



N-Düngebedarfsermittlung Teil 2

Dr. Friedhelm Fritsch, DLR R-N-H, Bad Kreuznach

1

Beispiel zur N-Bilanz einer Fruchtfolge: Welche Intensität ist optimal?

	N-Abfuhr	N-Düngung		N-Abfuhr	N-Düngung
Pro ha	kg N			kg N	
40 dt Wi-Raps	$40 \cdot 3,35 = 134$	180	40 dt Wi-Raps	$40 \cdot 3 = 120$	150
80 dt Wi-Weizen (E) (14 % RP)	$80 \cdot 0,86$ $\cdot 14:5,7 =$ 169	210	80 dt Wi-Weizen (A) (12,5 % RP)	$85 \cdot 0,86$ $\cdot 12,5:5,7 =$ 160	180
70 dt Wi-Gerste (12 % RP)	$70 \cdot 0,86$ $\cdot 12:6,25 =$ 115	150	70 dt Wi-Gerste (11 % RP)	$70 \cdot 0,86$ $\cdot 11:6,25 =$ 106	130
Summe	418	540		386	460
N-Bilanz	+ 122			+ 74	
N-Bilanz/Jahr	+ 41			+ 25	

Stickstoff über die Fruchtfolge bilanzieren

Genügt leider nicht den Vorgaben der DüV

Die Düngeverordnung fordert eine N-Düngebedarfsermittlung unter Berücksichtigung von $N_{\min}$ und weiteren Bewirtschaftungsdaten und gleichzeitig die Einhaltung eines N-Bilanzsaldos (50 kg N/ha*a im BetriebsØ; der Nährstoffvergleich ist mit der DüV von 2020 entfallen),

2

Berechnungen zur N-Verwertung von Getreide

N-Abfuhr mit Getreidekorn (Korn-N-Ertrag)

Weizen $\text{kg Korn-N/ha} = \text{dt Korn}_{\text{FM}}/\text{ha} * \% \text{ TM}/100 * \% \text{ RP}_{\text{TM}} : 5,7$

Sonst. Getreide $\text{kg Korn-N/ha} = \text{dt Korn}_{\text{FM}}/\text{ha} * \% \text{ TM}/100 * \% \text{ RP}_{\text{TM}} : 6,25$

Bsp.: $80 \text{ dt Weizen/ha} * 0,86 * 14 : 5,7 = 169 \text{ kg N/ha}$

N-Aufnahme Getreide (Korn + Stroh + Wurzeln + Stoppeln)

$\text{kg Korn-N/ha} = \text{dt Korn}_{\text{FM}}/\text{ha} * \% \text{ TM}/100 * \% \text{ RP}_{\text{TM}} : 5,7 \text{ bzw. } 6,25$

$\text{kg Stroh-N/ha} = \text{dt Korn}_{\text{FM}}/\text{ha} * \text{Korn:Stroh-Verhältnis} * 0,5$

(N-Gehalt Stroh ist abhängig von N-Versorgung)

$\text{kg Wurzel- u. Stoppel-N} = (\text{Korn-} + \text{Stroh-N}) * 0,1x$

Bsp.: $80 \text{ dt Wz/ha} * 0,86 * 14 : 5,7 = 169 \text{ kg Korn-N/ha}$

$80 * 0,8 * 0,5 = 32 \text{ kg Stroh-N/ha}$

$(169 + 32) * 0,13 = 26 \text{ kg Wurz.-Stoppel-N/ha}$

von Pflanzen aufgenommen = 227 kg N/ha

Korn:Stroh-Verhältnisse 1 : x

Weizen 0,8

Trit., Roggen 0,9

Hafer 1,1

Gerste 0,7

Scheinbare N-Ausnutzung in % =

$$\frac{(\text{kg N-Aufnahme gedüngte Variante} - \text{kg N-Aufnahme ungedüngte Variante}) * 100}{\text{kg gedüngte N-Menge}}$$

3

Verschiedene Indikatoren zur Bewertung der N-Ausnutzung

Scheinbare N-Ausnutzung in % =

$$\frac{(\text{kg N-Aufnahme gedüngte Variante} - \text{kg N-Aufnahme ungedüngte Variante}) * 100}{\text{kg gedüngte N-Menge}}$$

setzt einen Düngungsversuch voraus

Aussage zur Wirkung einer N-Menge oder einer N-Form

abhängig von Bezugsgröße und Versuchsdauer

N-Bilanz in kg/ha oder kg/Produkteinheit =

$\text{N-Zufuhr (Input, Düngemittel)} \text{ minus N-Abfuhr (Output, Erntegut)}$

Bezug auf Fläche, Betrieb, Region oder Land möglich

beschreibt Nährstofffrachten (Nährstoffströme), Flächen- oder Produktbezug

beschreibt Verlustpotentiale (Auswaschung, Denitrifikation, Ammoniakverluste),

aber auch Potential für Boden-N-Anreicherung

Nitrogen Use Efficiency NUE in % =

$$\frac{\text{N-Abfuhr (Output, Erntegut)} * 100}{\text{N-Zufuhr (Input, Düngung)}}$$

Bezug auf Fläche, Betrieb, Region oder Land möglich

niedrige Bilanzüberschüsse weisen nicht unbedingt auf hohe N-Effizienz hin (Braucherste / Winterweizen)

Ziel: *niedrige N-Bilanzüberschüsse bei hoher N-Ausnutzung der eingesetzten Dünger*

4

Bsp.: N-Düngung Winterweizen:	Ohne N-Düngung	200 kg N/ha
Einjähriger N-Düngungsversuch	60 dt/ha 10 % RP	100 dt/ha 12 % RP
	90 kg Korn-N/ha	181 kg Korn-N/ha
<u>Scheinbare N-Ausnutzung</u>		
Einj. Versuch:	91 kg N mehr/ 200 kg N = 45,5 %	
kg Korn-N = dt/ha * 0,86 * % RP / 5,7 (0,86 = 86 % Standard-Trockenmasse im Korn)		
Divisor 5,7 bei Weizen, Divisor 6,25 bei übrigen Getreidearten		

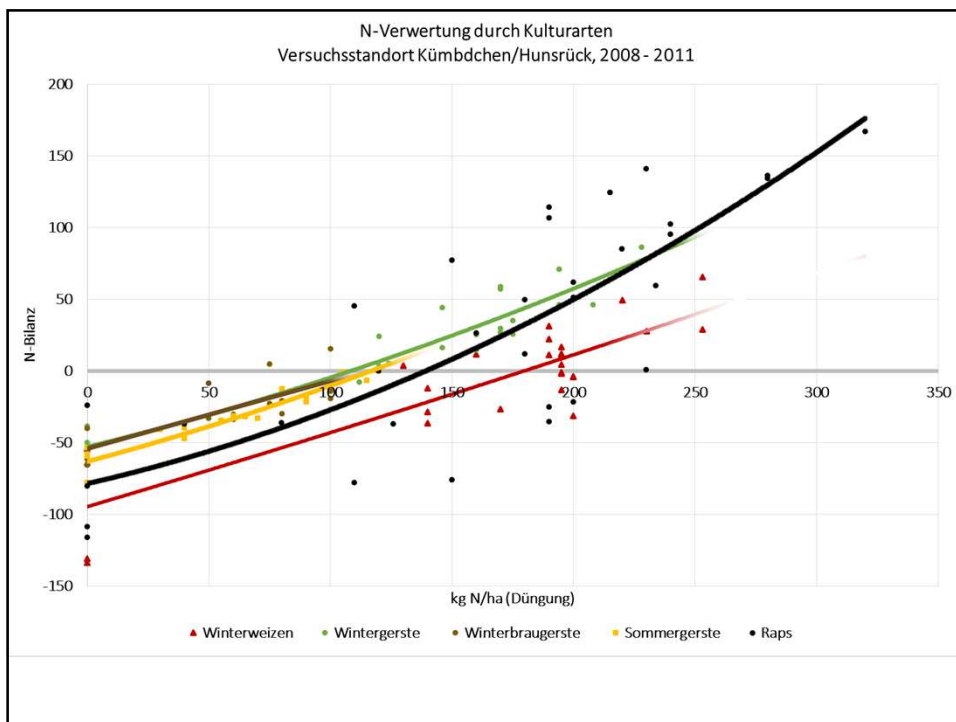
5

Bsp.: N-Düngung Winterweizen:	Ohne N-Düngung	200 kg N/ha
Einjähriger N-Düngungsversuch	60 dt/ha 10 % RP	100 dt/ha 12 % RP
	90 kg Korn-N/ha	181 kg Korn-N/ha
Mehrjähriger N-Düngungsversuch		
(im x-ten Versuchsjahr)	40 dt/ha 9 % RP	100 dt/ha 12 % RP
	54 kg Korn-N/ha	181 kg Korn-N/ha
<u>Scheinbare N-Ausnutzung</u>		N im Korn
Einj. Versuch:	91 kg N mehr/ 200 kg N = 45,5 %	
Mehrj. Versuch:	127 kg N mehr/ 200 kg N = 63,5 %	
kg Korn-N = dt/ha * 0,86 * % RP / 5,7 (0,86 = 86 % Standard-Trockenmasse im Korn)		
Divisor 5,7 bei Weizen, Divisor 6,25 bei übrigen Getreidearten		

6

Bsp.: N-Düngung Winterweizen:			Ohne N-Düngung	200 kg N/ha
Einjähriger N-Düngungsversuch	60 dt/ha	10 % RP	100 dt/ha	12 % RP
	90 kg Korn-N/ha		181 kg Korn-N/ha	
Mehrjähriger N-Düngungsversuch				
(im x-ten Versuchsjahr)	40 dt/ha	9 % RP	100 dt/ha	12 % RP
	54 kg Korn-N/ha		181 kg Korn-N/ha	
Scheinbare N-Ausnutzung			N im Korn	N in gesamter Pflanze¹⁾
Einj. Versuch:	91 kg N mehr/ 200 kg N =	45,5 %	118 kg N mehr / 200 kg N =	59 %
Mehrj. Versuch:	127 kg N mehr/ 200 kg N =	63,5 %	166 kg N mehr / 200 kg N =	83 %
$\text{kg Korn-N} = \text{dt/ha} * 0,86 * \% \text{ RP} / 5,7$ (0,86 = 86 % Standard-Trockenmasse im Korn) Divisor 5,7 bei Weizen, Divisor 6,25 bei übrigen Getreidearten				
^{1) Annahmen:}			Berechnung N in gesamter Pfl.	
Korn-Stroh-Verhältnis bei Winterweizen 1 : 0,8			dt Korn/ha	40 60 100
0,5 % N im Stroh			kg Korn-N/ha	54 90 181
Wurzeln u. Stoppeln: ca. 10 % vom Korn- + Stroh-N			kg Stroh-N/ha	16 24 40
			kg W.+St.-N/ha	7 11 22
			kg N in ges. Pfl.	77 125 243

7



8

Ermittlung des N-Düngebedarfs
als standortbezogene N-Obergrenze
gemäß der *Düngeverordnung von 2017/2020*
auf Basis kulturspezifischer N-Bedarfswerte

9

DüV forderte schon *bisher*: Ermittlung des N-Düngebedarfs

Aufzuzeichnen war:
im Boden verfügbare N-Mengen
z.B. durch Übernahme der
Ergebnisse vergleichbarer
Standorte

Ab 2018 muss der
N-Düngebedarf als
standortspezifische
N-Obergrenze
ermittelt und
aufgezeichnet werden.

