-Düngung zu Winterweizen neue Berechnung für BESyD (aus Projekt StaPlaRes)

berücksichtigte Faktoren:

- Qualitätsziel
- N-Düngungs-Strategie (nur stabilisiert oder kombiniert mit nicht stabilisiert)
- Höhe N-Düngebedarf
- Trockengebiet
- nFK und Witterungsprognose vor 3. Gabe



Einprogrammierung zum nächsten Programm-update;
auch für WRoggen, WGerste, WRaps

Verbundprojekt StaPlaRes (N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Hornstoff-Düngung)
Projektpartner: SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH (Projektleitung), TU München, MLU Halle-Wittenberg, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Thünen Institut, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Rauch Landmaschinenfabrik GmbH, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Laufzeit: 25.07.2016-31.12.2020
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

schlechte Verteilgenauigkeit (mineral. und organ. Düngemittel)

Ursachen:

- schlechte Düngerqualität (Homogenität, Kornfestigkeit, Korngrößenverteilung, Verbackungen ...)
- ungeeignete Düngermischungen
- schlechte Aggregat-Einstellung, falscher Anbau an den Traktor, mangelnde Pflege
- mangelhafte/fehlende Einstellung der Aggregate auf den konkreten auszubringenden Dünger
- falsche Bedienung der Randstreueinrichtungen
-

Folgen für:

- Homogenität des Bestandes (Differenzierungen bei Abreife, Lagerbildung, Ertrag, Qualität)
- Beerntbarkeit
- Wirtschaftlichkeit
- N-Bilanz
-

Verbesserungen betriebsabhängig leicht und ohne große Mehrkosten erreichbar



Foto: Grunert, LfULG



Foto: Grunert, LfULG

Wirkung ungenügender N-Verteilgenauigkeit

- z.T. große Ungenauigkeiten Schleuderdüngerstreuer-Ausbringung in der Praxis
- Streufehler sind erst ab 30 % Streuungengenauigkeit sichtbar

(Daten/Ertragskurve aus WWeizen-N-Düngungsversuch Nossen, Ut4, Lö4b, Az63, im 9-jährigen Mittel:)

N-Düngung Fehler	kg N/ha	Ertrag dt/ha	RP %	Erlös €/ha	N-Bilanz kg N/ha	angenomm. Flächenanteil
- 50 % N	84	87,6	12,4	1.555 (-191)	-93	35 %
optimal	144	94,4	13,7	1.746 (± 0)	-49	30 %
+ 50 % N	216	94,5	14,3	1.748 (+ 2)	+14	35 %
Gesamt	144	92,1	13,5	1.680	-43	100 %
Differenz	± 0	-2,3	-0,2	-66	+6	



Foto: Grunert, LfULG

Nährstoffeffizienz - Reserven bei der Ausbringungsgenauigkeit

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



31.10.2013



02.08.2014



27.02.2015



10.08.2017



10.08.2017



23.02.2018



- fehlerhafte Ausbringung über 6 Jahre
- zusätzlich zu hohe Schleppschlauchführung

Fotos: Grunert, LfULG

3. N-Ausbringungsstrategien optimieren/anpassen - Schlussfolgerungen

- bestandesabhängige Anpassung von Teilgabenhöhe und -termin bietet insbesondere bei Wintergetreide erhebliches Optimierungspotenzial
- teilschlagspezifische Düngung auf heterogenen Standorten zu empfehlen, wenn andere (einfachere) Optionen ausgeschöpft sind
- N-Stabilisierung spezifisch angepasst an Kultur und Düngerart bietet Chancen insbesondere mit zunehmenden Trockenphasen
- Platzierung von Düngemitteln kann Effizienz verbessern
- Exaktheit der Düngemittelausbringung in Menge und Querverteilung ist betriebsabhängig nach wie vor ein Handlungsfeld
-



Foto: Grunert, LfULG



Foto: Grunert, LfULG

Wintergetreide und Winterraps

Handlungsfelder für N-Düngung

4. Management organischer Düngemittel

- Ausbringung weitestgehend zeitgerecht zum Nährstoffbedarf
- gegebenenfalls Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren (vor Mais!)
- verlustarme, exakte, bodenschonende Ausbringung
(wo möglich: Schlitz- statt Schleppschlauchtechnik, ggf. strip-till)
- Flächen ohne Pflanzenbewuchs: unverzügliche Einarbeitung
Einarbeitung Stallmist, Kompost
- optimale Verteilung auf verfügbaren Betriebsflächen, zu mehreren Kulturarten
- Kenntnis des konkreten Gärrestes/Gülle (Inhaltsstoffe), evtl. Ausbringung mit NIRS
- fachlich qualifiziertere N-Anrechnung als nach DüV (Düngemittel, Kulturart, Ausbringungszeit ...)
- evtl. Separation von Gärrest/Gülle (aber: keine Verbesserung der N-Effizienz;
und: Entlastung für Management nur bei Abgabe und/oder Erzeugung von einspeisefähigem Wasser)
- Ausbringungsplan für Jahresablauf erstellen
- Lagerkapazität erweitern
- aus organischer Düngung aussteigen?
(keine Tiere, kein Biogas?)
-



deutlich weniger Gülle/Gärrest vor Winter - wie reagieren?

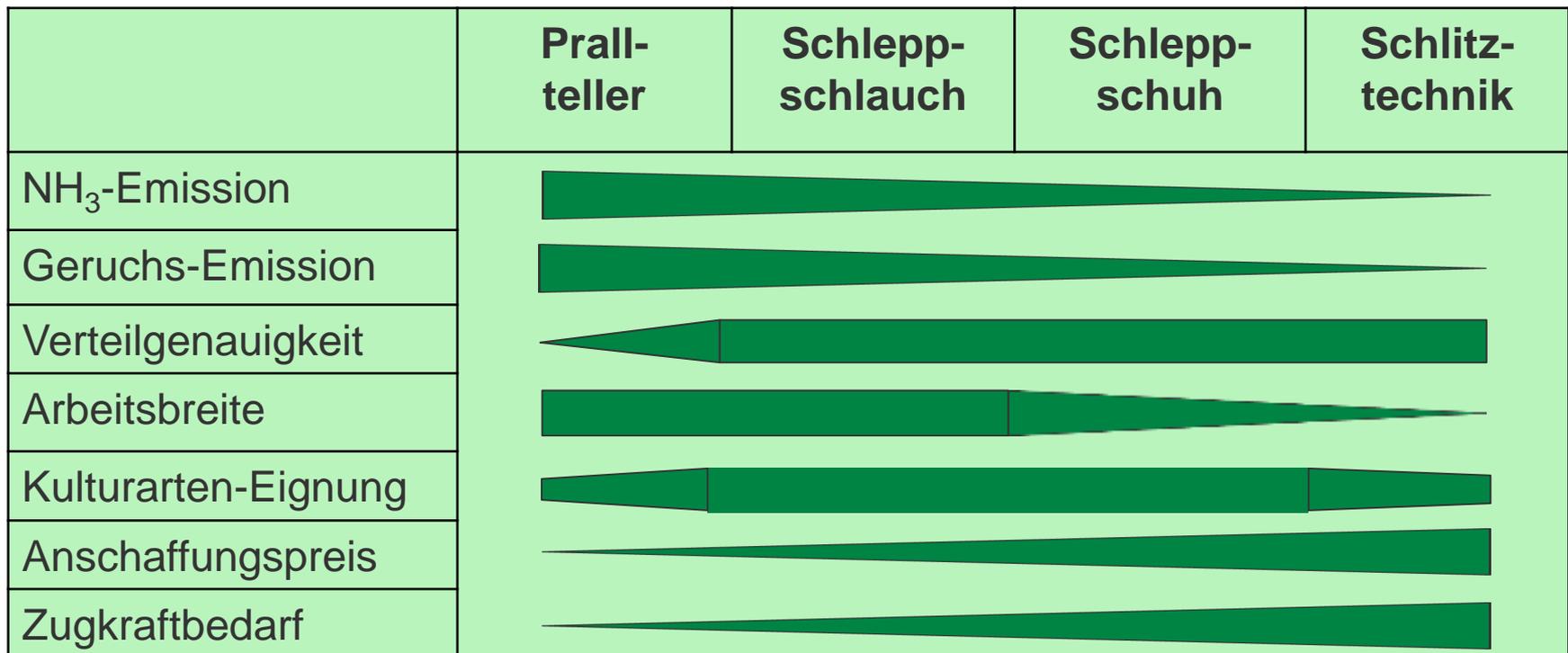
- **Verschiebung der Ausbringung: in das Frühjahr (zu Wintergetreide, Raps), keine Aufbringung mehr auf gefrorenen (tagsüber auftauenden) Boden**
 - Ausbringungstechnik:
 - Auslastung sinkt => Kapazität erhöhen (selbst oder überbetrieblich)
 - weniger Direkteinarbeitung (Güllegrubber), mehr Schlauch-/Schlitztechnik
 - Ausbringung kleiner Mengen ermöglichen
(Gärrest mit 4 kg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{m}^3$: 30 kg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{ha}$ = 7,5 m^3/ha)
 - Grenzen bei Befahrbarkeit beachten
 - maximaler Zwischenfruchtanbau
 - Fruchtfolge anpassen (Feldgras statt Mais?)
 - Ausbringungsplan im Jahresverlauf erstellen
 - Gärrest-Aufbereitung oder Verkauf?
 - je nach verfügbarem Lagerraum: Kapazität erhöhen
- => große Herausforderung für viele Betriebe und Dienstleister!**



Foto: Grunert, LfULG

Aufbringungsverfahren für flüssige Wirtschaftsdünger in Pflanzenbestände

Bewertung durch ausgewählte Kategorien (dicker Balken = hoch)

