



HOCHSCHULE OSNABRÜCK  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

---

# **Beratungstools zur Optimierung der Düngebedarfsprognose beim Einsatz von Gärresten im Ackerbau**

---

**Hans-Werner Olf**

- Gibt es „ein“ Problem?
- Dünge-VO 2017
- Exkurs: Zusammenhang Ertrag/N-Düngung
- Tools zur Ableitung des N-Düngebedarfs
- Fazit

# Gibt es „ein“ Problem?



## Tierbesatzdichte in Deutschland



H.-W. Olf | FNR Tagung 2018 |

3

## N-Anfall Tierhaltung/Biogas-Anlagen in Niedersachsen 2016/17

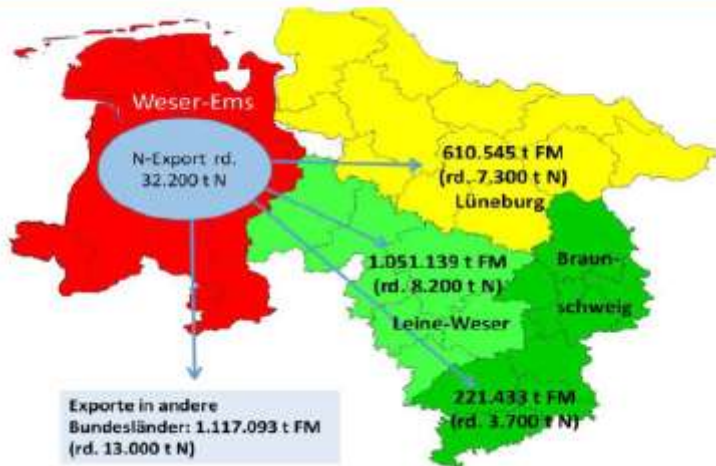


LWK Niedersachsen (2018): Nährstoffbericht 2016/2017

H.-W. Olf | FNR Tagung 2018 |

4

## N-Export aus der Region Weser-Ems



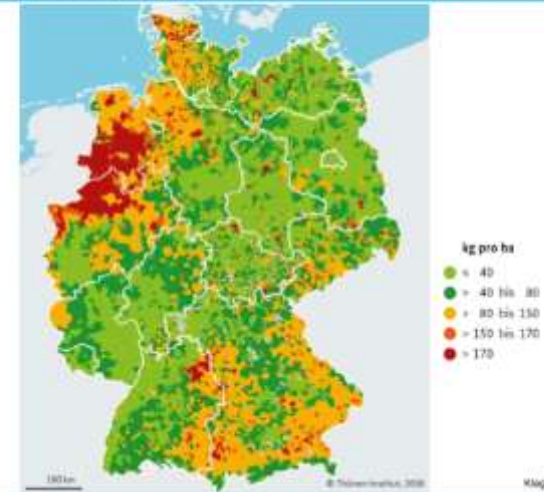
LWK Niedersachsen (2018): Nährstoffbericht 2016/2017

H.-W. Olf | FNR Tagung 2018 |

5

## N aus Wirtschaftsdüngern/Gärresten

(nach Abzug von Stall und Lagerverlusten)



Klages et al (2018)

H.-W. Olf | FNR Tagung 2018 |

6

- Regional hoher N- (und P-) Anfall aus Tierhaltung/Biogas-Anlagen, z.B.
  - Weser-Ems
  - Münsterland
  - Niederrhein
  - Schleswig-Holstein
  - Oberbayern
  - Schwaben
- Nährstoff-Export in Ackerbau-Regionen notwendig!

Faktoren für die Düngebedarfsermittlung	Beispiel A	Beispiel B
Kultur	W-Weizen (A- oder B-Qualität)	W-Weizen (A- oder B-Qualität)
Stickstoffbedarfswert	230 kg N/ha	230 kg N/ha
Ertragsniveau laut Tabelle mit Stickstoffbedarfswerten	80 dt/ha	80 dt/ha
betriebliches Ertragsniveau grundsätzlich im Durchschnitt der letzten drei Jahre	90 dt/ha	70 dt/ha
Ertragsdifferenz aus Zeile 3 und 4	+10 dt/ha	-10 dt/ha

Klages et al. (2018)

**Sperrfristen  
Mindestwirkung org. Dünger  
Aufbringungsbeschränkungen**

im Boden verfügbare Stickstoff	.....	
Ertragsdifferenz		-15 kg N/ha
Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat	0 kg N/ha	0 kg N/ha
Stickstoffnachlieferung aus der organischen Düngung der Vorjahre	-12 kg N/ha 120 kg N/ha Gülle aufgebracht im Vorjahr	-12 kg N/ha 120 kg N/ha Gülle aufgebracht im Vorjahr
Stickstoffnachlieferung aus der Vorfrucht bzw. -kultur	-10 kg N/ha Winterraps	-10 kg N/ha Winterraps
Stickstoffdüngbedarf während der Vegetation	178 kg N/ha	153 kg N/ha

Klages et al. (2018)

△ = 25 kg N/ha



# Ablauf Düngeplanung - Nährstoffvergleich



<57 kg N/ha und Jahr

<53 kg N/ha und Jahr

<50 kg N/ha und Jahr

Bezugssystem: Betrieb, erstellt als betriebliche Gesamtbilanz oder als aggregierte Schlagbilanz

## Betrieblicher Nährstoffvergleich, 2018<sup>4)</sup>

31. März 2019

<sup>4)</sup> als Durchschnittswert der Jahre 2016, 2017 und 2018

## Betrieblicher Nährstoffvergleich, 2019<sup>5)</sup>

31. März 2020

<sup>5)</sup> als Durchschnittswert der Jahre 2017, 2018 und 2019

## Betrieblicher Nährstoffvergleich, 2020<sup>6)</sup>

31. März 2021

<sup>6)</sup> als Durchschnittswert der Jahre 2018, 2019 und 2020



# Beispiel: Fruchtfolge Ackerbaubetrieb (105 ha)



- 30 ha Winterweizen
- 15 ha Wintergerste
- 15 ha Sommergerste
- 15 ha Hafer
- 15 ha Körnermais
- 15 ha Raps

Hektar	15	15	15	15	15	15	15
1. Jahr	W-Weizen	W-Weizen	So-Gerste	W-Gerste	Hafer	Kö-Mais	W-Raps
2. Jahr	Hafer	W-Gerste	W-Raps	W-Weizen	Kö-Mais	W-Weizen	So-Gerste
3. Jahr	W-Raps	Kö-Mais	W-Weizen	Hafer	W-Gerste	So-Gerste	W-Weizen

■ Zwischenfruchtanbau auf 30 ha
 ■ Sommerung
 ■ Winterung

# Düngeplanung Ackerbaubetrieb

(nur Mineraldüngung)



Kultur	A-Futterweizen (WW)	E-Qualitätsweizen (WW)	Wintergerste	Sommergerste	Hafer	Körnermais	Winterraps
Anbauumfang (ha)	30		15	15	15	15	15
Ertragsniveau grunds. im Durchschnitt der letzten 3 Jahre (dt/ha)	70	70	62	59	51	94	35

## N-Düngebedarfsermittlung

N-Bedarfswert (kg N/ha)	230	260	180	140	130	200	200
Ertragsniveau (dt/ha)	80	80	70	50	55	90	40
Ertragsdifferenz (dt/ha)	-10	-10	-8	9	-5	4	-5
<b>Zu- und Abschläge für</b>							
im Boden verfügbare N-Menge ( $N_{min}$ , in kg N/ha)	-30	-30	-35	-33	-33	-20	-49
Ertragsdifferenz (kg N/ha)	-15	-15	-12	9	-7	4	-15
Vorfrucht bzw. Vorkultur (kg N/ha)	-10	-10	0	-40	0	-30	0
<b>N-Düngebedarf während der Vegetation (kg N/ha)</b>	<b>175</b>	<b>205</b>	<b>133</b>	<b>76</b>	<b>90</b>	<b>154</b>	<b>136</b>

# Nährstoffvergleich

(nur Mineraldüngung)



Kultur	A-Futterweizen (WW)	E-Qualitätsweizen (WW)	Wintergerste	Sommergerste	Hafer	Körnermais	Winterraps
Anbauumfang (ha)	30		15	15	15	15	15
Ertragsniveau grunds. im Durchschnitt der letzten 3 Jahre (dt/ha)	70	70	62	59	51	94	35
<b>N-Zufuhr</b>							
Mineralische Düngemittel (kg N/ha)	175	205	133	76	90	154	136
N-Bindung durch Leguminosen (kg N/ha)	0	0	0	40	0	30	0
Summe N-Zufuhr (kg N/ha)	175	205	133	116	90	184	136
Summe N-Abfuhr (kg N/ha)	166	181	111	91	76	136	117
N-Saldo/ha (ohne Strohabfuhr) (kg N/ha)	9 ✓	24 ✓	22 ✓	26 ✓	15 ✓	48 ✓	19 ✓

# Düngeplanung Ackerbaubetrieb

(Gärrest + Mineraldüngung)



Kultur	A-Futterweizen (WW)	E-Qualitätsweizen (WW)	Wintergerste	Sommergerste	Hafer	Körnermais	Winterraps
Anbauumfang (ha)	30		15	15	15	15	15
Ertragsniveau grunds. im Durchschnitt der letzten 3 Jahre (dt/ha)	70	70	62	59	51	94	35

## N-Düngebedarfsermittlung

N-Bedarfswert (kg N/ha)	230	260	180	140	130	200	200
Ertragsniveau (dt/ha)	80	80	70	50	55	90	40
Ertragsdifferenz (dt/ha)	-10	-10	-8	9	-5	4	-5

## Zu- und Abschläge für

im Boden verfügbare N-Menge ( $N_{min}$ , in kg N/ha)	-30	-30	-35	-33	-33	-20	-49
Ertragsdifferenz (kg N/ha)	-15	-15	-12	9	-7	4	-15
N-Nachlieferung aus der organischen Düngung der Vorjahre (10 % d. im Vorjahr aufgebrauchten N-Fracht)	0	0	-12	-17	-12	0	0
Vorfrucht bzw. Vorkultur (kg N/ha)	-10	-10	0	-40	0	-30	0
<b>N-Düngebedarf während der Vegetation (kg N/ha)</b>	<b>175</b>	<b>205</b>	<b>121</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>154</b>	<b>136</b>

# Nährstoffvergleich

(Gärrest + Mineraldüngung)

