



Knowledge grows

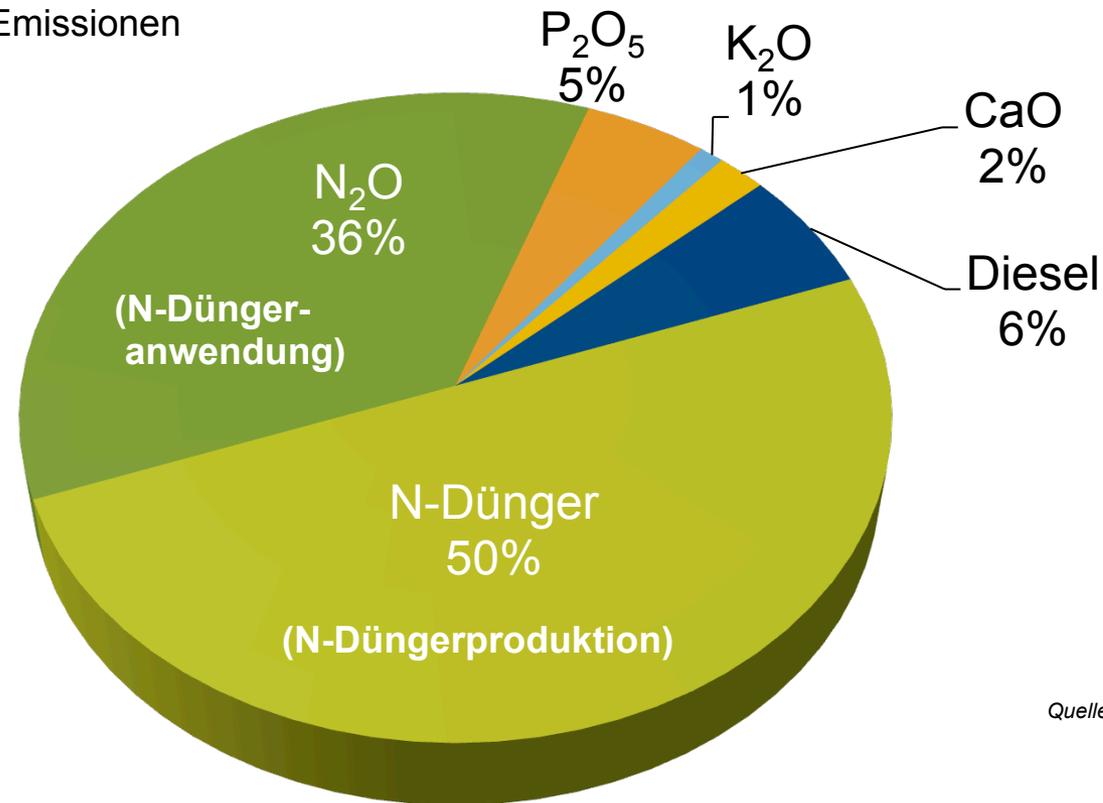
# DüV / StoffstrombilanzVO / Klimaschutz - Umsetzungs- strategien in die Praxis aus Sicht der Düngemittel- industrie

Dr. Hans-Peter Wodsak,  
YARA GmbH & Co. KG, Dülmen



# Ansatzpunkte für die Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen im Rapsanbau

- Emissionen aus der Bereitstellung mineralischer N-Dünger
- bodenbürtige  $N_2O$ -Emissionen



Quelle: Kage, Pahlmann

Relativer Anteil der wesentlichen Inputs beim Rapsanbau an den Gesamtemissionen von Treibhausgasäquivalenten.  
**Annahme: 170 kg N/ha mineralische Düngung**

# Minimierung der Treibhausgas-Emissionen im Rapsanbau

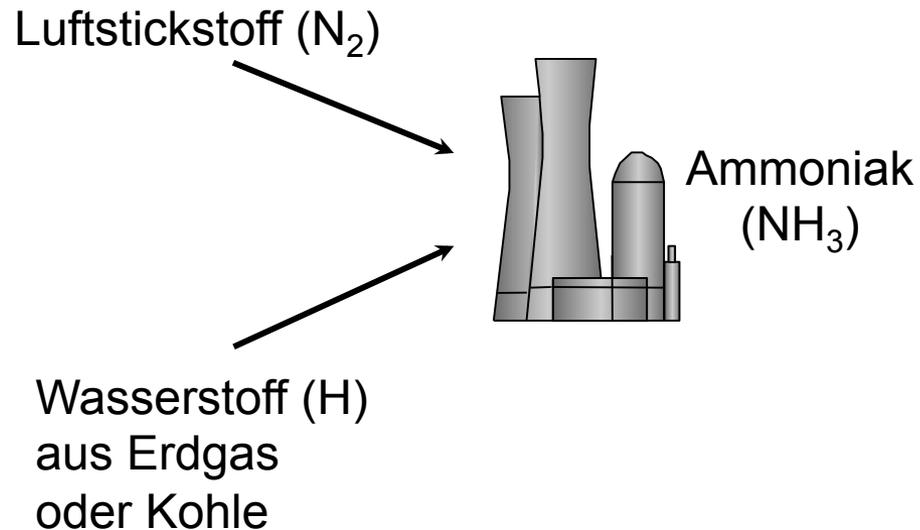
- Reduktion von Treibhausgas (THG)-Emissionen bei der Produktion von Stickstoffdüngern
- Reduktion von THG-Emissionen bei der Anwendung von Stickstoffdüngern
  - Vermeidung von Überdüngung und Erhöhung der N-Effizienz
    - Düngeplanung
    - Methoden der Pflanzenanalyse
    - Vermeidung von Nährstoffmangel
  - Einsatz von Inhibitoren
    - Urease-Inhibitoren
    - Nitrifikations-Inhibitoren
- Zusammenfassung