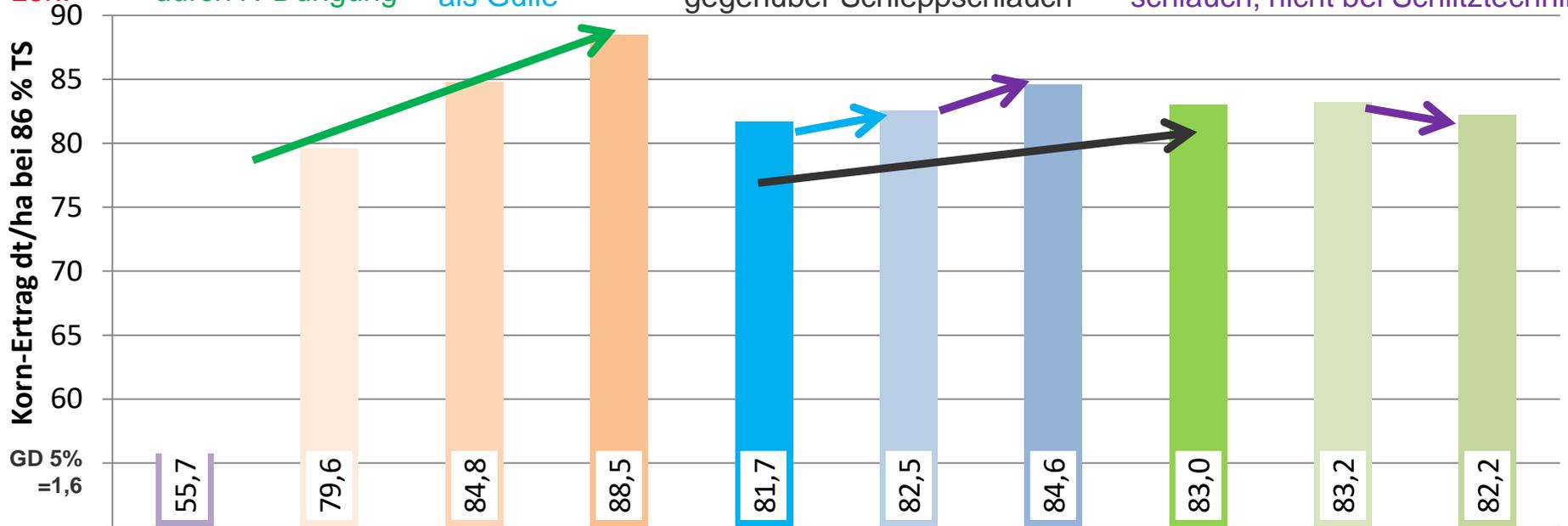


vereinfachte schematische Darstellung nach verschiedenen Quellen

Winterweizen-Ertrag nach differenzierter organischer N-Düngung

Christgrün, sL, V5, Az 35, 2015-2017

Tendenzen: Ertragssteigerung durch N-Düngung | Gärrest besser als Gülle | Schlitzztechnik positiv gegenüber Schleppschlauch | Ansäuerung: positiv bei Schleppschlauch; nicht bei Schlitzztechnik



1a-Gabe	0	19	38	← im Mittel der drei Jahre 57 kg N/ha →				
		KAS	KAS	KAS	Schleppschlauch		Schlitzztechnik	
					Gülle	Gärrest	Gülle	Gärrest
						Säure		Säure
1b-Gabe	0	← im Mittel der drei Jahre 12 kg N/ha als KAS →						
2./3.Gabe	0	← im Mittel der drei Jahre 57 + 52 kg N/ha als KAS →						
Summe	0	139	158	← im Mittel der drei Jahre 176 kg N/ha →				

Prüffaktor organische N-Düngung erreicht nur 32 % des insgesamt gedüngten N

Säure = Ansäuerung mit Schwefelsäure bis pH 6,0

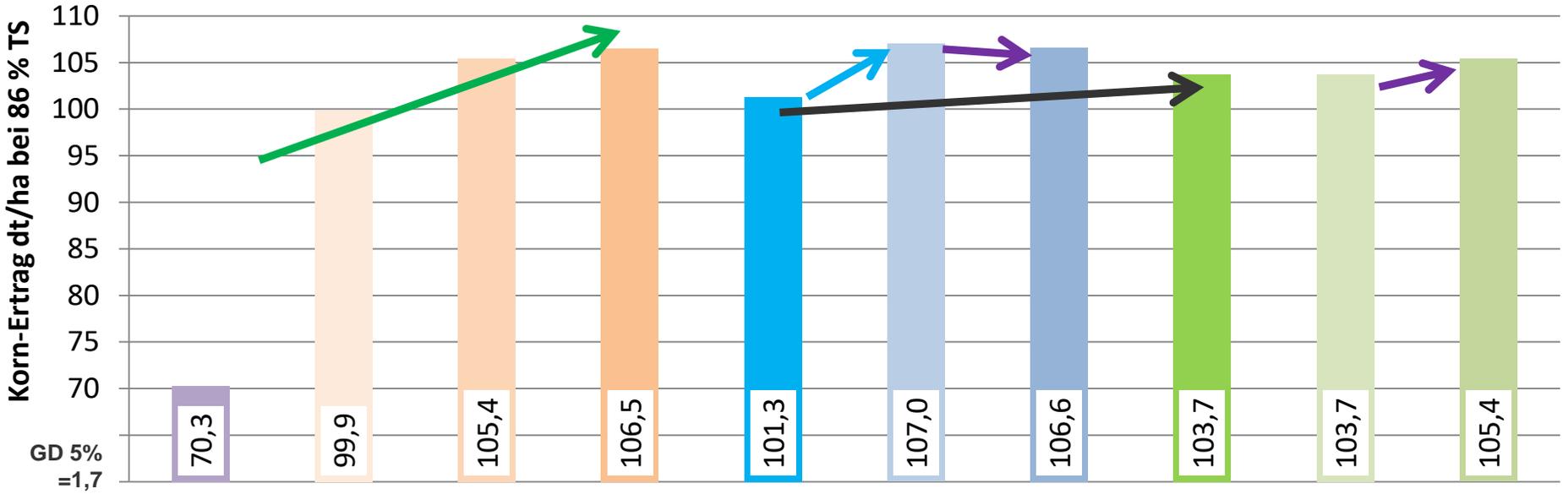
angenommenes N-MDÄ für Gülle/Gärrest:

60 % des N_t

Winterweizen-Ertrag nach differenzierter organischer N-Düngung

Nossen LÖ4b, Ut4, AZ63, 2016-18

Tendenzen: Ertragssteigerung durch N-Düngung Gärrest besser als Gülle Schlitztechnik positiv gegenüber Schleppschlauch Ansäuerung: positiv bei Schlitztechnik; nicht bei Schleppschlauch



1a-Gabe	0	20	40	←----- im Mittel der drei Jahre 60 kg N/ha ----->		
		KAS	KAS	KAS	Schlepptschlauch Gülle	Schlitztechnik Gülle
					Gärrest	Gärrest
					Säure	Säure
1b-Gabe	0	←----- im Mittel der drei Jahre 25 kg N/ha als KAS ----->				
2./3.Gabe	0	←----- im Mittel der drei Jahre 60 + 62 kg N/ha als KAS ----->				
Summe	0	167	187	←----- im Mittel der drei Jahre 207 kg N/ha ----->		

Prüffaktor organische N-Düngung erreicht nur 29 % des insgesamt gedüngten N
 Säure = Ansäuerung mit Schwefelsäure bis pH 6,0 angenommenes N-MDÄ für Gülle/Gärrest: 60 % des N_t
 44 | 22.02.2019 | Dr. Michael Grunert Zieldertrag für N-Düngebedarfsermittlung: 95 dt/ha

Winterraps-Ertrag nach differenzierter organischer N-Düngung

Christgrün, sL, V5, Az 35, 2015-2018

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

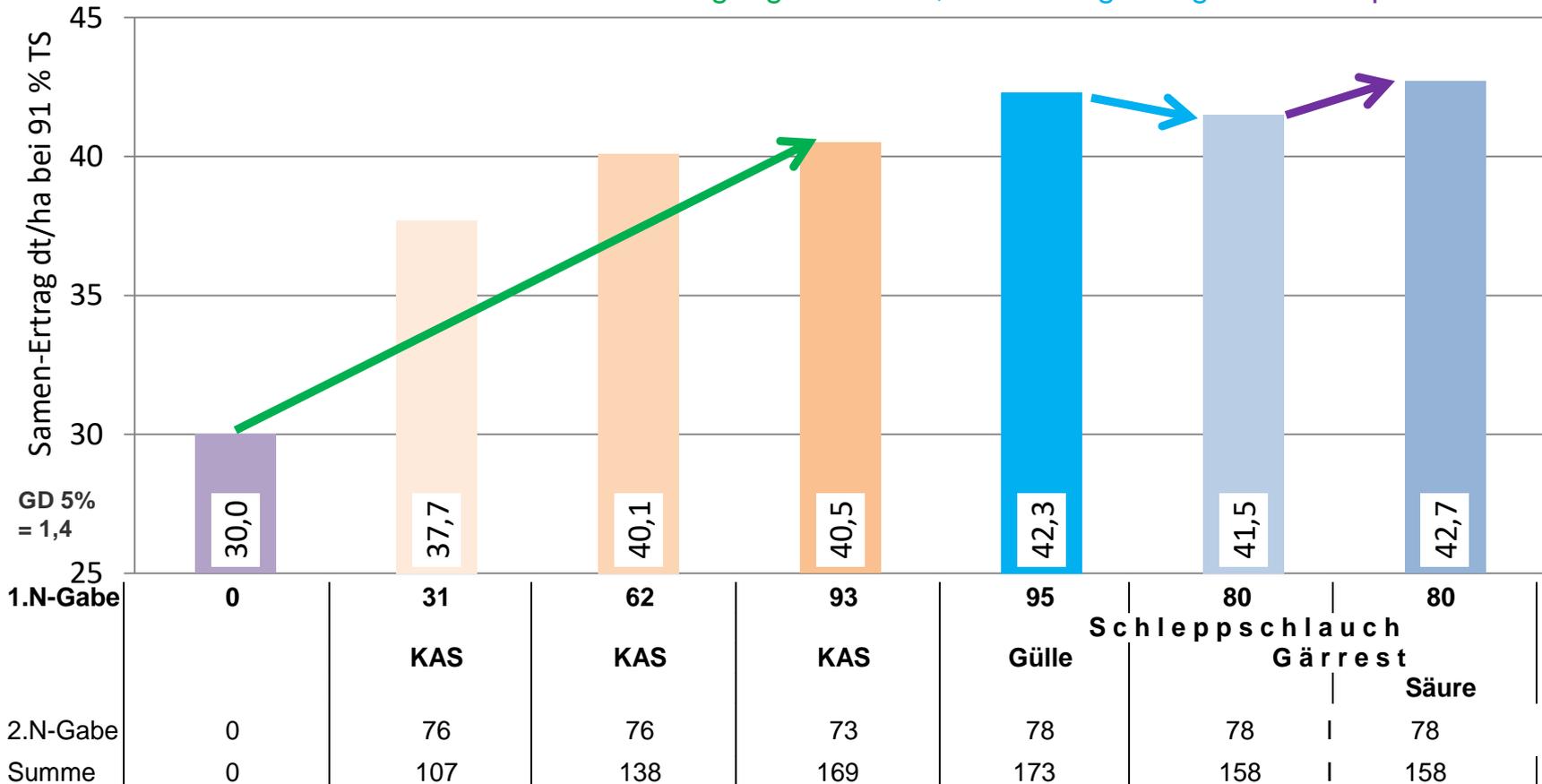


Tendenzen:

