



Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Umsetzung der EU-WRRL

Dr. Wilfried Schliephake, Abteilung Pflanzliche Erzeugung





Gliederung

Inhalt und Ziele der Wasserrahmenrichtlinie

Pflanzenbauliche Maßnahmen:

- Getreide
- Raps
- Organische Dünger
- Zwischenfruchtanbau

Schlussfolgerungen



Zentrales Ziel der WRRL

„**Guter Zustand**“ für die Gewässer **bis 2015**

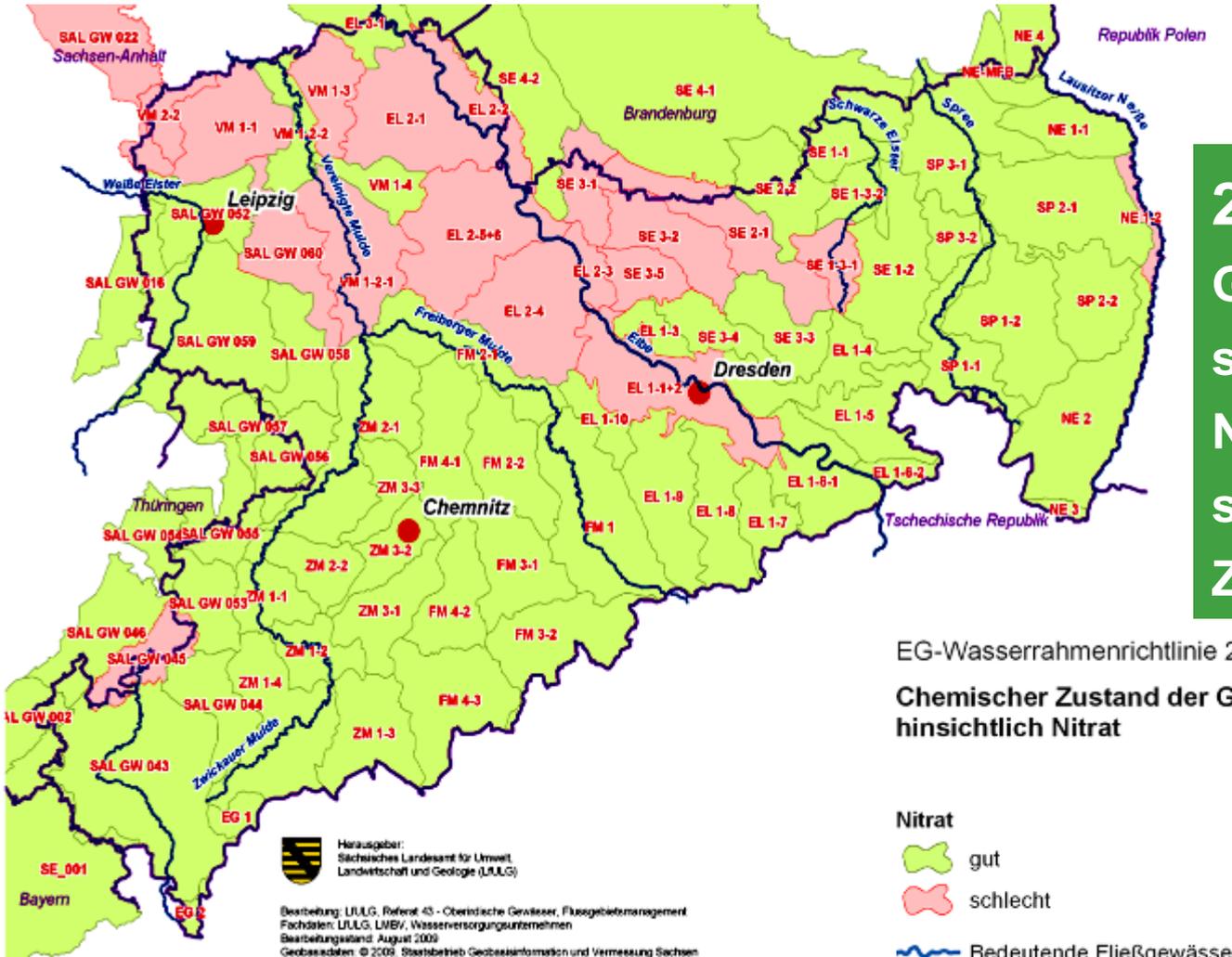
Oberflächengewässer: **guter ökologischer Zustand und
guter chemischer Zustand**

Grundwasser: **guter mengenmäßiger Zustand und
guter chemischer Zustand**

Grundsätzliches Verbot der Verschlechterung

Chemischer Zustand

Grundwasserkörper: Parameter Nitrat



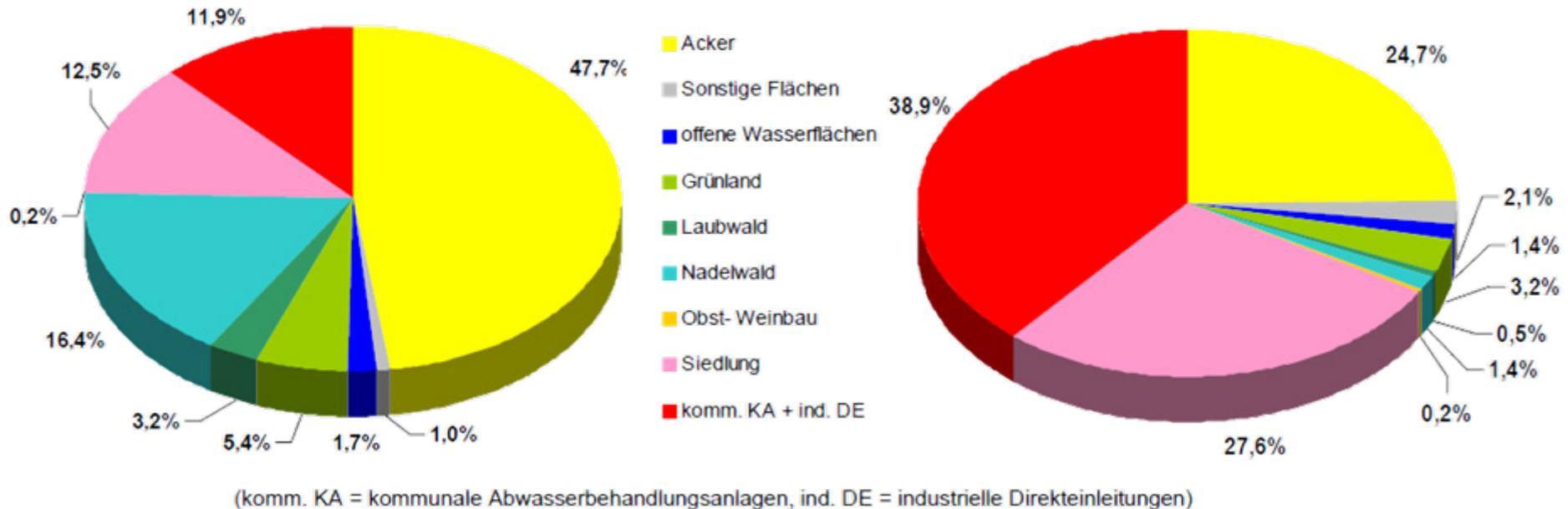
24 % der sächsischen
Grundwasserkörper
sind aufgrund ihres
Nitratgehaltes in einem
schlechten chemischen
Zustand nach WRRL

EG-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG in Sachsen

**Chemischer Zustand der Grundwasserkörper
hinsichtlich Nitrat**

Quellenbezogene Anteile der Nährstoffeinträge (Emissionen) in sächsische Gewässer

Ergebnisdaten Projekt „Atlas der Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer“, Zeitschnitt 2005, Modellstand 07/ 2009

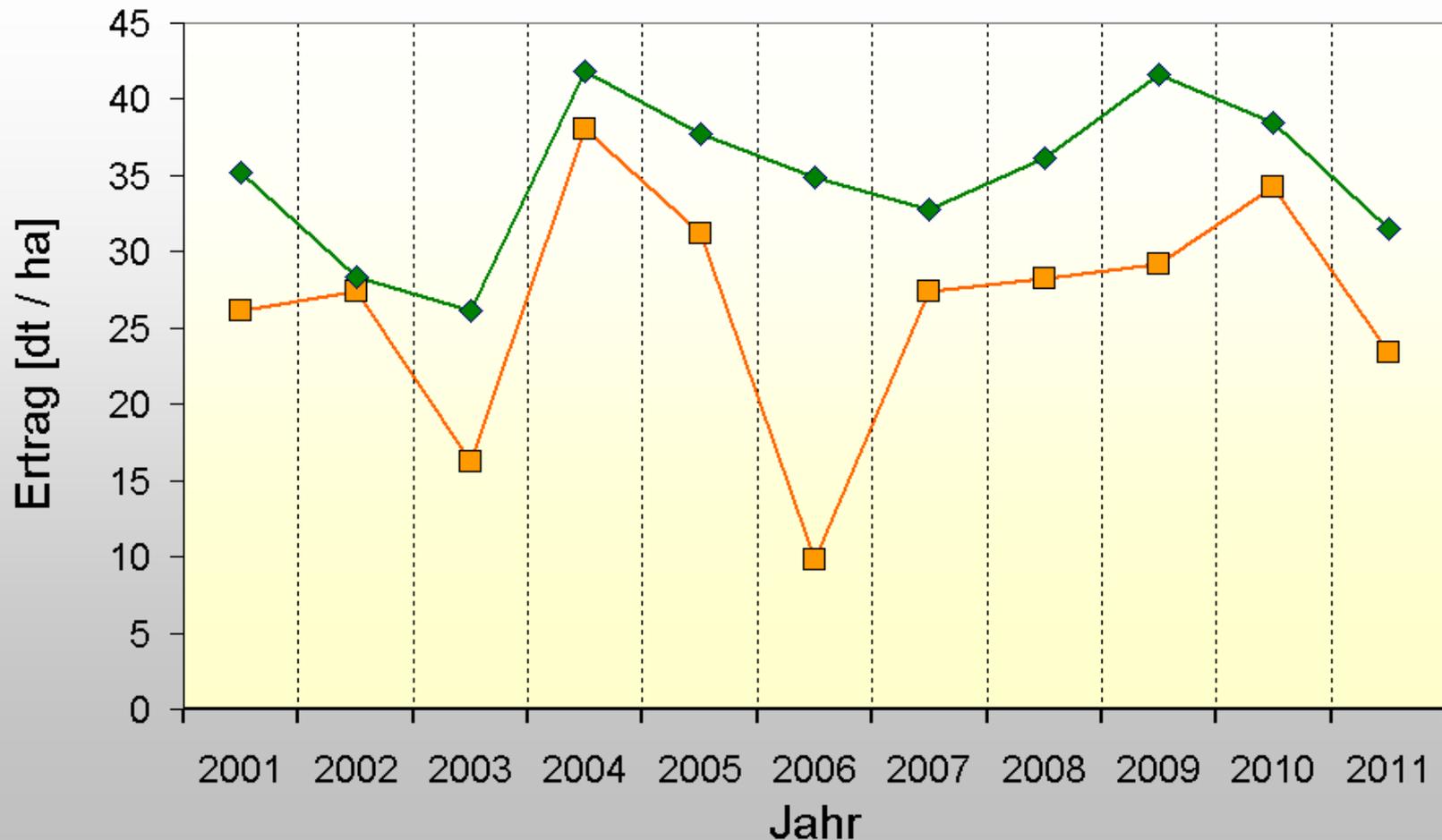


Relative Anteile von **Stickstoff**einträgen (Emission) aus diffusen Quellen und Punktquellen im Freistaat Sachsen