Basis sind:
ertragsabhängige N-Bedarfswerte,
N_{min}-Gehalte,
organ. Dgg. zu Vorkulturen im Vorjahr,
Vorfrüchte/Zwischenfrüchte,
ggf. hohe Humusgehalte

N _{min} -Werte und N-Düngebedarf im Frühjahr 2018 (DLR Westerwald - Osteifel)										
Aktuelle N _{min} -Werte Landkreise Ahweiler(AW), Cochem-Z.(COC), MY-KO(MYK)							N-Düngebedarf nach DüV-Vg			
Stand: 22.02.2018 / Probenahme: 05.-10.02.2018										
Hauptfrucht 2018	nach Vorfrucht	kg N _{min} /N _{ha} N in Bodenschicht					N-Bedarfswert	bei Kom- setzung	N-Dünge- bedarf ohne Zu- bzw. Abschläge	
		Anzahl	0 – 30 cm	30 – 60 cm	Anzahl	60 – 90 cm	Summe	kg/ha	dtha	kg/ha
W-Weizen	Raps, ZR, Ka	14	25	16	14	24	65	230	80	165
W-Weizen	Getreide	10	34	25	10	32	91	230	80	139
W-Triticale								190	70	146
W-Roggen		8	19	12	8	13	44	170	70	126
W-Gerste								180	70	136
S-Gerste		2	11	10			21	140	50	119
Hafer								130	55	
Körnermais	Getreide	3	33	17	3	10	60	200	90	140
W-Raps		10	19	19	8	5	34	200	40	166
Sonnenblume								120	30	
Zuckerrüben		1	19	8	1	4	31	170	650	139
Kartoffeln								180	450	
Mittelwert 2018		48	23	14	44	15	82	Im Frühjahr 2018 liegt der N _{min} -Gehalt in 0-30 cm Bodentiefe deutlich unter dem Niveau der N-Bedarfswerte. Allerdings muss im Rahmen der neuen DüV aus der Bodenschicht 60-90 cm mit bedacht werden. Dadurch gibt es im Gesamtsaldo keine Veränderung zu den Vorjahren. Auf langfristige Standorte wie im Kreis MYK sind auch in Bodenschicht z.T. noch hohe Werte vorzufinden.		
Mittelwert 2017		53	29	31						
Mittelwert 2016		57	29	25						
Durchschn. nach Landkreis:										
AW		14	29	16	11	14	50			
COC		8	22	15	7	13	50			
MYK		26	23	16	26	21	61			
Abschläge bei der Ermittlung des N-Düngebedarfs nach DüV							kg/ha			
durch Vor- und Zwischenfrüchte:										
Luzerne, Klee, Kleegras, Grünland, Dauerbrache, Rotationsbrache mit Leguminosen								20		
Raps, Körnerleguminosen, Zuckerrüben, Feldgras, Rotationsbrache ohne Leguminosen								10		
Leguminosen (abgehoften), Leguminosen im Herbst eingearbeitet, Futterleguminosen mit Nutzung								10		
N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat:										
wenn Humusgehalt größer 4,0 %:								20		
N-Nachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahres										
10 % der im Vorjahr ausgebrachten Menge an Gesamt-N										
Erläuterungen zur Düngeempfehlung:							Berechnung			
Wintergerste: Die N-Düngung kann in 2 gleichwertige N-Gaben zum Vegetationsbeginn und zum Längenwachstum aufgeteilt werden. Bei sehr günstigen Bodenverhältnissen sollten maximal 40 % der Gesamt-N-Düngung zu Vegetationsbeginn erfolgen. Zur Verbesserung der Produktqualität sollte bei 0-Gehalt eine S-Gabe in Höhe von 40-50 kg/ha S vorgesehen werden.										
Wintergetreide: Aufgrund des geringen N _{min} -Vorrats und evtl. bei späterem Anbaubeginn sollte die 1. N-Gabe bei Wintergetreide etwas höher bemessen werden. Die 2. N-Gabe sollte möglichst zeitnah zum eigentlichen Schosbeginn terminiert werden (BBCH 30/31), damit die Bestände produktive Seitentriebe in der Entwicklung noch ausreichend reduzieren können. Auf Standorten mit regelmäßiger Vorsummentrockenheit sollte zeitlich (BBCH 37/39) vorgezogen werden. N-Obergrenzen nach der neuen DüV unbedingt einhalten.										
Die Ergebnisse der landesweiten N _{min} -Untersuchungen sind auch im Internet-Portal www.pflanzenbau.rlp.de/Nmin veröffentlicht. DLR We-Öe, Alfons Weind, 23.02.2018										

10

Tab. 1: Stickstoffbedarfswerte, Ertragskorrekturen und N_{min}-Beprobungstiefen

Die N-Bedarfswerte beziehen sich auf die in der DüV angegebenen Erträge. Sie sind auf das tatsächliche Ertragsniveau der Schläge oder Bewirtschaftungseinheiten im Durchschnitt der letzten 5 Jahre anzupassen (Ertragsdifferenz). Weicht dabei ein Jahresertrag um mehr als 20 % vom Ertrag des Vorjahres ab, kann der Ertrag des jeweils vorangegangenen Jahres herangezogen werden.

N-Bedarfswerte gelten jeweils für die ganze Kulturdauer, d.h. Herbst-N-Gaben zu Raps oder Wintergerste zählen dazu. Im Falle organischer N-Dünger sind diese bei Anwendung im Herbst wie im Frühjahr mit der prozentualen Mindestwirksamkeit (siehe untere Tabelle auf der Rückseite) ihrer Gesamt-N-Gehalte auf den Bedarf anzurechnen.

Kultur ¹⁾	Ertrag gemäß DüV dt/ha	Bedarfs-wert kg N/ha	Ertrags-differenz dt/ha	Höchstzu-schlag bei höheren Erträgen kg N/ha je Einheit nach Spalte 4	Mindestabschlag bei geringeren Erträgen	empfohlene N _{min} -Be-probungstiefe in cm ²⁾
1	2	3	4	5	6	7
Winterraps	40	200	1	2	3	90
Winterweizen A, B	80	230	1	1	1,5	90
Winterweizen C	80	210	1	1	1,5	90
Winterweizen E	80	260	1	1	1,5	90
Hartweizen	55	200	1	1	1,5	60
Wintergerste	70	180	1	1	1,5	90
Winterroggen	70	170	1	1	1,5	90
Wintertriticale	70	190	1	1	1,5	90
Sommergerste	50	140	1	1	1,5	60
Hafer	55	130	1	1	1,5	60
Körnermais	90	200	1	1	1,5	90
Silomais	450	200	10	2	3	90
Zuckerrübe					1,5	90
Kartoffel					2	60
Frühkartoffe					2	60
Sonnenblum					-	90
Öllein					-	80

in der DüV fehlen einige Kulturen:

- Sommerweizen, -roggen, -triticale

- diverse BGA-Substratpflanzen

- müssen die Bundesländer ergänzen

Es gibt ein paar Unausgewogenheiten:

z.B. wird Silomais im Vgl. zu K-Mais bevorteilt

E-Wz im Vergl. zu A- oder C-Wz

¹⁾ Weitere bzw. für Kulturen in

²⁾ erstellt vom A ggf. nur in ger

Landwirtschaftskammern. Flachgründige Böden können ggf. tiefer beprobt werden. Diese hierzu auch Karte des durchwurzelbaren Bodenraums im GeoBox-Viewer auf www.dlr.rlp.de (Quelle: Landesamt für Geologie und Bergbau).

13

Tab. 2: N-Nachlieferung aus Vor- und Zwischenfrüchten

	Mindestabschlag in kg N/ha
Vorfrucht (Hauptfrucht im Vorjahr)	
Getreide, Mais, Kartoffel, Gemüse ohne Kohllarten	0
Raps, Körnerleguminosen, Kohlgemüse, Feldgras, Rotationsbrache ohne Leguminosen, Zuckerrüben ohne Blattbergung	10
Grünland, Dauerbrache, Luzerne, Klee, Klee gras, Rotationsbrache mit Leguminosen	20
Zwischenfrüchte	
Nichtleguminosen ¹⁾ im Herbst eingearbeitet, abgefroren oder beerntet	0
im Frühjahr eingearbeitet	20
Leguminosen ¹⁾ im Herbst eingearbeitet, abgefroren oder beerntet	10
im Frühjahr eingearbeitet	40

¹⁾ Bei Leguminosenanteilen in Zwischenfruchtmischungen können die Werte interpoliert werden.

N-Nachlieferung aus organischer Düngung zu den Vorkulturen des Vorjahres

Aus organischen Düngemitteln, die zur Vorfrucht und bei Sommerungen zur Zwischenfrucht aufgebracht wurden, werden 10 % ihres Gesamt-N-Gehaltes auf den N-Bedarf der Folgekultur angerechnet.

Für Kompost werden stattdessen zunächst nur 4 % sowie jeweils 3 % in den beiden Folgejahren angesetzt.

Die Intensität einer langjährigen organischen Düngung wird hier nicht gesondert berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass sich diese nicht wesentlich von der im Vorjahr unterscheidet. Dies kann aber ggf. zu einer Unterschätzung der N-Nachlieferung führen.

N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat

Im Falle von Humusgehalten über 4 % sind 20 kg N/ha vom N-Bedarf abzuziehen. In aller Regel liegen die Humusgehalte von Ackerböden niedriger. Analysen sind nicht erforderlich.

14

Beispiele zur Berechnung der standortbezogenen N-Obergrenze gemäß Düngeverordnung

	A/B-Winterweizen		Silomais	
N-Bedarfswert	80 dt/ha	230	450 dt FM/ha	200
Ertragskorrektur	85 dt/ha	+ 5	475 dt FM/ha	+ 5
N _{min}	15 + 20 + 15 kg	- 50	20 + 15 + 10 kg	- 45
Vorfrucht	Winterraps	- 10	Getreide	0
Zwischenfrucht	keine	0	Senf/Phacelia, abgefr.	0
anrechenbarer Herbst-N zu Wi-Raps/-gerste	-	0	-	0
Organische Düngung zu Vorkulturen des Vorjahres	keine	0	20 m ³ R-Gülle (4 kg N/m ³)	8
N-Obergrenze kg N/ha		175		152

Auf eine eventuelle Absenkung der N-Düngung um 20 % bzw. die Alternative, bei max. 160 kg Gesamt-N/ha max. 80 kg N/ha mit Mineraldüngern aufzubringen, jeweils im Betriebsdurchschnitt der betroffenen Flächen in bestimmten gefährdeten Gebieten ab 2021, kann hier noch nicht eingegangen werden.