Ertragssteigerung durch N-Düngung

Gärrest etwas schlechter als Gülle; aber: 15 kg weniger N

Ansäuerung: positive Wirkung



Prüffaktor organische N-Düngung erreicht nur 50-55 % des insgesamt gedüngten N

Säure = Ansäuerung mit Schwefelsäure bis pH 6,0

angenommenes N-MDÄ für Gülle/Gärrest: 60 % des N_t

Winterraps-Ertrag nach differenzierter organischer N-Düngung

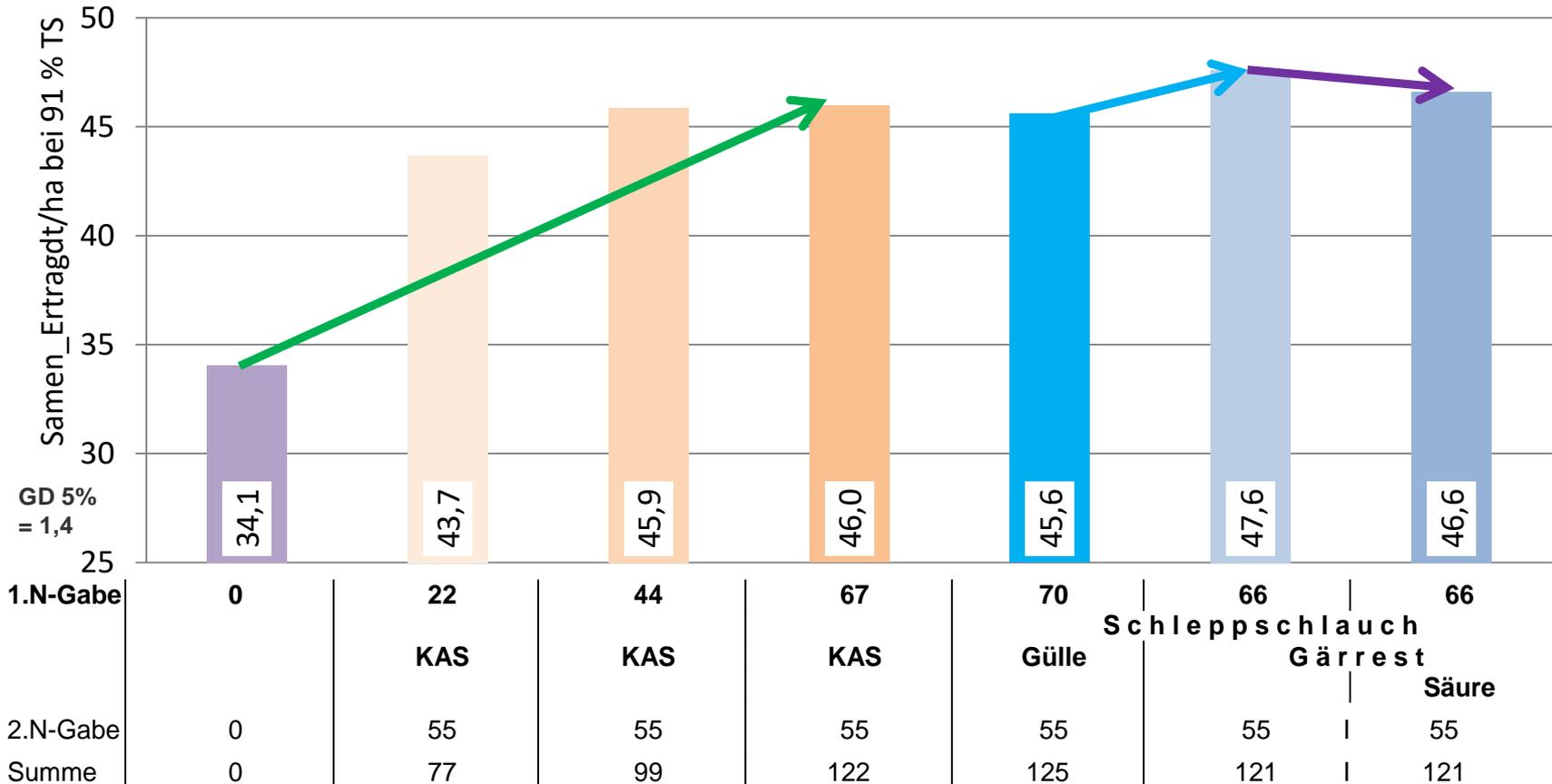
Nossen LÖ4b, Ut4, AZ63, 2016-2018

Tenden-
zen:

Ertragssteigerung
durch N-Düngung

Gärrest signifikant
besser als Gülle

Ansäuerung: keine
positive Wirkung (n.s.)



Prüffaktor organische N-Düngung erreicht nur 45 % des insgesamt gedüngten N

Säure = Ansäuerung mit Schwefelsäure bis pH 6,0

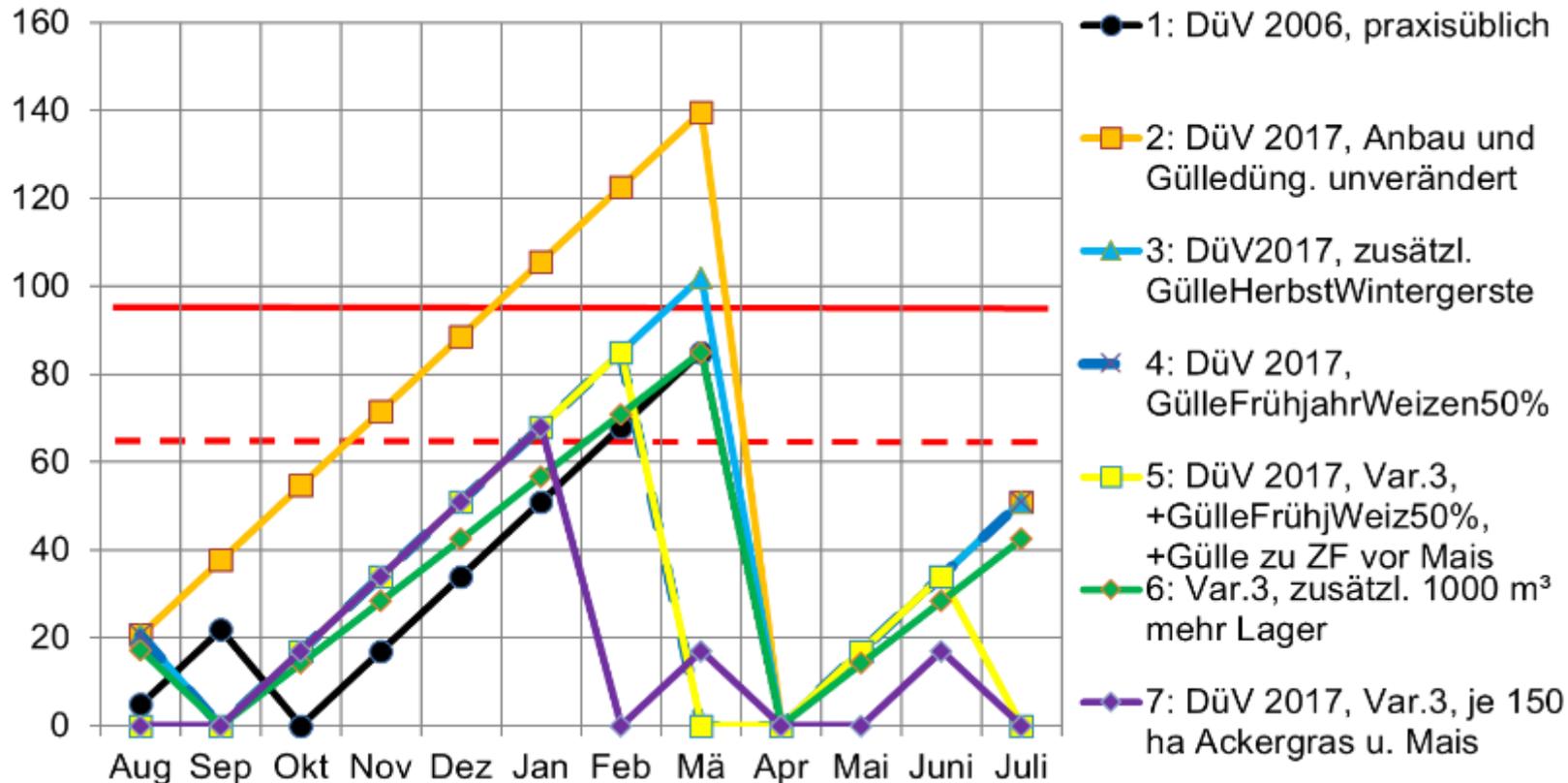
angenommenes N-MDÄ für Gülle/Gärrest: 60 % des N_t

Gülle/Gärrestmanagement

Auswirkung, Handlungsoptionen

Füllstand des Lagers im Jahresverlauf (%)

(= Abbildung aus Vortrag auf Pflanzenbautagung 2017; weitere Verschärfungen mit DüV 2020)



=> durch Erstellung eines Ausbringungsplans für das Kalenderjahr kann die Auswirkung möglicher Anpassungen (wieviel, wann, zu welcher Kulturart) auf die notwendige Kapazität geprüft werden

Inhaltsstoffe von Gärresten

Untersuchungsergebnisse aus der Düngemittelverkehrskontrolle in Sachsen (n= 25)

	TM %	pH	N kg/t FM	NH ₄ -N kg/t FM	Anteil NH ₄ -N %	P ₂ O ₅ kg/t FM	K ₂ O kg/t FM	MgO kg/t FM	OS kg/t FM
Ø	11,1	8,3	5,1	2,9	61,1	3,0	5,4	1,4	87,9
Min	2,5	7,8	2,7	1,7	28,6	1,1	1,2	0,4	17
Max	25,3	8,7	7,8	5,6	100	13,1	12,5	4,7	223

=> Nährstoffgehalte unterliegen größeren Schwankungen

ausgebracht bei Verwendung von o.g. Durchschnittswert und Ziel 100 kg N/ha:

19,6 m³/ha; tatsächlich aber **53 oder auch 153 kg N/ha**

59 kg P₂O₅/ha; tatsächlich aber **22 oder auch 257 kg P₂O₅/ha**

- erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Anlagen und im Jahresverlauf innerhalb einer Anlage
- deutliche Auswirkungen auf N-Effizienz und N-Bilanz