# Minimierung der Treibhausgas-Emissionen im Rapsanbau

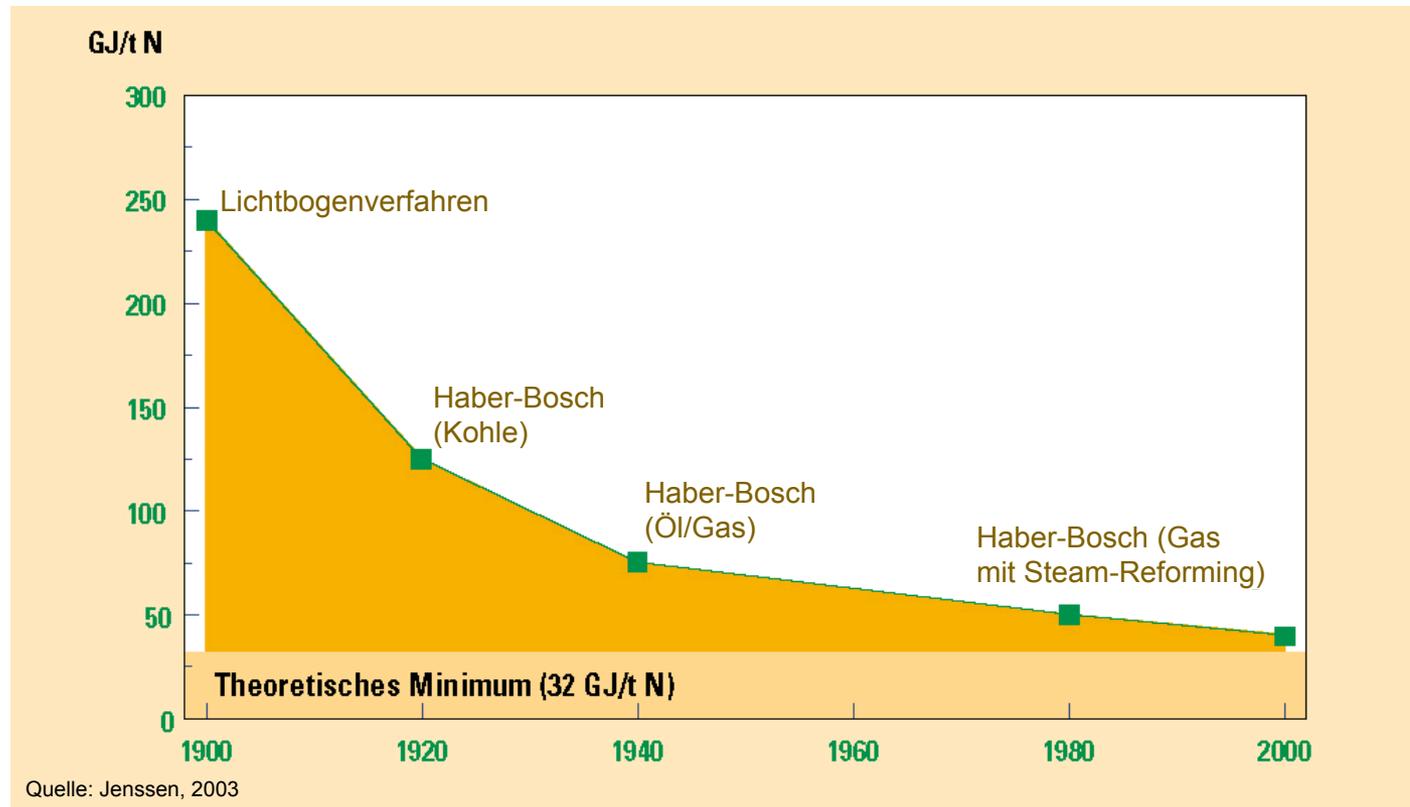
- **Reduktion von Treibhausgas (THG)-Emissionen bei der Produktion von Stickstoffdüngern**
- Reduktion von THG-Emissionen bei der Anwendung von Stickstoffdüngern
  - Vermeidung von Überdüngung und Erhöhung der N-Effizienz
    - Düngeplanung
    - Methoden der Pflanzenanalyse
    - Vermeidung von Nährstoffmangel
  - Einsatz von Inhibitoren
    - Urease-Inhibitoren
    - Nitrifikations-Inhibitoren
- Zusammenfassung

# Emission von Treibhausgasen bei der Produktion von Stickstoffdüngern

- CO<sub>2</sub> bei der Ammoniakproduktion nach dem Haber-Bosch-Verfahren
  - Spaltung von Kohlenwasserstoffen / hoher Energieeinsatz durch hohe Temperaturen und Drücke

