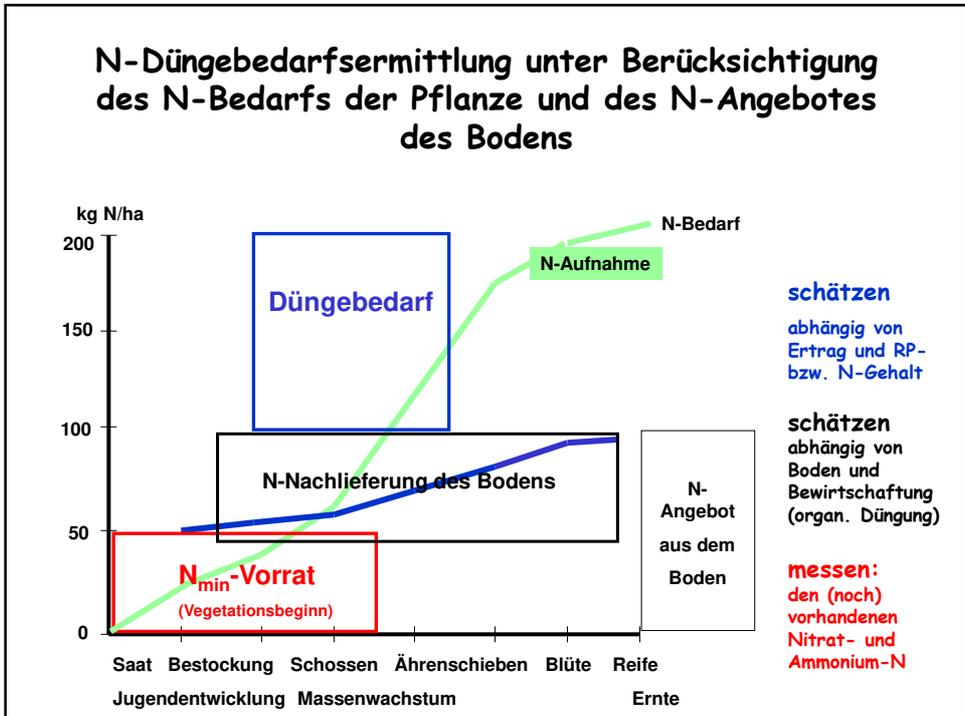




1



2

praktische Vorgehensweise N_{\min} -Probenahme



Probenahme mit Pürckhauer-Bohrstock bis 90 cm Tiefe

- Probenahme
(Landwirt/Lohnunternehmer/Labor):
möglichst kurz vor Düngetermin
- Geräte
 - Bohrstock (ein-/mehrteilig)
 - Spiralbohrer
 - von Hand oder maschinengestützt
- Entnahmetiefe
 - 0-30 cm
 - 30-60 cm
 - 60-90 cm
- Einstiche > 16 je Schlag (?)
- Proben kühlen < 4 ° C bis zum Labor

Die Düngeverordnung bezieht sich vorrangig auf die N_{\min} -Methode

3

N_{\min} -Probenahme mit Bohrhammer oder Spiralbohrer



Aufwand



Schnelligkeit

4



5

Vorgehensweise im N_{\min} -Labor

- **Probenvorbereitung**
 - Mischen und Entnahme einer Teilprobe
 - Lagerung maximal 2 Wochen bei $< 2^{\circ}\text{C}$ oder Schnelltrocknung (z.B. Mikrowelle)
 - Sieben (4 mm Maschenweite)
- **Analyse**
 - Einwaage des feldfeuchten Bodens
 - Zugabe einer Extraktionslösung (z.B. 0,1 N CaCl_2 -Lösung, Extr. Verhältnis 1:2)
 - 30 min schütteln
 - N-Bestimmung (Nitrat- und Ammonium-N) im Filtrat (photometrisch, Autoanalyser)
- **Umrechnung in kg N/Bodenschichten * ha,**
- **Interpretation bzw. Berechnung des N-Düngebedarfs nach kulturspezifischen Sollwertschemata bzw. seit Frühjahr 2018 nach konkreten Vorgaben der **Düngeverordnung (DüV)****

6

Beurteilung von N_{\min} -Schnellmethoden

Zeitaufwand für Probenahme genau so hoch wie bei Laboruntersuchung
niedrigere Kosten, aber Fehlerquellen: Bodenfeuchte, Sorgfalt

Verlauf der Probenbearbeitung zur Nitratbestimmung	Produktbeschreibung
 <p>Einwaage der Bodenprobe</p> <p>Durchmischung von Bodenprobe und Extraktionslösung</p> <p>Filtration durch ein Papierfilter</p> <p>Teststäbchen in die Lösung tauchen und Messung mit dem RQeasy® starten</p>	 <p>RQeasy Nitrat</p> <p>Kleines Messgerät (Hosentaschenformat)</p> <p>plus Nitrat-Teststreifen</p> <p>für die schnelle und einfache Vor-Ort-Analytik von Nitrat in Bodenproben, im Wasser und im Pflanzensaft.</p> 

Die Benutzung von Schnelltests bei N_{\min} hat sich nicht durchgesetzt. Sie entsprechen prinzipiell nicht den Anforderungen der DüV an die Untersuchung

7

Ableitung des N-Düngebedarfs bzw. Erstellung von Düngeempfehlungen

Grundlage = **N-Düngungsversuche**

daraus abgeleitet: **N-Sollwerte** nach Bodenuntersuchungen (N_{\min} - oder auch EUF-Methode) in Verbindung mit Standortfaktoren und ggf. abhängig vom Ertrag (N-Bilanzierung)

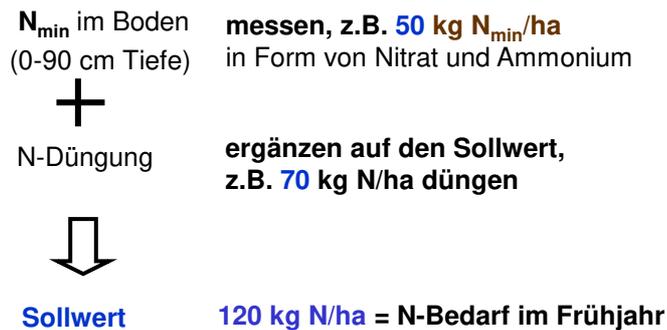
durch **Düngeverordnung** seit 2017/18 vorgegeben: **kulturspezifische und ertragsabhängige „N-Bedarfswerte“** und **schlagbezogene N-Obergrenzen**

Ergänzung u.a. durch: Düngefenster, Nitratschnelltest, Frischmasse-Methode (Raps), N-Tester und (für eine teilflächenspezifische Düngung) N-Sensoren / Satellitenaufnahmen

8

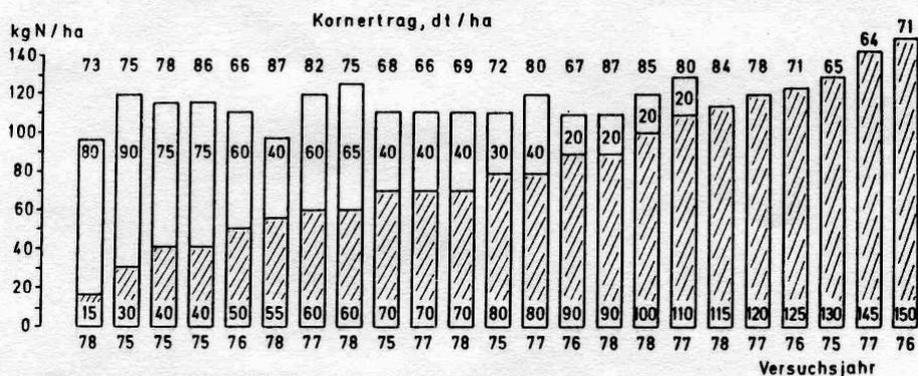
Prinzip der ursprünglichen N_{min} -Methode

nach Wehrmann und Scharpf, Univ. Hannover,
zur Bemessung der **1. N-Gabe von Winterweizen**
bei **Vegetationsbeginn**, nach Vorfrucht Zuckerrüben
klassischer Sollwert von 120
ermittelt im Raum Südhannover (ab Ende 1970er Jahre)



9

Ableitung des 120-kg-N-Sollwertes aus N-Steigerungsversuchen



Versuchsjahr	1975	1976	1977	1978
Anzahl der Versuche	6	4	6	7
N-Staffelung, kg/ha	30	20	20	20
N-Spätgaben, kg/ha	60	70	70	70-90
Lagerverbreitung	gering	keine	mittel	gering

60 kg N/ha
Optimale N-Düngung
im Frühjahr

60 kg N/ha
 N_{min} -Vorrat des Bodens

Abb. 8. Optimales N-Angebot im Frühjahr (N_{min} -Vorrat des Bodens 0-100 cm, Februar und Frühjahrs-N-Düngung) bei Winterweizen (23 N-Steigerungsversuche 1975-1978).