Die **Gesamt-N-Gehalte** der **organischen Dünger** sind zu folgenden **Prozentsätzen** als **mindestwirksam** auf den N-Bedarfswert der Zielkultur anzurechnen (siehe auch Merkblatt organische Düngung):

90	Jauche	25	Rinder-, Pferde-, Schaf-, Ziegenfestmist
70	Schweinegülle		Klärschlamm-fest
60	Hühnertrockenkot	10	Pilzsubstrat
60	Rindergülle, BGA-Gärreste-flüssig	5	Bioabfallkomposte
30	Schweine-, Geflügel-, Kaninchenfestmist	3	Grünschnittkompost
	BGA-Gärreste-fest, Klärschlamm-flüssig		

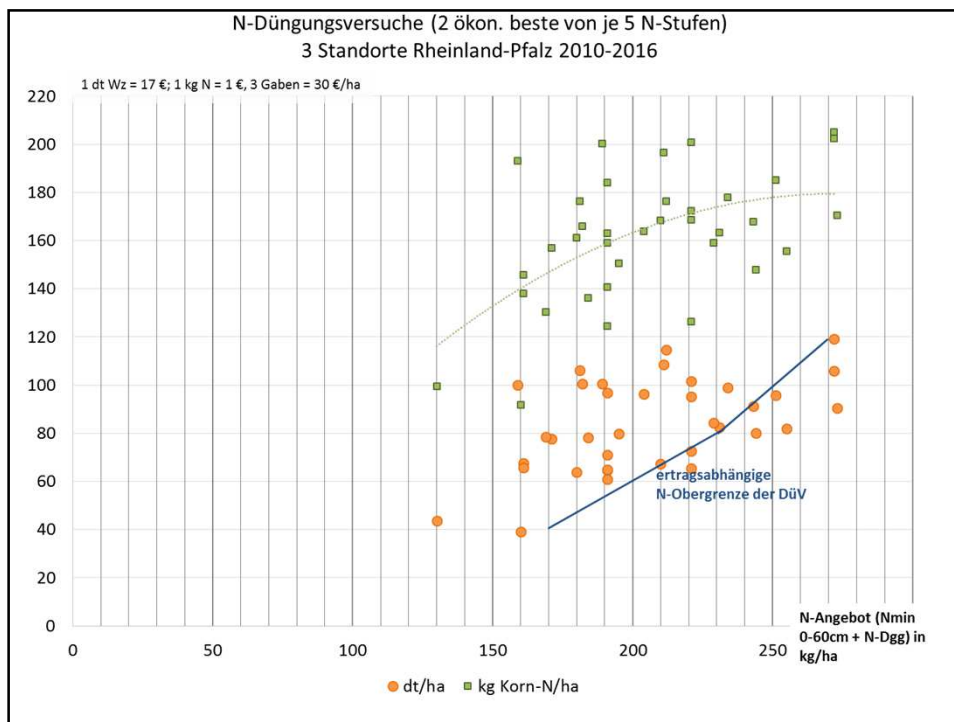
Für die Berechnungen steht das Tabellenkalkulationsprogramm „N-Düngeplaner RLP“ kostenlos zur Verfügung:
www.wasserschutzberatung.rlp.de > Düngung > Ackerbau und Grünland
sowie www.pflanzenbau.rlp.de > Düngung > Stickstoff und Schwefel

15

Ermittlung des N-Düngebedarfs als *standortbezogene Obergrenze*

Winterweizen A/B		3jähr. Ertrags-Ø in dt/ha		
		70	80	90
Bedarfswert	kg N/ha	215	230	240
N _{min}	0 – 90 cm	- 30	- 40	- 50
Humusgehalt	< 4 %	-	-	-
organ. Dgg. zur Vorkultur im Vorjahr	10 % des Gesamt-N 40 m ³ /ha R-Gülle * 4 kg N	- 16	- 16	- 16
Vor-/Zwischenfrucht	Raps	- 10	- 10	- 10
„Obergrenze des N-Bedarfs“		159	164	164

16



17

Automatisches Speichern

N-Düngeplaner RP 2.0 Bsp.

Suchen

Friedhelm F.

Datei

Start

Einfügen

Seitenlayout

Formeln

Daten

Überprüfen

Ansicht

Hilfe

AN10

x

f

0

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
Betrieb		Name		Erntejahr		2021		Eingabefelder		N _{min} -Begründungstiefe, sofern ausreichend tiefgründig: Wintergetr., Mais, etc.: bis 90 cm Sommergetr., Kart., etc.: bis 60 cm										
Straße und Hausnr.		Straße Nr.-xxxxx Dorf		Die Angaben werden in die folg. Tab.blätter übernommen.		dropdown-Auswahl														
PLZ und Ort																				
Düngebedarfsermittlung: Berechnung der "standortbezogenen N-Obergrenzen" für Ackerkulturen auf Basis von N _{min} . Die Phosphatabfuhr beinhaltet (aus Platzgründen) nur die Hauptertragsprodukte (Körner, Rüben, Knollen etc.). Zudem enthalten die Ernteebenenprodukte (Stroh, Blatt) relativ wenig Phosphat.																				
Vergleichbare Schläge zu Bewirtschaftungs-Einheiten zusammenfassen, die voraussichtlich einheitlich gedüngt werden (für eine Dokumentation der Düngung der Bewirtschaftungs-Einheiten entsprechend der Düngelplanung).																				
Bewirtschaftungs-Einheit oder Schlag	ha Fläche	Ackerbau Kultur auswählen	Basiswert DüV		Ziel	Vorfucht	Abzug	Zwischenfrucht	Abzug	max. Nmin-Tiefe in cm	kg Nmin	Humusgehalt	Abzug	10 % des Ges. N der organ. Dgg. zu Vorkulturen im Vorjahr in kg N/ha	N-Obergrenze		P ₂ O ₅ -Abfuhr			
			dt/ha	Bedarf kg N/ha											Ertrag dt/ha	ertragsabh. Bedarf kg N/ha	kg/ha	kg ges. Fläche	kg/ha	kg ges. Fläche
Bewirtsch.einh. 1	20,000	Wintertraps, 91 % TM	40	200	40,0	200	Getreide, Mais	0	keine	0	90	30,0	bis 4 %	0	0,0	170	3.400	72	1.440	
Fläche 2	20,000	Winterweizen C	80	260	80,0	260	Raps, Körnerlegumin.	10	keine	0	90	55,0	bis 4 %	0	0,0	195	3.900	64	1.280	
Acker 3	20,000	Wintertritikale	70	190	75,0	195	Getreide, Mais	0	keine	0	90	45,0	bis 4 %	0	0,0	150	3.000	60	1.200	
Schlag 4	20,000	Sommergerste	50	140	55,0	145	Getreide, Mais	0	keine	0	60	35,0	bis 4 %	0	0,0	110	2.200	44	880	
Flurstück 5	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
6	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
7	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
8	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
9	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
10	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
11	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
12	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
13	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
14	0,000	keine	0	0	0,0	0	Getreide, Mais	0	keine	0	0	0,0	bis 4 %	0	0,0	0	0	0	0	
DüV-N-Ackerbau			DüV-N-Ackerbau NBG			DüV-N-Zweit-Zwischenfrucht			DüV-N-Zweit-Zwischenfrucht NBG			DüV-N-Grünland			DüV-N-Grünland NBG			DüV-N-Feldfrucht		

Ermittlung der schlag- bzw. bewirtschaftungseinheiten-spezifischen N-Obergrenze sowie der P₂O₅-Abfuhr mit dem Erntegut als zulässiger Phosphatdüngung

N-Düngeplaner RP, Version 2.0, 2021

18

Winterweizen			
Berechnung des N-Düngebedarfs gemäß Düngeverordnung vom Mai 2017. E-Weizen haben einen deutlich höheren Bedarfswert als C-Weizen. Der RP-Gehalt im Korn wird hierbei nur indirekt berücksichtigt.		Standortbezogene N-Obergrenze gemäß Düngeverordnung	Bewirtschaftungseinheiten oder Schläge
	Zielertrag dt/ha (bei 86 % TM)	80	
		kg N/ha	
	ertragsabhängiger Bedarfswert	230	
Qualität	A oder B	0	
	N _{min} 0 - 30 cm	20	
	N _{min} 30 - 60 cm	15	
	N _{min} 60 - 90 cm	10	
Zwischenfrucht	keine	0	
Vorfrucht	Z' Rüben ohne Blatternte	10	
organ. Dgg. zu Vorkulturen des Vorjahres	10 % vom aufgebrauchten Ges.-N	0	
Humusgehalt	bis 4 %	0	
Obergrenze gemäß Düngeverordnung kg N/ha		175	mineralisch und organisch
Berechnung des Phosphat-Düngebedarfs gemäß Düngeverordnung vom Mai 2017			
		kg P ₂ O ₅ /ha	kg P ₂ O ₅ /ha
		Erntegut	Korn + anteiliges Stroh
Gemäß DvV dürfen Schläge mit Gehalten über 20 mg CAL- o. 3,6 mg EUF-löslichem P ₂ O ₅ /100 g Boden maximal bis zur voraussichtlichen P-Abfuhr mit dem Erntegut gedüngt werden. Dies entspricht der Empfehlung in Gehaltsklasse C. Im Rahmen der Fruchtfolge kann dies als Vorratsdüngung für jeweils 3 Jahre im Voraus erfolgen.	Phosphat-Gehaltsklasse A (sehr niedrig)	128	166
	Phosphat-Gehaltsklasse B (niedrig)	96	125
	Phosphat-Gehaltsklasse C (mittel = anzustreben)	64	83
	Phosphat-Gehaltsklasse D (hoch)	32	42
Die Phosphat-Gehaltsklassen entnehmen Sie bitte Ihren Bodenuntersuchungsbefunden. In Gehaltsklasse E wird keine Düngung empfohlen.		Der hier kulturspezifisch ermittelte P-Bedarf sollte innerhalb der Fruchtfolge insbes. zu Kulturen wie Kart., Mais, Z-Rüben oder Gerste auf Vorrat gegeben werden. Nur bei geringer P-Versorgung empfiehlt sich eine jährliche Phosphatdüngung.	

19

Diese N-Düngeempfehlung kann eine teilflächenspezifische N-Düngung abhängig von Höhenlage, Ackerzahl und Ertragsniveau unterstützen.		Düngeempfehlung kg N/ha	Erläuterung der Berechnung siehe unten (Funktionen)	Futter-Nichtleguminose	0
				Futterleguminose	10
				keine	0
Ackerzahl	45	1	Abzug		
Höhenlage m über NN	80	1	Zuschlag		
vorw. Form langj. organ. Düngung	keine	0	Faktor		
langj. organ. Düngung in GV/ha (1 GV = 80 - 100 kg Gesamt-N)	0,0	0	Abzug		
Witterung	normal	0	kg N/ha verschieben von N2 auf N1		
realisierbarer Rohproteingehalt % RP i.d. TM	13,5		Ziel: E-Wz 14,5, A-Wz 13,5, B-Wz 12,5, Sorteneigenschaften beachten!		
Skalierfaktor abh. von Ertrag und Höhe GGN	mineralisch und organisch	weitere berücksichtigte Faktoren			
1. N-Gabe (mg/kg)	67	44	N _{0,0-10} , 0,27% ₁₀₋₃₀₋₆₀		
2. N-Gabe (mg/kg)	89	69	0,27% ₁₀₋₃₀₋₆₀ , 0,27% ₆₀₋₉₀₋₁₀₀ , organDgg, Vorfr., Zeit, Ackerzahl		
3. N-Gabe (mg/kg)	67	69	organDgg, Vorfr., Zeit, Ackerzahl		
kg N in gesamter Pflanz-/ha (Korn+N+Stroh-N)*1,14	223	173			
		Organische Düngung zur Kultur		Organische Dünger	% N-Anrechnung (Mineraldünger Äquivalent)
		Obergrenze gemäß Düngeverordnung	175 kg N/ha	Jauhe	90
ersten organischen Dünger hier eintragen, z.B. Rinder-Festmist	1. Gabe: Menge	0	t/ha bzw. bei Gülle m ³ /ha	Dünger aus Horn, Haar, Federn	70
	1. Gabe: Gesamt-N-Gehalt	0	kg/t bzw. bei Gülle kg/m ³	Dünger aus Fleisch und Knochen	70
Nutzen Sie die Tabelle rechts außen	1. Gabe: N-Anrechnung	0	% vom Gesamt-N	Schweinegülle, flüssig	70
zweiten organischen Dünger hier eintragen, z.B. Rinder-Gülle	2. Gabe: Menge	0	t/ha bzw. bei Gülle m ³ /ha	Rindergülle, flüssige Gärreste	60
	2. Gabe: Gesamt-N-Gehalt	0	kg/t bzw. bei Gülle kg/m ³	HTK	60
Nutzen Sie die Tabelle rechts außen	2. Gabe: N-Anrechnung	0	% vom Gesamt-N	Feststoff-Separat aus Schweinegülle	45
	anrechenbar aus dem organ. Dünger	0	kg N/ha	Schweine-Festmist, Gärreste-fest	30
	Restbedarf	175	kg N/ha	Geflügel- und Kaninchen-Festmist	30
				Klärschlamm-flüssig	30

20

Stickstoff-Düngebedarfsermittlung für Grünland

Die Düngeverordnung (DüV) vom 30. April 2020 fordert eine schriftliche Ermittlung des N-Düngebedarf als **standortbezogene N-Obergrenze** für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit.