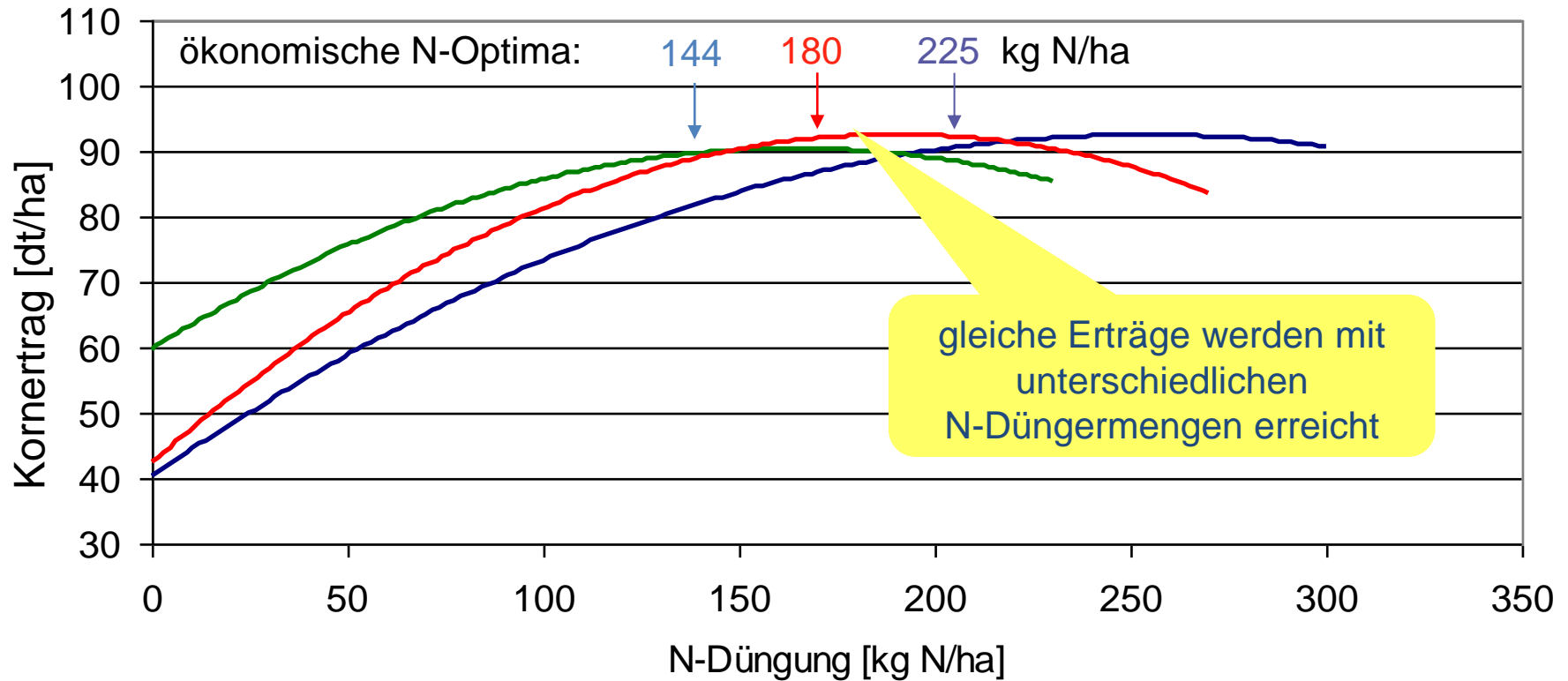


Kultur	A-Futterweizen (WW)	E-Qualitätsweizen (WW)	Wintergerste	Sommergerste	Hafer	Körnermais	Winterraps
Anbauumfang (ha)	30		15	15	15	15	15
Ertragsniveau grunds. im Durchschnitt der letzten 3 Jahre (dt/ha)	70	70	62	59	51	94	35
Die Deklaration nach DüMV ist ausschlaggebend für die Berechnung der N-Fracht (kg N/ha)	120	120	0	0	0	170	0
im Anwendungsjahr verfügbar (50 %; kg N/ha)	60	60	0	0	0	85	0
N-Mineraldünger (kg N/ha)	115	145	121	59	78	115	136
<b>N-Zufuhr</b>							
Mineralische Düngemittel (kg N/ha)	115	145	121	59	78	115	136
Gärrest; aufgebrauchte N-Fracht nach gekennzeichnetem N-Gehalt nach DüMV abzüglich Aufbringungsverlusten von 12,5 % (kg N/ha)	105	105	0	0	0	148	0
N-Bindung durch Leguminosen (kg N/ha)	0	0	0	40	0	30	0
Summe N-Zufuhr (kg N/ha)	220	250	121	99	78	247	136
Summe N-Abfuhr (kg N/ha)	166	181	111	91	76	136	117
N-Saldo/ha (ohne Strohabfuhr) (kg N/ha)	54	69	10	9	3	111	19



- N-Düngung im Ackerbau entsprechend neuer Dünge-VO mit Mineraldüngung ohne wesentliche Einschränkungen machbar
- Kombinierte Gärrest-/Mineraldüngung erfordert mehr „Management-Input“:
  - 10 % N-Nachlieferung aus Vorjahresdüngung muss berücksichtigt werden und vermindert entsprechend den kalkulierten N-Düngebedarf
  - deutlich geringere N-Anrechenbarkeit (nur 50 % von  $N_{\text{gesamt}}$ )
  - bei N-Bilanzierung muss allerdings 85 % angerechnet werden
- **Empfehlung:**
  - maximale N-Menge über organische Dünger (170 kg N/ha) auf keinen Fall ausnutzen => Handlungsspielraum für N-Mineraldüngung

# Exkurs: Zusammenhang Ertrag und N-Düngung

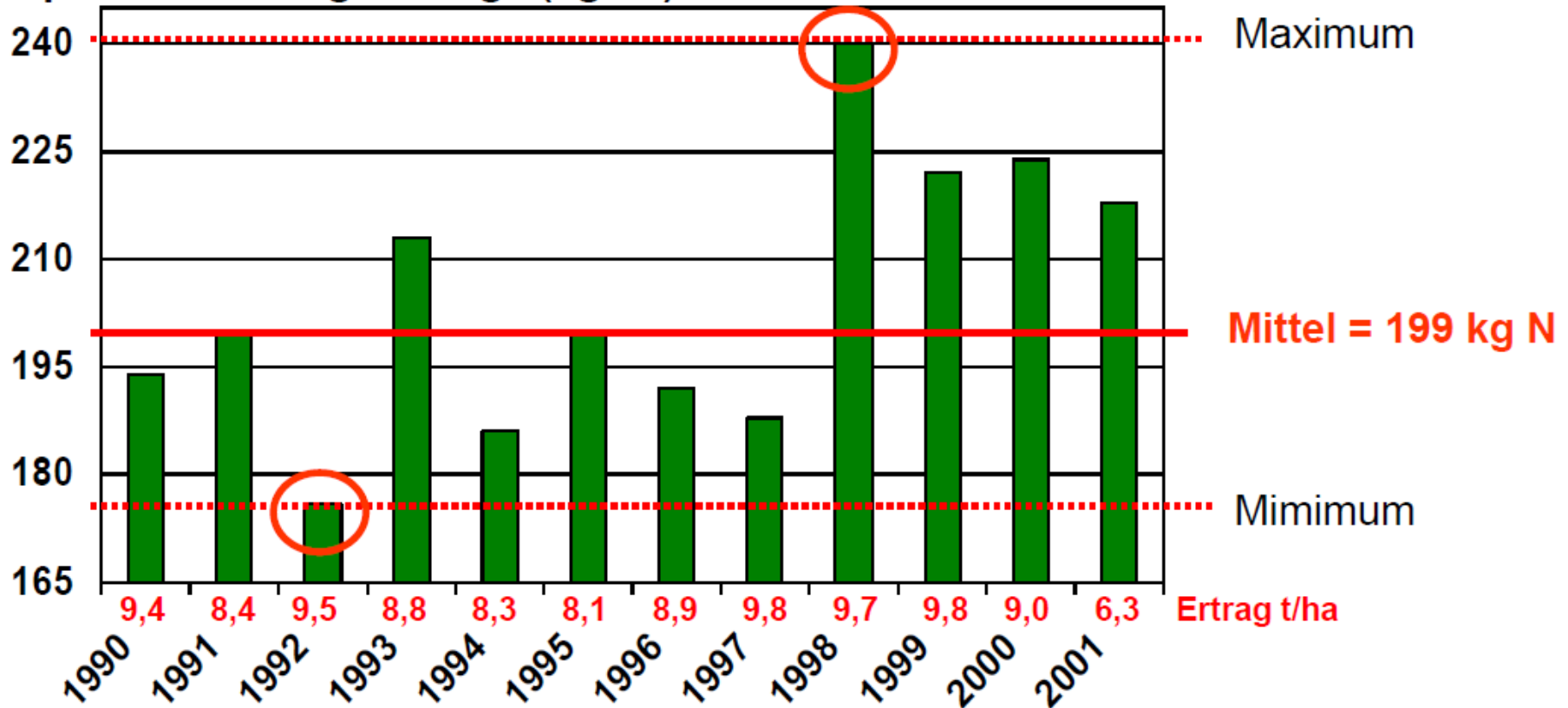


Ertragskurven aus N-Steigerungsversuchen mit Winterweizen (3 Standorte, Münsterland 2001)

# Exkurs: Zusammenhang Ertrag und N-Düngung

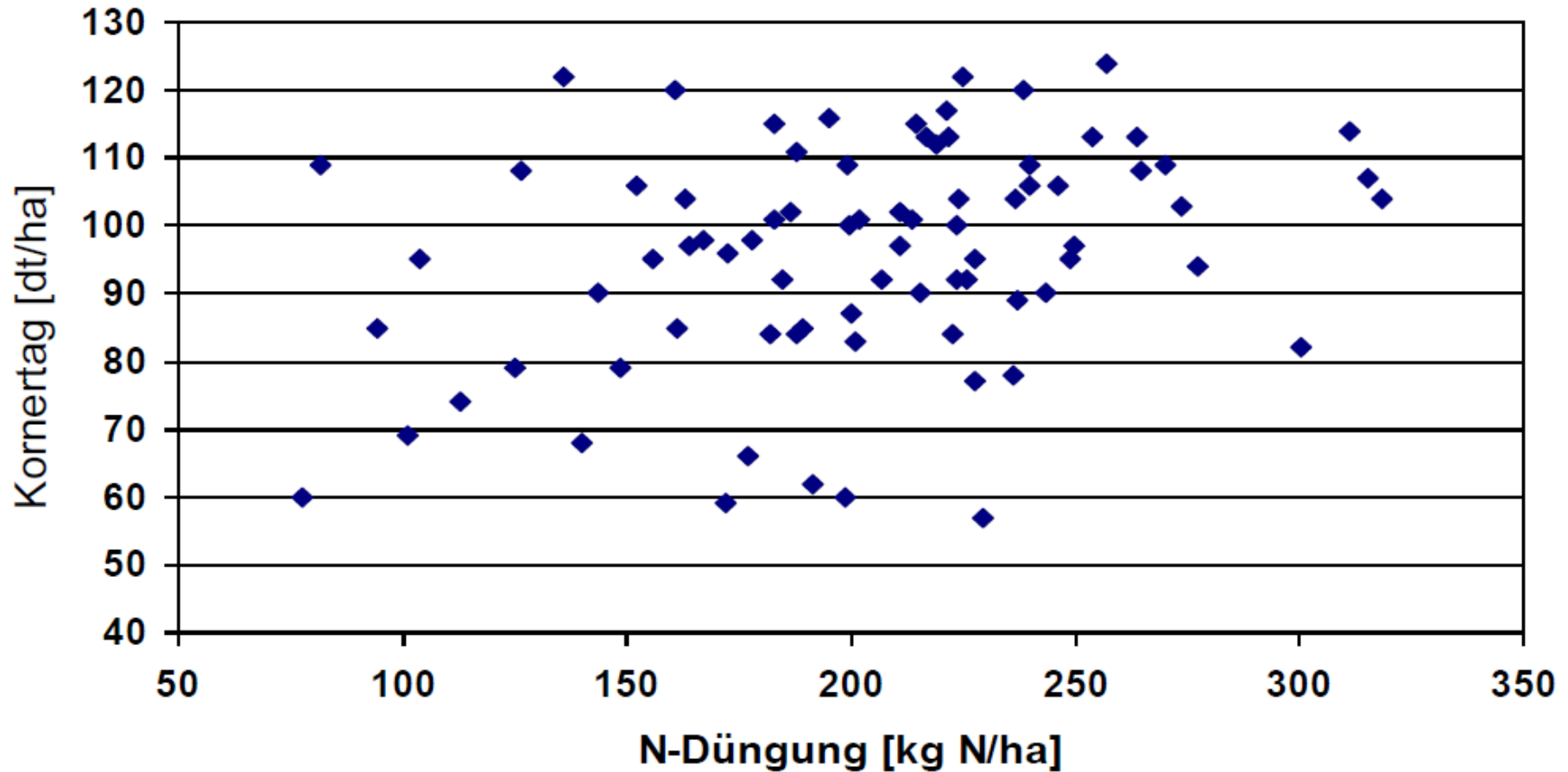


Optimale N-Düngermenge (kg/ha)