Wehrmann und Scharpf 1979

10

Anmerkungen zur N_{\min} -Methode

- Die Ermittlung der Sollwerte erfordert aufwändige **Feldversuche** für verschiedene **N-Gabenaufteilungen** (Düngestrategien), **Standortbedingungen** und **Kulturen** (gilt für alle Methoden zur Ermittlung des N-Düngungsoptimums).
- Die **Bodenbeprobung** bis in 90 cm Tiefe ist nicht immer sehr praktikabel bzw. nicht immer möglich
- Der im Boden vorhandene N_{\min} -Vorrat und der Düngerstickstoff sind in ihrer Wirkung (standortabhängig) nicht unbedingt gleichzusetzen.
- Für die Prognose des Düngedarfs zum Schossen und Ährenschieben müssen ggf. weitere Methoden (z.B. Nitratschnelltest, N-Tester, N-Sensor, Düngefenster, Bilanzierung) angewandt werden.

11

Weiterentwicklung bzw. Modifizierung der klassischen N_{\min} -Methode

In den deutschen Bundesländern bzw. Beratungsinstitutionen waren bis 2017 unterschiedliche Sollwert-Systeme für verschiedene Kulturen üblich.

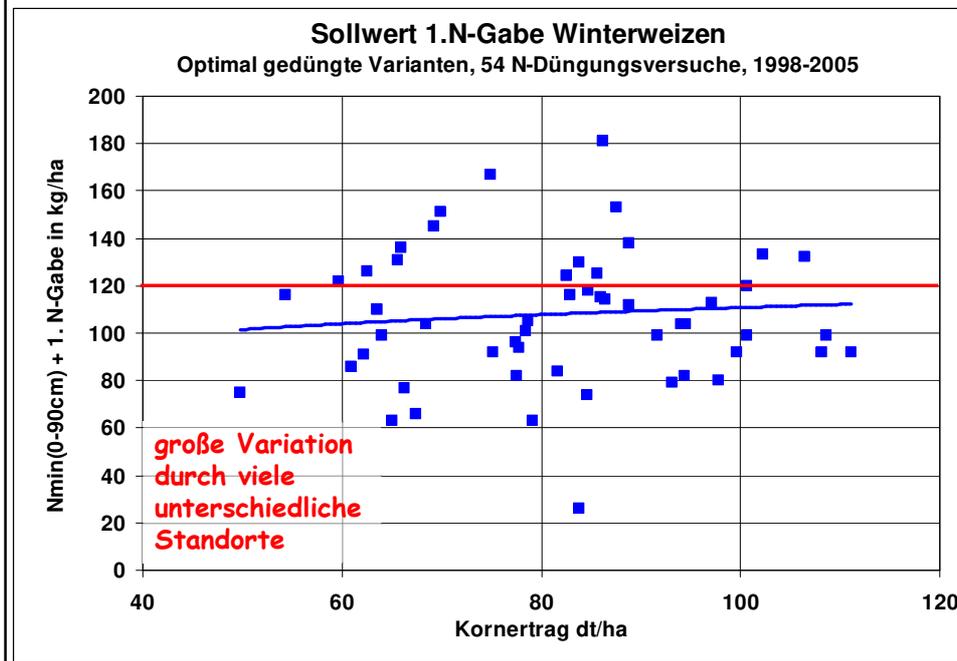
Prinzip: Sollwerte (durch N-Steigerungsversuche ermittelt) werden durch Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren sowie Bilanzierungsverfahren ergänzt. Sollwerte gelten bei aufgeteilter N-Düngung für alle Teilgaben.

Der N_{\min} -Gehalt wird i.d.R. bis 90 cm, z.T. aber nur bis 30 oder 60 cm gemessen (Praktikabilität, Kulturart, Durchwurzelungstiefe)

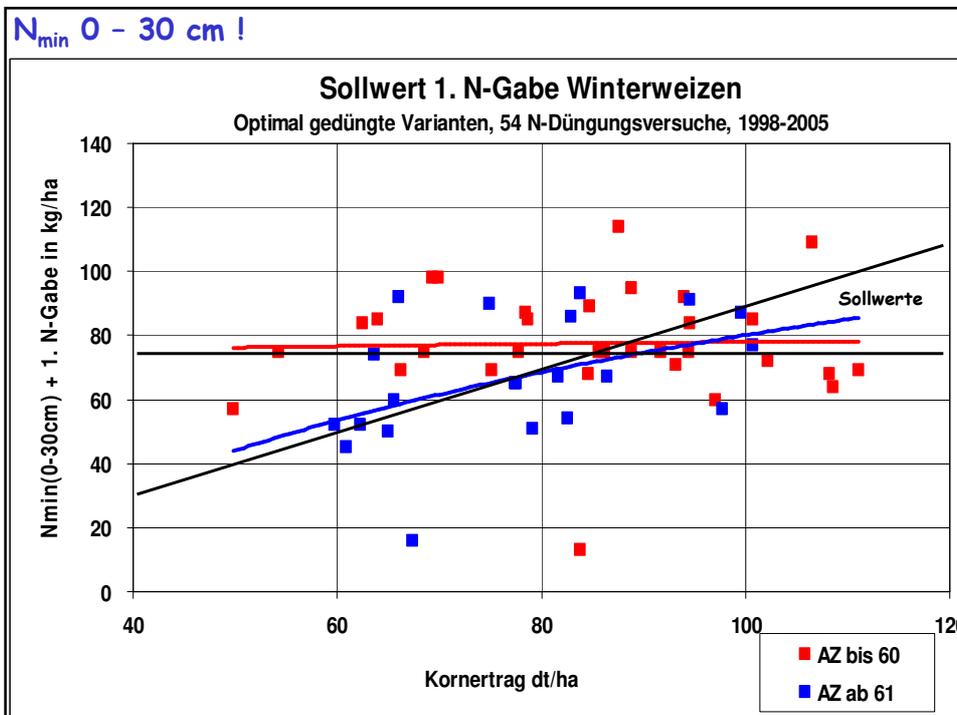
DüngeV von 2017: bundeseinheitliche "N-Bedarfswerte" und "standortbezogene N-Obergrenzen".

12

Sollwert 120 minus N_{\min} 0 - 90 cm ?



13



14

Detailliertes N-Sollwertsystem

Bsp. Weizen, Ackerzahl 50, 90 dt/ha, Vorfr. Raps, langj. 1 GV/ha Gülle, N_{min} 20+20

1. N-Gabe (Vegetationsbeginn)		
Sollwert Ackerzahl bis 60	75	75
Ackerzahl ab 61 Ertragsziel in dt/ha minus 10		
+ bis zu 20 kg N/ha für schwache Bestände / träge Böden		
- bis zu 20 kg N/ha für starke Bestände / tätige Böden		
- kg N _{min} 0 - 30 cm		- 20
Düngung in kg N/ha (min. 20, max. 1 kg N/dt bis 80 kg N/ha)		= 55
2. N-Gabe (Schoßbeginn)		
Sollwert = Ertragsziel in dt/ha	90	90
- 50 % von kg N _{min} 30 - 60 cm		- 10
- 0,5 kg N / Ackerzahl über 40		- 5
- 25 % der N-Nachlieferung aus Vorfrucht-Ernteresten und organischer Düngung		- 10
Düngung in kg N/ha (min. 0,4 kg N/dt, max. 80 kg N/ha)		= 65
3. und ggf. 4. N-Gabe (ab Erscheinen des Fahnenblattes)		
Sollwert für 70 dt/ha	75 (+/- 10 dt/ha: +/- 5)	75 + 10
- 0,5 kg N / Ackerzahl über 40		- 5
- 75 % der N-Nachlieferung aus Vorfrucht-Ernteresten und organischer Düngung		- 20
Düngung in kg N/ha (max. 1 kg N/dt bis 70 kg N/ha)		= 60
Qualitätsdüngung zusätzlich ca. 30 kg N/ha		evtl. + 20

N_{min}-Methode RP: 1998 bis 2017

15

Detailliertes N-Sollwertsystem

Bsp. Weizen, Ackerzahl 50, 90 dt/ha, Vorfr. Raps, langj. 1 GV/ha Gülle, N_{min} 20+20

1. N-Gabe (Vegetationsbeginn)		
Sollwert Ackerzahl bis 60	75	75
Ackerzahl ab 61 Ertragsziel in dt/ha minus 10		
+ bis zu 20 kg N/ha für schwache Bestände / träge Böden		
- bis zu 20 kg N/ha für starke Bestände / tätige Böden		
- kg N _{min} 0 - 30 cm		- 20
Düngung in kg N/ha (min. 20, max. 1 kg N/dt bis 80 kg N/ha)		= 55
2. N-Gabe (Schoßbeginn)		
Sollwert = Ertragsziel in dt/ha	90	90
- 50 % von kg N _{min} 30 - 60 cm		- 10
- 0,5 kg N / Ackerzahl über 40		- 5
- 25 % der N-Nachlieferung aus Vorfrucht-Ernteresten und organischer Düngung		- 10
Düngung in kg N/ha (min. 0,4 kg N/dt, max. 80 kg N/ha)		= 65
3. und ggf. 4. N-Gabe (ab Erscheinen des Fahnenblattes)		
Sollwert für 70 dt/ha	75 (+/- 10 dt/ha: +/- 5)	75 + 10
- 0,5 kg N / Ackerzahl über 40		- 5
- 75 % der N-Nachlieferung aus Vorfrucht-Ernteresten und organischer Düngung		- 20
Düngung in kg N/ha (max. 1 kg N/dt bis 70 kg N/ha)		= 60
Qualitätsdüngung zusätzlich ca. 30 kg N/ha		evtl. + 20