=> keine Veröffentlichung von Richtwerten für Gärreste



Gärreste und Düngerecht weitere Themen

Gärrest-Separierung

- Separierungsprodukte (feste u. flüssige Phase) bleiben unabhängig vom TS-Gehalt
Gärreste - mit allen Vorgaben für Lagerkapazität, Ausbringungszeiten und -mengen

Gärrest-/Gülle-Inhaltsstoff-Analyse mittels NIRS:

- Keine Verwendung von Ergebnissen (z.B. auf Ausbringungsaggregaten)
für düngerechtlich erforderliche Dokumentationen oder Kennzeichnungen!
(für düngemittelrechtliche Kennzeichnung sind zudem wesentlich mehr Angaben erforderlich)
- eine eventuelle DLG-Zertifizierung ist hierfür unerheblich, denn das Verfahren
ist damit noch keine „wissenschaftlich anerkannte Messmethode“
- noch Klärung mehrerer Punkte (Genauigkeit und Streubreite, Erfassung von N, NH₄-N, P, TS,
regelmäßige Kalibrierung, Dokumentation der Ergebnisse,

Schwefelsäure-Ansäuerung von Gärrest-/Gülle bei der Ausbringung

- Absenkung pH-Wert auf ca. 6,0 durch Schwefelsäure-Zugabe bei Ausbringung
=> Minimierung von NH₃-Verlusten (insbesondere bei Gärresten, da hohe pH-Werte)
- noch einige Probleme zu klären
(Arbeitsschutz, Straßentransport, Schwefelmenge, Säurepreise
- bundesweite fachliche Abstimmungen laufen



Vermeidung von Gefährdungen für die Bodenstruktur bei flüssiger organischer Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



organische Düngung kritisch durch hohe Radlasten
optimal:

- Transport und Ausbringung mit verschiedenen Maschinen
- Transportfahrzeug verbleibt auf Feldweg
- Ausbringung auf Stoppel der Vorfrucht
- direkte Einarbeitung
- Niederdruckreifen, Reifendruck absenken
- fahren im „Hundegang“
- Ausbringung nur bei Befahrbarkeit der Flächen, Ausgrenzung von Nassstellen
- Anbau von Zwischenfrüchten, Untersaaten...



Nicht optimal aus Sicht des Bodenschutzes:



Gülle/Gärrest im Frühjahr mögliche Probleme

bei hoher Bodenfeuchte: Fahrspuren mit
bleibenden Wuchsdepressionen,
hier in Weizenbestand am 03.06.2016
nach Gülledüngung im Frühjahr =>

bei späterer Gülledüngung: breite Fahrgassen
mit evtl. bleibenden Wuchsdepressionen



Fotos: Grunert, LfULG



Gülleausbringung im Frühjahr

Verlängerung von Einsatztagen durch neue Technologie

Befahrbarkeitstage zwischen 01.02. und 15.04. je nach Gülle-Ausbringungstechnologie
(Gülleverschlauchung u. -selbstfahrer mit LKW-Antransport, Tridem-Pumptankwagen für Transport+Ausbringung)
Beispielstandort mit tonigem Lehm
Quelle: Ledermüller et.al., 2020

Gülleverschlauchung: ca. +20 Einsatztage gegenüber Selbstfahrer
ca. +30 gegenüber Tridem+Tridem

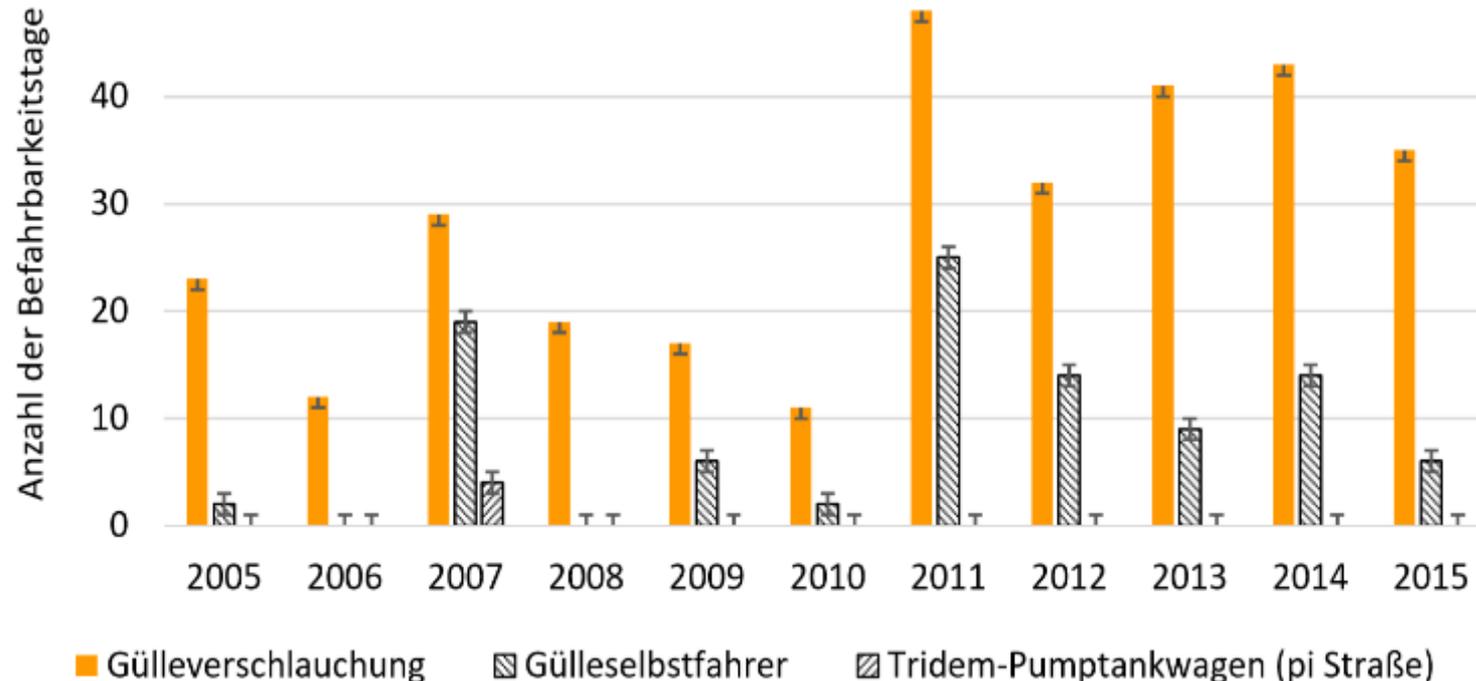


Foto: Grunert, LfULG

4. Management organischer Düngemittel - Schlussfolgerungen

- flüssige organische Dünger sind sicher ein Handlungs-Schwerpunkt
- Verbesserungen betriebsabhängig u.a. erreichbar durch:
 - Ausweitung der Ausbringung zu weiteren Kulturen wie
WWeizen, WGerste, WRaps
 - Optimierung der Ausbringungstechnik:
 - emissionsmindernde Applikation
 - Verminderung des Bodendrucks
- Verwendung von Nitrifikationshemmstoffen
- Inhaltsstoffanalysen (ggf. zukünftig auch mit NIRS)
- ggf. zukünftig Ansäuerung
- Erstellung von Ausbringungsplan
-



Foto: Grunert, LfULG



Foto: Grunert, LfULG

Wintergetreide und Winterraps Handlungsfelder für N-Düngung

5. Optimierung anderer Faktoren

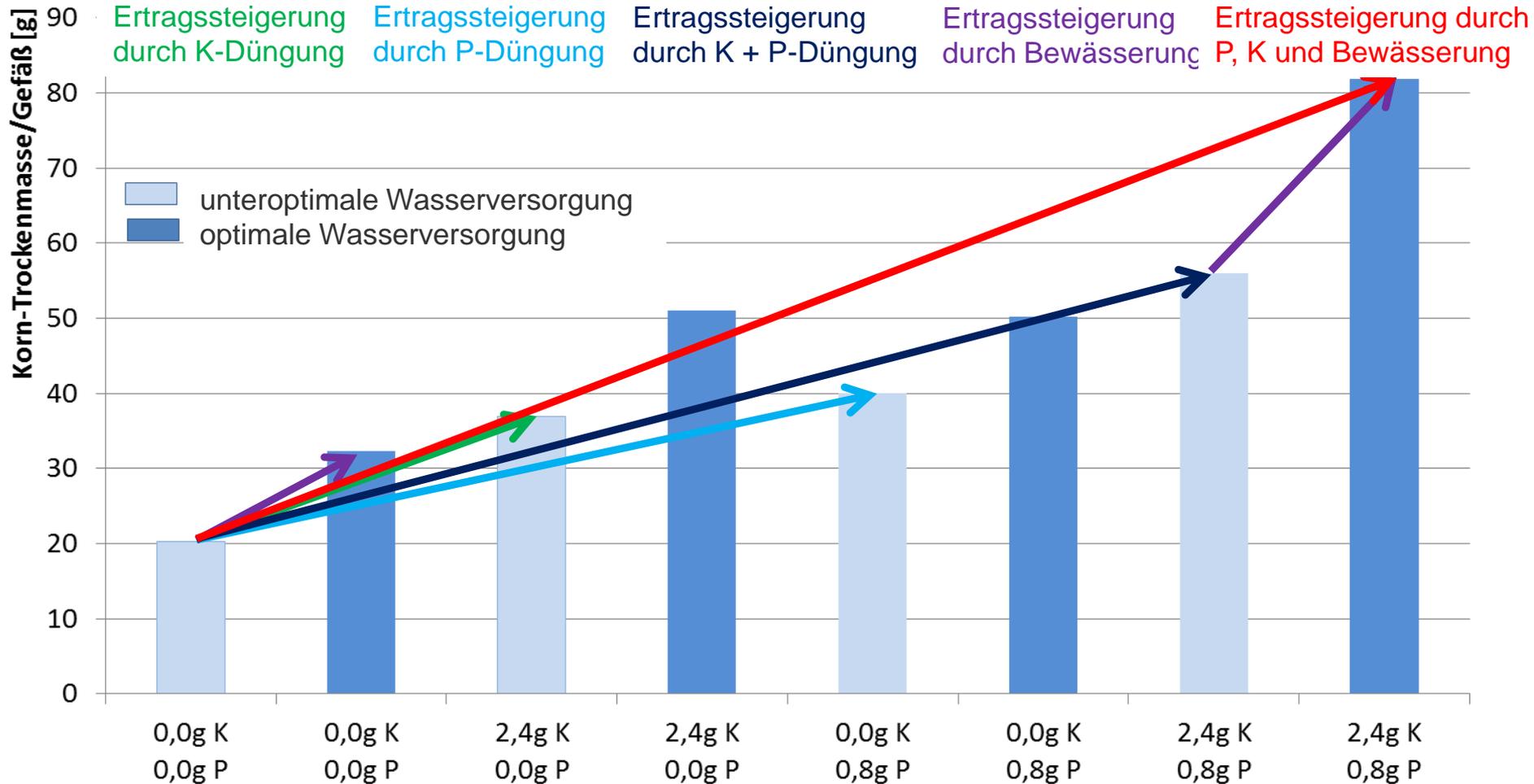
- Grunddüngung (P, K, pH)
- Mikronährstoff- und Schwefelversorgung
- Pflanzenschutz
- Bodenbearbeitung
- Sortenwahl
- Fruchtfolge
- Humusbilanz
- Minimierung von Bodenerosion
-



Keine pauschalen Empfehlungen. Betriebs- und Standort-spezifisch und abhängig von den Rahmenbedingungen.