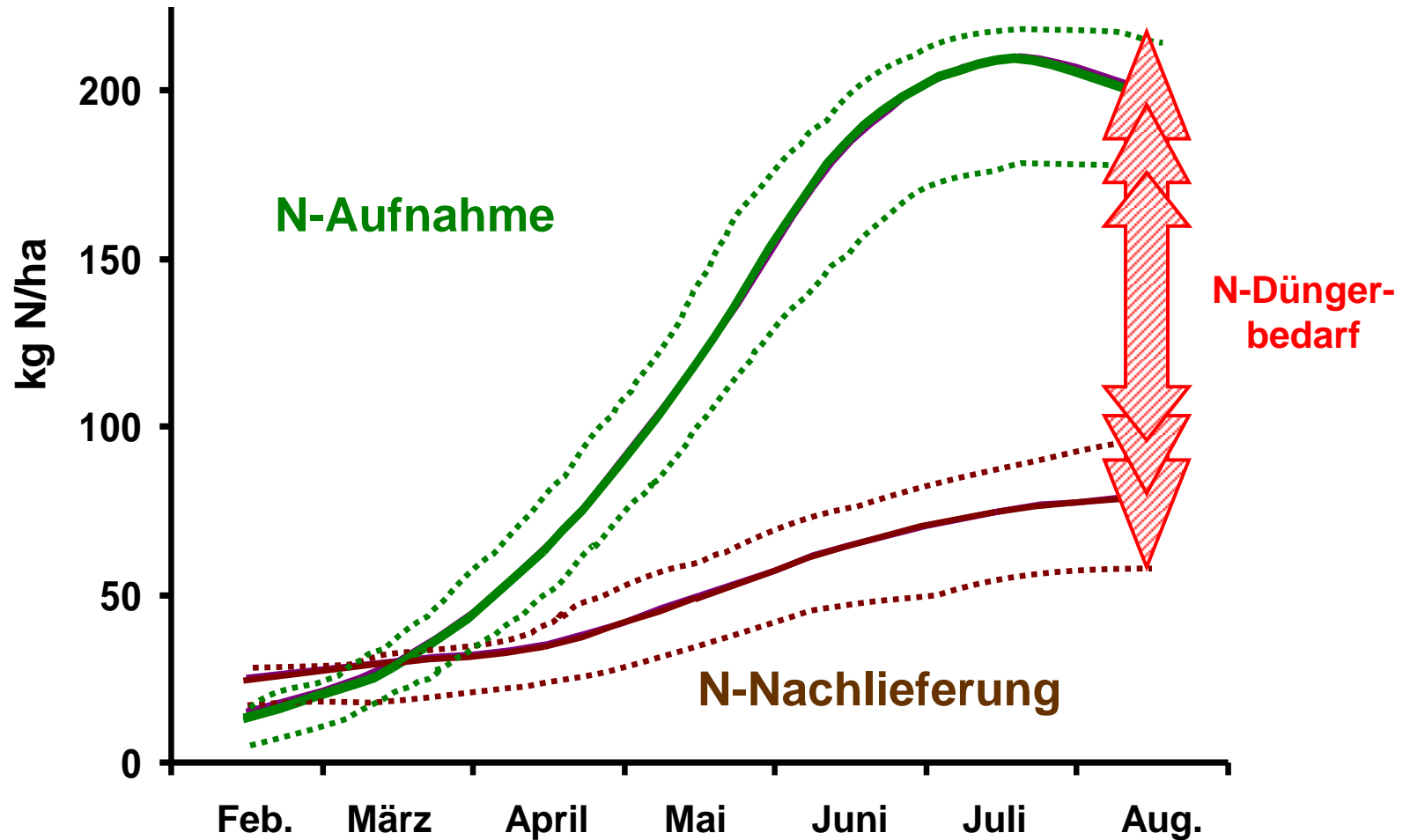


Kultur: Winterweizen, Vorfrucht Kartoffeln; Langzeitversuch Rothamsted, England

# Exkurs: Zusammenhang Ertrag und N-Düngung



Erhebungsuntersuchung: Düngungsoptima aus 79 Feldversuchen 1996-2001



..... ist abhängig von N-Aufnahme und N-Angebot aus dem Boden!!



- trotz starrer Vorgaben in der Dünge-VO ist es sinnvoll die N-Düngung für jeden Schlag jährlich individuell anzupassen
- dafür stehen verschiedene „Werkzeuge“ zur Verfügung
- Voraussetzung
  - „verhaltene“ N-Andüngung
  - mehrteilige N-Düngestrategie

# „Düngefenster“ zur Abschätzung der N-Nachlieferung



- **Vorgehensweise**
  - auf einer kleinen Teilfläche (ca. 20 – 30 m längs einer Fahrspur) weniger N applizieren
  - sobald diese Fläche heller wird, erfolgt Anschlussdüngung
- **Vorteile**
  - Durchführung einfach
  - keine Zusatzkosten
- **Nachteile**
  - Höhe der Nachdüngung kann nur geschätzt werden

## Beispiel Winterweizen

- **Probenahme**
  - Termin jeweils vor der N-Düngung
  - 1 cm vom Haupttrieb unmittelbar über Erdoberfläche abschneiden
  - Pflanzensaft auspressen
- **Nitrat-Bestimmung**
  - Nitrat-Teststäbchen eintauchen und mittels Reflektometer Nitrat-Konzentration messen



# Nitrat-Stängeltest zur Bestimmung der N-Versorgung

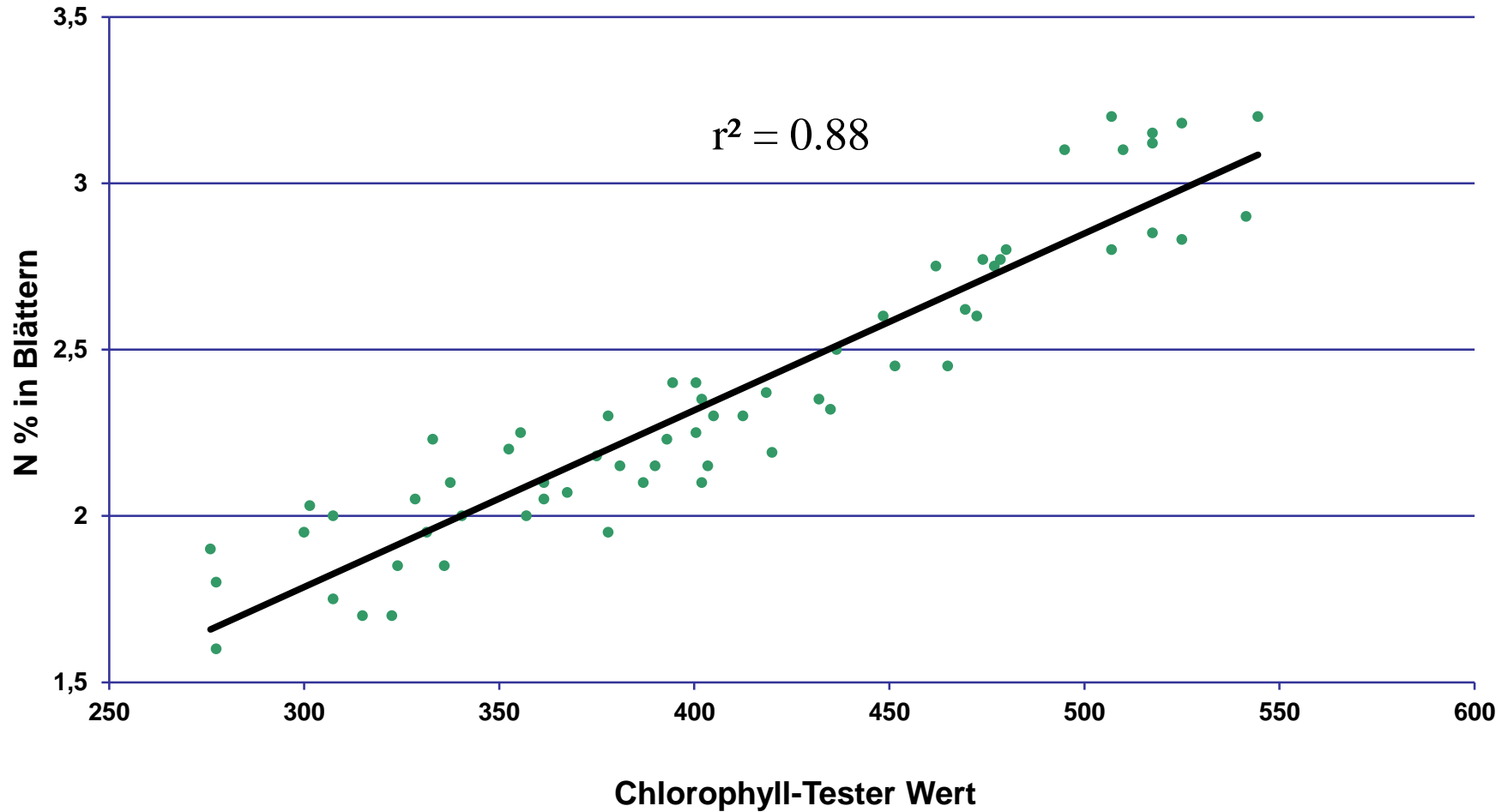


...alternativ Färbung der Test-Stäbchen visuell beurteilen!

Testzeit [sec]	Färbung	empfohlene N-Düngung [kg/ha]
15	tiefviolett	0
30	tiefviolett	20 bis 30
60	tiefviolett	30 bis 40
60	violett	40 bis 50
60	hellviolett	50 bis 60
60	ohne Färbung	60 bis 70

- **Vorteile**
  - Analyse des aktuellen N-Zustands
  - Durchführung relativ einfach
  - regionale Eichung
- **Nachteile**
  - umständliche Gewinnung des Pflanzensaftes
  - nur bei Nitrat-N-Ernährung über die Wurzel
  - Momentaufnahme der N-Versorgung

# Grünfärbung als Indikator für den N-Versorgungsstatus der Pflanzen





# Grünfärbung als Indikator für den N-Versorgungsstatus der Pflanzen



## Transmission



Minolta SPAD-502



Opti Science CCM 200

## Reflexion



Field Scout CM-1000



Greenseeker handheld

## N-Pilot



# Umsetzung in die praktische N-Düngeberatung



## N-Tester Einsatz in Weizen (2. und 3. N-Gabe):

Messwert: **635**

Sortenkorrekturwert: **+10**

korrigierter Messwert: **645**

AbleSEN der Düngeempfehlung: **40 kg N/ha**



**N-Düngeempfehlung zum Schossen und Ährenschieben Winterweizen**

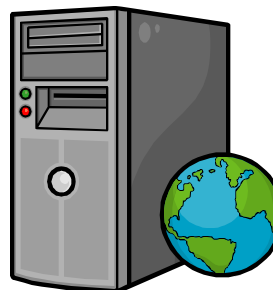
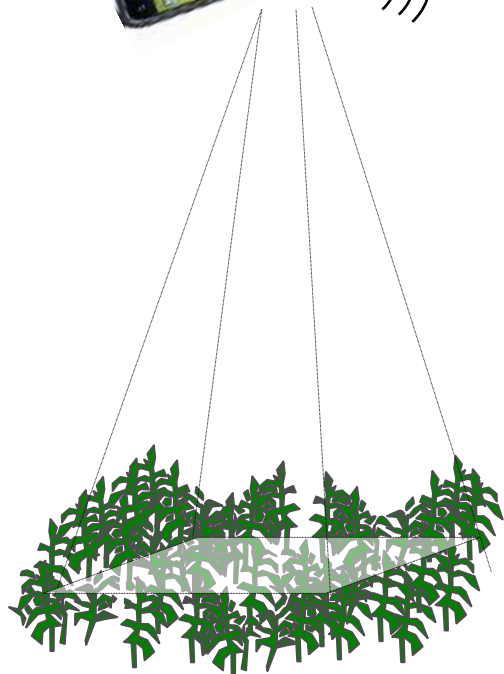
Schossen (EC 30/32)			Ährenschieben (EC 37/51)	
Messwert	kg N/ha		Messwert	kg N/ha
> 700	0	<p>• Düngeempfehlung: Anhand des sortenkorrigierten Messwertes die empfohlene N-Menge aus der Tabelle ablesen.</p> <p>• Beispiel: Sorte: Vivant, EC 30/32 Messwert: 600 Sortenkorrekturwert: -20 korrigierter Messwert: 580 Düngeempfehlung: 70 kg N/ha</p>	> 700	0
700 - 670	20		700 - 681	20
669 - 655	30		680 - 666	30
654 - 640	40		665 - 651	40
639 - 625	50		650 - 636	50
619 - 600	60		635 - 621	60
599 - 575	70		620 - 601	70
574 - 550	80		600 - 575	80
549 - 525	90		< 575	90
< 525	100			

Diese Düngetabelle gilt ausschließlich für das Jahr 2008. Der Inhalt dieser N-Düngetabelle ist urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung, sei es durch Kopie oder sonstige Übernahme der auf der Karte garantierten Daten, ist untersagt. Die Hilfe der N-Tester, die mit Hilfe dieser Tabelle ermittelt wurden, sind unverbindlich und begründen keinen Kaufvertrag zwischen dem Empfänger und der Hydro Agri GmbH Co. KG.