16

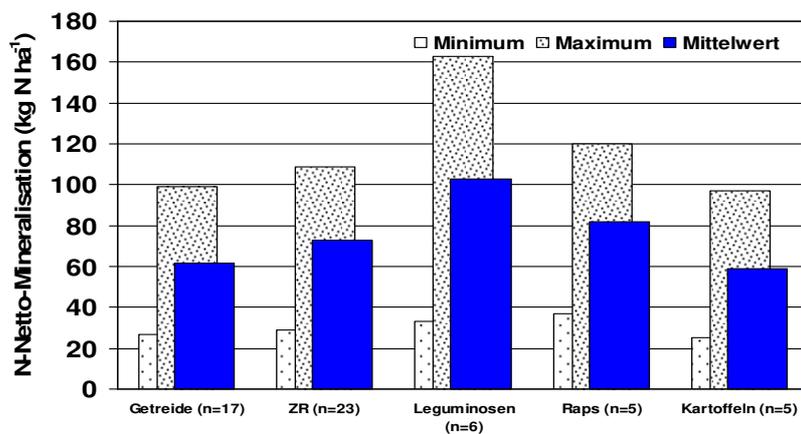
**Stickstoff-Nachlieferung
aus Vorfrucht-Ernteresten und organischer Düngung**

Vorfrucht / Erntereste	kg N/ha
Körnerleguminosen-Stroh	30
Rübenblatt, Kartoffelkraut, Rapsstroh	20
Körnermais-Stroh	10
Getreide, Silomais, Sonnenblumen; andere mit Blattbergung	0
Hauptfrucht-Feldfutter: - Leguminosen	30
- Sonstige	20
Futter-Zwischenfrucht: - Leguminosen	15
- Sonstige	10
Gründüngung / -brache: - Leguminosen	25
- Sonstige mit N-Düngung	20
- Sonstige ohne N-Düngung	10
Grünlandumbruch - vor 1 bis 5 Jahren	20
- vor 6 bis 10 Jahren	10
Kohlarten, Gurkenarten	50
Wurzel- und Knollengemüse ohne Blatternte, Bohnen, Erbsen, Chicoree, Spinat, Porree, Tomaten	30
Wurzel- und Knollengemüse mit Blatternte, Salate	15

N_{\min} -Methode RP bis 2017

17

Beispiel für die N-Nachlieferung nach unterschiedlichen Vorfrüchten



Engels, 1993

18

Organische Düngung		kg N/ha und GV ¹⁾
langjährig ²⁾		10
nach der Vorfruchternte		10

Anmerkungen: Es sind mehrere Angaben möglich, wobei die Summe zu bilden ist. Die Werte dienen der Orientierung, im Einzelfall sind daher Abweichungen möglich (z. B. ist nach Zuckerrüben mit geringer N-Düngung und früher Blatteinarbeitung bei milder Herbstwitterung ein geringerer Abzug sinnvoll).

¹⁾ 1 GV entspricht jährlichen Gaben von ungefähr:

220 dt Milchviehgülle (7,5 % TM)	100 Legehennenplätzen
160 dt Mastbullen- o. Schweinegülle (7,5 % TM)	300 Masthähnchenplätzen
110 dt Stallmist	300 Junghennenplätzen
12 t Kompost (FM)	90 dt Hühnergülle (15 % TM)
2,5 t Klärschlamm-TM	20 dt Hühnertrockenkot (70 % TM)

²⁾ im Durchschnitt der letzten 10 Jahre (ohne das Anbaujahr)

1 m³ Gülle = 10 dt

N_{min}-Methode RP bis 2017

19

Beispiel:

N-Düngungsversuch zur Ableitung von N-Sollwerten

Landwirtschaftliches Versuchswesen, DLR Eifel

Wintertriticale P 14.1 2011

	Varianten	N-Form	kg N/ha			ges.
			1. Gabe 09.03. ES 25	2. Gabe 12.04. ES 30	3. Gabe 05.05. ES 37	
BIT/Herzfeld						
Braunerde aus Grauwacke/Schiefer	1 ohne N		0	0	0	0
530 m NN, AZ 33, sL	2 Sollw. 100	KAS	30	30	60	120
pH 6,2; P ₂ O ₅ 12, K ₂ O 16, Mg 28 mg/100g	3 Sollw. 130	KAS	45	45	60	150
Nmin (02.02.): 27 + 14	4 Sollw. 160	KAS	60	60	60	180
Vorfr. Silomais mit R-Gülle	5 Sollw. 190	KAS	75	75	60	210
Sorte Cando, Saat 14.10., 350 K/m ²	6 eine N-Gabe	KAS	0	150	0	150

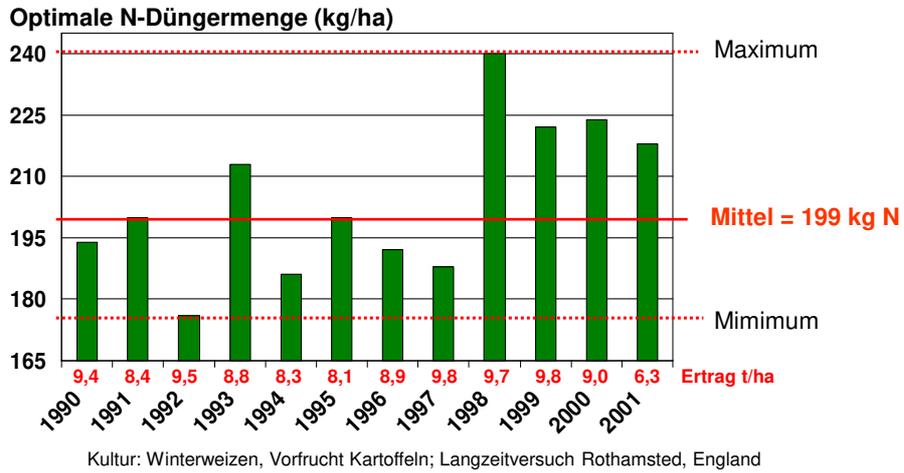
„Sollwert“ bedeutete in dieser Versuchsserie:

Summe der 1. + 2. N-Gabe + N_{min} (0-60 cm)

Anm.: Der Begriff „Sollwert“ im Zusammenhang mit N_{min} wird unterschiedlich benutzt.

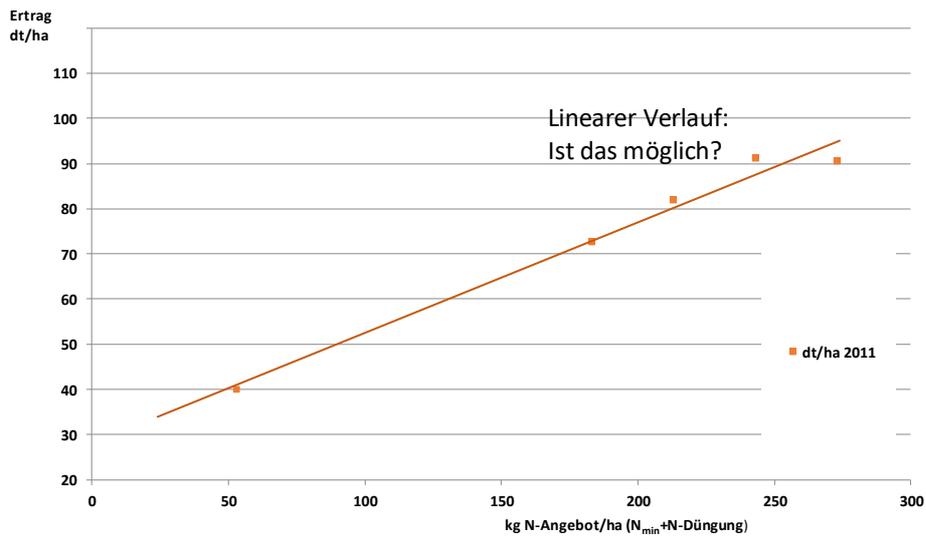
20

Die optimale N-Düngermenge variiert auf einem Schlag mit gleicher Frucht und Vorfrucht von Jahr zu Jahr, insbes. witterungsbedingt (unterschiedliche Ertragspotentiale und N-Nachlieferungen)