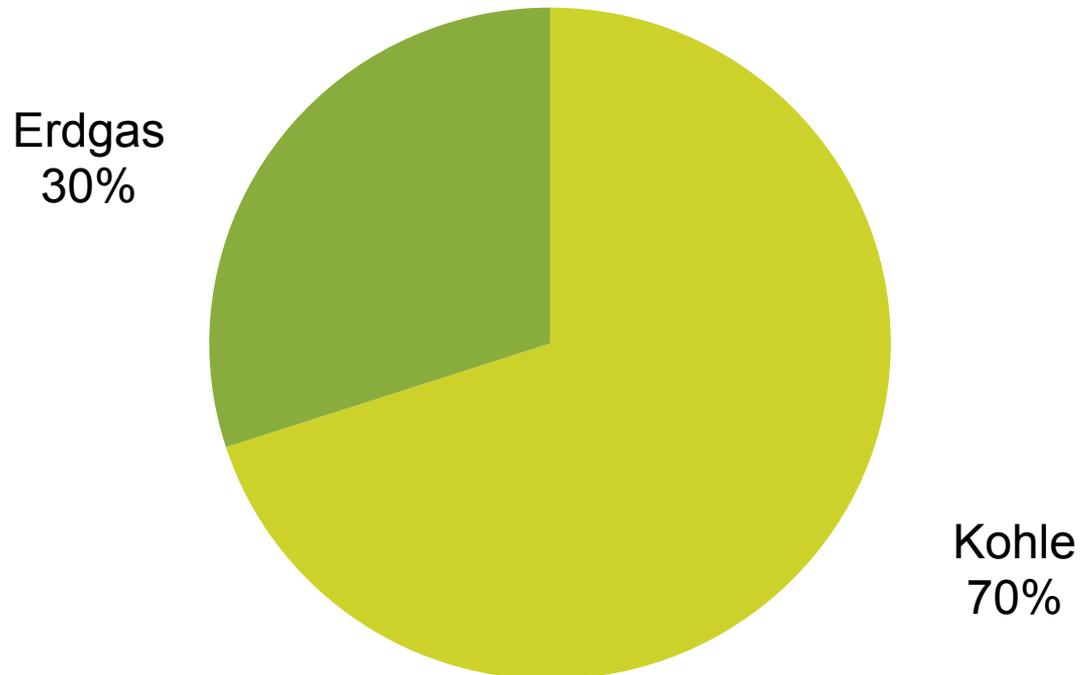


# Der Energieverbrauch europäischer Ammoniakanlagen befindet sich inzwischen nahe dem theoretischen Minimum



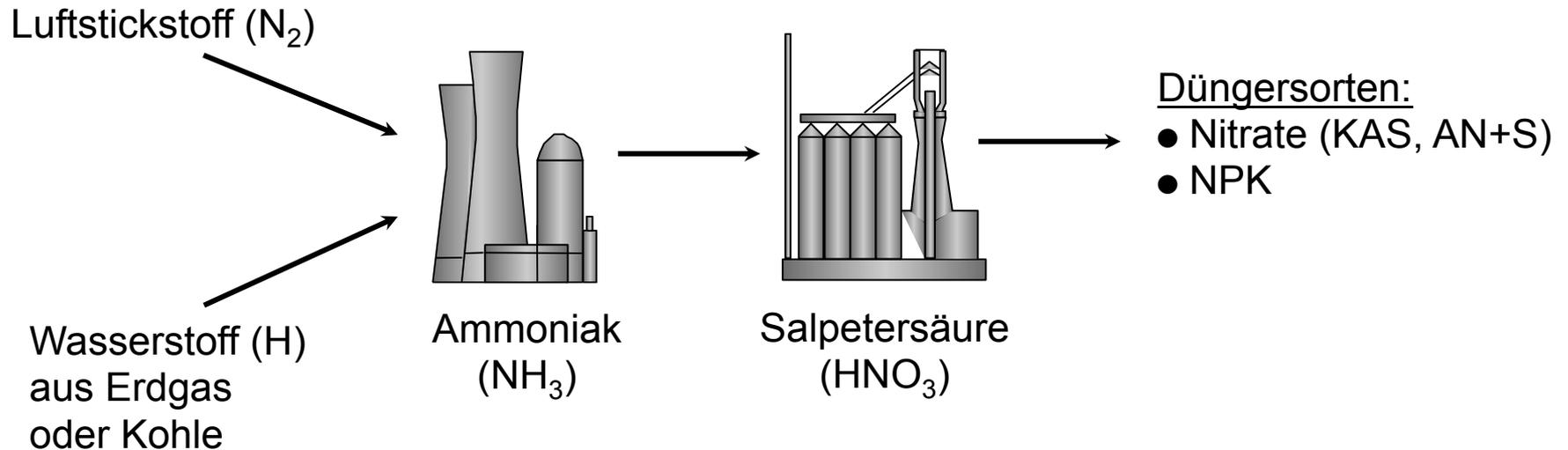
# Die Harnstoffproduktion in China erfolgt noch weitgehend auf Basis Kohle

**Produktion in 2015: ca. 70 Mill. t Harnstoff  
(ca. 40 % der Weltproduktion)**

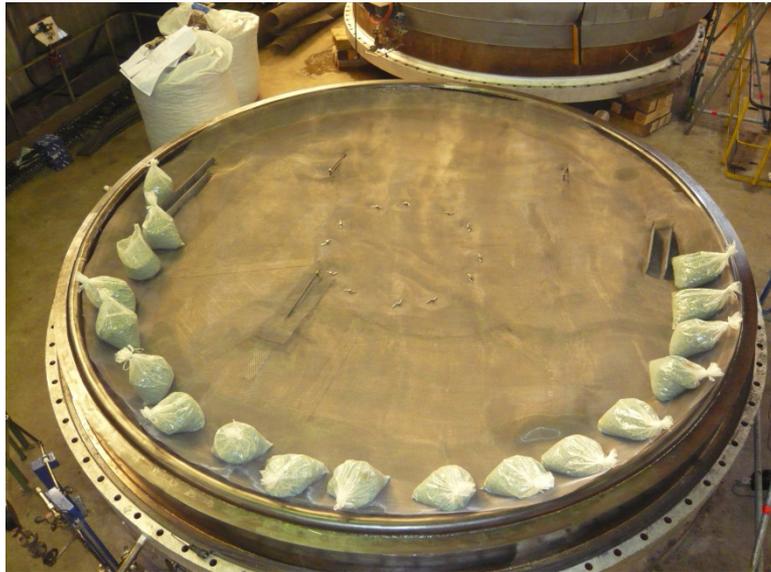
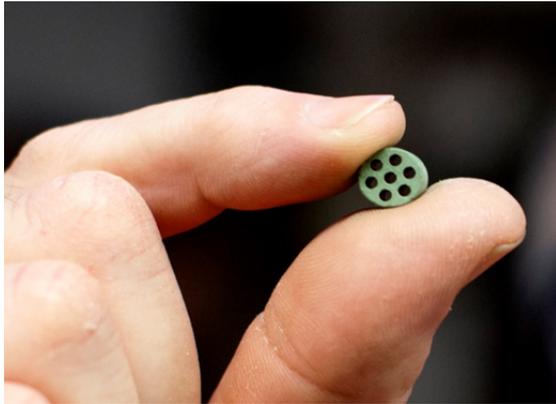