# Nutzung von Smartphones

Smartphone  
mit Kamera  
und Internet-  
Zugang



Zentraler Server zur  
Bildverarbeitung und  
Ableitung der Empfehlung



Auswertung und  
Empfehlung

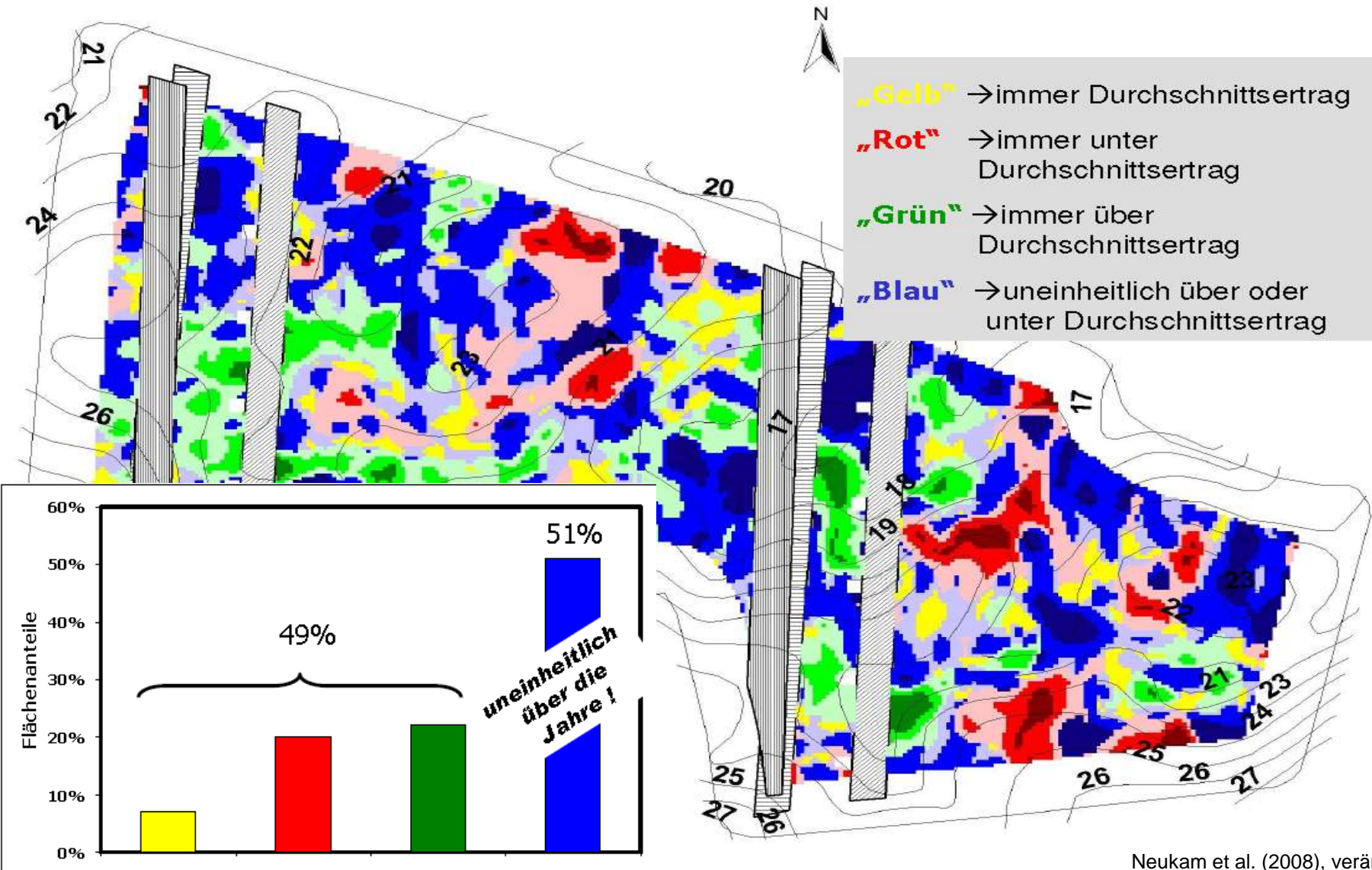
Yara (2011)



# Heterogene Schläge sind die Regel



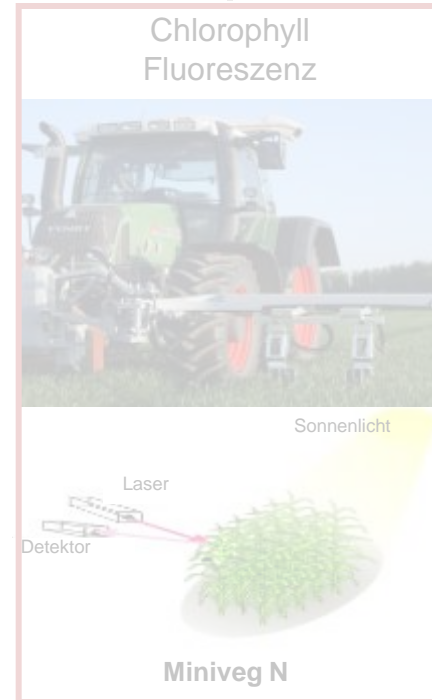
# Teilflächenspezifische Erträge (Winterweizen, Hohenschulen 2002, '03, '05)



Neukam et al. (2008), verändert



## Schlepper-gestützte Systeme



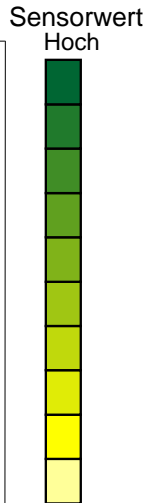
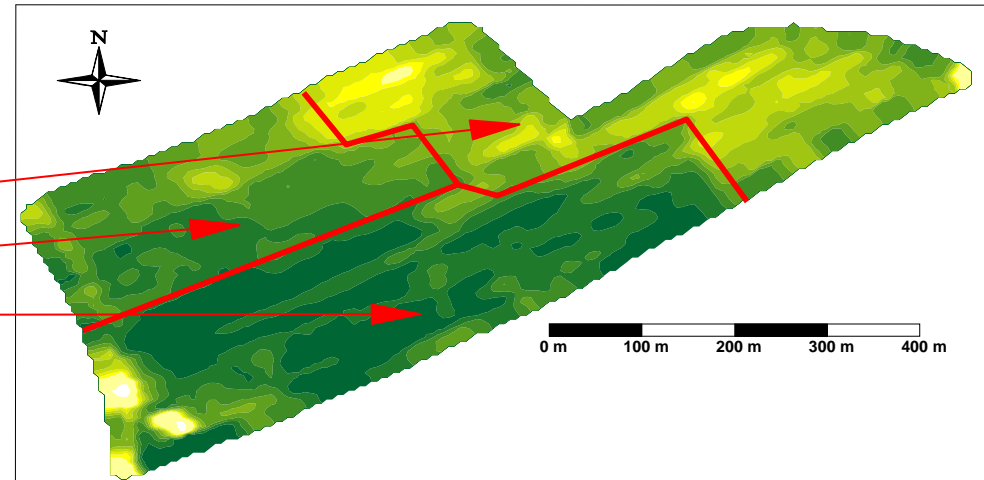


# Unterschiedliche N-Versorgung im Schlag wird erkannt



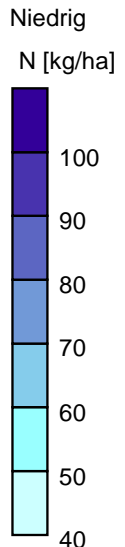
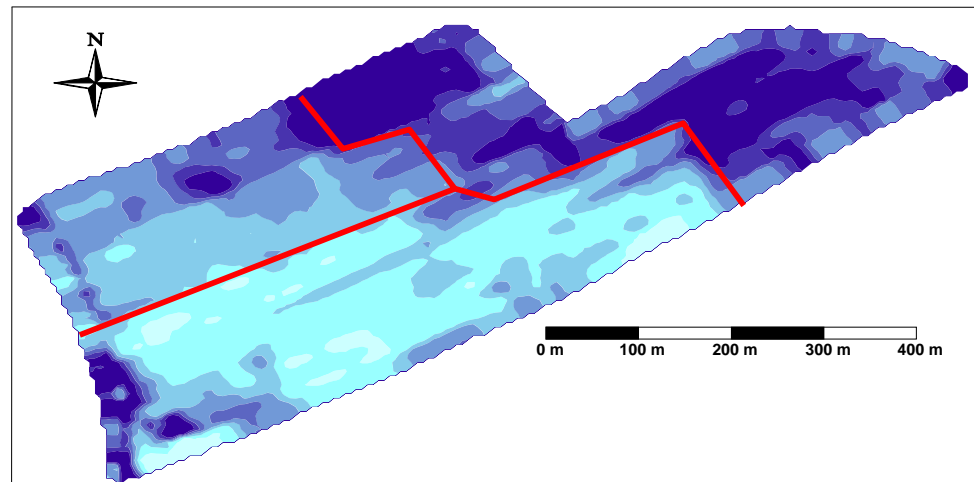
## Sensorkarte