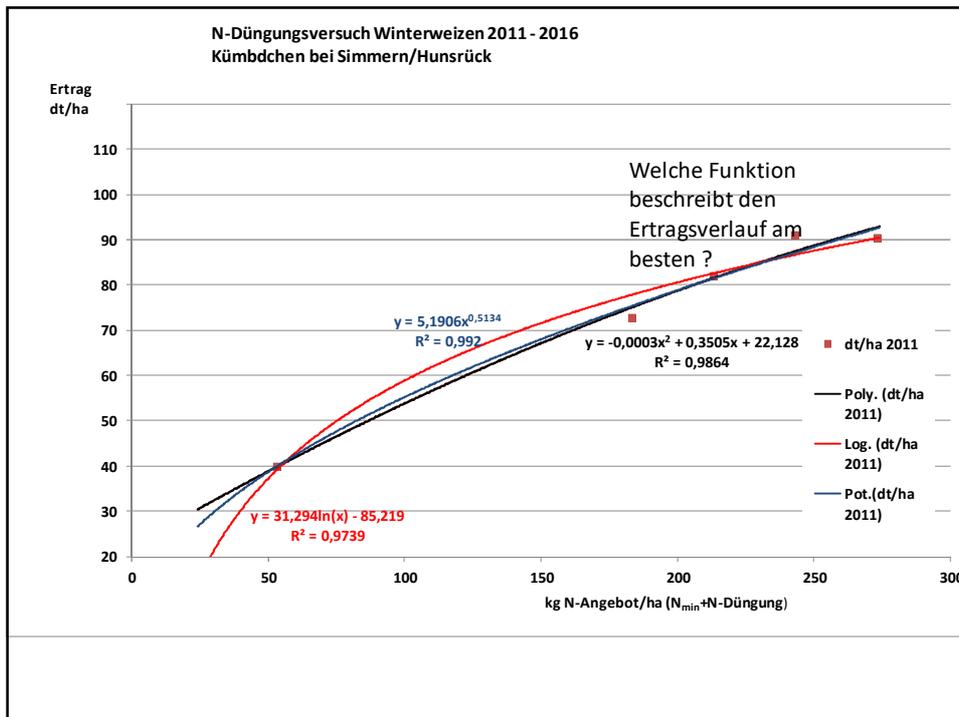


23

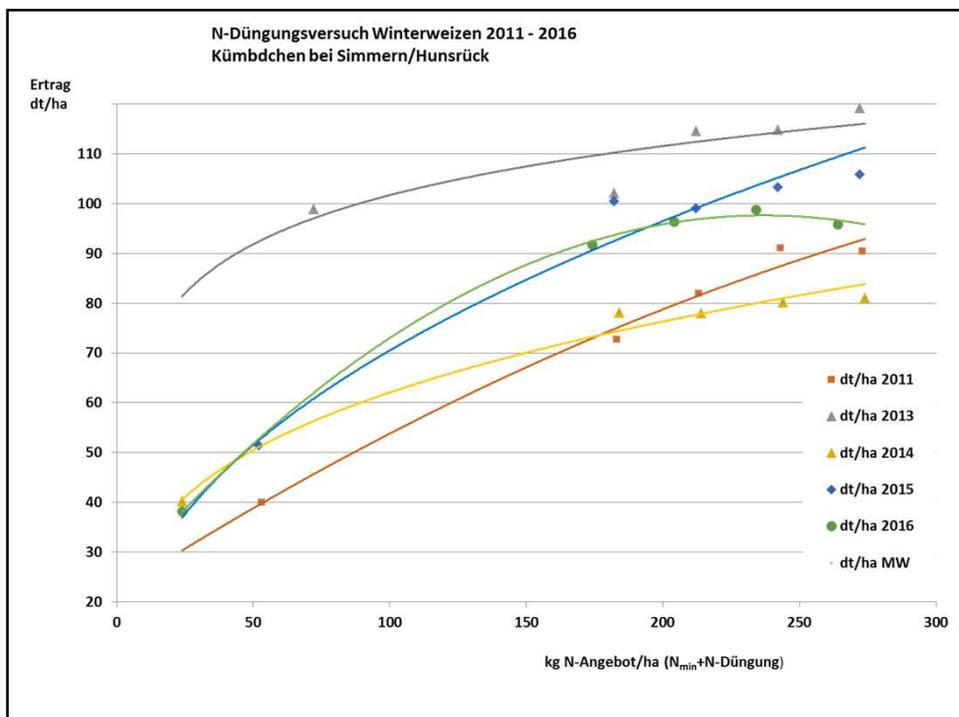
N-Düngungsversuch Winterweizen 2011 - 2016
Kümbdchen bei Simmern/Hunsrück