Relative Anteile von **Phosphore**inträgen (Emission) aus diffusen Quellen und Punktquellen im Freistaat Sachsen

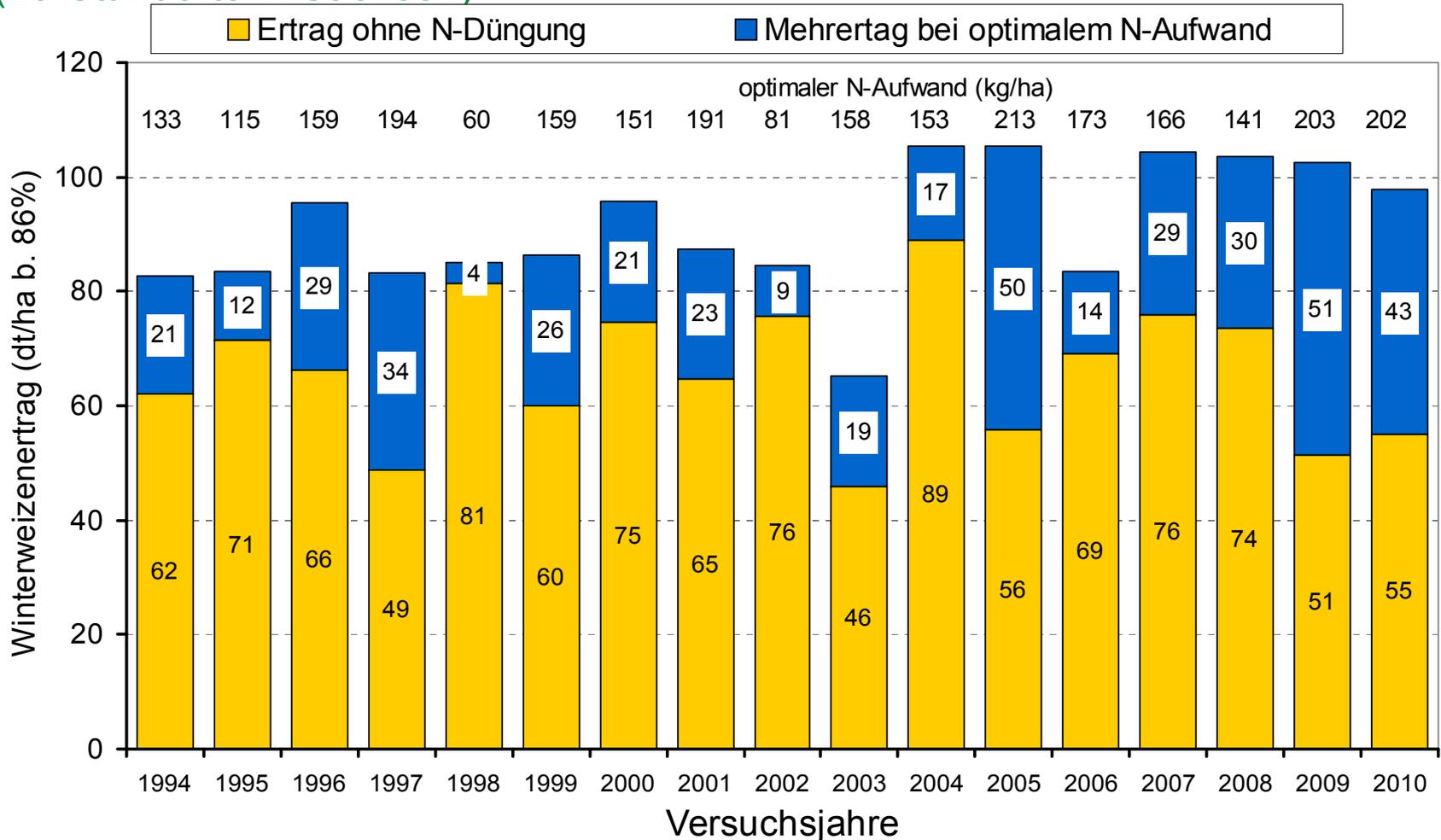
Erträge von Winterraps in einer Fruchtfolge und im Mittel von Sachsen

■ Rapserttrag in einer FF (lehmiger Sand) ◆ Rapserttrag im Mittel von Sachsen



Weizenerträge ohne N-Düngung und Mehrertrag bei optimalem N-Aufwand

(Lö-Standorte in Sachsen)

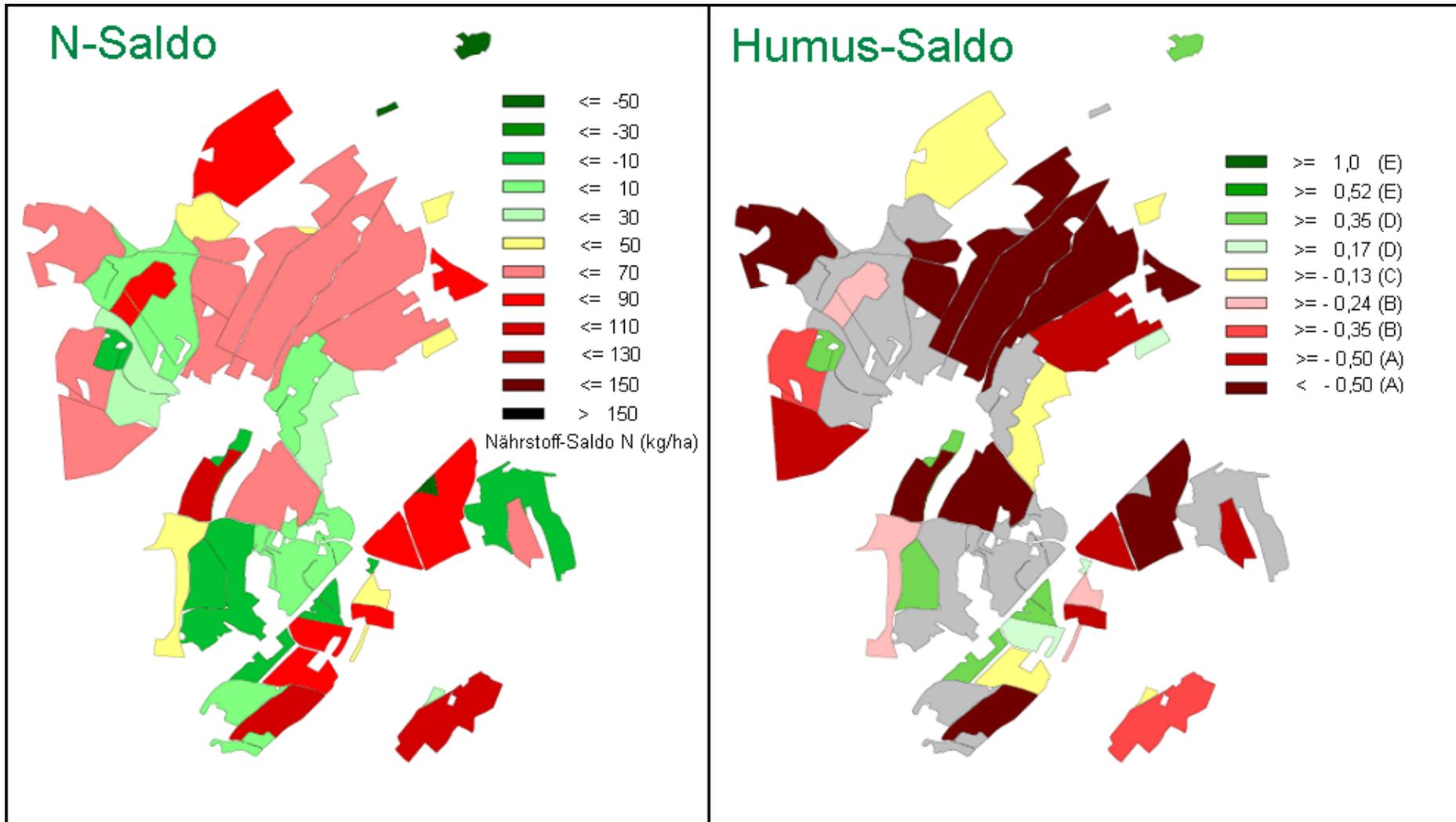


Es besteht eine recht enge Beziehung zwischen dem Grundertrag und dem optimalem N-Aufwand ($r = 0,61$), aber nur eine schwache zwischen dem Optimalertrag und optimalem N-Aufwand ($r = 0,3$)! Mittlerer opt. N-Aufwand 156 kg/ha (60...213).