Ein **Schlag** ist eine einheitlich bewirtschaftete und räumlich zusammenhängende Fläche. Eine **Bewirtschaftungseinheit** kann mehrere Flächen (auch alle Flächen eines Betriebes) umfassen, die vergleichbare Standortverhältnisse aufweisen, und sich hinsichtlich der zu berücksichtigenden Faktoren der N-Düngebedarfsermittlung (Nutzungsart, Ertragsniveau, Rohproteingehalt, Humusgehalt, Leguminosenanteil, organische Düngung im Vorjahr) nicht unterscheiden.

Maßgeblich ist das Ertragsniveau im Durchschnitt der letzten 5 Jahre. Eine exakte Ertragsermittlung ist im Grünland schwierig. Als Anhaltspunkt kann die Faustregel dienen, wonach 1 cm Wuchshöhe oberhalb der Schnitt- oder Fraßhöhe etwa 1 dt TM/ha ergibt. Auch die Nutzungshäufigkeit deutet auf eine gewisse Ertragshöhe hin. Weicht ein Jahresertrag um mehr als 20 % vom Ertrag des Vorjahres ab, kann der Ertrag des jeweils vorangegangenen Jahres herangezogen werden. Soweit der tatsächliche Rohproteingehalt im Durchschnitt der letzten 5 Jahre durch Analysen bekannt ist, können diese anstatt der vorgegebenen Werte benutzt werden. Wie bei den Erträgen können um mehr als 20 % abweichende Rohproteingehalte in Einzeljahren korrigiert werden.

ertragsabhängiger N-Bedarfswert
minus N-Nachlieferung aus Bodenvorrat (**Humus**)
minus Nachlieferung aus N-Bindung der **Leguminosen**
minus 10 % vom Gesamt-N der **organ. Düngung im Vorjahr**
 = standortbezogene **N-Obergrenze**

Schnittnutzung (Die DüV gibt die folgenden Nutzungsintensitäten und N-Bedarfswerte vor.)

Anzahl Schnitte	Netto-Ertrag in dt TM/ha	% Rohprotein in der TM	N-Bedarfswert in kg N/ha	Berechnung des N-Bedarfswertes
1	40	8,6	55	Bei reiner Schnittnutzung errechnet sich der N-Bedarfswert in kg N/ha durch Multiplikation des Ertrags (dt Trockenmasse/ha) mit dem Rohproteingehalt (% in der TM) und Division durch 6,25. Bsp. 4-Schnittnutzung: $90 \cdot 17 : 6,25 = 245$ Die Rechenweise ist unabhängig von der Anzahl der Schnitte.
2	55	11,4	100	
3	80	15	190	
4	90	17	245	
5	110	17,5	310	
6	120	18,2	350	

Abweichungen der DüV-Tabellenwerte sind rundungsbedingt.
 Kritik: Bei den in der DüV vorgegeben Zahlen steigt der Ertrag mit zunehmender Schnitthäufigkeit unregelmäßig an.

Achtung: Die N-Obergrenze leitet sich aus dem N-Bedarfswert und den Abschlägen für Humus, Leguminosen und organ. Düngung im Vorjahr ab!

Aus Sicht der Beratung können auch die hier beispielhaft aufgeführten Erträge und Rohproteingehalte plausibel sein.

Anzahl Schnitte	Netto-Ertrag in dt TM/ha	% RP in der TM	N-Bedarfswert in kg N/ha
1	50	9	$50 \cdot 9 : 6,25 = 72$
2	70	13	$70 \cdot 13 : 6,25 = 146$
3	85	16	$85 \cdot 16 : 6,25 = 218$
4	100	18	$100 \cdot 18 : 6,25 = 288$

Achtung: Die N-Obergrenze leitet sich aus dem N-Bedarfswert und den Abschlägen für Humus, Leguminosen und organ. Düngung im Vorjahr ab!

21

Mähweidenutzung (Die DüV gibt die folgenden Nutzungsintensitäten und N-Bedarfswerte vor.)

Weideanteil am Ertrag	Netto-Ertrag in dt TM/ha	% RP in der TM	N-Bedarfswert in kg N/ha	Berechnung des N-Bedarfswertes
60 %	94	17,6	190	Bei Mähweidenutzung errechnet sich der N-Bedarfswert in kg N/ha durch Multiplikation des Weideanteils am Ertrag in dt TM mit 0,5 und Addition des Schnittanteils am Ertrag in dt TM; anschließend durch Multiplikation der Summe mit dem Rohproteingehalt (% in der TM, einheitlich für den gesamten Ertrag) und Division durch 6,25. Bsp. 20 % Weideanteil, 98 dt TM/ha: $((98 \cdot 0,2 \cdot 0,5) + (98 \cdot 0,8)) \cdot 17,2 : 6,25 = 243$ Die Rechenweise ist abhängig vom jeweiligen Weide- und Schnittanteil, aber unabhängig von der Intensität der Nutzung.
20 %	98	17,2	245	

Abweichungen der DüV-Tabellenwerte sind rundungsbedingt. Bei Weidenutzung wird der N-Bedarf bei gleichem Ertrag als halb so hoch wie bei Schnittnutzung betrachtet (Faktor 0,5). Damit wird die Nährstoffrückführung durch Kot und Harn der Weidetiere berücksichtigt.

Achtung: Die N-Obergrenze leitet sich aus dem N-Bedarfswert und den Abschlägen für Humus, Leguminosen und organ. Düngung im Vorjahr ab!

Weideanteil am Ertrag	Netto-Ertrag in dt TM/ha	% RP in der TM	N-Bedarfswert in kg N/ha
20 %	80	17	$((80 \cdot 0,2 \cdot 0,5) + (80 \cdot 0,8)) \cdot 17 : 6,25 = 196$
40 %	75	17	$((75 \cdot 0,4 \cdot 0,5) + (75 \cdot 0,6)) \cdot 17 : 6,25 = 163$
60 %	70	17	$((70 \cdot 0,6 \cdot 0,5) + (70 \cdot 0,4)) \cdot 17 : 6,25 = 133$
80 %	65	17	$((65 \cdot 0,8 \cdot 0,5) + (65 \cdot 0,2)) \cdot 17 : 6,25 = 106$

Achtung: Die N-Obergrenze leitet sich aus dem N-Bedarfswert und den Abschlägen für Humus, Leguminosen und organ. Düngung im Vorjahr ab!

Vom N-Bedarfswert vorzunehmende Abschläge zur Ermittlung der zulässigen N-Obergrenze

N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat		Nachlieferung aus N-Bindung der Leguminosen	
Humusgehalt	Mindestabschlag in kg N/ha	Ertragsanteil Leguminosen	Mindestabschlag in kg N/ha
unter 8 %	10	5 bis 10 %	20
8 bis unter 15 %	30	10 bis 20 %	40
15 bis unter 30 %	50	größer 20 %	60
über 30 % (Hochmoor)	50		
über 30 % (Niedermoor)	80		

N-Nachlieferung aus organischer Düngung im Vorjahr
 10 % vom aufgebrauchten Gesamt-N/ha

Beispiel Wiese		Beispiel Mähweide	
2 Schnitte 60 dt TM/ha, 12 % RP	N-Bedarfswert $60 \cdot 12 : 6,25 = 115$	2 Schnitte + Mähweide 25 % Weideanteil 80 dt TM/ha, 16 % RP	N-Bedarfswert $((80 \cdot 0,75) + (80 \cdot 0,5 \cdot 0,25)) \cdot 16 : 6,25 = 179$
bis 8 % Humus ca. 15 % Leguminosen im Vorjahr 20 m ² R-Gülle (3,6 kg N/m ² = 72 kg N/ha)	minus 10 minus 40 minus 7 = N-Obergrenze 58 kg N/ha	bis 8 % Humus 5 - 10 % Leguminosen im Vorjahr 30 m ² R-Gülle (3,6 kg N/m ² = 108 kg N/ha)	minus 10 minus 20 minus 11 = N-Obergrenze 138 kg N/ha

22

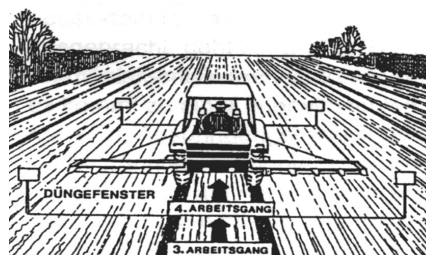
Ergänzende Methoden zur Korrektur des N-Düngebedarfs anhand des

Pflanzenbestands (visuell, Sensortechniken) oder anhand von Pflanzenuntersuchungen

diese Methoden dürfen nicht zu einer Überschreitung des
ermittelten N-Bedarfs nach Düngeverordnung führen.
Sie dienen (ab 2018 nur noch) dazu,
den nach DüV ermittelten N-Bedarf sinnvoll aufzuteilen

23

„Düngefenster“ zur Abschätzung der N- Nachlieferung (nach Rimpau, 1978)



- Vorgehensweise
 - auf einer kleinen Teilfläche (ca. 25 m längs einer Fahrspur) weniger N applizieren
 - sobald diese Fläche heller wird, erfolgt Anschlussdüngung
- Vorteile
 - Durchführung einfach
 - keine Zusatzkosten
- Nachteile
 - Höhe der Nachdüngung kann nicht abgeleitet werden
 - nur zur 2. und 3. N-Gabe möglich

24



Nitratschnelltest
zur
Bestimmung
von N-Bedarf und
Düngungszeitpunkt

mittels Teststreifen
anhand Farbskala

25

Nitrat-Schnelltest

Tabelle 1: Einstufung des N-Bedarfs von Wintergetreide mit dem Nitratschnelltest während der Schossphase (ES 30/31 bis 37) bei mittlerer Bestandesdichte

Testzeit	Färbung	NO ₃ -Konzentration im Pflanzensaft ¹⁾ (mg/l)	empfohlene N-Düngung (kg/ha) ²⁾	Farbwert
15 s	tiefviolett	> ca. 2 000	0	5
30 s	tiefviolett	> 500	20 bis 30	4
1 min	tiefviolett	500	30 bis 40	3
1 min	violett	250 100	40 bis 60	2
1 min	hellviolett	50 25	60 bis 80	1
1 min	ohne Violettton	10 0	60 bis 80	0

¹⁾ in Anlehnung an die Dosenangabe

²⁾ Die jeweils höheren Werte gelten für sehr hohe Erträge.

TLL, 2002

- einfache Durchführung, für 2. und 3. N-Gabe
- nur bei Nitrat-N-Ernährung über die Wurzel
- Momentaufnahme der N-Versorgung, d.h. ggf. wiederholte Anwendung notwendig

26

N-Tester zur Ermittlung des N-Düngebedarfes zum Schossen und Ährenschieben

(2. und 3. N-Gabe, BBCH 30 bis BBCH 51)

bei Getreide.

Hierbei wird im wachsenden Bestand der Chlorophyllgehalt des jeweils jüngsten, vollentwickelten Blattes mit Hilfe des handlichen N-Testers optisch gemessen.

www.yara.de

Irix

N-Tester BT

Der N-Tester BT ist eine professionelle Lösung zur Optimierung Ihres N-Budgets in Zeiten der Düngeverordnung. Er misst den Stickstoffbedarf Ihrer Getreidepflanzen in verschiedenen Wachstumsphasen und ermittelt die Stickstoffmenge, die tatsächlich benötigt wird, um den Ertrag zu maximieren.