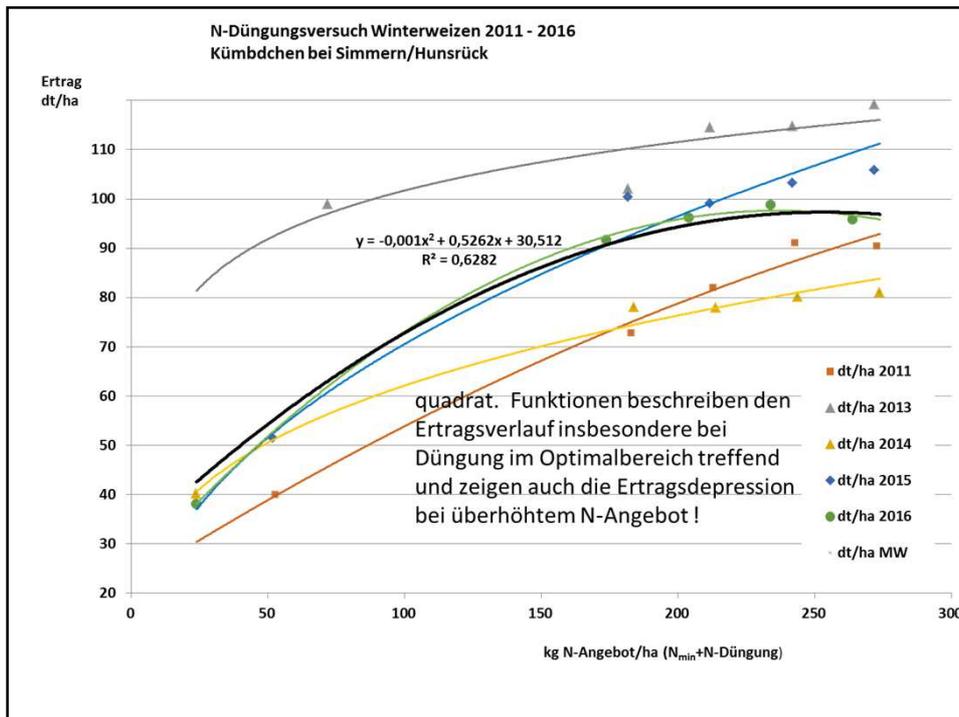
24



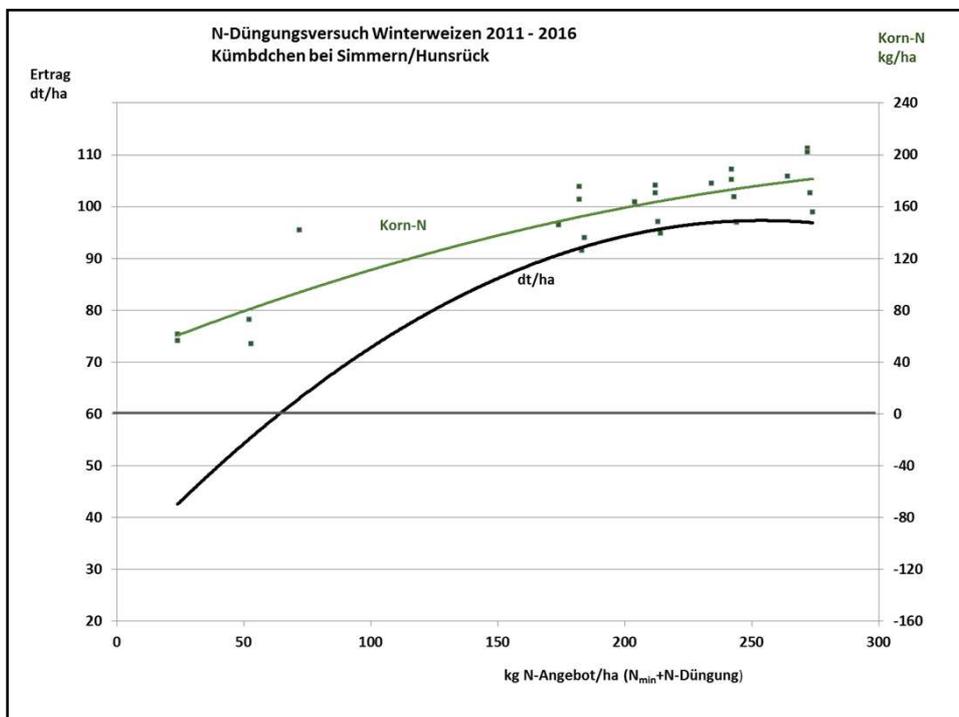
25



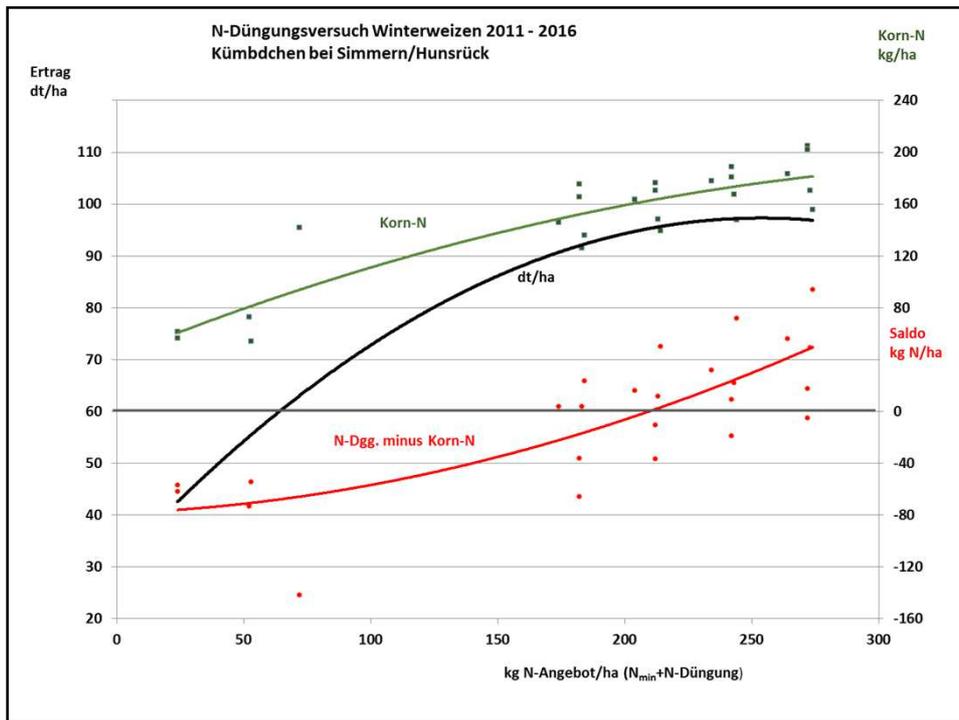
26



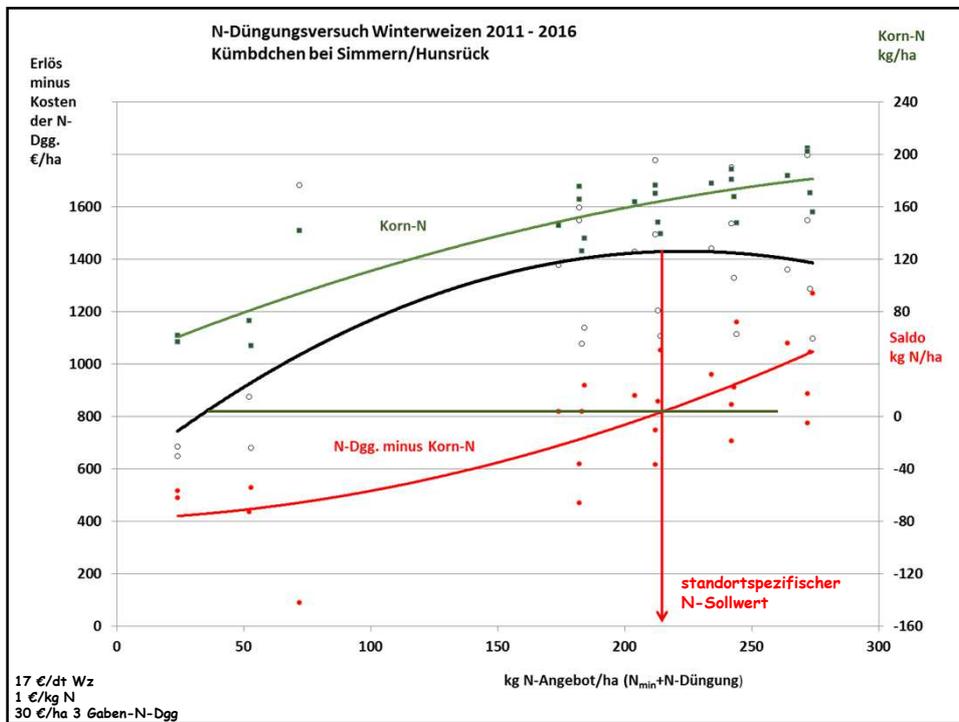
27



28



29



30

Aktuelle N _{min} -Werte im Frühjahr 2016					Empfehlungen zur 1. N-Düngung im Frühjahr 2016								
Landkreis Bad Kreuznach (KH)													
Kultur	Standorte	N _{min} -Gehalte in kg/ha N (Stand: 10.03.2016)			Ertrags- erwartung (dt/ha)	Düngeempfehlung (mittlere Bodenverhältnisse, Ackerzahl 60)	Zu- oder Abschlag auf die 1. N-Gabe						
		Bodentiefe (cm):	0 – 30	30 – 60				0 – 60					
W-Raps	11	19,5	15,5	35,0	35 – 40	75-85 + 75-85*	± 5 dt/ha Ertragsersparnis ± 15 kg N/ha auf Gesamt-N-Düngung, * = 2. N-Gabe						
W-Weizen (n. Blattfrucht)	24	20,0	17,6	37,6	70	40 – 50							
W-Weizen (n. Getreide)	12	22,2	17,9	40,1	70	45 – 55							
W-Triticale					70	50 – 60							
W-Roggen	21	14,9	13,5	28,4	70	35 – 45	± 10 dt/ha Ertragsersparnis ± 5 kg N/ha						
W-Gerste					65	45 – 55	± 10 dt/ha Ertragsersparnis ± 8 kg N/ha						
W-Braugerste					60	65 – 75	± 10 dt/ha Ertragsersparnis ± 15 kg N/ha						
S-Braugerste	4(l)	25,5	24,5	50,0	50	50 – 60	Mindestdüngung: 60 kg/ha – N _{min} in 0-30 cm						
Hafer					50	65 – 75	in einer N-Gabe						
Mittelwert 2016	72	19,1	16,5	35,6	Zu- oder Abschlag für schwache oder starke Bestandesentwicklung:								
Mittelwert 2015	95	17,1	14,3	31,4	W-Raps:	ab 1,5-2,5 kg/m ² Aufwuchs: minus 15 bis 45 kg N/ha auf Gesamt-N-Gabe							
Mittelwert 2014	97	19,2	17,4	36,6	W-Getreide:	bis zu ± 20 kg N/ha							
Der N _{min} -Gehalt in 0-60 cm Bodentiefe im Frühjahr 2016 liegt ca. 4 kg N/ha über dem Niveau des Vorjahres.					Bei besserer Bodengüte und regelmäßiger bzw. vorheriger organischer Düngung sollten die jeweils niedrigeren Düngeempfehlungen zugrunde gelegt werden.								
Terminierung		1. N-Gabe			2. N-Gabe ¹⁾			3. N-Gabe ¹⁾					
Ertragsersparnis (dt/ha)		Vegetationsbeginn			Schossbeginn (ab ES 30)			Voll entwickeltes Fahrenblatt (ab ES 39)					
		60	70	80	90	60	70	80	90	60	70	80	90
W-Weizen (n. Blattfrucht)		40 – 50			40	45	50	55	45 ¹⁾	50 ¹⁾	55 ¹⁾	60 ¹⁾	
W-Weizen (n. Getreide/Mais)		45 – 55			40	50	60	70	60 ¹⁾	65 ¹⁾	70 ¹⁾	75 ¹⁾	
W-Triticale		45 – 55			45	55	65	75	50	55	60	65	
W-Roggen		35	40	45	50	35	40	45	50	25	30	35	40
W-Gerste		50	55	60	65	40			50	60	70	80	
Hafer		35	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-
¹⁾ Bei regelmäßiger Anwendung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft können bei der 2. und 3. N-Gabe insgesamt bis zu 10 kg/ha N je GV angerechnet werden. ²⁾ Bei Qualitätsweizen ist ein Zuschlag in Höhe von bis zu 30 kg/ha N zur 3. N-Gabe möglich. Auf Standorten mit regelmäßiger Vorsommertrockenheit sollte die 3. N-Gabe auf BBCH 37-39 vorgezogen werden.													

Die Probenahme für das Frühjahr 2016 (ca. 100 Standorte) ist weitestgehend abgeschlossen, die Auswertung wird noch fortgeschrieben!
(Dr. Stefan Weimar)