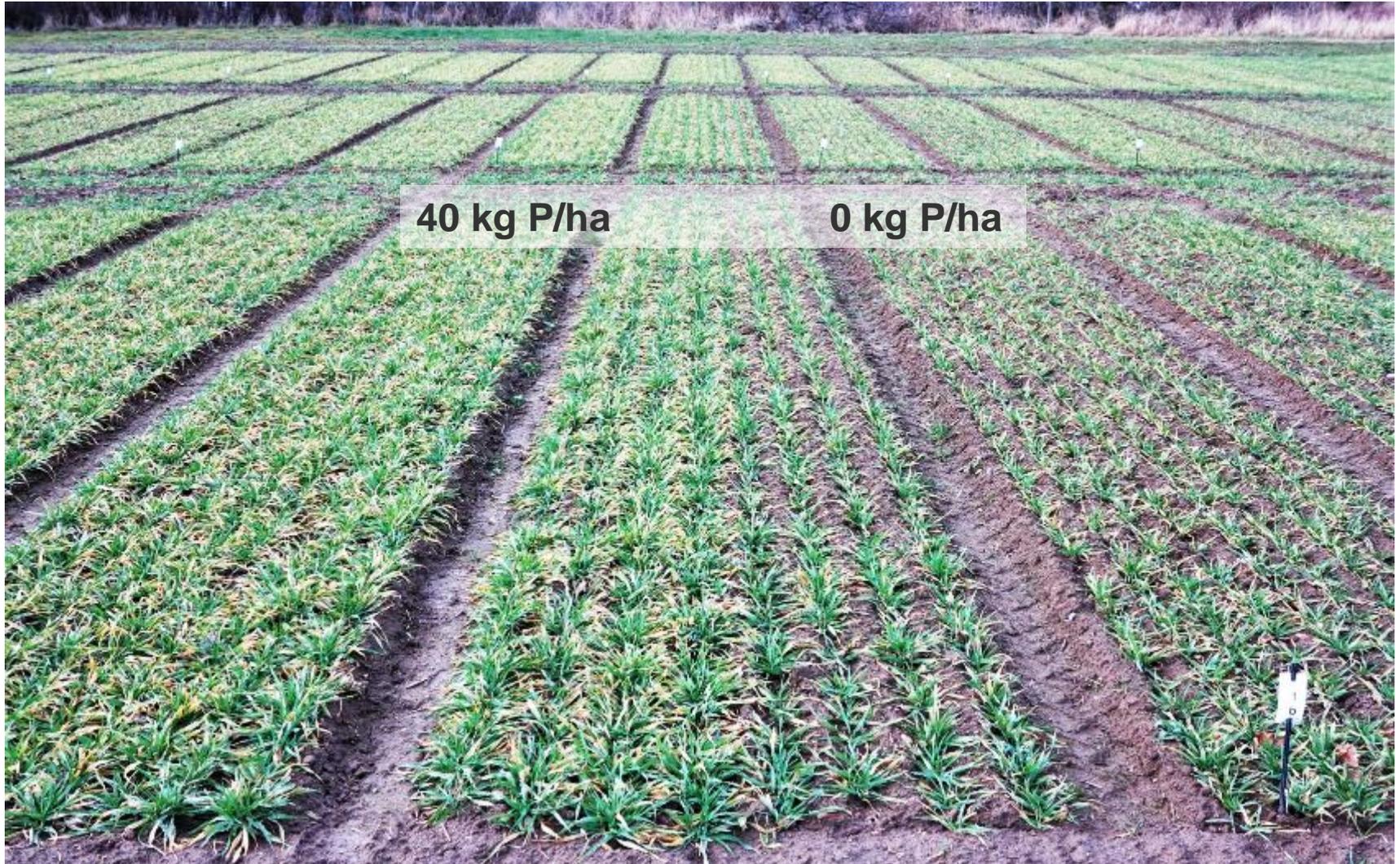
Wirkung einer P/K-Düngung auf den Ertrag von Sommergerste

Gefäßversuch, Nossen, Ø 2013 und 2014



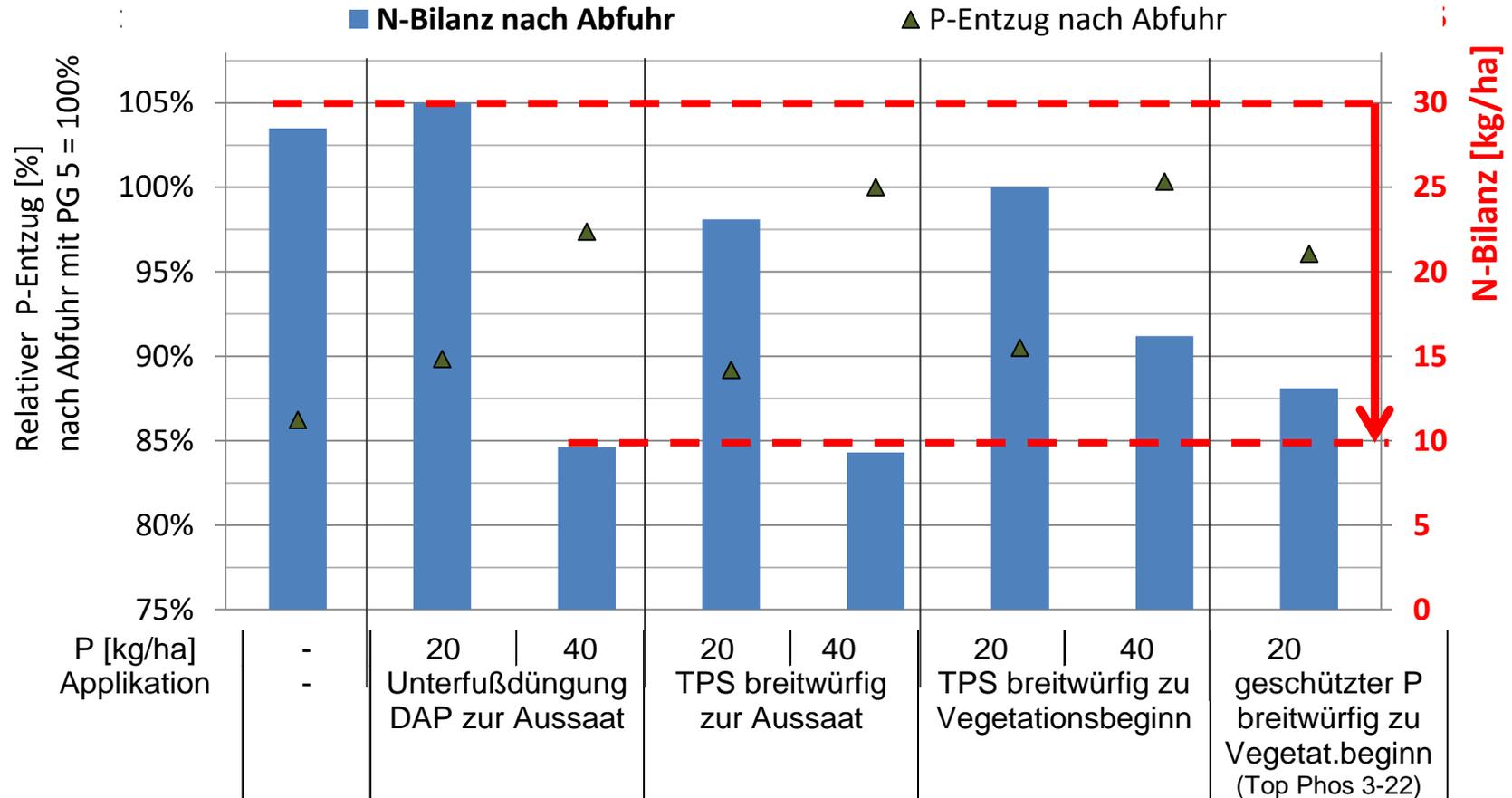
P-Düngewirkung, Dauerversuch Pommritz, Wintergerste, 20.01.2020

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Wirkung differenzierter P-Düngung auf N-Bilanz (und P-Entzug)

Forchheim, V, sL, P_{CAL} vor Anlage: 2,6 mg/100g Boden (B^-), Dauerversuch
Ø 2011-15 Fruchtfolge: SoGerste-WRaps-WWeizen-WGerste-WWeizen



=> Verbesserung der N-Bilanz um ca. 20 kg N/ha nur durch P-Düngung

Ausgabebericht Humusbilanz

Bsp: VDLUFA untere Werte für 4 Jahre

auch möglich: VDLUFA obere und mittlere Werte, standortdifferenzierte Methode

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Konventioneller Landbau - gute fachliche Praxis		BESyD 2019
Humusbilanz von		V02/SNLw
Betrieb: Musterbetrieb Sachsen	04720 Döbeln	21.02.2019

Humusbilanzierung (VDLUFA untere Werte)

Feldstück-Schlag	Schlagname	ha	Anzahl Jahre	Bedarf(1) kg	Reproduktion(2) kg	Saldo kg	Saldo kg/ha/a	Humusgruppe
1 - 1	Schlag 1-1	20,00	4	-32000	32740	740	9	C
2 - 1	Schlag 2-1	10,00	4	-13200	28892	15692	392	E
3 - 1	Schlag 3-1	10,00	4	400	26890	27290	682	E
4 - 1	Schlag 4-1	10,00	4	-8400	28810	20410	510	E
5 - 1	Schlag 5-1	15,00	3	-3600	30084	26484	589	E
6 - 1	Schlag 6-1	15,00	4	600	30030	30630	510	E
9 - 1	Schlag 9-1	2,00	4	-8320	4900	-3420	-428	A

(1)Veränderung der Humusvorräte durch den Fruchtartenanbau / (2)Humusreproduktionsleistung verschiedener organischer Materialien

Durchschnittliche Humusbilanz

	2016	82,00	-16880	28824	11944	146
	2017	82,00	-25280	52475	27195	332
	2018	82,00	-20280	60775	40495	494
	2019	67,00	-2080	40272	38192	570
Summe von	2016 bis 2019	313,00	-64520	182346	117826	
Durchschnitt		78,25	-16130	45587	29457	376

Fehlen Flächenangaben für die Schläge, so kann die durchschnittliche Humusbilanz nicht korrekt berechnet sein !

