



BETRIEB



FLOTTE



GRUNDDÜNGUNG



N-DÜNGUNG



PFLANZENSCHUTZ

Anwenderseminar N-Düngung

Zusammenfassung

Tagesprogramm

1. Neuigkeiten & Weiterentwicklungen 2025

2. Motivation


- Entwicklung der Erträge und Qualitäten in D
- Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der DVO
- Prozesskostenanalyse Winterweizen
- Wie muss das Problem gelöst werden?

3. Agronomische Grundlagen N-Düngung / Pflanzenbau

- Erreichen des N-Optimums
- **!NEU! Umverteilung von N**
- Umgang mit Trockenheit (Wetter/Klima – Bodenbearbeitung – N-Formen)

4. Düngung Wintergetreide + Praxisbeispiele

- **!NEU! N1: Andüngung von Wintergetreide**
- **!NEU! N-Monitoring (App)**
- N2 & N3: Richtiges Kalibrieren des Sensors zum Erreichen des optimalen Ertrages
- **!NEU! Logfile-Analyse-Werkzeug**
- N4 Qualitätsdüngung in Winterweizen

- 
- Demonstration in agriport
 - Fallbeispiele
 - Typische Fehler

5. Düngung Raps

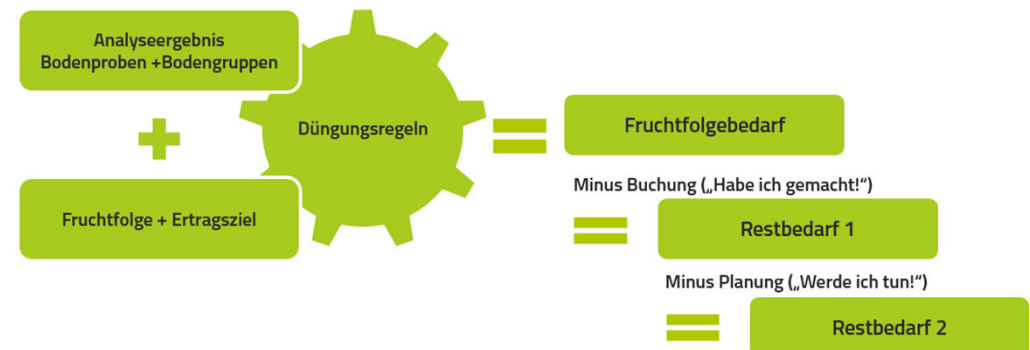
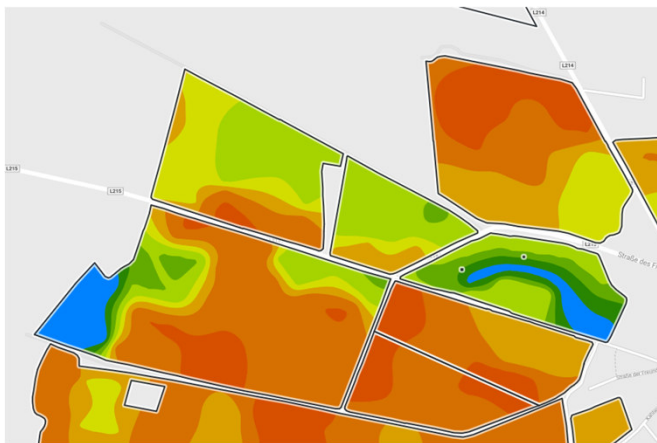
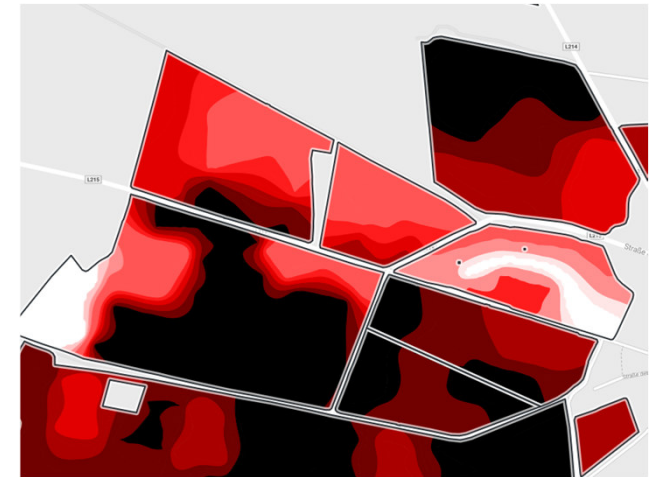
6. Düngung Sommerungen

Neuigkeiten & Weiterentwicklungen

Grunddüngung, N-Düngung Hardware

Neuigkeiten & Weiterentwicklungen Grunddüngung

- Visualisierung von allen Restbedarfen abhängig von Analytik, Entzügen & Düngeregeln
- Bearbeiten von Planungen
- Buchungen mit N-haltigen Düngemitteln werden aus „Modul Grunddüngung“ in „Modul N-Düngung“ übernommen (=> „Restmengen-Monitoring“ / Umverteilung)
- Historie von Feldern bleibt beim Teilen / Zusammenlegen erhalten (Fruchtfolge, Buchungen)
- Ausdruck NST-Verteilkarten aus agriPORT



Neuigkeiten & Weiterentwicklungen N-Düngung



Sollwertsystem für die variable Andüngung von Wintergetreide

N-Budget und dessen sinnvolle Umverteilung managen

Spot-Kalibrierung des Sensors für N1



Durchschnittliche N-Aufnahme	Zeitpunkt	Gesamtbedarf N1
6		90
8		85
10	zu Vegetationsbeginn	80
12	geteilt in 1a und 1b	75
14		70
16		65
18	zu Vegetationsbeginn	60
20		55
22		50
24		45
26	zu/nach	40
28	Vegetationsbeginn	35
30		30

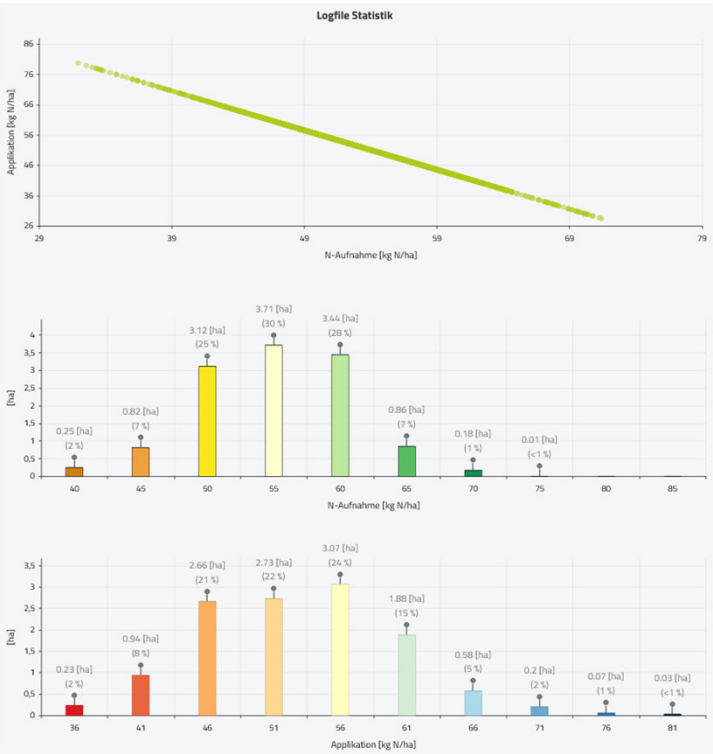
- Ermittlung der N-Aufnahme im „Spot“ = 10-15 m Durchfahren einer mittleren Fahrgasse
- Zuordnung der N-Düngungsmenge laut Tabelle
- Applikation mit Modul „N-Düngung“



Neuigkeiten & Weiterentwicklungen N-Düngung



Logfile-Analyse-Werkzeug



N-Monitoring agriPORT

Neue Bonitur

Allgemein
Ausbringdatum: 31.12.2024
EC-Stadium: 30

Bonitur
Art: N-Tester
Messwert: 680,00
Empfehlung [kg N]: 50,00

Bemerkung
Bemerkung

Edit monitoring detail

Date: 31.12.2024
EC Stage: 30
Monitoring Type: N-Tester
Value: 680,00
Recommendation (kg N/ha): 50,00
Notes

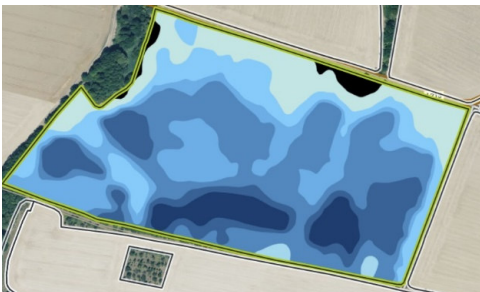
Inklusive App (iOS & Android)

Neuigkeiten & Weiterentwicklungen N-Düngung

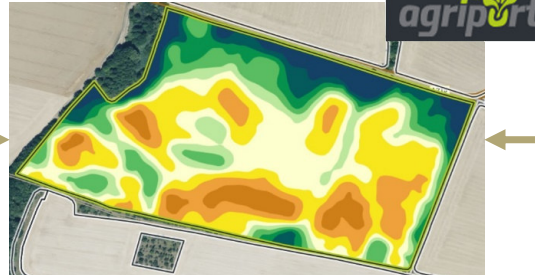
„Doppelnutzung von Logfiles“



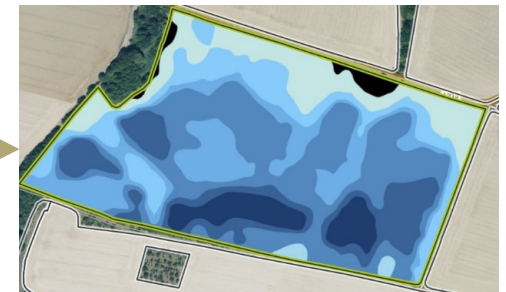
Streukarte N-Düngung



N-Aufnahmekarte (aus ND oder PS)



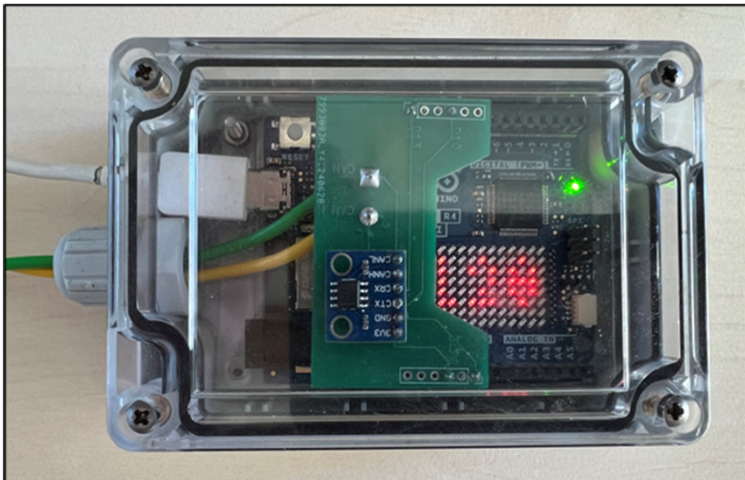
Spritzkarte Pflanzenschutz



Neuigkeiten & Weiterentwicklungen Hardware



Agricon ISOBUS-Adapter



zur Übertragung von Sensor-Applikationsmengen in
den ISOBUS vom Agricon T 1000-Terminal

Einsatzmöglichkeiten zum Beispiel

ISOBUS Terminal

AmaTron 4
Amapad2
Agleader
Fendt One
Fendt NT01
JD Gen 4600
JD Gen 4640
Case AFS 1200 Pro
Trimble GFX 1060

Düngerstreuer

Amazone ZA/TS
Bogballe M3W
Kverneland
Rauch Axis
Rauch Axent
Rauch AGT

Spritzen

Amazone Selbstfahrer
LEEB PT Selbstfahrer
Amazone UX 11200
Horsch Sprayer T
Horsch LEEB 6LT
Dammann Spritze
John Deere R962i

Neuigkeiten & Weiterentwicklungen Hardware



Agricon N-Sensor ISOBUS ECU



- nur ALS 2 Sensoren
- verfügbar 2025



AmaTron4
CCI 1200 (Agricon)
Fendt One
Fendt NT
Horsch eosT10 Plus
InCommand 1200
John Deere Gen 4
Lacos LC:ONE
ME Touch 1200 (Agricon)
Trimble-ME TME 1060/1260
Topcon X25

CNH AFS 1200 Pro
CLAAS
Deutz (Topcon)

Entwicklung der Erträge und Qualitäten in D

Anwenderseminar 2024: Ergebnisse der Befragung von ca. 400 Betrieben zu Auswirkungen der DVO



1. Vorsommer- bzw. auch Frühjahrstrockenheit.
2. Rückgang der Qualitäten um 1 Stufe
3. Ertragsverlust durch DVO ca. 5%, in roten Gebieten bei 15%
4. Umgang mit organ. Düngern

Wirtschaftliche Auswirkung (nur) DVO:

- 5% Ertragsverlust: $4 \text{ dt/ha} \times 20 \text{ €/ha} = 80 \text{ €/ha}$
- 1 Qualitätsstufe: $80 \text{ dt/ha} \times 2,50 \text{ €/dt} = 200 \text{ €/ha}$
- Aufwand f. Dokumentation: 20-40 €/ha

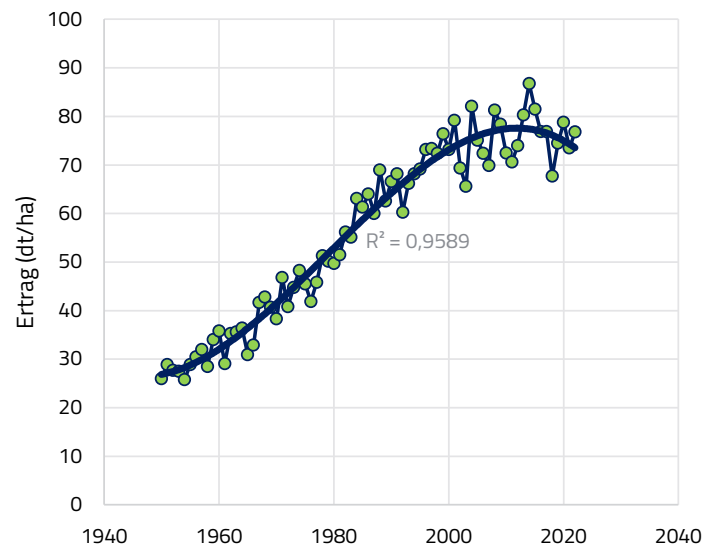
300 – 320 €/ha

11 Mio. ha AL x 300 €/ha = 3,3 Mrd. € Schaden

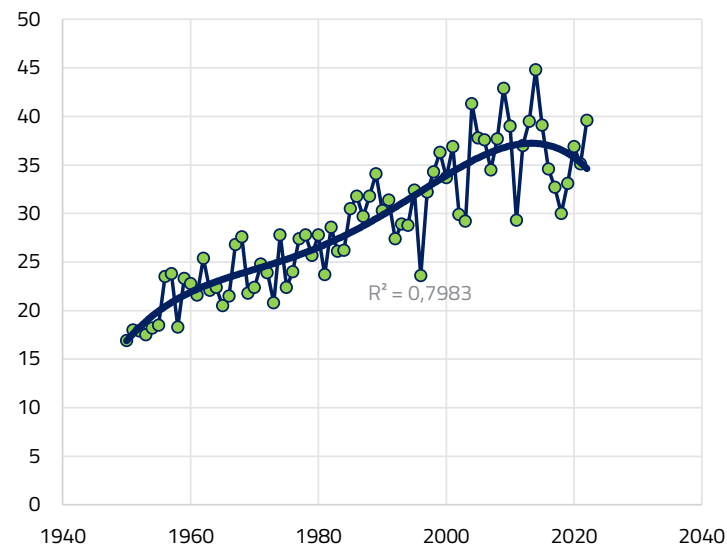
Ertragsentwicklung Deutschland Winterweizen



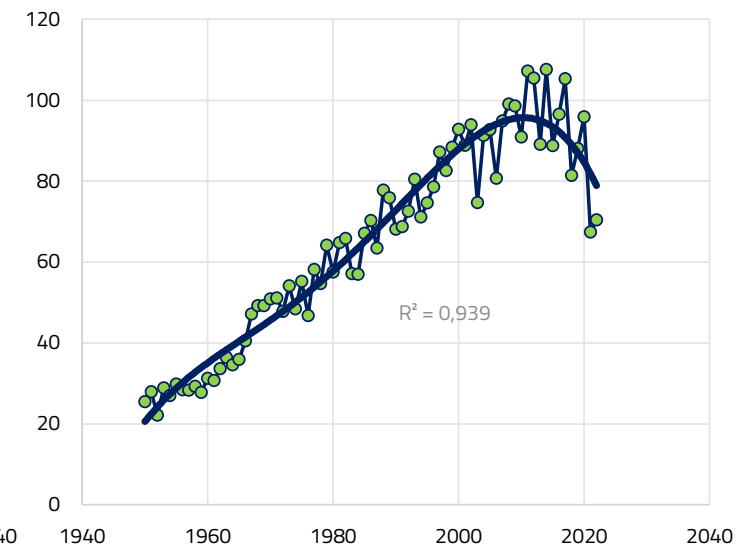
Ertragsentwicklung Winterweizen



Ertragsentwicklung Winterraps



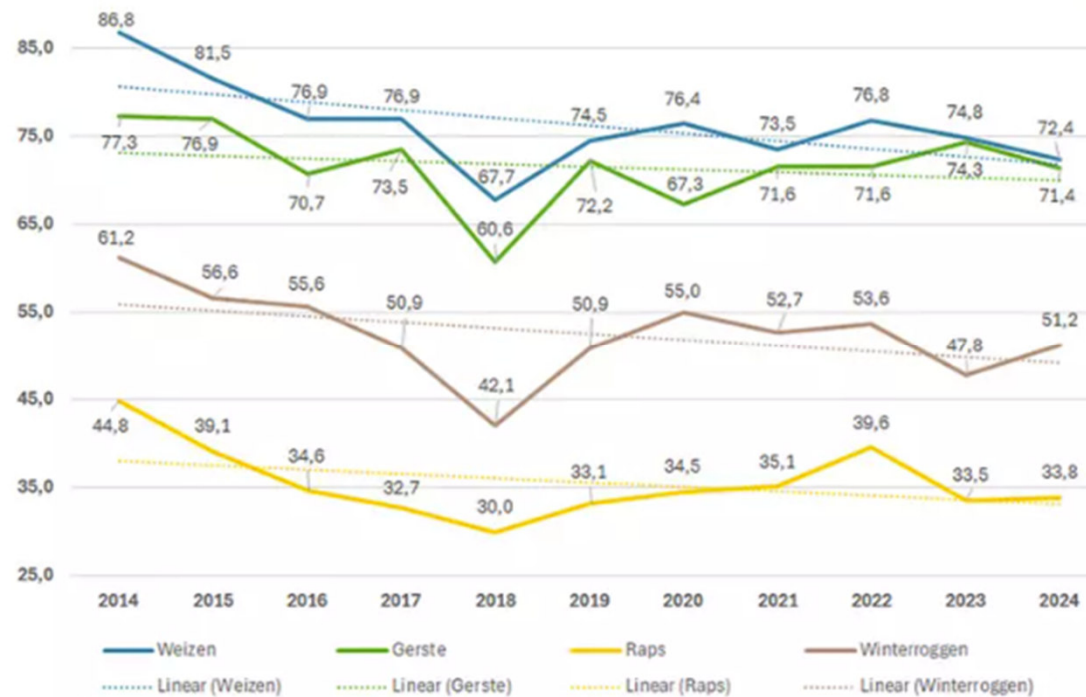
Ertragsentwicklung Körnermais



Ertragsentwicklung Deutschland 2014-2024

Ertragsentwicklung 2014 bis 2024

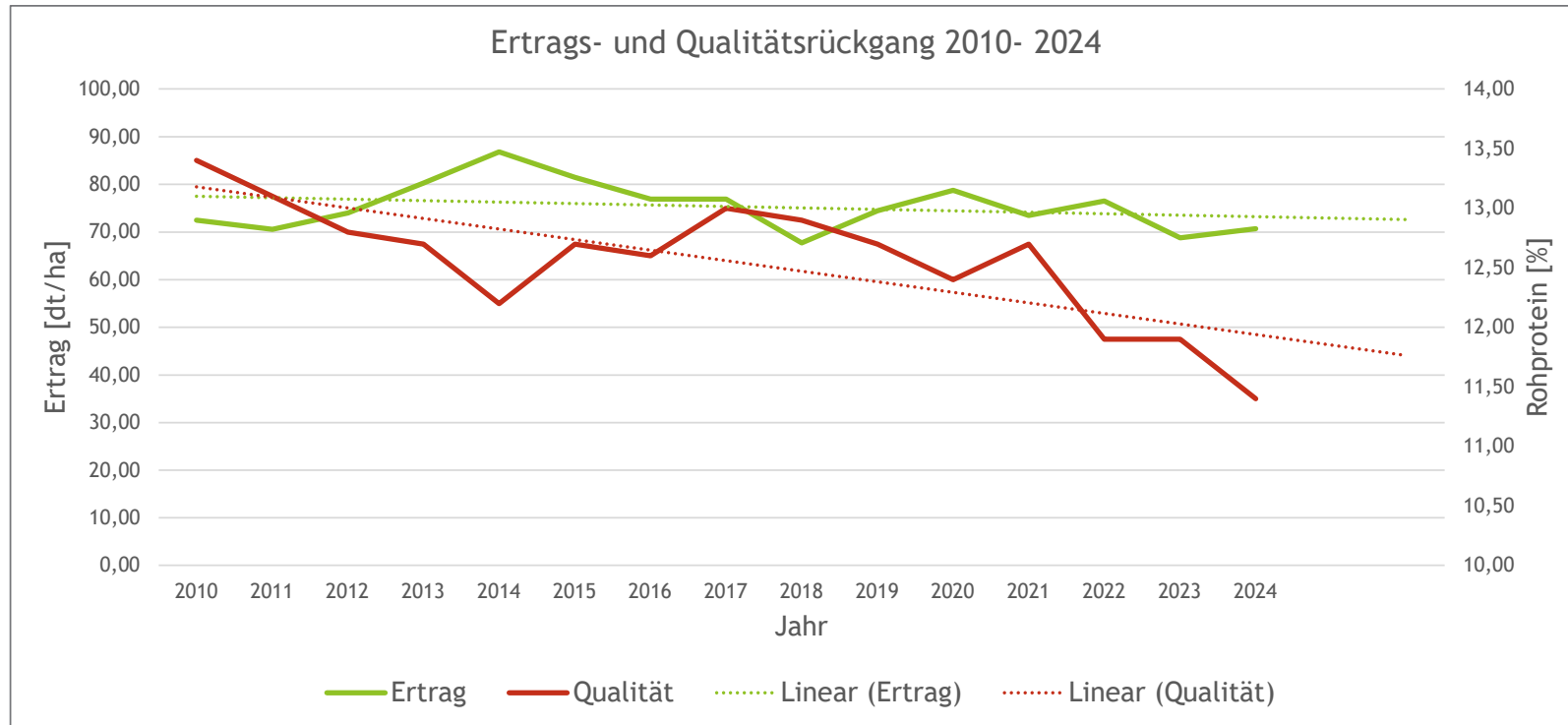
Weizen, Gerste, Raps, Winterroggen, in Dezitonnen pro Hektar



Quelle: 2014 - 2023 DESTATIS, 2024 Prognose Landesbauernverbände

Im Zehnjahresvergleich fallen die Erträge bei Weizen, Gerste, Roggen und Raps ab. (Bildquelle: Deutscher Bauernverband)

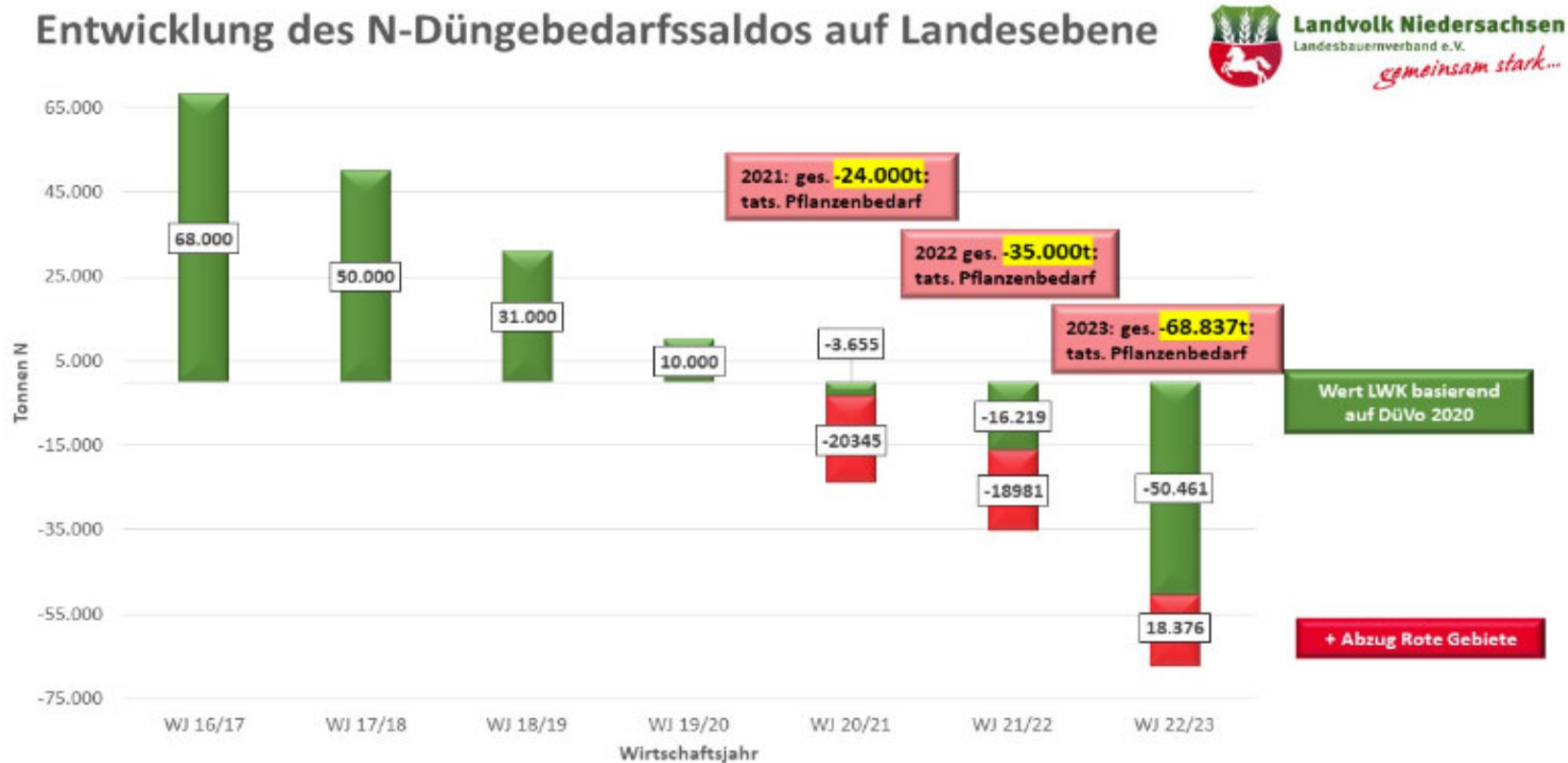
Ertrags- und Qualitätsentwicklung Deutschland 2010 - 2024



Quelle: Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung; Max-Rubner-Institut 2010 - 2024

„Auch aus den jährlichen Veröffentlichungen der Besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung des Max-Rubner-Institutes lassen sich die nachlassenden Rohprotein-, Sedimentations- und Backqualitätswerte bestätigen. Der Rückgang der qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Weizen scheint sich in den letzten 2 Ernten sogar zu beschleunigen. **Im großen Schnitt über die letzten 10 Jahre kann man feststellen, dass 1% Rohprotein und etwa 10% Backvolumen verloren gegangen sind.** Damit verliert Deutschland zunehmend seine Stellung als exportstarker Qualitätsweizenlieferant.“

Entwicklung des N-Düngebedarfssaldos



N-Bilanz:

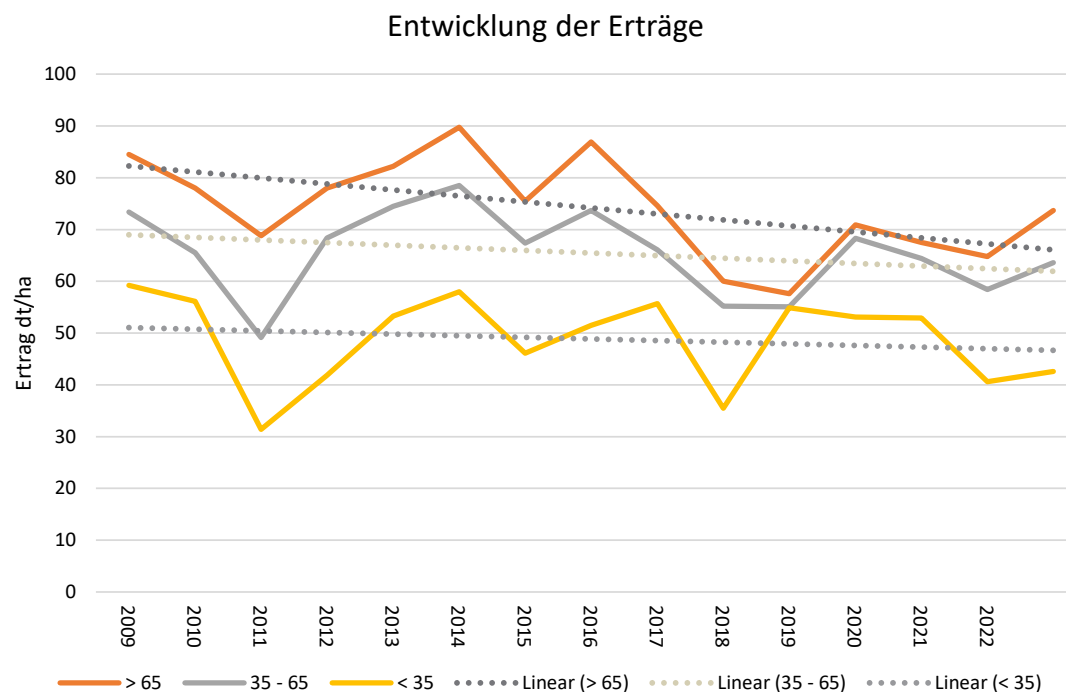
2016/17: + 26 kg N/ha

2022/23: - 26 kg N/ha

Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der DVO

Rückgang der Erträge

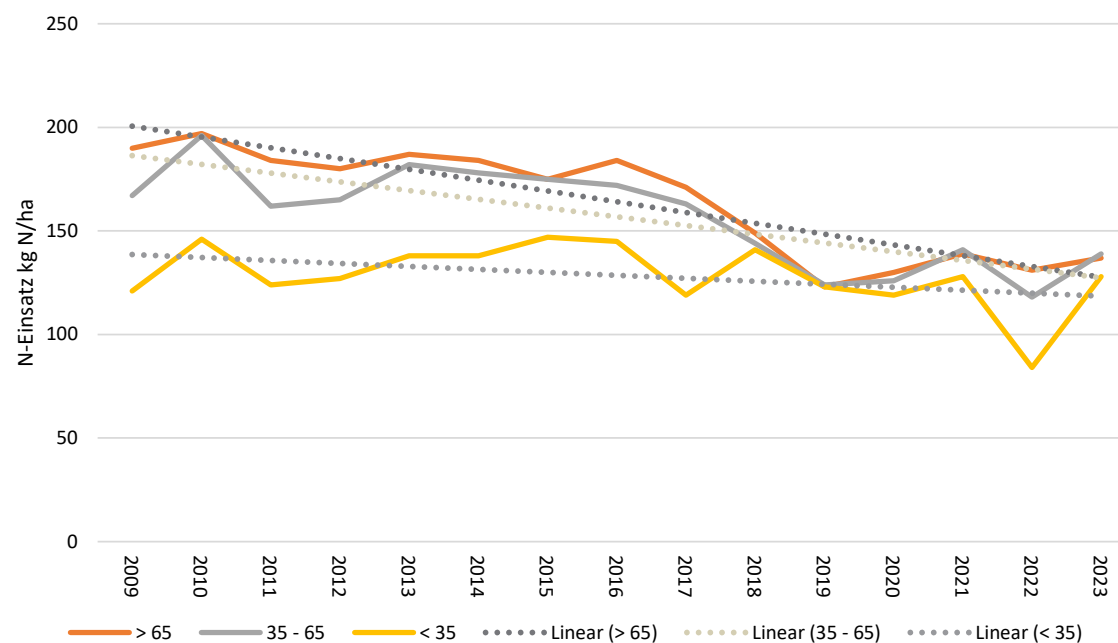
Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2009 - 2017	2018 - 2023	Differenz	
Ertrag dt/ha																			
> 65	84,5	78	68,8	78	82,2	89,7	75,5	86,9	74,6	60	57,6	70,9	67,5	64,8	73,7	79,8	65,8	-14,1	-18%
35 - 65	73,4	65,5	49,1	68,34	74,5	78,5	67,4	73,7	66,1	55,2	55,1	68,3	64,4	58,4	63,6	68,5	60,8	-7,7	-11%
< 35	59,2	56,1	31,4	41,83	53,3	58	46,1	51,5	55,7	35,5	54,9	53,1	52,9	40,6	42,6	50,3	46,6	-4	-7%



Rückgang der N-Düngung

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2009 - 2017	2018 - 2023	Differenz	
kg N/ha																			
> 65	190	197	184	180	187	184	175	184	171	149	123	130	139	131	137	184	135	-49	-27%
35 - 65	167	196	162	165	182	178	175	172	163	144	124	126	141	118	139	173	132	-41	-24%
< 35	121	146	124	127	138	138	147	145	119	141	123	119	128	84	128	134	121	-13	-10%

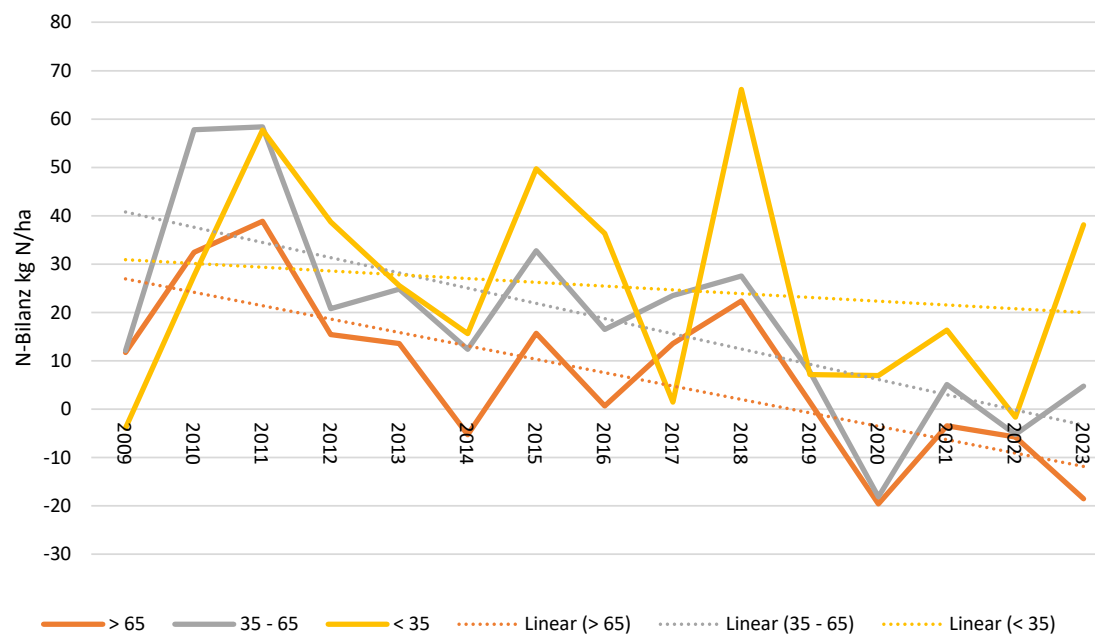
Entwicklung der N-Aufwendungen



N-Bilanzen gehen ins Negative

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2009 - 2017	2018-2023	Differenz
N-Bilanz kg N/ha																		
> 65	12	32	39	15	14	-5	16	1	14	22	1	-20	-3	-6	-19	15	-4	-19
35 - 65	12	58	58	21	25	12	33	16	24	28	8	-18	5	-5	5	29	4	-25
< 35	-4	28	58	39	26	16	50	36	1	66	7	7	16	-2	38	28	22	-5

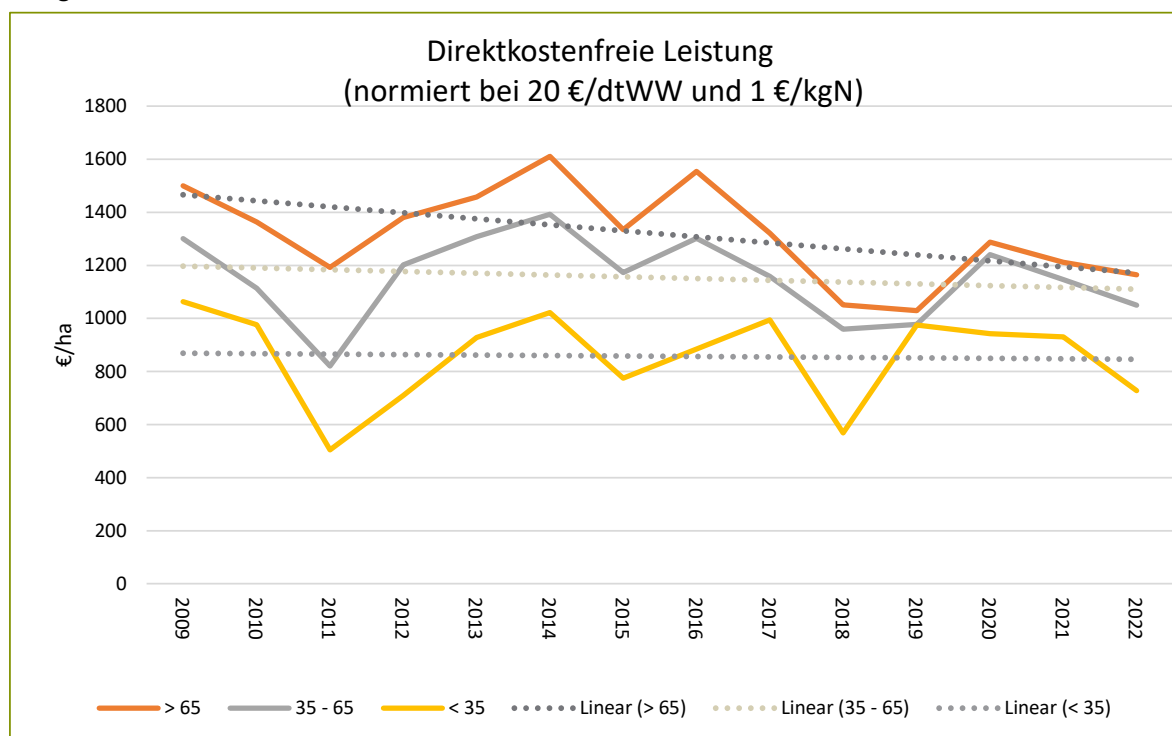
Entwicklung der N-Bilanzen



Wirtschaftlichkeit geht um durchschnittlich 135 €/ha zurück

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2009 - 2017	2018-2023	Differenz	
normierte DKF Leistung*																			
> 65	1500	1363	1192	1380	1457	1610	1335	1554	1321	1051	1029	1288	1211	1165	1337	1412	1180	-232	-16%
35 - 65	1301	1114	820	1202	1308	1392	1173	1302	1159	960	978	1240	1147	1050	1133	1197	1085	-112	-9%
< 35	1063	976	504	709	928	1022	775	885	995	569	975	943	930	728	724	873	812	-62	-7%

* bei 20 €/dat und 1 €/kg N



Rückgang Ertragsleistung: Ø 60 - 230 €/ha
Rückgang der Qualitäten: Ø 120 - 160 €/ha
Aufwand für Doku: 20-40 €/ha
= 200 -430 €/ha weniger Gewinn!

Warum leiden die besseren Standorte mehr als die schwächeren Standorte unter der DVO?

Benachteiligung bei den Düngermengen!

Winterweizen A, B	Ertrag (dt/ha)	60	70	80	90	100
	SBW (kg N/ha)	200	215	230	240	250
	Faktor (kg N/dt)	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5

Winterraps	Ertrag (dt/ha)	30	35	40	45	50
	SBW (kg N/ha)	170	185	200	210	220
	Faktor (kg N/dt)	5,7	5,3	5,0	4,7	4,4

- Besseren Standorten wird die höhere N-Effizienz zugebilligt – was auch stimmt
- deren N-Bilanzen sind dann stark negativ
- Schnellerer und deutlicherer Abfall der Erträge in den Hohertragsregionen
- = Ergebnis von Planwirtschaft und Zentralismus

Was sind die Folgen für den Einzelbetrieb?

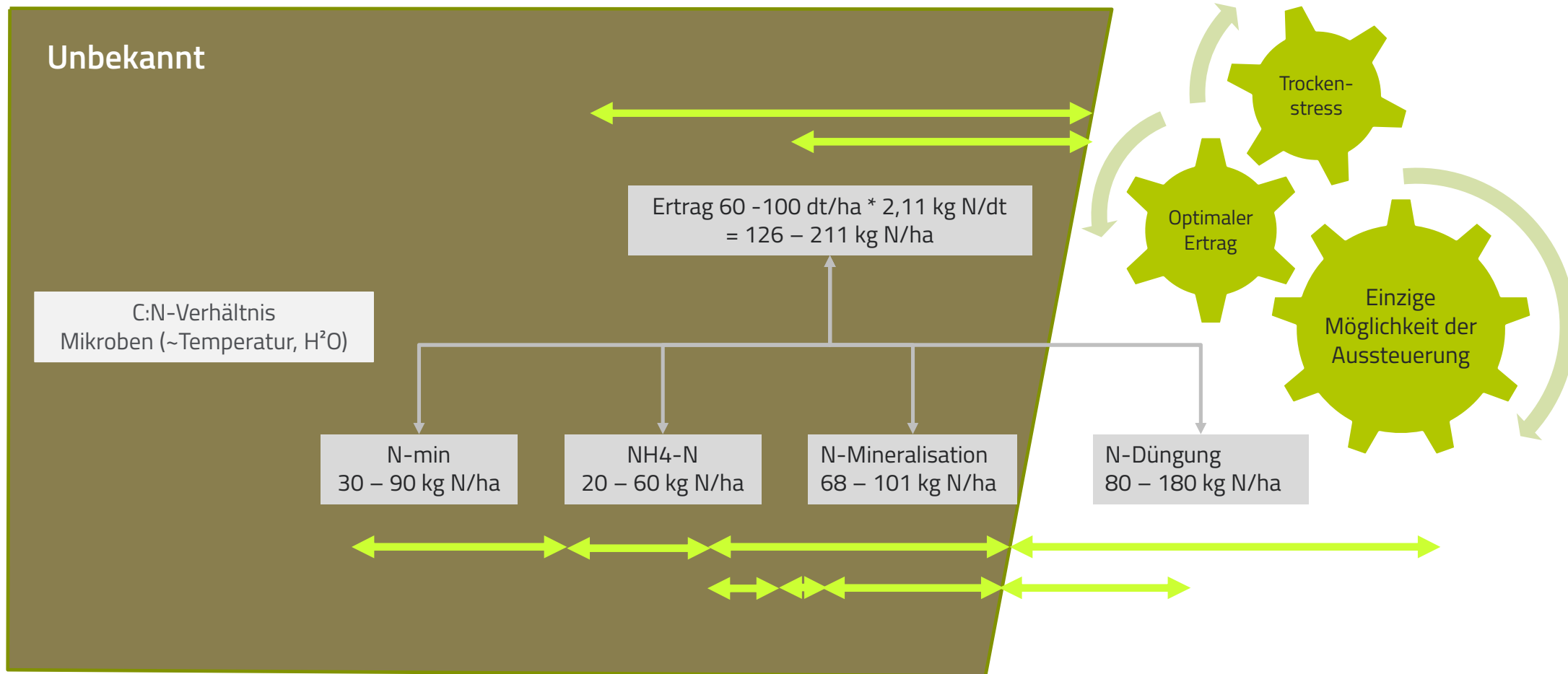
N-Optimum wird nicht mehr erreicht!