Bsp.: Regionale N_{min}-Durchschnittswerte und N-Düngeempfehlung, KH, 2016

31

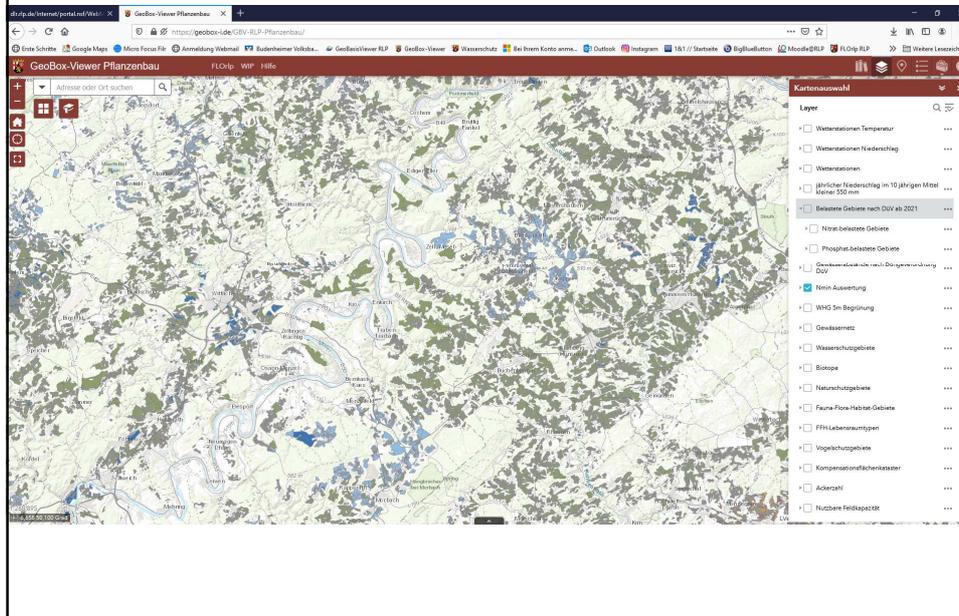
N _{min} -Werte und N-Düngebedarf im Frühjahr 2021 (DLR Rheinhesen-Nahe-Hunsrück)																	
Aktuelle N _{min} -Werte im Landkreis Bad Kreuznach (KH)					N-Düngebedarf nach DüV-Vorgaben				N-Düngeempfehlung für den Landkreis Bad Kreuznach								
Vorläufiger Stand: 24.03.2021 / Probenahme: ab 06.02.2021																	
Hauptfrucht 2021	nach Vorfrucht	N _{min} -Gehalt in Bodenschicht (kg N/ha)					N-Bedarf bei Korn- ertrag	N-Düngebedarf nach Abzug des N _{min} -Vorrats ohne Zu- bzw. Abschlag für Vorfrucht oder den pflanzenverfügbaren N aus der org. Düngung	Zu- bzw. Abschläge pro t dt/ha	Hauptfrucht 2021	nach Vorfrucht	Berechnungsgrundlage: N-Düngeplaner Rheinl.					
		Anzahl	0 – 30 cm	30 – 60 cm	Anzahl	60 – 90 cm						Summe	kg/ha	dt/ha	kg/ha	kg/ha	dt/ha
W-Weizen (AZ: < 50)	Raps, Erbsen, Zuckerrüben	16	27	19	7	16	61	230	80	169		W-Weizen (AZ: < 50)	Raps, Erbsen, Zuckerrüben	65	130	65	65
W-Weizen (AZ: > 51)	Getreide	15	31	27	10	26	84	230	80	146		W-Weizen (AZ: > 51)	Getreide	75	135	70	65
W-Weizen	Getreide	17	24	22	7	25	72	230	80	158		W-Weizen	Getreide	70	135	70	65
W-Triticale		14	25	20	10	20	64	190	70	126	+ 1/-1,5	W-Triticale		70	140	70	70
W-Roggen		17	20	17	10	17	61	170	70	106		W-Roggen		70	120	60	60
W-Gerste		17	28	22	11	17	67	180	70	113		W-Gerste		70	120	60	60
W-Braugerste		17	28	22	11	17	67	-	-	-		W-Braugerste		60	85	55	30
S-Gerste		14	28	24	12	20	52	140	50	88		S-Braugerste	50	75	75	-	
Hafer		19	28	24	12	20	52	130	55	78		Hafer	55	80	45	35	
W-Raps		19	28	20	12	15	64	200	40	137	+ 2/-3	W-Raps	40	145	75	70	
Mittelwert 2021 (gewichtet)		112	27	22	69	20	69	Im Frühjahr 2020 liegt der N _{min} -Gehalt in 0-30 cm Bodentiefe mit 70 kg N/ha um 13 kg über dem Niveau des Vorjahres. Mit zunehmender Ackerzahl steigt der N _{min} -Gehalt in 60-90 cm Bodentiefe tendenziell an. Je nach Tiefgründigkeit bzw. Ackerzahl des Bodens ist der N _{min} -Gehalt in 60-90 cm Bodentiefe bei der betrieblichen Düngebedarfsmitteilung angemessen zu berücksichtigen.			Eine Überschreitung der standortbezogenen N-Obergrenze nach der Düngeempfehlung nach dem N-Düngeplaner Rheinland-Pfalz höher liegt.						
Mittelwert 2019		125	22	19	84	15	56				* Je nach Ertragsersparnis ist die N-Düngung anzupassen. Nutzen Sie dazu bitte Rheinland-Pfalz in der Version 2.0 (www.pflanzenbau.rlp.de).						
nach Bodenqualität:		alle Standorte (2021)															
AZ < 45		48	27	21	24	16	64										
AZ > 46 bis 60		41	29	23	22	19	74										
AZ > 61		26	25	23	13	27	74										
Abschläge bei der Ermittlung des N-Düngebedarfs nach DüV für ...							kg N/ha	Abschläge bei der Ermittlung des N-Düngebedarfs nach DüV für ...									
Vor- und Zwischenfrüchte:								N-Bischoffsweg aus der organischen Düngung zu dem Vorfrucht des Vorjahres in Höhe von 10 % des aufgetrockneten Gesamt									
Luzerne, Klee, Klee, Grünland, Dauerbrache, Rotationsbrache mit Leguminosen							20	Beispiel: Wurden zur Vorfrucht Wintergerste bei deren Aussaat im Herbst 2019 und auch zur ersten N-Gabe im Frühjahr 2020 jeweils 12 t einer Zufuhr von insgesamt 113 kg Gesamt-N/ha entsprechen, sind bei der N-Düngebedarfsmitteilung 2021 rund 11 kg N/ha als N-Nach									
Raps, Körnerleguminosen, Zuckerrüben, Feldgras, Rotationsbrache ohne Leguminosen							10	Anrechnung des pflanzenverfügbaren Stickstoffs aus der organischen Düngung zur aktuellen Kultur im Herbst									
Leguminosen (abgeerntet), Leguminosen im Herbst eingearbeitet, Futterleguminosen mit Nutzung							10										

Bsp.: Regionale N_{min}-Durchschnittswerte und N-Düngeempfehlung, für den Landkreis Bad Kreuznach, 2021 (Dr. Stefan Weimar)

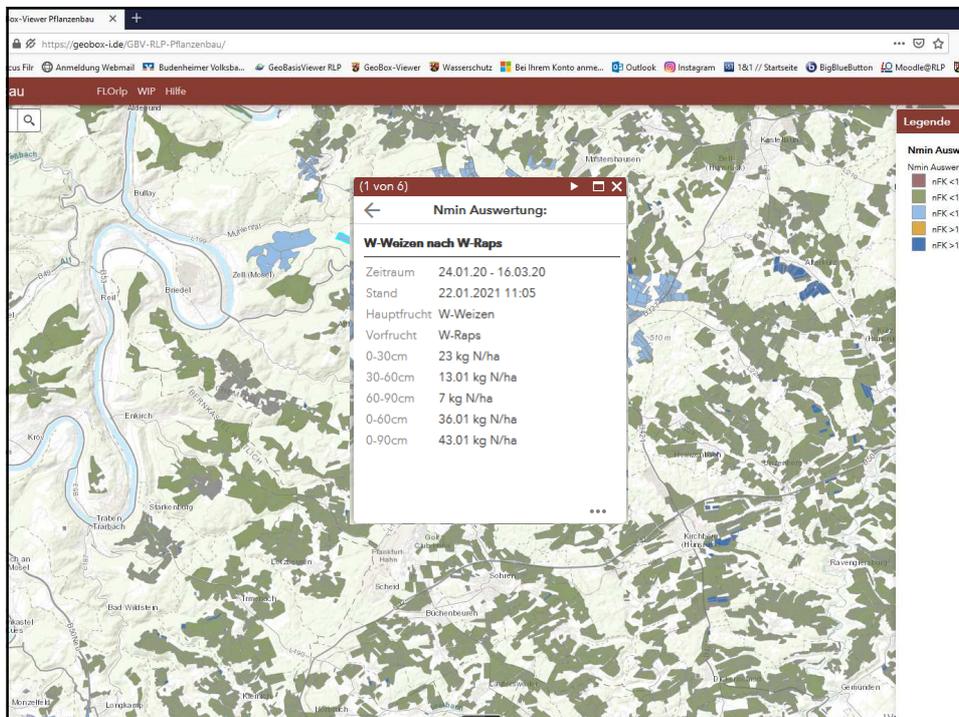
Probleme: Das sind Durchschnittswerte. Einfluss des einzelnen Landwirts, der organischen Düngung etc.

32

N_{min}-Auswertung im GeoBox-Viewer Pflanzenbau aktuell (2021) nach Bodenklimatypen, regionale Abgrenzungen sind vorgesehen



33



34

Probleme mit der Zuverlässigkeit von N_{\min} -Sollwerten

- bei intensiver **organischer** Düngung (evtl. unerwartet hohe N-Nachlieferung)
- bei eingeschränktem Ertrag (z.B. durch Hitze im Frühsommer)

Kulturspezifische Eignung der N_{\min} -Methode zur Ermittlung des N-Düngebedarfs

- gut bei **Braugerste, Gemüse** (schnelle Entwicklung)
- einigermaßen bei **Weizen**
- weniger gut bei **Winterraps** (hohe N-Aufnahme vor Beprobungszeitraum, d.h. Berücksichtigung des Aufwuchs notwendig: „Frischmasse-oder Biomasse-Methode“)

Die Düngeverordnung stützt sich auf die N_{\min} -Methode, als wäre diese unfehlbar....

35



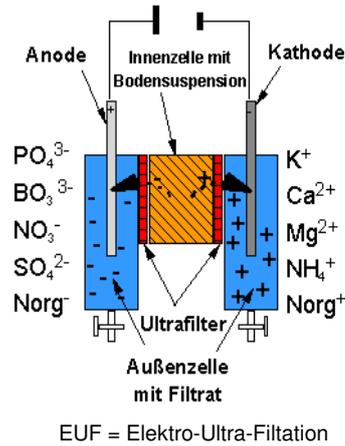
Elektro-Ultra-Filtrations-Gerät

EUF-Methode vorw. im Zuckerrübenanbau des „Südzucker-Gebietes“

Bodenbeprobung im Sommer vor dem ZRübenanbau in 0-30 cm Bodentiefe!