- Robustes Design mit einfacher Bedienung
- Verbindung via Bluetooth
- Kompatibel mit allen Smartphones
- Liefert präzise Stickstoffempfehlungen

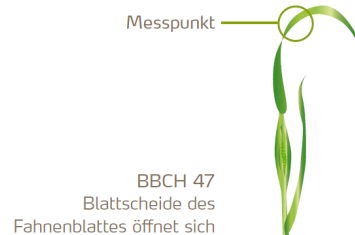
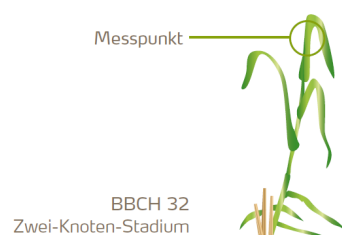


Wie funktioniert der N-Tester?

Der N-Tester misst die Chlorophyll-Konzentration im Getreideblatt, denn diese hängt vom Stickstoff-Gehalt der Pflanze ab. Die Messung wird in der Mitte der Blattspreite des jeweils jüngsten vollentwickelten Blatt durchgeführt. Die Messung ist direkt im Feld an mindestens 30 repräsentativ über den Schlag zufällig ausgewählten Pflanzen vorzunehmen. Aus diesen Messwerten ermittelt das Gerät einen dreistelligen N-Tester-Messwert. Dieser dreistellige N-Tester-Messwert muss in Yeralix eingegeben werden oder wird bei den neueren Modellen direkt in die App übertragen. Nach Angabe weiterer Parameter wie zum Beispiel Sorte, Ertrag und gedüngte N-Menge plus Nmin-Menge im Boden berechnet die App den Stickstoffbedarf. Der Stickstoffbedarf kann jedoch nur fehlerfrei ermittelt werden, wenn kein anderer Nährstoff im Mangel ist und dadurch das Pflanzen-Wachstum beeinflusst.

27

N-Tester Messpunkte zum Schossen und Ährenschieben



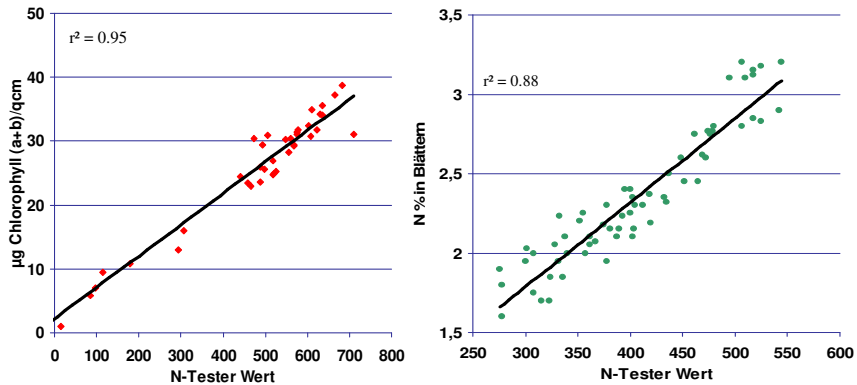
4 | © YARA

Mindestens 30 über den Schlag verteilte Einzelmessungen sind erforderlich, damit das Gerät einen für den Bestand repräsentativen Wert anzeigt. Deutlich abweichende Einzelwerte (Fehlmessungen) werden nicht berücksichtigt.

Aus dem Durchschnittswert der 30 Einzelmessungen wird auf Basis langjähriger Versuchsauswertungen eine Empfehlung für die N-Gabe errechnet.

28

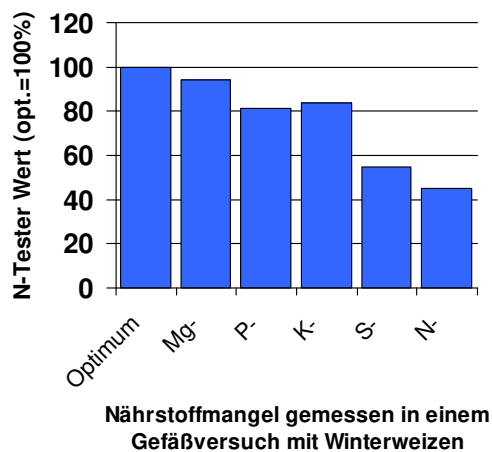
YARA N-Tester Bestimmung des N-Gehaltes im Blatt



die enge Korrelation zwischen Chlorophyllgehalt und N-Konzentration im Blatt ermöglicht die (indirekte) Messung des Stickstoffgehaltes

29

Einfluss verschiedener Nährstoffe auf den Chlorophyllgehalt



- Stickstoffmangel hat den größten Einfluss auf den Yara-N-Tester Wert
- unter Praxisbedingungen beeinflusst vor allem N und S-Mangel den Messwert des Yara-N-Testers, daher ist insbesondere auf eine ausreichende Schwefelversorgung zu achten

Quelle: Yara

30

Schätzrahmen N-Düngung Winterraps aus Lothringen

Vorläufer der
aktuellen
„Frischmasse-
Methode“

TABLE DE CORRESPONDANCE

Méthode visuelle	Correspondance méthode par pesée (poids frais en kg/m²)
	0,2
	0,4
	1
	1,4
	2

ausgangs Winter
wird der
Aufwuchs in kg
FM/m² geschätzt

Fritsch, DLR R-N-H

31

REGION NORD-EST
Pesées conseillées entre décembre et mi-février

0,2	30	190	150
0,2	35	170	160
0,4	30	170	200
0,4	35	170	160
0,6	30	210	140
0,6	35	150	180
0,6	40	190	130
0,8	30	140	170
0,8	35	160	210
0,8	40	170	130

DOSE D'AZOTE À APPORTER
À VOTRE COLZA AU PRINTEMPS

En sol superficiel En sol profond

**Dann wird die zum
Zielertrag fehlende
N-Menge ermittelt**

**Berücksichtigt werden
dabei:**

- organische Düngung
- tief- oder flachgründig

DOSE D'AZOTE À APPORTER À VOTRE COLZA AU PRINTEMPS

Poids frais du colza en kg/m²	Rendement moyen	En sol superficiel		En sol profond	
		170	130	150	110
		Sans MO*	Avec MO*	Sans MO*	Avec MO*

*MO : matière organique NO : non réaliste

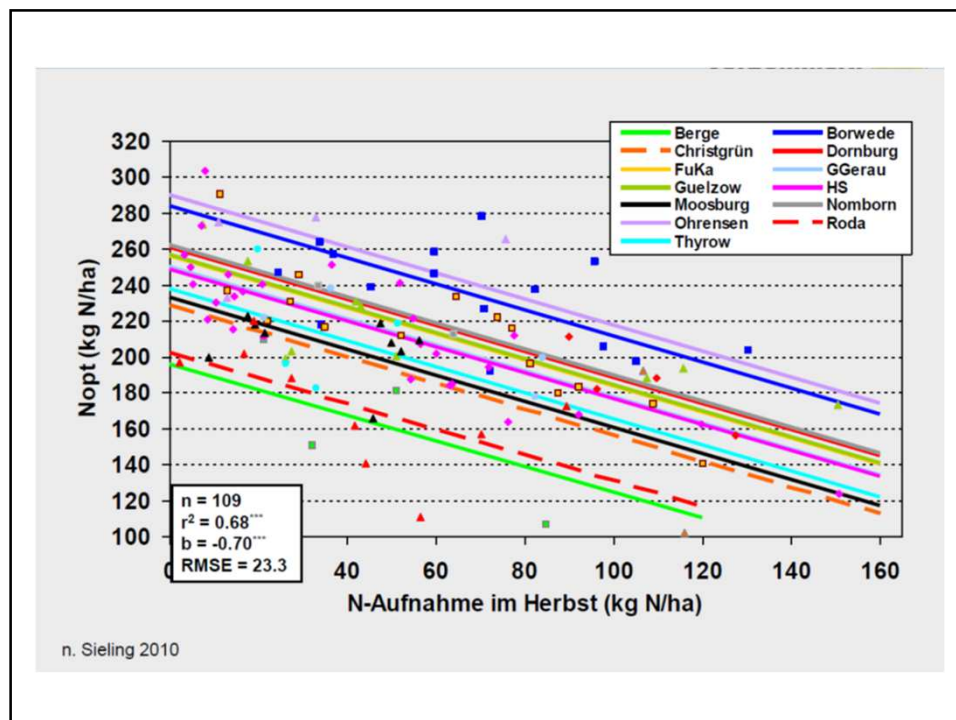
32

Optimierung der N-Düngung zu Winterraps		C A U Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
<i>Methode Frischmasse</i> • Beprobung an mehreren Stellen auf einem Schlag (jeweils 1 m²) • Wägung der Frischmasse (FM) • Umrechnung von FM/m² zu N/ha N/ha = FM (kg/ha) x TM (%) x N (%) Unterstellung einer bestimmten TM und N-Konzentration		 J. Henke, W. Sauermann*, K. Sieling & H. Kage 2007 Versuchs- durchführung Ergebnisse Schätzung der N-Mengen Ausblick

33

Optimierung der N-Düngung zu Winterraps		C A U Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
<i>Methode Frischmasse</i> • TM: ca. 10 % zu Vegetationsende und Vegetationsbeginn • % N in TM : ca. 4,5 % zu Vegetationsende und Vegetationsbeginn • Rechenbeispiel: 1 kg FM/m² x 45 = 45 kg N/ha Nur für frühe Wachstumsstadien gültig !		 J. Henke, W. Sauermann*, K. Sieling & H. Kage 2007 Versuchs- durchführung Ergebnisse Schätzung der N-Mengen Ausblick

34



35

UFOP-Praxisinformation

Autoren:
 Dr. Klaus Sieling
 Prof. Dr. Henning Kage
 Institut für Pflanzenbau und Pflanzenernährung
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Dr. Wolfgang Seemann
 Landwirtschaftsamt der Schleswig-Holstein

„Frischmasse-Methode“

Optimierung der N-Düngung von Raps nach der N-Menge des Bestandes im Herbst

Die Anforderungen an eine wirtschaftlich erfolgreiche und gleichzeitig umweltgerechte N-Düngungsstrategie zu Wintergerste sind hoch und werden in Zukunft noch weiter steigen. Die N-Düngung zu Wintergerste im Frühjahr erfolgt im Regelfall in zwei Schritten, zu Vegetationsbeginn und während der Ertragsbildung. Bis Raps bereits vor der 1. N-Gabe beträchtliche N-Mengen aufnehmen kann, erscheint es sinnvoll, die N-Aufnahme der Bestände zu Vegetationsbeginn im Herbst bei der Bemessung der N-Düngung im Frühjahr zu berücksichtigen. Nur-Werte im Frühjahr unter Raps variieren aufgrund der hohen N-Aufnahme der Ernte in der Regel nur geringfügig auf niedrigen Werten von 20-50 kg N/ha. Im Gegensatz hierzu können nach milder Herbstwetterung und normalen Strohanteilen über 100 kg N/ha und mehr vor Winter im Rapsstoppel ermittelt werden.

Abb. 1: Schritt wird die N-Menge im Bestand bei Vegetationsbeginn im Herbst abgelesen. Von einer Probefläche von 1 m² wird die oberirdische grüne Pflanzenmasse abgelesen, gewogen und in kg/m² erfasst. Das Gewicht wird mit dem Faktor 65 multipliziert, und das Ergebnis stellt die N-Menge in der oberirdischen Masse in kg N/ha (Abb. 1). Der Streichungsfehler beruht auf der Annahme einer mittleren Trockenmasse von 10% und einer mittleren N-Konzentration von 6,5% und ist nur für frische Bodenkontaminationen gültig. In der Praxis sollte man auf einen Regenschlag 4-6 und jeweils 1 m² Bepflanzung entweder oberirdisch abzulesen oder ausgraben sowie die Wurzel am Wurzelball abtrennen und die von gelbem Schnitt gesäuberte oberirdische grüne Biomasse wiegen (Kasten 1). Ein Zweifelsfehler

Abb. 1: Beziehung zwischen der Frischmasse und der oberirdischen N-Aufnahme im Herbst

Kasten 1: So schätzt man die N-Menge im Bestand

- Wägen oder abschätzen 1 m² oberirdischer Pflanzmasse (in gelbem Schnitt) (Dunkelblau markiert)
- Gewicht der oberirdischen Pflanzmasse (kg/m²) x 65 = N-Menge im Bestand (kg N/ha)

Wichtig: nur für frische Bodenkontaminationen gültig!!