ohne Gülle  
Rindergülle  
Schweinegülle

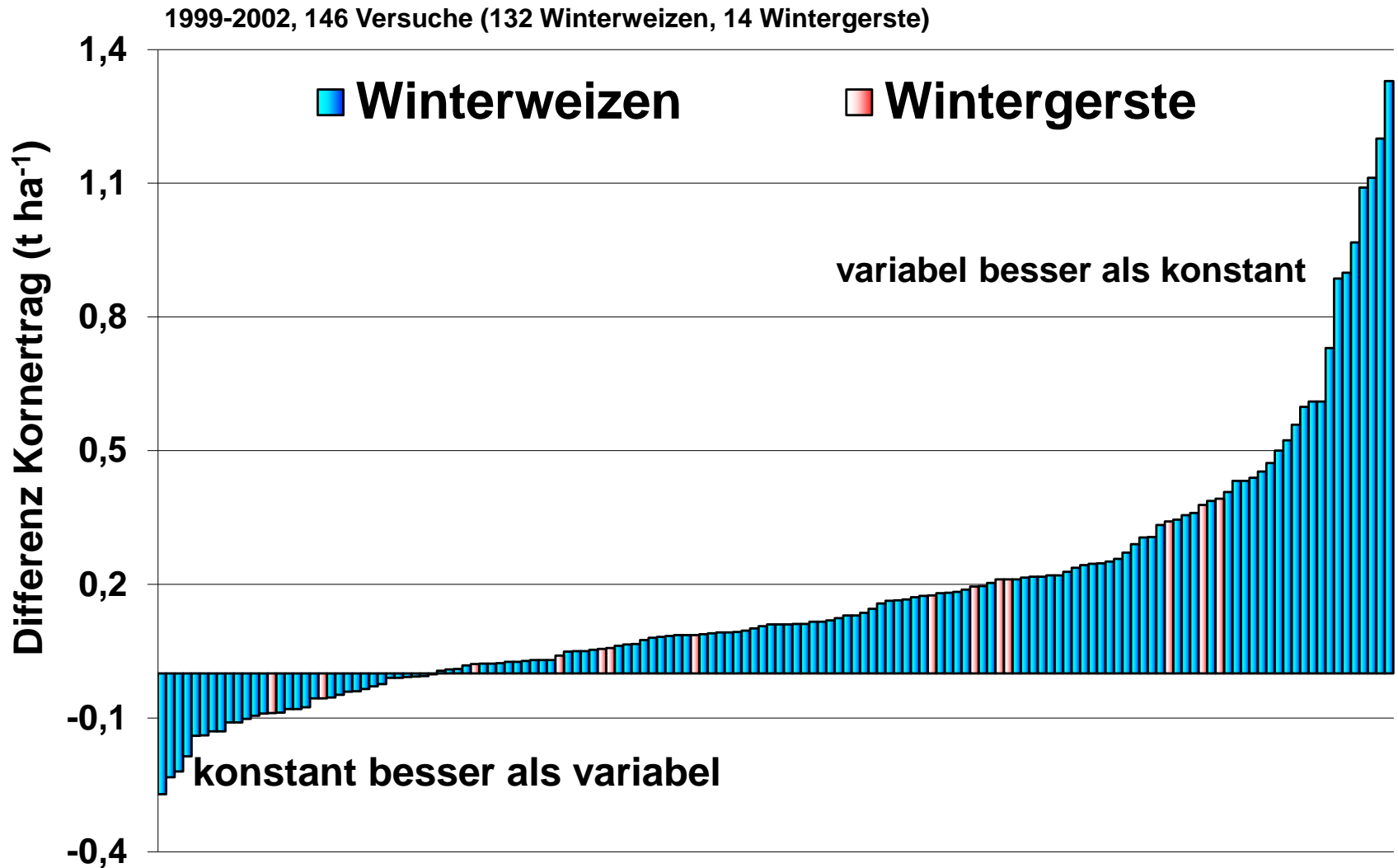


## N-Applikationskarte

Praxisschlag Wintergerste,  
N-Sensormessung und  
N-Düngung 25.05.1999



# Ertragseffekte bei variabler N-Düngung



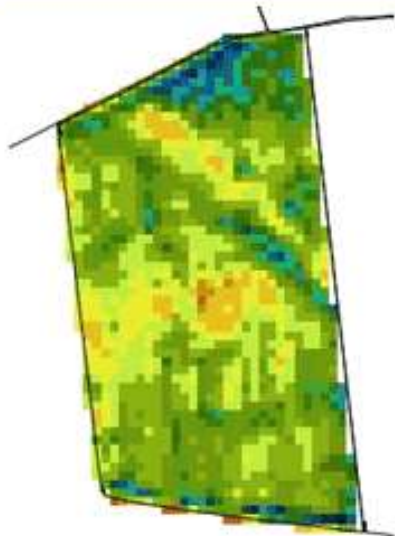
**im Durchschnitt: +0,17 t/ha (+ 2,2 %)**

Jasper (2006)

# N-Düngung basierend auf Satellitenbildern: VISTA – Talking Fields

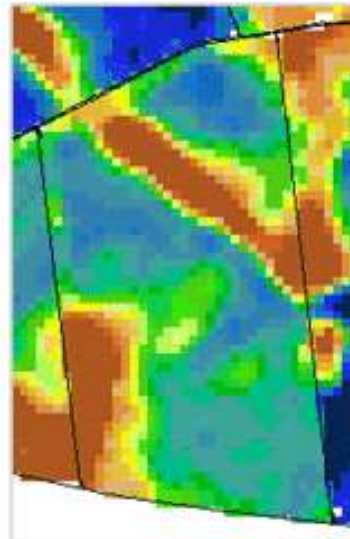


TF Biomassekarte



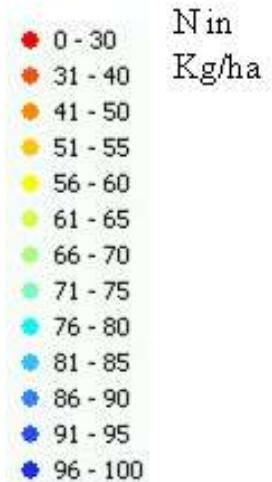
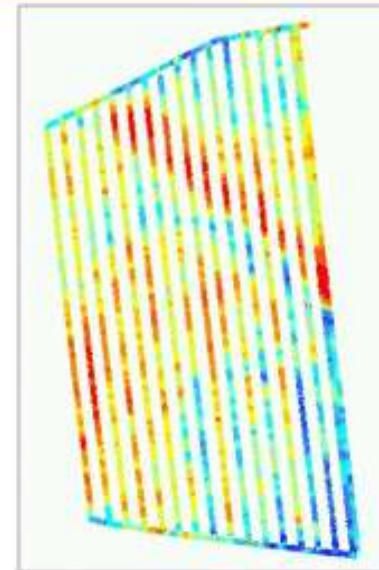
+

TF Basiskarte

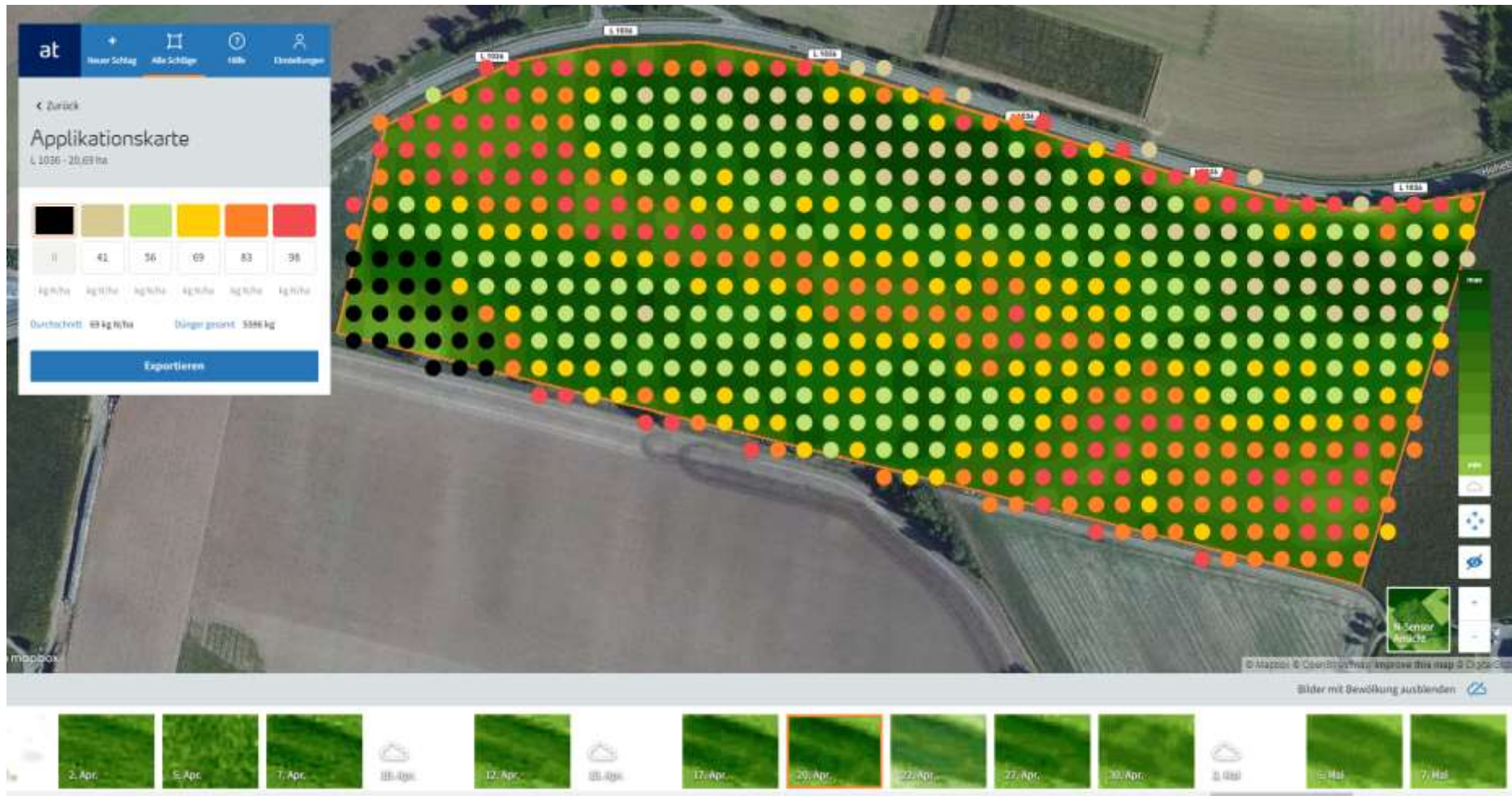


=

Applikationskarte



# N-Düngung basierend auf Satellitenbildern: Atfarm



- ✓ Nährstoff-Export aus Tierhaltungs- und Biogas-Anlagen in Ackerbau-Regionen ist notwendig und sinnvoll!
- ✓ N-Düngung im Ackerbau entsprechend neuer Dünge-VO mit Mineraldüngung ohne wesentliche Einschränkungen machbar
- ✓ Kombinierte Gärrest-/Mineraldüngung erfordert mehr „Management-Input“
- ✓ Tools zur Schlag individuellen Anpassung sind verfügbar:
  - Düngefenster
  - Chlorophyll-Messgeräte
  - N-Sensoren
  - Satellitenbilder
- ✓ Voraussetzung: „verhaltene“ N-Andüngung und mehrteilige N-Düngestrategie