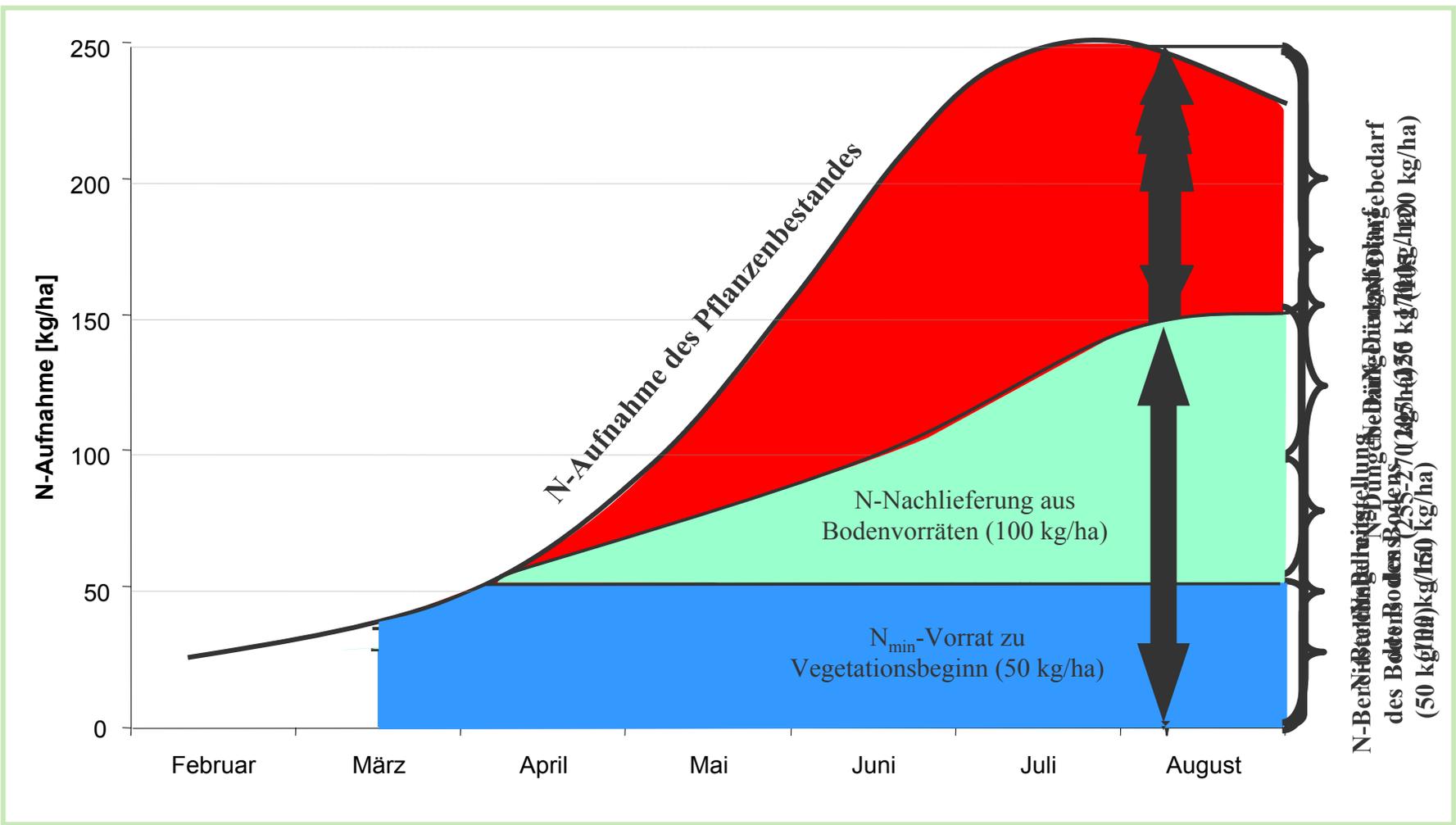
Schlagbezogene Bilanzen

Betriebsbeispiel, Mittel 2006 bis 2008

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Modell der N-Aufnahme, der N-Bereitstellung des Bodens und des N-Düngebedarfes bei Winterweizen (Ertrag: 80 - 100 dt/ha)

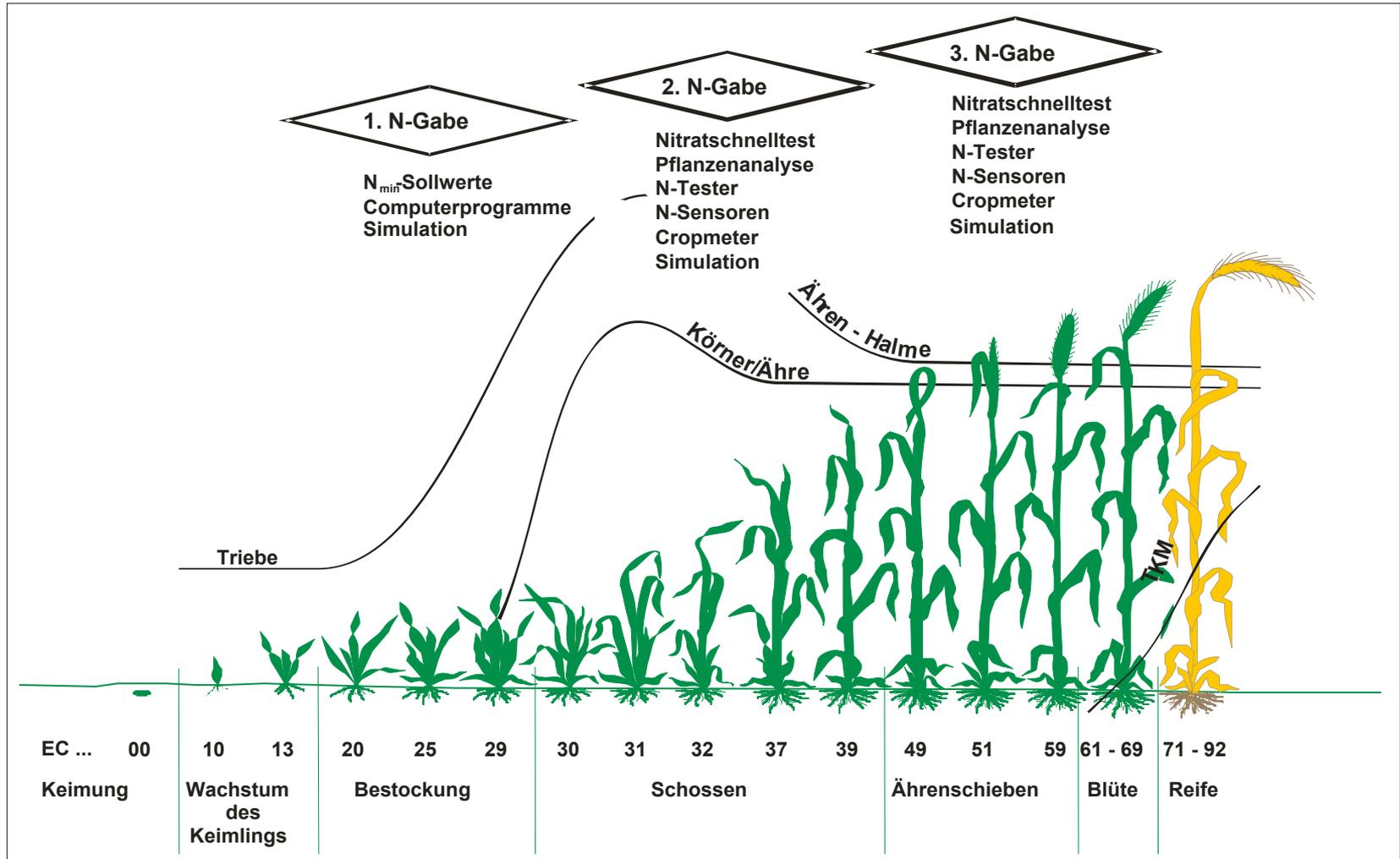


Potenzielles N-Nach- lieferungsvermögen von Böden

Bodenart	Humus % in 0-30 cm	N _t % in 0-30 cm	C /N – Verhältnis im Boden	N _t kg/ha in 0- 30 cm	N _{min} * kg/ha in 0-30 cm
schluffiger Lehm	2,73	0,17	9,31	7650	195
lehmiger Schluff	3,25	0,19	9,92	8550	287

*) nach Bebrütung des Bodens, vier Wochen bei optimaler Bodenfeuchte und 25 °C

Verfahren der N-Düngebedarfs- ermittlung bei Getreide



N-Düngebedarfsermittlung mit dem Nitrat-Schnelltest



Übersicht zur Ermittlung der 2. und 3. N-Gabe einschließlich des Einsatzes stabilisierter N-Dünger

Nitratschnelltest

Ermittlung des N-Bedarfes von Wintergetreide mit dem Nitratschnelltest

Testzeit	Färbung	Färbeskala	NO ₃ -Konzentration im Pflanzensaft (mg/l)	Empfohlene 2. N-Gabe (kg/ha)	Empfohlene 3. N-Gabe (kg/ha)	Färbewert
15 s	hellviolett		< 200	20 bis 30	10 bis 30	1
30 s	hellviolett		< 500	30 bis 40	20 bis 40	2
1 min	hellviolett		500	40 bis 50	30 bis 50	3
1 min	violett		100 bis 200	50 bis 60	40 bis 60/100	4
1 min	hellviolett		25 bis 50	60 bis 70		5
3 min	stark violett		> 1000			6

In Anweisung an die Färbeskala auf der Verpackung:
 1) höhere Werte bei hoher Ertragsvermutl. max. 60 kg N/ha
 2) höhere Werte bei hoher Ertragsvermutl. max. 60 kg N/ha
 3) höherer Wert bei hoher Ertragsvermutl. zur Erzeugung von Qualitätsweizen max. 70 kg N/ha
 4) höherer Wert bei hoher Ertragsvermutl. zur Erzeugung von Qualitätsweizen max. 70 kg N/ha
 5) Es besteht eine deutliche nicht oxalidische N-Unterversorgung. Es ist zu prüfen, ob Bestandesaufbau und Ertragsvermutl. eine hohe N-Gabemenge noch rechtfertigen.

Orientierungswerte für mittlere Bestandesdichten

Fruchtart	Frühweizen EC 36/31	starke "Halmweizen" EC 32 bis 37	Korrektur 2. N-Gabe (kg/ha)
Winterweizen	700 bis 1100	500 bis 700	± 5 kg N/ha bei Bestandesdichten außerhalb angegebenen Spans
Wintergerste	900 bis 1300	600 bis 800	
Winterweizen und Triticale	700 bis 1200	450 bis 650	

* Ertragswerte sind gerundet der Anzahl stromabwärtiger Halme
 * höhere Wert gilt für zweizeilige Sorten
 * Korrektur nur im Rahmen der empfohlenen Spans