Abb. 2: Beziehung zwischen der Frischmasse und der oberirdischen N-Aufnahme im Herbst

Kasten 2: So wird die N-Menge im Bestand auf die N-Düngungsmenge angepasst

- Zunächst wird die N-Düngungsmenge (kg N/ha) abgelesen, die im Herbst aufgetragen wurde.
- Beziehung zwischen der N-Düngungsmenge (kg N/ha) und der N-Menge im Bestand (kg N/ha) wird mit der Differenz zu 50 kg N/ha mit einem Anteil von 70% auf die N-Düngungsmenge im Frühjahr angepasst werden. Hat der Bestand weniger Stickstoff aufgenommen und liegt er unter dem Basiswert, so kann die Differenz zu 50 kg N/ha mit einem Anteil von 70% auf die N-Düngungsmenge im Frühjahr angepasst werden.

Beispiel 1:

N-Düngungsmenge (kg N/ha)	N-Menge im Bestand (kg N/ha)	N-Düngungsmenge im Frühjahr (kg N/ha)
100	20	100
150	50	150
200	80	200
250	110	250
300	140	300
350	170	350
400	200	400
450	230	450
500	260	500
550	290	550
600	320	600
650	350	650
700	380	700
750	410	750
800	440	800
850	470	850
900	500	900
950	530	950
1000	560	1000
1050	590	1050
1100	620	1100
1150	650	1150
1200	680	1200
1250	710	1250
1300	740	1300
1350	770	1350
1400	800	1400
1450	830	1450
1500	860	1500
1550	890	1550
1600	920	1600
1650	950	1650
1700	980	1700
1750	1010	1750
1800	1040	1800
1850	1070	1850
1900	1100	1900
1950	1130	1950
2000	1160	2000
2050	1190	2050
2100	1220	2100
2150	1250	2150
2200	1280	2200
2250	1310	2250
2300	1340	2300
2350	1370	2350
2400	1400	2400
2450	1430	2450
2500	1460	2500
2550	1490	2550
2600	1520	2600
2650	1550	2650
2700	1580	2700
2750	1610	2750
2800	1640	2800
2850	1670	2850
2900	1700	2900
2950	1730	2950
3000	1760	3000
3050	1790	3050
3100	1820	3100
3150	1850	3150
3200	1880	3200
3250	1910	3250
3300	1940	3300
3350	1970	3350
3400	2000	3400
3450	2030	3450
3500	2060	3500
3550	2090	3550
3600	2120	3600
3650	2150	3650
3700	2180	3700
3750	2210	3750
3800	2240	3800
3850	2270	3850
3900	2300	3900
3950	2330	3950
4000	2360	4000
4050	2390	4050
4100	2420	4100
4150	2450	4150
4200	2480	4200
4250	2510	4250
4300	2540	4300
4350	2570	4350
4400	2600	4400
4450	2630	4450
4500	2660	4500
4550	2690	4550
4600	2720	4600
4650	2750	4650
4700	2780	4700
4750	2810	4750
4800	2840	4800
4850	2870	4850
4900	2900	4900
4950	2930	4950
5000	2960	5000
5050	2990	5050
5100	3020	5100
5150	3050	5150
5200	3080	5200
5250	3110	5250
5300	3140	5300
5350	3170	5350
5400	3200	5400
5450	3230	5450
5500	3260	5500
5550	3290	5550
5600	3320	5600
5650	3350	5650
5700	3380	5700
5750	3410	5750
5800	3440	5800
5850	3470	5850
5900	3500	5900
5950	3530	5950
6000	3560	6000
6050	3590	6050
6100	3620	6100
6150	3650	6150
6200	3680	6200
6250	3710	6250
6300	3740	6300
6350	3770	6350
6400	3800	6400
6450	3830	6450
6500	3860	6500
6550	3890	6550
6600	3920	6600
6650	3950	6650
6700	3980	6700
6750	4010	6750
6800	4040	6800
6850	4070	6850
6900	4100	6900
6950	4130	6950
7000	4160	7000
7050	4190	7050
7100	4220	7100
7150	4250	7150
7200	4280	7200
7250	4310	7250
7300	4340	7300
7350	4370	7350
7400	4400	7400
7450	4430	7450
7500	4460	7500
7550	4490	7550
7600	4520	7600
7650	4550	7650
7700	4580	7700
7750	4610	7750
7800	4640	7800
7850	4670	7850
7900	4700	7900
7950	4730	7950
8000	4760	8000
8050	4790	8050
8100	4820	8100
8150	4850	8150
8200	4880	8200
8250	4910	8250
8300	4940	8300
8350	4970	8350
8400	5000	8400
8450	5030	8450
8500	5060	8500
8550	5090	8550
8600	5120	8600
8650	5150	8650
8700	5180	8700
8750	5210	8750
8800	5240	8800
8850	5270	8850
8900	5300	8900
8950	5330	8950
9000	5360	9000
9050	5390	9050
9100	5420	9100
9150	5450	9150
9200	5480	9200
9250	5510	9250
9300	5540	9300
9350	5570	9350
9400	5600	9400
9450	5630	9450
9500	5660	9500
9550	5690	9550
9600	5720	9600
9650	5750	9650
9700	5780	9700
9750	5810	9750
9800	5840	9800
9850	5870	9850
9900	5900	9900
9950	5930	9950
10000	5960	10000

Beispiel 2:

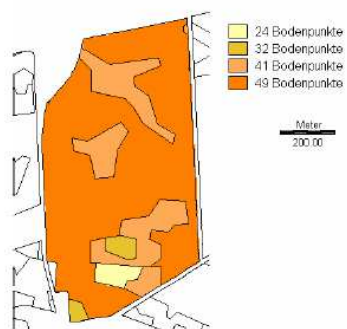
N-Düngungsmenge (kg N/ha)	N-Menge im Bestand (kg N/ha)	N-Düngungsmenge im Frühjahr (kg N/ha)
100	20	100
150	50	150
200	80	200
250	110	250
300	140	300
350	170	350
400	200	400
450	230	450
500	260	500
550	290	550
600	320	600
650	350	650
700	380	700
750	410	750
800	440	800
850	470	850
900	500	900
950	530	950
1000	560	1000
1050	590	1050
1100	620	1100
1150	650	1150
1200	680	1200
1250	710	1250
1300	740	1300
1350	770	1350
1400	800	1400
1450	830	1450
1500	860	1500
1550	890	1550
1600	920	1600
1650	950	1650
1700	980	1700
1750	1010	1750
1800	1040	1800
1850	1070	1850
1900	1100	1900
1950	1130	1950
2000	1160	2000
2050	1190	2050
2100	1220	2100
2150	1250	2150
2200	1280	2200
2250	1310	2250
2300	1340	2300
2350	1370	2350
2400	1400	2400
2450	1430	2450
2500	1460	2500
2550	1490	2550
2600	1520	2600
2650	1550	2650
2700	1580	2700
2750	1610	2750
2800	1640	2800
2850	1670	2850
2900	1700	2900
2950	1730	2950
3000	1760	3000
3050	1790	3050
3100	1820	3100
3150	1850	3150
3200	1880	3200
3250	1910	3250
3300	1940	3300
3350	1970	3350
3400	2000	3400
3450	2030	3450
3500	2060	3500
3550	2090	3550
3600	2120	3600
3650	2150	3650
3700	2180	3700
3750	2210	3750
3800	2240	3800
3850	2270	3850
3900	2300	3900
3950	2330	3950
4000	2360	4000
4050	2390	4050
4100	2420	4100
4150	2450	4150
4200	2480	4200
4250	2510	4250
4300	2540	4300
4350	2570	4350
4400	2600	4400
4450	2630	4450
4500	2660	4500
4550	2690	4550
4600	2720	4600
4650	2750	4650
4700	2780	4700
4750	2810	4750
4800	2840	4800
4850	2870	4850
4900	2	



37

**Unterschiedliches
Wachstum innerhalb
eines Schlates**

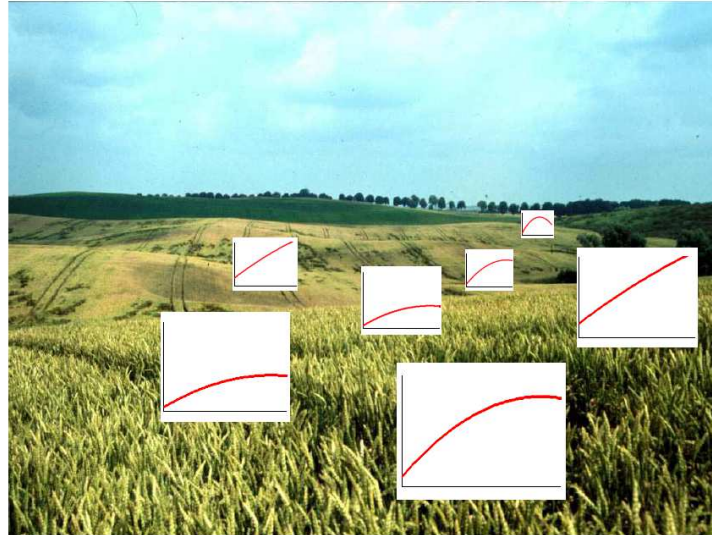
**teilflächenspezifische
N-Düngung ?!**



Dobers, 2007

38

Jede Teilfläche hat ein eigenes Düngungsoptimum AGRI CON PRECISION FARMING COMPANY



Unser Ziel: jeder Teilfläche das Optimum verabreichen

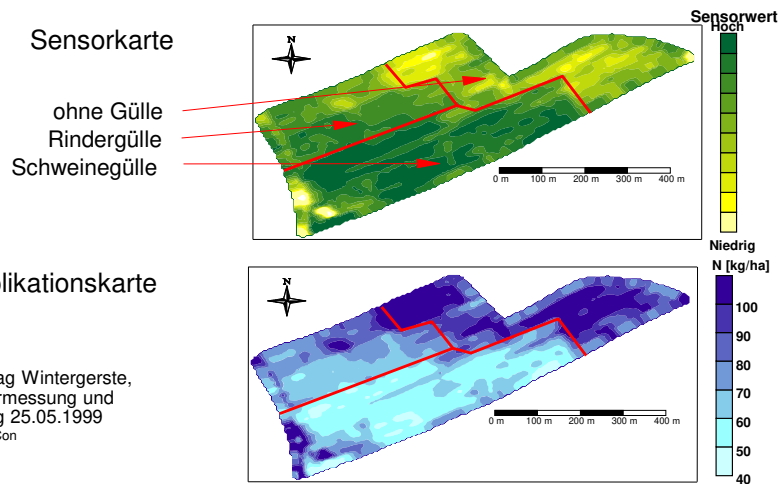
39

Teilflächenspezifische N-Düngung mit Sensortechnik



40

Unterschiedliche N-Versorgung im Schlag wird erkannt



41

**Messgröße: Reflexion des Tageslichts im Pflanzenbestand
bei verschiedenen Wellenlängen:**
**Je geringer die Reflexion, desto höher ist die Absorption und
damit der Chlorophyllgehalt und die Biomasse**



42

Yara-N-Sensor®

Vertrieb seit 1999

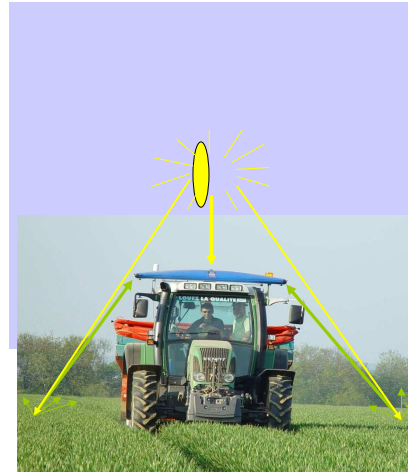
Messprinzip: (optisch, Reflexion)