# Emission von Treibhausgasen bei der Produktion von Stickstoffdüngern

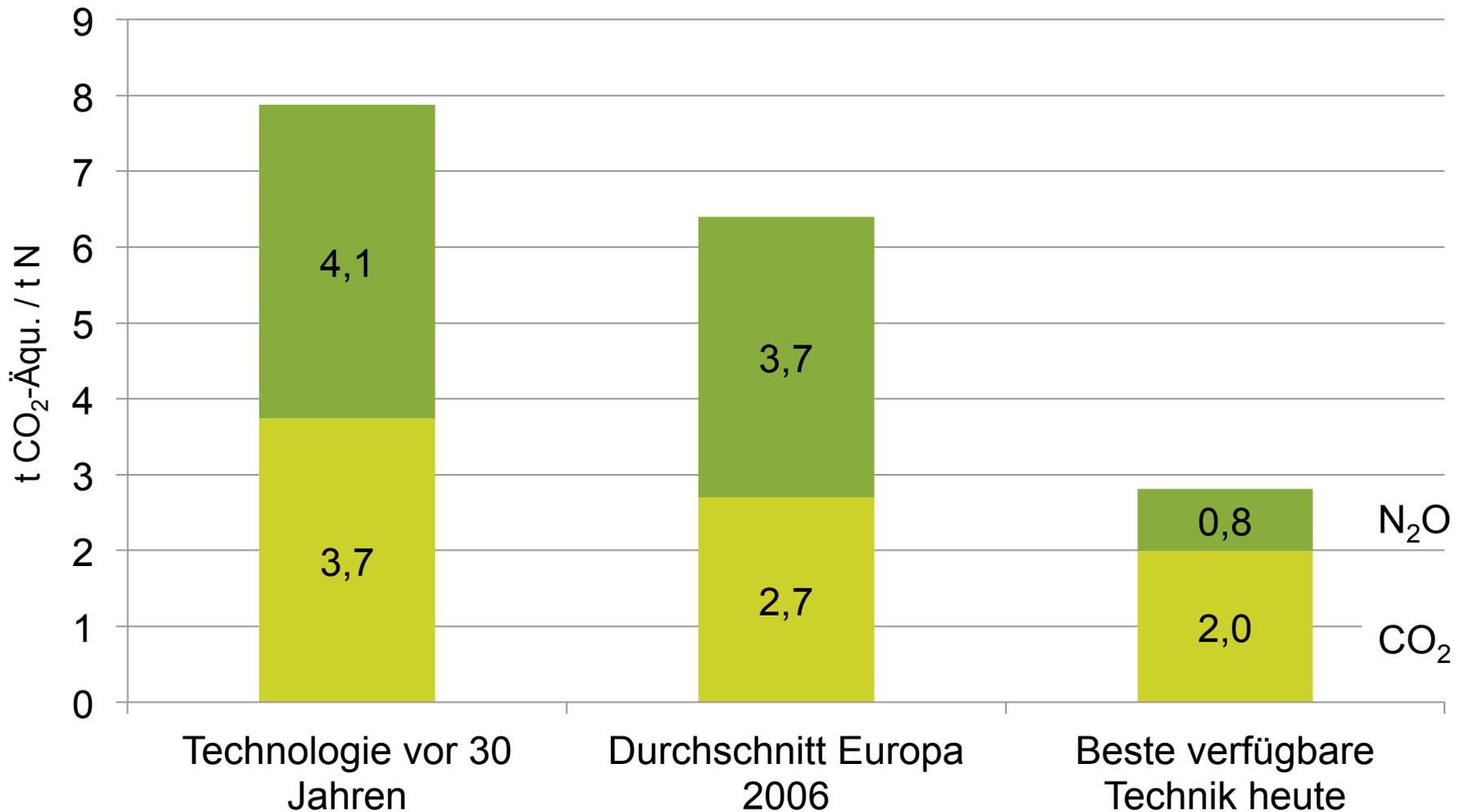
- CO<sub>2</sub> bei der Ammoniakproduktion
  - Spaltung von Kohlenwasserstoffen / hoher Energieeinsatz durch hohe Temperaturen und Drücke
- N<sub>2</sub>O bei der Salpetersäureproduktion (Oxidation von Ammoniak über Platinnetzen)
  - Aber: drastische Reduzierung der Lachgasemissionen durch Katalysatoren um ca. 90 %



# Lachgaskatalysatoren setzen $\text{N}_2\text{O}$ in $\text{N}_2$ und $\text{O}_2$ um



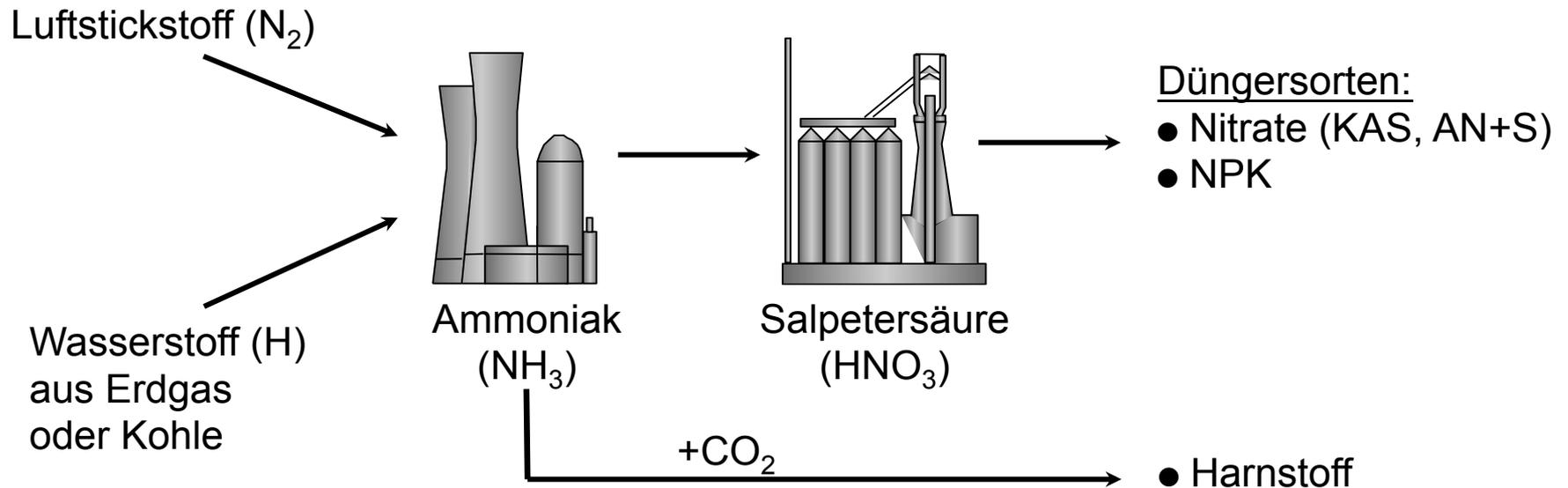
# Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen bei der Produktion von Ammoniumnitrat