- Erträge und Qualitäten gehen zurück
 - Wirtschaftliches Ergebnis sinkt
 - N-Bilanzen wandern ins Negative
 - führt zu höheren N-Düngebedarf – kann nicht gedeckt werden wegen DVO
 - Weiteres Absinken der Erträge
 - Ertragsrückgang solange bis N-Bilanzen wieder leicht positiv werden
 - erneute Stabilisierung der Erträge auf niedrigeren Niveau
-
- Negatives Betriebsergebnis!

Wie viel Dünger steht laut Rechenvorschrift der DVO zur Verfügung?

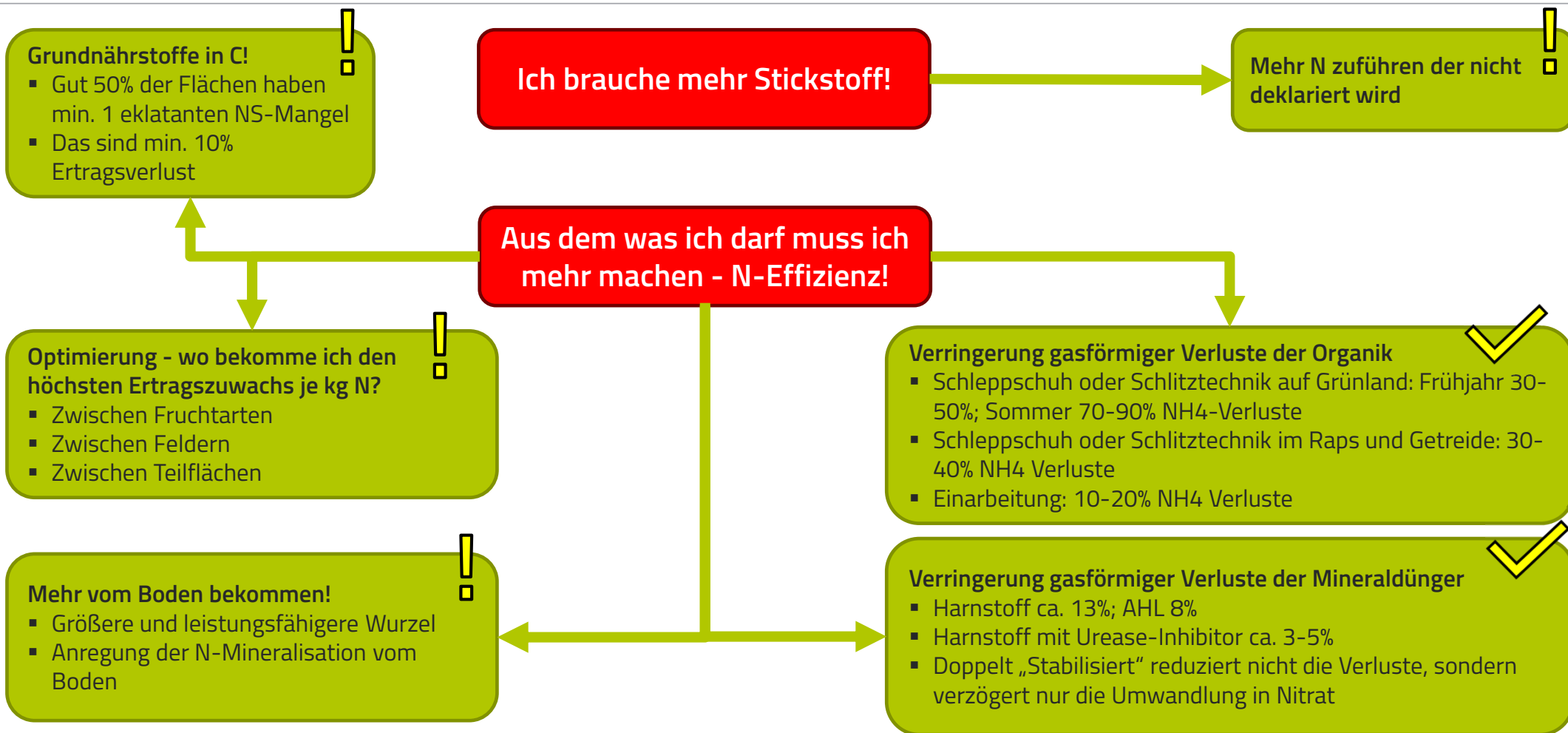
Winterweizen A, B	Ertrag (dt/ha)	60	70	80	90	100	Erträge/Entzüge unbekannt
	SBW (kg N/ha)	200	215	230	240	250	
	Faktor (kg N/dt)	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	
Nmin (kg N/ha)		30	60	90	Nmin-Werte unbekannt		
SBW nach Nmin (kg N/ha)		200	170	140			
NH4-Anteil		40%	50%	60%	N aus Organik unbekannt		
Organ. Düngung (m³)		10	15	20			
Organik (0,5%N, 100% Anrechnung NH4 (kg N/ha)		20	38	60	optimale N- Mineraldüngung bekannt?		
Mineraldüngung kg N/ha		180	133	80			
Mineralisation		101	84	68	N aus Mineralisation unbekannt		
N aus: Nmin + Organik + N-Mineral+Mineralisation		331	314	298			

Die Optimierungsaufgabe

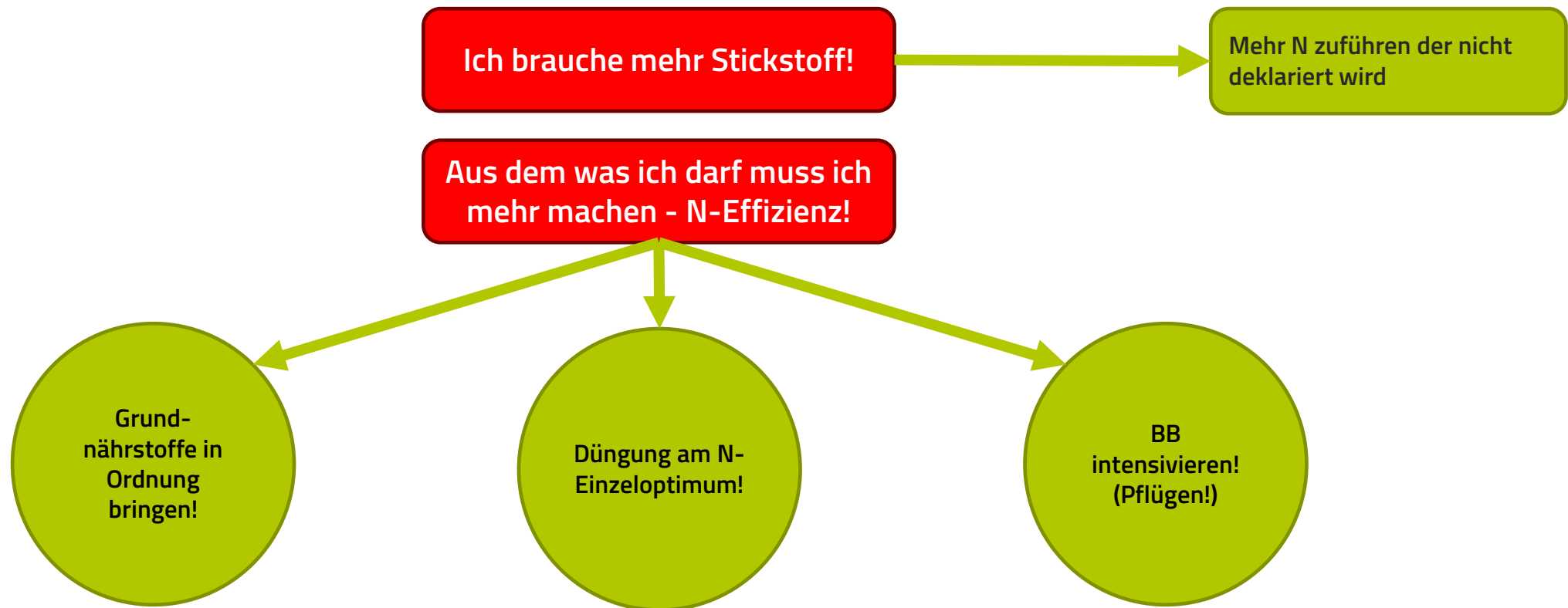


Wie muss das Problem gelöst werden?

Wie muss das Problem gelöst werden?



Wie muss die Lösung aussehen?



Weder die „Politik“ noch Biostimulanzien, regenerative Landwirtschaft und andere Pseudo-Innovationen werden helfen!

Fazit:

die natürlichen „Antagonisten“ zu Biostimulanzen

Fruchtfolge, Boden, Bodenbearbeitung, Kultur,
Düngung, Witterung
für Biostimulanzen

sind nicht zu unterschätzen

mangels reproduzierbar positiver Ergebnisse aktuell keine
Anwendungsempfehlungen für den Ackerbau von unserer
Seite.

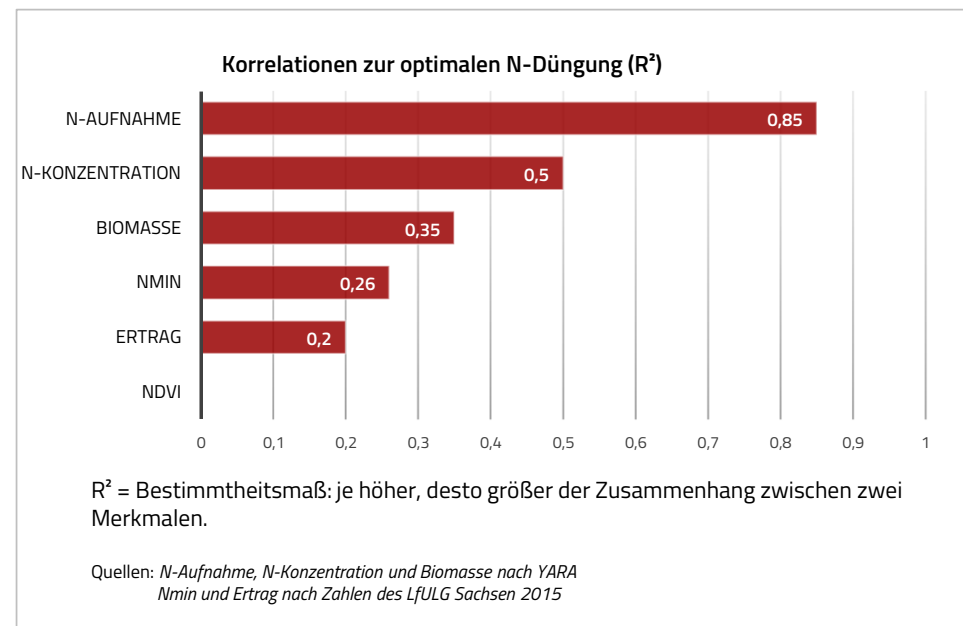
Wie muss die Lösung aussehen?

Steuerungssystem: Information – Verarbeitung – Ausgabe



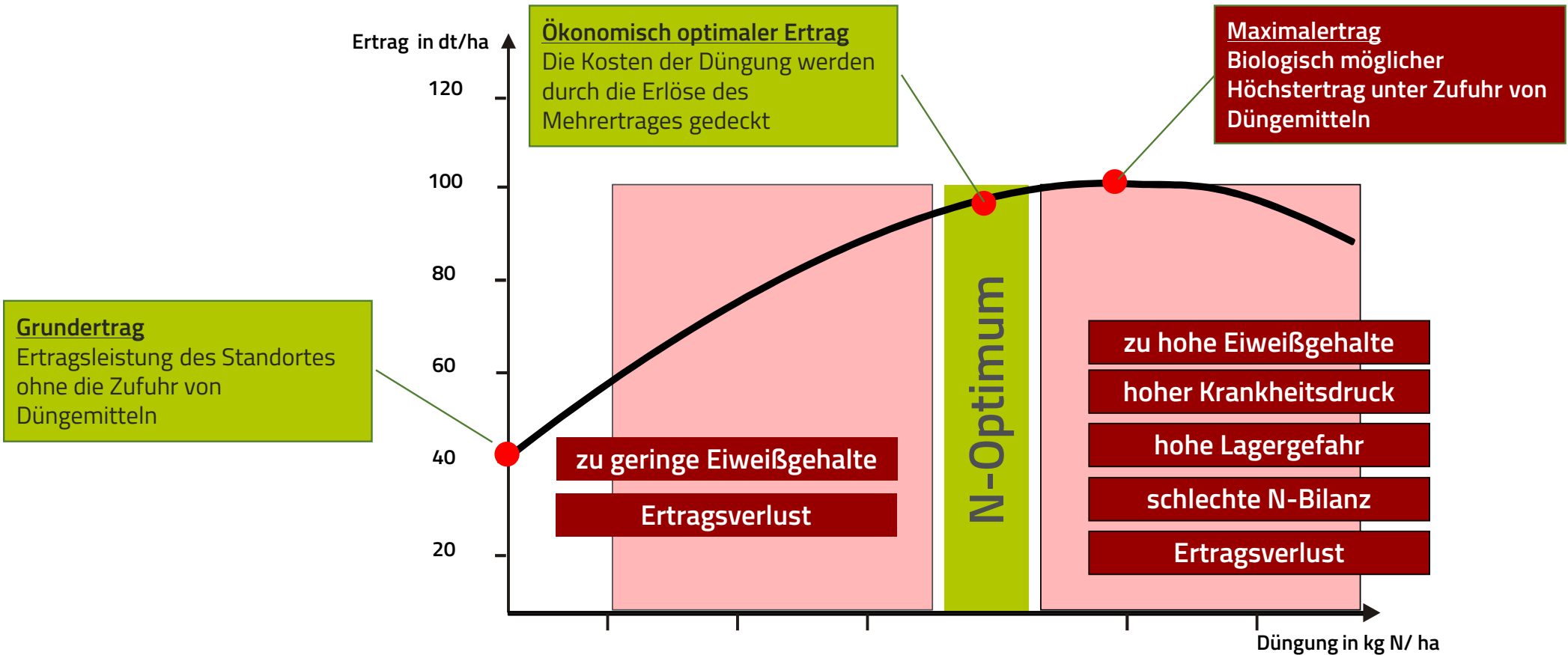
1. **Richtige Information** (Kausalität + hohe Korrelation)
2. **Absoluter Maßstab** („Mehr oder weniger von etwas reicht nicht“)
3. Agron. **Algorithmus** (Regelfunktion)
4. **Objektiv** und **reproduzierbar**
5. Leichte **Handhabung**
6. **Preiswert**
7. Ausreichend **präzise** im Sinne der Entscheidung
8. **Hochauflösend**
8. **Digital**

Düngung am
N-Optimum!



Agronomische Grundlagen N-Düngung

N-Düngung – Das ökonomische Optimum treffen



Wo liegt das N-Optimum?

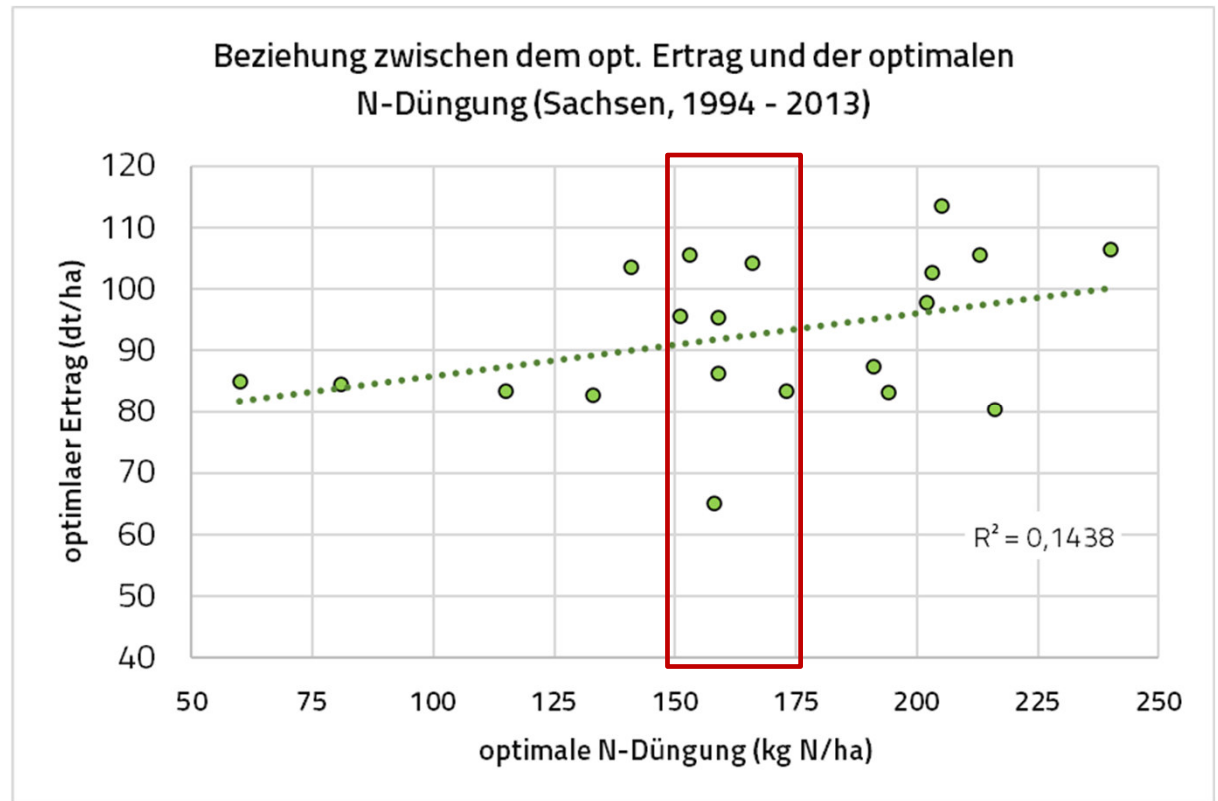
- nur durch N-Steigerungsversuche in Kleinparzellen zu beantworten!
- Diese bilden die Grundlage für die Entwicklung von Düngeregeln



Wo liegt das N-Optimum?

N-Steigerungsversuche auf Löss-Standorten in Sachsen 1994 – 2013 (Dr. Albert)

Jahr	Grundertrag (dt/ha)	opt. N-Düngung (kg N/ha)	opt. Ertrag (dt/ha)
2013	44	216	80
2012	51	240	107
2011	66	205	114
2010	55	202	98
2009	54	203	103
2008	74	141	104
2007	76	166	104
2006	69	173	84
2005	56	213	106
2004	89	153	106
2003	46	158	65
2002	76	81	85
2001	65	191	87
2000	75	151	96
1999	60	159	86
1998	81	60	85
1997	49	194	83
1996	66	159	95
1995	71	115	83
1994	62	133	83
Mittelwert	64	166	92,6

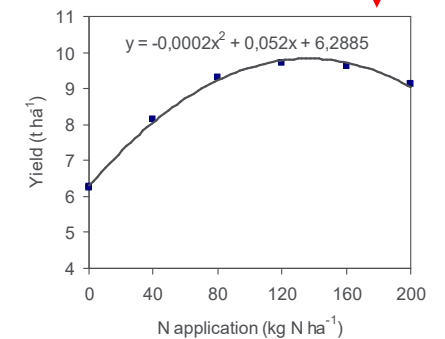


Preis WW: 25 €/dt; Preis N-Dünger: 1,50 €/kg N

Wo liegt das N-Optimum im Einzeljahr auf der Teilfläche? N-Steigerungsversuch Münster (Dr. Lammel/Dr. Jasper)



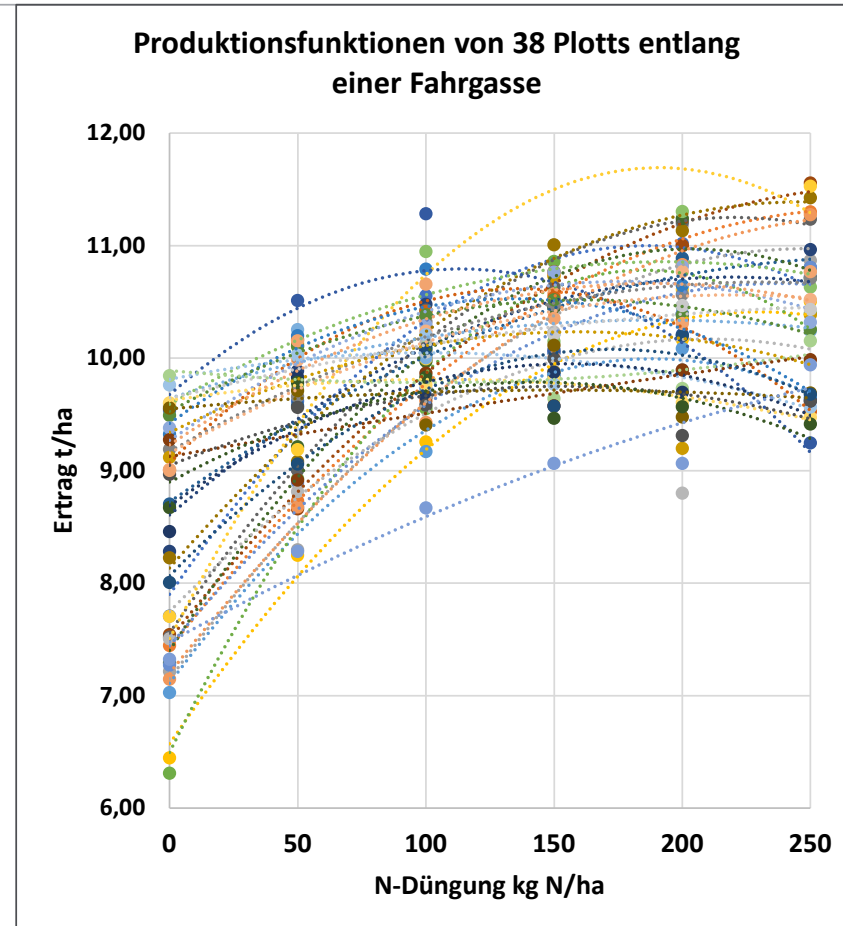
...
160	40	120		0	80	200
200	120	80		160	40	0
40	120	0	tramline	160	200	80
...



Wiederholung	optimale N-Düngung (kg N/ha)	optimaler Ertrag (t/ha)	DKFL (€)
38	129	9,3	2137
37	132	9,5	2188
36	96	9,7	2278
35	93	9,7	2276
34	3	9,3	2309
33	85	9,6	2269
32	33	9,4	2305
31	27	9,6	2363
30	0	9,8	2444
29	-13	9,6	2427
28	61	9,9	2372
27	114	10,3	2404
26	115	10,4	2427
25	102	10,4	2454
24	92	10,3	2431
23	102	10,3	2413
22	117	10,3	2403
21	118	10,5	2437
20	101	10,5	2486
19	99	10,6	2504
18	89	10,5	2481
17	146	10,8	2493
16	156	10,6	2423
15	182	10,9	2444
14	195	10,5	2343
13	194	10,8	2411
12	182	10,7	2399
11	184	10,9	2455
10	191	11,0	2472
9	203	11,2	2507
8	193	11,0	2462
7	179	10,8	2434
6	162	10,4	2359
5	170	10,3	2317
4	184	10,3	2305
3	207	10,8	2386
2	190	10,9	2444
1	182	11,0	2465
Mittelwert	126,2	10,3	2392,9

Wo liegt das N-Optimum im Einzeljahr auf der Teilfläche?

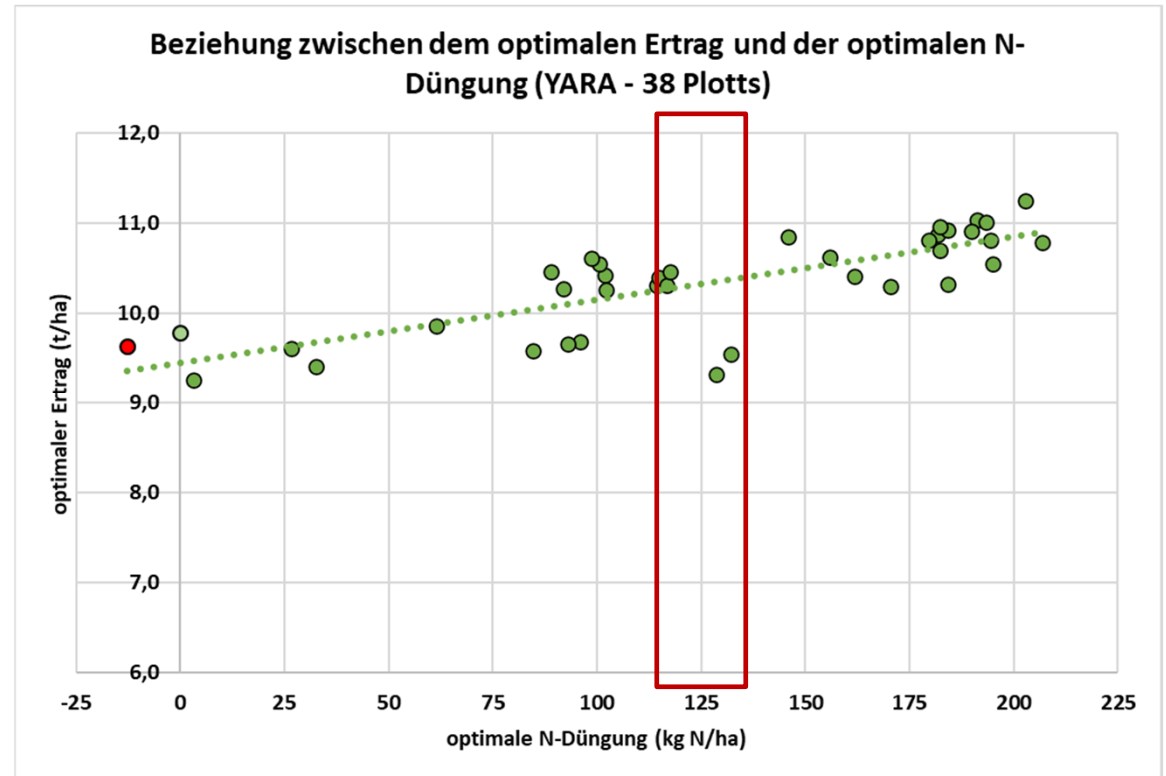
N-Steigerungsversuch Münster (Dr. Lammel/Dr. Jasper)



Wo liegt das N-Optimum im Einzeljahr auf der Teilfläche?

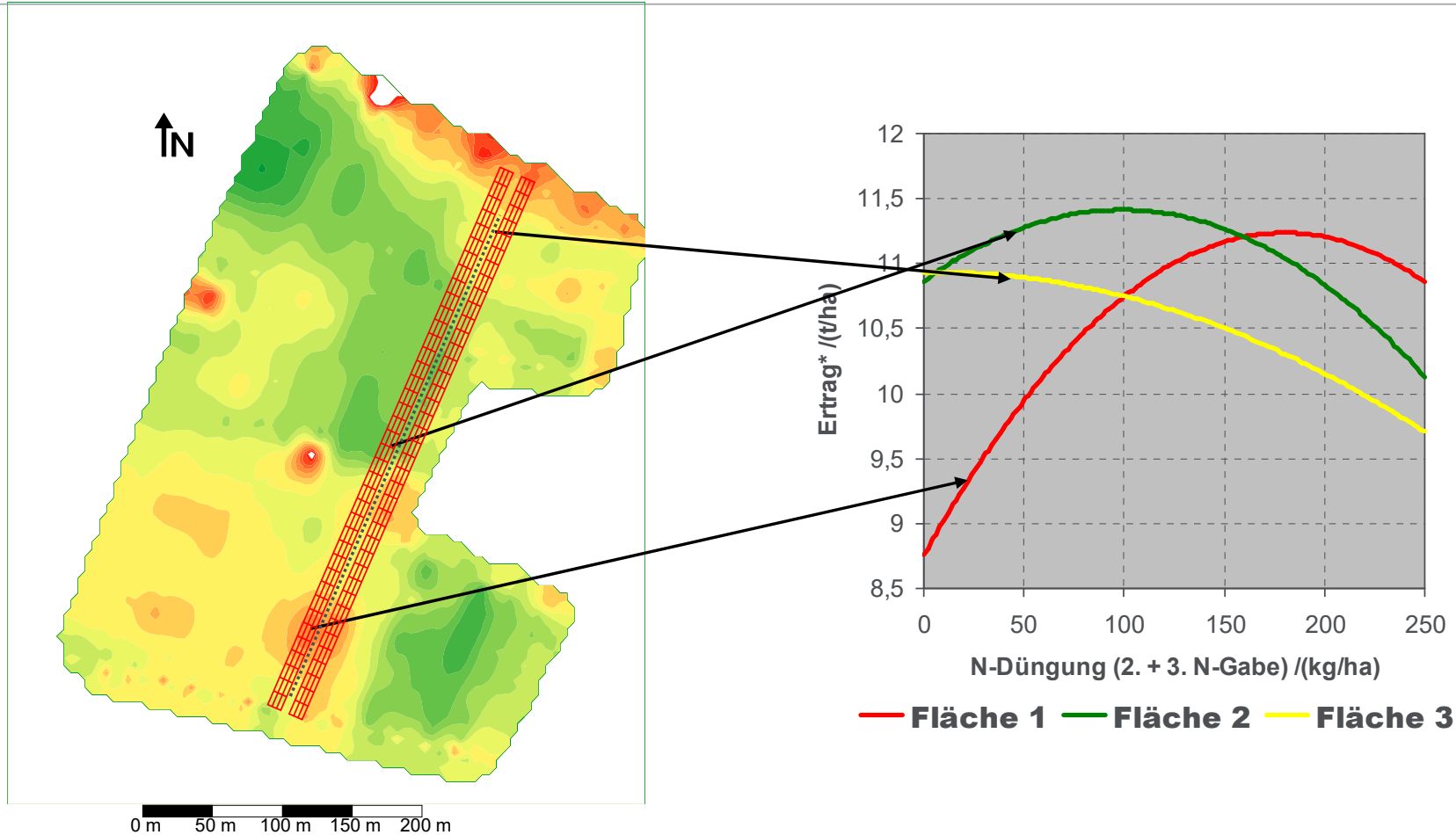
N-Steigerungsversuch Münster (Dr. Lammel/Dr. Jasper)

Wiederholung	optimale N-Düngung (kg N/ha)	optimaler Ertrag (t/ha)	DKFL (€)	konstante N-Düngung (kg N/ha)	Ertrag (dt/ha)	DKFL (€)	Differenz (€)
38	129	9,3	2137	126	9,3	2137	-1
37	132	9,5	2188	126	9,5	2189	-1
36	96	9,7	2278	126	9,8	2262	16
35	93	9,7	2276	126	9,8	2259	17
34	3	9,3	2309	126	9,7	2231	78
33	85	9,6	2269	126	9,7	2247	22
32	33	9,4	2305	126	9,8	2252	53
31	27	9,6	2363	126	9,9	2288	75
30	0	9,8	2444	126	9,9	2280	164
29	-13	9,6	2427	126	10,0	2315	112
28	61	9,9	2372	126	10,1	2337	35
27	114	10,3	2404	126	10,4	2401	4
26	115	10,4	2427	126	10,4	2423	4
25	102	10,4	2454	126	10,5	2441	13
24	92	10,3	2431	126	10,4	2410	21
23	102	10,3	2413	126	10,4	2401	12
22	117	10,3	2403	126	10,4	2400	3
21	118	10,5	2437	126	10,5	2434	3
20	101	10,5	2486	126	10,6	2469	17
19	99	10,6	2504	126	10,7	2485	19
18	89	10,5	2481	126	10,6	2456	25
17	146	10,8	2493	126	10,7	2492	1
16	156	10,6	2423	126	10,4	2416	7
15	182	10,9	2444	126	10,4	2399	45
14	195	10,5	2343	126	9,9	2294	49
13	194	10,8	2411	126	10,2	2350	61
12	182	10,7	2399	126	10,2	2367	32
11	184	10,9	2455	126	10,4	2421	34
10	191	11,0	2472	126	10,5	2431	41
9	203	11,2	2507	126	10,5	2436	71
8	193	11,0	2462	126	10,4	2413	49
7	179	10,8	2434	126	10,3	2394	40
6	162	10,4	2359	126	10,1	2341	18
5	170	10,3	2317	126	9,9	2282	35
4	184	10,3	2305	126	9,8	2258	47
3	207	10,8	2386	126	10,0	2302	84
2	190	10,9	2444	126	10,3	2389	55
1	182	11,0	2465	126	10,4	2422	43
Mittelwert	126,2	10,3	2392,9	126,2	10,2	2355,9	36,9



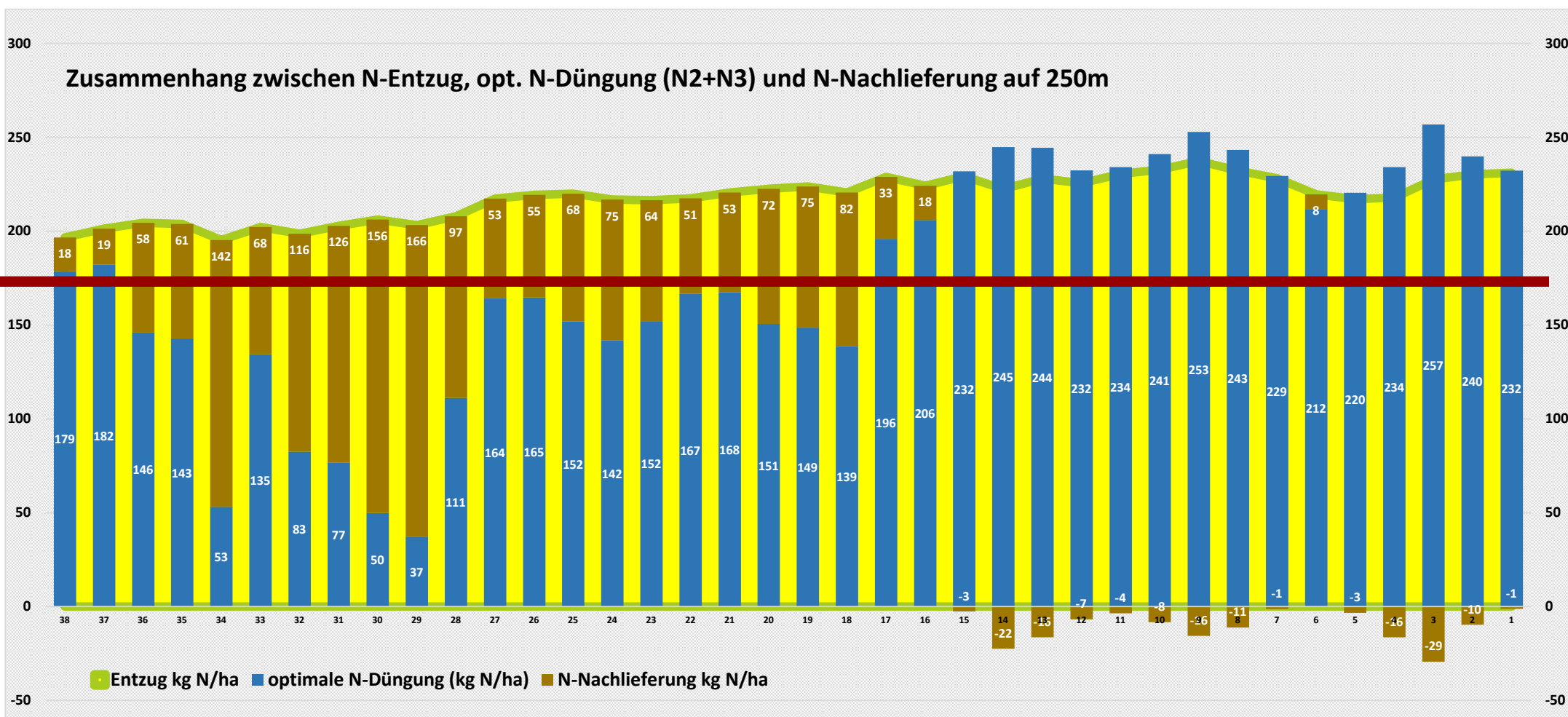
Wo liegt das N-Optimum im Einzeljahr auf der Teilfläche?

N-Steigerungsversuch Münster (Dr. Lammel/Dr. Jasper)

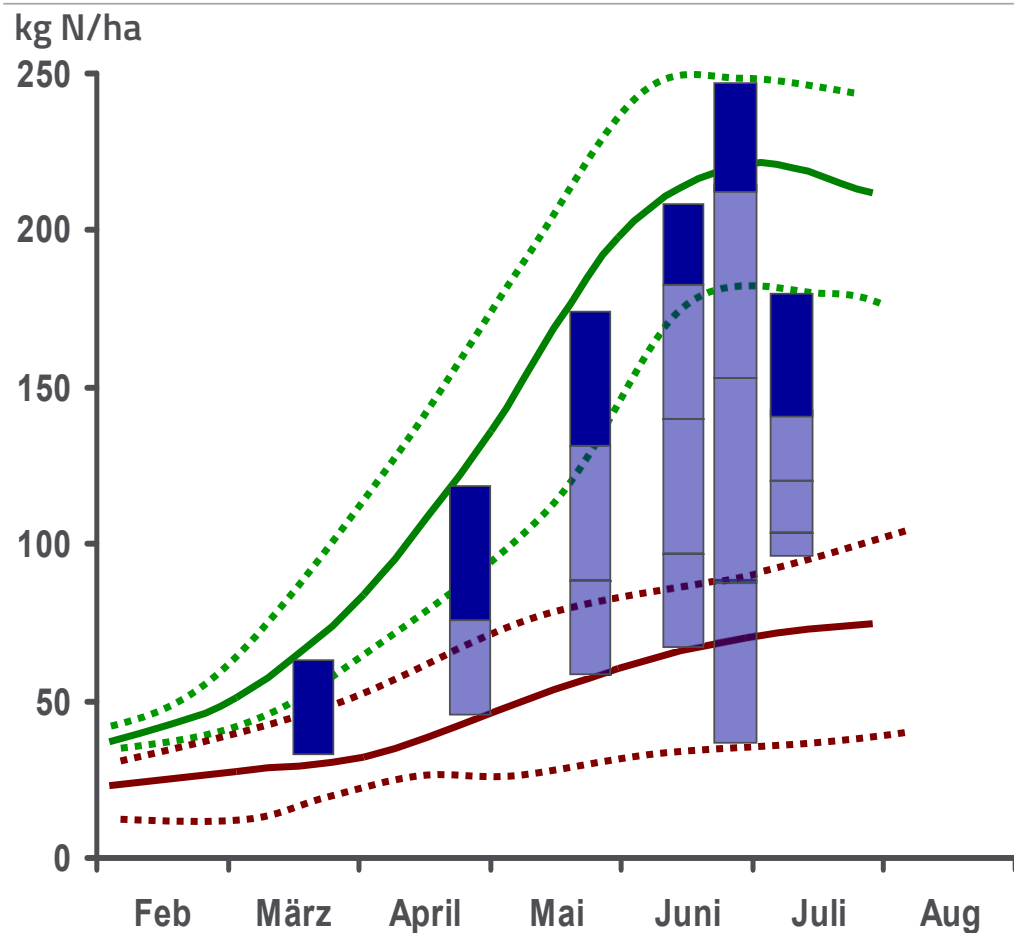


Heterogenität auf 250 m

Zusammenhang zwischen N-Entzug, opt. N-Düngung (N2+N3) und N-Nachlieferung auf 250m



Das Optimum der N-Düngung entsteht erst im Laufe der Saison



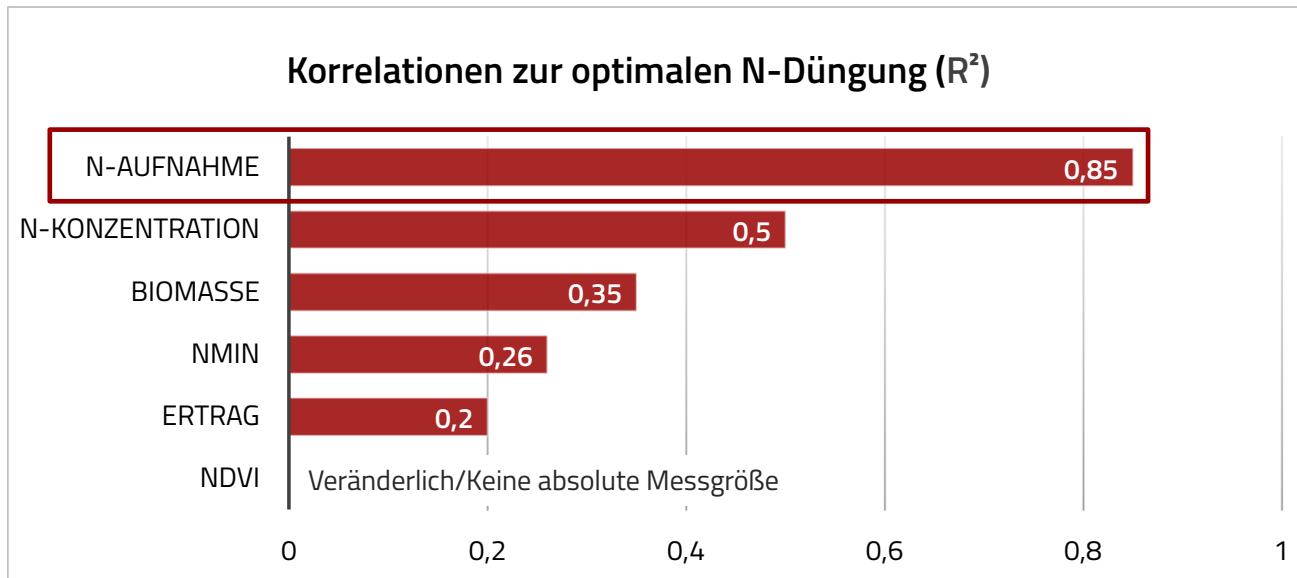
Ertrag dt/ha	Entzug kg N/dt	N-Aufnahme kg N/ha
100	2,61	261
80	2,61	209
60	2,61	157

Je nach N-Angebot des Bodens und dem Pflanzenwachstum kann der **N-Düngebedarf** zwischen:

- den **Jahren**
- den **Schlägen**
- den **Teilflächen** stark **schwanken**.

N-Vorrat Boden kg Norg/ha	Mineralisation %	N-Aufnahme aus Boden kg N/ha
7000	3	210
6000	2	120
5000	1	50

Was muss gemessen werden?



R^2 = Bestimmtheitsmaß: je höher, desto größer der Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen.