N-Düngebedarfsermittlung mit dem Yara-N-Tester



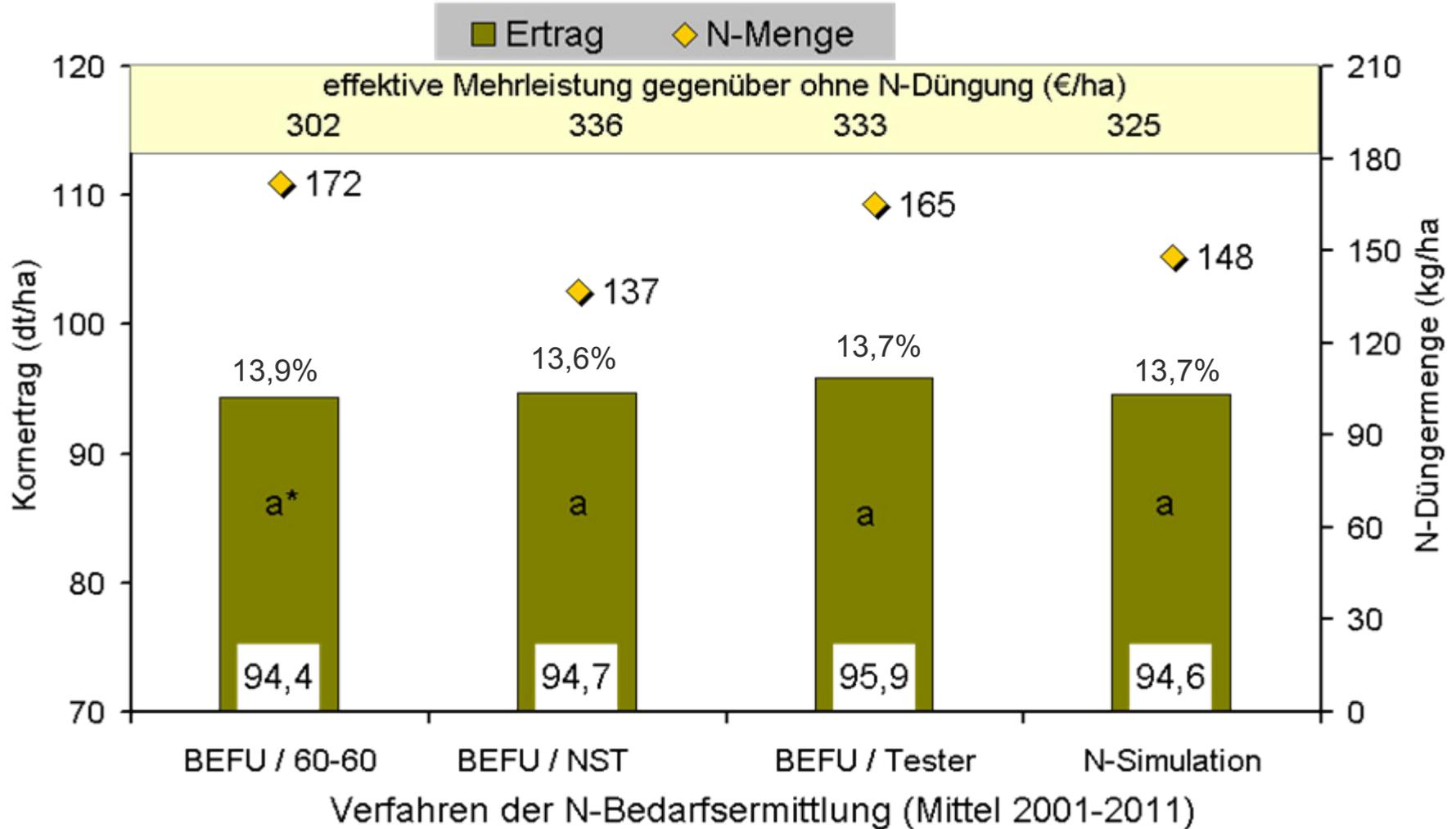
YARA N-Düngeempfehlung 2010
zum Schossen und Ährenschieben
Winterweizen

- N-Tester einschalten und Mesekopf 1x durchdrücken (Startkalibrierung).
- Messung von mind. 30 vollentwickelten und jüngsten Blättern (Blattmitte), die eine durchschnittliche Probe des Schläges darstellen.
- Fährtenblatt erst bei Öffnen der Blattschneide (Ähre wird sichtbar) messen.
- Messwert ablesen.
- Den abgelesenen Wert um den in der Tabelle aufgeführten Sortenwert korrigieren.

Schossen (BBCH 30/32)		gilt nur für 2010	Ährenschieben (BBCH 37/51)	
Messwert	kg N/ha		Messwert	kg N/ha
> 715	0	<ul style="list-style-type: none"> • Düngeempfehlung: Anhand des sortenkorrigierten Messwertes die empfohlene N-Menge aus der Tabelle ablesen. • Beispiel: Sorte: Akteur, BBCH 30/32 Messwert: 625 Sortenkorrekturwert: - 20 korrigierter Messwert: 605 Düngeempfehlung: 70 kg N/ha 	> 700	0
715 - 686	20		700 - 681	20
685 - 671	30		680 - 666	30
670 - 656	40		665 - 651	40
655 - 636	50		650 - 636	50
635 - 616	60		635 - 621	60
615 - 591	70		620 - 601	70
590 - 566	80		600 - 579	80
565 - 540	90		> 575	90
< 540	100			

• **Hinweis Qualitätsweizen:** Für die Produktion von Qualitätsweizen (A/E-Sorten) empfehlen wir einen weiteren Qualitätszuschlag von 30-50 kg N/ha auf die ermittelte Ährengabe. Bitte beachten Sie hierzu auch die Empfehlungen der Züchter und der Beratung.

Effektive Mehrleistung (€/ha) durch Verfahren der N-Bedarfsermittlung auf einem nachlieferungsstarken Löss-Standort

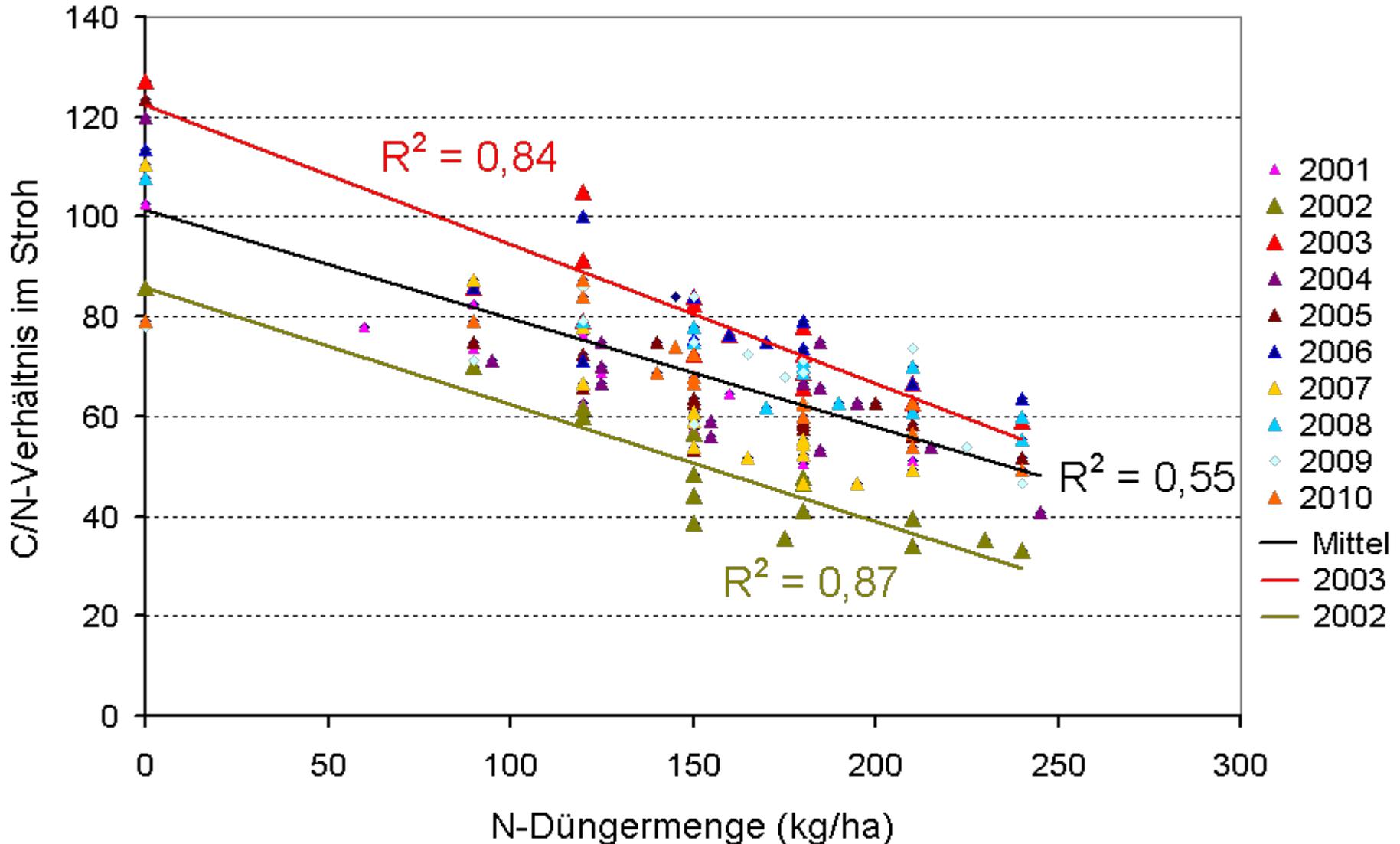


* nicht Signifikant

N-Bilanz und Rest-N_{min} bei den verschiedenen Verfahren
der N-Bedarfsermittlung auf einem nachlieferungsstarken
Löss-Standort (Mittel 2001-2011)

Merkmal	Prüfglied			
	BEFU/ 60 / 60	BEFU/ NST	BEFU/ N-Tester	N-Simulation
N-Düngermenge (kg/ha)	172	137	165	148
N-Bilanz Korn (kg/ha)	-22,1	-56,7	-31,7	-46,0
N _{min} nach der Ernte (kg/ha)	-	57	68	62

Einfluß der eingesetzten N-Menge auf das C/N-Verhältnis von Weizenstroh (Forchheim 2001-2010)



Zielkonflikte bei der Erzeugung von Qualitätsweizen

Betriebswirtschaftliches Ziel

- hoher Ertrag mit hohem Rohproteingehalt

Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie

- Nitratgehalte < 50 mg/l im Grundwasserkörper

Lösungsmöglichkeiten

- Bedarfsgerechte jahresspezifische N-Düngung (N_{\min} , BEFU, NST, N-Tester, N-Sensor)
- zeitliche Vorverlegung der Spätgaben unter Nutzung stabilisierter N-Dünger
- Flüssigdüngung mit AHL sowie N-Injektion auf leichten Böden
- Teilschlag-Düngung unter Beachtung des Ertragspotenzials und Bodenwasservorrates
- verminderte N-Mineralisierung durch konservierende Bodenbearbeitung nach Ernte
- Anbau von Winterraps nach Qualitätsweizen zur N-Bindung hoher N_{\min} -Reste
- Anbau von Winterzwischenfrüchten ohne N-Düngung
- Strohdüngung ohne N-Ausgleich
- verändertes Vergütungssystem – sortenabhängig mit gleitenden Qualitätszuschlägen