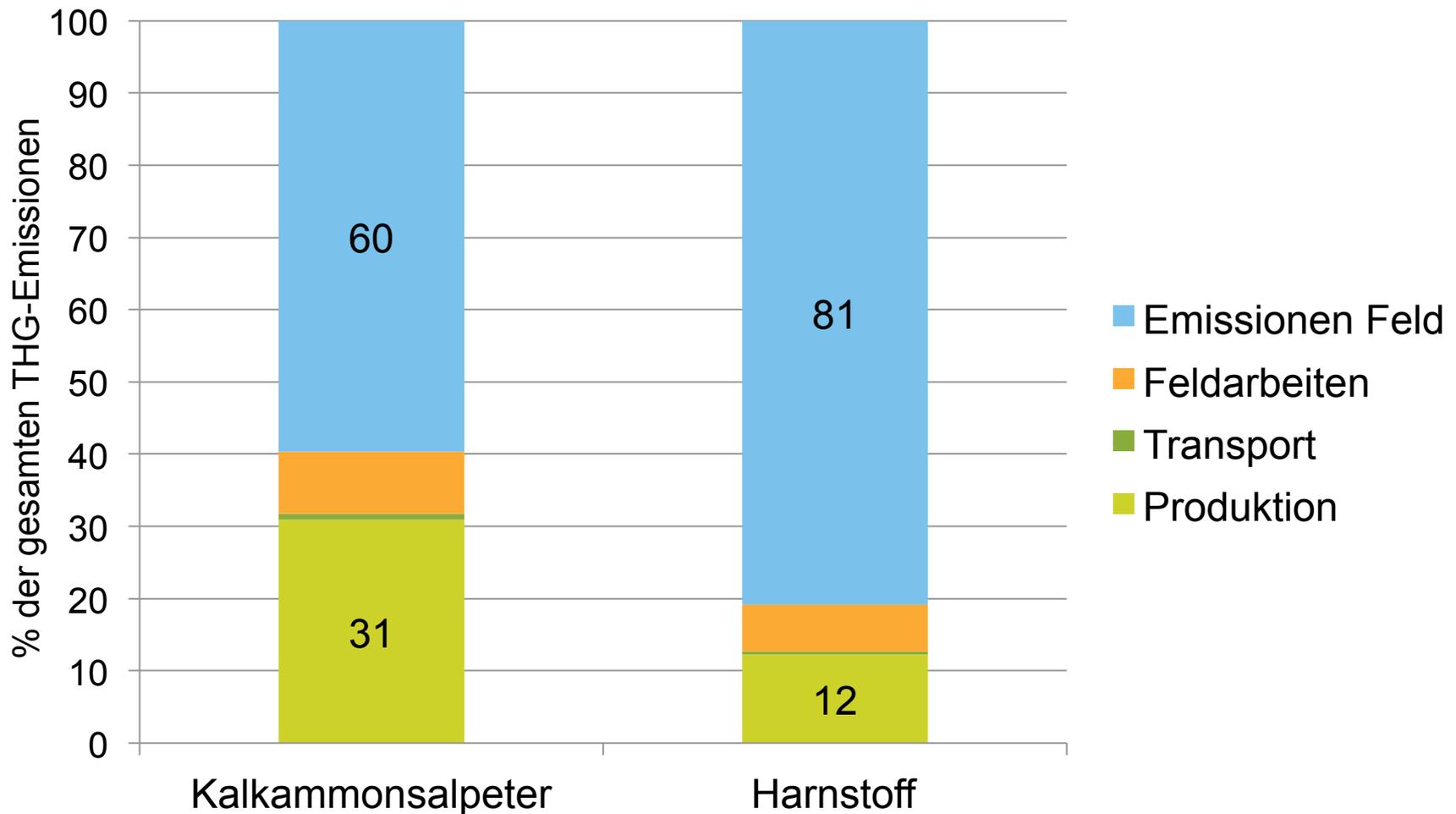
Quelle: nach Jenssen und Kongshaug, 2003 / Fertilizers Europe, 2014

# Emission von Treibhausgasen bei der Produktion von Stickstoffdüngern

- CO<sub>2</sub> bei der Ammoniakproduktion
  - Spaltung von Kohlenwasserstoffen / hoher Energieeinsatz durch hohe Temperaturen und Drücke
- N<sub>2</sub>O bei der Salpetersäureproduktion (Oxidation von Ammoniak über Platinnetzen)
  - Aber: drastische Reduzierung der Lachgasemissionen durch Katalysatoren
- CO<sub>2</sub> wird verbraucht bei der Produktion von Harnstoff
  - Aber: Wiederfreisetzung bei der Harnstoff-Hydrolyse im Feld