Quellen: N-Aufnahme, N-Konzentration und Biomasse nach YARA
Nmin und Ertrag nach Zahlen des LfULG Sachsen 2015

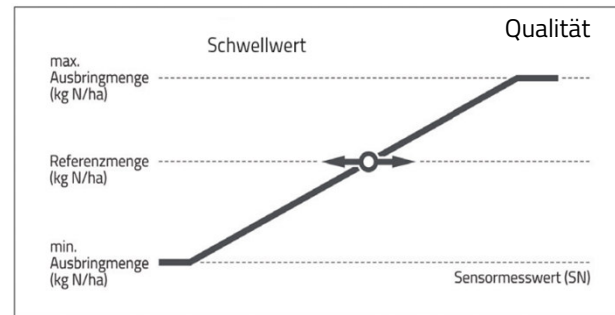
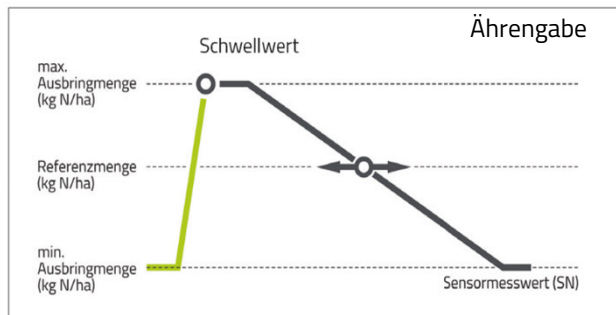
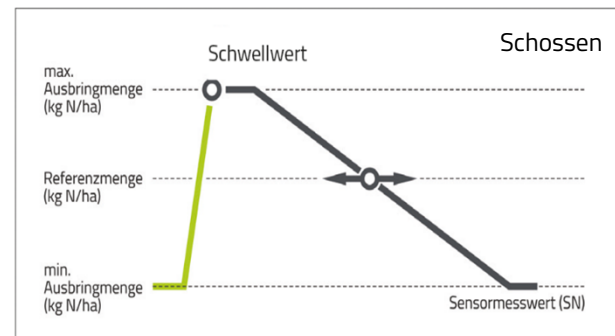
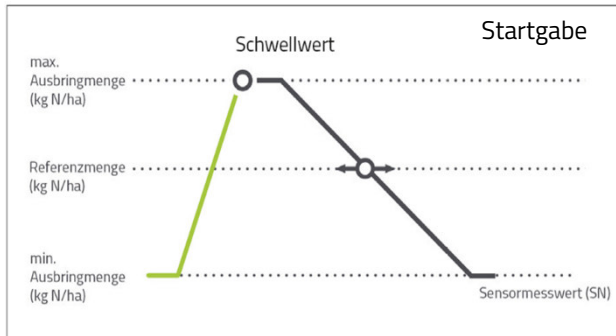
Die **N-Aufnahme** in kg N/ha setzt sich zusammen aus :

1. **Bestandesdichte** („Biomasse“)
2. **N-Gehalt der Pflanzen** („Grünfärbung“)



Aktuell ausschließlich Umsetzung mit dem YARA N-Sensor

Die Agronomische Regel - „Regelfunktionen“



- Die Agronomischen Regelfunktionen des N-Sensors stellen den Zusammenhang von N-Aufnahme und optimaler N-Düngung zum Zeitpunkt der Messung dar.
- Diese wurden in wissenschaftlichen Versuchen ermittelt und werden stetig überprüft und optimiert

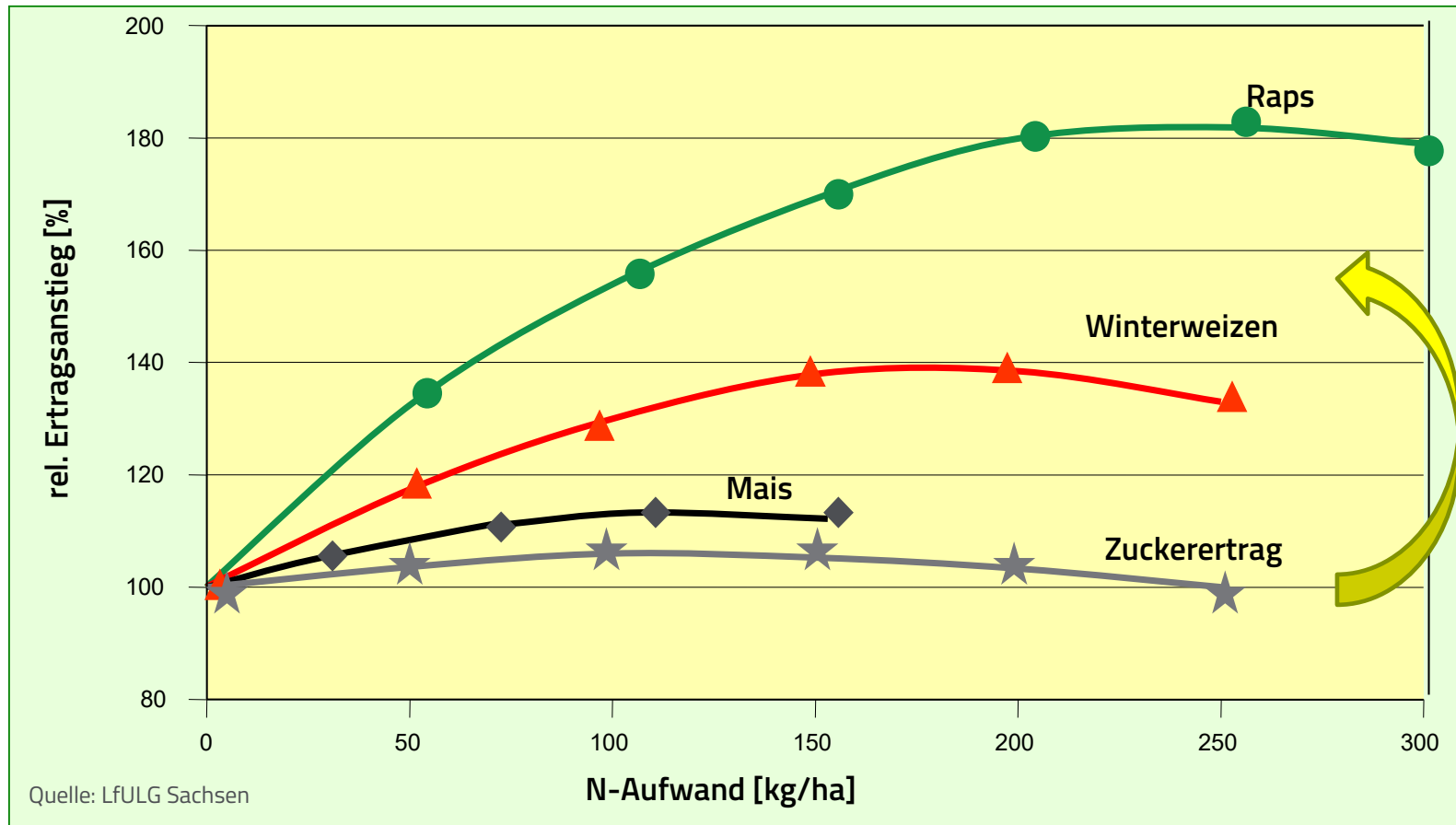
Regelfunktionen für Fruchtarten und Wachstumsstadien

	1. Gabe/ Startgabe	2. Gabe/ Schossen	3. Gabe / Ährengabe Ertrag	3. Gabe/ Ährengabe Protein	4. Gabe/ Qualitätsgabe	gesamt
Winterweizen	✓	✓	✓	✓	✓	5
Durum/Dinkel	✓	✓	✓	✓		4
Wintergerste	✓	✓	✓	✓		4
Winterroggen	✓	✓	✓	✓		4
Triticale	✓	✓	✓	✓		4
Sommergerste	konstant	✓				1
Sommerweizen	konstant	✓				1
Hafer	konstant	✓				1
Kartoffel	konstant	✓				1
Mais	konstant	✓				1
Raps	✓	✓				2

Agronomische fundierte Regelfunktionen zu den wichtigen Düngeterminen der Ackerkulturen

Umverteilung von N zwischen Fruchtarten

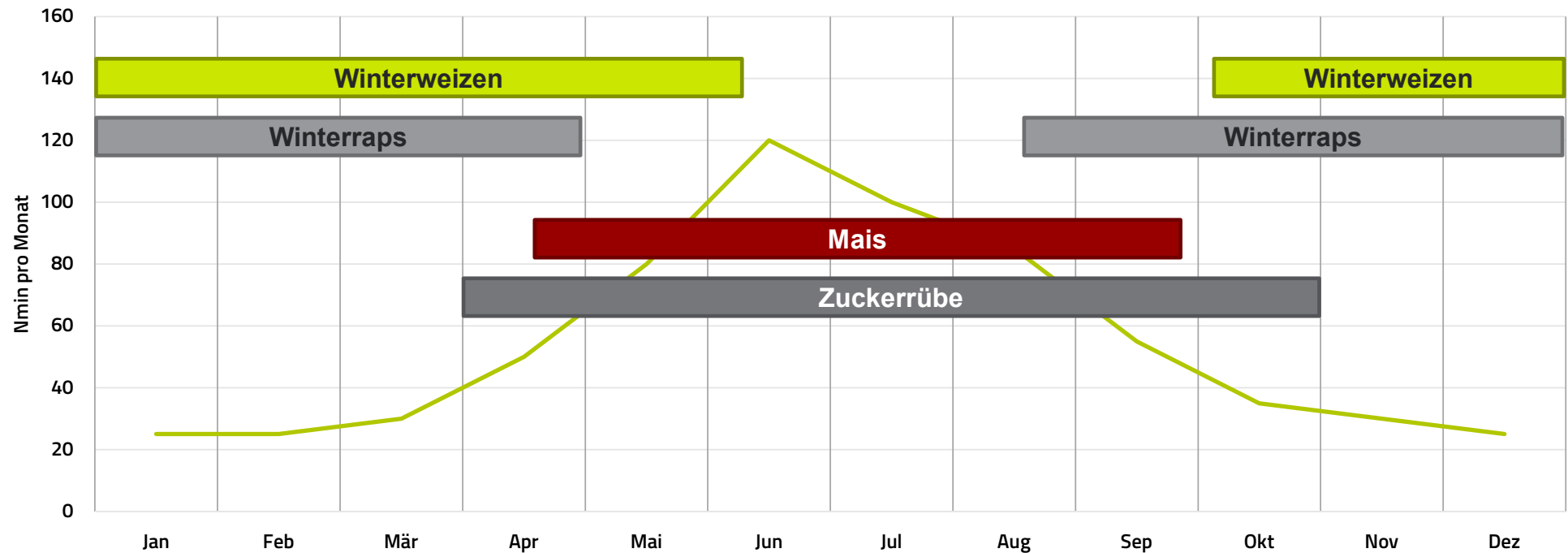
Welche Kulturen haben je kg N den höchsten Ertragszuwachs?



Umverteilung von Sommerungen zu Winterungen!

Sommerungen profitieren in höherem Maße von der Mineralisation

N-Bereitstellung aus dem Boden (schematisch) und N-Aufnahmekorridor von Ackerkulturen



Möglichst alle Kulturen mit geteilten Gaben und variabel düngen

	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
Wintergetreide (WW, WG, WR, T, Durum, Dinkel)	N-Aufnahme Scannen				Streukarten erstellen	1. N-Gabe [Streukarte o. online]	2. N-Gabe [online]	3. N-Gabe [online]	4. N-Gabe [online]
Winterraps	N-Aufnahme Scannen			Streukarten erstellen	1. N-Gabe [Streukarte o. online]	2. N-Gabe [online]			
Sommergetreide (Braugerste, Hafer, SW)						1. N-Gabe [konstant]		2. N-Gabe [online]	
Mais							1. N-Gabe [konstant]		2. N-Gabe [online]
Kartoffel							1. N-Gabe [konstant]		2. N-Gabe [online]
Zuckerrübe							1. N-Gabe [konstant]		2. N-Gabe [online]

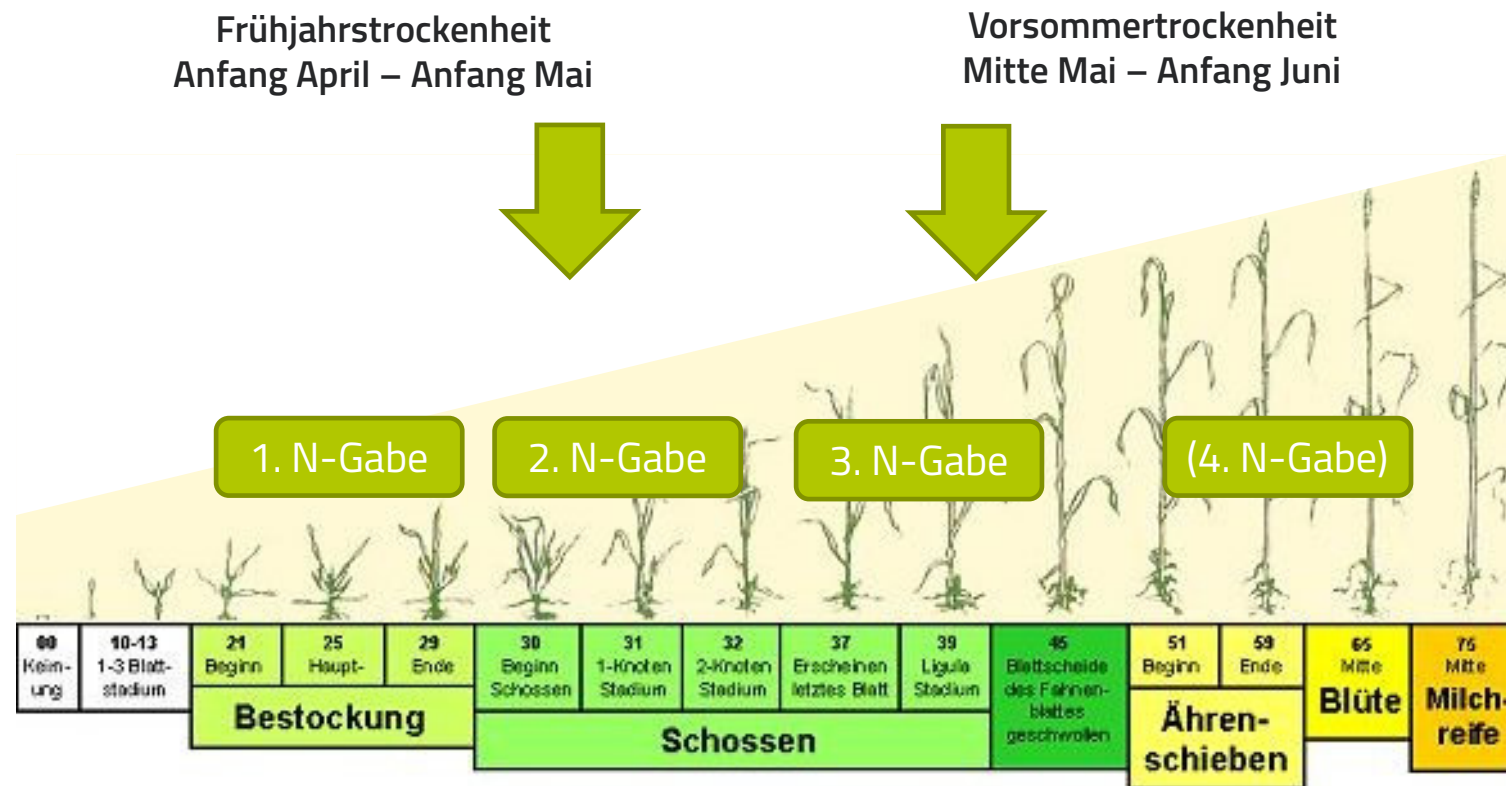
Logik der Umverteilung von Sommerung zu Winterung (agriport)

1. Organik nach Füllstand Behälter → Befahrbarkeit → möglichst nicht mehr als 50% vom Gesamt-N
2. Bei Mengenlimitation Gesamt-N → Raps auf 1, Wintergetreide auf 2, Sommerungen reduzieren = Umverteilung von Sommerung zu Winterung!
3. N1 und N2 Raps voll ausdüngen; S zu N1
4. N1 Wintergetreide voll ausdüngen; S zu N1
5. Sommerungen mit nur 50% vom Gesamt-N andüngen
6. N2 und N3 Wintergetreide voll ausdüngen
7. Restmenge N zu N4 Wintergetreide oder N2 Sommerungen ausbringen

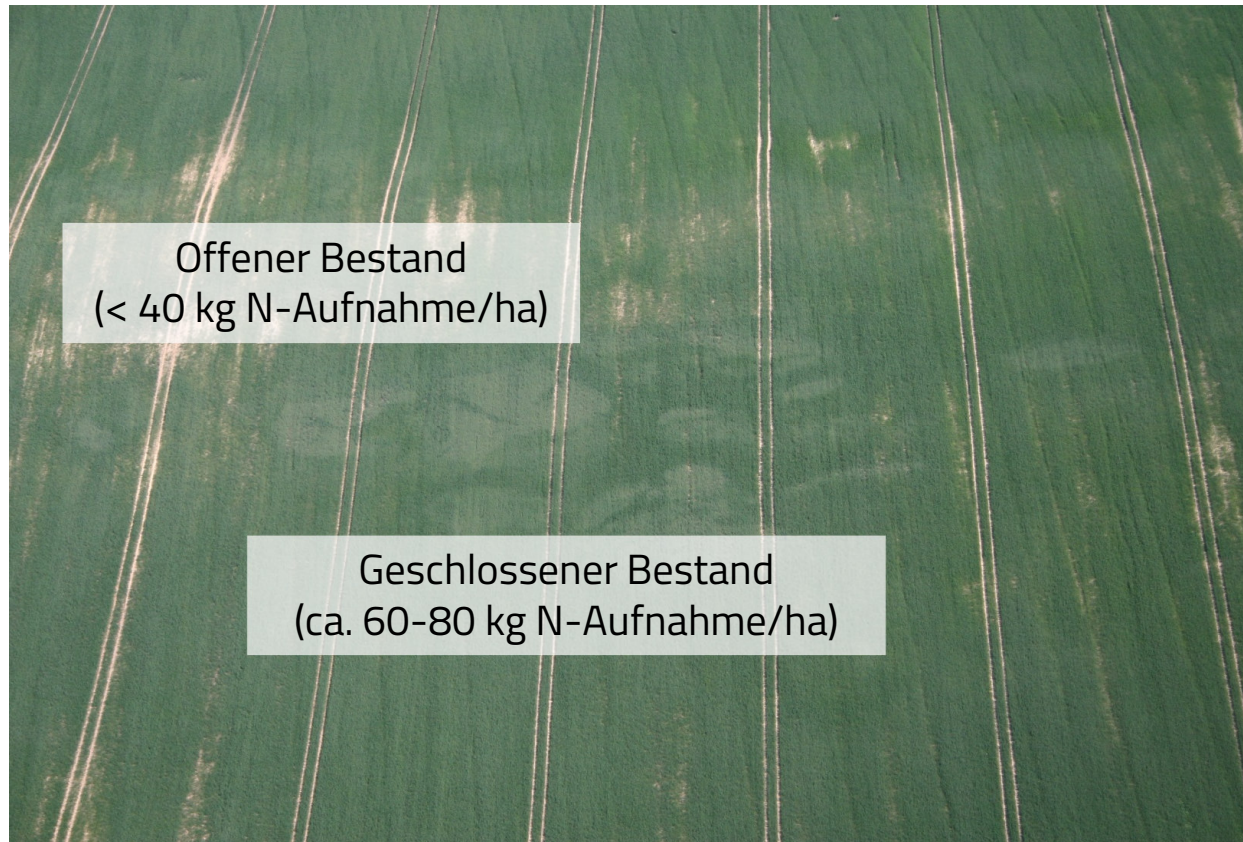
Umgang mit Trockenheit

Klima/Wetter – Bodenbearbeitung – N-Formen – Höhe der
Andüngung

Mögliche Trockenphasen während der Vegetation



Frühjahrstrockenheit – so sieht es in der Praxis aus



Reaktion von Pflanzenbeständen auf Frühjahrstrockenheit



Zeitig geschlossener Bestand

- Der Boden ist bedeckt/beschattet – niedrige Evaporation von ca. 10%
- Gutes Mikroklima - Kühlung
- Tauereignisse (bis zu 0,5 mm) können genutzt werden, N in Lösung zu bringen



Offener Bestand

- Der Boden liegt offen da, kann von der Sonne beschienen werden – schnelleres Austrocknen, **hohe Evaporation von rund 40-50%**
- Schlechtes Mikroklima – **höhere Temperatur**
- (fast) kein Tau, Düngerkorn geht nicht in Lösung

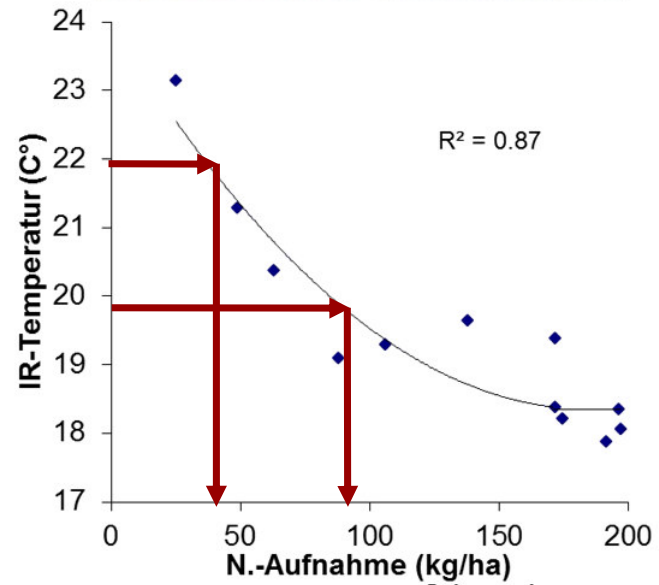
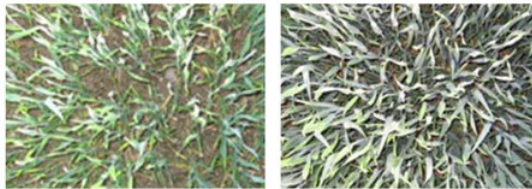
Trockenstress – wahrscheinliche Ursachen



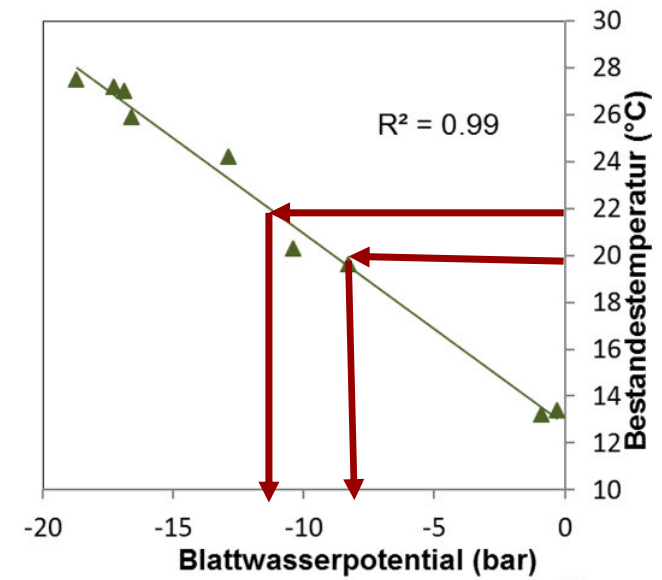
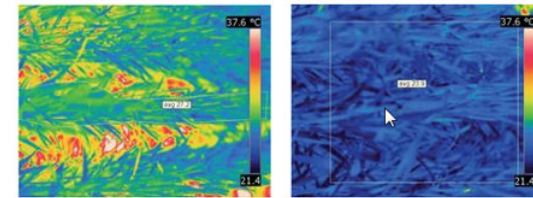
- Klimatische Veränderung
- Mehr Getreide nach spät räumenden Vorfrüchten (ZR, Kartoffel, Mais)
- Reduzierter Aufwand für Grunddüngung (Wurzelausbildung und Turgor reguliert Stomata)
- Veränderte Anbauverfahren (konservierende Bodenbearbeitung weit verbreitet, Bearbeitungsgänge eingespart)
 - Lagerungsdichte steigt, Porenvolumen nimmt ab
 - Wasser belegt mehr vom Porenvolumen
 - Luftvolumen absolut und relativ reduziert (< 12%)
 - Wachstum verlangsamt, Erwärmung verzögert
 - → verzögerte Mineralisierung

Trockenstress – Biomasse- und Stomata-Effekt

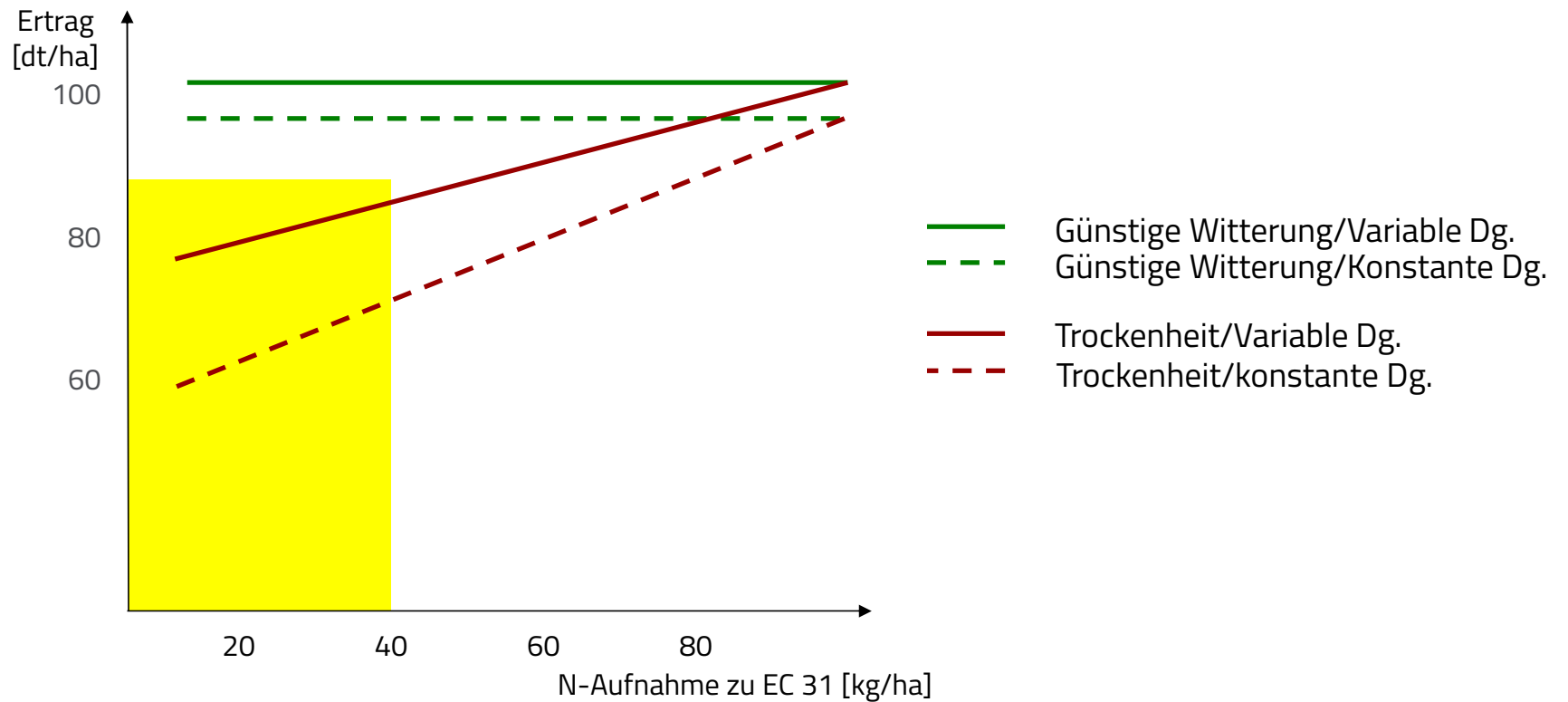
Biomasse-Effekt



Stomata-Effekt



Beziehung zwischen N-Aufnahme in Getreide zu EC 31 und späteren Ertragsverlauf (schematisch) in Abhängigkeit der Witterung und 1.N-Gabe konstant

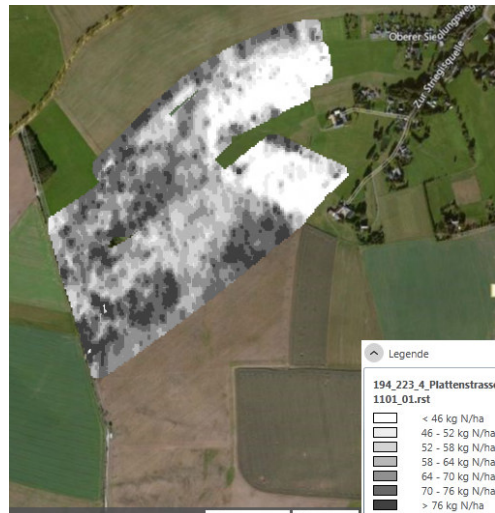


Handlungsoptionen für eine N-Aufnahme > 40 kg N/ha bei Getreide zu EC 31



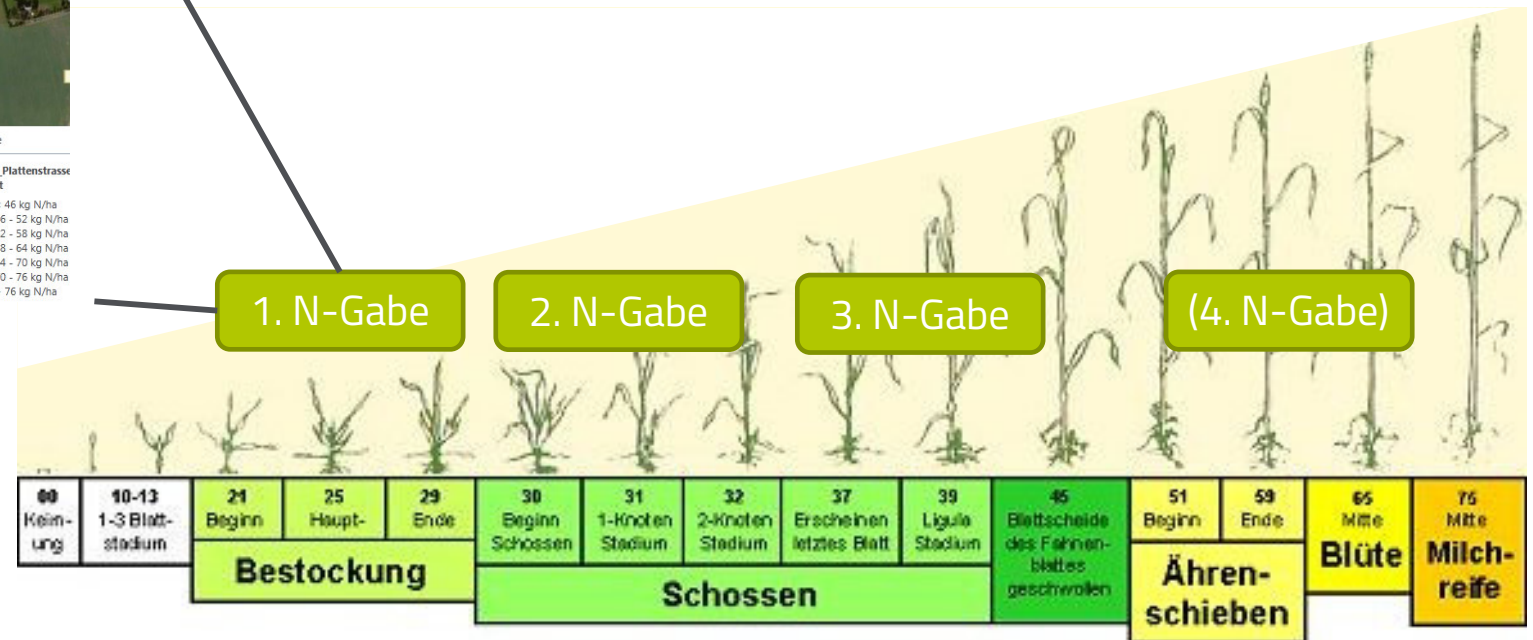
- Saatbettqualität?, Saatstärken teilflächenspezifisch erhöhen
- Bodenbearbeitung neu justieren!
- Bodenfruchtbarkeit/Nährstoffverfügbarkeit teilflächenspezifisch anheben:
 - pH-Wert, Grunddünger,
 - Humusaufbau
 - **N1 erhöhen zur Wachstumsförderung**

Frühjahrstrockenheit gezielt begegnen

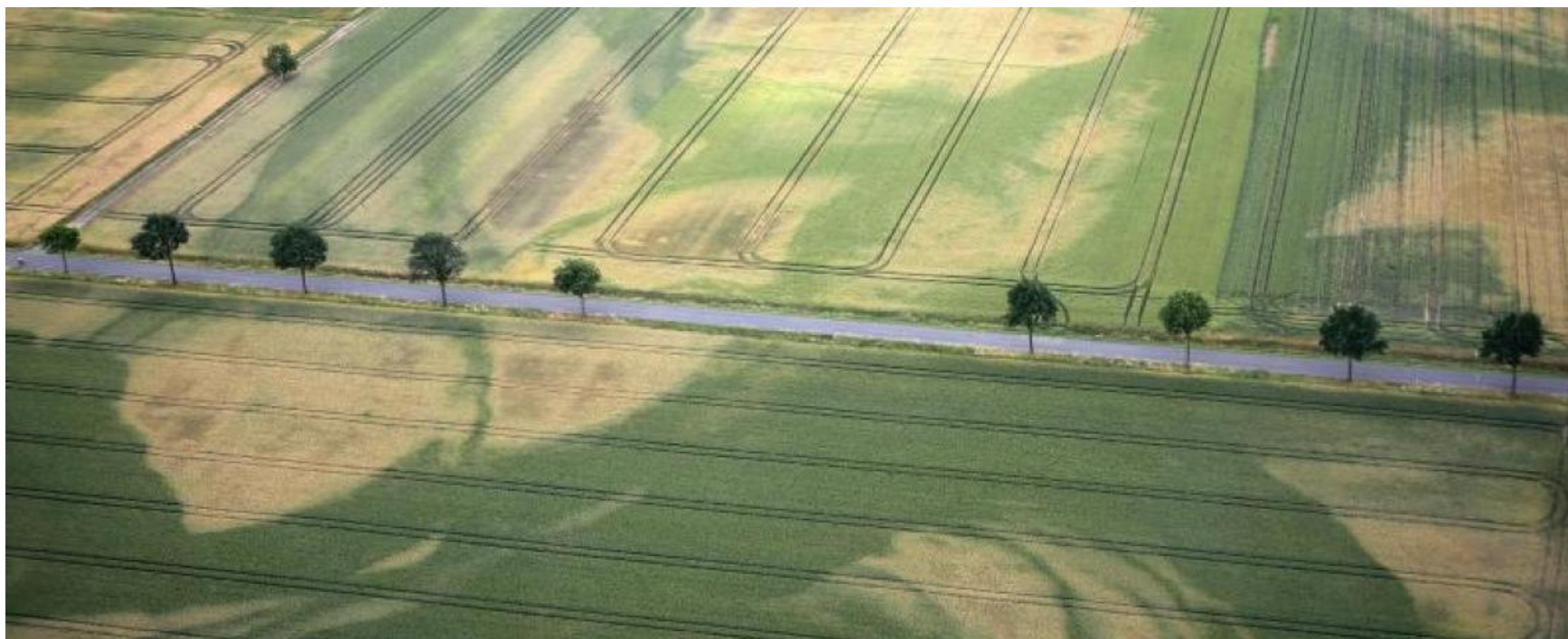


N1 im Getreide präzisieren

- Frühzeitigen Bestandsschluss anstreben; Bestockung anregen
- N-Vorrat (50 – 60 kg N) aufbauen durch erhöhte Andüngung (+ 30–40 kg N/ha) in dünnen Beständen



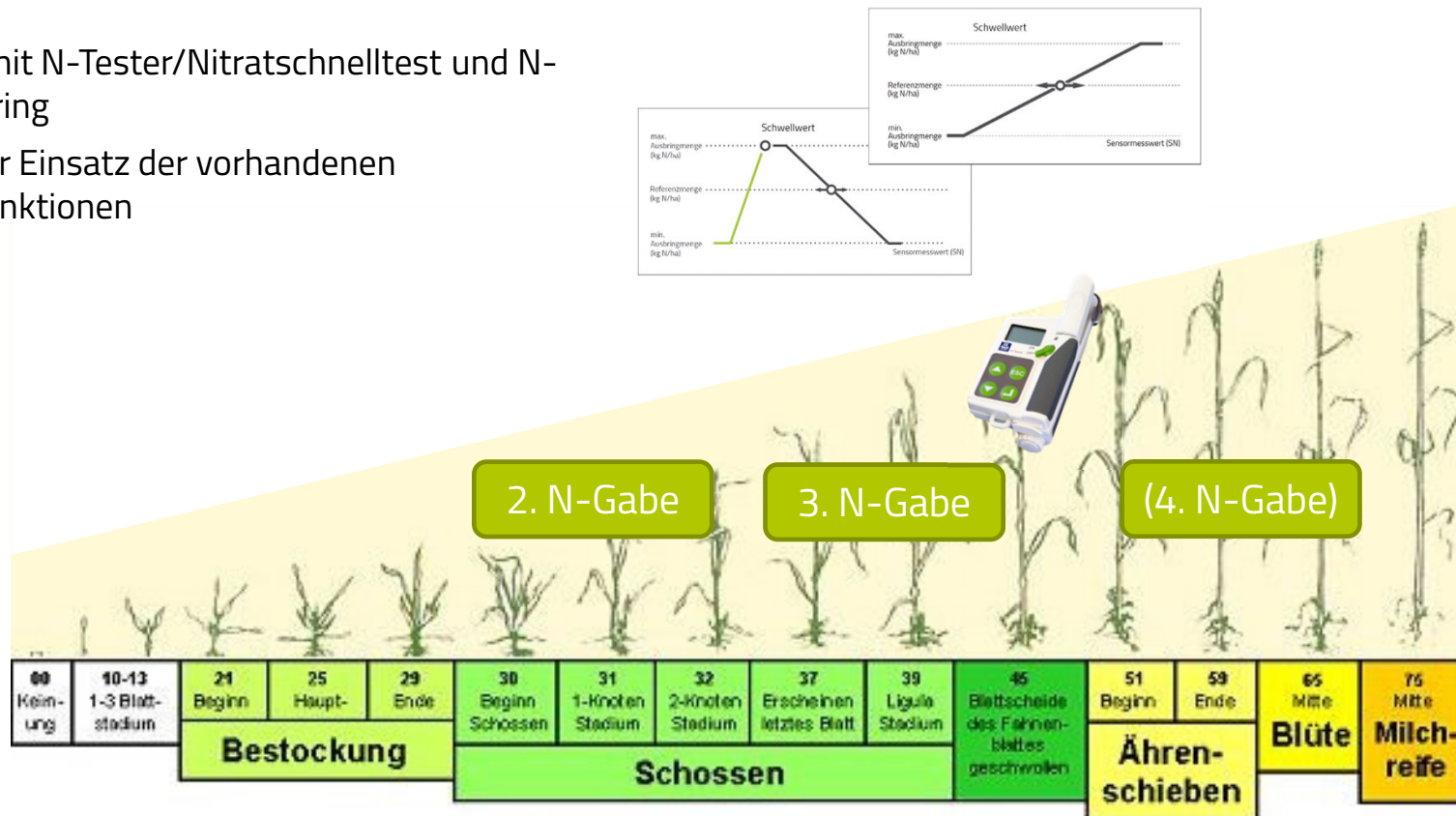
Vorsommertrockenheit – so sieht es u.U. in der Praxis aus



Quelle: welt.de

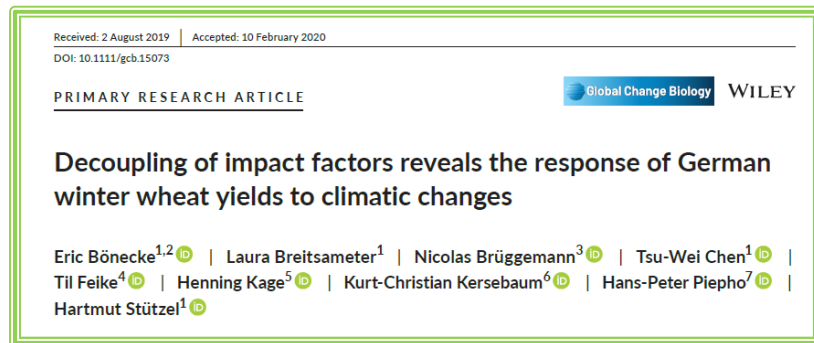
Auf Vorsommertrockenheit reagieren

- Arbeit mit N-Tester/Nitratschnelltest und N-Monitoring
- Flexibler Einsatz der vorhandenen Regelfunktionen



Umgang mit Trockenheit

Klima/Wetter – Bodenbearbeitung – N-Formen – Höhe der
Andüngung

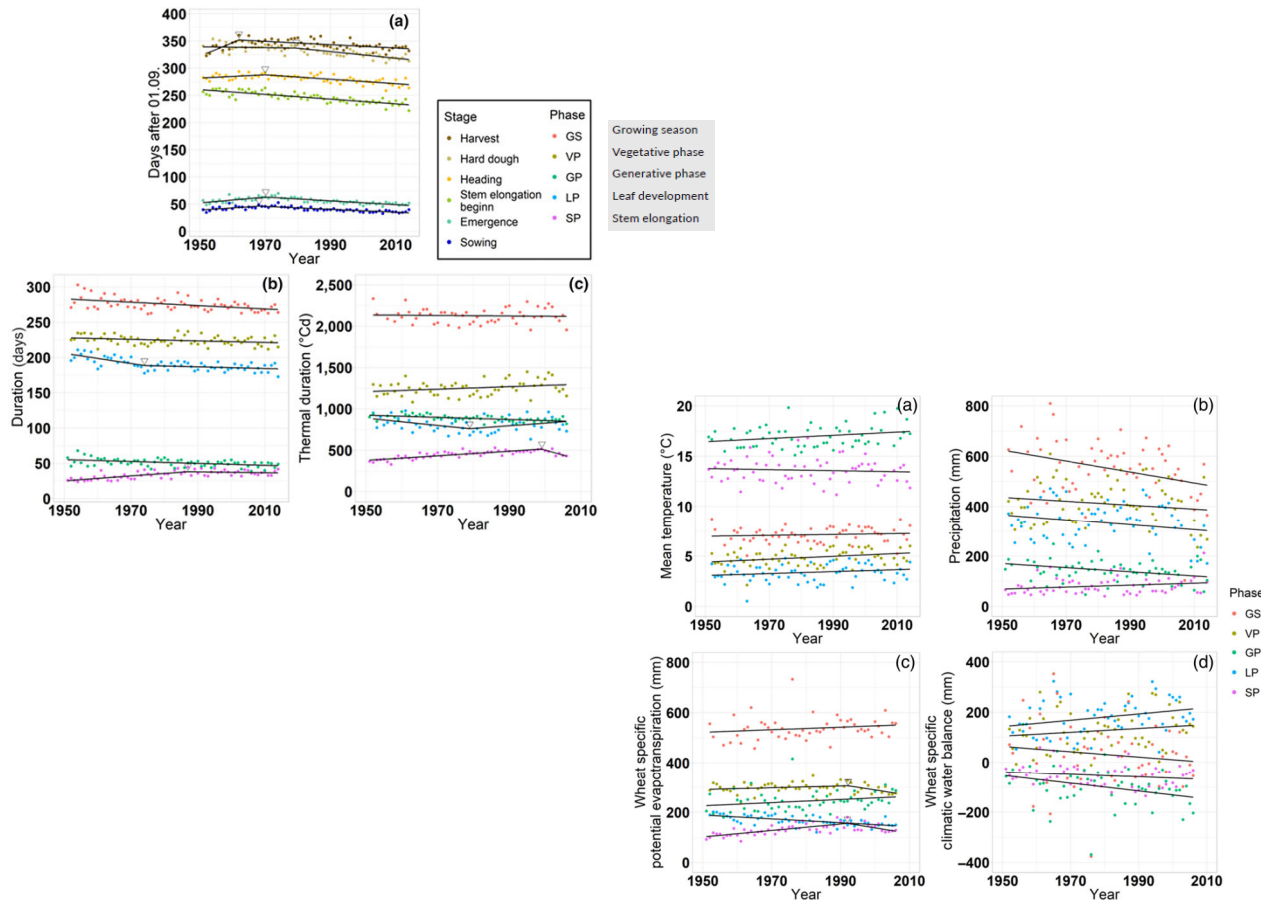


Kage, Kersebaum, Piepho, 2020 in Global Change Biology

Die Entkopplung der Einflussfaktoren (Genetik, Agronomie, Klima) zeigt die Reaktion der deutschen Winterweizenerträge auf klimatische Veränderungen