Der Humusbilanzsaldo soll im Bereich zwischen -75 kg Humus-C/ha/Jahr und +125 kg Humus-C/ha/Jahr liegen und darf den Wert von -75 kg Humus-C/kg/ha/Jahr im dreijährigen Durchschnitt nicht unterschreiten.

Wintergetreide und Winterraps Handlungsfelder für N-Düngung

5. Optimierung anderer Faktoren - Schlussfolgerungen

- Optimierung der N-Düngung muss und kann einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der N-Effizienz leisten
- mit zunehmender Ausschöpfung dieser Optimierungspotenziale gerät dieser Themenkomplex an die Grenzen; hohe N-Effizienz ist nur erreichbar, wenn die Voraussetzungen hierfür geschaffen werden, andere Faktoren nicht begrenzend wirken
- große Potenziale: optimale Grunddüngung (P, K, z.T. pH)
- Schwefelversorgung gewinnt mit abnehmenden Einträgen aus der Luft erheblich an Bedeutung
- Reserven auch bei Mikronährstoffen (Menge, Verfügbarkeit)
- Potenziale bestehen in der Sortenwahl (Qualitätsstabilität)
- grundlegende Faktoren sind desweiteren u.a.:
Ausnutzung der Potenziale der Fruchtfolgeoptimierung,
von Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung (incl. Erosionsminderung)
-



Foto: Grunert, LfULG



Foto: Grunert, LfULG

Wintergetreide und Winterraps Handlungsfelder für N-Düngung

6. weiterhin Nährstoffbilanzierung

DüV 2020:

- keine Flächenbilanz (N, P) mehr gefordert

sinnvoll und evtl. anzustreben:

- Weiterführung der Bilanzierung

empfehlenswert:

- Schlagbilanzierung

Warum?

- oft größere Betriebe mit verschiedenen Böden
 - in Sachsen kleinräumig größere Bodenunterschiede (Entstehungsbedingt)
 - Bewirtschafterwechsel durch hohe Pachtanteile
 - differenzierte organische Düngung je nach Lage der Fläche im Betrieb
- => differenzierte Ertragspotenziale, Humus- und verfügbare Nährstoffgehalte, pH, Wasserkapazität ...
- => oft drastische Unterschiede:
in Nährstoffentzügen und damit -bilanzen,
in der Folge deutliche Nährstoffan- oder -abreicherung

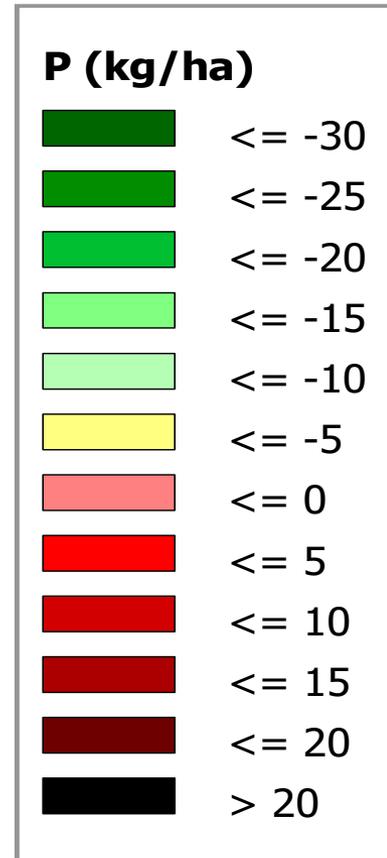
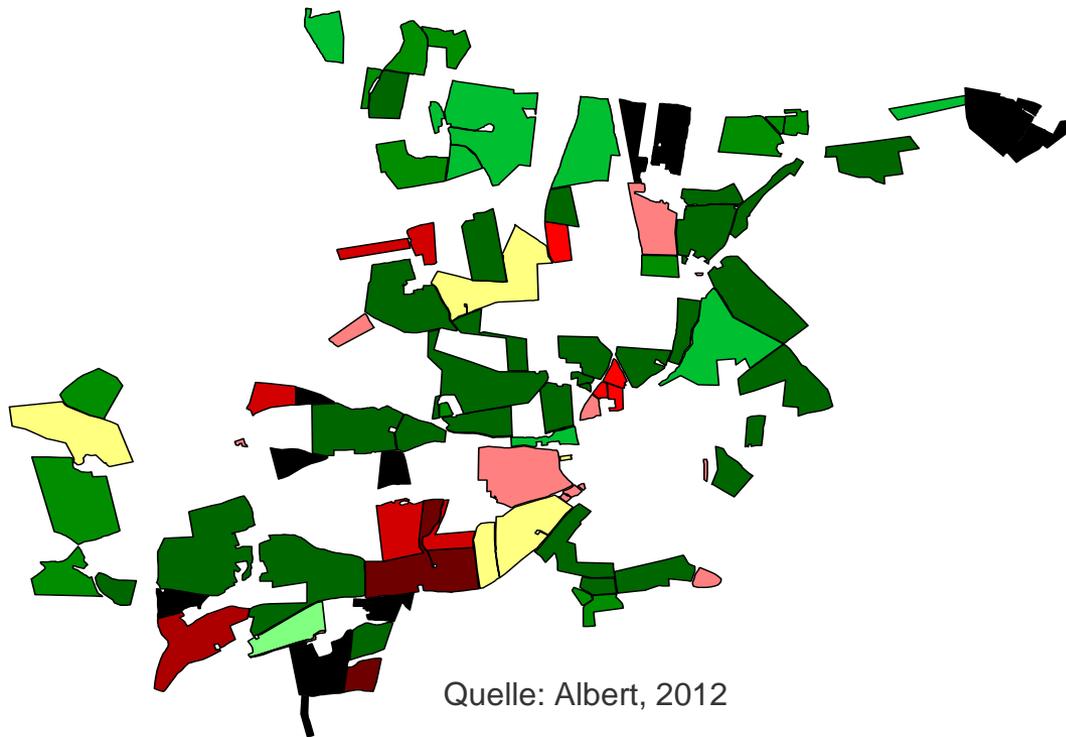


Foto: Grunert, LfULG



Foto: Grunert, LfULG

schlagspezifische P-Bilanzierung in einem Praxisbetrieb (dreijährige Mittelwerte)

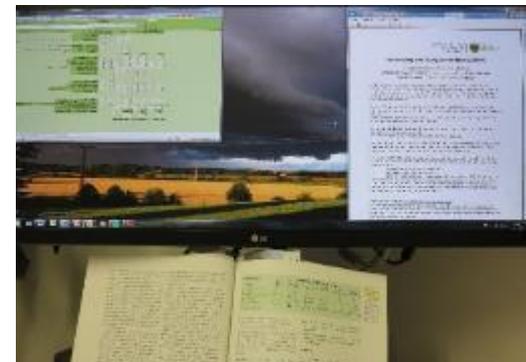


=> im Mittel des Betriebes leicht negative P-Bilanz,
trotzdem sowohl extrem schlecht als auch extrem zu gut versorgte Flächen
=> besserer Ertrag und Wirtschaftlichkeit verschenkt

BESyD Ausgabebericht schlagbezogene Nährstoffbilanz (Bsp. für drei Jahre)



Fotos: Grunert, LfULG



Feldstück-Schlag	1 - 1	Schlag 1-1	20 ha	BG4	L6
Versorgungsstufe P:			<input type="checkbox"/> C	K: <input type="checkbox"/> C	Mg <input type="checkbox"/> D

Nährstoffe (kg/ha)						
Datum	Bezeichnung	Menge	N	P	K	Mg

Bilanz für 2011

Zufuhr organische Düngung						
05.04.2011	Gülle normal/ Rind	30,00 m³/ha	93	20	133	15
Zufuhr mineralische Düngung, legume N-Bindung						
15.04.2011	Kalkammonsalpeter 27	2,04 dt/ha	55	0	0	0
01.09.2011	Braunkalk 80	25,00 dt/ha	0	0	0	0
Nährstoffentzug durch Ernteprodukte						
10.07.2011	Silomais	480,00 dt/ha	182	34	178	34
Saldo (Summe Nährstoffzufuhr - Nährstoffentzug)			-34	-14	-45	-19

Bilanz für 2012

Zufuhr organische Düngung						
13.10.2011	Stallmist/ Rind	25,00 t/ha	131	35	259	20
Zufuhr mineralische Düngung, legume N-Bindung						
14.04.2012	Korn-Kali 40	1,60 dt/ha	0	0	53	6
14.04.2012	Kalkammonsalpeter+Mg 27	1,48 dt/ha	40	0	0	4
Nährstoffentzug durch Ernteprodukte						
01.10.2012	Zuckerrüben (Nebenprodukt auf Schlag *)	550,00 dt/ha	99	22	116	28
Saldo (Summe Nährstoffzufuhr - Nährstoffentzug)			72	13	196	2

Bilanz für 2013

Zufuhr organische Düngung						
01.10.2012	Blatt Zuckerrüben	38,50 t/ha	0	0	0	0
01.03.2013	Gülle normal/ Rind	30,00 m³/ha	93	20	133	15
Zufuhr mineralische Düngung, legume N-Bindung						
20.04.2013	Kalkammonsalpeter 27	2,20 dt/ha	59	0	0	0
15.05.2013	Kalkammonsalpeter 27	2,00 dt/ha	54	0	0	0
20.06.2013	Kalkammonsalpeter 27	2,60 dt/ha	70	0	0	0
Nährstoffentzug durch Ernteprodukte						
25.08.2013	Winterweizen A,B	80,00 dt/ha	201	36	114	18
Saldo (Summe Nährstoffzufuhr - Nährstoffentzug)			75	-16	19	-3

Summe Nährstoffbilanz	von 2011 bis 2013	113	-17	170	-20
Durchschnittliche Nährstoffbilanz		38	-6	57	-7

*) nur Anrechnung des abgefahrenen Ernteproduktes

Wintergetreide und Winterraps Handlungsfelder für N-Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



7. zusätzlich für Nitrat-Gebiete:

- differenzierte N-Reduzierung je nach Kulturart, Qualitätsstufe und Standortbedingungen
- Kulturen tauschen mit „nicht-Nitrat-Gebiet“
-