# “Carbon Footprint” im Pflanzenbau bei unterschiedlichen N-Düngern



- die absoluten Emissionswerte sind bei beiden N-Düngern etwa gleich -

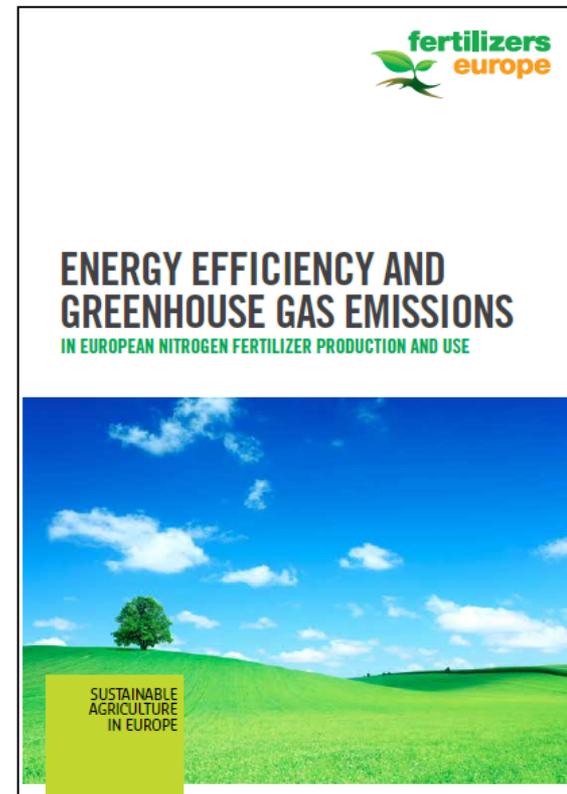
Quelle: eigene Berechnungen

# Teilweise werden veraltete Daten zur Kalkulation der Emission von Treibhausgasen verwendet

Verschiedentlich werden für nitrathaltige N-Dünger wie Kalkammonsalpeter (KAS) zu hohe Emissionen bei der Düngerherstellung angesetzt.

Diese Daten berücksichtigen noch nicht die Reduzierung der Lachgasemissionen bei der Produktion von Salpetersäure durch spezielle Katalysatoren.

**Neueste Emissionsdaten wurden von Fertilizers Europe im Jahr 2014 veröffentlicht**



# Minimierung der Treibhausgas-Emissionen im Rapsanbau

- Reduktion von Treibhausgas (THG)-Emissionen bei der Produktion von Stickstoffdüngern
- **Reduktion von THG-Emissionen bei der Anwendung von Stickstoffdüngern**
  - **Vermeidung von Überdüngung und Erhöhung der N-Effizienz**
    - Düngeplanung
    - Methoden der Pflanzenanalyse
    - Vermeidung von Nährstoffmangel
  - Einsatz von Inhibitoren
    - Urease-Inhibitoren
    - Nitrifikations-Inhibitoren
- Zusammenfassung

# Optimierung der Düngung - Düngeplanung

- **Düngeplanung**

- Hauptziele

- bedarfsgerechte Versorgung der Pflanzen
    - Vermeidung von Überdüngung und Auswaschung

- Beispiele

- Computerprogramme, Kalkulationen, Schätzrahmen, Simulationen (ISIP)

- Vorgaben der neuen Düngeverordnung sind einzuhalten → Programme müssen angepasst werden



## Düngeplan

Schlag  
Acker 1 (160,73 ha)

**Knowledge grows**

Kultur Winterraps	Ertrag 40 dt	Bericht erstellt von Birgit Weyand
Voraussichtliches Saatdatum 18.09.2017	Voraussichtliches Erntedatum 01.08.2018	Datum der Planung 10.07.2017

### Nährstoffbedarf & -düngung

	Nährstoffbedarf & -düngung (kg/ha)					
	N	P2O5	K2O	MgO	S	CaO
Nährstoffbedarf Kultur	200	99	210	30	30	
Nährstoffe aus Boden	60	0	-12	-20		
Nährstoffe aus org. Düngung	0	0	0	0	0	0
Mineraldüngerbedarf Kultur	140	99	222	50	30	
Mineraldüngung Kultur	140	219	382	174	174	-137
Mineraldüngerbedarf Jahr	140	99	222	50	30	0
Mineraldüngung Jahr	140	219	382	174	174	-137
Mineraldüngerbedarf Fruchtfolge	430	236	398	125	60	0
Mineraldüngung Fruchtfolge	430	236	398	198	199	-361
<b>Saldo Fruchtfolge</b>	0	0	0	73	139	-361

# Optimierung der Düngung - Pflanzenanalyse

- **Rapool-Waage zur Ermittlung der bereits aufgenommenen N-Menge im Frühjahr**
  - Ernten und Wiegen der Frischmasse auf einem m<sup>2</sup> an 3 - 4 Stellen auf dem Schlag
  - Kalkulation der N-Aufnahme
    - 1 kg Frischmasse entspricht einem normal entwickelten Bestand und einer N-Aufnahme von 50 kg/ha
    - Auswertung und Interpretation der Messergebnisse, z.B.:

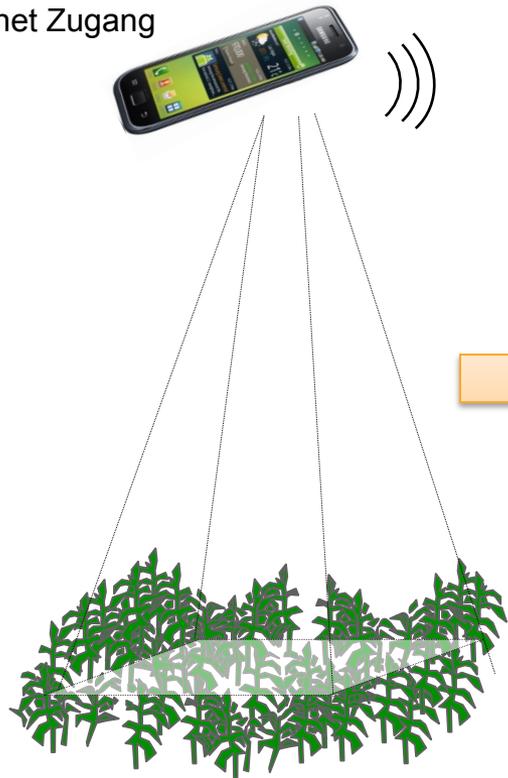
Rapool N-Waage	Üppiger Bestand kg/N ha	Schwacher Bestand kg/N ha
N-Aufnahme im Herbst	100	25
Normalwert abziehen	50	50
= zusätzlich bzw. weniger aufgenommen	+50	-25
Davon 70 % Diese Menge können Sie von der Düngemenge im Frühjahr abziehen bzw. hinzurechnen	-35	+17,5