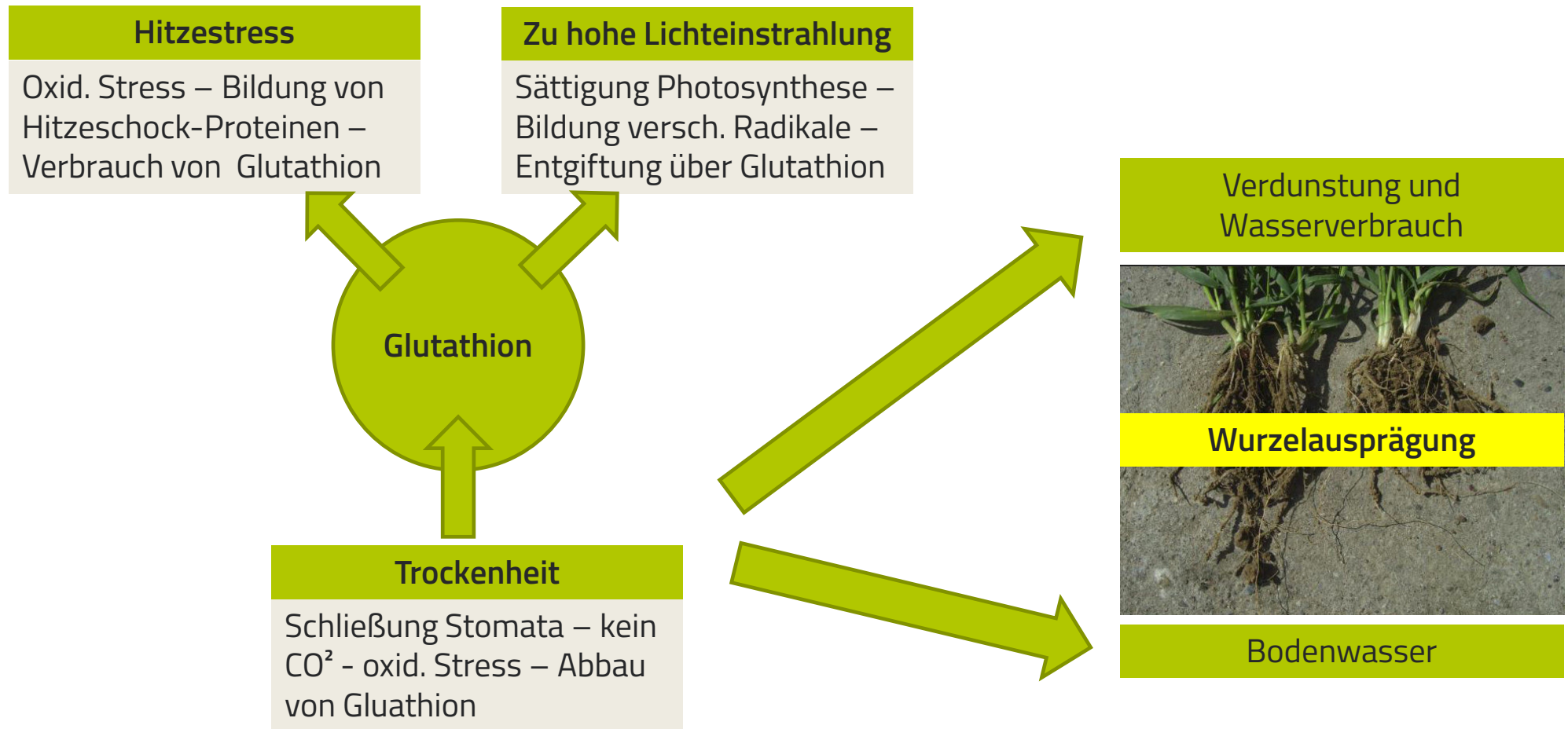
- Auswertung von 298 publizierten N-Steigerungsversuchen aus Deutschland
- Einflussfaktoren: N-Düngung und Ertrag, phänologische Daten, klimatische Daten, agrarmeteorologische Daten, Standorteigenschaften

Agroklimatische Veränderungen



1. Wachstumsphase insgesamt um mehr als 2 Wochen verkürzt
2. 24 d früheres Einsetzen der Schossphase
3. 21 d früheres Einsetzen der Kornreife
4. Länge Schossphase unverändert
5. Kornfüllungs- und Bestockungsphase kürzer
6. Niederschläge in der Wachstumsphase nehmen generell ab (100 mm), besonders zwischen EC51 und 68
7. Evapotranspiration leichte Zunahme
8. Wasserbilanz stärker positiv bis EC 31 und stärker negativ ab EC 31 (nässere im Winter und trockener im Frühjahr/Sommer)

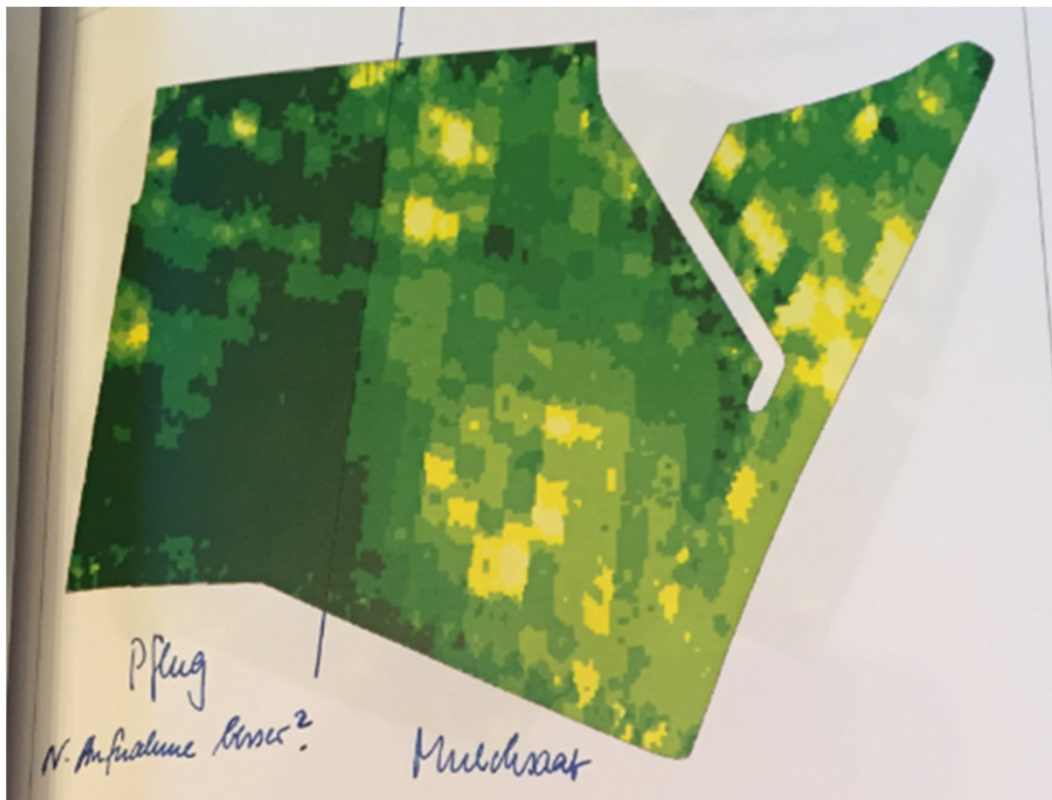
Klimatischer Stress begrenzt den Ertrag



Umgang mit Trockenheit

Klima/Wetter – Bodenbearbeitung – N-Formen – Höhe der
Andüngung

„Konservierende“ Bodenbearbeitung führt zu verlangsamten Wachstum



N-Sensor Stickstoff-Aufnahme	
Schlag	3100
Schlagfläche	70,98 ha
Frucht (Kalibrierung)	Winterroggen
EC-Stadium (Kalibrierung)	26
Arbeitsbreite	36 m
Logdatum	30.10.2016
Logdatei	305_31_00_161030_26.log
Minimum	0 kg N/ha
Maximum	32 kg N/ha
Durchschnitt	13 kg N/ha
Standardabweichung	5,4 kg N/ha
Abgefahrte Fläche	70,49 ha
Gesamt N	0 kg N

Legende	
2,4 %	0,0 - 3,0 kg N/ha
4,6 %	3,0 - 6,0 kg N/ha
14,5 %	6,0 - 9,0 kg N/ha
16,1 %	9,0 - 12,0 kg N/ha
18,7 %	12,0 - 15,0 kg N/ha
17,1 %	15,0 - 18,0 kg N/ha
26,5 %	18,0 - 32,0 kg N/ha

„Konservierende“ Bodenbearbeitung führt zu verlangsamten Wachstum



Negative Auswirkungen der „Konservierenden“ Bodenbearbeitung

„Konservierende“ BB führt zu:

- Generell höhere Lagerungsdichten (TRD) im Oberboden
- dichtere Horizonte wandern nach Oben
- Grobporen nehmen ab - Mittelporen bleiben gleich - Feinporen nehmen zu!
- Geringeres Luftvolumen, Kritischer Wert wird überschritten,
- Oberboden generell nasser

Ertragsrelationen

Pflug:	100%
Konservierend:	92 – 95%
Direktsaat:	85 – 90%

Auswirkungen:

- Durchdringungswiderstand der Wurzel steigt an, Längenwachstum nimmt ab
- verlangsamtes Wurzelwachstum da zu wenig Sauerstoff
- spätere und geringere Mineralisation, langsamere Erwärmung im Frühjahr, keine Umwandlung von NH_4 zu NO_3 ,
- schlechteres Wachstum in der Bestockungsphase
- langsames Abtrocknen
- Wasseranlieferung und Wasserinfiltration in den Unterboden nimmt ab
- Gleiche Feldkapazität → also keine erhöhte Wasserspeicherung!
- Ertragsrückgang generell der auch mit Reparatur-N nicht kompensiert werden kann

Umgang mit Trockenheit

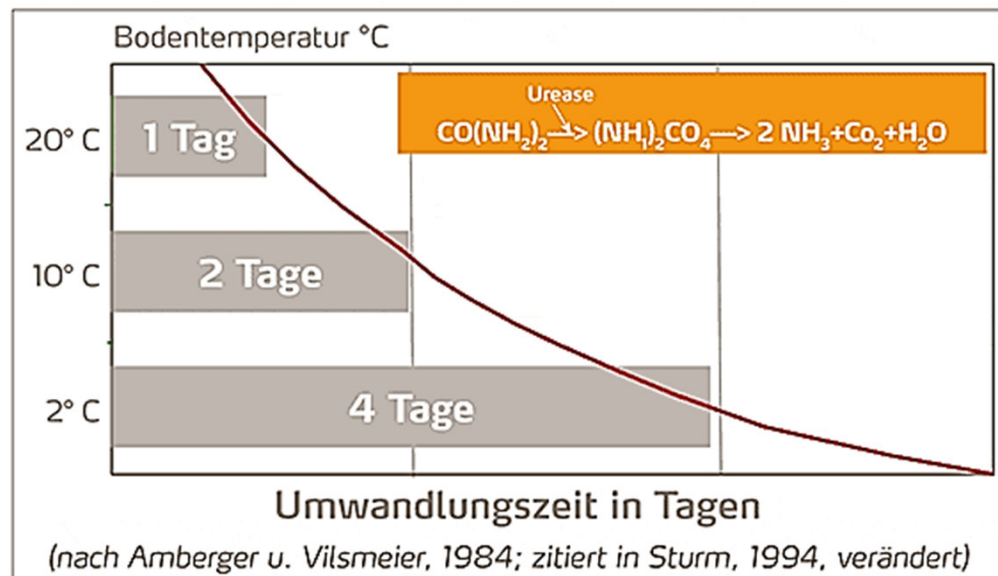
Klima/Wetter – Bodenbearbeitung – N-Formen – Höhe der
Andüngung

Grundsätze für die Wahl der N-Formen

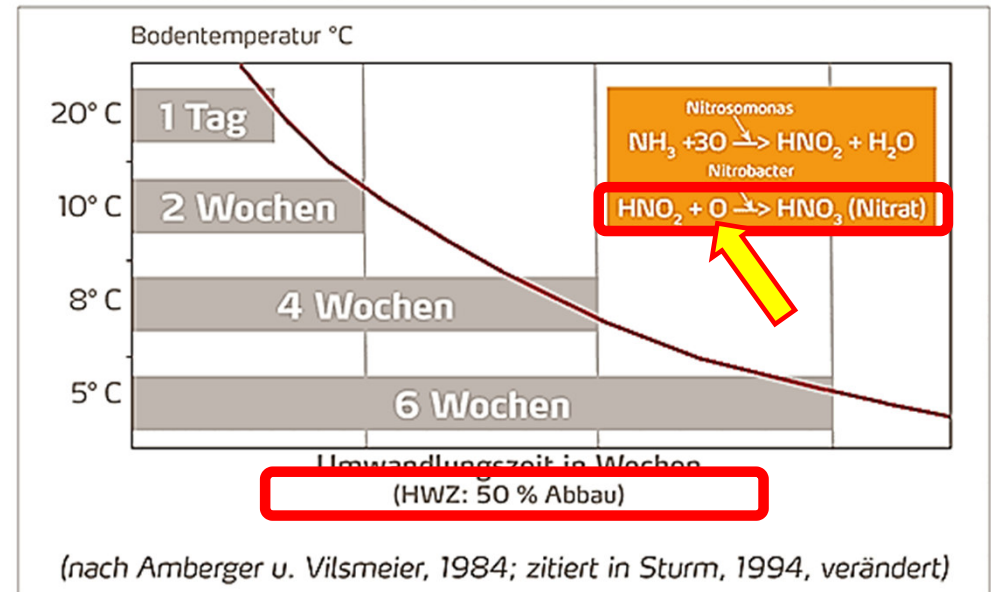
1. N- Bedarfe müssen möglichst schnell/kurzfristig gedeckt werden
2. 80-100% vom Gesamt-Mineral-N sollte variabel sein
3. Der Dünger muss in der Vegetationszeit möglichst vollständig aufgenommen werden

Für Pflanzenverfügbarkeit: Umwandlung von Harnstoff zu Ammonium und Nitrat

Umwandlung von Harnstoff zu Ammonium in Abhängigkeit von der Bodentemperatur



Umwandlung von Ammonium zu Nitrat in Abhängigkeit von der Bodentemperatur



→ Sauerstoff notwendig, deswegen zusätzlich gehemmte Umsetzung bei nassen Böden und Böden mit höherer Lagerungsdichte

Zeitliche Verfügbarkeit von N



60 kg N/ha



	N-Gesamt	Nitrat-N	Ammon.-N	Amid-N	S	Verzögerung (Wochen)	März				April		Wirkung f. Bestockung	Gesamt-N bis N2	Äquivalente
							1	2	3	4	1	2			
Kalkammonsalpeter (YARA Bela Nitromag)	27	13,5	13,5			6	32	2	2	2	2	2	40	45	60
Kalkammonsalpeter + Schwefel (YARA Bela Sulfan)	24	12	12		6	6	32	2	2	2	2	2	40	45	60
Kalkammonsalpeter + Schwefel + Magnesium (YARA Bela Optimag 24)	24	12	12		6	6	32	2	2	2	2	2	40	45	60
Ammonsulfatsalpeter (ASS, 26/13)	26	7	19		13	6	20	4	4	4	4	4	31	38	71
Ammoniumsulfat (Schwefelsaures Ammoniak), SSA/Domogran 45	21		21		24	6	5	5	5	5	5	5	20	30	91
Harnstoff (Piagran)	46			46		1 + 6		4	4	4	4	4	13	22	124
Harnstoff ("Stabilisiert"); Piagran Pro	46			46		2 + 6			5	5	5	5	10	19	140
Harnstoff ("Doppelt-Stabilisiert"); Alzon Neo-N	46			46		2 + 8			4	4	4	4	7	15	185
Harnstoff-Ammoniumsulfat (Piamon 33 S)	33		10,4	22,6	12	1 + 6	2	5	5	5	5	5	15	24	111
Getreide-Power (58% Alzon Neo-N + 42% Piamon 33-S	40,6		4,4	36,2		2 + 8	1	2	4	4	4	4	11	19	144
Raps-Power (30% Alzon Neo-N + 70% Piamon 33-S	37		7	30		2 + 8	1	3	4	4	4	4	13	21	126
Ammonitratharnstofflösung (AHL); Piasan 28	28	7	7	14		1 + 6	16	3	3	3	3	3	26	33	81
Ammonitratharnstofflösung (AHL Stabilisiert) + S	25	5	9	11	6	2 + 6	14	2	4	4	4	4	23	31	86
Gärreste 12 m³ a 0,5% N und 50% NH4	0,25		0,25			6	3	3	3	3	3	3	10	15	36 m³

Umwandlungszeiten bei 5 Grad Bodentemperatur: NH4 in NO3 (6W), Harnst. In NH4 (1W), Urasehemmer (1W), Nitrif.hemmer (8W)

Unvermeidbare Verlustraten: Harnst. (13,1%), Harnst.stab (4%), Harnst.dopp.stab. (3%), Ammonium (1,5%)

Zeitliche Verfügbarkeit von N

15.02.: 60 kg N/ha



01.03.: 60 kg N/ha



	N-Gesamt	Nitrat-N	Ammon.-N	Amid-N	S	Verzögerung (Wochen)	Februar		März				April		Wirkung f. Bestockung	Gesamt-N bis N2	Äquivalente
							3	4	1	2	3	4	1	2			
Kalkammonsalpeter (YARA Bela Nitromag)	27	13,5	13,5			6			32	2	2	2	2	2	40	45	60
Kalkammonsalpeter + Schwefel (YARA Bela Sulfan)	24	12	12		6	6			32	2	2	2	2	2	40	45	60
Kalkammonsalpeter + Schwefel + Magnesium (YARA Bela Optimag 24)	24	12	12		6	6			32	2	2	2	2	2	40	45	60
Ammonsulfatsalpeter (ASS, 26/13)	26	7	19		13	6			20	4	4	4	4	4	31	38	71
Ammoniumsulfat (Schwefelsaures Ammoniak), SSA/Domogran 45	21		21		24	6			5	5	5	5	5	5	20	30	91
Harnstoff (Piagran)	46			46		1 + 6	4		4	4	4	4	4	4	22	30	88
Harnstoff ("Stabilisiert"); Piagran Pro	46			46		2 + 6			5	5	5	5	5	5	19	29	93
Harnstoff ("Doppelt-Stabilisiert"); Alzon Neo-N	46			46		2 + 8			4	4	4	4	4	4	15	22	123
Harnstoff-Ammoniumsulfat (Piamon 33 S)	33		10,4	22,6	12	1 + 6	2	5	5	5	5	5	5	5	24	33	81
Getreide-Power (58% Alzon Neo-N + 42% Piamon 33-S)	40,6		4,4	36,2		2 + 8	1	2	4	4	4	4	4	2	19	25	109
Raps-Power (30% Alzon Neo-N + 70% Piamon 33-S)	37		7	30		2 + 8	1	3	4	4	4	4	4	1	21	27	101
Ammonnitratharnstofflösung (AHL); Piasan 28	28	7	7	14		1 + 6	16	3	3	3	3	3	3	3	33	40	67
Ammonnitratharnstofflösung (AHL Stabilisiert) + S	25	5	9	11	6	2 + 6	14	2	4	4	4	4	4	4	31	39	69
Gärreste 12 m³ a 0,5% N und 50% NH4	0,25		0,25			6	3	3	3	3	3	3	3	3	15	20	32 m³

Umwandlungszeiten bei 5 Grad Bodentemperatur: NH4 in NO3 (6W), Harnst. In NH4 (1W), Urasehemmer (1W), Nitrif.hemmer (8W)

Unvermeidbare Verlustraten: Harnst. (13,1%), Harnst.stab (4%), Harnst.dopp.stab. (3%), Ammonium (1,5%)

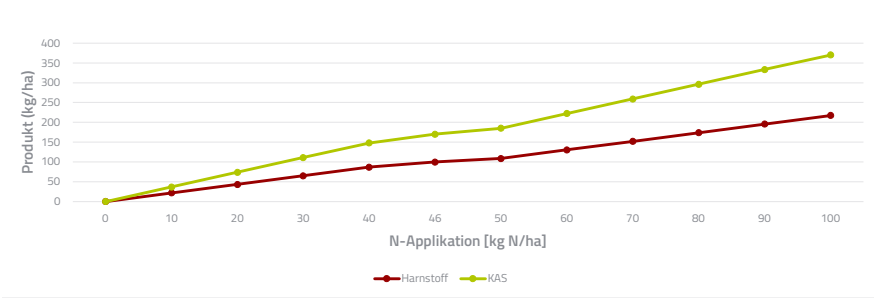
Bestockungswirkung von N-Dünger

	Wochen zwischen N-Düngung und Vegetationsbeginn		
	Bestockung nach 1 Woche	Bestockung nach 2 Woche	Bestockung nach 3 Woche
KAS	+++	+++	+++
ASS	+	++	++
ssA	-	+	+(+)
Harnstoff + UI	-	-	-

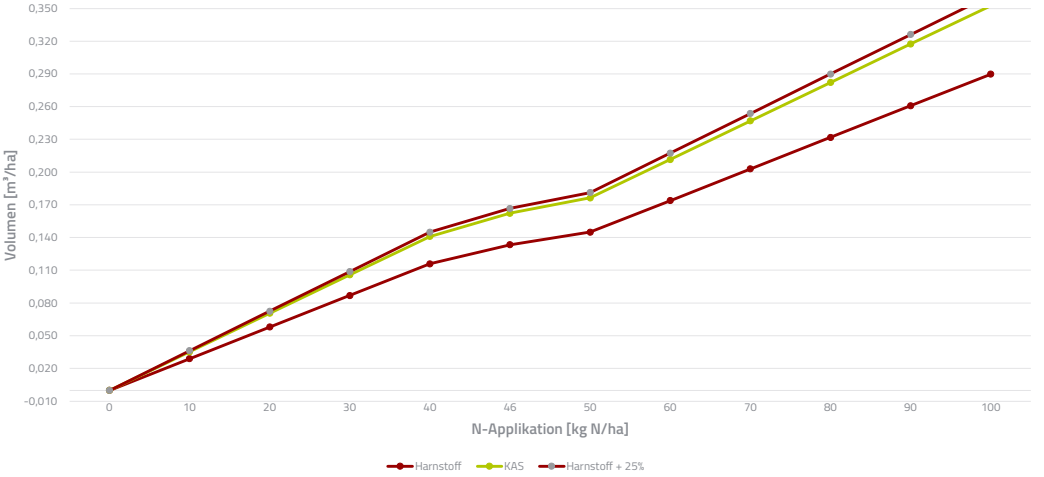
Nach Peters (2012)

kg N/ha	Masse [kg/ha]			Volumen [m³/ha]			Streubare Hektar bei 4200l [4,2m³] Behältervolumen			Füllungen Streuer bei 500ha zu streuen		
	Harnstoff	Harnstoff + 25%	KAS	Harnstoff	Harnstoff + 25%	KAS	Harnstoff	Harnstoff + 25%	KAS	Harnstoff	Harnstoff + 25%	KAS
0	0	0,00	0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0		0
10	21,74	27,17	37,04	0,029	0,036	0,035	144,90	115,92	119,07	3	4	4
20	43,48	54,35	74,07	0,058	0,072	0,071	72,45	57,96	59,54	7	9	8
30	65,22	81,52	111,11	0,087	0,109	0,106	48,30	38,64	39,69	10	13	13
40	86,96	108,70	148,15	0,116	0,145	0,141	36,23	28,98	29,77	14	17	17
46	100,00	125,00	170,37	0,133	0,167	0,162	31,50	25,20	25,88	16	20	19
50	108,70	135,87	185,19	0,145	0,181	0,176	28,98	23,18	23,81	17,25	21,57	21,00
60	130,43	163,04	222,22	0,174	0,217	0,212	24,15	19,32	19,85	21	26	25
70	152,17	190,22	259,26	0,203	0,254	0,247	20,70	16,56	17,01	24	30	29
80	173,91	217,39	296,30	0,232	0,290	0,282	18,11	14,49	14,88	28	35	34
90	195,65	244,57	333,33	0,261	0,326	0,317	16,10	12,88	13,23	31	39	38
100	217,39	271,74	370,37	0,290	0,362	0,353	14,49	11,59	11,91	35	43	42

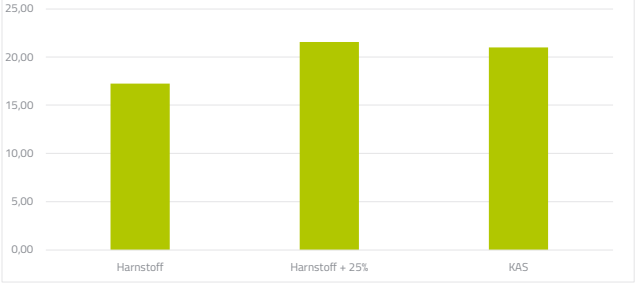
Gewicht [kg/ha]



Volumen [m³/ha]



Füllungen Düngerstreuer bei 500ha & 4200l Behältervolumen & 50 kg N/ha



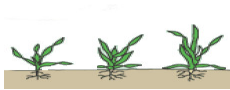
Teil 4: Wintergetreide

- **agron. Grundregeln N-Düngung**
- **Logik der variablen N-Düngung**

Wintergetreide

Agronomische Grundregeln der variablen N-Düngung in Wintergetreide

1. N-Gabe (Start) EC 20 – 28



Ziel: Bestandsetablierung

Düngeregel: Sollwert 110 (120) minus N-Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe (Schosser) EC 30 – 36



Ziel: Ertragliches N-Optimum

Düngeregel: Bei einem N-Bedarf wird gedüngt, keine N-Bedarf = keine Düngung

Wie? N-Tester/Nitrat-Schnelltest, N-Monitoring und N-Sensor

3. N-Gabe (Ähre) EC 37 – 51

4. N-Gabe (Qualität) EC 59 – 69



Ziel: Proteingehalt

Düngeregel: Sollwert nach Qualitätsziel

Wie? NT/NST und N-Sensor

Optimierung der N-Düngung in Getreide – jede Gabe ist wichtig!

	N1 Bestockung EC 13 - 25	N2 Schossen EC 30 - 36	N3 Ährengabe EC 37-51	N4 Qualität EC 59 - 69
Trockenheit	+++	-	-	-
Lager (Triebdichte)	++	+++	+	-
Druschfähigkeit (Ährendichte)	++	+++	+	-
Ertrag	+++	+++	++	-
Rohprotein	-	-	++	+++

N-Düngung Wintergetreide

N1 (Startgabe)

Agronomische Grundregeln der variablen N-Düngung in Wintergetreide

1. N-Gabe (Start) EC 20 – 28

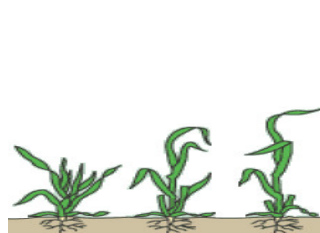


Ziel: Bestandsetablierung +
Trockenheit

Düngeregel: Sollwert nach N-
Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe (Schosser) EC 30 – 36



Ziel: Ertragliches N-Optimum

Düngeregel: Bei einem N-Bedarf wird gedüngt,
keine N-Bedarf = keine Düngung

Wie? N-Tester/Nitratschnelltest, N-Monitoring
und N-Sensor

3. N-Gabe (Ähre) EC 37 – 51



4. N-Gabe (Qualität) EC 59 – 69



Ziel: Proteingehalt

Düngeregel: Sollwert nach
Qualitätsziel

Wie? NT/NST und N-Sensor

N1 Wintergetreide (Startgabe)

Ziele:

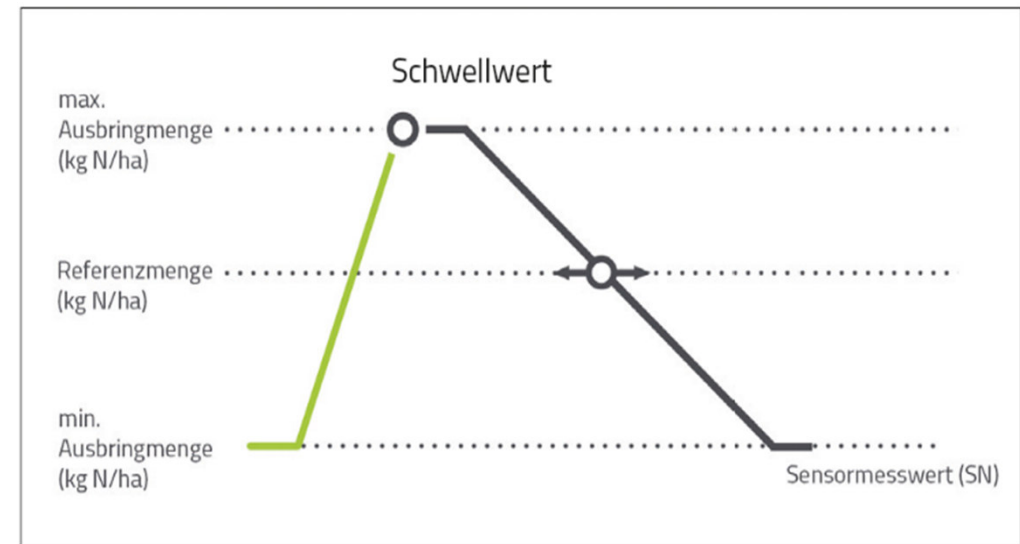
- Bestandsetablierung bis zum Einsetzen des Langtages (1. Aprilwoche):
 - gleichmäßige Bestockung
 - **Überschreiten des N-Aufnahmeziel bis EC 31 = 40/50 kg N/ha**
- Schwache Bestände mit hoher N-Düngung fördern und diese besser auf mögliche Trockenperioden konditionieren
- Gute Bestände mit niedrigerer N-Düngung am Überwachsen hindern und somit aktiv die Lagergefahr reduzieren

Düngungsformen:

- Schnell wirkende Düngemittel wählen
- Kein Einsatz von stabilisiertem N-Dünger!
- Hohe Mengen (>80 kg N/ha) aufteilen

Umsetzung:

- Sollwert nach N-Aufnahme
- Regelbereich 40-90 kg N/ha
- Weg 1: Streukartenerstellung nach Herbstscan
 - Modul: „N-Düngung“ (Streukarten)
- Weg 2: Düngung nach N-Sensor im durchgegrünten Bestand
 - Modul: „N-Düngung“



Düngeregel N1 (Agricon) basierend auf N-Aufnahme für Winterweizen (WR/T)



Sollwertmethode:

Gesamtbedarf N1 = Sollwert 100 kg N/ha – N-Aufnahme x 2

Regelbereich: 40-90 kg N/ha

(Kann benutzerspezifisch verändert werden)

Durchschnittliche N-Aufnahme*	Zeitpunkt	Gesamtbedarf N1
6	EC 13-19 (Blattbildung) zu Veget.-Beginn (evtl. geteilt in 1a und 1b)	88
8		84
10		80
12		76
14		72
16	EC 20-25 (Bestockung) zu Vegetationsbeginn	68
18		64
20		60
22		56
24	EC 20-25 zu/nach Vegetationsbeginn	52
26		48
28		44
30		40



* ... real vorkommende N-Aufnahmen in Teilflächen 2 – 60 kg N/ha

Korrekturfaktoren der Sollwertmethode nach N-Formen

Nitrat-Ammonium-Dünger (KAS):	1		Vegetationsbeginn
ASS:	1,2		1-2 Wochen vor VB
ssA:	1,5	}	
Harnstoff:	1,5		
Einf. stab. Harnstoff:	1,6		
Dopp. Stab. Harnstoff:	2,1		
Piamon 33S:	1,3		2-4 Wochen vor VB
Getreide-Raps-Power:	1,7-1,8		
AHL:	1,1		
Stab. AHL:	1,2		

Düngeregel N1 (Agricon) basierend auf N-Aufnahme für Wintergerste

Sollwertmethode:

Gesamtbedarf N1 = Sollwert 110 kg N/ha – N-Aufnahme x 2

Regelbereich: 20-90 kg N/ha

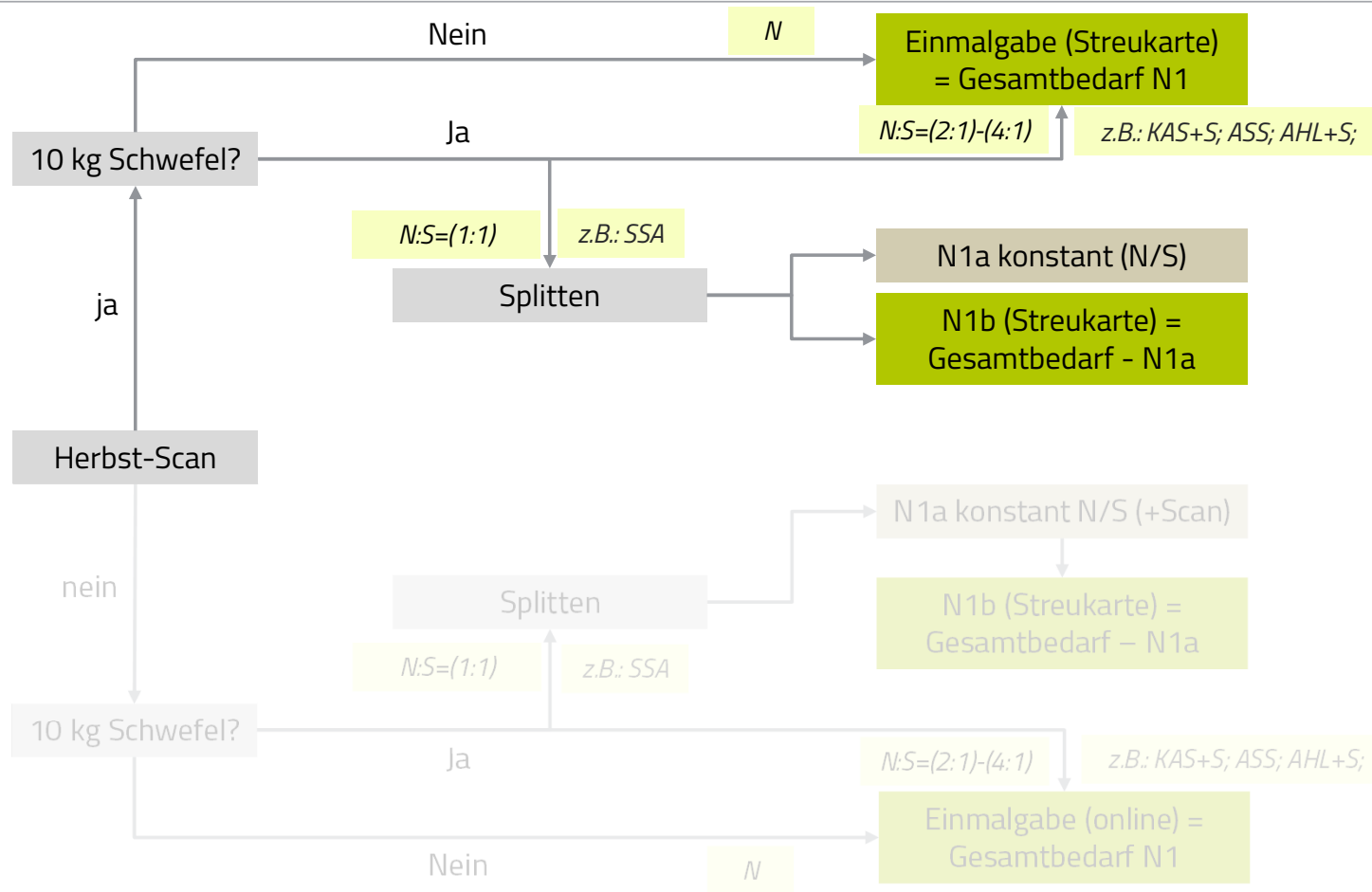
(Kann benutzerspezifisch verändert werden)

Durchschnittliche N-Aufnahme*	Zeitpunkt	Gesamtbedarf N1
10	zu Vegetationsbeginn - bei hohem Bedarf geteilt in 1a und 1b	90
13		84
16		78
19		72
22		66
25		60
28		54
30		50
33	zu/nach Vegetationsbeginn	44
36		38
39		32
42		26
45		20



* ... real vorkommende N-Aufnahmen in Teilflächen min. 5 – 80 kg N/ha

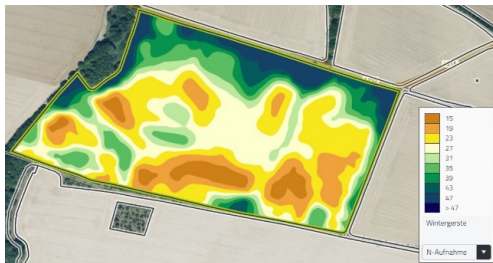
Logik und Entscheidungsweg für N1 in Wintergetreide



N1 Wintergetreide (Startgabe) nach Herbstscan mit Einmalgabe

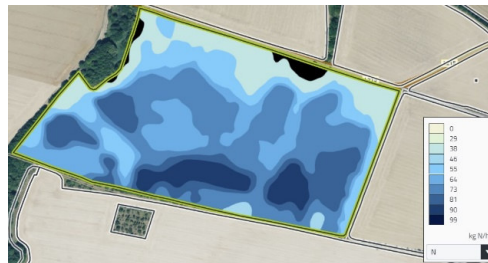
$N:S=(2:1-4:1)$

Herbst: Scannen



N-Aufnahme in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
13	21	30

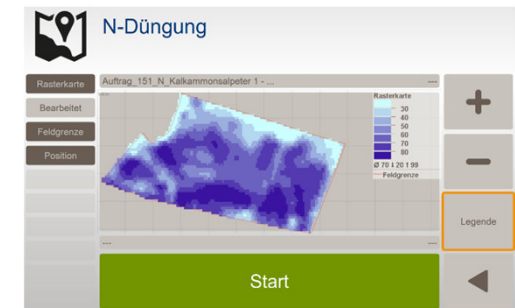
Winter: Streukarte berechnen



N-Düngung in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
40	58	74

→ Berechnung einer Streukarte in agriPORT nach Sollwert-Methode
→ Regelbereich 40-90 kg N/ha

Frühjahr: Applikation



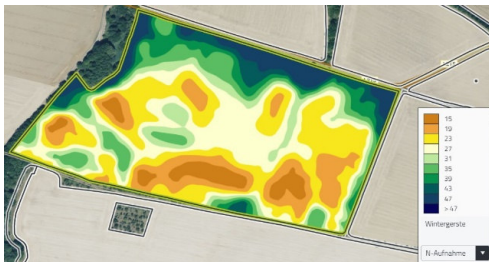
→ Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

N1 In Wintergetreide nach Herbst-Scan, gesplittet:

- N1a KONSTANT mit Modul „N-Düngung“,
- N1b nach Streukarte mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

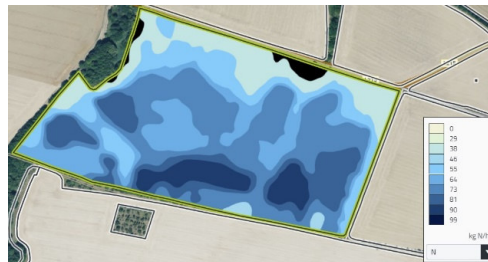
N:S=(1:1)

Herbst: Scannen



N-Aufnahme in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
13	21	30

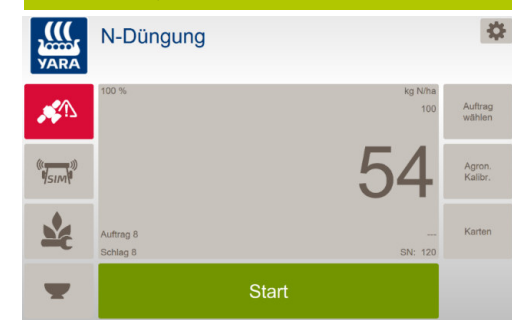
Winter: Streukarte berechnen



N-Düngung in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
40	58	74

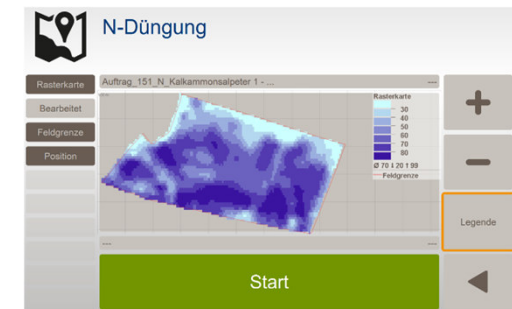
- Berechnung einer Streukarte in agriPORT nach Sollwert
- Düngbedarf N1b = Gesamtbedarf N1 **MINUS N1a**
- Regelbereich: 40 – 90 kg N/ha **MINUS N1a**

Frühjahr: N1a KONSTANT



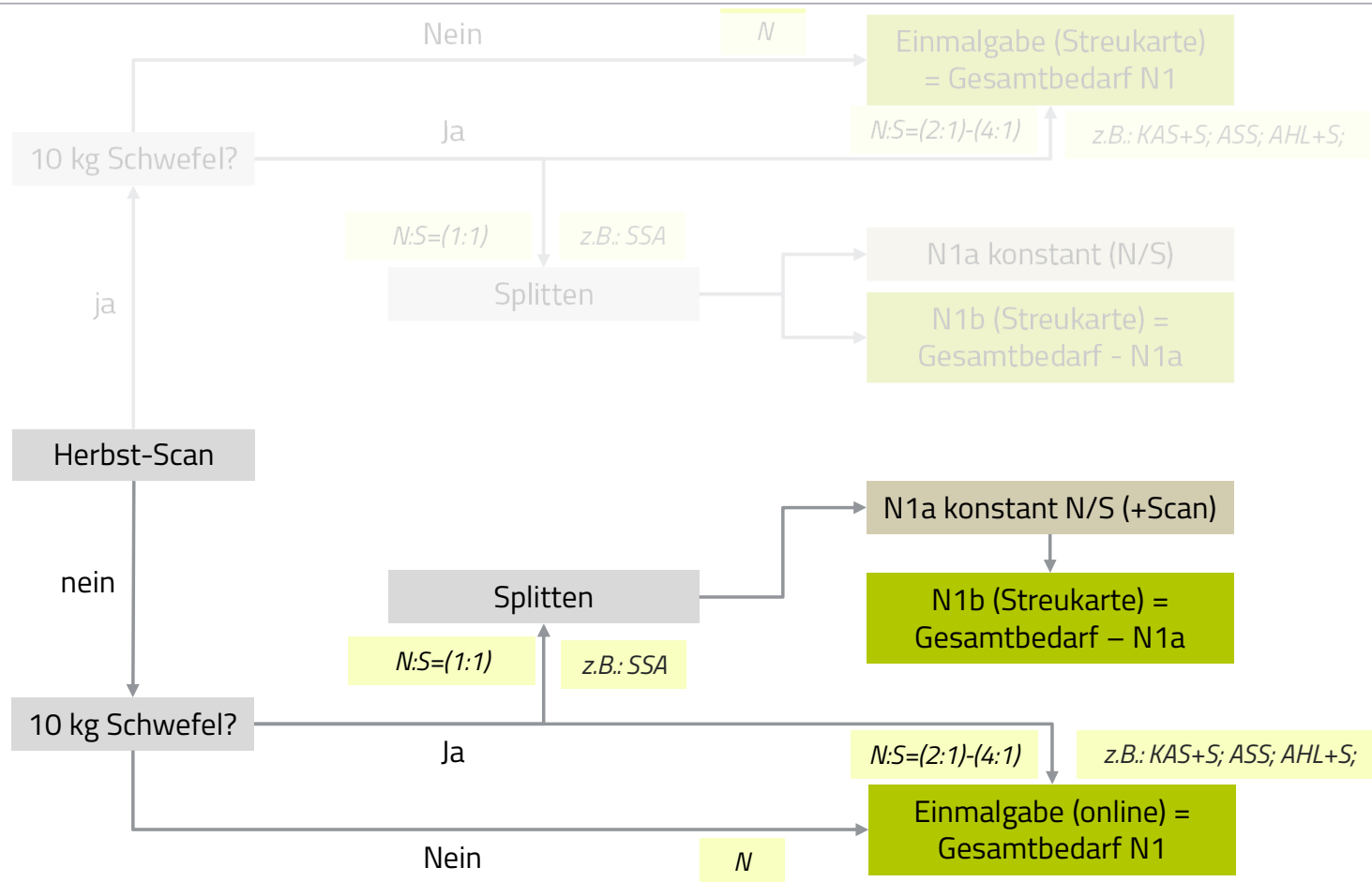
- Auftrag im agriport: Betriebsart = Konstant,
- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“