Foto: Grunert, LfULG

Foto: Grunert, LfULG

differenzierte N-Reduzierung der Schläge/Kulturarten im Nitratgebiet

Beispielsrechnung für 2 Schläge

Schlag		1	2	3	4	5	Gesamt
Fläche	ha	50	40	30	20	10	150
N-DBE nach DüV	kg N/ha	150	120	100	130	180	
	kg N	7.500	4.800	3.000	2.600	1.800	19.700
-20 % N zur N-DBE	kg N/ha	120	96	80	104	144	
	kg N	6.000	3.840	2.400	2.080	1.440	15.760
tatsächlich ausgebrachte N-Düngung	kg N/ha	150	90	60	100	86	
	(Diff. zu -20% N)	(+30)	(-6)	(-20)	(-4)	(-58)	
	kg N	7.500	3.600	1.800	2.000	860	15.760
	(Diff. zu -20% N)	(+1.500)	(-260)	(-600)	(-80)	(-560)	(+/- 0)

> 20 % Reduzierung bei Kulturen, bei denen dies die geringsten Erlösminderungen erwarten lässt; z.B. Silomais, Braugerste, Zuckerrüben

verbleibender Rest aus
Düngung Schläge 1-4

< 20 % N-Reduzierung (\leq N-DBE nach DüV!) bei N-sensiblen Kulturen (z.B. Qualitätsweizen)

=> Chancen, die Ertrags-/Erlös-mindernde Wirkung abzuschwächen

Die Gesamtsumme aus den um 20 % reduzierten N-DBE der Einzelschläge des Betriebes im Nitrat-Gebiet darf nicht überschritten werden! (kg N gesamt)

Wo durch deutlich reduzierte N-Düngung die geringsten Verluste?

Flächen mit:

- guten Mineralisierungsbedingungen
- langjähriger organischer Düngung
- eher nicht nach Strohdüngung
- Zwischenfruchtanbau ohne Beerntung
- Vorfrucht mit N-haltigen Ernteresten
- hohem Humusgehalt, engem C:N -Verh.
- hoher Ackerzahl; guter Nährstoffbindg.
- optimaler Nährstoffversorg. (P, K
- optimalem pH-Wert
- optimaler Bodenstruktur
- guter Wasserversorgung
-

Pflanzenarten/Qualitätsstufen mit:

- flacher Ertragskurve
(geringer Ertragszuwachs je kg gedüng. N, z.B. Mais)
- geringen N-abhäng. Qualitätsansprüchen
(z.B. kein Qualitätsweizen)
- geringem N-Bedarf je dt (z.B. Braugerste)
- langer Vegetationszeit (Spätso./Herbst)
(z.B. Mais, Zuckerrübe)
- intensiver Bodenbearbeitung oder Hacken
- tiefer und/oder intensiver Durchwurzelung
- guter vor-Winter-Entwicklung (z.B. Winterraps)
- vorherigem Zwischenfruchtanbau
(da nach DüV kaum Anrechnung des aufgenommen N)
- organischer Düngung (z.B. Mais)
- voller Abreife bis zur Erntezeit (kein Gemüse)

=> Möglichkeiten zur Variation der reduzierten N-Düngung im Nitratgebiet

=> Nachweis mit Exaktversuchen

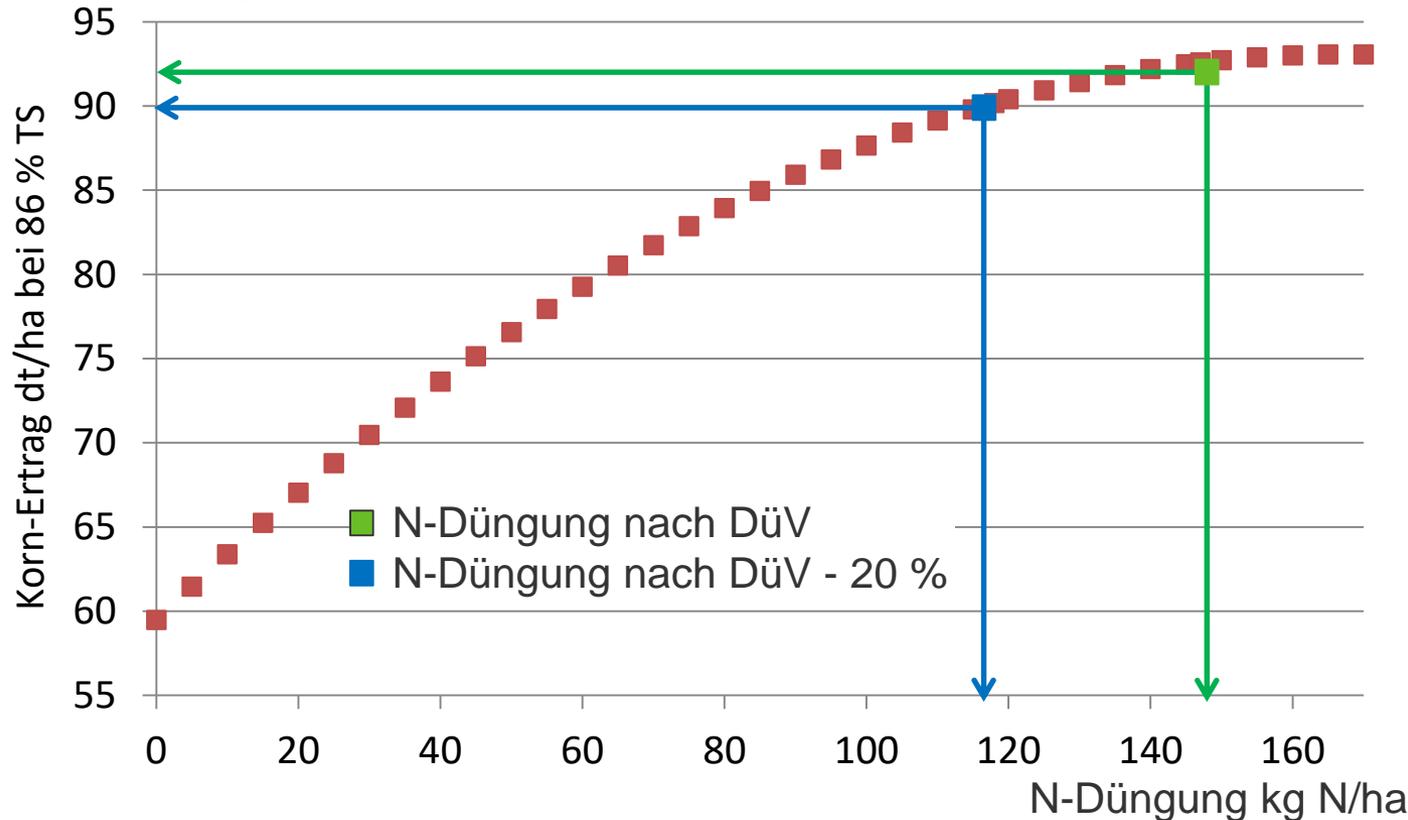
=> Nutzung eigener Erfahrungen

Wintergerste -20 % N-Düngung Wirkung auf Ertrag u. Rohprotein im N-Steigerungsversuch

Christgrün, V5, Lt2, Az35, Ø 2015-2018 (N-DBE nach Methodik DüV 2017)

■ **DüV -20%** ■ **DüV** BESyD Grenzdif.

Düngung kg N/ha	118 (-29)	147	135	(5%)
Kornertrag dt/ha	90,1 (-2,2)	92,3	90,7	2,0
Rohprotein % i. TS	11,73 (-0,84)	12,29	12,26	



- bei -20% N-Düngung
geringerer Ertrag
- um ca. 1 % geringerer
Rohproteingehalt
(ist aber nicht so entschei-
dend wie beim Weizen)

Winterweizen -20 % N-Düngung

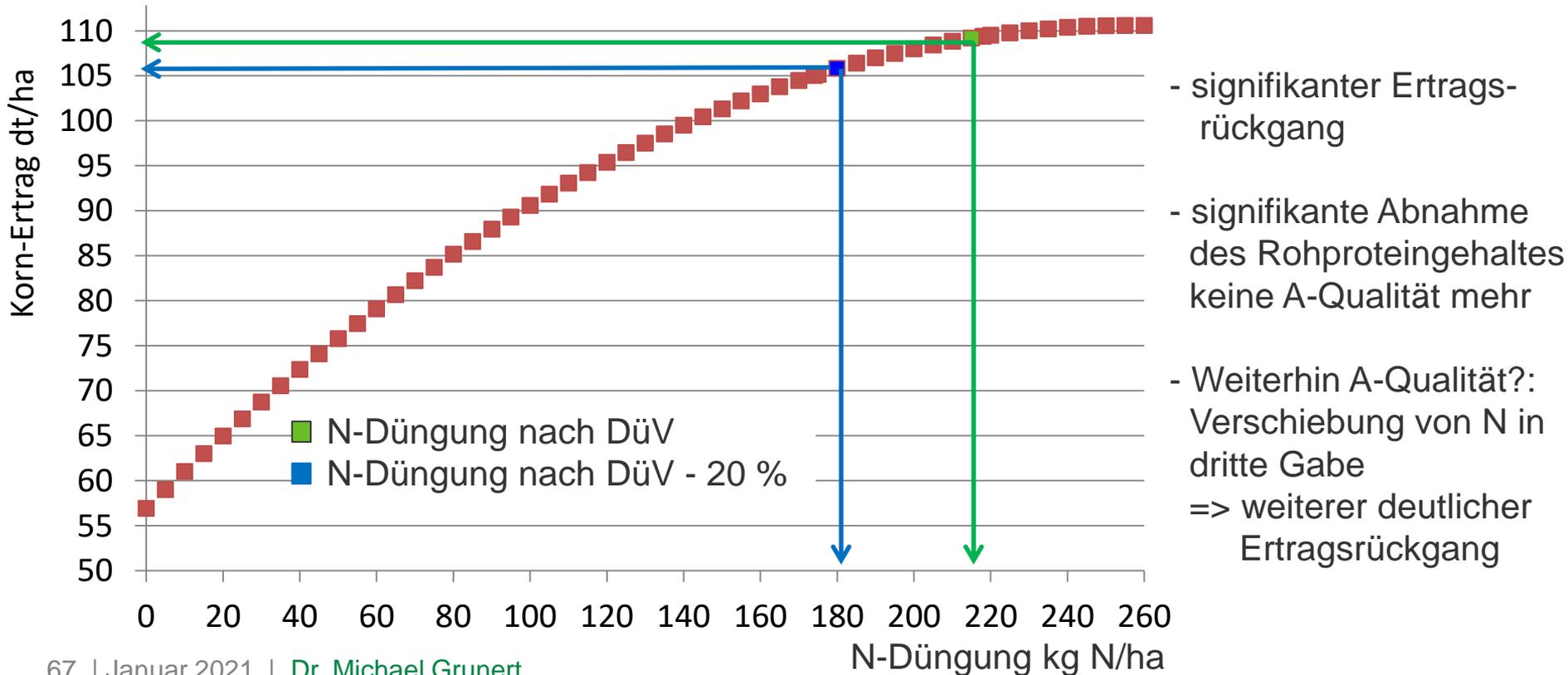
Wirkung auf Ertrag, Rohprotein im N-Steigerungsversuch