# Optimierung der Düngung - Pflanzenanalyse

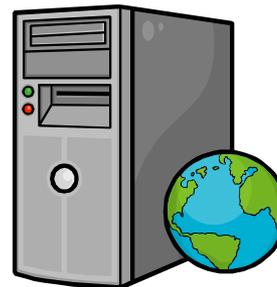
Die Smartphone App ImageIT kann die Rapool-Waage ersetzen und liefert vergleichbare Ergebnisse

Smartphone mit  
Kamera und  
Internet Zugang

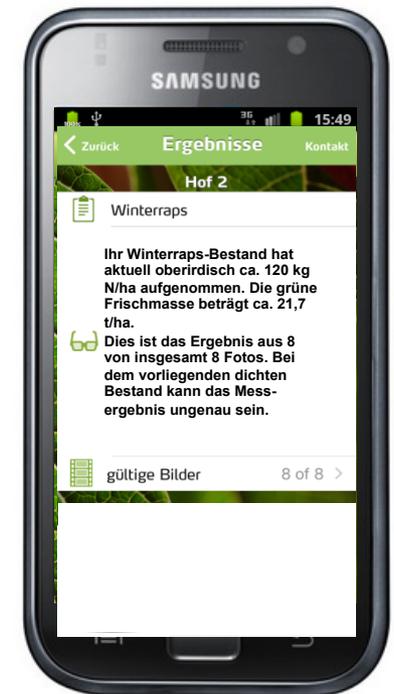


Aufnahme und  
Übermittlung von  
Bildern

zentraler  
Server



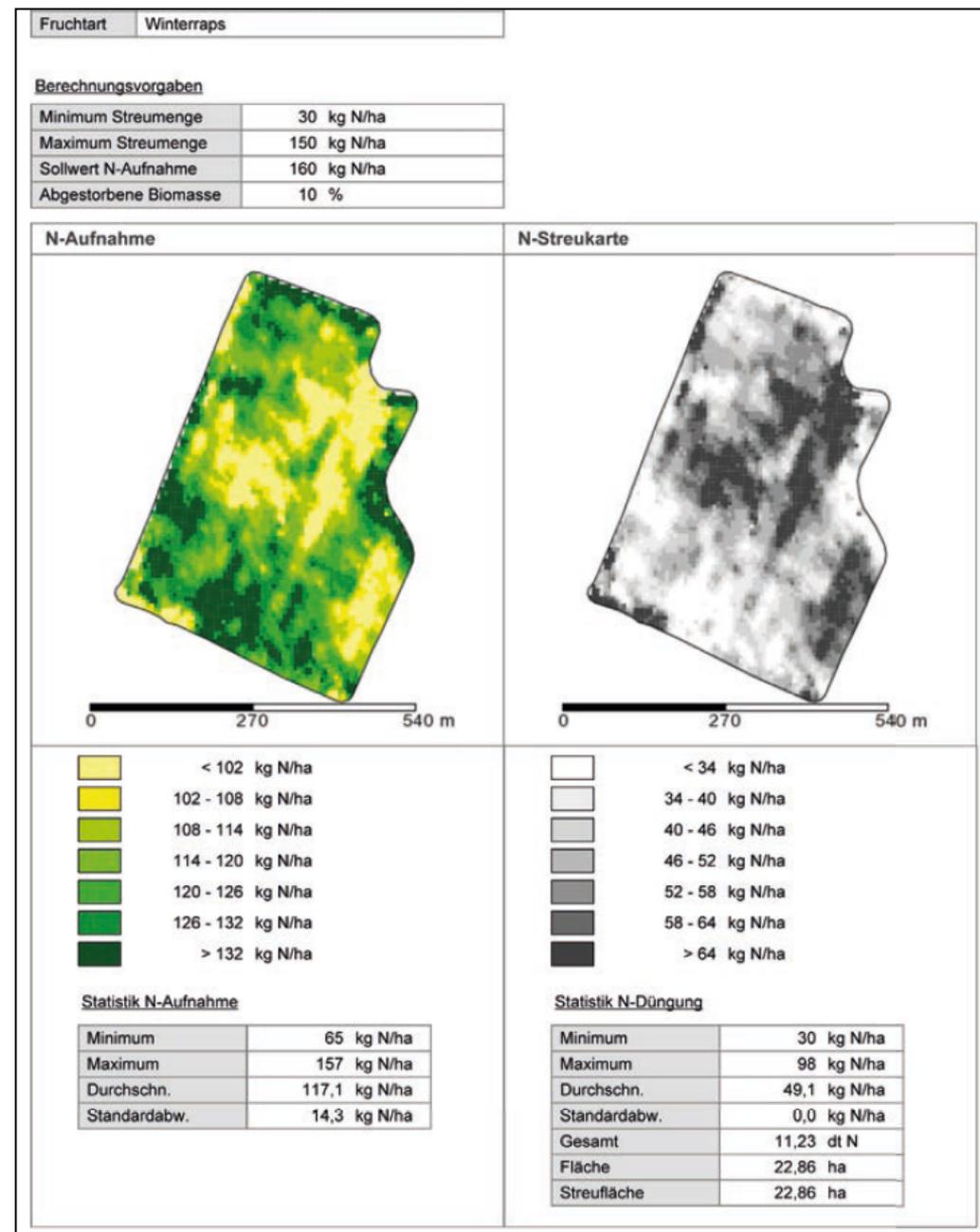
Bildverarbeitung und  
Analyse mit Empfehlung