Frühjahr: N1b VARIABEL nach Streukarte



- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

Logik und Entscheidungsweg für N1 in Wintergetreide



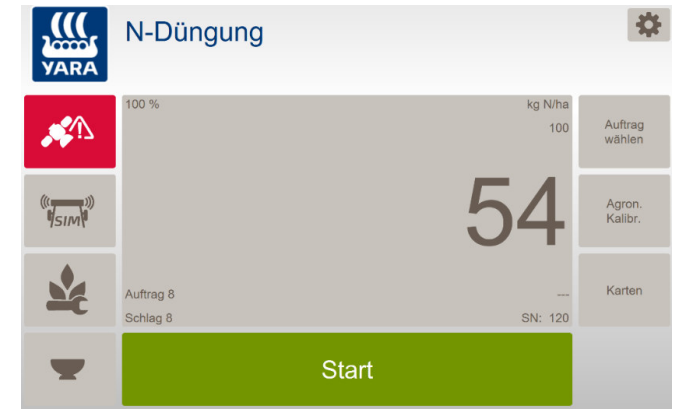
$$N:S=(2:1-4:1)$$

N1 in Wintergetreide im durchgegrünten Bestand, Einmalgabe



Durchschnittliche N-Aufnahme	Zeitpunkt	Gesamtbedarf N1
6	zu Vegetationsbeginn geteilt in 1a und 1b	88
8		84
10		80
12		76
14		72
16	zu Vegetationsbeginn	68
18		64
20		60
22		56
24		52
26	zu/nach Vegetationsbeginn	48
28		44
30		40

Frühjahr: Applikation



- Variable Applikation mit Modul „N-Düngung“
- Sollwertmethode (siehe Tabelle)
- Auftrag in agriport: beliebige Referenz
- Spotkalibrierung 10-15 m!
- Regelbereich 40 – 90 kg N/ha

N1 in Wintergetreide im durchgegrünten Bestand, gesplittet:

- N1a KONSTANT mit Modul „N-Düngung“
- N1b mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

$N:S=(1:1)$



Frühjahr: N1a KONSTANT



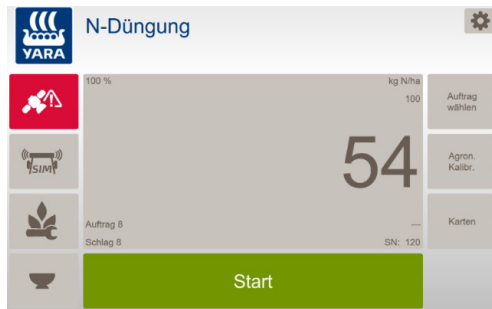
Frühjahr: Scann aus N1a



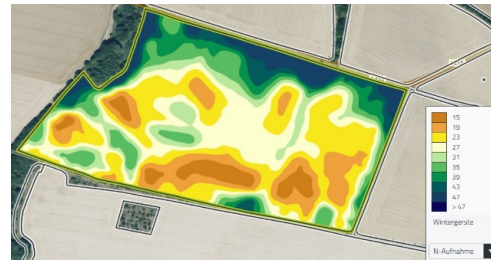
Frühjahr: Streukarte berechnen



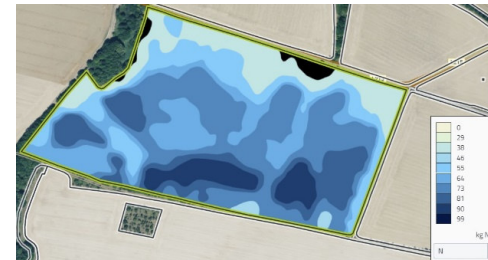
Frühjahr: N1b VARIABLE nach Streukarte



- Auftrag im agriport: Betriebsart = Konstant
- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“

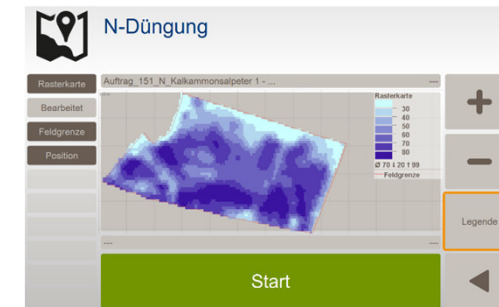


N-Aufnahme in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
13	21	30



N-Düngung in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
40	58	74

- Berechnung einer Streukarte in agriPORT nach Sollwert
- Düngebedarf N1b = Gesamtbedarf N1 MINUS N1a KONSTANT
- Regelbereich: 40 – 90 kg N/ha MINUS N1a



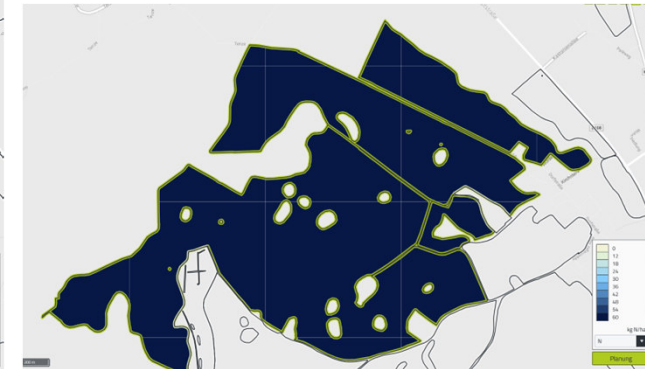
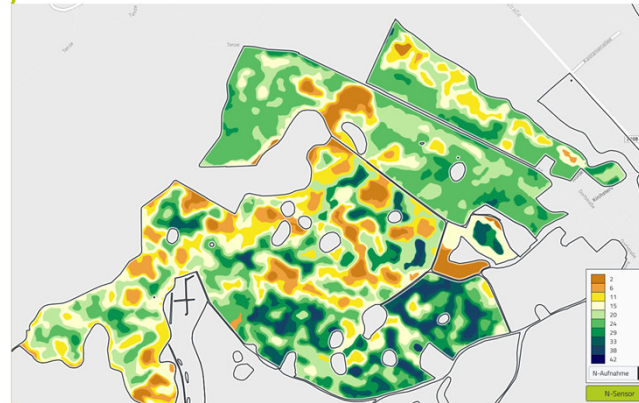
- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

N1: Andüngung Wintergetreide

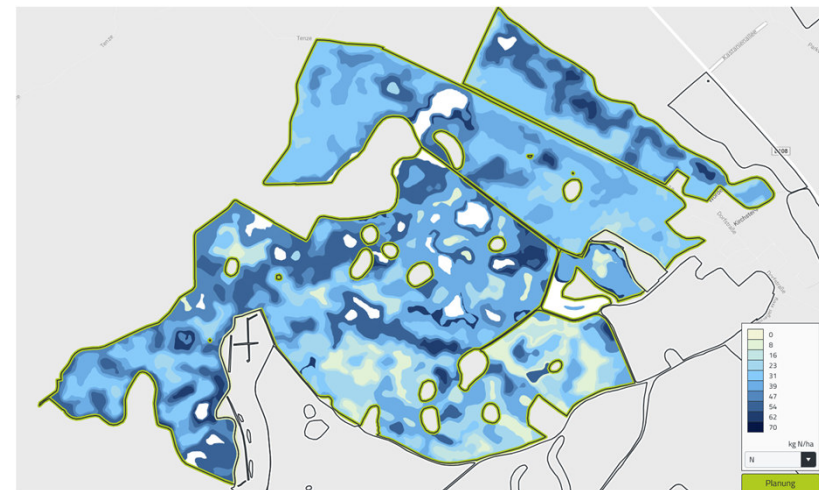
Fehler N1: konstante Andüngung

Fehlerbild

- Fehler:** Die Andüngung von Wintergetreide erfolgt konstant
- Folgen:**
1. gute Bestände werden überdüngt (+ Lager)
 2. schwache Bestände werden nicht gefördert (- Ertrag)
 3. kein Schutz vor Frühjahrstrockenheit



- Lösung:**
1. Herbstscan von Wintergetreide und N1 (Streukarte) nach Sollwert
 2. N1 „online“ nach Sollwertsystem

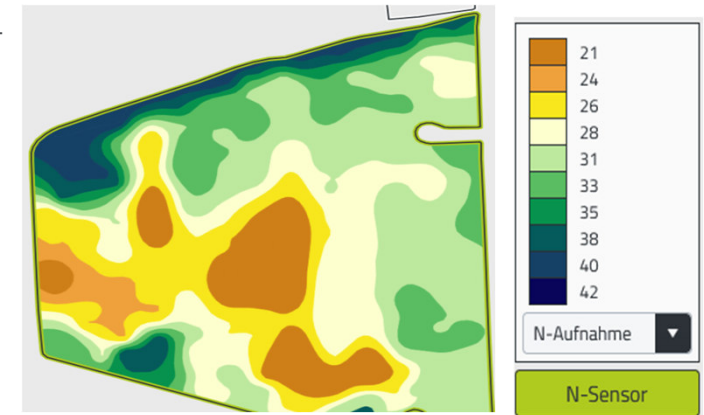


Fehler N1: falsche N-Form

Fehlerbild

- Fehler:** Andüngung von Wintergetreide mit langsam wirkendem Dünger
- Folgen:**
1. N ist in der Bestockungsphase nicht verfügbar (-> Trockenheit)
 2. schlechte Pflanzenentwicklung zu Schossbeginn (-> Trockenheit)
 3. Verfügbarkeit fällt meist in die Zeit der Mineralisierung (~20.4.) (-> Monitoring & N2)

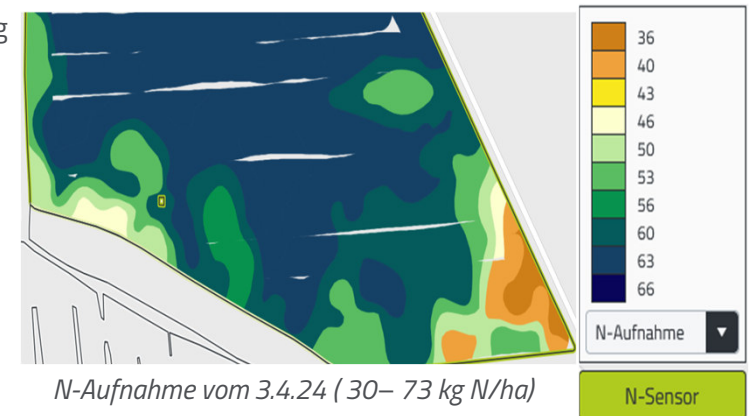
- 13.03.24: schwacher Bestand (5-15 kg N-Aufnahme)
- 13.03.24: 100 kg N/ha (Alzon)
- 05.04.24: Extrem schwacher Bestand



N-Aufnahme vom 5.4.24 (20 – 47 kg N/ha)

Lösung: 1. Schnell wirkende Dünger verwenden

- 07.03.24: schwacher Bestand (0-12 kg N-Aufnahme)
- 07.03.24: 70 kg N/ha (KAS)
- 03.04.24: normaler Bestand



N-Aufnahme vom 3.4.24 (30– 73 kg N/ha)

N-Düngung Wintergetreide

N2 (Schossergabe)

N3 (Ährengabe)

Agronomische Grundregeln der variablen N-Düngung in Wintergetreide

1. N-Gabe (Start) EC 20 – 28



Ziel: Bestandsetablierung

Düngeregel: Sollwert nach N-Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe (Schosser) EC 30 – 36



Ziel: Ertragliches N-Optimum

Düngeregel: Bei einem N-Bedarf wird gedüngt, keine N-Bedarf = keine Düngung

Wie? N-Tester/Nitratschnelltest, N-Monitoring und N-Sensor

3. N-Gabe (Ähre) EC 37 – 51

4. N-Gabe (Qualität) EC 59 – 69



Ziel: Proteingehalt

Düngeregel: Sollwert nach Qualitätsziel

Wie? NT/NST und N-Sensor

N2/N3 in Wintergetreide (Schossergabe und Ährengabe)

Ziele:

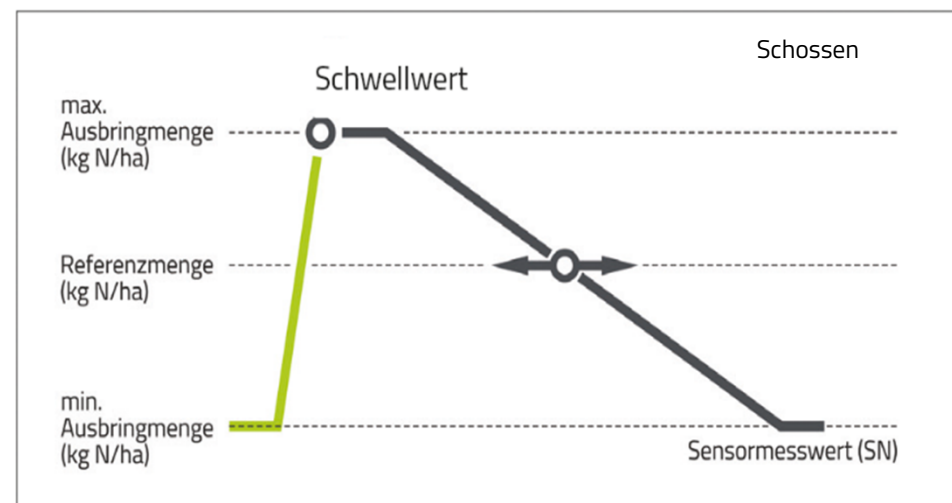
- Ausreichende N-Ernährung und gleichmäßige Bestandesdichte:
- Schwache Bestände mit höherer N-Düngung fördern, alle Triebe erhalten und Ertragsaufbau zu fördern
- Sehr Starke Bestände mit reduzierter N-Düngung bremsen, überzählige Triebe reduzieren, übermäßiges Wachstum und somit Lagergefahr reduzieren

Düngerform:

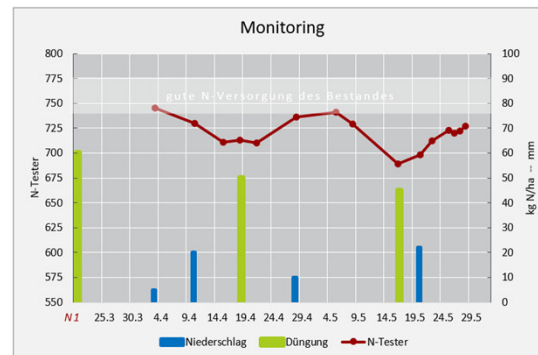
- Schnell wirkende Düngemittel wählen
- Kein Einsatz von stabilisiertem N-Dünger!

Umsetzung:

- N-Monitoring: Düngungshöhe und -zeitpunkt am Bedarf ausrichten
- → besteht ein N-Bedarf, wird dieser gedeckt
- → kein Bedarf, keine Düngung!
- Regelbereich 0 – 120 kg N/ha
- Modul „N-Düngung“



Optimierung der Getreidedüngung nach Zeit, Menge und Ort



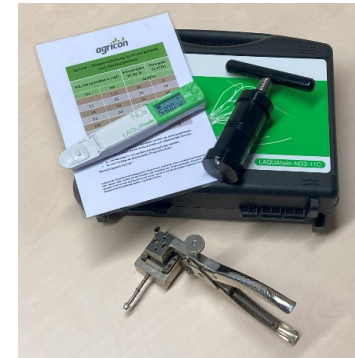
Die richtige Menge
-
N-Tester/
Nitratschnelltest

Zur richtigen Zeit
-
N-Monitoring

Am richtigen Ort
-
N-Sensor

→ Nur bei konsequenter Umsetzung können Effekte der variablen N-Sensordüngung ausgeschöpft werden

Düngungstermin und Düngungshöhe bestimmen



1. YARA N-Tester (verschiedene Baureihen)

- N-Düngebedarfsermittlung in Wintergetreide
- Kalibrierung des YARA N-Sensors in Wintergetreide

Nitratschnelltest

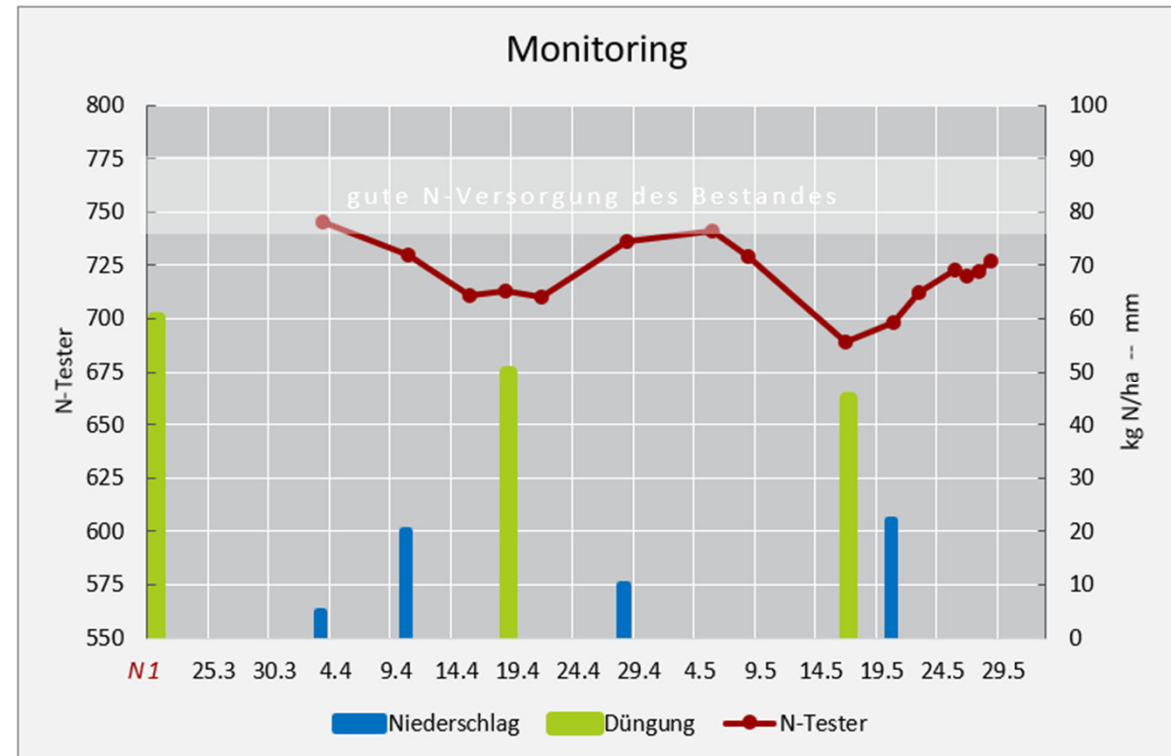
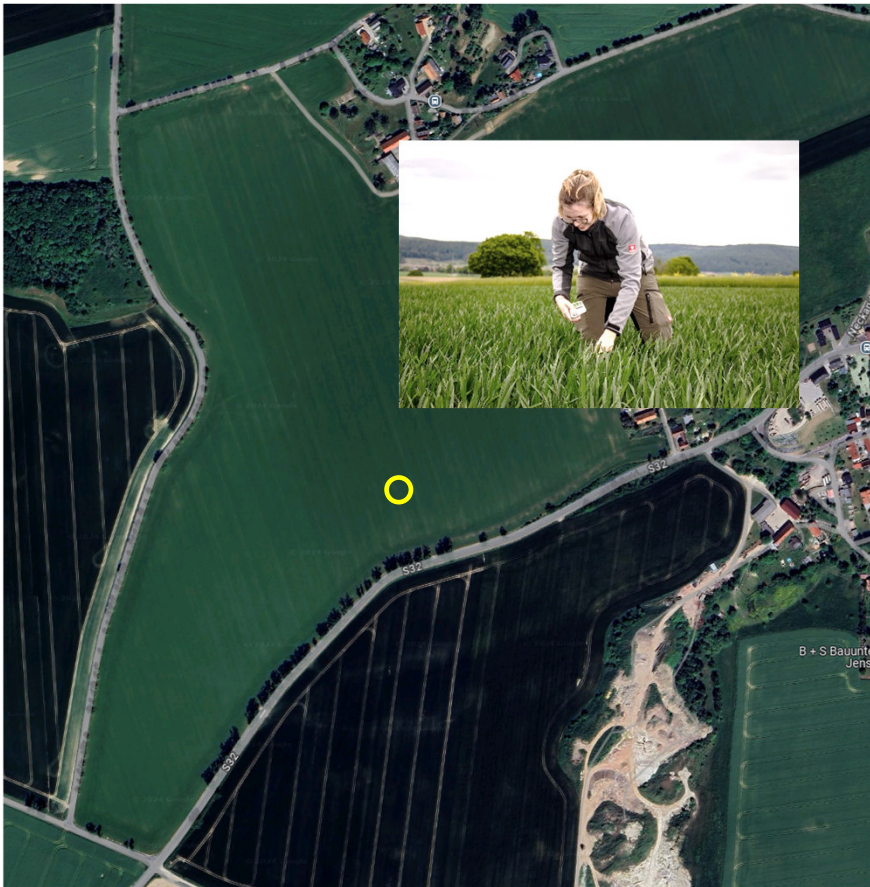
- N-Düngebedarfsermittlung in Getreide
- Kalibrierung des YARA N-Sensors in Wintergetreide
- Weitere Kulturen: Mais, Kartoffeln, Rübe

Treffsicherheit der N-Düngung nach N-Tester

199 Versuche, Winterweizen 1993-2008	Berechneter ökonomischer Höchstertag*	N-Tester Relativer Ertrag*
1993 15 Versuche	100	99
1994 10 Versuche	100	99
1995 10 Versuche	100	97
1996 10 Versuche	100	100
1997 12 Versuche	100	97
1998 15 Versuche	100	100
1999 13 Versuche	100	99
2000 14 Versuche	100	98
2001 7 Versuche	100	100
2002 9 Versuche	100	98
2003 7 Versuche	100	96
2004 16 Versuche	100	97
2005 13 Versuche	100	99
2006 16 Versuche	100	98
2007 13 Versuche	100	100
2008 19 Versuche	100	97

- Der ökonomische Höchstertag und die optimale N-Düngung können exakt nur mit Hilfe aufwändiger N-Steigerungsversuche ermittelt werden.
- Der N-Tester passt die Höhe der Stickstoffgabe an die aktuellen Nährstoffversorgung an und kommt so der optimalen N-Düngung sehr nahe.
- In der Praxis ist die optimale N-Düngung ohne die Pflanzenanalyse nicht zu erreichen.

Anlage des N-Monitorings

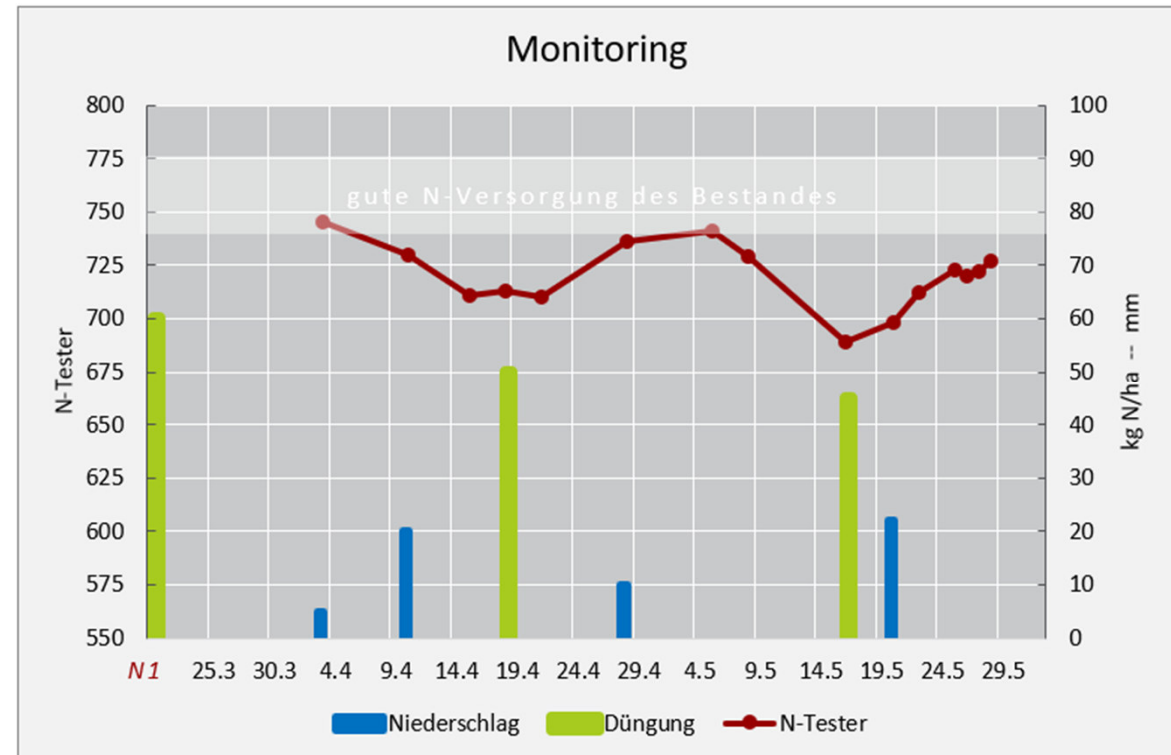


Anlage des N-Monitorings

Mögliche Gruppierungen

- Nach Kulturen (Weizen, Gerste...)
- Nach Saatdatum (früh, normal, spät)
- Nach Standort (leicht, mittel, schwer)
- Nach organischer Düngung (mit, ohne)

- Jeweils durchschnittlich entwickelte Teilflächen
- 3 – 4 N-Monitoringpunkte, mit denen der Großteil der Bestände „repräsentativ“ abgedeckt werden kann
- Messungen alle 3-5 Tage (optimal), mindestens aber 1x pro Woche



Beispiel einer flexiblen N-Düngestrategie – Zusammenfassung

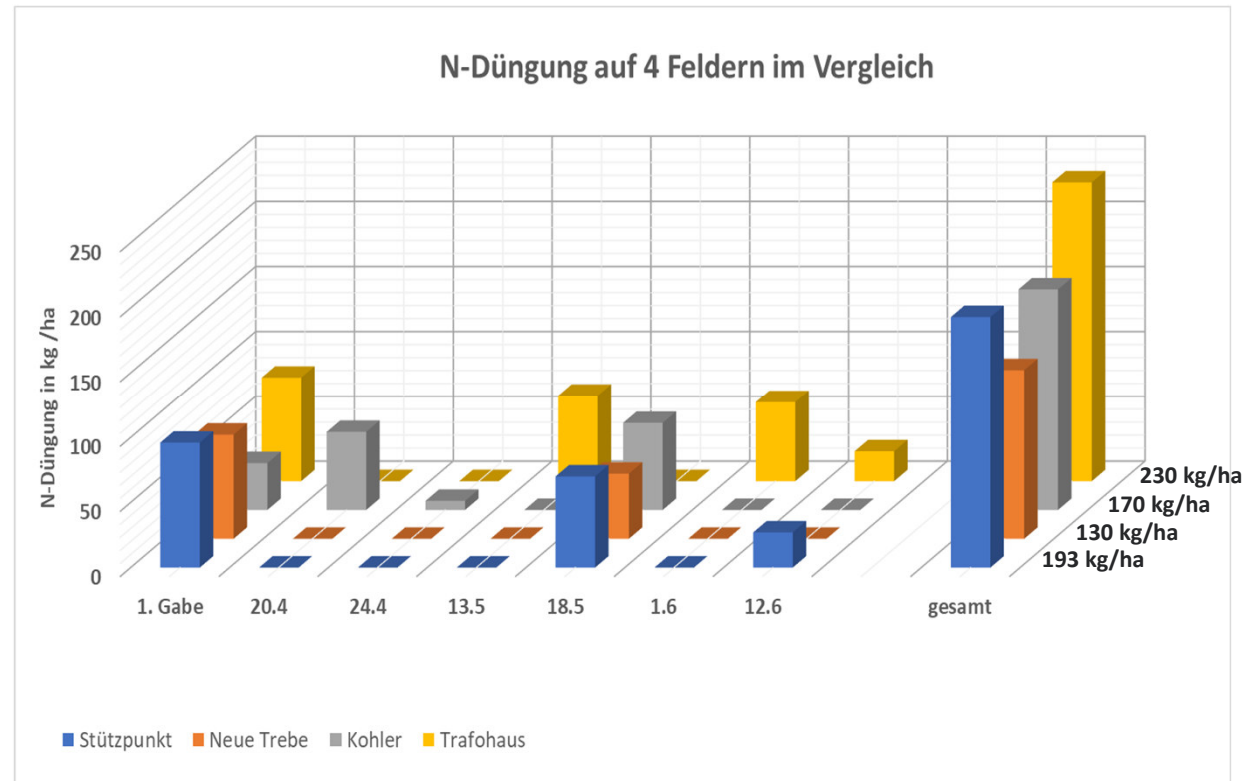
Die N-Düngung unterscheidet sich zwischen den Feldern in:

- Anzahl der Gaben (2 – 4)
- Terminierung der Gaben
- Höhe der Einzelgaben (7 – 70 kg/ha)
- Gesamtmenge N (130 – 230 kg/ha)

Es gibt nicht DIE STRATEGIE!

Es gibt nur EINE Regel:

- Gedüngt wird, wenn Bedarf vorhanden ist
- Kein Bedarf = keine Düngung

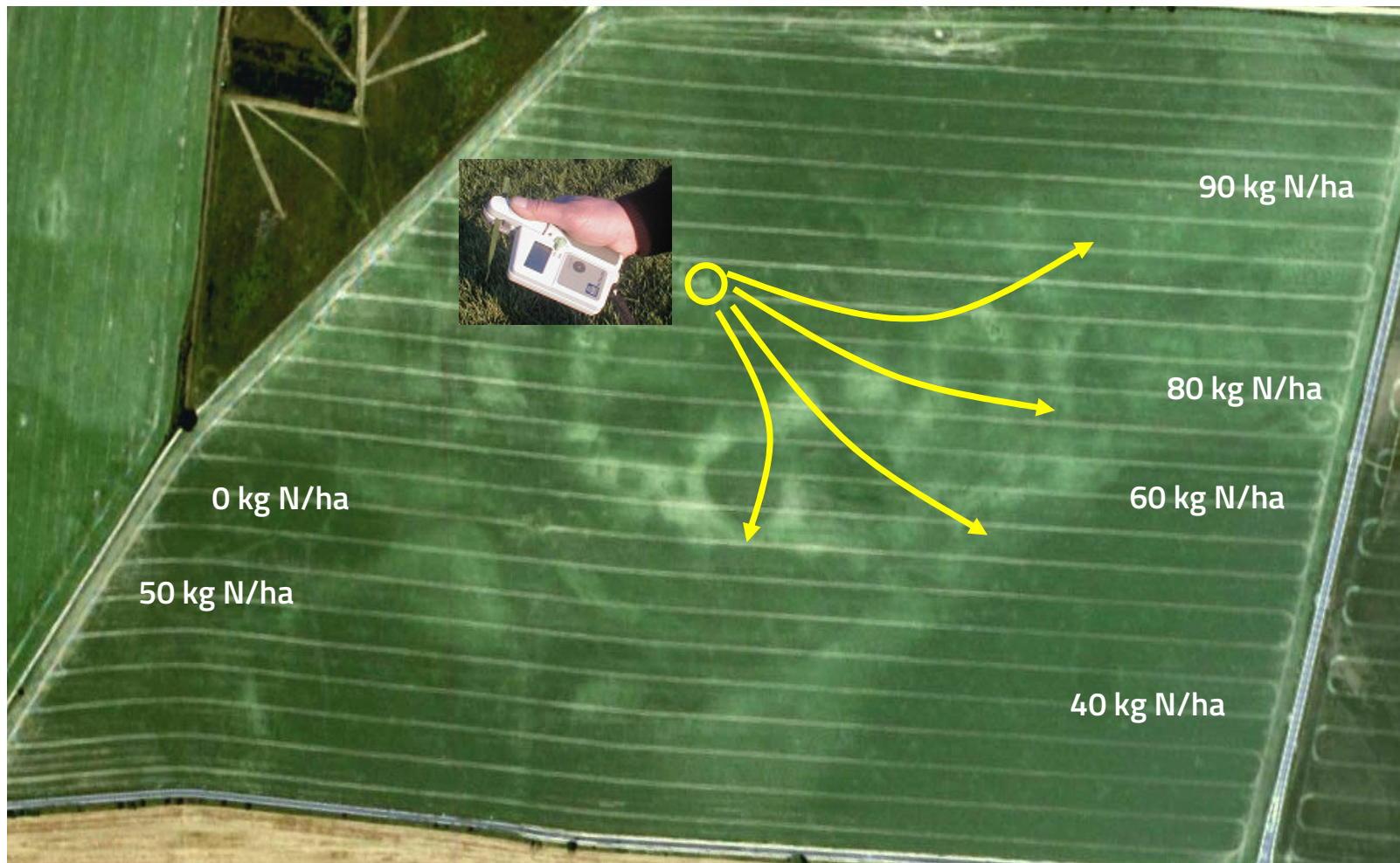


Daten aus 2006, angepasst auf das N-Monitoring 2023

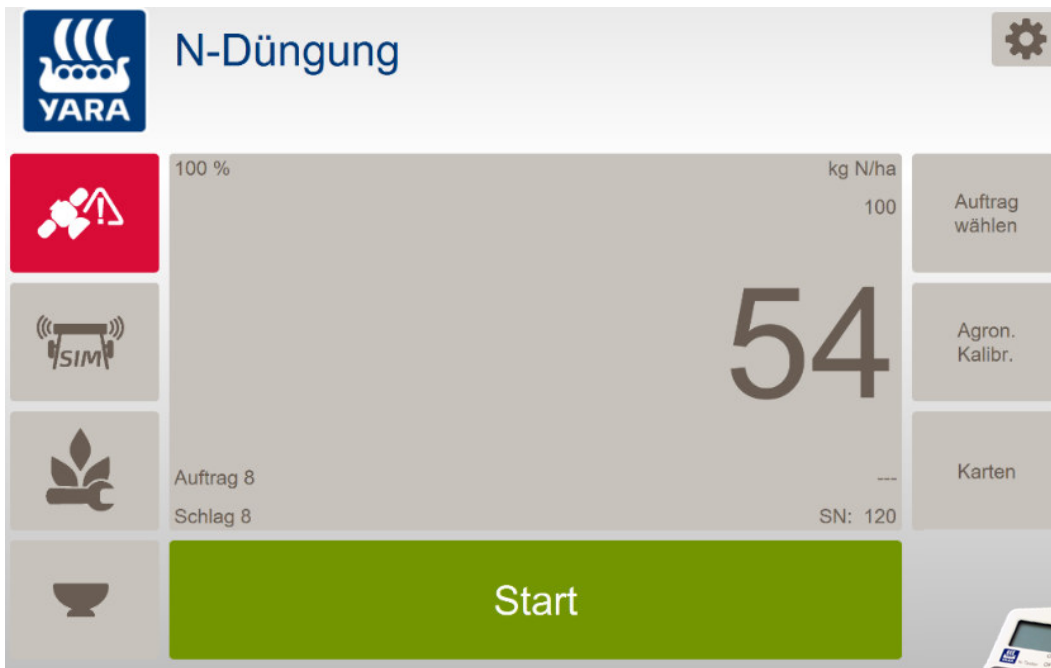
Wie kalibriert wird



Die Düngeempfehlung gilt nur für die Kalibrierstelle! Kein Mittelwert!

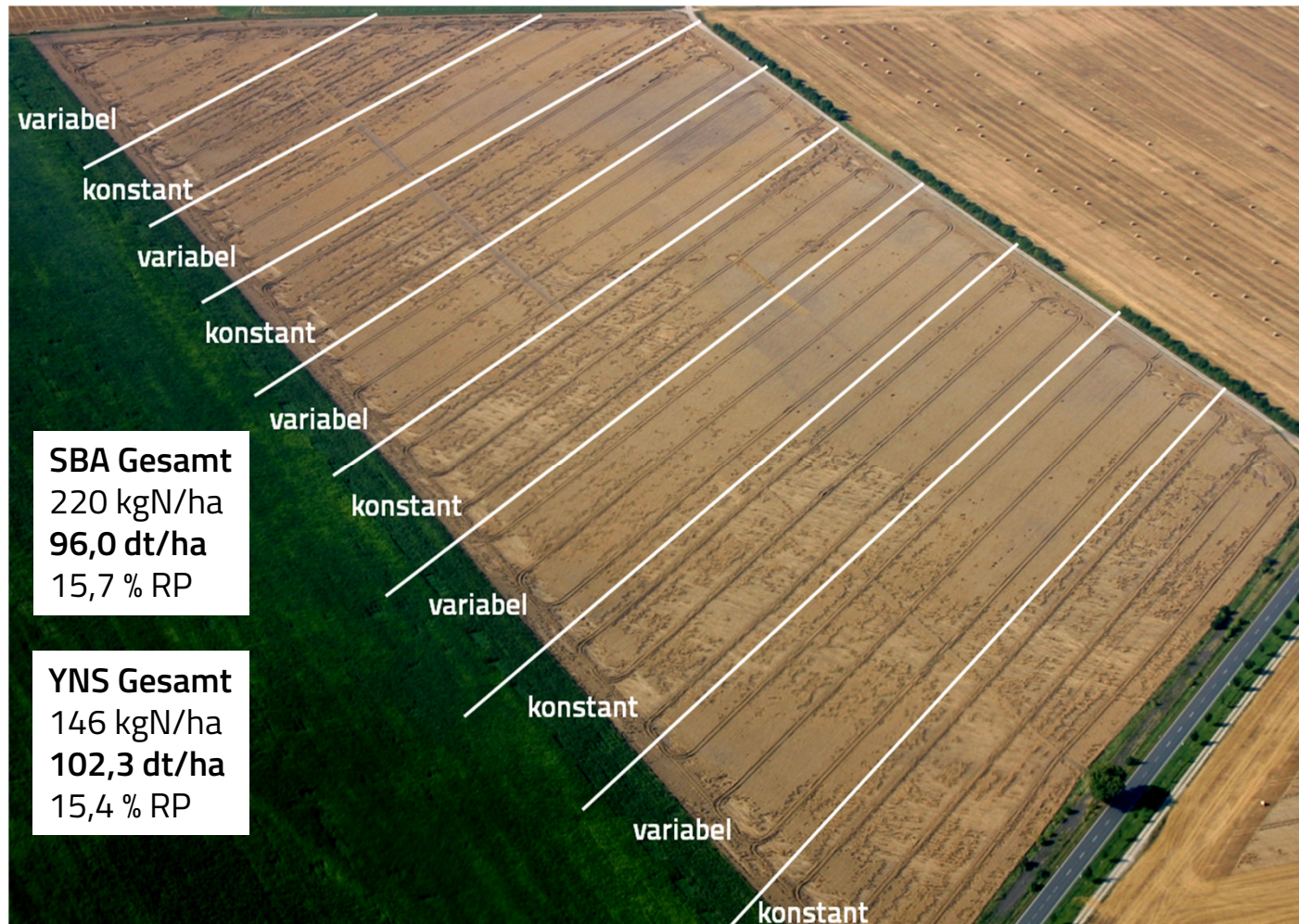


Das Softwaremodul „N-Düngung“



- Ziel: **optimale N-Düngungshöhe** und **Verteilung im Feld**
- Immer in Kombination mit dem N-Tester/ Nitratschnelltest umzusetzen (Bestimmung der N-Düngungshöhe)
- → **Spotkalibrierung**

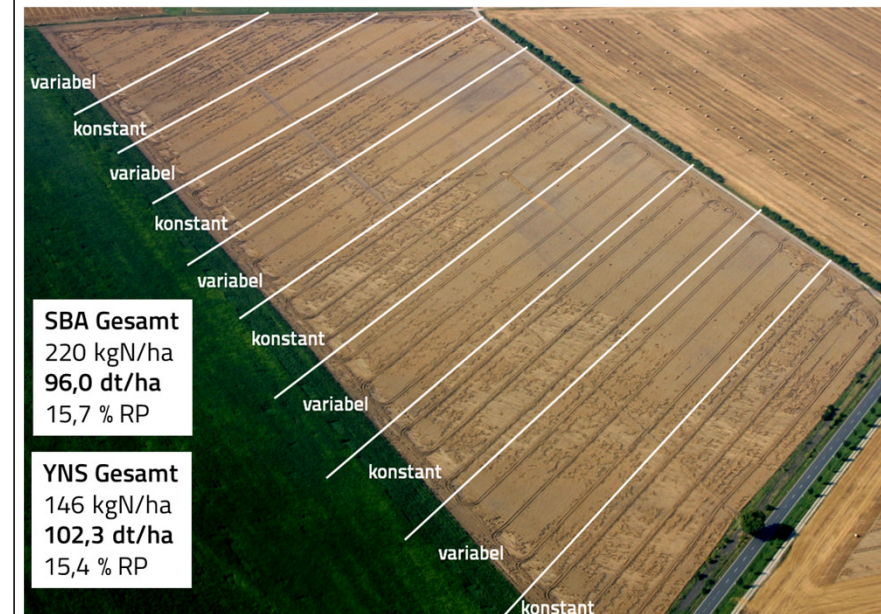
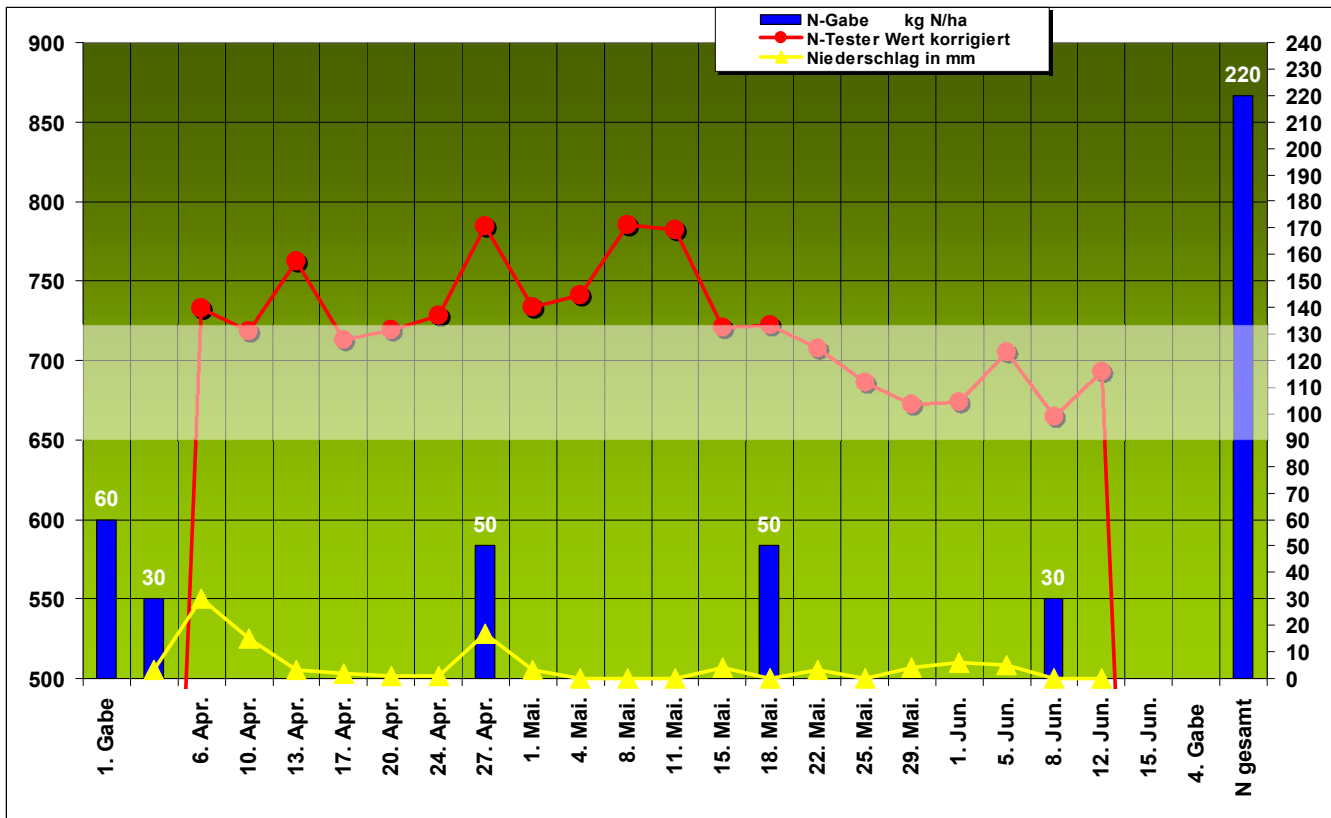
Düngung zu N2 trotz Nullbedarf – negative Folgen