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Nossen, Lö4b, Ut4, Az63, Ø 2015-2018 (N-DBE nach Methodik DüV 2017)

	■ DüV -20%	■ DüV	BESyD	Grenzdif.
Düngung kg N/ha	174 (-44)	218	206	(5%)
Kornertrag dt/ha	105,1 (-3,3)	108,4	108,8	1,7
Rohprotein % i. TS	12,86 (-0,58)	13,44	13,49	0,13

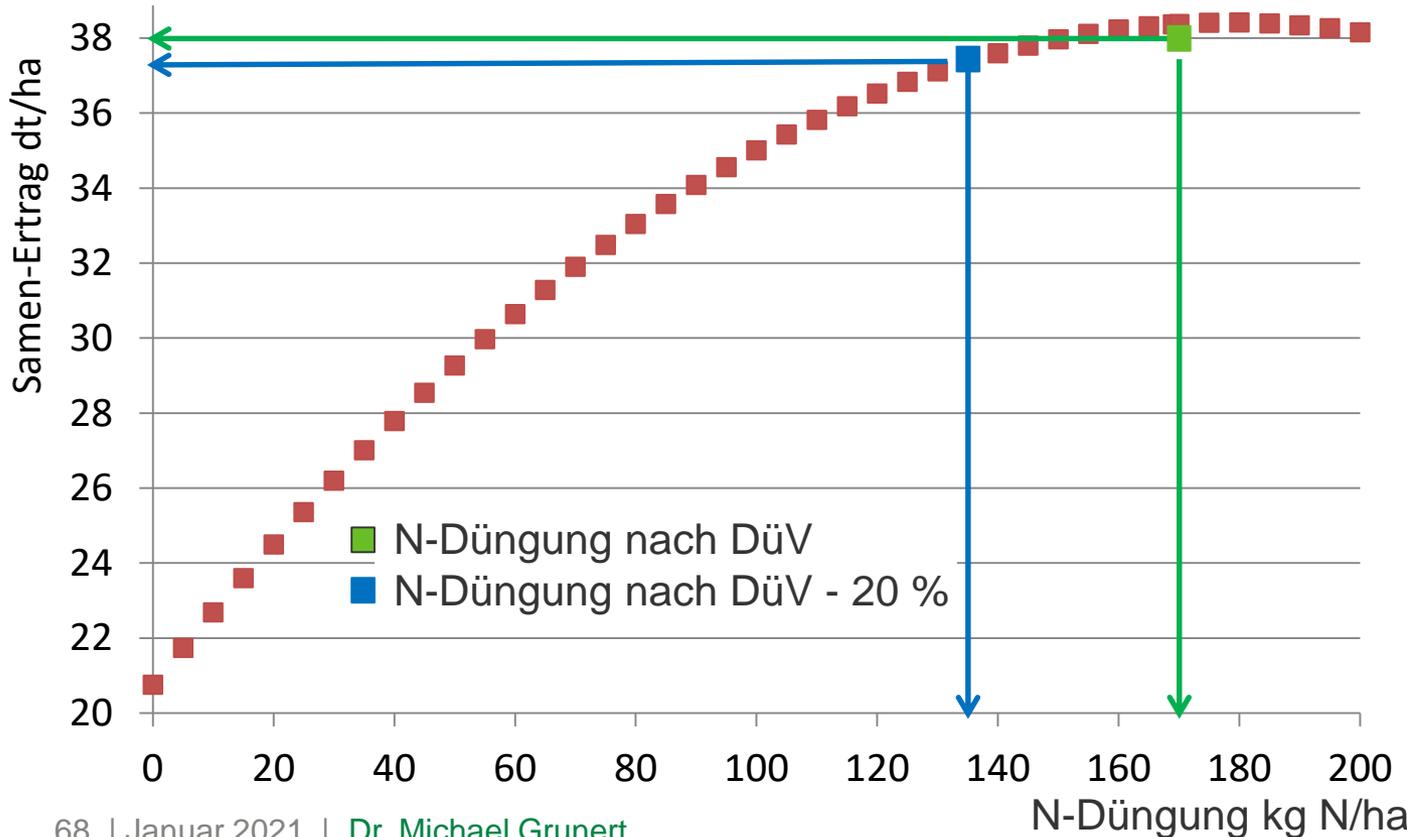


Winterraps -20 % N-Düngung Wirkung auf Ertrag und Ölgehalt im N-Steigerungsversuch

Baruth, D3, IS, Az32, Ø 2015-2018 (N-DBE nach Methodik DüV 2017)

■ **DüV -20%** ■ **DüV** BESyD Grenzdif.

Düngung kg N/ha	135 (-34)	169	158	(5%)
Samenertrag dt/ha	37,4 (-0,6)	38,0	38,3	1,2
Ölgehalt % i. TS	47,3 (+1,1)	46,2	46,5	



- bei -20% N-Düngung:
- gleicher Ertrag (nicht signifikante leichte Abnahme)
 - leichte Zunahme des Ölgehaltes

Handlungsoptionen

Kulturen tauschen mit „nicht-Nitrat-Gebiet“

(nur Option für Betriebe mit ausreichend Flächen außerhalb von Nitratgebieten)

Konzentration von Kulturen ohne N-Düngebedarf im Nitrat-Gebiet:

- kein N-Bedarf (z.B. Erbse oder Klee gras) => keine Reduktion erforderlich
- somit für diese Kulturen keine negative Wirkung
- aber: geringerer Spielraum für Verschiebung zwischen den Kulturen/Schlägen

Konzentration von eher N-extensiven Kulturen/Qualitätsstufen im Nitrat-Gebiet:

- bringt im Kern nichts; es sind immer 20 % vom ermittelten N-DBE abzuziehen

im Nitrat-Gebiet Konzentration von Kulturen, die durch -20%-N-Reduzierung die geringsten Erlösminderungen erwarten lassen, z.B.:

- Silomais - Zuckerrüben - Sommergerste als Braugerste
- Winterraps (insbesondere bei oftmalig üppiger Herbstentwicklung)

aber:

- einseitigere und engere Fruchtfolgen in und außerhalb des Nitratgebiets mit allen bekannten negativen Wirkungen
- Monitoring der DüV: Erfassung von Gebieten in und außerhalb der Nitratgebiete

Düngung unter der DüV 2020

Zusammenfassung Wintergetreide

- fachlich vertiefte N-Düngebedarfsermittlung zeigt standortabhängig Spielräume, zu Wintergerste und Winterroggen stärker als zu Winterweizen
- Reduzierung des N_{\min} zu Vegetationsende (und in der Folge im Frühjahr)
 - erhält Spielräume für die Bestandesführung und reduziert N-Verluste
 - beides trifft für Wintergetreide und nochmals verstärkt für Winterweizen zu
- bestandesabhängige Anpassung von Teilgabenhöhe und -termin bietet erhebliches Optimierungspotenzial (Gesamthöhe auch dann \leq N-Düngebedarf nach DüV!)
- Nutzung von N-effizienten und Qualitäts-stabilen Sorten
- Vorteile von Stabilisierung, teilschlagspezifischer Düngung evtl. Platzierung nutzen
- Ausbringung flüssiger organischer Düngemittel auch zu Wintergetreide prüfen
 - dabei emissionsmindernde Technik einsetzen (z.B. Schlitztechnik)
- mit zunehmender Optimierung der N-Düngung gewinnen Potentiale zur Verbesserung anderer Faktoren an Bedeutung (P, K, S, Mikronährstoff-Düngung, Sortenwahl (Qualitätsstabilität), Fruchtfolge, Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung ...)
- 20%ige N-Reduzierung in Nitratgebiet insbes. für Qualitätsweizen sehr kritisch, evtl. Prüfung differenzierter Reduzierung zu verschiedenen Kulturen

Düngung unter der DüV 2020

Zusammenfassung Winterraps

- fachlich vertiefte N-Düngebedarfsermittlung zeigt standortabhängig Spielräume, insbes. durch Berücksichtigung der N-Aufnahme vor Winter (ist quasi fachliche Pflicht)
- Winterraps nimmt bei ausreichendem Bestand hohe N-Mengen vor Winter auf; N-Düngung zur Aussaat daher meist unkritisch für N_{\min} zu Vegetationsende;
 - standortspezifische Abwägung der Vor-/Nachteile einer Herbst-N-Düngung; unter Berücksichtigung des geforderten Abzugs des Herbst-N im Frühjahr
- Vorteile von Stabilisierung, teilschlagspezifischer Düngung evtl. Platzierung nutzen
- Ausbringung flüssiger organischer Düngemittel auch zu Winterraps prüfen
 - dabei emissionsmindernde Technik einsetzen (strip-till, Schleppschlauch)
- mit zunehmender Optimierung der N-Düngung gewinnen Potentiale zur Verbesserung anderer Faktoren an Bedeutung (P, K, S, Mikronährstoff-Düngung, Sortenwahl (Qualitätsstabilität), Fruchtfolge, Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung ...)
- 20%ige N-Reduzierung in Nitratgebiet für Winterraps weniger kritisch als z.B. für Qualitätsweizen

Informationen zum Düngerecht

Seit 1.5.2020 gilt die novellierte Düngeverordnung.

Seit dem 1.1.2021 gilt die Sächsische Düngerechtsverordnung vom 30.12.2020.

Bitte beachten Sie, dass teilweise Bundesland-spezifische Regelungen gelten.

Bitte nutzen Sie das Informationsangebot des LfULG:

- aktuell 32 Hinweisblätter und 34 Datentabellen

- Düngung: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/duengung-20165.html>

- DüV: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/umsetzungshinweise-dungeverordnung-20300.html>
auf dieser Seite auch Hinweise zur SächsDüReVO

- StoffBilV: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/stoffstrombilanzverordnung-20315.html>

- BESyD: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/besyd>
aktuelle Version: V08 von 12/2020



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Foto: Grunert

Dr. Michael Grunert (035242) 631-7201 michael.grunert@smul.sachsen.de