- 1 Optik erfasst das direkt einfallende Tageslicht (Sonnenlicht)
- 4 Optiken (2 auf jeder Seite) erfassen das reflektierte Licht aus dem Pflanzenbestand

Einflussgrößen:

- benötigt natürliches Licht (Nachts nicht einsetzbar)
- wechselnde Lichtverhältnisse (Sonne/Wolken) werden vom Tageslichtsensor kompensiert

Einsetzbar in: - Getreide (ab EC 27)
- Raps
- Mais
- Kartoffeln



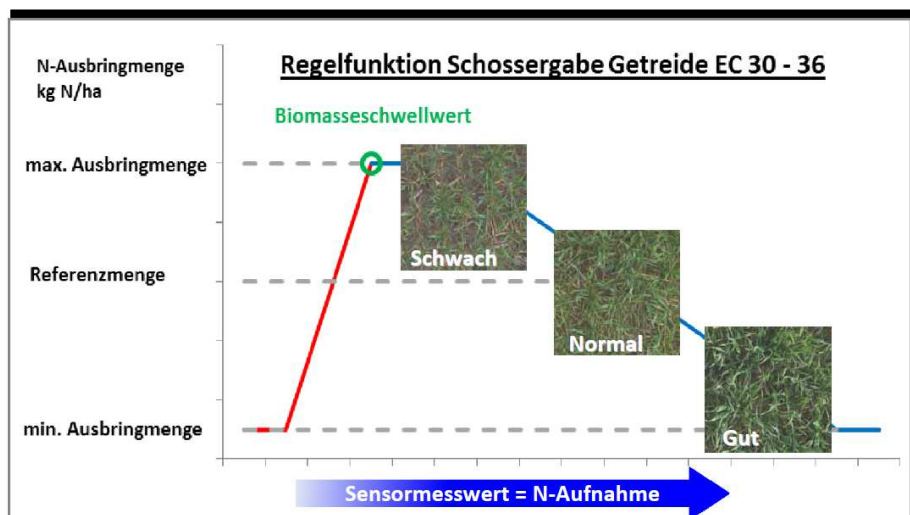
Messfeld:

3 m breiter Streifen links und rechts neben dem Schlepper

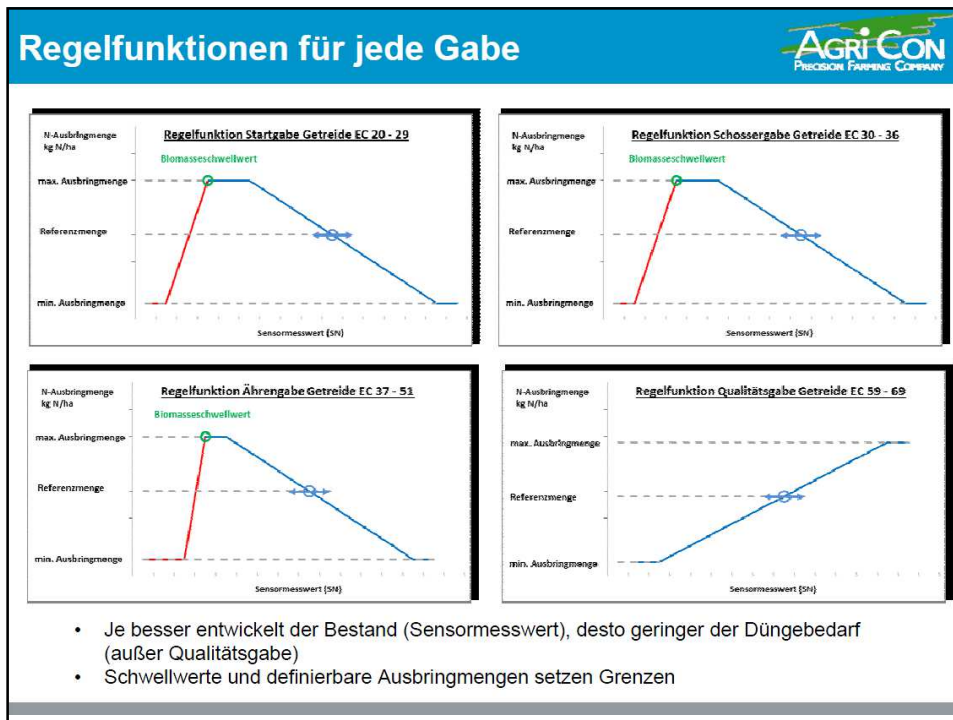
Reckleben, 2006

43

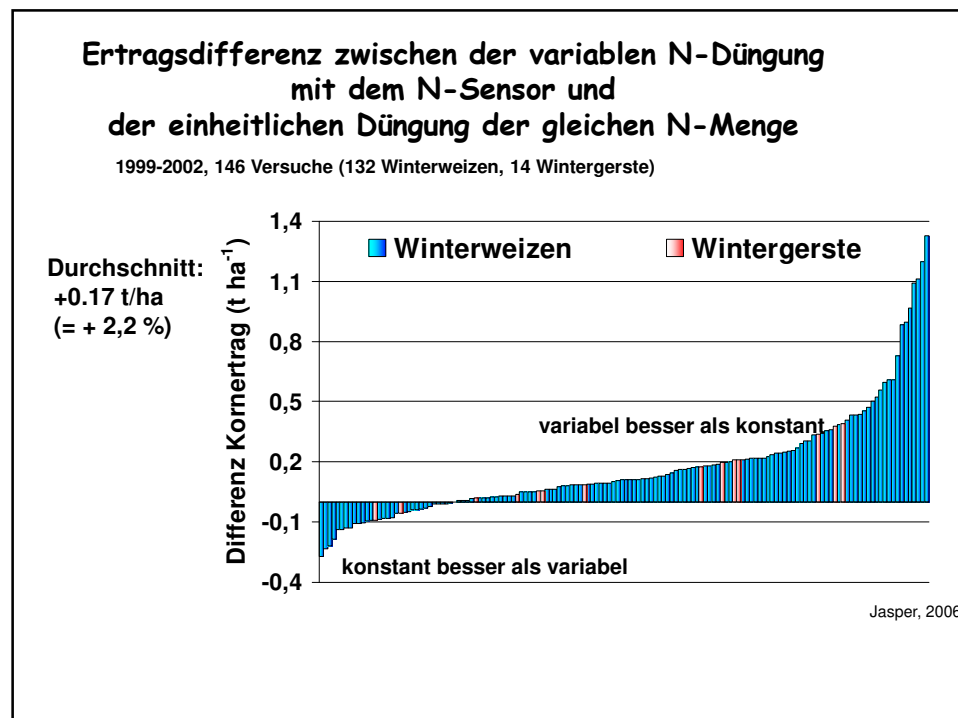
Regelfunktionen des YARA N-Sensors



44



45



46

Yara N-Sensor ALS



Der N-Sensor ALS beleuchtet die Pflanzen mit Xenon-Blitzlampen. So ist er auch nachts einsetzbar.

Yara N-Sensor



Der erste N-Sensor war blau wie dieser hier. Der N-Sensor II ist grau und wurde technisch optimiert.

Land-Data Eurosoft GreenSeeker



Beim GreenSeeker kann der Landwirt die Stufen für die Ausbringungsmengen selbst festlegen.

AgLeader OptRx



Der OptRx kann in allen grünen Kulturen auch in frühen Stadien eingesetzt werden.

Fritzmeier Isaria



Den Isaria gibt es in rot von Fritzmeier und als ISOBUS-Version in Claas-grün.

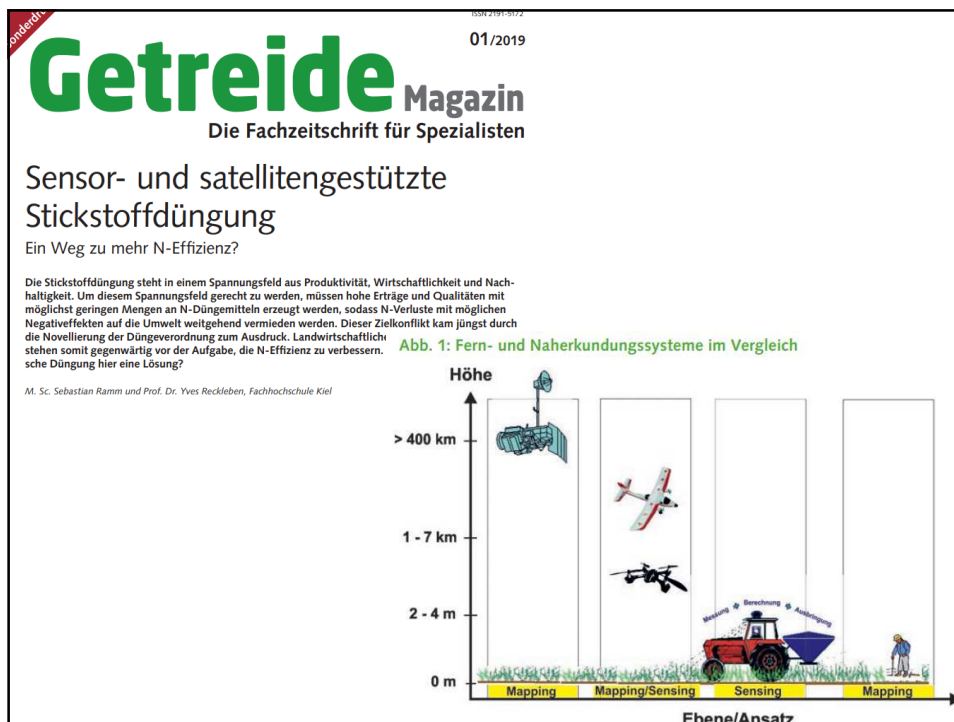
**Anja Böhrnsen, DLG-Mitteilungen-Spezial:
smart farming, 12-2012**

47

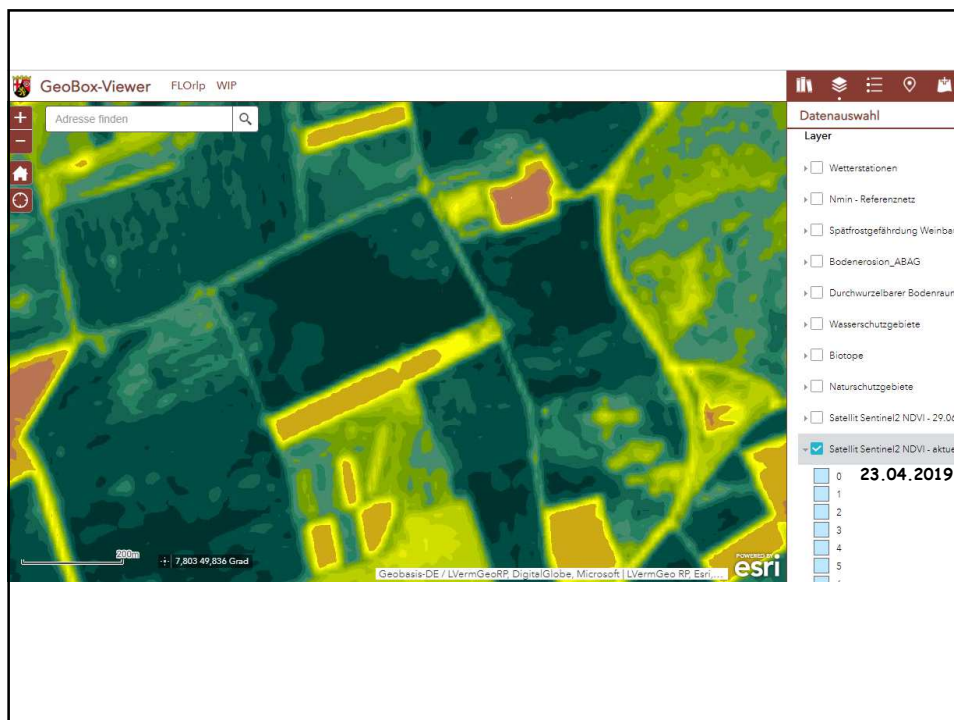
Marktübersicht Stickstoff-Sensoren:					
Hersteller	Fritzmeier	Holland Scientific	N-Tech	Yara	
Sensor	Isaria	OptRx	GreenSeeker	N-Sensor II	N-Sensor ALS
					