Rapsbestände im Spätherbst 2011 mit unterschiedlicher Nährstoff- und Wasserversorgung



sandiger Lehm



anlehmiger Sand

Boden	N in 0-60 cm zur Aussaat ¹⁾	Spross-FM	TM	N-Gehalt in der TM	N im Spross	Wurzeltiefgang
	kg/ha	kg/m ²	%	%	kg/ha	cm
anlehmiger Sand	74	1,34	21,4	1,95	56	35
sandiger Lehm	127	4,26	13,2	4,32	243	80

¹⁾ N_{min} und Dünger-N

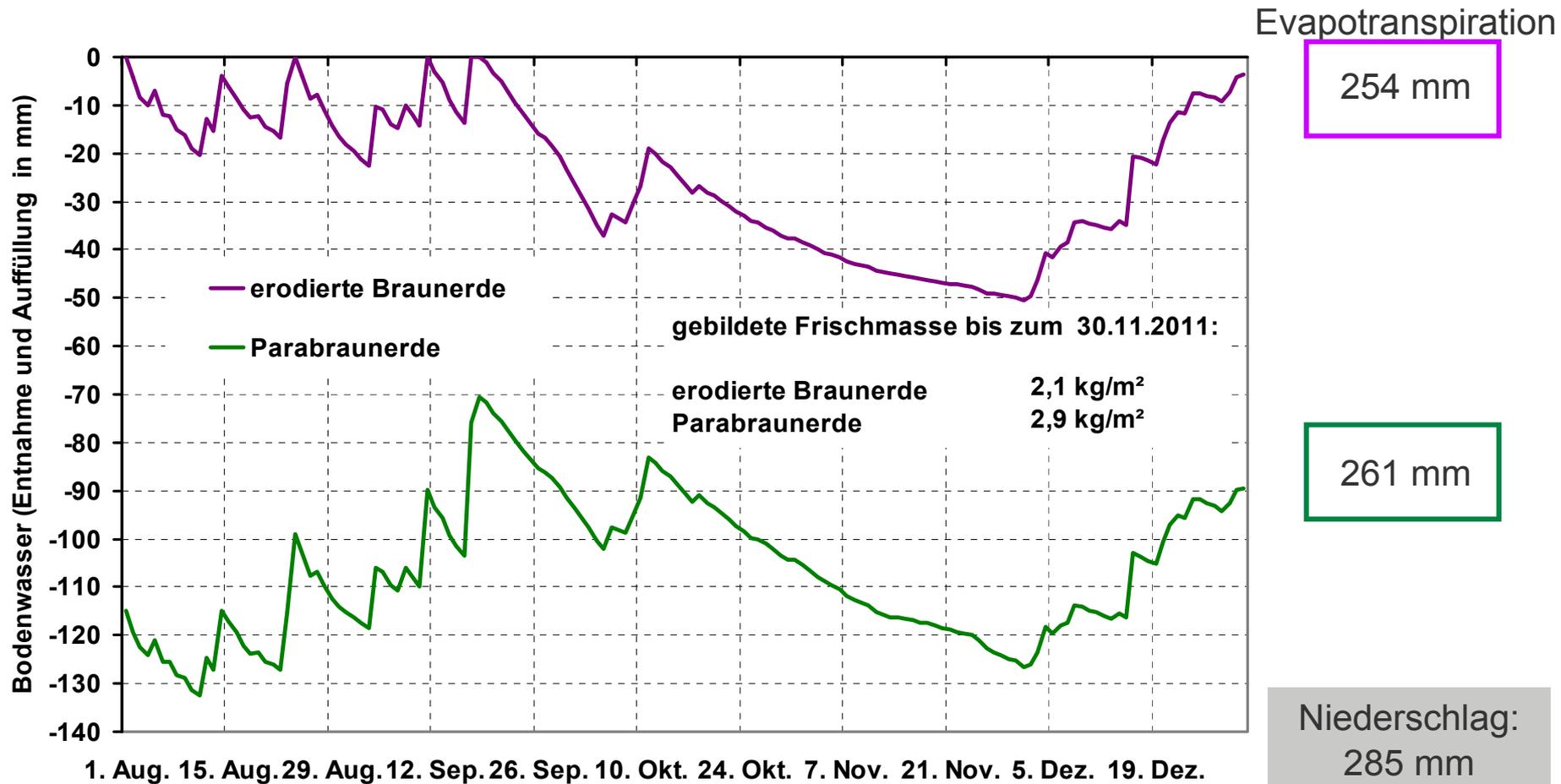
Winterrapsbestände auf zwei verschiedenen Böden der Lysimeterstation in Brandis (Dezember, 2011)

flachgründige, erodierte Braunerde

tiefgründige, Parabraunerde

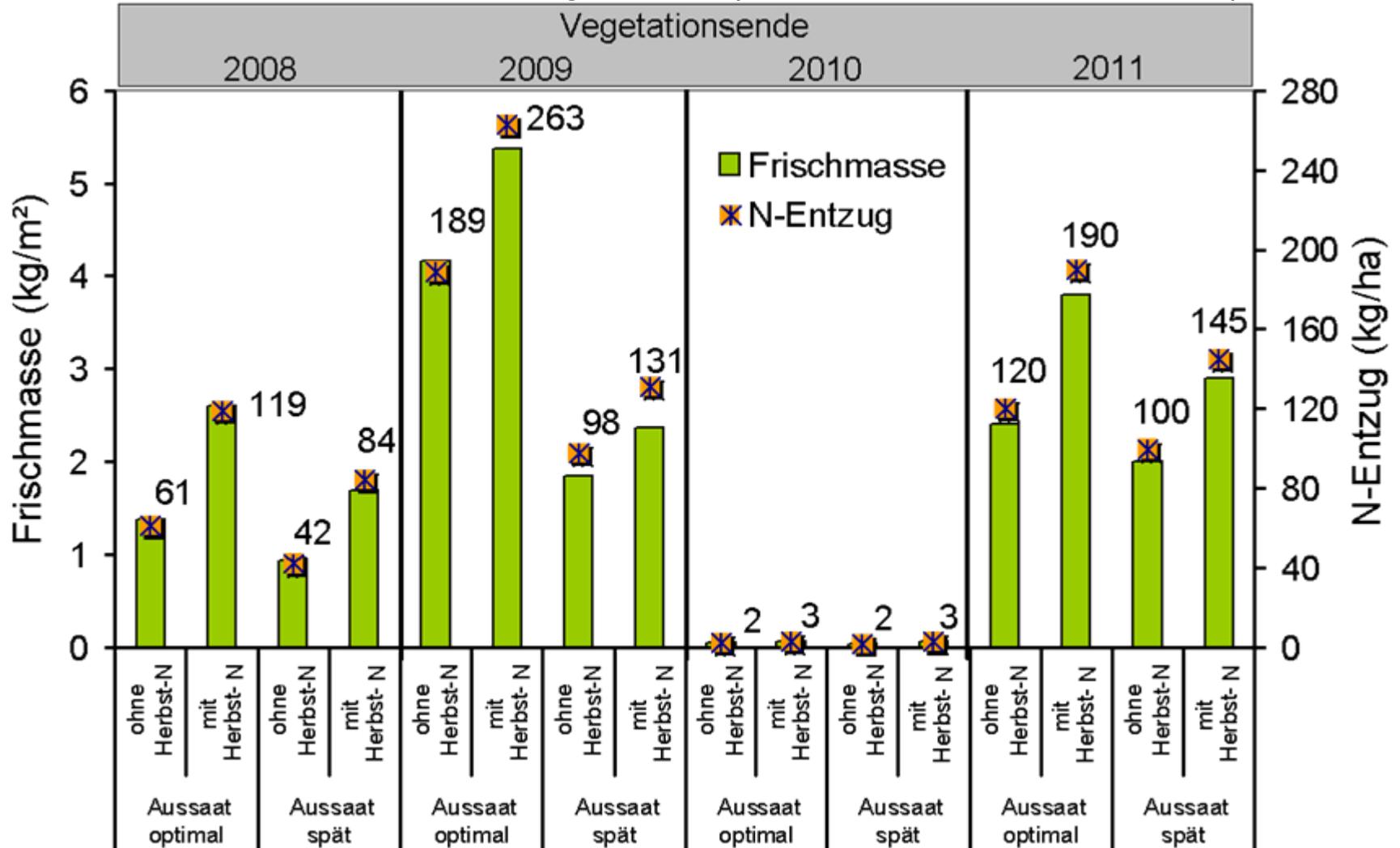


Verlauf von Bodenwasserentnahme und Auffüllung unter Winterraps im Zeitraum von August bis Dezember 2011 am Standort Brandis (0 = vollständige Sättigung des Profils)