Versuchsjahr: 2008
Ort: Kleingöhren
Kultur: WW (Akteur)
Feldgröße: 100 ha
Düngebedarfsermittlung

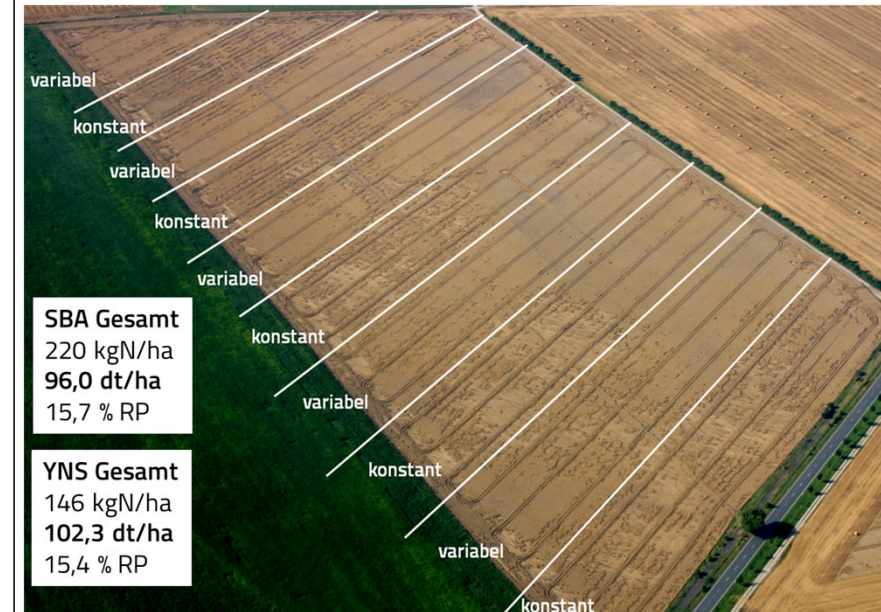
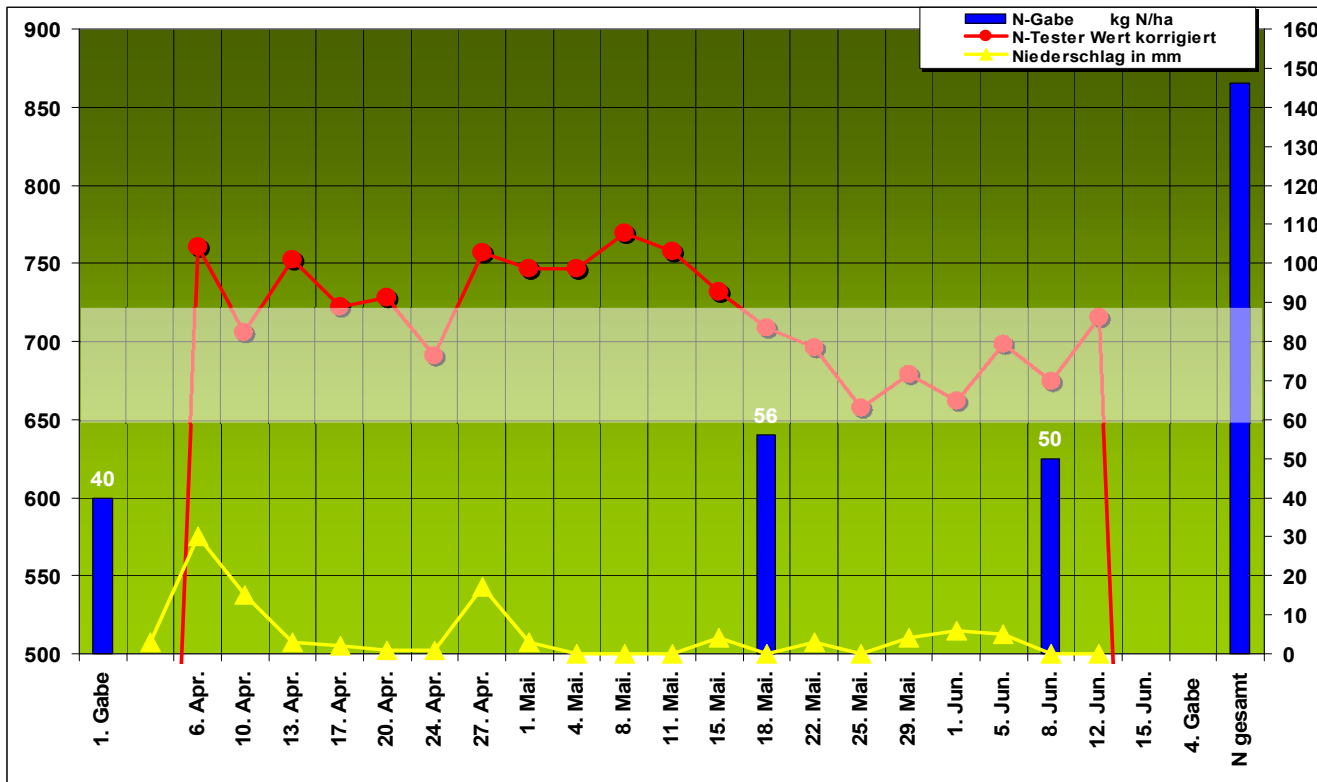
- Konstant (nach SBA)
- N-Tester+N.Sensor

Düngung zu N2 trotz Nullbedarf



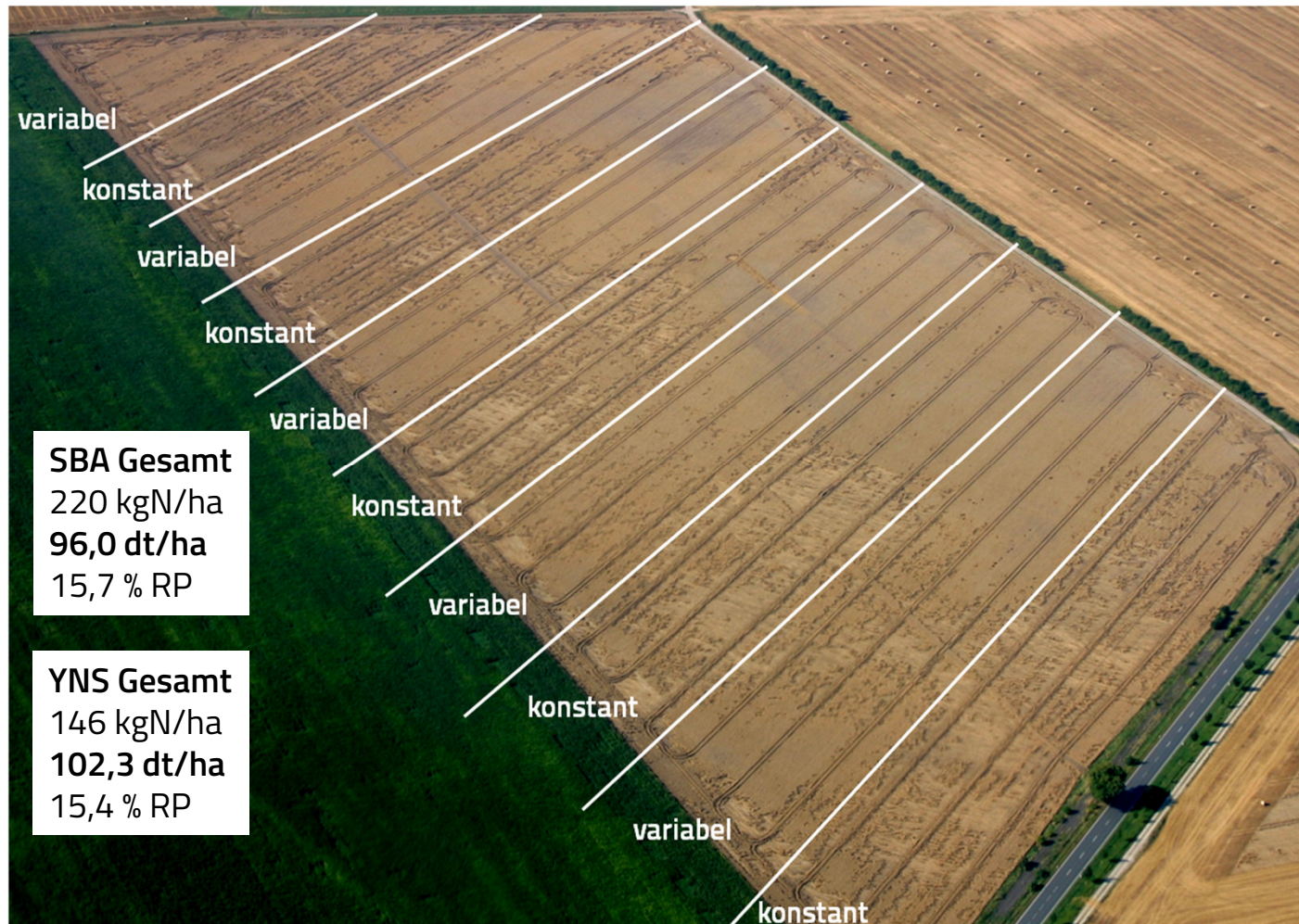
Versuchsglied 1: 50 kg N/ha zu N2 trotz sehr guter N-Versorgung

Die Entwicklung des N-Bedarfes im Blick behalten und darauf reagieren



Versuchsglied 2: Verzicht auf N2, da kein Bedarf

Düngung zu N2 trotz Nullbedarf – negative Folgen



Versuchsjahr: 2008
Ort: Kleingöhren
Kultur: WW (Akteur)
Feldgröße: 100 ha
Düngebedarfsermittlung

- Konstant (nach SBA)
- N-Tester+N.Sensor

Ergebnis des N-Monitoring:

- + 6 dt/ha = 120 €/ha
- - 70 kg N/ha = 70 €/ha
- - 20% Lager = 50 €/ha

Gesamtvorteil: 24.000 €

Nitratschnelltest



- Hackfrüchte
- Getreide ab EC39, wenn Halme nur wenig Pflanzensaft enthalten



1. Entnahme der Probe in repräsentativem Bestand.
Vorgewende und Extrembereiche (besonders dünn/üppig) vermeiden.
2. 10 – 15 (max. 20) starke Halme, ca. 1 cm über dem Boden abschneiden.
3. Probe pressen und Saft in die gereinigte Testkammer des Messgerätes geben.
4. Ergebnis ablesen. Bei Unsicherheit den Messvorgang wiederholen.

Tägliche Kalibrierung

Beide Kalibrierlösungen verwenden

1. Abdeckung öffnen



2. Sensor spülen & abtrocknen



3. Standardlösung einfüllen



4. Abdeckung schließen

5. Einschalten

6. CAL drücken. Der Kalibrierwert blinkt.



7. CAL drücken für Kalibrierung (für Kalibrierpunkt 2 vorher MEAS drücken)



CAL und ☺ blinken.

Warten Sie bis das Blinken stoppt. Punkt 1 ist kalibriert.

Wiederholen Sie die Schritte mit Kalibrierlösung 2.

Messung

1. 10 – 20 Pflanzenproben sammeln.
2. Stücke in das Presswerkzeug geben und Pflanzensaft ausdrücken.
3. Abdeckung des Gerätes öffnen. Messkammer muss sauber und trocken sein.
4. Pflanzensaft einfüllen
5. Abdeckung schließen
6. Einschalten

Die Messung beginnt. ☺ wird angezeigt, sobald die Messung abgeschlossen ist.

Den angezeigten Wert mit der Karte zum N-Bedarf abgleichen.

Düngungsempfehlung Nitratschnelltest

Agricon – Düngempfehlung nach Nitratschnelltest			
NO ₃ -Konzentration in ppm		Schossergabe EC 30/36	Ährengabe EC 37/51
von	bis	kg N/ha	
	≤ 10	80	0
11	25	70	70
26	50	60	60
51	99	50	50
100	250	40	40
251	500	30	30
501	1999	20	20
≥ 2000		0	0

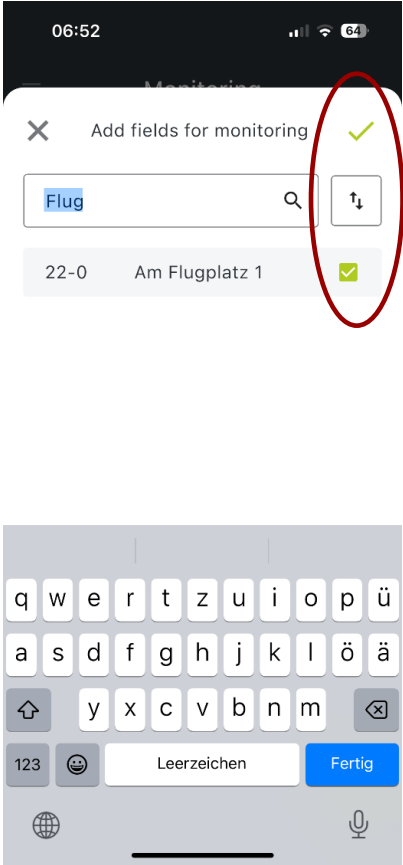
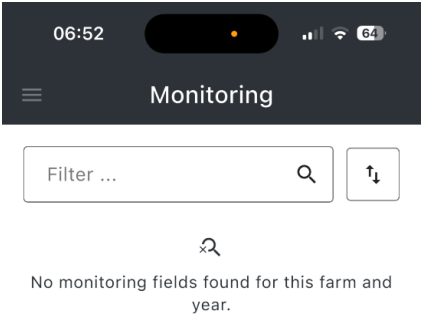
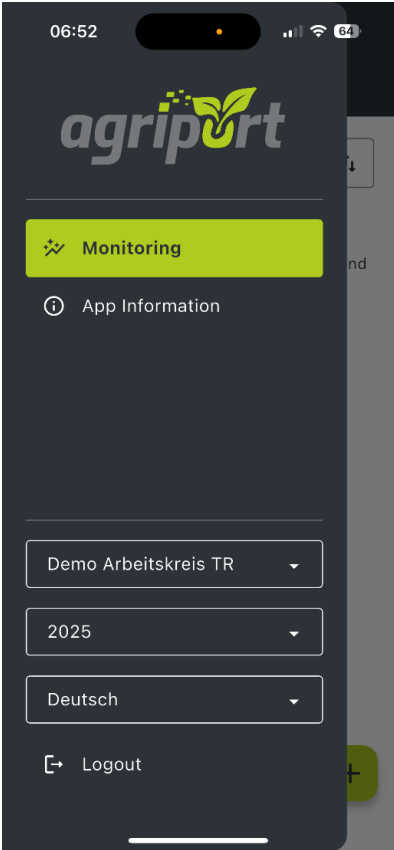
Düngempfehlungen für Wintergetreide basieren auf den Landesempfehlungen von Sachsen/Thüringen/Brandenburg und wurden von Agricon erweitert.

Hinweise:

- Zu- und Abschläge für normale/hohe Ertragserwartungen entfallen
- Zu- und Abschläge für Bestandsdichte (Triebe/m²) entfallen

N-Monitoring

N-Monitoring Mobile App



N-Monitoring Mobile App



06:53

Monitoring App - Fluvial

X

Add monitoring detail

✓

Date

20.01.2025

EC Stage

Monitoring Type

N-Tester

▼

Value

Recommendation (kg N/ha)

Notes

06:52

Monitoring App - Fluvial

X

Add monitoring detail

✓

Select date

Mon, Apr 7

✎

April 2025

<

>

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Cancel

OK

07:02

Monitoring App - Fluvial

X

Edit monitoring detail

✓

Date

07.04.2025

EC Stage

30

Monitoring Type

N-Tester

▼

Value

630,00

Recommendation (kg N/ha)

40,00

Notes

🗑

N-Monitoring Mobile App



06:53

Monitoring

Filter ...

22-0

Am Flugplatz 1

Winter Wheat

26,07 ha

+

06:53

Monitoring: Am Flugpl...

07.04.2025

EC Stage: 30

N-Tester

Value: 630,00

Recommendation 40,00 kg N/ha

+

07:02

Edit monitoring detail

Date

07.04.2025

EC Stage

30

Monitoring Type

N-Tester

Value

630,00

Recommendation (kg N/ha)

40,00

Notes

+

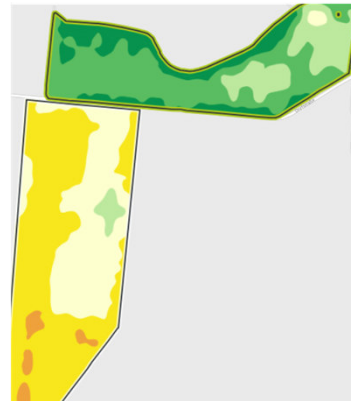
Fehler N2: kein Monitoring

Fehlerbild

Fehler: Es wird kein N-Monitoring angelegt

Folgen:

1. Richtiger Düngungszeitpunkt unbekannt
2. Richtige Düngungshöhe unbekannt
3. > 50% der bekannten Effekte können nicht mehr erreicht werden



Ø-N-Aufnahme (04.04.2024)

Schlag 1 (oben): 45 kg N/ha
 Schlag 2 (unten): 24 kg N/ha
 Schlag 3: 62 kg N/ha
 Schlag 4: 37 kg N/ha
 Schlag 5: 78 kg N/ha

Ø-N-Düngung (04.04.2024)

Schlag 1 (oben): 63 kg N/ha
 Schlag 2 (unten): 63 kg N/ha
 Schlag 3: 63 kg N/ha
 Schlag 4: 63 kg N/ha
 Schlag 5: 63 kg N/ha

Lösung:

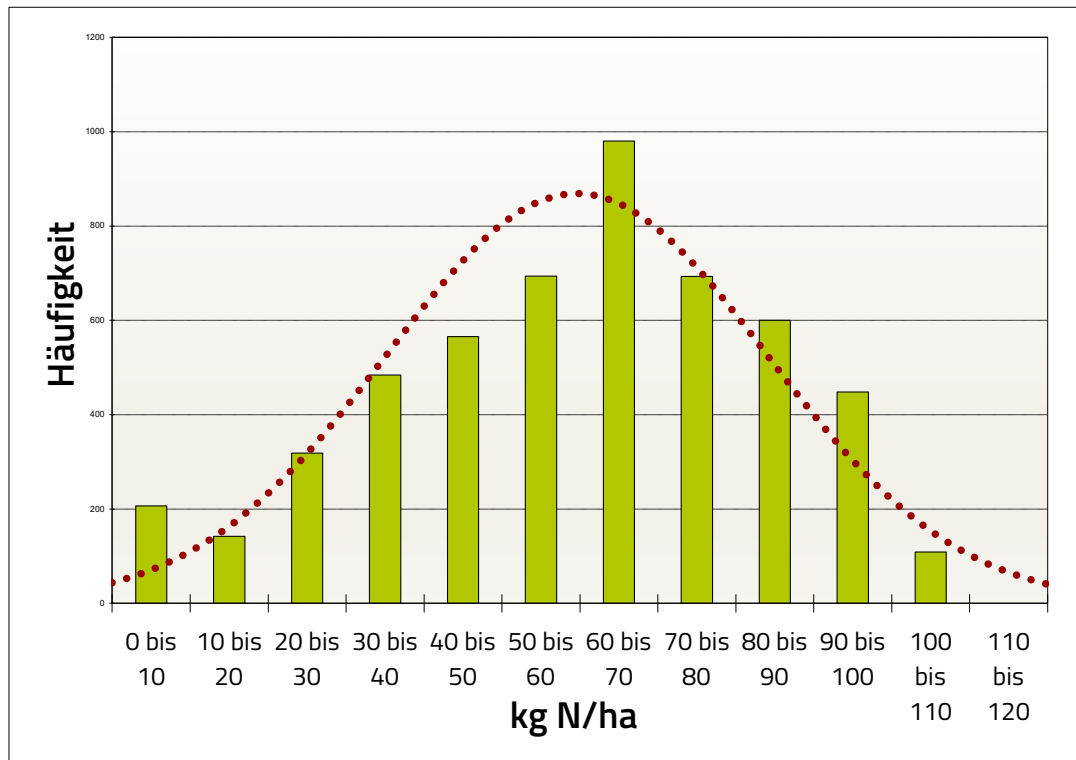
1. N-Monitoring auf 3 Schlägen / Fruchtart anlegen
2. Regelmäßiges Messen im Abstand von 3-5 Tagen
3. Düngung in der richtigen Höhe zum richtigen Zeitpunkt

N2: Schossergabe Getreide

Wie erkennt man Fehler in der Kalibrierung?

Wie erkennt man Fehler in der Kalibrierung?

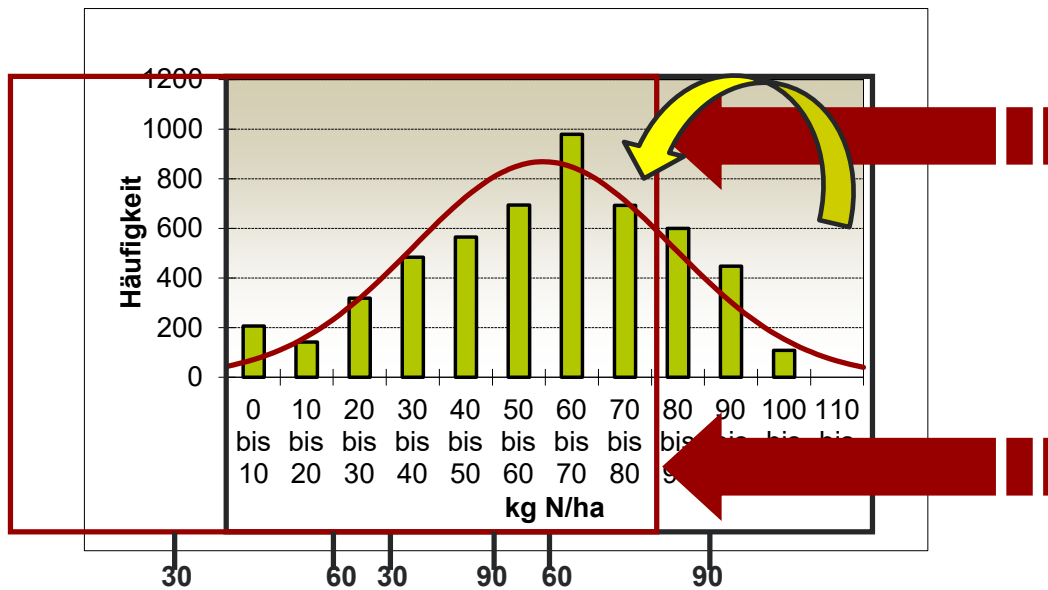
Meistens sieht es so aus:



- Mithilfe von Häufigkeitsverteilung des Düngebedarfs erkennt man die Verteilung der Heterogenität.
- Der N-Düngebedarf auf einem Feld, bei gleicher Historie und ohne Sonderbehandlungen, ist mehr oder weniger gleichverteilt.
- Die meisten Werte liegen in der „Mitte“, nach links und rechts in die „Extrema“ wird es weniger.
- Repräsentierte die Kalibrierstelle den Durchschnitt des Schlages?

Wie erkennt man Fehler in der Kalibrierung?

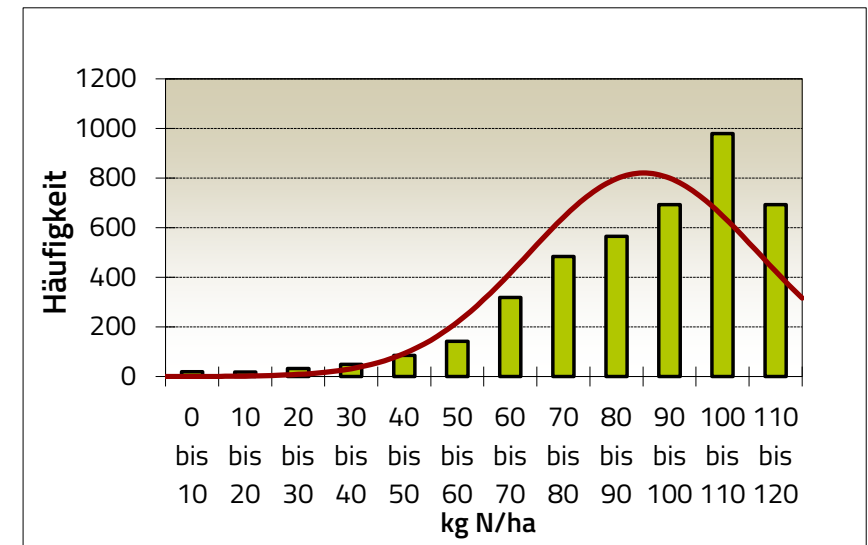
Fall 1 – „zu hoch kalibriert“



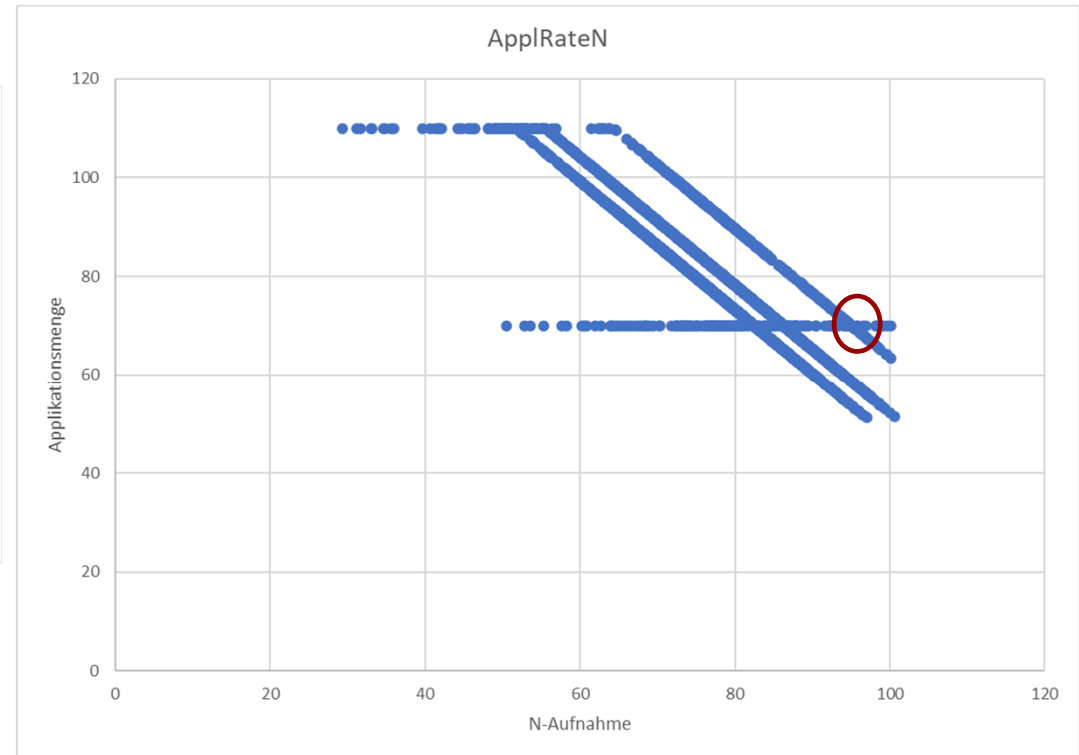
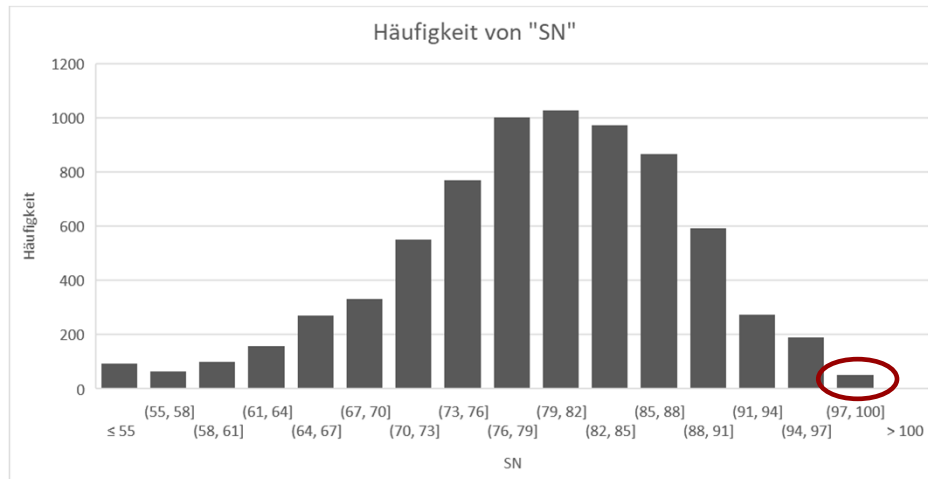
- Ursache: zu hoch kalibriert
- Z.B. korrekte Düngeempfehlung wäre 20, eingestellt wird 60 kg N/ha

Fall 1: Sensor „arbeitet gegen eine obere Grenze“:

- Alle Werte liegen „rechts“ vom Erwartungswert bzw. der Mitte
- Der Sensor arbeitet entweder gegen den Höchstwert (120 kg N/ha) bzw. die obere festgelegte Grenze



WW – N-Düngung- ohne N-Tester – 8.4. – EC 31



Crop type: Winter wheat

Growth stage: 31

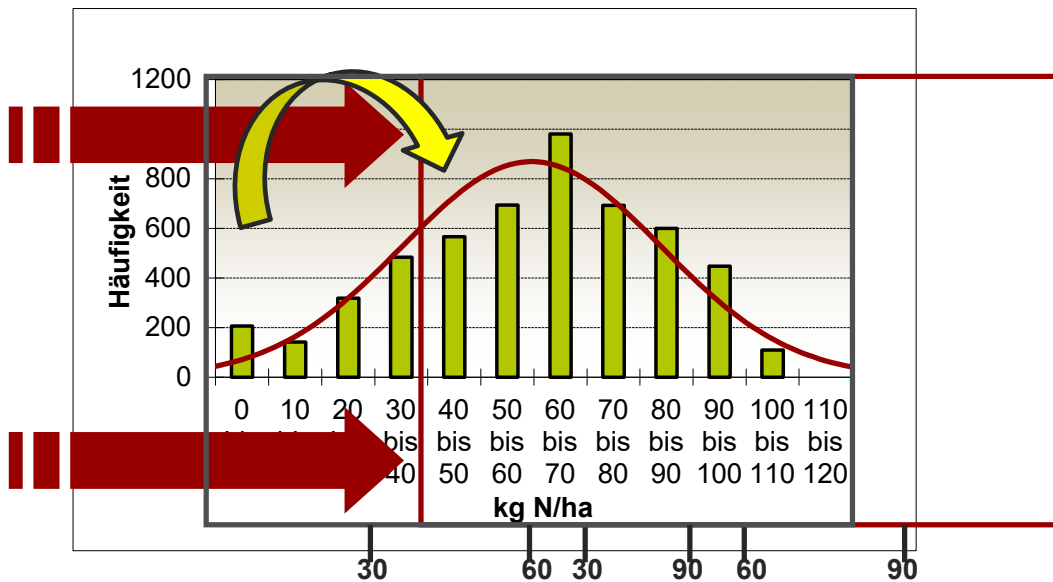
Minimum: 30 kg N/ha Maximum: 110 kg N/ha Standard: 70 kg N/ha

Reference rate: 70 kg N/ha SN reference: 97,2

Cutoff: 30.0 Slope: 1.3

Wie erkennt man Fehler in der Kalibrierung?

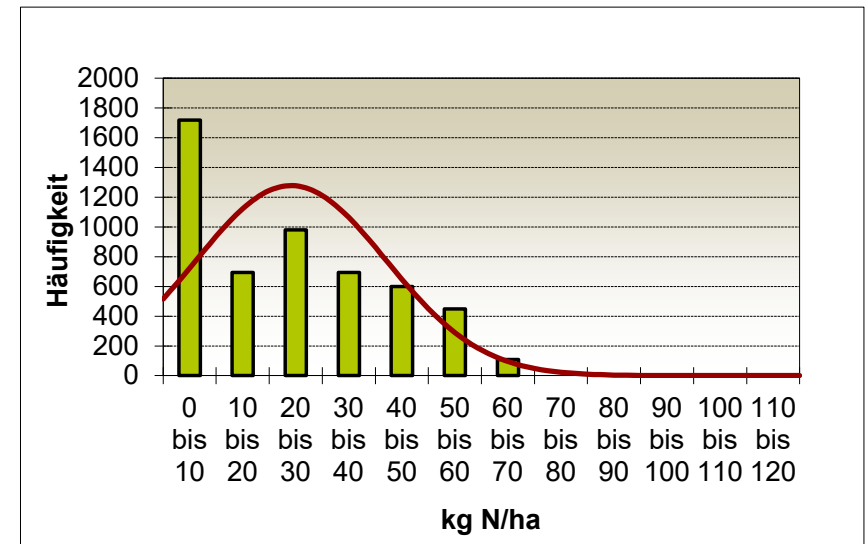
Fall 2 – „zu niedrig kalibriert“



- Ursache: **zu niedrig** kalibriert
- Z.B. korrekte Düngeempfehlung wäre 70, eingestellt wird 30 kg N/ha

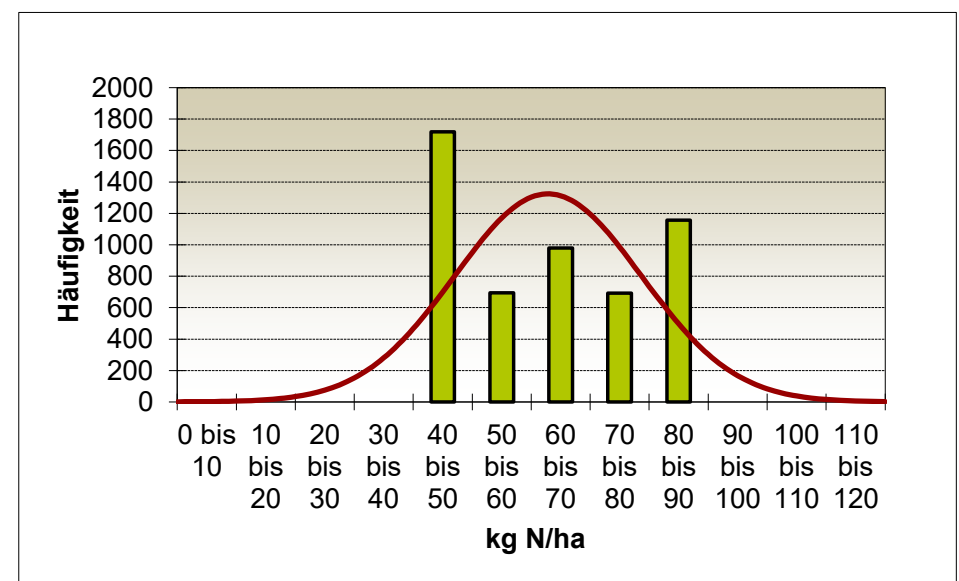
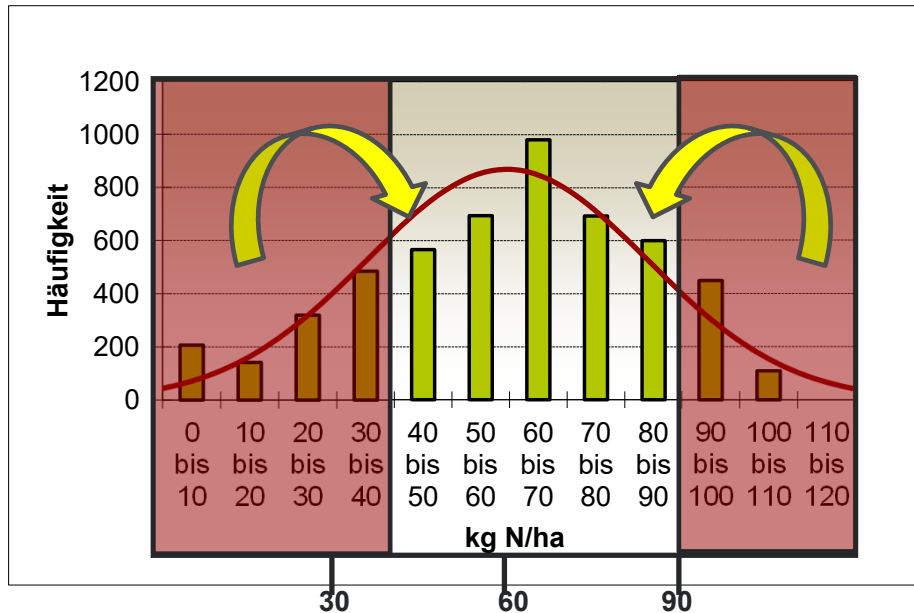
Fall 2: Sensor „arbeitet gegen eine untere Grenze“:

- Alle Werte liegen „links“ vom Erwartungswert bzw. der Mitte
- Der Sensor arbeitet entweder gegen den Niedrigstwert (0 kg N/ha) bzw. die untere festgelegte Grenze



Wie erkennt man Fehler in der Kalibrierung?

Fall 3 – „eingeschränkter Regelbereich“

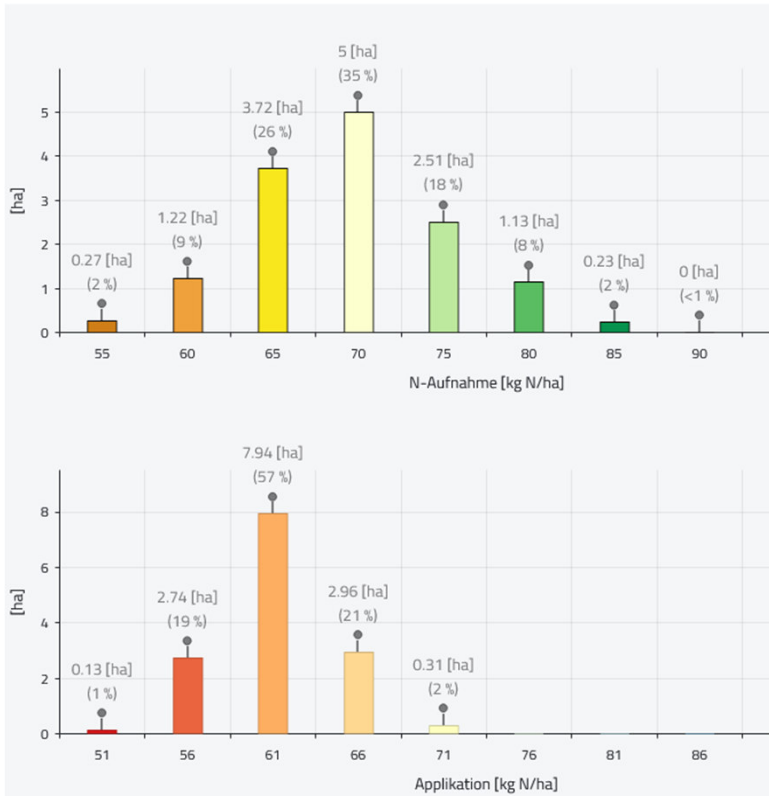


- Ursache: Regelbereich stark eingeschränkt, beträgt beim Getreide 0 – 120 kg N/ha → wird gern bei ZWD eingeschränkt da keine Kalibrierung durchgeführt wurde
- Gründe für das Setzen von Grenzen: → Glaube es besser zu wissen oder „Psychologie“

N-Optima in den Extrembereichen können nicht angesteuert werden

- Ertragsverlust in schwach entwickelten Bereichen
- Lagergefahr in den gut entwickelten Bereichen

Fehler 3: Eingeschränkter Regelbereich

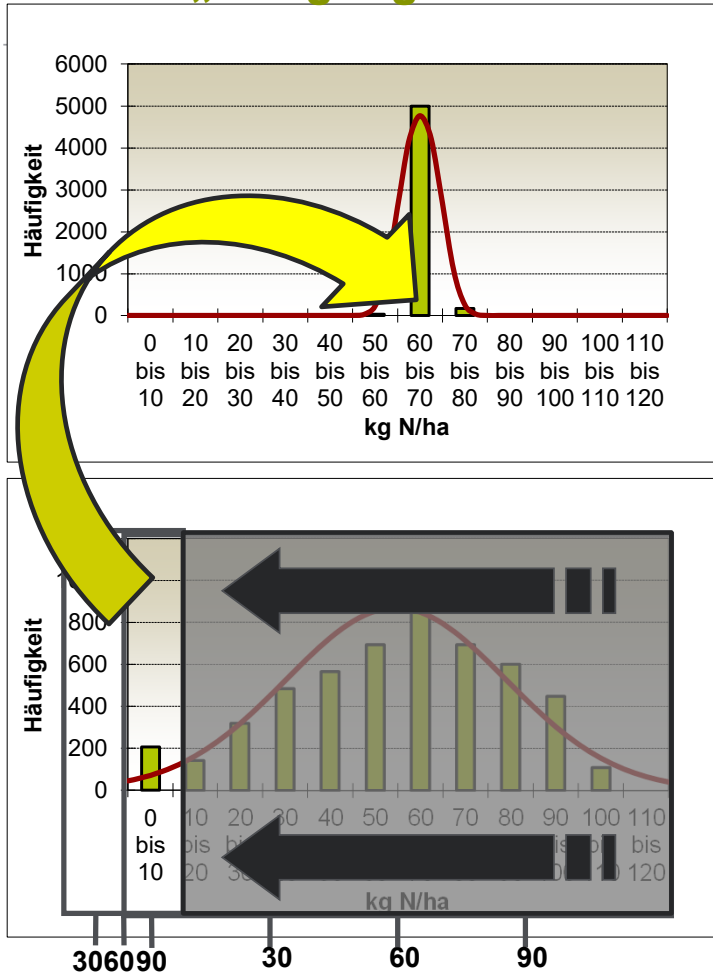


Logdatei	
Agent	N
Slope	-1,3
Cutoff	20 %
EcStage	34
Maximum	70
Minimum	30
SnValue	0,0
Fruchtart	Winter wheat
Standard	50
Calibrate	false
Controller	Amatron+ (B)
SensorType	AVS (S/N 1202147)
Abgestorbene Biomas...	
SignalDelay	0 s
AgentContent	26,0 %
ResponseTime	1 s
WorkingWidth	30
OperationMode	7
ReferenceRate	50 kg N/ha
ApplicationMode	0
BiomassCutoffFactor	
MineralisationOffset	

Zielwert-Düngung: 30-50-70 kg N/ha

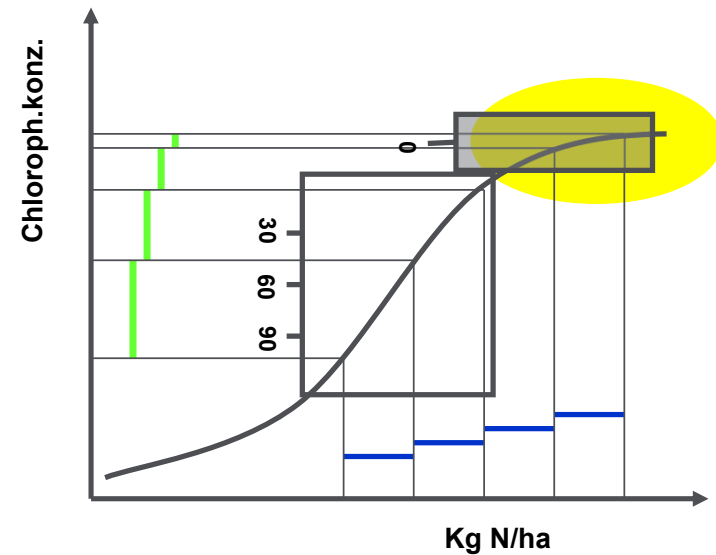
Wie erkennt man Fehler in der Kalibrierung?