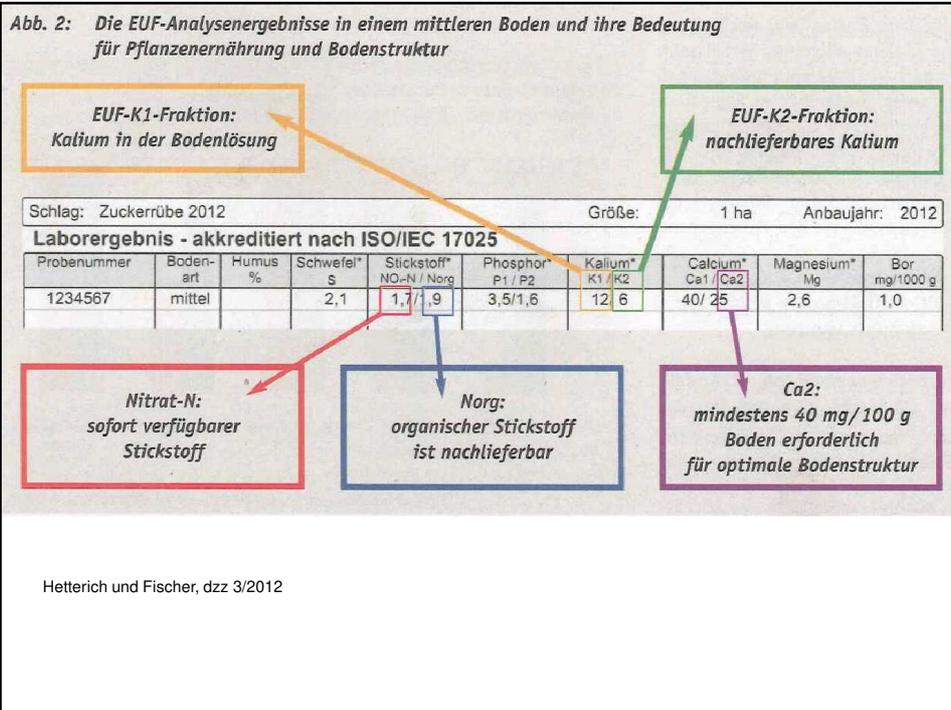
36

Vorgehensweise bei der EUF-Bodenuntersuchung



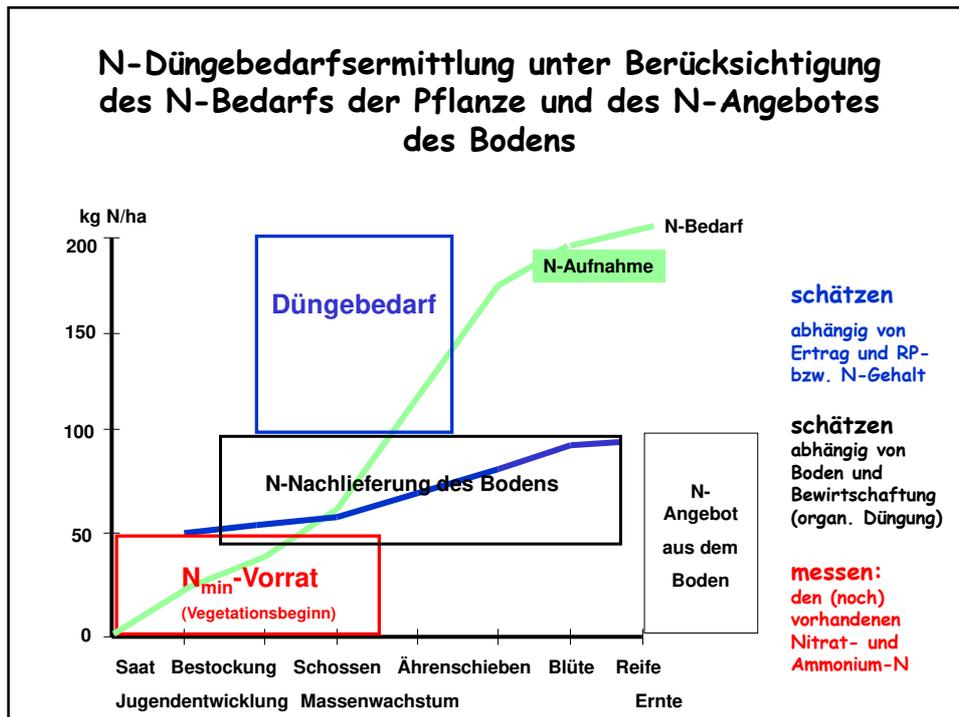
- Probenahme nach Ernte der Vorfrucht (0 - 30 cm)
- Trocknung
- EUF-Extraktion
 - Spezialgerät
 - $\text{NO}_3/\text{NH}_4 + \text{N}_{\text{org}}$
- Interpretation
 - "Eichung" anhand von Feldversuchen
 - Messwert + Bilanzierung
- Kulturen: **Zuckerrüben**
- Getreide, Raps, Reben

37



38

N-Düngebedarfsermittlung unter Berücksichtigung des N-Bedarfs der Pflanze und des N-Angebotes des Bodens



39

N-Bodenuntersuchung (N_{\min} , EUF) vor der ersten Düngung:
standortspezifische N-Nachlieferung während der Vegetationsperiode wird nicht analysiert, sondern sie ist anhand der Düngungsversuche als durchschnittliche Nachlieferung der Versuchsstandorte bereits in den Sollwerten berücksichtigt!

Hilfestellung durch ... ???

- Simulationsmodelle (werden kaum angewandt)
- Bestimmung des Nachlieferungspotentials

im Feldversuch

oder

im Labor

- **Fläche ohne Bewuchs**
 - Messung N_{\min} -Anstieg
- **Fläche mit Kulturpflanzen, aber ohne N-Düngung (Nullvarianten in N-Düngungsversuchen)**
 - Messung N-Aufnahme + N_{\min}

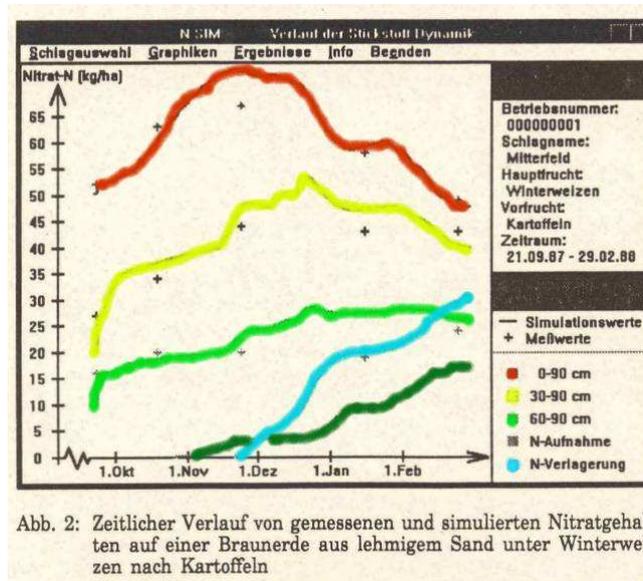
- **Inkubationsversuche (Bebrütung)**
 - optimale Bedingungen (Temp., Feuchte)
- **mikrobiologische Ansätze**
 - Biomasse-N
 - Enzymaktivitäten
- **Extraktionsverfahren**

Es gibt zu wenige N-Düngungsversuche

bislang ohne praktische Bedeutung

40

Zeitlicher Verlauf der Nitratgehalte im Boden



Quelle: Th. Engel 1991

41

Notwendige Eingabedaten für Stickstoffsimulationsmodelle

Witterungsdaten (täglich):

- Niederschlag
- Temperatur
- Sättigungsdefizit der Luft
- Globalstrahlung

Bodendaten:

- Bodenprofil
- Bodenart
- Humusgehalt (Ct- und Nt-Gehalt)

Bewirtschaftungsdaten:

- Vorfrucht (Art, Ertrag, Erntedatum)
- Verbleib der Ernterückstände
- aktuelle Frucht (Art, Aussattermin)
- Düngungen (Art, Menge, Datum)

42

Bsp. für Umfang der N-Nachlieferung in fruchtbaren Böden

N_{null}-Variante Düngungsversuch

Beispiel:

40 dt/ha WiWz (9 % RP)	<u>kg N/ha</u>
Korn-N = $40 * 0,86 * 9 : 5,7$	= 54
Stroh-N = $40 * 0,43$	= 17
Restpfl. + 13 %	= 9
N-Menge im Weizen	= 80

Nährstoffmonitoring RP 2004-2013

240 Ackerflächen: **0,18 % N**

ca. 4,4 Mill. kg Boden/ha (ca. 30 cm)

0,18 % = **8.000 kg N/ha**

1 % Mineralisierung = **80 kg N/ha**

+ Mineralisierung außerhalb Vegetationszeit

Humus- und N-Gehalte im Boden bleiben bei gleichbleibender Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Bodenbearbeitungsintensität) relativ konstant!

Wie wird die N-Nachlieferung aufrechterhalten?

	<u>kg N/ha</u>
Korn, gedüngte Pflanzen	170 (= Abfuhr)
Erntereste Stroh-N = $64 * 0,5$	= 32
Restpfl. + 13 %	= 26
Niederschläge	= 20
N-Bindung Mikroorganismen	= ?
N-Saldo im Vorjahr	= ??
Summe N-Eintrag	= ca. 80

43

43

Bsp. für Umfang der N-Nachlieferung in fruchtbaren Böden

N_{null}-Variante Düngungsversuch

Beispiel:

40 dt/ha WiWz (9 % RP)	<u>kg N/ha</u>
Korn-N = $40 * 0,86 * 9 : 5,7$	= 54
Stroh-N = $40 * 0,43$	= 17
Restpfl. + 13 %	= 9
N-Menge im Weizen	= 80

Nährstoffmonitoring RP 2004-2013

240 Ackerflächen: **0,18 % N**

ca. 4,4 Mill. kg Boden/ha (ca. 30 cm)

0,18 % = **8.000 kg N/ha**

1 % Mineralisierung = **80 kg N/ha**

+ Mineralisierung außerhalb Vegetationszeit

Humus- und N-Gehalte im Boden bleiben bei gleichbleibender Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Bodenbearbeitungsintensität) relativ konstant!