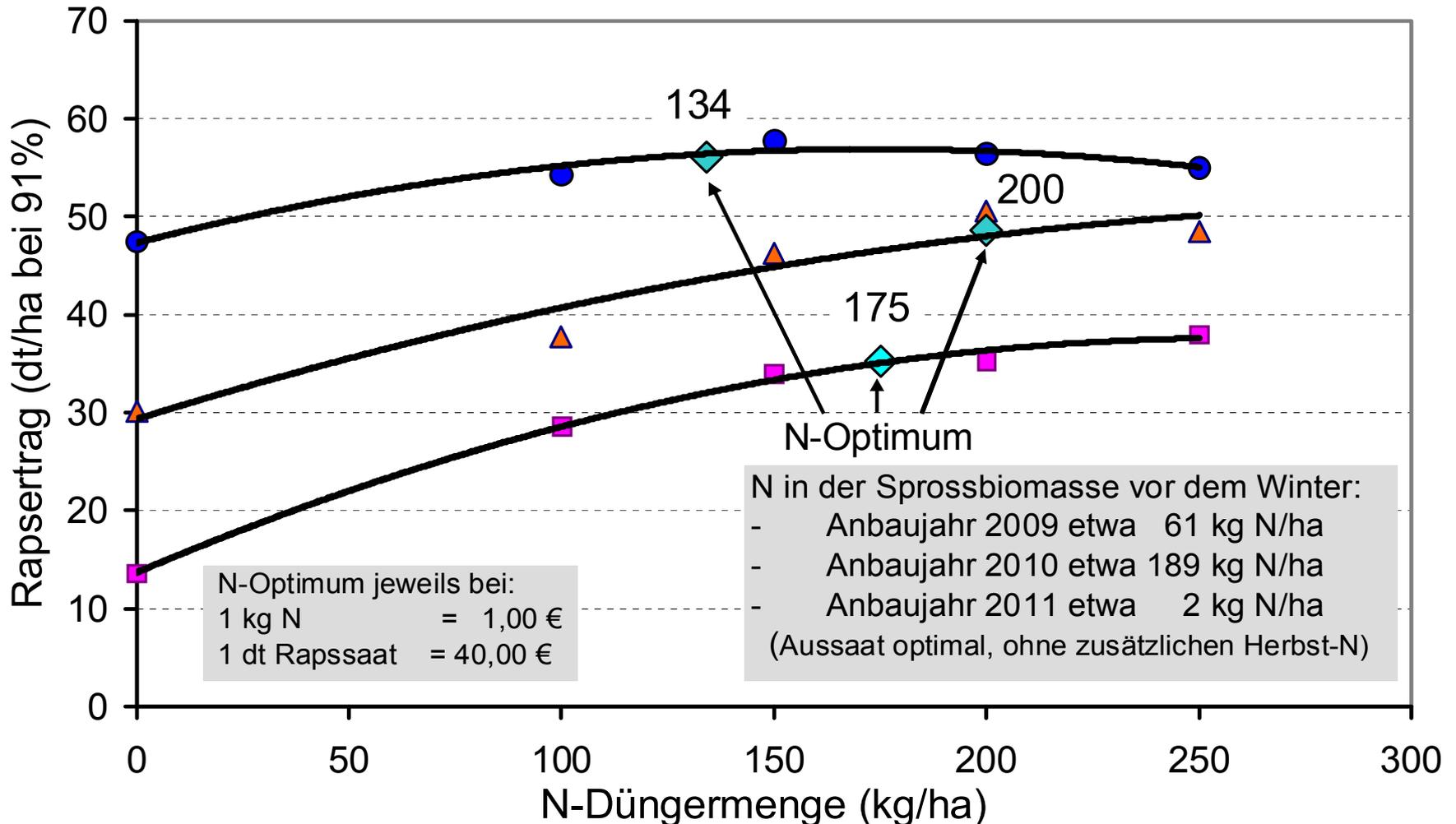
Quelle: Haferkorn, 2012

Frischmassebildung und N-Aufnahme im Spross bis zum Ende der Vegetation (diluvialer Standort Baruth)

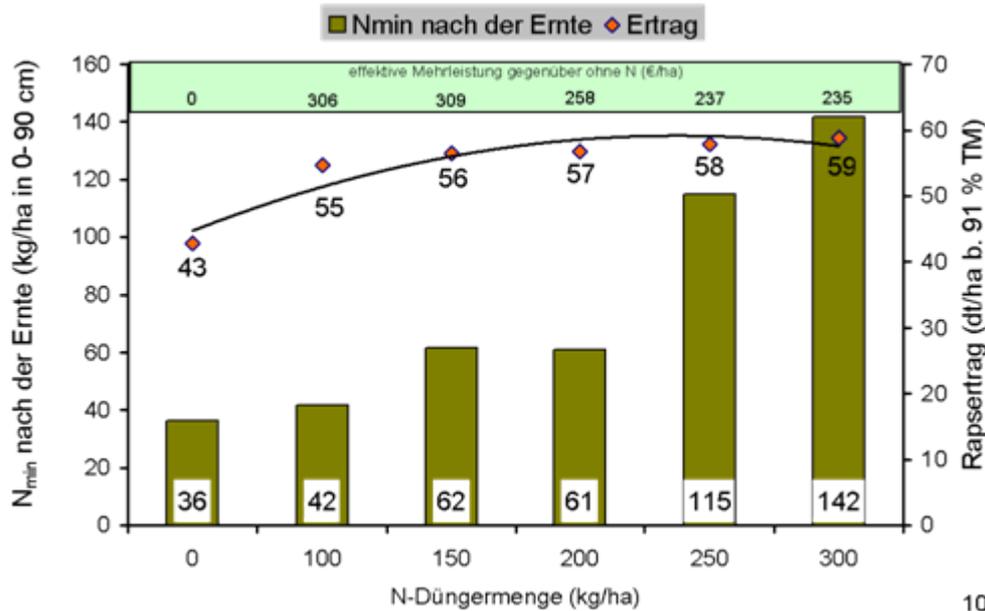


Einfluss der Vorwinterentwicklung auf den Rapserttrag (D-Standort in Baruth, AZ 30)

▲ Ertrag 2009 ● Ertrag 2010 ■ Ertrag 2011

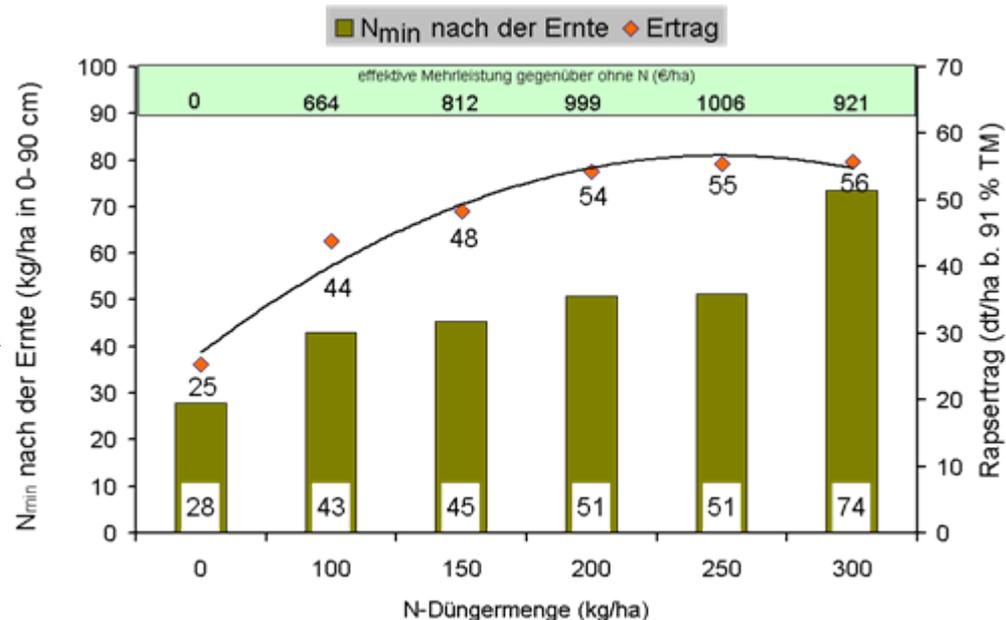


Ertragsverhalten und Rest-N_{min} in Abhängigkeit vom N-Angebot bei Winterraps



- Lössboden mit starker N-Nachlieferung
- kräftige Vorwinterentwicklung mit etwa 100 kg N /ha in oberirdischer Biomasse
- etwa ein Fünftel des gedüngten N in der jeweilige N-Stufe mit der Rapssaat abgefahren

- Lössboden mit geringer N-Nachlieferung
- normale Vorwinterentwicklung mit etwa 50 kg N /ha in oberirdischer Biomasse
- etwa ein Drittel des gedüngten N in der jeweilige N-Stufe mit der Rapssaat abgefahren