Fall 4 – „Düngung trotz extremer Überversorgung“

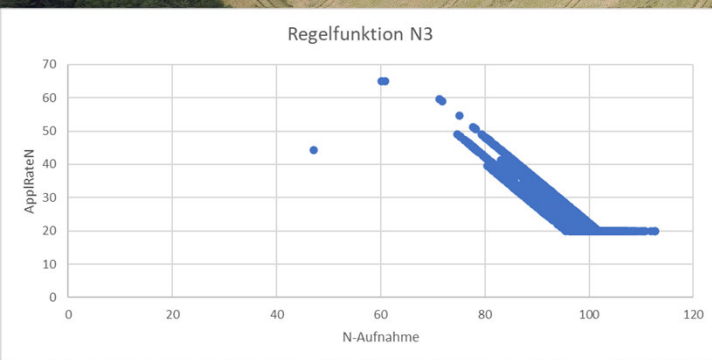
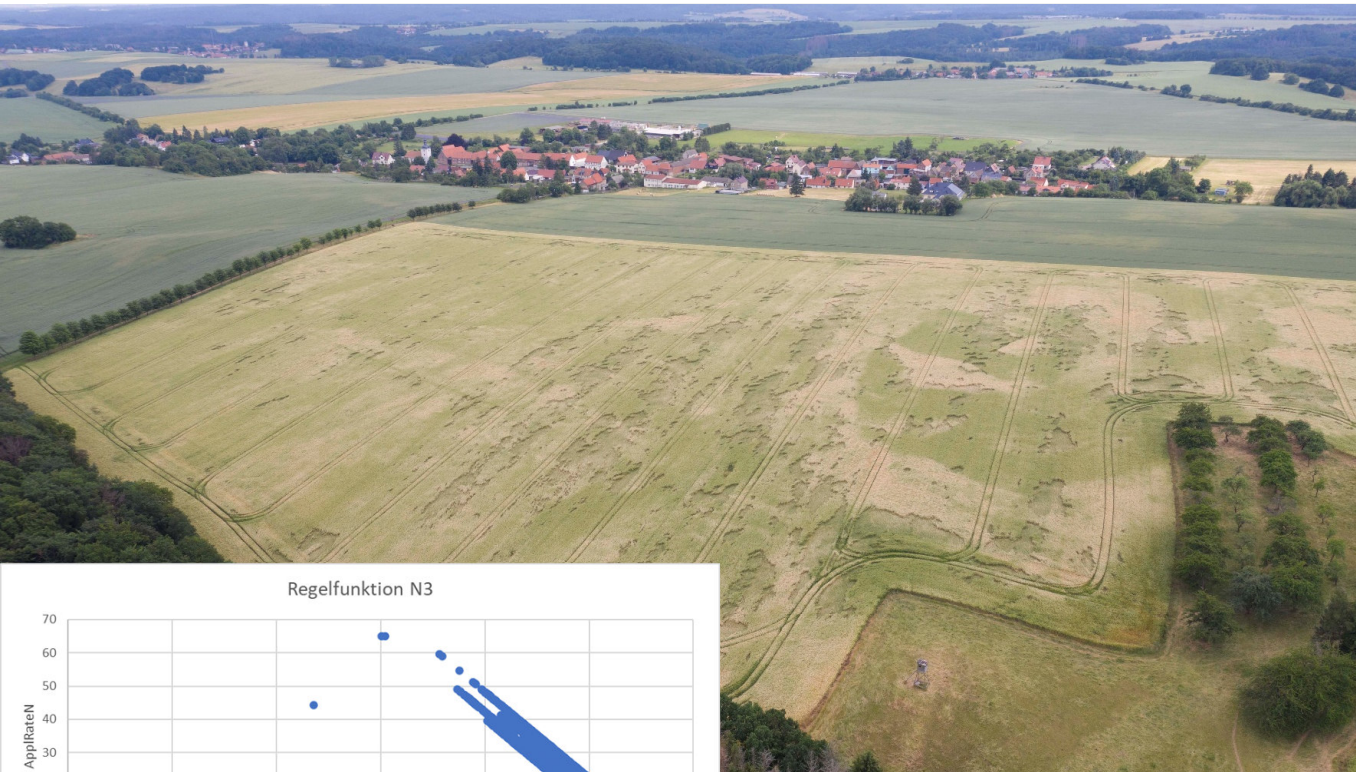


Fall 4: der Sensor „wackelt nur gering so um den Mittelwert herum“

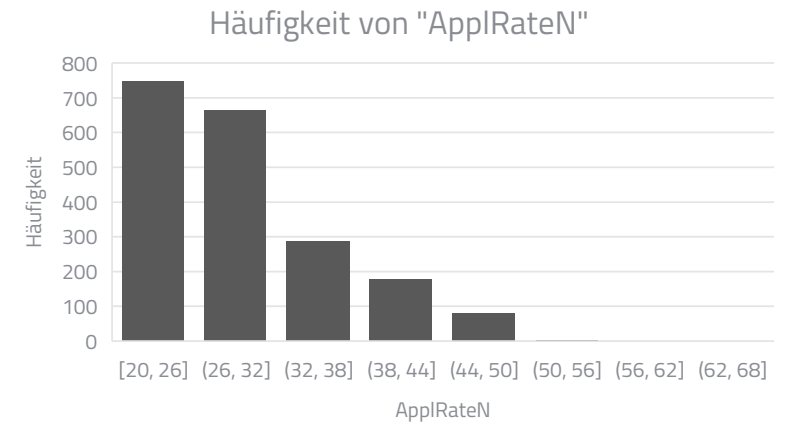
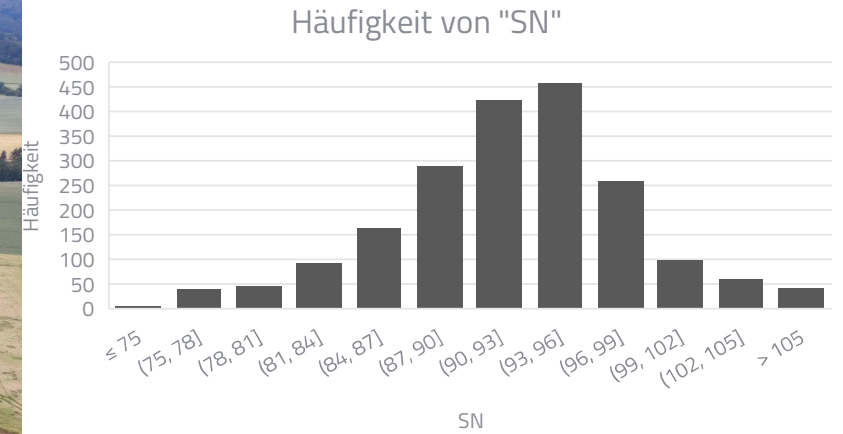
- Meistens sehr gut bzw. überversorgte Bestände + massive Übersteuerung der Null-Empfehlung



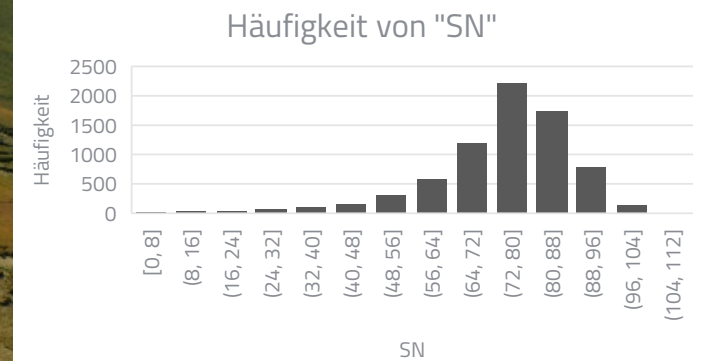
Fehler N2: keine/falsche Kalibrierung („N-Düngung“)



Crop type: Winter barley
Growth stage: 39
Minimum: 20 kg N/ha Maximum: 79 kg N/ha Standard: 62 kg N/ha
Reference rate: 30 kg N/ha SN reference: 89,4



Fehler N2: keine/falsche Kalibrierung („N-Düngung“) Düngung bei N-Bedarf von 0 kg



Crop type: Winter wheat					
Growth stage: 30					
Minimum: 44 kg N/ha	Maximum: 70 kg N/ha	Standard: 60 kg N/ha			
Reference rate: 60 kg N/ha	SN reference: 100,0				
Cutoff: 17,0	Slope: -1,3				

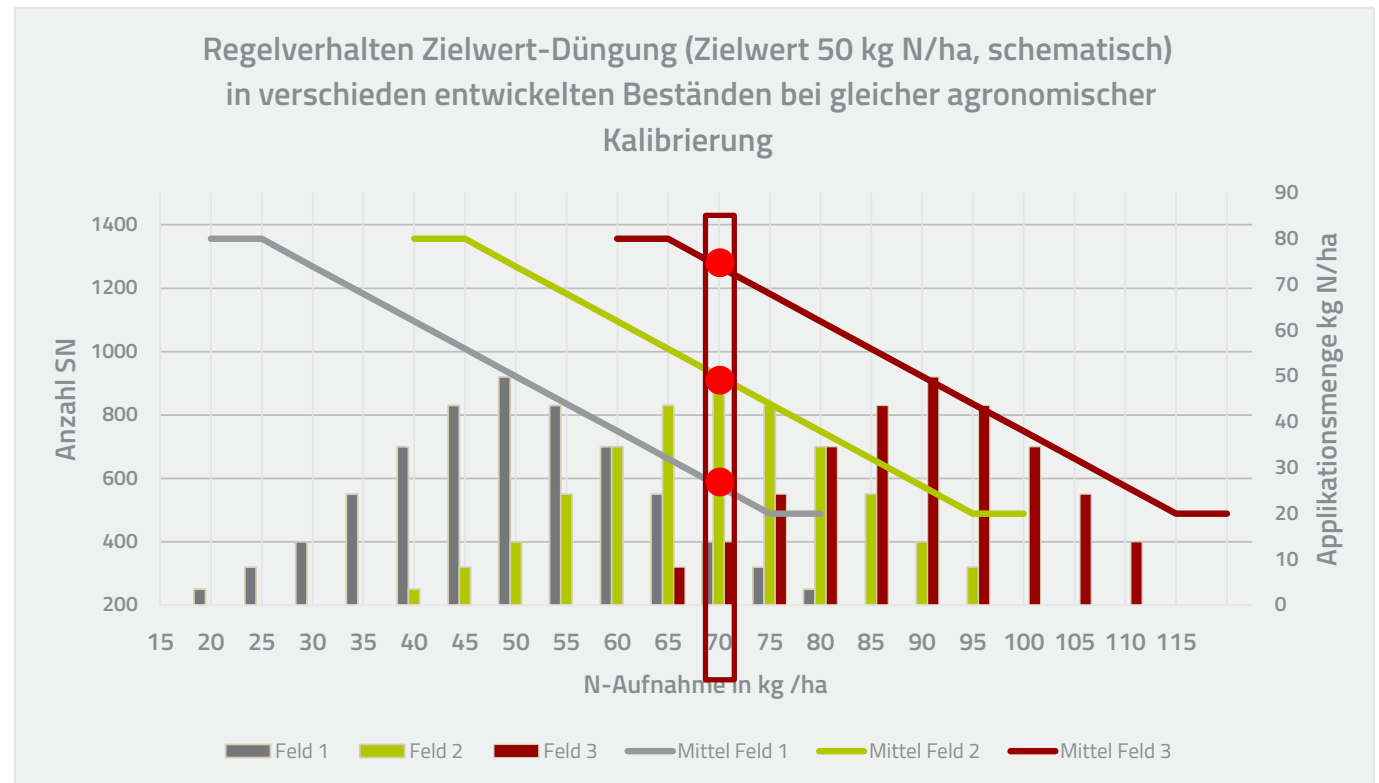
N2 + N3

Zielwert-Düngung

Zielwert-Düngung Regelverhalten

	Durchschnittliche N-Aufnahme
Feld 1	50 kg/ha
Feld 2	70 kg/ha
Feld 3	90 kg/ha

- Im Durchschnitt erhält jedes Feld 50 kg N/ha bei unterschiedlichem N-Aufnahmeniveau
- In der Teilfläche besteht aber weiterhin die **Gefahr der Unter- oder Überdosierung**



Applikation bei N-Aufnahme von 70
kg N/ha

30

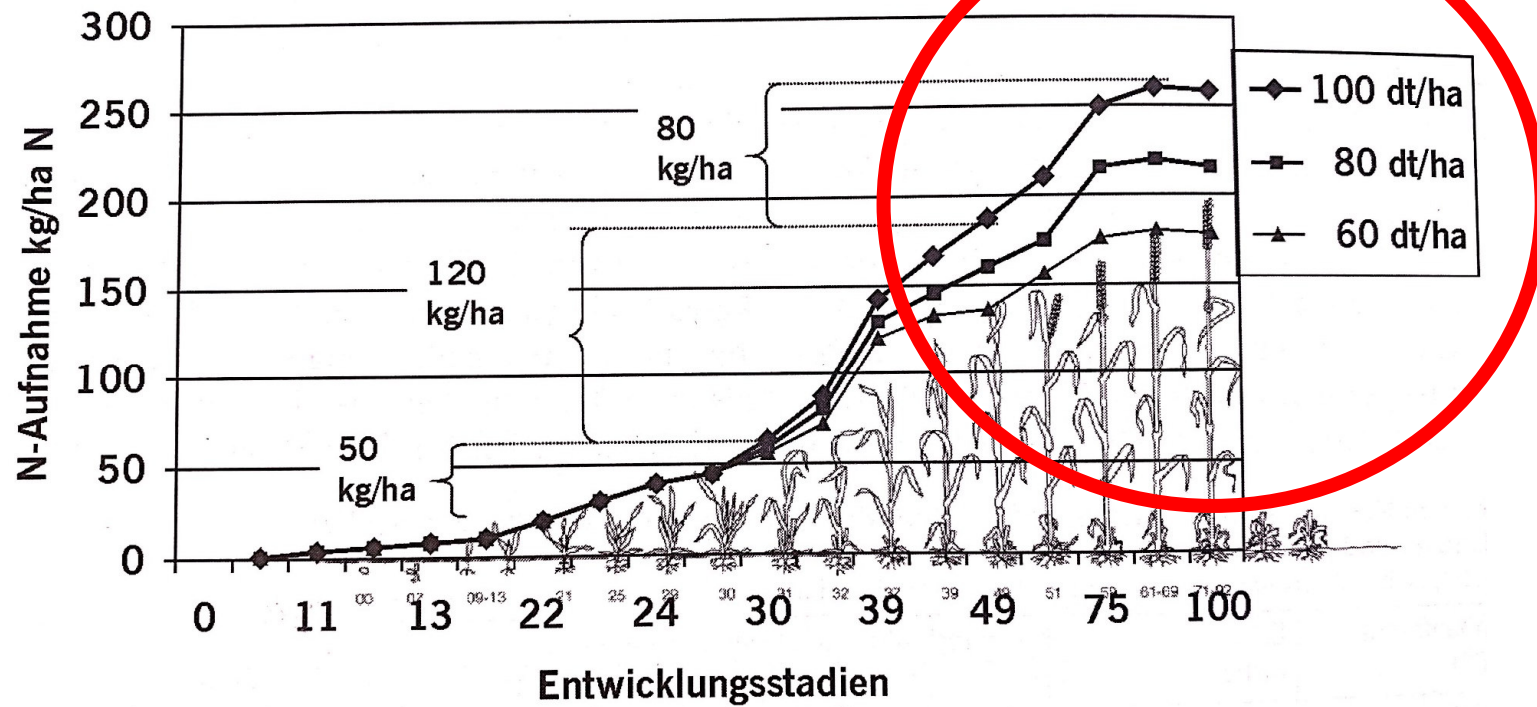
50

75

N-Düngung Wintergetreide (Weizen)

N4 - (Qualitätsgabe)

N-Aufnahme von Winterweizen nach dem Ährenschieben



Quelle: Dünger und Düngung; Knittel und Albert; 2003

Agronomische Grundregeln der variablen N-Düngung in Wintergetreide

1. N-Gabe (Start) EC 20 – 28



Ziel: Bestandsetablierung

Düngeregel: Sollwert nach N-Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe (Schosser) EC 30 – 36



Ziel: Ertragliches N-Optimum

Düngeregel: Bei einem N-Bedarf wird gedüngt, keine N-Bedarf = keine Düngung

Wie? N-Tester/Nitratschnelltest, N-Monitoring und N-Sensor

3. N-Gabe (Ähre) EC 37 – 51

4. N-Gabe (Qualität) EC 59 – 69



Ziel: Proteingehalt

Düngeregel: Sollwert nach Qualitätsziel

Wie? NT/NST und N-Sensor

N4 (Qualitätsgabe)

Ziele:

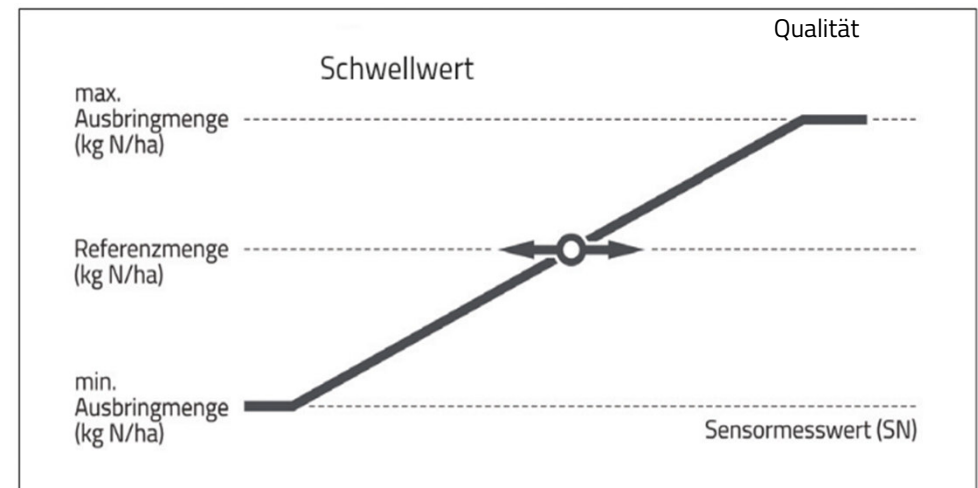
- Rohprotein steigern
- Verdünnungseffekt ausschalten
- Hoherträge ausdüngen und bei Normalerträgen Qualität absichern

Düngerform:

- Schnell wirkende Düngemittel wählen
- Kein Einsatz von stabilisiertem N-Dünger!

Umsetzung:

- Qualitätsdüngung nach Züchterangabe
- Korrektur durch Messung mit N-Tester / Nitratschnelltest
- Modul Zielwert - Qualitätsgabe
- Regelbereich : Sollwert \pm 30 kg N/ha



Umsetzung – Orientierung von Zu- und Abschlägen mit N-Tester

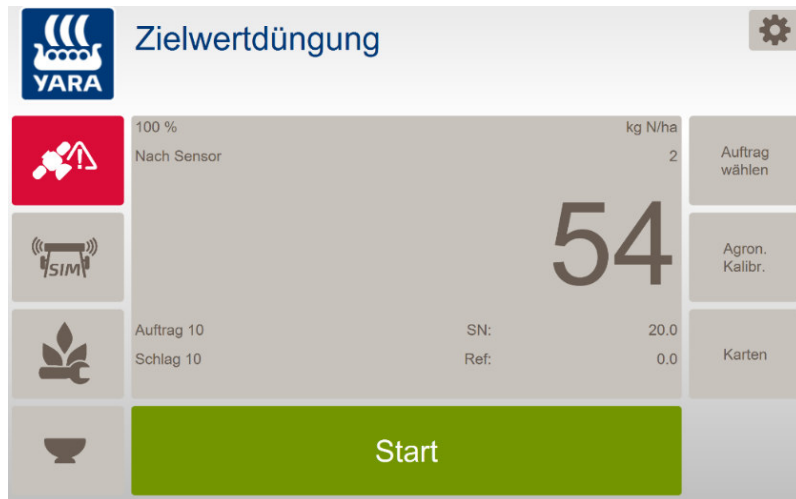
N-Tester Messwert	Düngeempfehlung kg N/ha)	
	B-Sorten	E- und A-Sorten
> 720	-	minus 15-30
720 – 670	20 – 30	Züchterangabe*
670 – 640	30 – 40	plus 10 – 20
< 640	40 – 50	plus 20 – 30



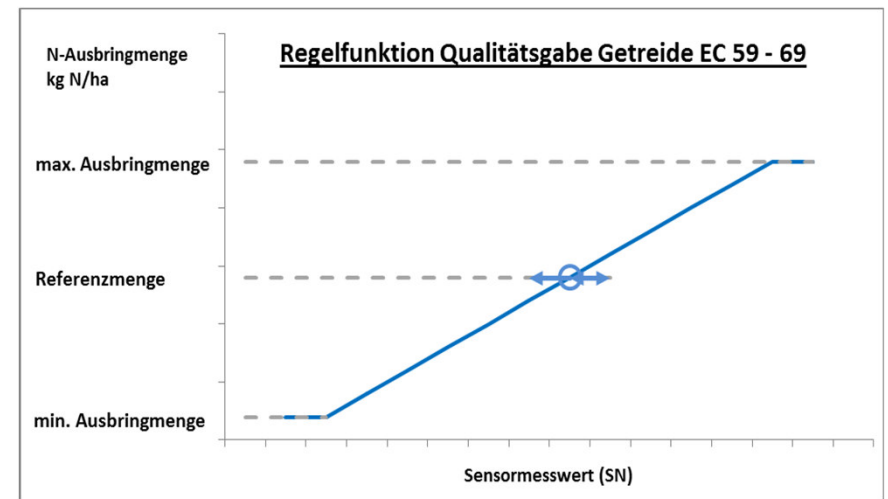
Zu- und Abschläge zur Qualitätsgabe

**Züchterempfehlung meist um 40 – 50 kg N/ha*

Umsetzung – Softwaremodul und Regelfunktion



- Ziel: **durchschnittliche N-Düngungshöhe im Feld verteilen**
- Kalibrierprozess immer ohne N-Tester/Nitratschnelltest (nur als Orientierungshilfe)
- → das gesamte Feld wird zur Kalibrierzone



- Qualitätsdüngung – je höher Die N-Aufnahme, desto höher die N-Düngung

N-Düngung Wintergetreide

Zusammenfassung N3 (Ährengabe) + N4 (Qualitätsgabe)

Agronomische Grundregeln der variablen N-Düngung in Wintergetreide

1. N-Gabe (Start) EC 20 – 28



Ziel: Bestandsetablierung

Düngeregel: Sollwert nach N-Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe (Schosser) EC 30 – 36



Ziel: Ertragliches N-Optimum

Düngeregel: Bei einem N-Bedarf wird gedüngt, keine N-Bedarf = keine Düngung

Wie? N-Tester/Nitratschnelltest N-Monitoring und N-Sensor

3. N-Gabe (Ähre) EC 37 – 51



4. N-Gabe (Qualität) EC 59 – 69



Ziel: Proteingehalt

Düngeregel: Sollwert nach Qualitätsziel

Wie? NT/NST und N-Sensor

Zusammenfassung N3 (Ährengabe) und N4 (Qualitätsgabe)

Ziele:

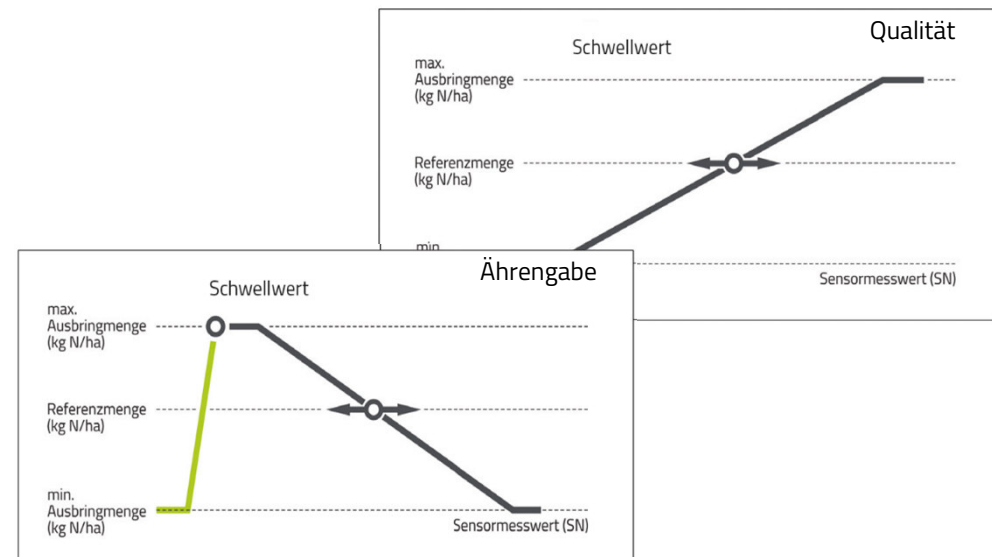
- Optimale Erträge + Qualität erreichen = „schlechter“ Kompromiss!

Düngerform:

- NO₃ oder NH₄ Form
- Keine stabilisierten Dünger

Umsetzung:

- Düngeempfehlung nach N-Tester/Nitratschnelltest
- Plus Qualitätszuschlag nach Qualitätsziel und Ertrag
- Regelbereich Ertragsbetont: 0 – 120 kg N/ha
- Regelbereich Qualitätsbetont: +- 30 kg N/ha



Auswahl der Regelfunktion nach Düngungshöhe

NT/NST-Empfehlung ≥ 50 kg N/ha

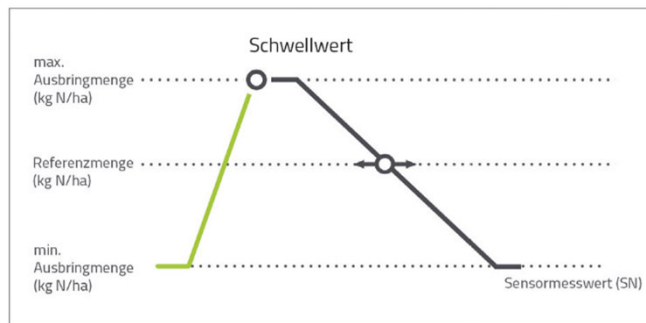
Für die Ertragsbildung werden noch größere N-Mengen benötigt

NT/NST-Empfehlung < 50 kg N/ha

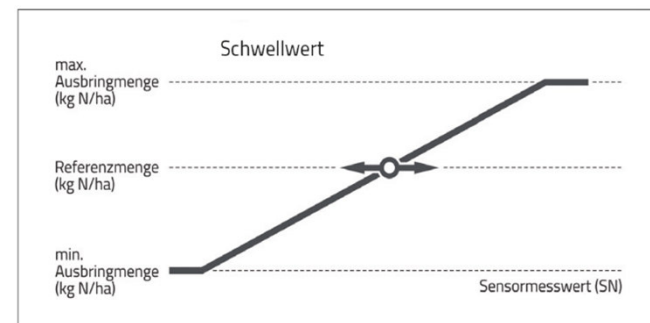
Für die Ertragsbildung werden noch geringe N-Mengen benötigt



E-Sorten: 50 kg N/ha
A-Sorten: 40 kg N/ha
B-Sorten: 30 kg N/ha

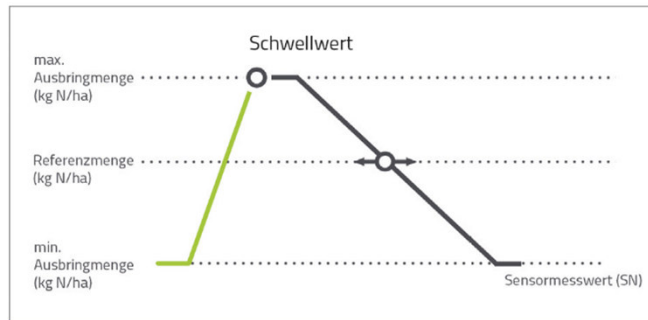


Ertragsbetonte Regelfunktion

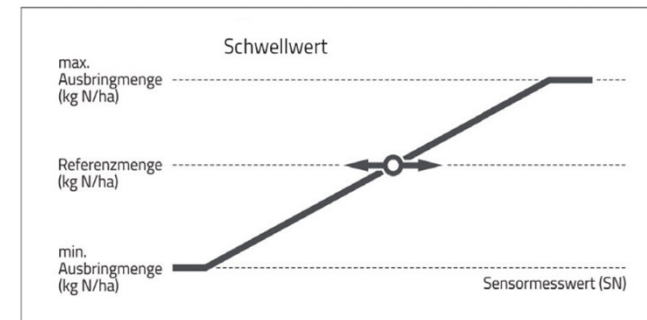


Qualitätsbetonte Regelfunktion

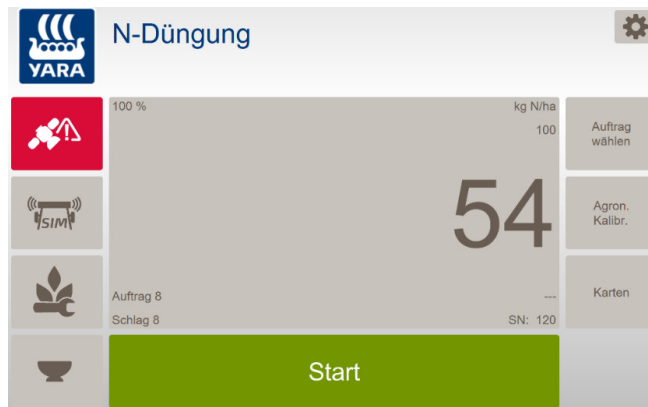
Auswahl der Regelfunktion und Modul



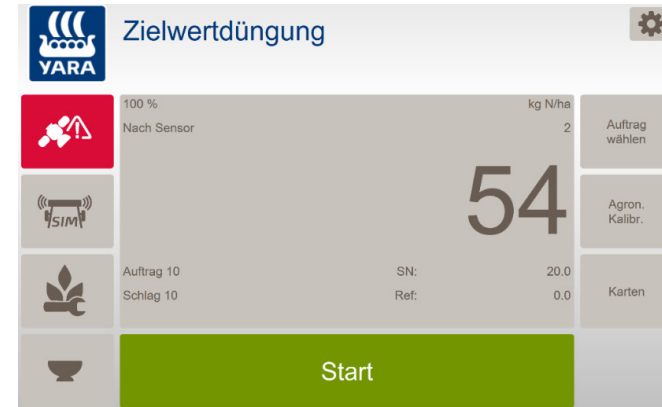
Ertragsbetonte Regelfunktion



Qualitätsbetonte Regelfunktion



Spotkalibrierung

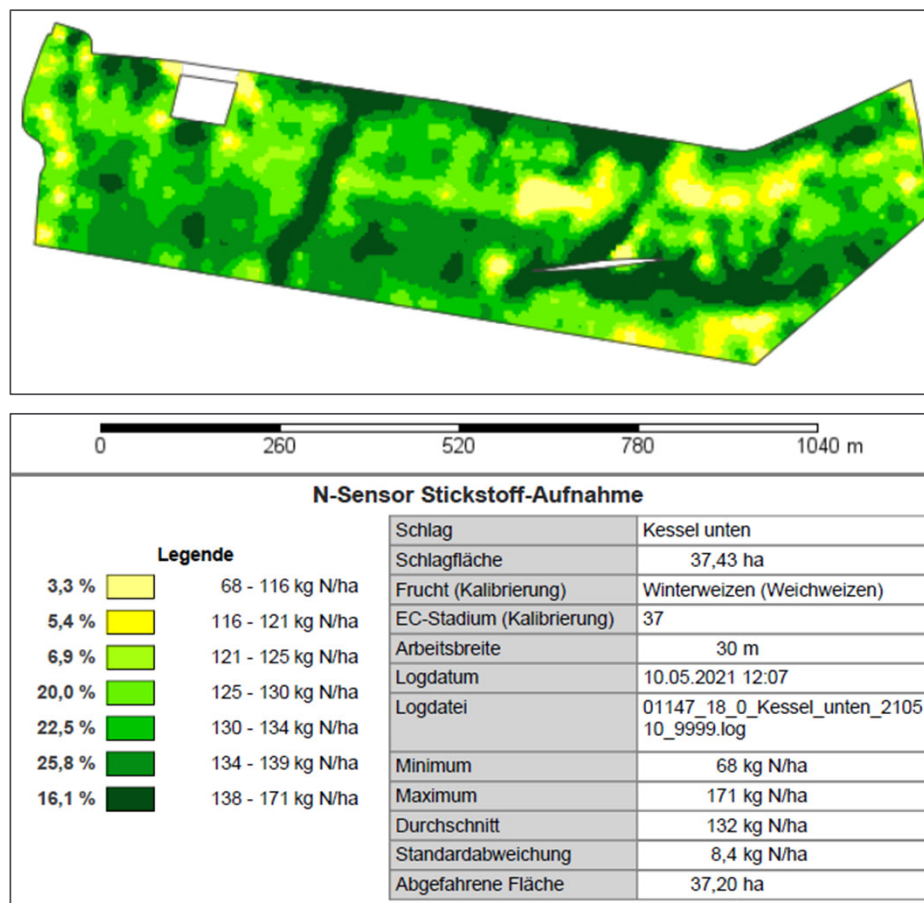


Zielwert-Kalibrierung

N3

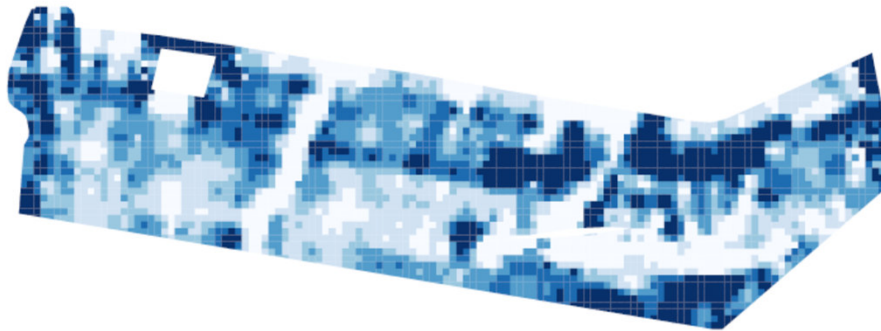
Auswahl der Regelfunktion

Ertrag oder Qualität – Unterschiede zwischen den Regelfunktionen



N-Aufnahme vom 10.Mai 2021

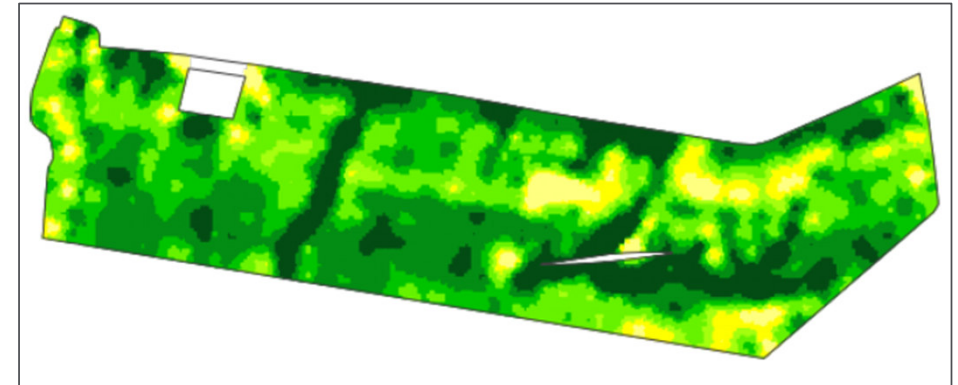
Ertragsbetonte N-Düngung zu N3



kg N/ha

0 - 47	
47 - 52	
52 - 55	
55 - 60	
60 - 65	
65 - 120	

Minimum	0 kg N/ha
Maximum	110 kg N/ha
Durchschnitt	56 kg N/ha



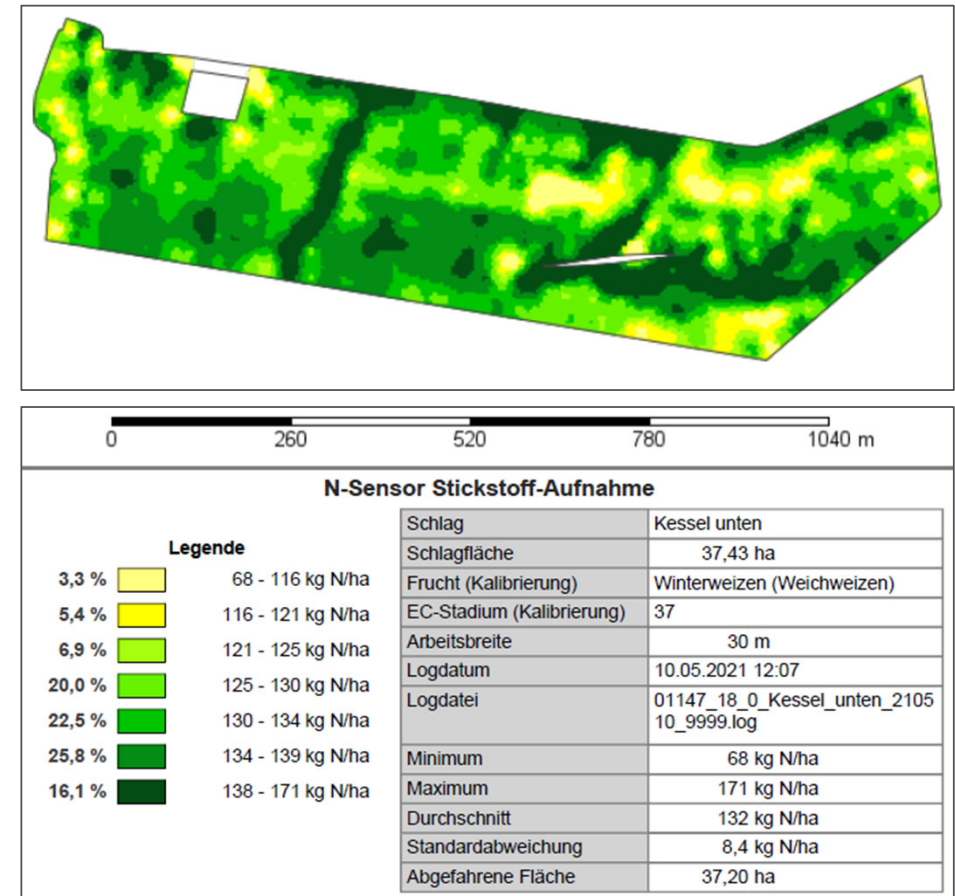
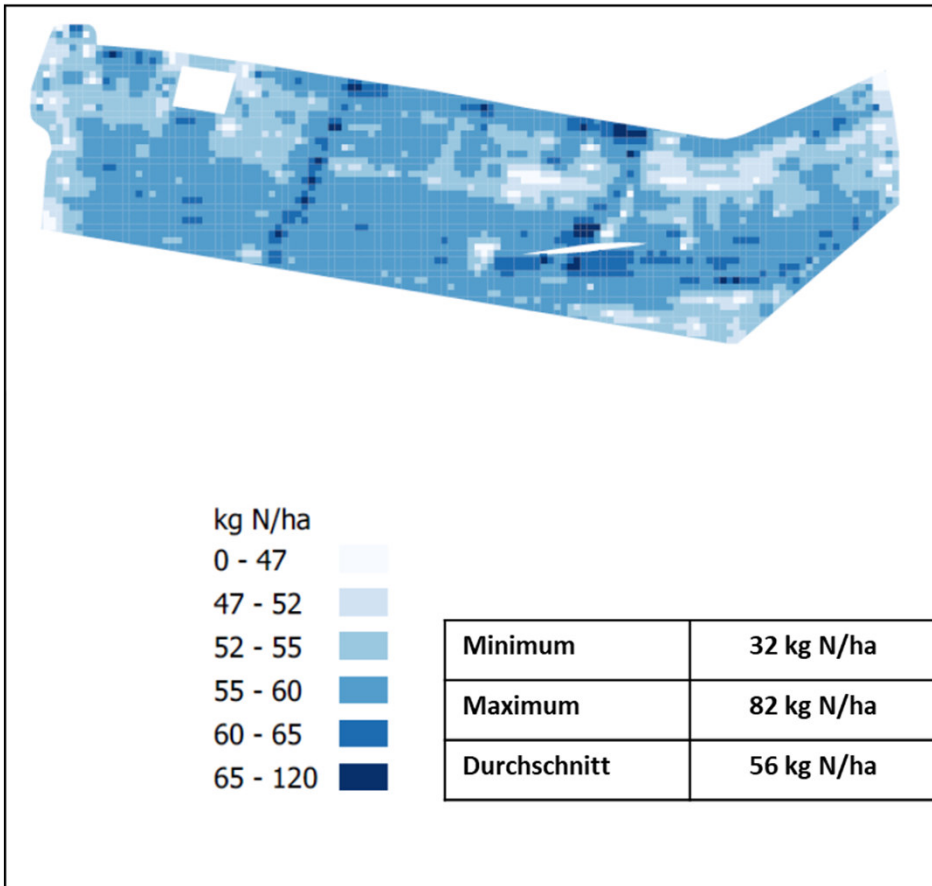
0 260 520 780 1040 m

N-Sensor Stickstoff-Aufnahme

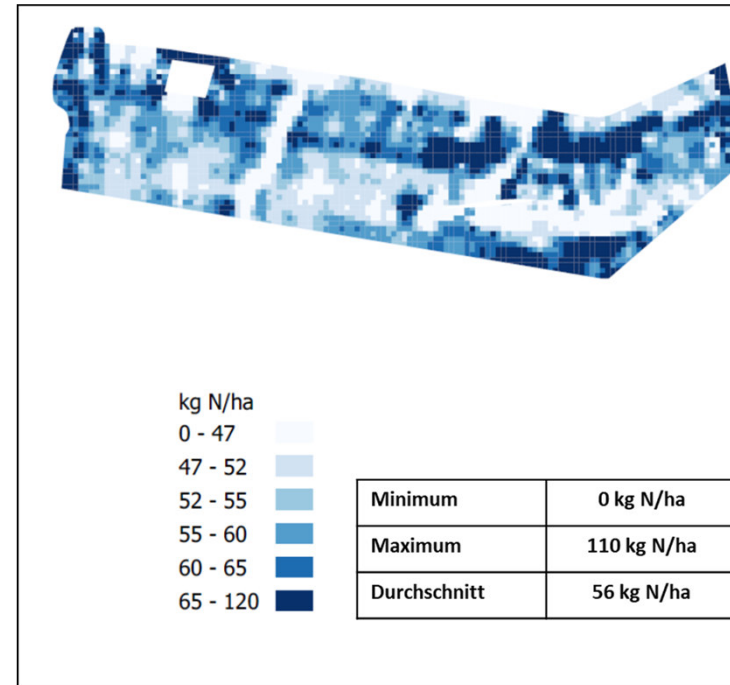
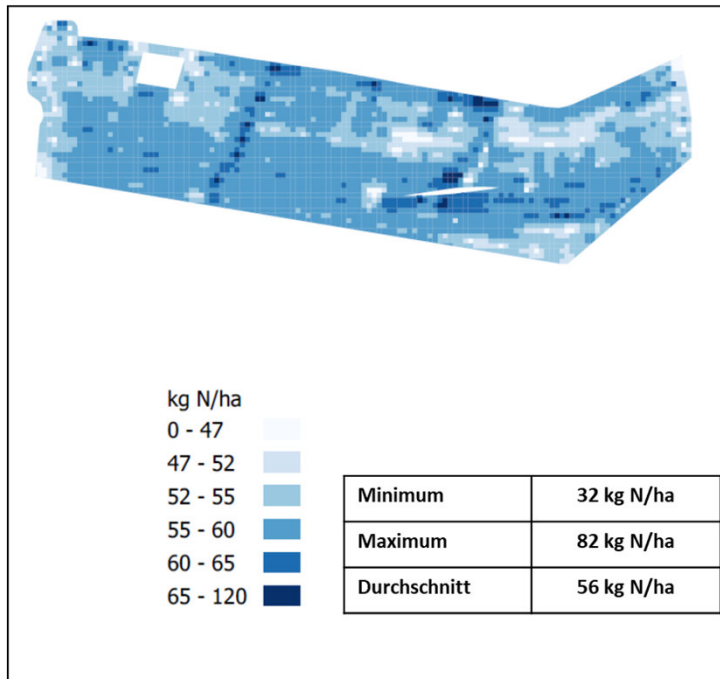
Legende	
3,3 %	68 - 116 kg N/ha
5,4 %	116 - 121 kg N/ha
6,9 %	121 - 125 kg N/ha
20,0 %	125 - 130 kg N/ha
22,5 %	130 - 134 kg N/ha
25,8 %	134 - 139 kg N/ha
16,1 %	138 - 171 kg N/ha

Schlag	Kessel unten
Schlagfläche	37,43 ha
Frucht (Kalibrierung)	Winterweizen (Weichweizen)
EC-Stadium (Kalibrierung)	37
Arbeitsbreite	30 m
Logdatum	10.05.2021 12:07
Logdatei	01147_18_0_Kessel_unten_210510_9999.log
Minimum	68 kg N/ha
Maximum	171 kg N/ha
Durchschnitt	132 kg N/ha
Standardabweichung	8,4 kg N/ha
Abgefahrte Fläche	37,20 ha

Qualitätsbetonte N-Düngung zu N3



Vergleich Qualitäts- und Ertragsbetont



Unterschiede

- Regelverhalten (gute/schwache Bestände werden gefördert) und damit Beeinflussung des Wachstums in den Teilflächen
- Regelbereich (min/max)

Grundregeln der variablen N-Düngung

Winterraps

Grundregeln der variablen N-Düngung in Winterraps

1. N-Gabe
EC 20 – 25



Ziel:
Regeneration + Bestandsetablierung
(=Verzweigung!)