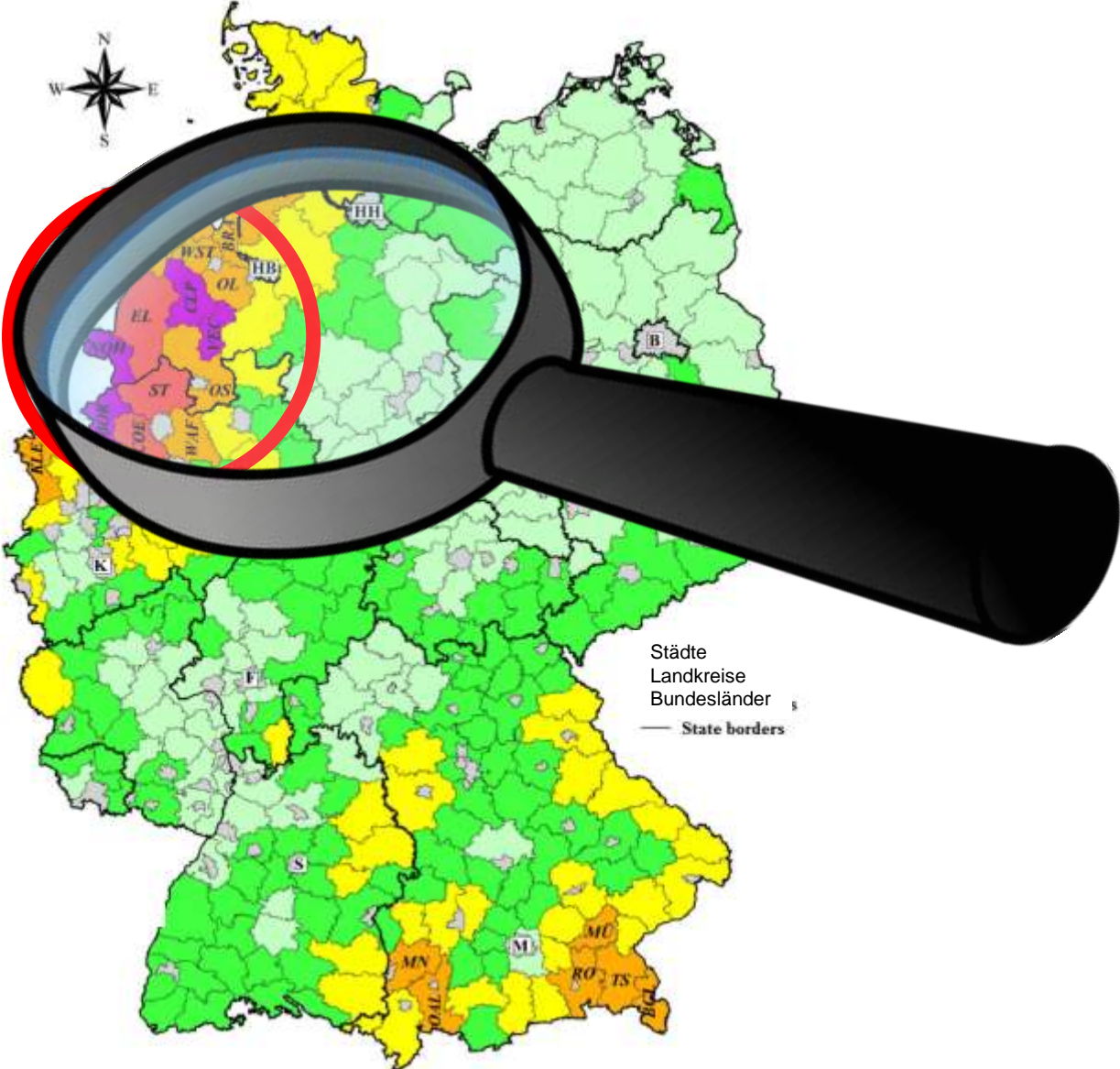




**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**



# Tierbesatzdichte in Deutschland



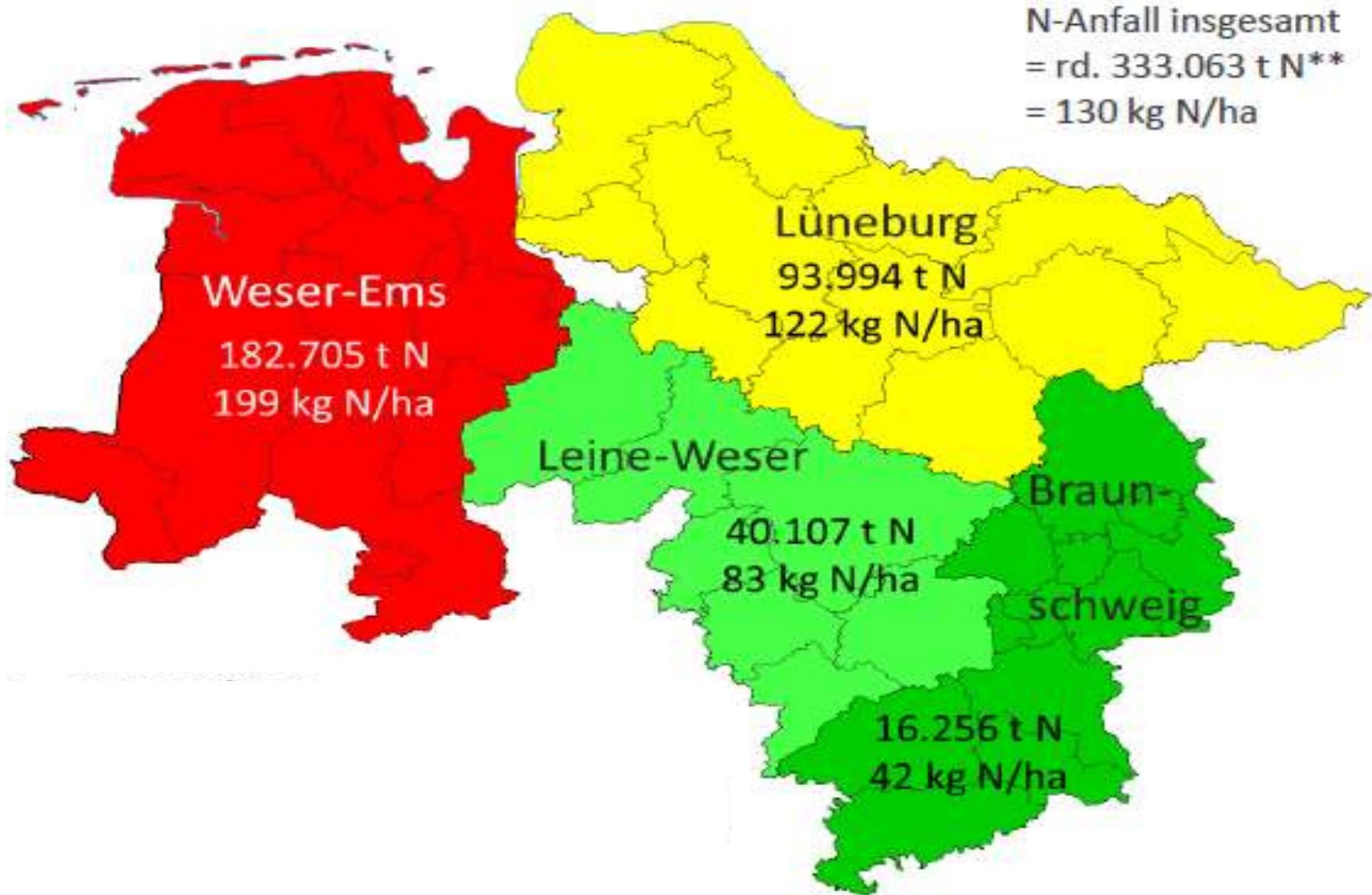
Großvieheinheiten pro Hektar

0-0,49	1,5-1,74
0,5-0,99	1,75-1,99
1-1,49	2 und mehr (max. 2,69)