Wie wird die N-Nachlieferung aufrechterhalten?

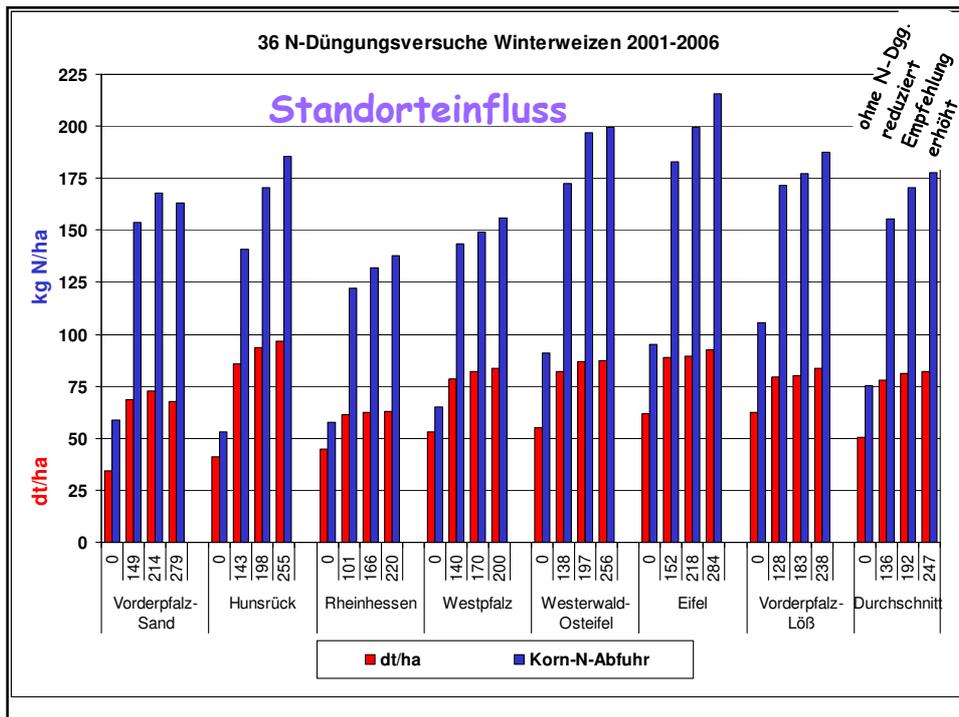
	<u>kg N/ha</u>
Korn, gedüngte Pflanzen	170 (= Abfuhr)
Erntereste Stroh-N = $64 * 0,5$	= 32
Restpfl. + 13 %	= 26
Niederschläge	= 20
N-Bindung Mikroorganismen	= ?
N-Saldo im Vorjahr	= ??
Summe N-Eintrag	= ca. 80

in der Realität variiert die N-Nachlieferung sehr stark durch unterschiedliche

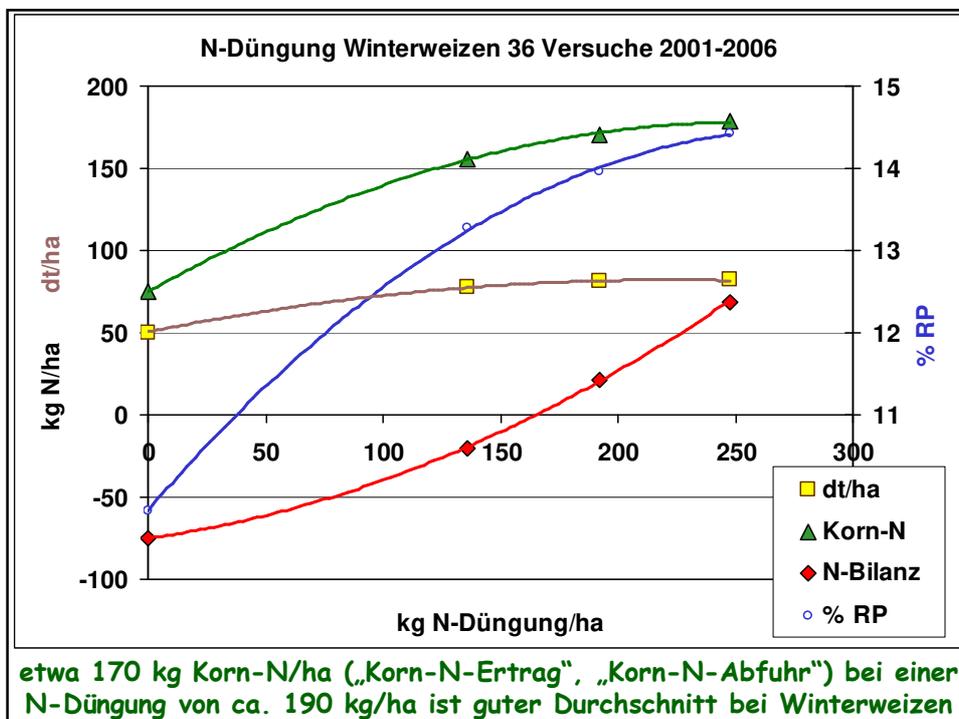
- **Vor- und Zwischenfrüchte** (Erntereste, C:N-Verh., Leguminosen-N-Bindung)
- **Böden** (Bodenart, Bodentyp, mikrobielle Aktivität, pH)
- **Witterung** (Niederschläge, Temperatur, Sonneneinstrahlung, Höhenlage)
- **Bodenbearbeitung** (Direktsaat ...Pflug... häufiges Fräsen)
- **organische Düngung** (1 GV ca. 80 - 100 kg N (je ca. 50 % NH₄-N und N_{org}))

44

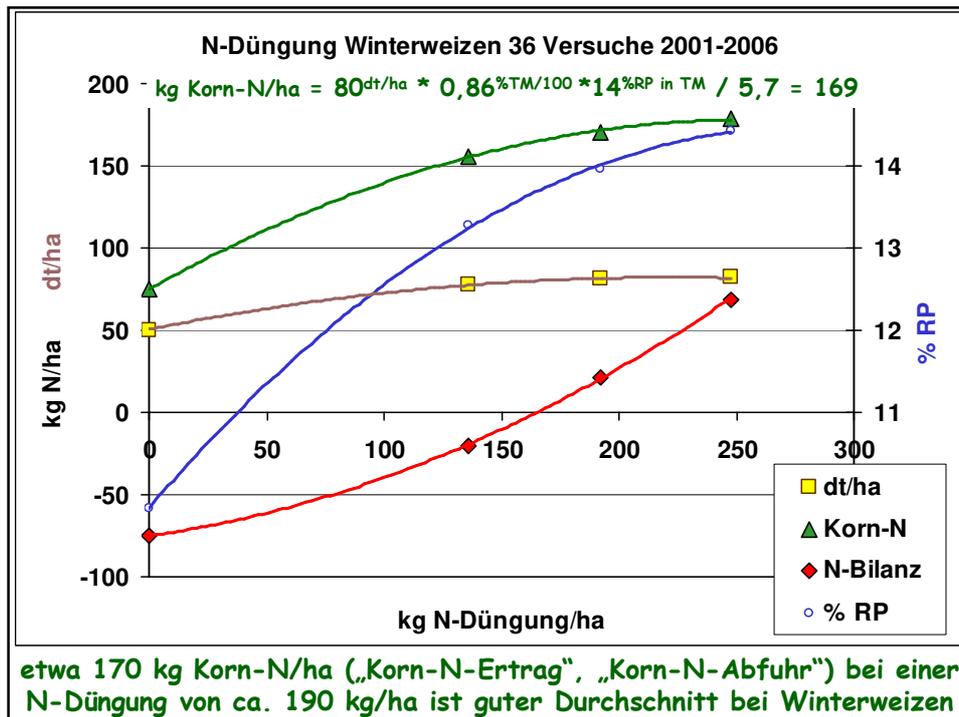
44



45



46



47

beispielhafte Fragen zum Teil 1:

- Beschreiben Sie das Prinzip der N_{\min} -Methode (Ursprung, Kulturart, Beprobungstiefen, Zielgröße der Analyse, klassischer Sollwert, Weiterentwicklungen)
- Wie unterscheidet sich die N_{\min} - von der EUF-Methode?
- Beschreiben Sie Vor- und Nachteile der N_{\min} -Methode
- Welchen Anteil des N-Angebots für die Pflanze kann man nur schätzen und wovon hängt er im Wesentlichen ab?
- Welchem Verlauf folgt der Ertrag z.B. von Weizen mit zunehmendem N-Angebot aus Boden und Düngung?
- Wie unterscheiden sich Standorte mit Sommertrockenheit und schneller Abreife (Vorderpfalz, Rheinhessen) von Standorten kühl-feuchter Mittelgebirgslagen im Ertragsverlauf bei zunehmender N-Düngung
- Berechnen Sie anhand eines Beispiels: Korn-N-Abfuhr, N-Bilanz, N-Düngungskosten-freien Erlös

48