Düngeregel: Sollwert
160 minus N-Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe
EC 26 – 39



Ziel: Ertragliches Optimum

Düngeregel: Sollwert
260/240/220 minus N-
Aufnahme

Wie? N-Sensor

N1 in Winterraps

Ziele:

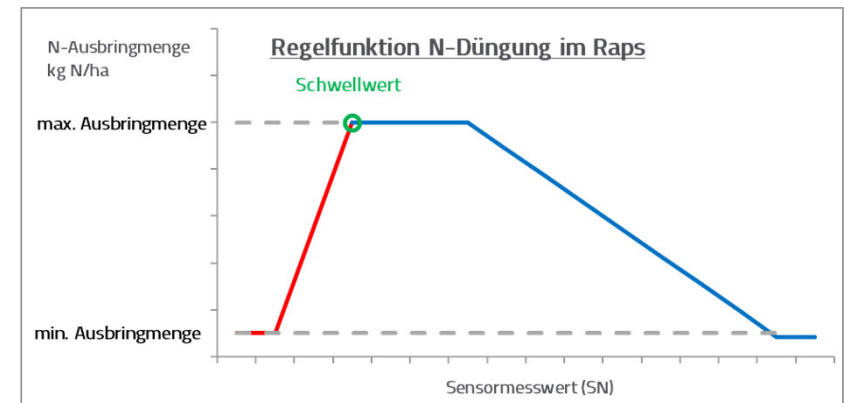
- Blattregeneration und Wachstum ankurbeln
- Bestandsetablierung → Verzweigung!
- Schwache Bestände mit hoher N-Düngung fördern, Gute Bestände mit niedrigerer N-Düngung am Überwachsen hindern und N-Dünger einsparen

Düngerformen:

- Schnell wirkende Düngemittel wählen- Keine stabilisierten N-Dünger!
- Kein Zusammenfassen von Gaben
- Regelbereich 30 – 120 kg N/ha

Umsetzung:

- Gesamtbedarf N1 = Sollwert 160 kg N/ha minus aktuelle N-Aufnahme
- Weg 1: „Streukarte“ nach Herbstscan; auch gesplittet → Bester und sicherster Ansatz
- Weg 2: Einmalgabe: „Absolute N-Düngung Raps“ mit N-Sensor im durchgegrünem Bestand,
Gesplittet: N1a als N/S konstant und N1b als Streukarte



2017: 90 kg N/ha
2024: 70 kg N/ha

Düngeregel N1 basierend auf N-Aufnahme für Winterraps

Sollwertmethode:

Gesamtbedarf N1 = Sollwert 160 kg N/ha – N-Aufnahme

Regelbereich: 30- 120 kg N/ha

(Sollwert kann benutzerspezifisch verändert werden)

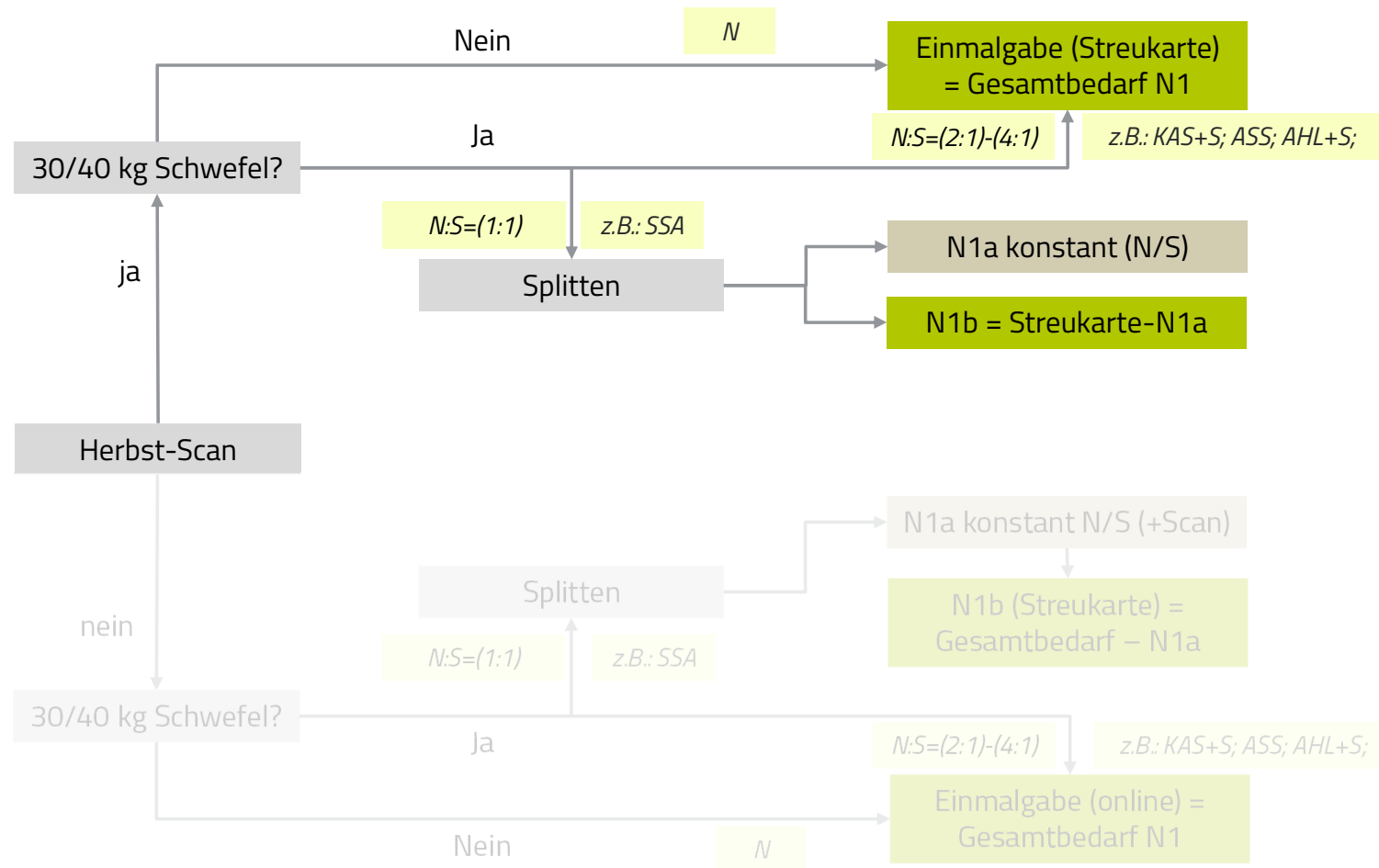
2017: 90 kg N/ha

2024: 70 kg N/ha

Durchschnittliche N-Aufnahme	Zeitpunkt	Gesamtbedarf N1
30	zu Vegetationsbeginn geteilt in 1a und 1b	120
40		120
50		110
60		100
70		90
80	zu Vegetationsbeginn	80
90		70
100		60
110		50
120	zu/nach Vegetationsbeginn	40
140		30
160		30
180		30



Logik und Entscheidungsweg für N1 in Winterraps



Herbstscan – Erfassung der Heterogenität vor Winter

	N-Aufnahme min kg N/ha	N-Aufnahme max kg N/ha	N-Aufnahme Ø kg N/ha
Winterraps	35	130	75

Durchschnittswerte aus 6 Jahren und über 300.000 ha Herbstscan. Absolute N-Aufnahmen können zwischen 0 und 250 kg /ha liegen

- Heterogenität entsteht schon im Herbst
- Erfassung ohne typische Winterschäden (Vergilbungen, Staunässe, Sauerstoffmangel...)
- Datensatz ist die Grundlage für die 1. N-Gabe

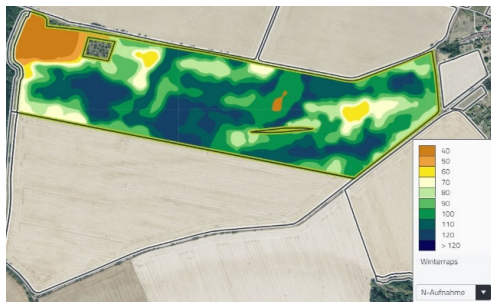
→ Bester Weg!



N1 Winterraps nach Herbstscan als Einmalgabe

$N:S=(2:1-4:1)$

Herbst: Scannen



N-Aufnahme in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
15	87	132

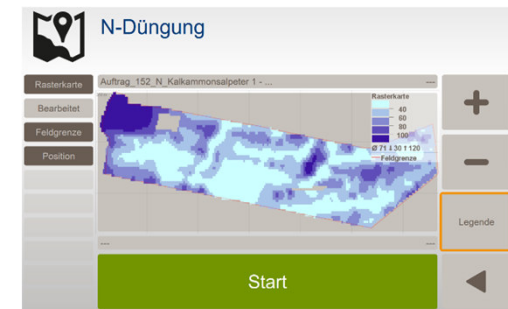
Winter: Streukarte berechnen



N-Düngung in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
30	73	120

→ Berechnung einer Streukarte in agriPORT nach Sollwert-Methode
→ Regelbereich 30-120 kg N/ha

Frühjahr: Applikation



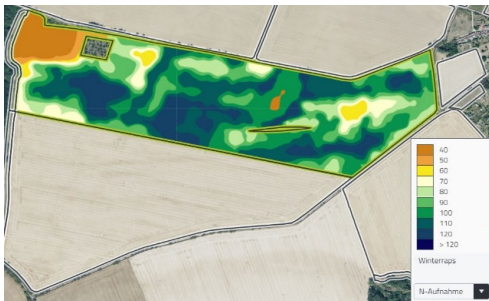
→ Abarbeitung mit Modul „N-Düngung (Streukarte)“

N1 In Winterraps nach Herbst-Scan, gesplittet:

- N1a KONSTANT mit Modul „N-Düngung“
- N1b nach Streukarte mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

N:S=(1:1)

Herbst: Scannen



N-Aufnahme in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
15	87	132

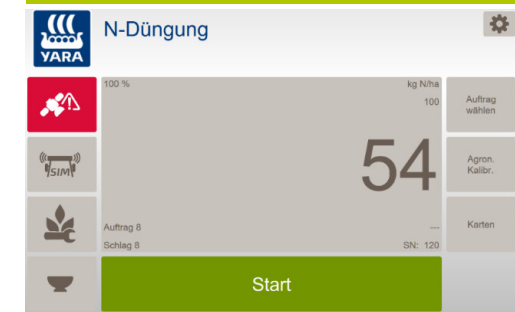
Winter: Streukarte berechnen



N-Düngung in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
30	73	120

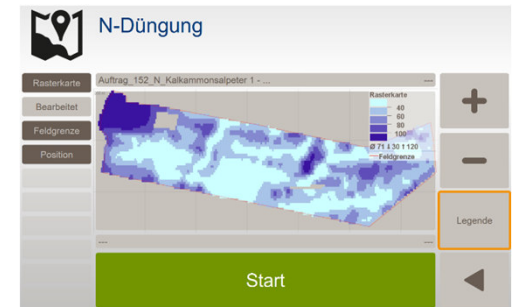
- Berechnung einer Streukarte in agriPORT nach Sollwert
- Düngbedarf N1b = Gesamtbedarf N1 **MINUS N1a KONSTANT**
- Regelbereich 30 – 120 kg N/ha **MINUS N1a**

Frühjahr: N1a KONSTANT



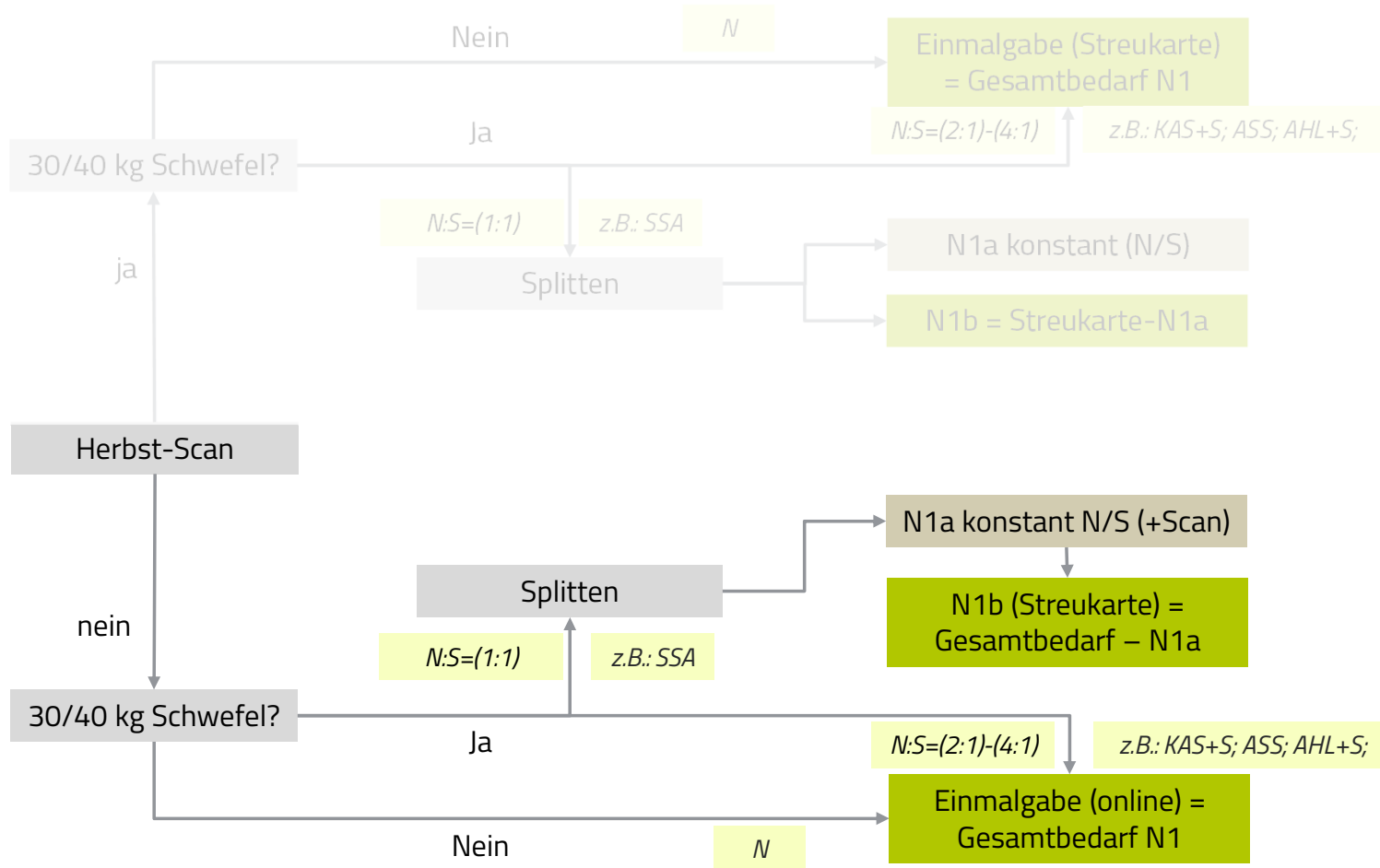
- Auftrag im agriport: Betriebsart = Konstant,
- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“

Frühjahr: N1b VARIABLE nach Streukarte



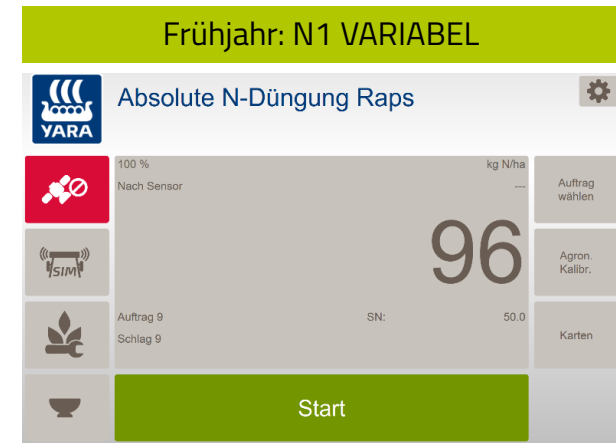
- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung (Streukarte)“

Logik und Entscheidungsweg für N1 in Winterraps



N1 in Winterraps im Durchgegrünten Bestand, Einmalgabe

$N:S=(2:1-4:1)$



- Bestand muss durchgegrünt sein!
- Abgestorbene Biomasse wird zu 50% angerechnet

N1 in Winterraps im durchgegrünten Bestand, gesplittet:

- N1a KONSTANT mit Modul „N-Düngung“
- N1b mit Modul „N-Düngung“ (Streukarte)

N:S=(1:1)

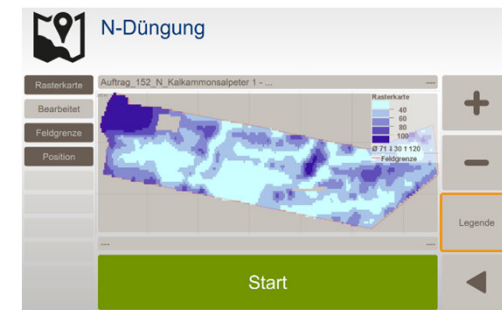
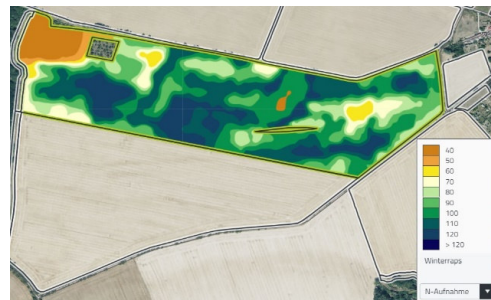
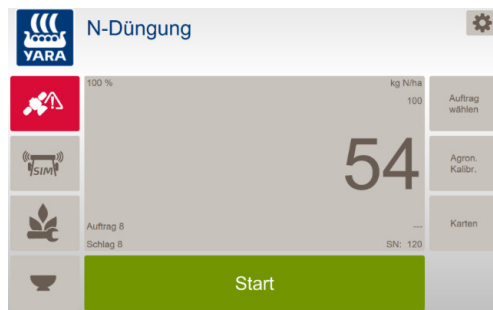


N1a KONSTANT

Scann aus N1a

Streukarte berechnen

N1b VARIABLE nach Streukarte



- Auftrag im agriport: Betriebsart = Konstant,
- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung“

N-Aufnahme in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
15	87	132

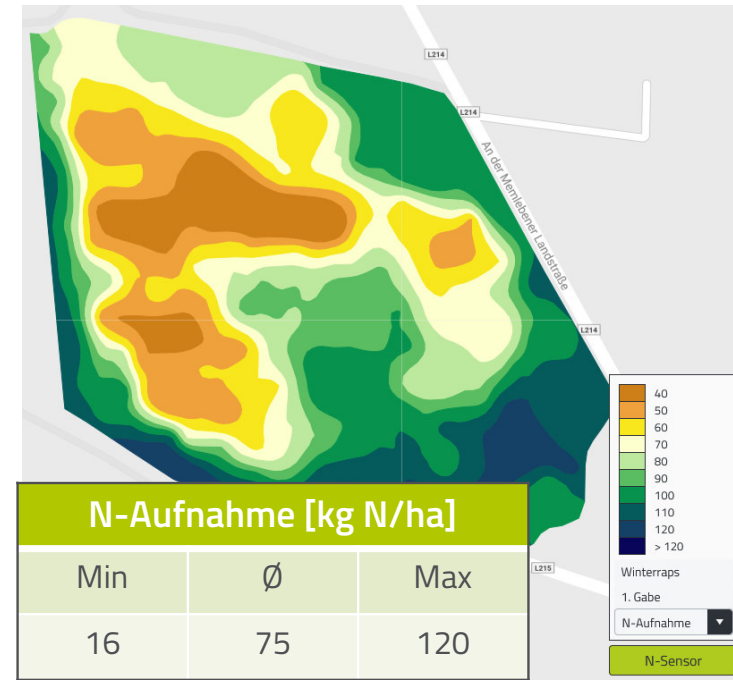
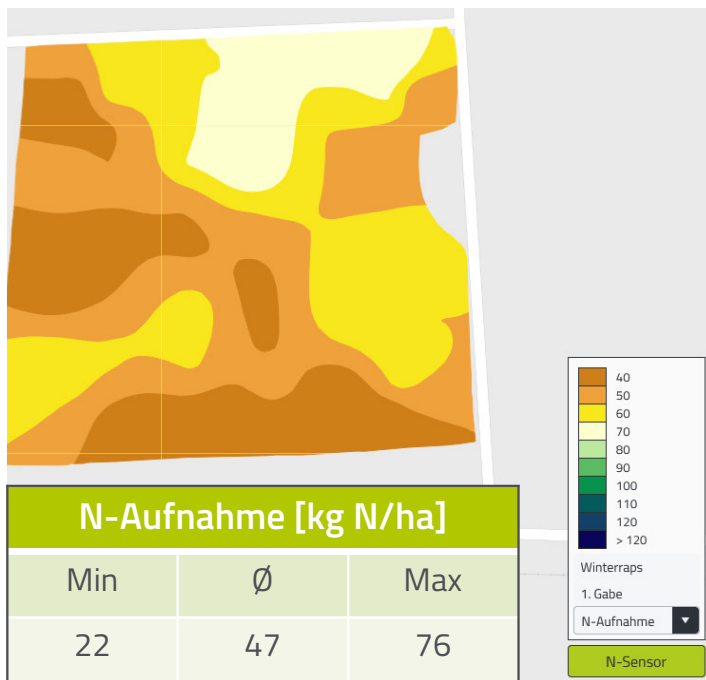
N-Düngung in kg/ha		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
30	73	120

- Abarbeitung mit Modul „N-Düngung (Streukarte)“

- Berechnung einer Streukarte in agriPORT nach Sollwert
- Düngbedarf N1b = Gesamtbedarf N1 MINUS N1a KONSTANT
- Regelbereich 30 – 120 kg N/ha MINUS N1a

Herbstscan Winterraps

„Der Raps ist dieses Jahr zu schwach entwickelt, da brauche ich auch nicht scannen“



N1: Andüngung Winterraps

Fehler N1 Raps: Zielwert-Düngung

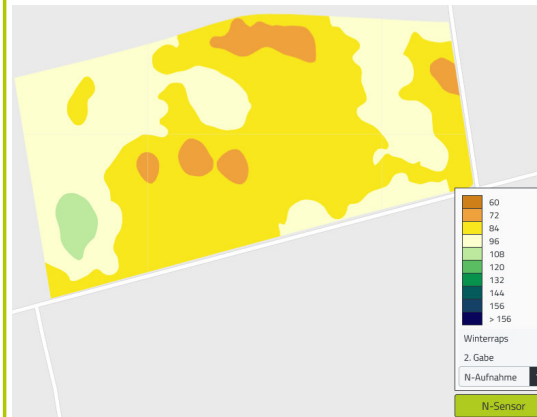
Fehlerbild

Fehler: Applikation der N1 mit Zielwert-Düngung ohne Kenntnis der mittleren N-Aufnahme

Folgen:

Sollwert von 160 wird immer unter- oder überschritten

- Unterschreitung: ungenügendes Wachstum und Blattregeneration
- Überschreitung: weniger Verzweigung, mehr Blattwachstum



	Min	Ø	Max
N-Aufnahme	63	83	107
N-Appl.	97	121	142
	204		

Lösung:

1. Herbstscan durchführen und Streukarte mit Sollwert 160 kg N/ha rechnen
2. Online-Düngung mit „Raps absolut“ (immer 160 kg N/ha)

Grundregeln der variablen N-Düngung in Winterraps

1. N-Gabe
EC 20 – 25



Ziel:

Regeneration + Bestandsetablierung
(=Verzweigung!)

Düngeregel: Sollwert
160 minus N-Aufnahme

Wie? N-Sensor

2. N-Gabe
EC 26 – 39



Ziel: Ertragliches Optimum

Düngeregel: Sollwert
260/240/220 minus N-
Aufnahme

Wie? N-Sensor

N2 in Winterraps

Ziele:

- Ertragliches Optimum ansteuern
- Schwache Bestände mit hoher N-Düngung fördern
- Gute Bestände mit niedrigerer N-Düngung am Überwachsen hindern und N-Dünger einsparen

Düngerform:

- Schnell wirkende Düngemittel wählen (N-Aufnahme des Raps nur bis Vollblüte!)
- Regelbereich 0 – 120 kg N/ha

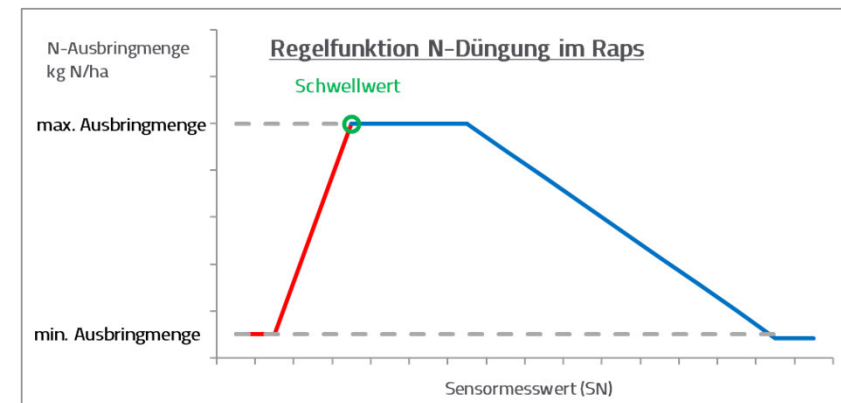
Umsetzung:

Weg 1:

- Düngung mit N-Sensor im Bestand; Wuchshöhe zwischen 30 – 60 cm
- Modul „Absolute N-Düngung Raps“
- Gesamtbedarf N2 = Sollwert 220/240/260 kg N/ha minus aktuelle N-Aufnahme
- Regelbereich: 0-120 kg N/ha

Weg 2:

- Bei limitierenden N-Mengen Modul „Zielwertdüngung“ (schlechtere Variante!)



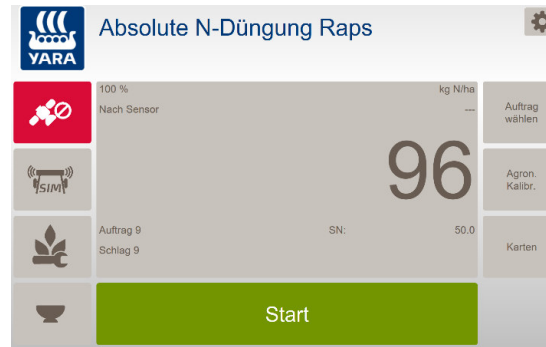
N2 in Winterraps

Sollwertmethode:

Gesamtbedarf N2 = Sollwert 220/240/260 kg N/ha – N-Aufnahme

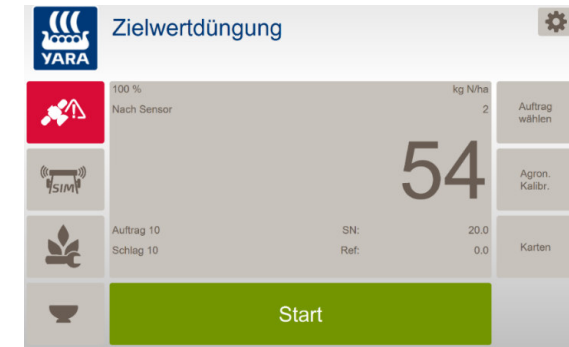


- Bestandshöhe 30-60 cm
- Vor Blühbeginn



- Modul „Absolute N-Düngung Raps“
- N2 = Sollwert 220/240/260 kg N/ha minus aktuelle N-Aufnahme
- Regelbereich 20 – 120 kg N/ha
- Ist die agronomisch richtige Methode der N-Düngung!

2024: 110 kg N-Aufnahme/ha
→ Müsste min. 160-180 kg N/ha sein



- Modul „Zielwertdüngung“
- verfügbare Rest-N-Düngungsmenge im Feld verteilen
- Optimale N-Düngung wird über- oder unterschritten

Teil 6

Grundregeln der variablen N-Düngung

Sommerkulturen

N-Düngung in Sommergetreide, Kartoffel, Mais und Rübe

- Besonderheit: nur eine variable Gabe
- Allgemein: ca. 50% des Gesamtbedarfs zum herkömmlichen Applikationstermin
- Restmenge abzgl. 5-10% zu angegebenem Zeitraum
- Bestimmung des Düngetermins mit Nitratschnelltest

1. N-Gabe	2. N-Gabe
Konstante Applikation	Zielwert
<ul style="list-style-type: none"> • Normaler Applikationstermin 	<ul style="list-style-type: none"> • Sommergerste EC 30–32 • Hafer EC 30 – 32 • Kartoffel EC 20 – 40 (vor Reihenschluss) • Mais EC 16 - 20 • Zuckerrübe 6-8-Blattstadium (Fruchtart Kartoffel EC 31 wählen)

Agronomische Grundregeln der variablen N-Düngung in Sommergetreide

1. N-Gabe (Start) EC 20 – 28



Ziel: Wachstum anschieben

Düngeregel: konstant andüngen vor der Saat; Sollwert 40-50 kg N/ha

Wie? konstant

2. N-Gabe (Schosser) EC 30 – 36



Ziel: Ertragliches N-Optimum

Düngeregel: Bei einem N-Bedarf wird gedüngt, keine N-Bedarf = keine Düngung

Wie? N-Tester/Nitratschnelltest, N-Monitoring und N-Sensor

3. N-Gabe (Ähre) EC 37 – 51



N2/N3 in Wintergetreide (Schossergabe und Ährengabe)

Ziele:

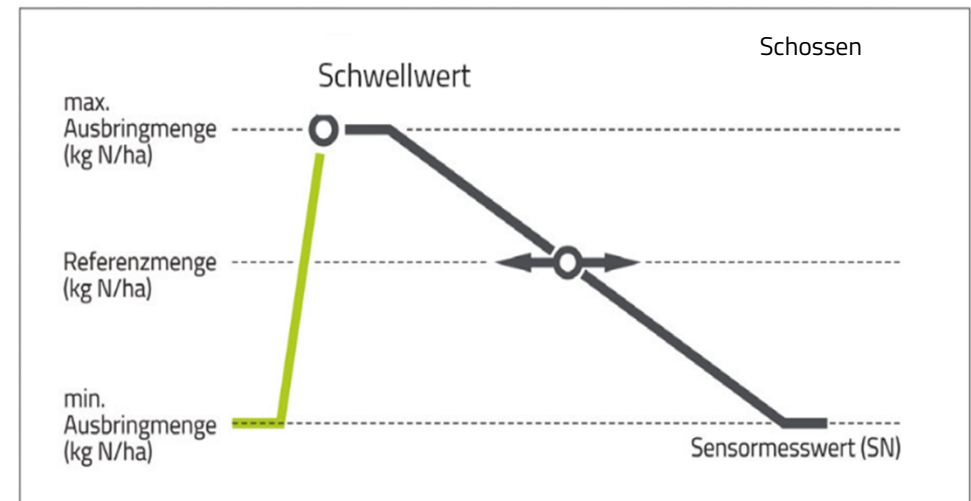
- Ausreichende N-Ernährung und gleichmäßige Bestandesdichte:
- Schwache Bestände mit höherer N-Düngung fördern, alle Triebe erhalten und Ertragsaufbau zu fördern
- Sehr Starke Bestände mit reduzierter N-Düngung bremsen, überzählige Triebe reduzieren, übermäßiges Wachstum und somit Lagergefahr reduzieren

Düngerform:

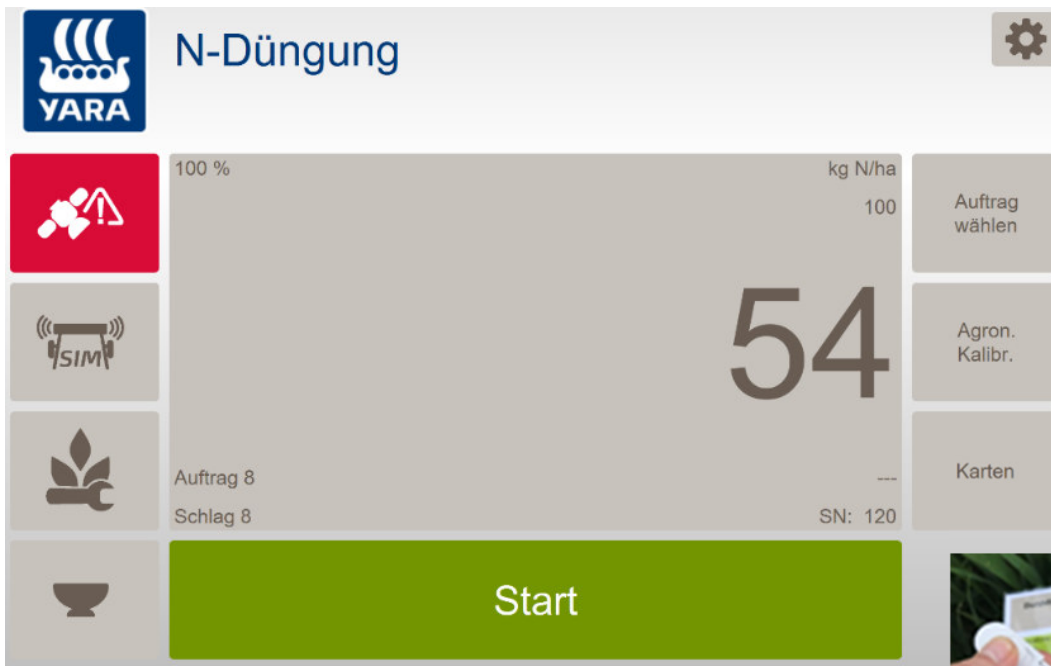
- Schnell wirkende Düngemittel wählen
- Kein Einsatz von stabilisiertem N-Dünger!

Umsetzung:

- N-Monitoring: Düngungshöhe und -zeitpunkt am Bedarf ausrichten
- → besteht ein N-Bedarf, wird dieser gedeckt
- → kein Bedarf, keine Düngung!
- Regelbereich 0 – 120 kg N/ha
- Modul „N-Düngung“



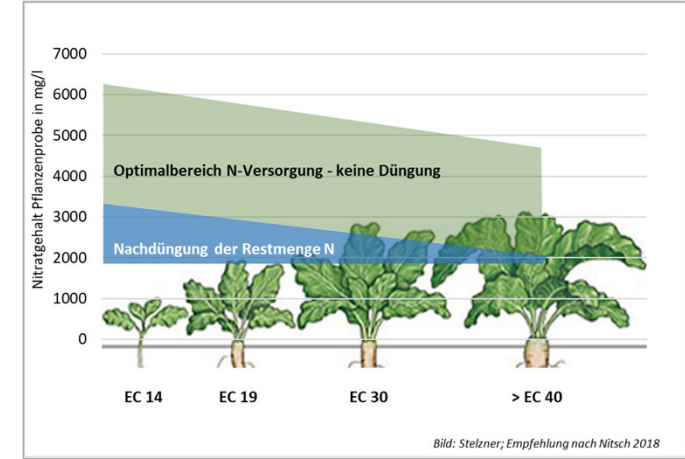
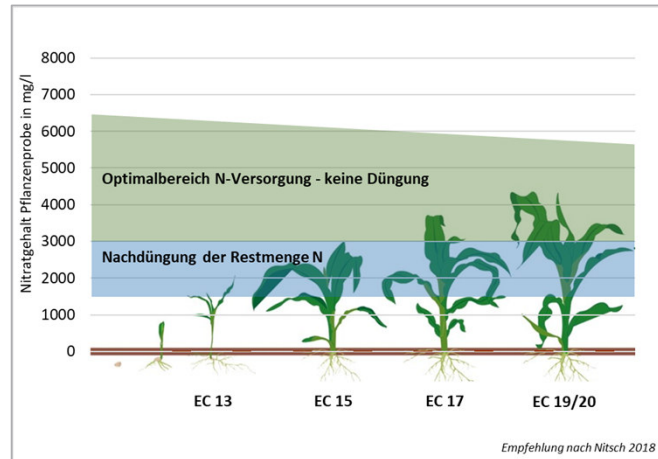
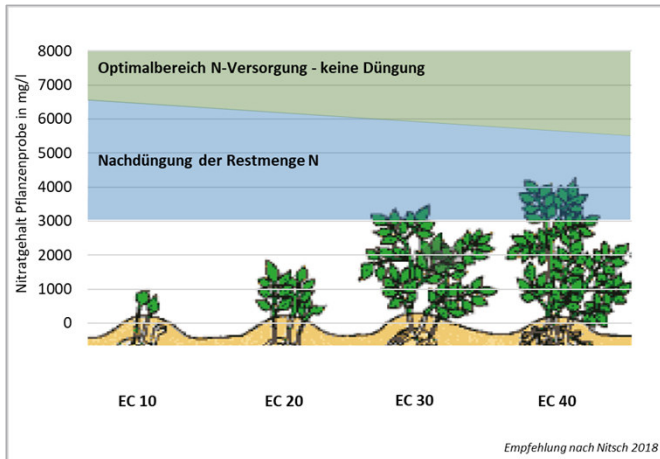
Das Softwaremodul „N-Düngung“



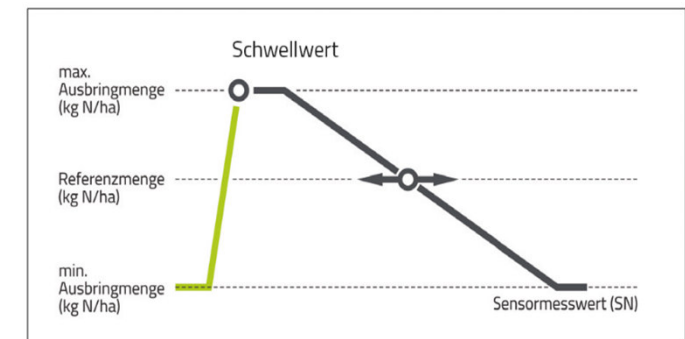
- Ziel: **optimale N-Düngungshöhe** und **Verteilung im Feld**
- Immer in Kombination mit dem N-Tester/
Nitratschnelltest umzusetzen (Bestimmung der N-Düngungshöhe)
- → **Spotkalibrierung**



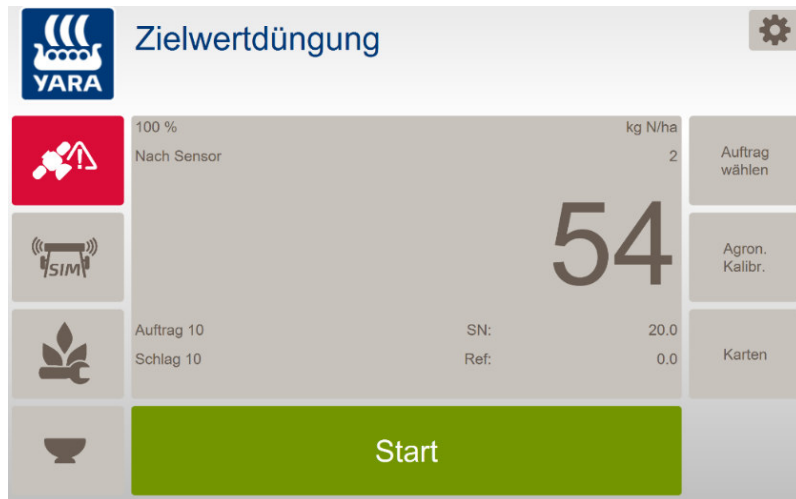
Bedarfsmessung in Sommerkulturen mit dem Nitratschnelltest



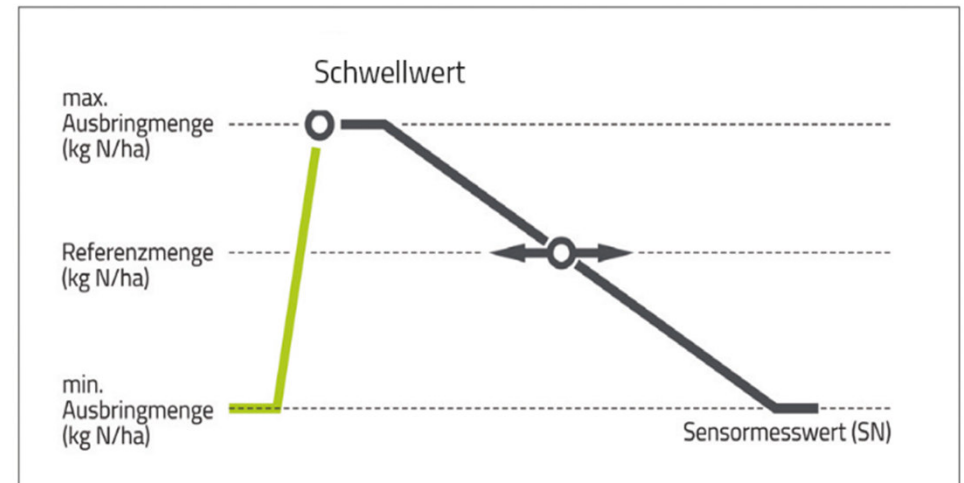
- Einrichtung eines N-Monitoringpunktes in einem durchschnittlich entwickeltem Bestand
- Regelmäßige Messung des Nitratgehaltes in einer Pflanzenprobe
- Nachdüngung bei unterschreiten der optimalen N-Versorgung



N2 in Sommerkulturen mit dem Modul „Zielwertdüngung“



- Ziel: **durchschnittliche N-Düngungshöhe** (45% vom Zielwert) **im Feld verteilen**
- → das gesamte Feld wird zur Kalibrierzone



- Ertragsbetonte N-Düngung
- Schwache Bestände mit hoher Düngung fördern
- In guten Beständen Überdüngung vermeiden