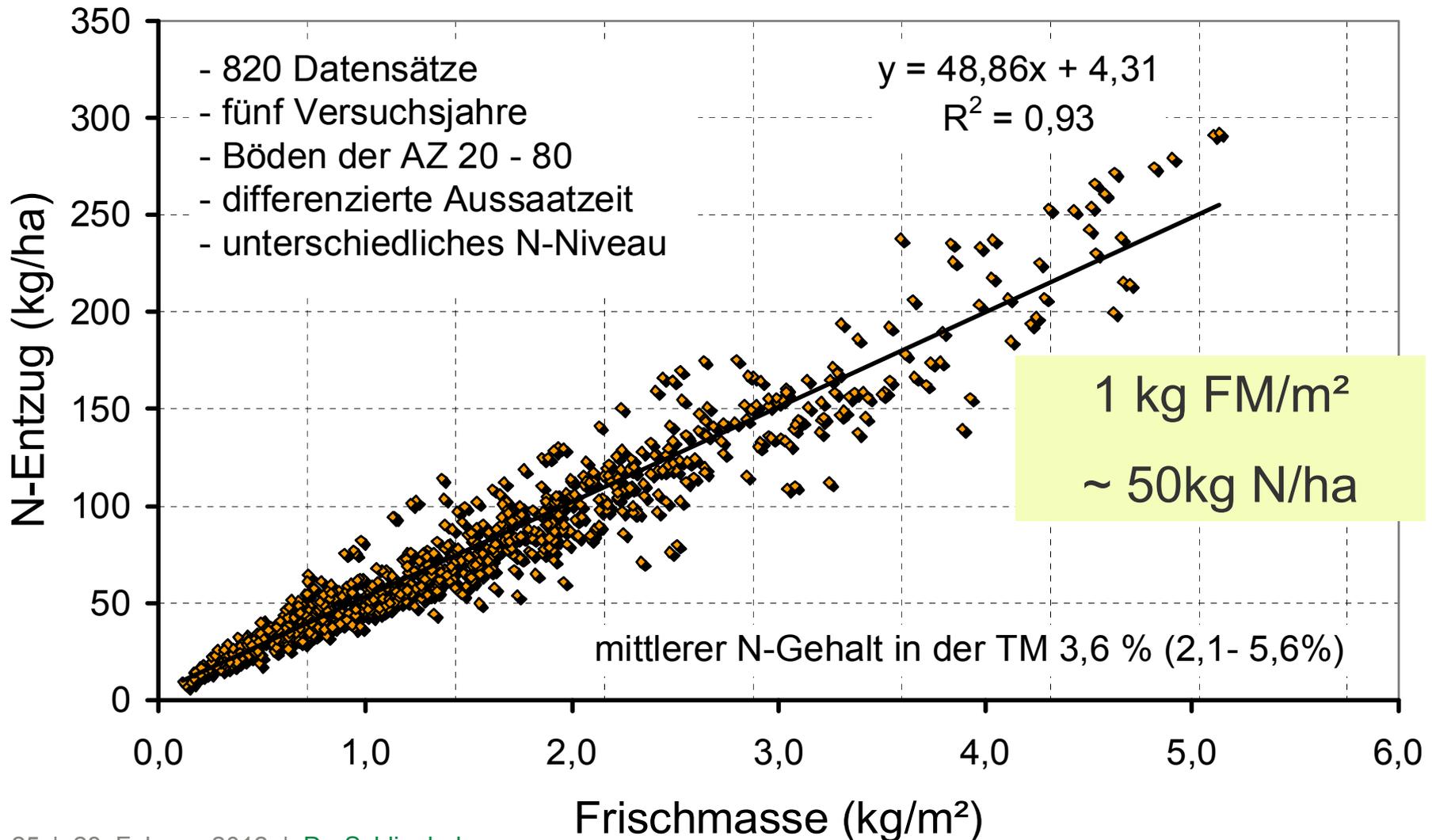


Wiegeverfahren zur Einschätzung der N-Aufnahme beim Raps

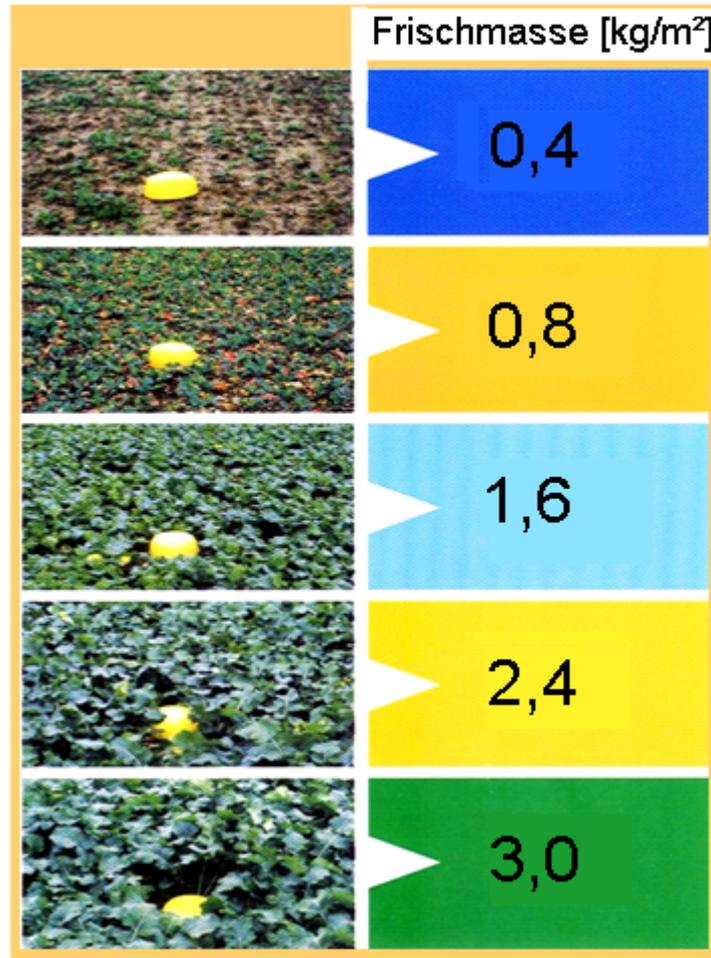
- von 2 bis 4 x 1 m² je Schlag werden Rapspflanzen am Wurzelhalsansatz abgeschnitten
- Jede Probe wird einzeln gewogen und ein Durchschnittswert errechnet
- Beispiel: 0,8 kg +1,2 kg +1,3 kg +0,7 kg / 4 = 1,0 kg / m²



Beziehung zwischen der gebildeten Frischmasse und dem N-Entzug zum Ende der Vegetation



Visuelle Verfahren

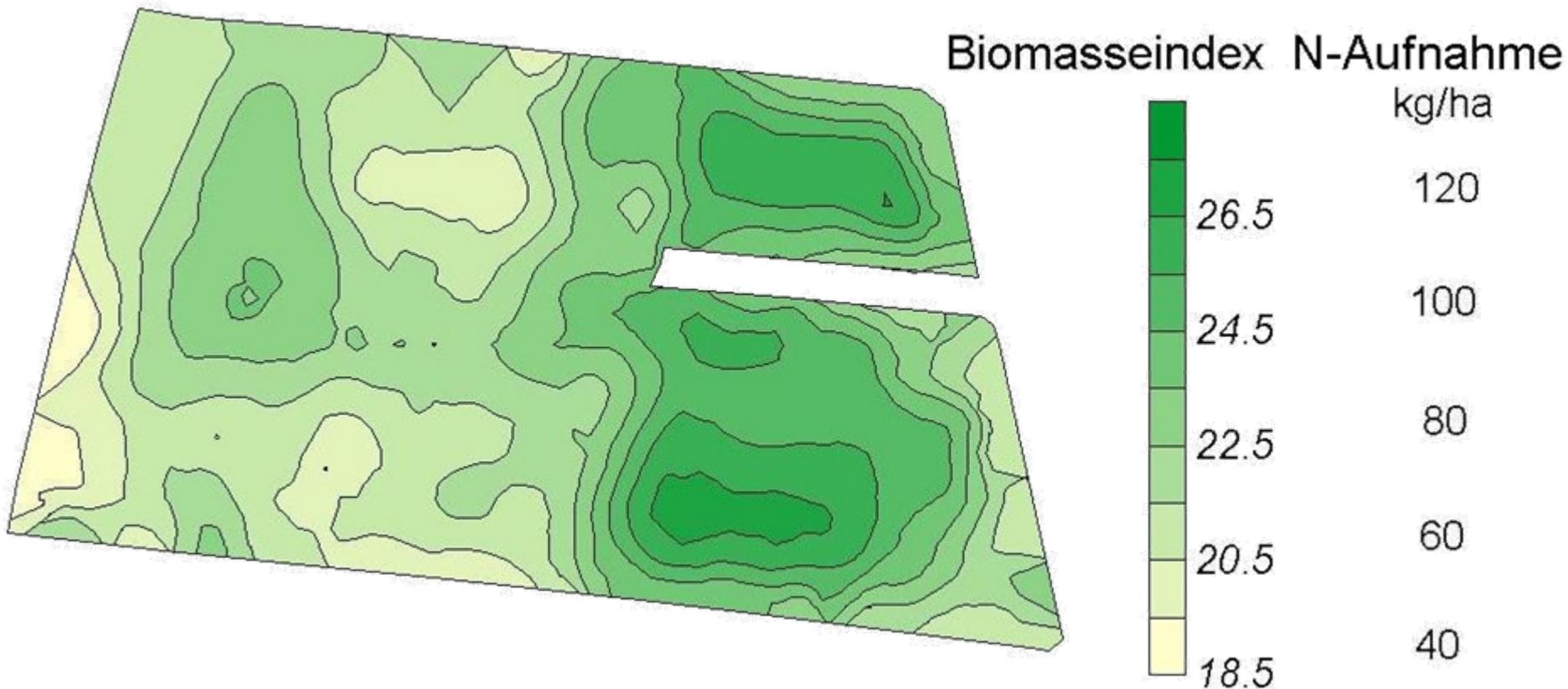


Einschätzung der N-Aufnahme

1 kg FM/m²
~ 50kg N/ha

Einsatz von Sensoren

Messung mit dem Yara-N-Sensor



Üppig entwickelter Rapsbestand nach der Frostperiode am 22.02.2012

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

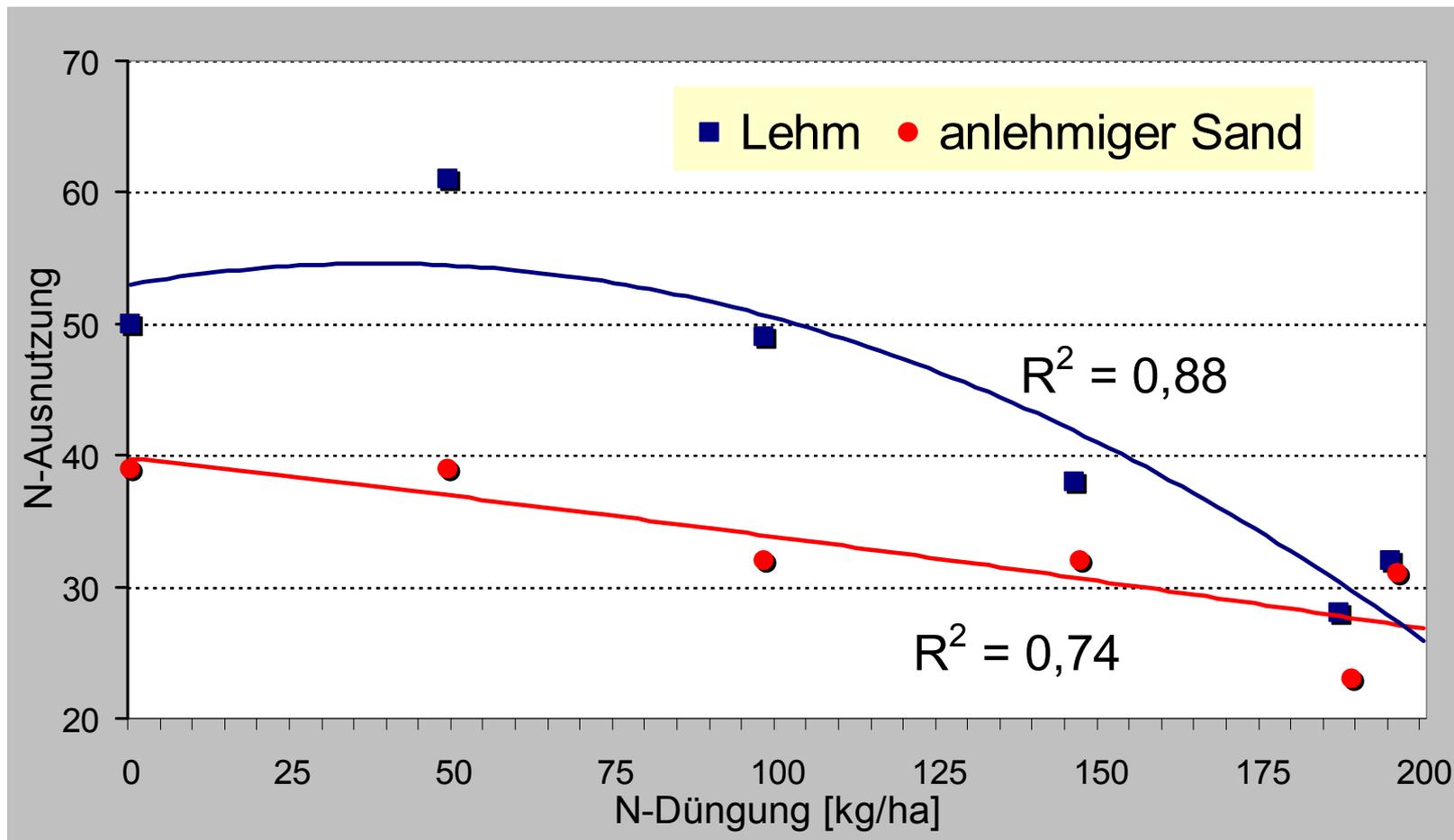


Freistaat
SACHSEN



Vor Winter: 2,7 kg FM/m² bzw. 140 kg N/ha)
Ende Februar: 75 % Blattverluste (95 kg N/ha)

Einfluss steigender N-Düngung auf die mittlere Ausnutzung (%) des Stallmist-N auf zwei Standorten (1966 - 2005)



Ertragswirksamkeit unterschiedlicher organischer Dünger zu Zuckerrüben 2011

Variante	Ertrag [dt/ha]	BZG [%]	Entzug (Blatt + ZR) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	N Ausnutzung
ohne Düngung	716	17,4	183	0	0
Schweinegülle	1040	17,5	296	196	57
Gärssubstrat	990	17,2	299	208	55
HTK	944	16,6	300	313	37
Stallmist	940	17,5	259	216	35