Vertrieb	Claas, geo-konzept	AgLeader, Ph. Roden Nachf., goodsoil	Land-Data Eurosoft	Agri Con	
Paketpreis ¹⁾	ab 19 500 €	15 000 €	ab 17 900 €	23 500 €	35 800 €
Preis Sensor solo ²⁾	Keine Angabe	6 000 €	5 300 €	14 700 €	27 000 €
Anwendungen	Online, Online + Karte, Kartieren, Applikation nach Karte	Online, Kartieren, Applikation nach Karte	Online, Online + Karte, Kartieren, Applikation nach Karte	Online, Online + Karte, Kartieren, Applikation nach Karte	
Kalibrierung	Zwei-Punkt-Kalibrierung, Ein-Punkt-Kalibrierung (Option, 1800 €), Kalibrierung nicht notwendig mit "Düngesystem Winterweizen" (Option, 2800 €)	Ein-Punkt-Kalibrierung	Ein-Punkt-Kalibrierung, Kalibrierung nicht notwendig mit Expertensystem (in Vorbereitung)	Ein-Punkt-Kalibrierung, Kalibrierung nicht notwendig bei "N-Düngung Raps" (Option, 1050 €)	
Spezielle Funktionen	Expertensystem für N-Düngung in Winterweizen abhängig von Ertragsentwicklung und Verwertungsrichtung, "Düngesystem Wintergerste" und "Düngesystem Winterweizen" in Entwicklung	Streuakurven vom Benutzer bearbeitbar	Streuakurven vom Benutzer bearbeitbar	Kultur- und EC-Stadien-abhängige Regelfunktionen für die N-Düngung, EC-Stadien und Mittel-abhängige Regelfunktionen für Wachstumsregler und Fungizide (auch Mittelmischungen)	
Bedienterminal	Tablet-PC, ISOBUS-fähig mit Umsetzer (Claas-Variante mit ISOBUS-Terminal)	12,1-Zoll-Touchscreen, ISOBUS-fähig	Outdoor-fähiges Netbook	Tablet-PC, ISOBUS-fähig, Internet-fähig	
Geräteansteuerung	Serielle Schnittstelle (Claas: auch ISOBUS)	ISOBUS oder serielle Schnittstelle	Serielle Schnittstelle	Über ISOBUS oder serielle Schnittstelle	
Anbau	6 m oder 6,90 m breites Gestänge im Frontanbau	Gestänge im Frontanbau oder am Spritzgestänge	7 oder 9,50 m breites Gestänge im Frontanbau oder am Spritzgestänge	Auf Kabinendach von Schlepper oder SF-Spritze	
Messabstand	40 bis 100 cm	75 bis 150 cm	60 bis 140 cm	4 bis 12 m	
Blickwinkel	senkrecht	senkrecht	senkrecht	schräg	
Anzahl Sensoren	2	2 bis 7	2 bis 50	2	
Aktive Beleuchtung	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja

**Anja Böhrnsen,
DLG-Mitt.-Spezial:
smart farming, 12-2012**

48



49



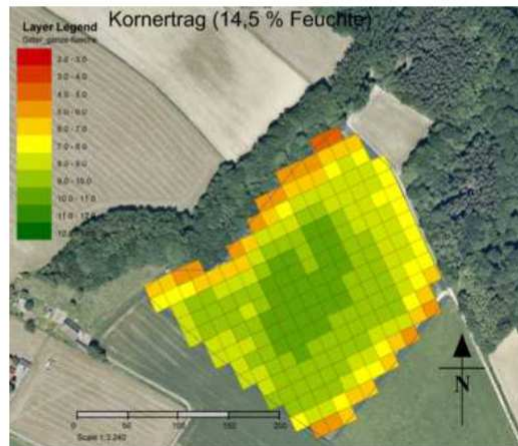
50

Ertragspotential nutzen – aber wie?



- Der Weg zum Optimum

Ertragskarte 2007



Dietrich Baye
Produktmanagement
Düngetechnik / Pflanzenernährung



51

Düngerbemessung bei „Mapping“

N-Aufnahmesoll nach Ertragspotential

oder anderen
teilschlag-
spezifischen
Informationen

hoch (6 t ha^{-1})

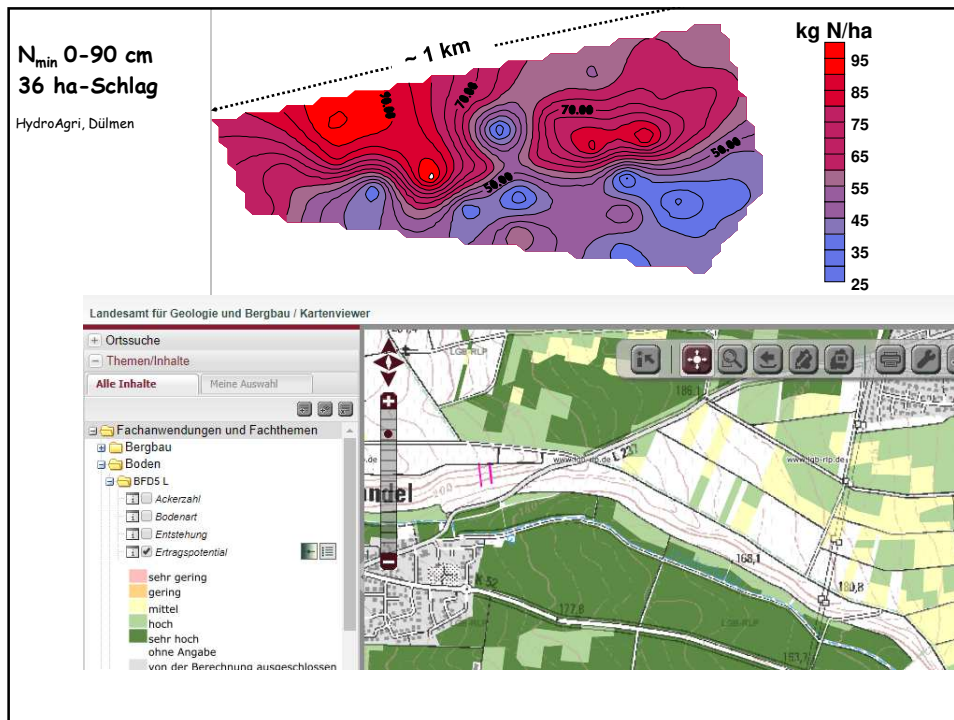
mittel (5 t ha^{-1})

niedrig (4 t ha^{-1})



Düngermenge

52



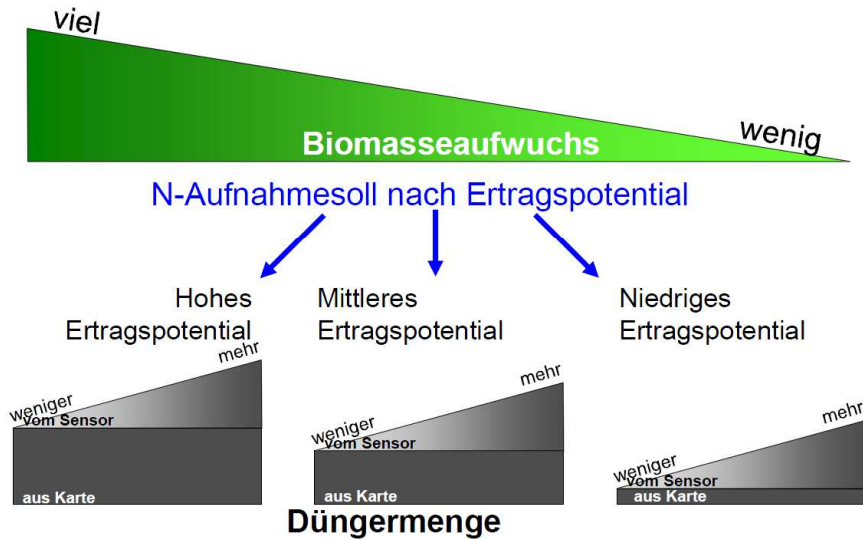
53

Verfahren der Teilschlagdüngung

- Mapping
 - ✓ Steuerung der Düngung anhand historischer Schlaginformationen (z.B. Boden-, Ertragskarten)
- Online
 - ✓ Steuerung der Düngung anhand der aktuellen Pflanzenentwicklung
- Online mit Map-Overlay
 - ✓ Kombination von historischen Schlaginformationen mit aktuellen Pflanzenentwicklungsdaten

54

Düngerbemessung bei „Online mit Map-Overlay“



Department Pflanzenwissenschaften F.-X. Maidl



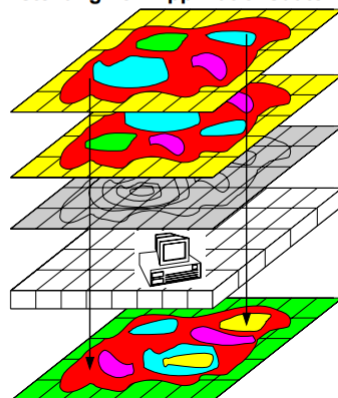
55

Ertragspotential nutzen – aber wie?



- Der Weg zum Optimum

Interpretation und Verknüpfung relevanter Daten
zur Erstellung von Applikationsdaten



Ertragskarte
+
Nährstoffkarte
+
Bodenkarte
+
Expertenwissen
+
Sensortechnik
=
Applikation

Dietrich Baye
Produktmanagement
Düngetechnik / Pflanzenernährung



56

Vorteile der teilflächen-spezifischen N-Düngung

- **bedarfsgerechte** N-Düngung an jeder Stelle des Feldes (Berücksichtigung der N-Versorgung z.B. aus org. Bodensubstanz, Gülle und Vorfrucht)
- höhere **N-Effizienz** der Düngung
- geringere **N-Bilanzüberschüsse** im Vergleich zur schlageinheitlichen Düngung
- Vermeidung von **Lagergetreide** und damit verbundenen Ertrags- und Qualitätseinbußen sowie Trocknungskosten
- variable, bedarfsgerechte Spätdüngung: höhere und ausgeglichene **Rohproteingehalte**
- **homogenere Bestände**, die gleichmäßiger abreifen und trocken und sich leichter und mit geringeren Kosten dreschen lassen
- exakte **Dokumentation** der Düngung

57

beispielhafte Fragen zum Teil 2:

- Welche Korn-N-Abfuhr/ha ist bei Weizen in unserer Region bestenfalls möglich? 100 200 300 400 kg N/ha
- Warum funktioniert bei Winterraps die Frischmasse-Methode und bei Sommer-Braugerste die $N_{\min}$ -Methode relativ gut?
- Beschreiben Sie Methoden zur Bemessung einer zweiten oder dritten N-Gabe von Wintergetreide
- Was versteht man unter einem N-Düngefenster, einem Nitratschnelltest und einem N-Tester?
- Beschreiben Sie Vor- und Nachteile einer teilflächenspezifischen N-Düngung
- Worauf basiert die Ermittlung des N-Düngebedarfs im Ackerbau gemäß der Düngeverordnung? Diskutieren Sie Vor- und Nachteile dieser Vorgehensweise!

58