# N-Anfall Tierhaltung/Biogas-Anlagen in Niedersachsen 2016/17

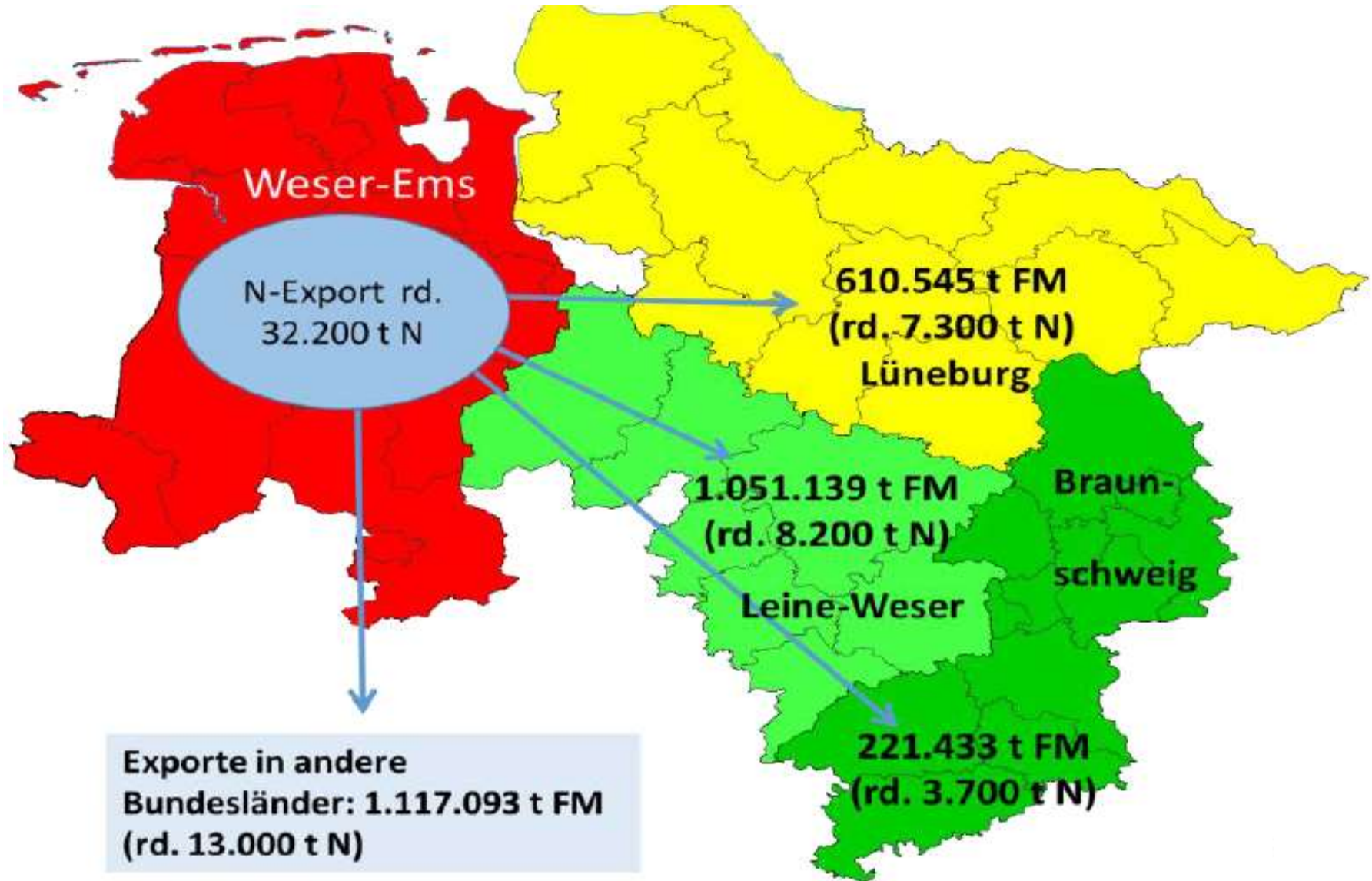


HOCHSCHULE OSNABRÜCK  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



LWK Niedersachsen (2018): Nährstoffbericht 2016/2017

# N-Export aus der Region Weser-Ems



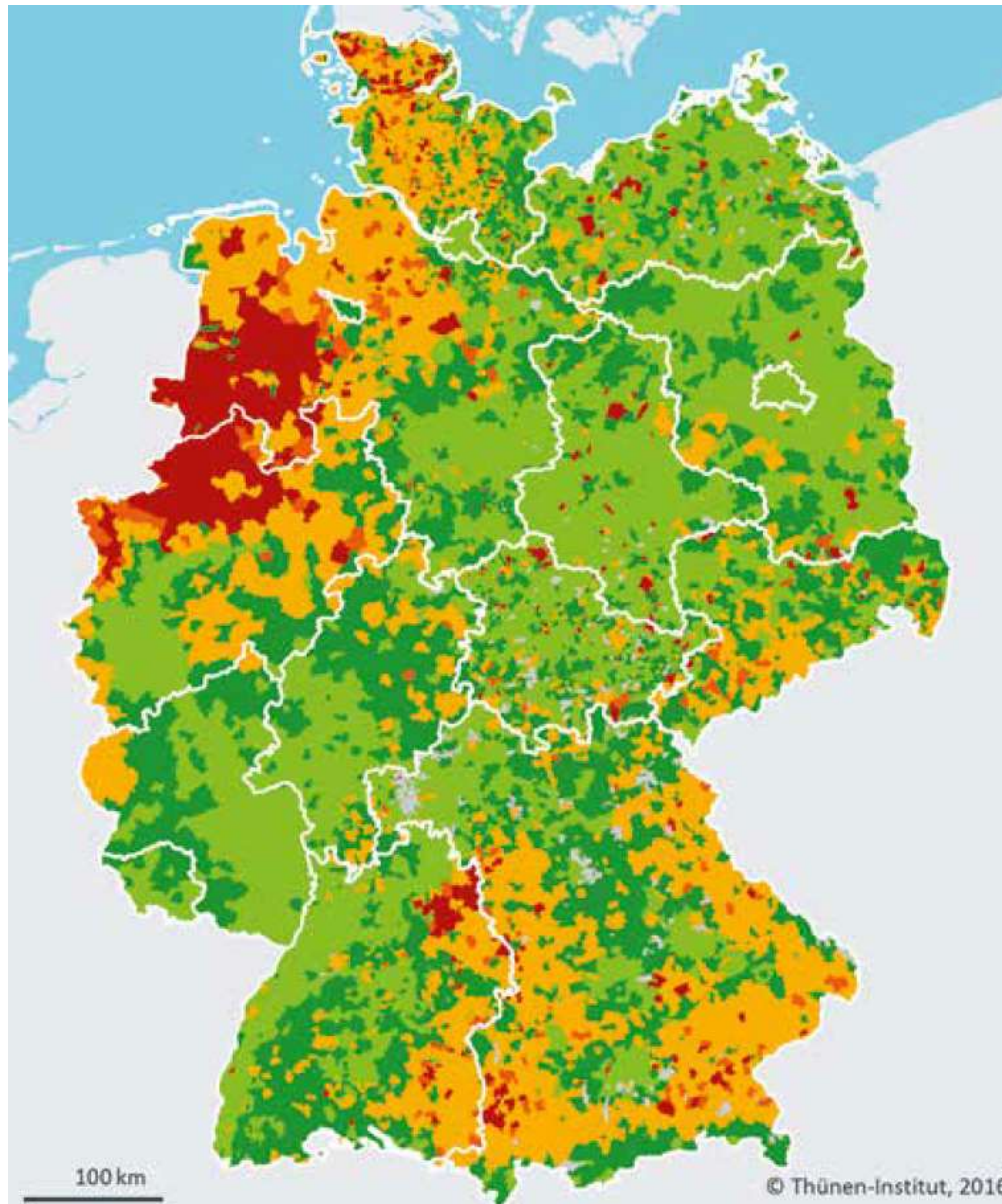


# N aus Wirtschaftsdüngern/Gärresten

(nach Abzug von Stall und Lagerverlusten)



HOCHSCHULE OSNABRÜCK  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

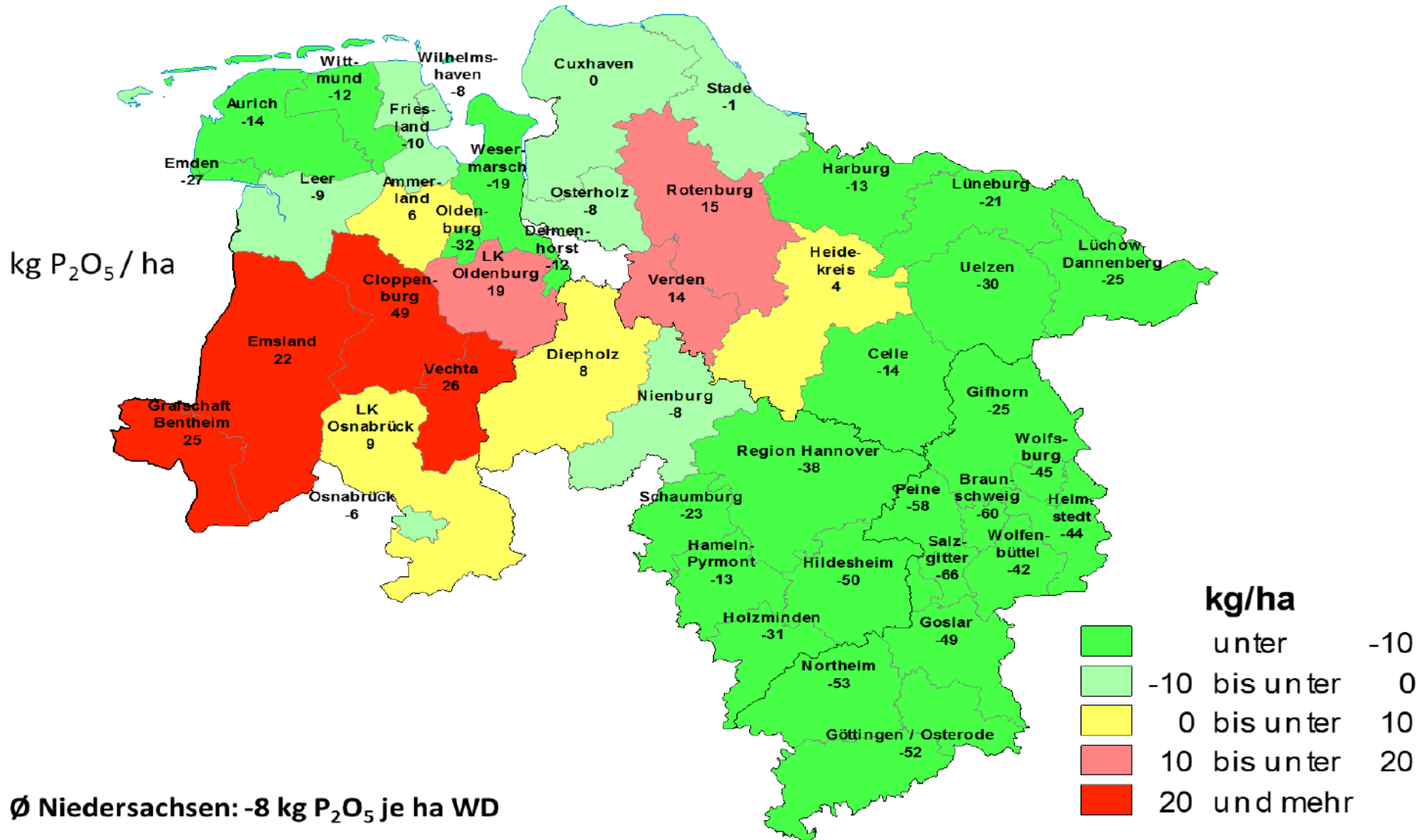


kg pro ha

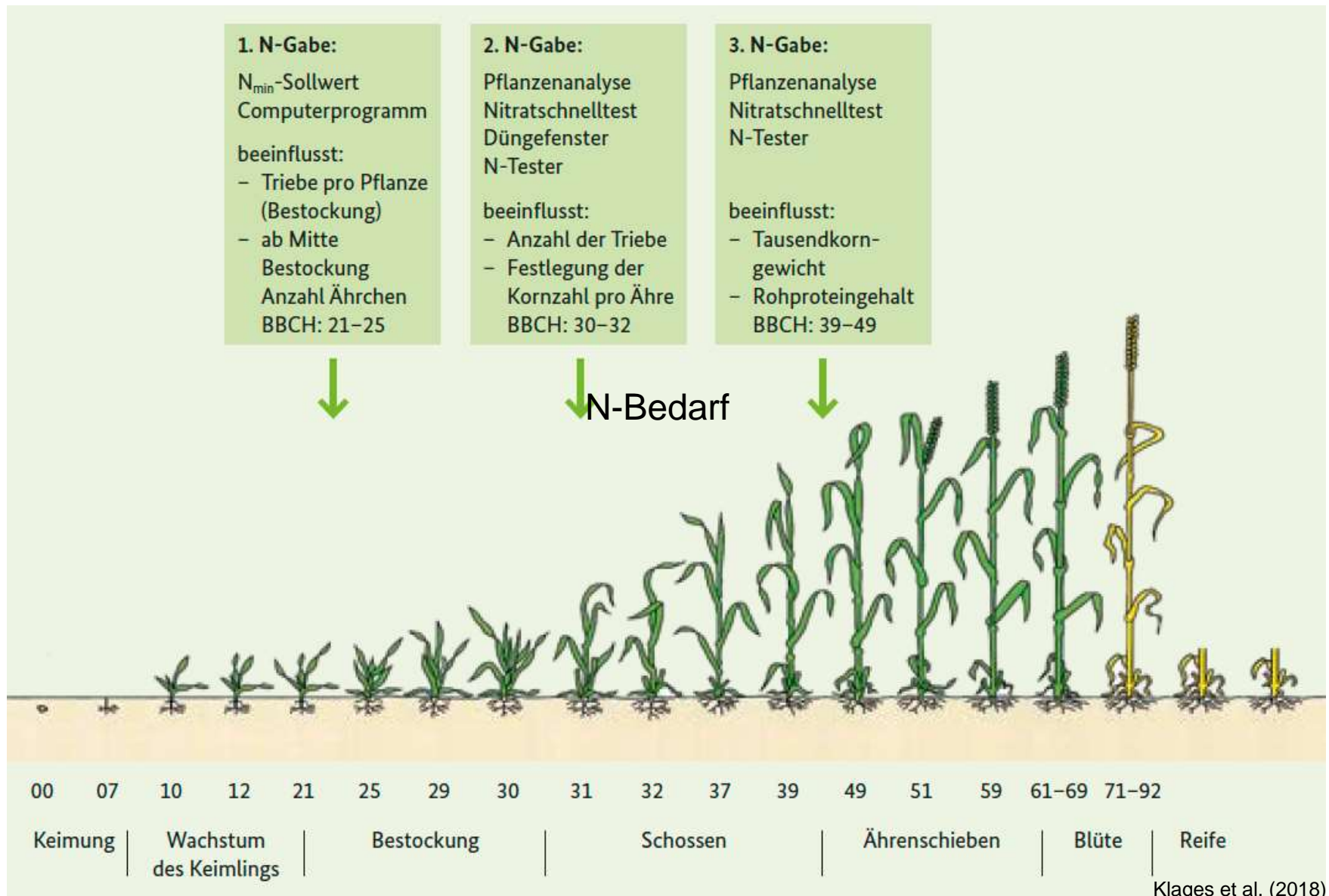
- ≤ 40
- > 40 bis 80
- > 80 bis 150
- > 150 bis 170
- > 170

Klages et al.(2018)

# P-Salden (nur organische Dünger)



# Methoden zur Bestimmung des aktuellen N-Bedarfs bei Winterweizen



Klages et al. (2018)



- nicht aufnahmefähige Böden
  - überschwemmt
  - wassergesättigt
  - schneebedeckt
  - gefroren
    - max. 60 kg N<sub>ges</sub>/ha
    - Boden muss tagsüber auftauen
    - Abschwemmen nicht zu erwarten
    - keine Selbstbegrünung
    - Strukturschäden zu erwarten bei Befahren auf nicht gefrorenem Boden
- Gewässerabstände
  - absolutes Ausbringverbot ab 1 m Abstand zum Gewässer
  - < 10 % Neigung: 4 m Mindestabstand
  - > 10 % Neigung: 5 m absolutes Ausbringverbot  
5 - 20 m Abstand Ausbringung unter Auflagen möglich