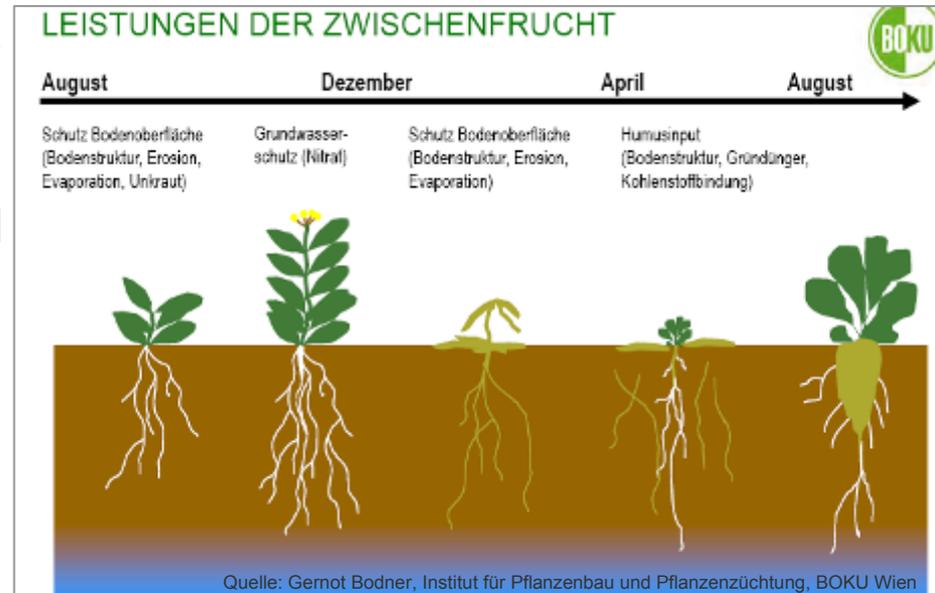
Mittlere MDÄ für Gülle im Ausbringungsjahr

Fruchtart	pflanzenbaulich wirksamer N-Anteil [%] im Ausbringungsjahr												
	Monat												
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
Silomais, Körnermais					Aus- bringungs- verbot				50	60	60	50	
Futter-/Zuckerrüben									55	60			
Kartoffeln									55	60			
Winterraps		50	40						50	60	60		
Winterweizen		30	35	40					50	55	60	50	
Wintergerste		30	35	40					50	55	60	50	
Winterroggen/Triticale		30	35	40					50	55	60	50	
Sommerweizen										55	60	50	
Sommerfuttergerste										55	60	50	
Hafer										55	60	50	
Kleegras/Luzerne (50 % Grasanteil)	35	35	40						50	50	50	40	35
Feldgras	35	35	40	45					50	50	50	40	35
Zwischenfrucht	40	40	30										
Grünland	35	35	40	45		45 ¹⁾			50	50	50	40	35

1) bis 15. 11. Ausbringung möglich

Zwischenfruchtanbau

- Boden- und Grundwasserschutz durch Bindung von Reststickstoff nach der Ernte und der herbstlichen N-Mineralisation, Konservierung und Bereitstellung für die folgenden Früchte
- Erhöhung der biologischen Bodenaktivität durch Förderung des Bodenlebens
- Verbesserung der Bodengesundheit durch biologische Unkrautregulierung und Schädlingsbekämpfung
- Nutzung der Biomasse als Futter (Verringerung der Hauptfutterfläche) oder als Substrat für Biogasanlagen
- Möglichkeit der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern nach Ernte der Hauptfrucht



Zwischenfrüchte in Reinsaaten



Gelbsenf

- Kreuzblütler
- Friert sicher ab
- Spätsaatverträglich
- Nicht in Rapsfruchtfolgen



Buchweizen

- Knöterichgewächs
- Rasche Jugendentwicklung
- Frostempfindlich
- Bevorzugt leichte trockene Böden



Ölrettich

- Kreuzblütler
- Spätsaatverträglich
- Hohe Konkurrenzkraft
- Hohe Frosthärte



Phacelia

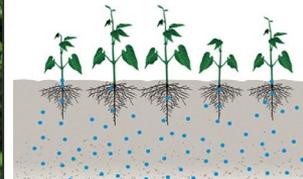
- Wasserblattgewächs
- Fruchtfolgeneutral
- Hohe Frosthärte
- Gute Bienen- und Insektenweide

Zwischenfrüchte in Gemengen

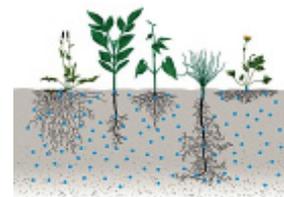


Vorteile von Gemengen im Vgl. zu Reinsaaten

- Höhere Biomasse –und Wurzeleerträge
- Effizientere Nutzung der Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe
- Erhöhung der Biodiversität
- Effektivere Unterdrückung von Unkraut und Ausfallgetreide
- Bessere Nährstoffmobilisierung, Bereitstellung von Nährstoffen für einen Gemeinpartner und die Folgekultur



Gemenge (rechts) erschließen den Boden mit ihren Wurzeln intensiver als Reinsaaten (links).



Quelle: Don et al, 2008

TerraLife-Biomax

Ölrettich, Buchweizen, Sonnenblumen,
Hafer, Phacelia, Alexandrinerklee,
Gelbsenf

N-Bindung durch Zwischenfrüchte

Ergebnisse 2011

Zwischenfruchtart	nat. Begr.	Seradella	Maispro	Rigol	SolaRigol	N-Fixx	Landsber. Gemenge	Vitalis Pro	Vitalis Extra	Ölrettich/ Wicke	MS 100 A	SB 100	SZB 100
Frischmasse [dt/ha]		190	170	360	200	120	270	140	150	280	110	215	80
Trockenmasse [dt/ha]		45	40	70	60	30	50	35	40	75	35	45	30
Stickstoffmenge [kgN/ha]		120	80	150	105	80	140	80	70	150	80	110	55
C/N-Verhältnis		16	22	20	25	16	15	16	21	21	18	17	22
N_{mb} vor Vegetationsende [kg/ha, 0-60cm]	60	55	15	20	30	32	25	40	25	30	30	25	45

- Der Anbau von Zwischenfrüchten wirkt Stickstoffverlusten und damit verbundenen Grundwasserbelastungen sicher entgegen und dient damit der Zielerreichung nach WRRL.
- Entsprechend der Bindungsleistung ist die N-Nachlieferung bei der Folgefrucht zu berücksichtigen.
- N-Bindung lässt sich wie beim Raps durch Ermittlung der gewachsenen Biomasse zum Ende der Vegetation grob abschätzen. Je kg FM kann mit 55 bis 65 kg N/ha gerechnet werden.

Quelle: A. Schmidt

- ➔ Düngeplanung mit standortangepassten **Planungsmodellen** und mit verbindlichen **Richtwerten**
- ➔ Berücksichtigung des pflanzenverfügbaren **N-Bodenvorrats** und des **N-Nachlieferungspotenzials** des jeweiligen Bodens
- ➔ **Ausgewogene Pflanzenernährung** durch Sicherung einer optimalen Bodenfruchtbarkeit (pH-Wert, S-, P-, K-, Mg-Versorgung, Humus, Bodenstruktur) zur Verbesserung der Ertragssicherheit
- ➔ Optimierung der schlag- und fruchtartenbezogenen Nährstoff- und Humusbilanzen

- ➔ Realistische Einschätzung des **Ertragspotenzials** des Einzelschlages in Abhängigkeit von spezifischen Boden- und Standortbedingungen
- ➔ Anpassung der **Ertragserwartung** an Bewirtschaftungsfaktoren (z. B. Saattermin, Vorfrucht, Bodenwasservorrat) im aktuellen Anbaujahr
- ➔ **Schlagbezogene N-Düngebedarfsermittlung** unter Berücksichtigung des N_{\min} zu Vegetationsbeginn und durch Einbeziehung der aktuellen N-Versorgung der Pflanzenbestände im Verlauf der Vegetation (Pflanzenanalyse, Nitratschnelltest, Sensormessungen, biomasseabhängige Winterrapsdüngung).
- ➔ **Teilflächenspezifische Düngung** in Abhängigkeit vom Ertragspotenzial des Standortes (besonders auf großen Schlägen mit hoher Heterogenität des Bodens).

Mineralische Stickstoffdüngung

- ➔ Einsatz **präziser Ausbringungstechnik** (Teilbreitenregelung, pneumatische Düngerstreuer, u.a.).
- ➔ Anwendung Platzierter- bzw. der Injektionsdüngung
- ➔ Einsatz von **teilflächenspezifischen Düngungsverfahren** (Ermittlung des aktuellen N-Bedarfs durch N-Sensoren im Online-Verfahren, Berücksichtigung von Ertragszonen mittels Faktorkarten u.a.)
- ➔ Einsatz **stabilisierter N-Düngemittel** besonders bei flachgründigen Böden und bei Früchten mit spätem Vegetationsbeginn und längerer Kulturdauer

- ➔ Ausreichende **Lagerkapazität und** Abdeckung des Güllelagers
- ➔ **Sofortiger Einarbeitung** flüssiger organischer Dünger auf unbewachsenem Boden, in wachsende Kulturen mit **verlustmindernder Technik** (Schleppschuh, Schlitztechnik)
- ➔ Zeitliche Einschränkung der Ausbringung von flüssigen Wirtschafts- und anderen organischer Dünger nach der Ernte bis vor dem Winter
- ➔ Nährstoffanalysen in Wirtschaftsdüngern zur exakteren Düngeplanung
- ➔ **Anrechnung** der mit den organischen Düngern ausgebrachten **Nährstoffmengen** bei der Düngerplanung

- ➔ **Gute Verwertung** des Reststickstoffs und der herbstlichen N-Freisetzung und damit verminderte Grundwasserbelastung
- ➔ **N-Bindungsleistung** liegt zwischen 50 und 200 kg N/ha
- ➔ Berücksichtigung der N-Bindungsleistung **bei der Düngebedarfsermittlung** der nachfolgenden Hauptfrucht
- ➔ Bis zu 50 % der durch Zwischenfrüchte gebundenen N-Menge finden sich im Ertrag der nachfolgenden Kultur wieder
- ➔ Anbau von **Sortenmischungen** trägt zur sicheren Bestandesetablierung bei
- ➔ Untersaaten in wachsende Bestände verkürzen die Zwischenbrachezeiten und **vermindern** somit die **Erosionsgefahr**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Weitere Info
<http://www.smul.sachsen.de/lfulg>