# Sperrfristen für N-haltige Düngemittel

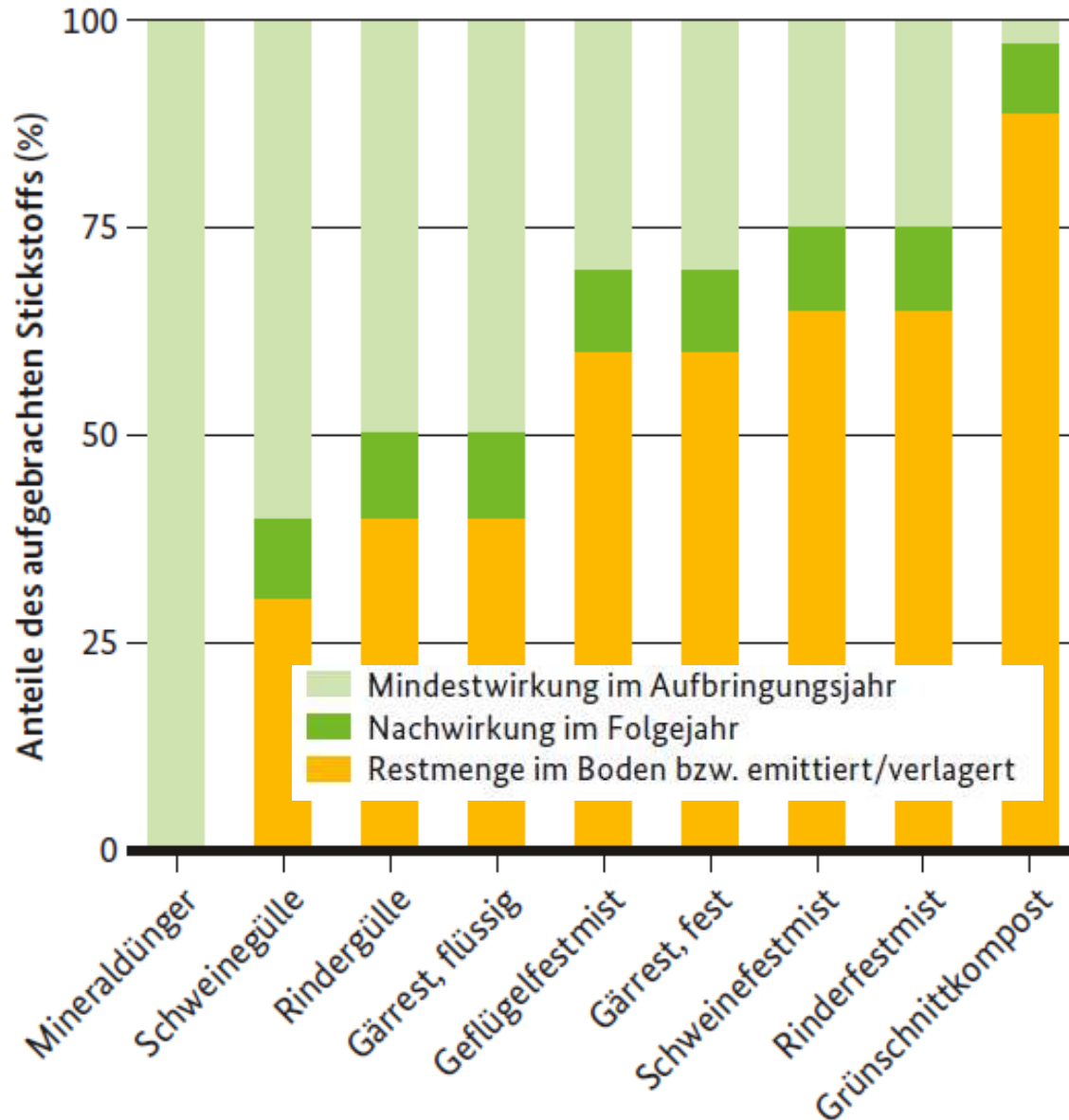
Sperrzeiten	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
Ackerland (Getreide, Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln etc.)	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
abweichend davon:												
Winterraps <sup>1</sup> .....	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
Zwischenfrucht <sup>1</sup> .....	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
Feldfutter <sup>1</sup> .....	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
Wintergerste nach Getreide <sup>2</sup> .....	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
Ackerland mit mehrj. Feldfutterbau <sup>3</sup> .....	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green

bei Aussaat vor dem <sup>1</sup>15.09. bzw. <sup>2</sup>01.10. bzw. <sup>3</sup>15.05.

Klages et al. (2018)

max. 30 kg/ha Ammonium-N bzw. 60 kg/ha Gesamt-N

# Mindestwirkung für N-Düngemittel



# Anzurechnende Mindestwerte

(nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Aufbringverluste)

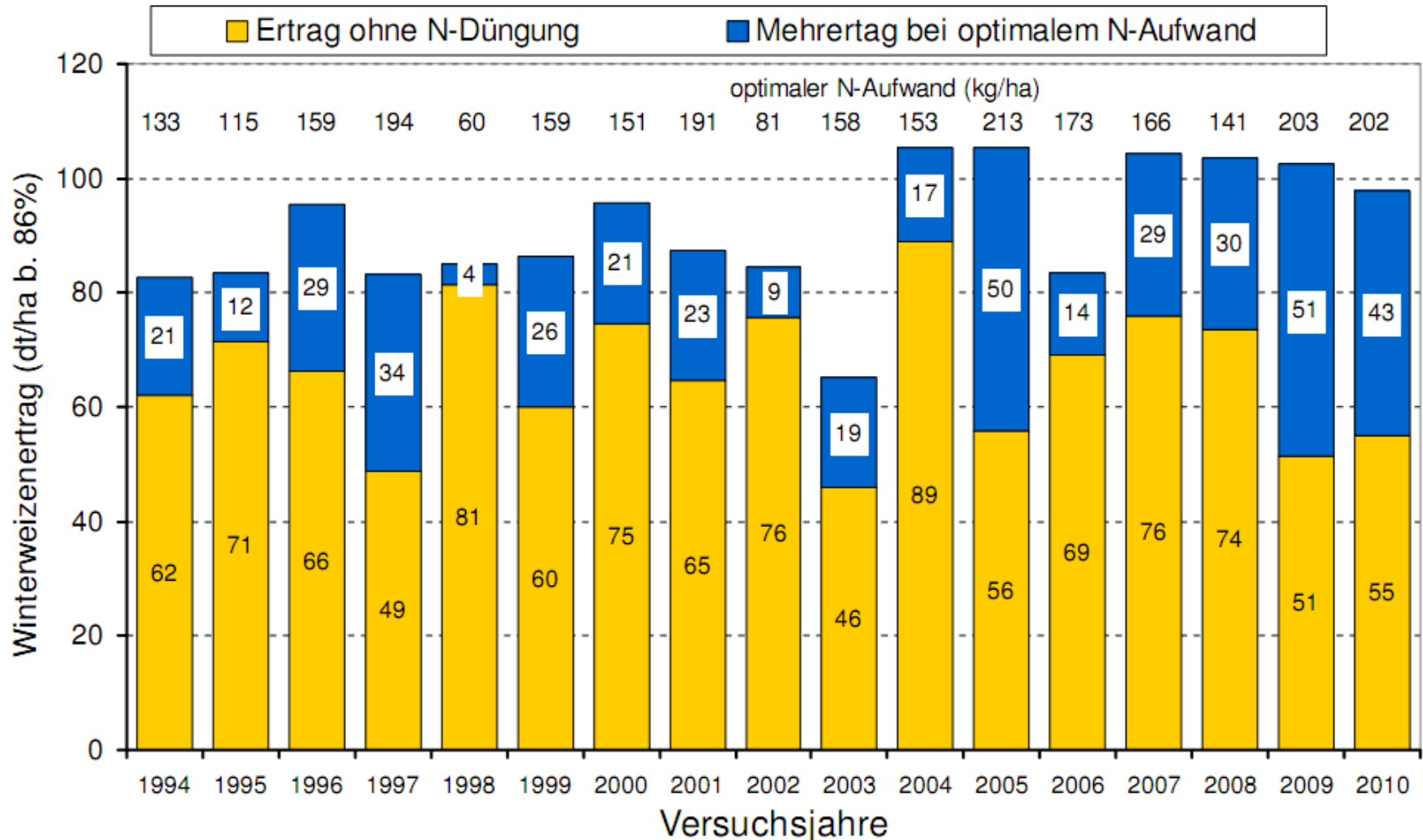


Tierart bzw. Biogasanlage	Wirtschaftsdüngerart/Weide	Düngeverordnung (2006)	Düngeverordnung (2017)	
			Anrechnung (%)	
			ab 1.7.2017	ab 1.1.2020
Rind	Gülle, Gärrückstände	70	70	75
	Festmist, Jauche	60	60	60
Schwein	Gülle, Gärrückstände	60	70	75
	Festmist, Jauche	55	60	60
Betrieb Biogasanlage	Gärrückstände	-	85	85

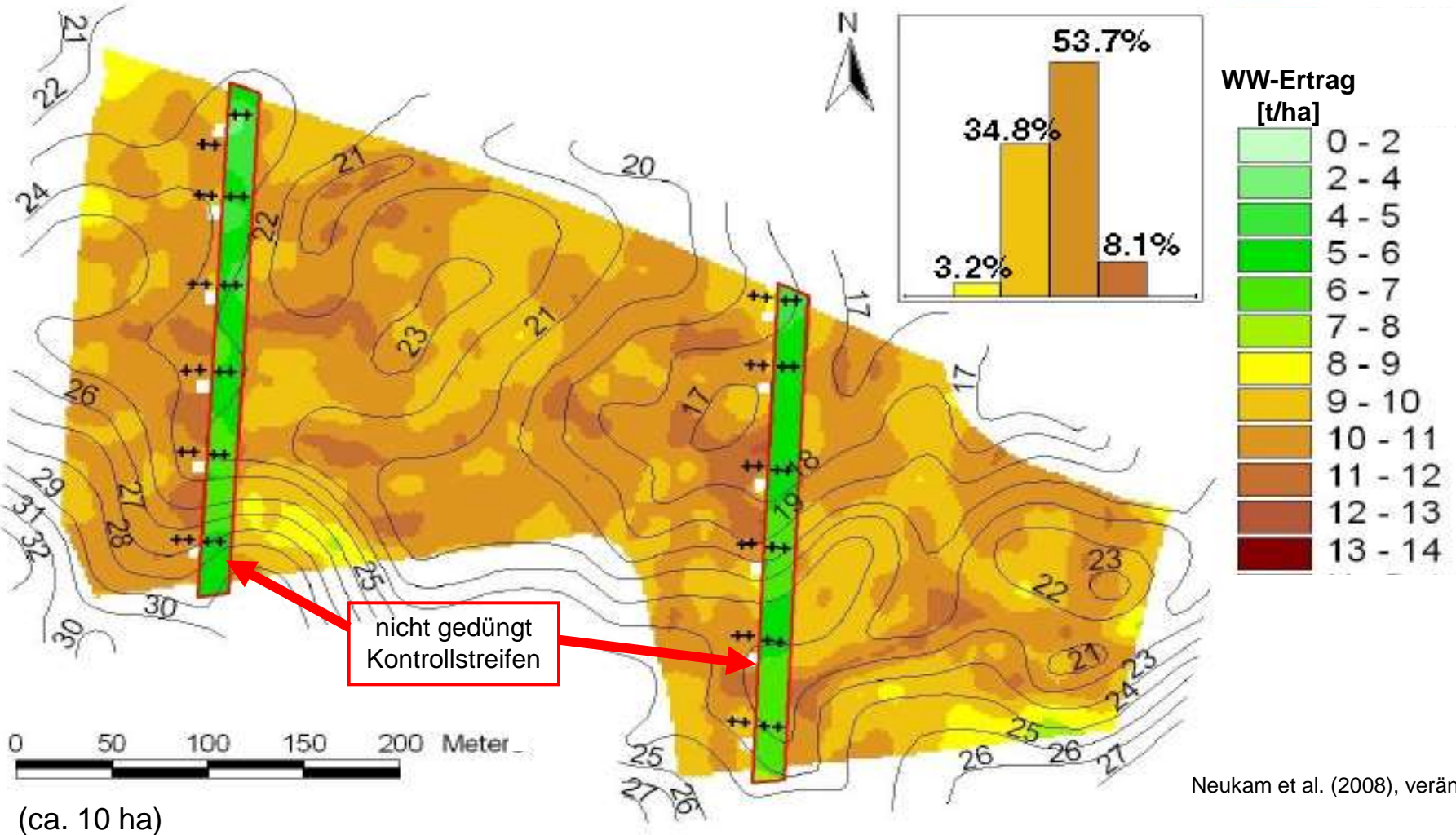
# Exkurs: Zusammenhang Ertrag und N-Bedarf



(mehrjährige Feldversuche in Sachsen)



# Teilflächenspezifische Erträge (Winterweizen, Hohenschulen 2003)



Neukam et al. (2008), verändert

(ca. 10 ha)