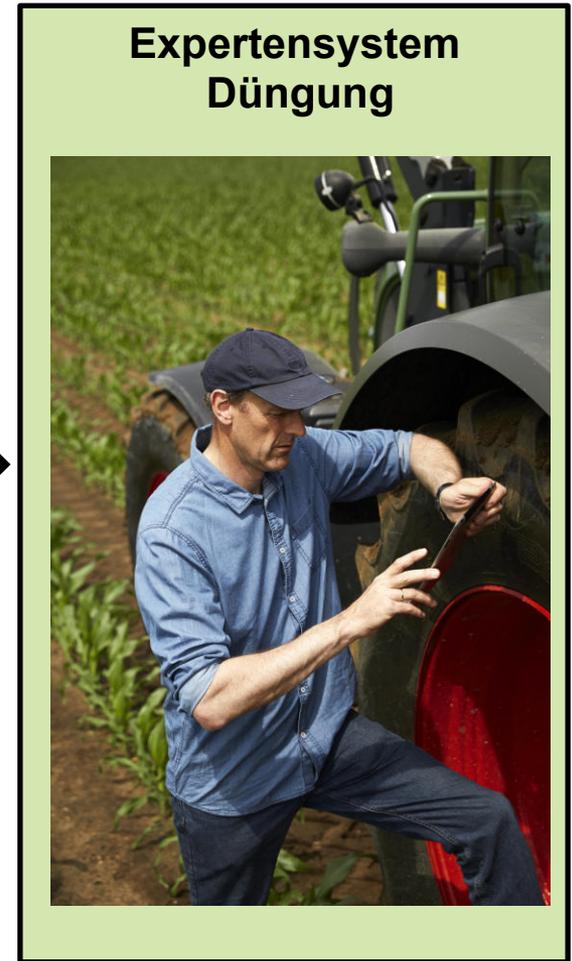
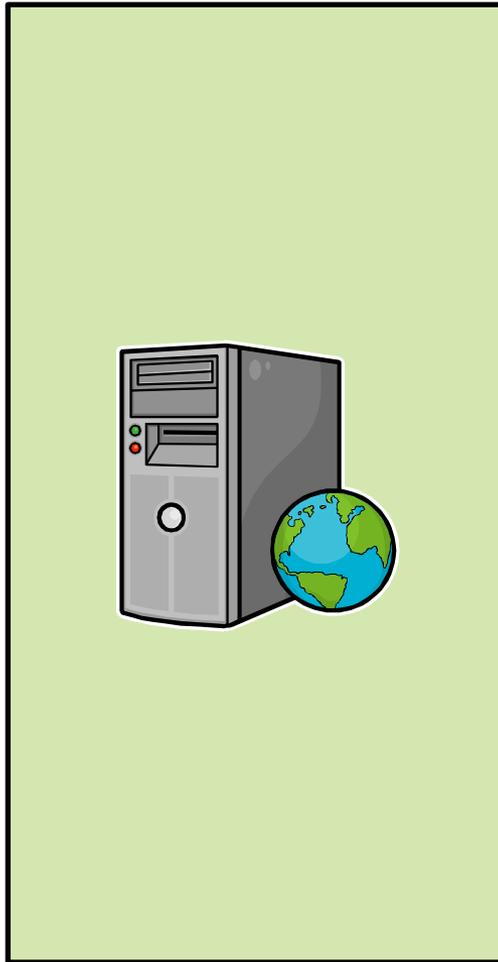
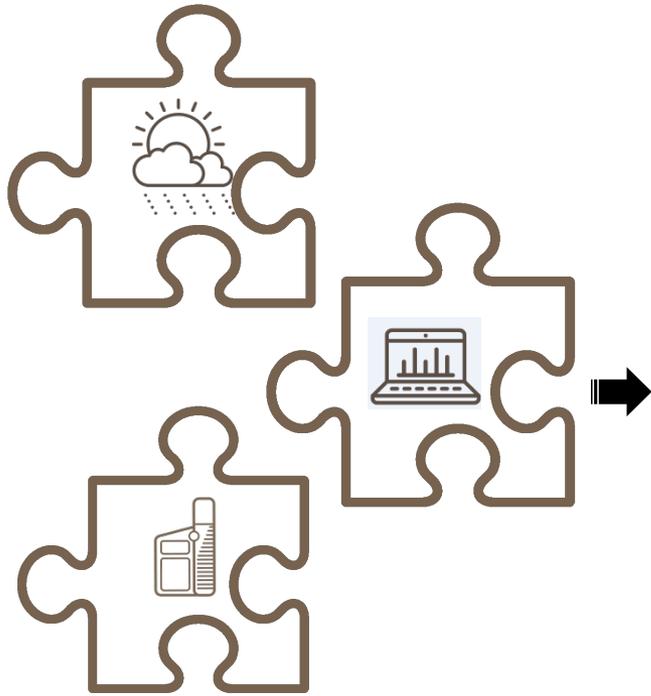
Erhalten und Anzeigen  
der Empfehlung

# Optimierung der Düngung - Pflanzenanalyse

- **Teilflächenspezifische Stickstoff-Düngung**
  - Hauptziel
    - Erhöhung der Stickstoff-Effizienz durch bessere Verteilung des Stickstoffs auf dem Feld
  - Beispiele
    - N-Sensoren, Satelliten, Drohnen

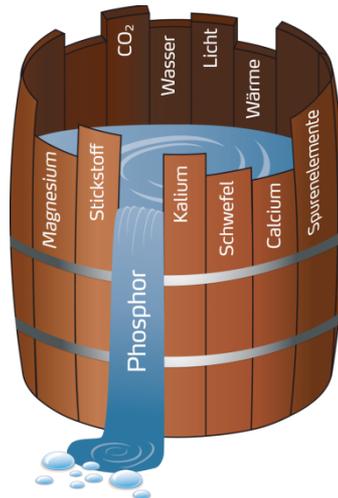


# Die Zukunft: Zusammenführung und Verarbeitung verfügbarer Daten in Expertensystemen zur Düngung → Digital Farming



# Optimierung der Düngung - Vermeidung von Mangel an anderen Nährstoffen

- Hauptziel: Vermeidung einer unnötig schlechten N-Verwertung
- Ermittlung des Nährstoffbedarfes: z.B. Schwefelschätzrahmen, Labor-Pflanzenanalyse



## Untersuchungsbericht Megalab® Pflanzenanalyse (Blatt)

**Kunde** Herr Megalab  
Pflanzenanalysen Straße 1  
12345 Mangel

**Verteiler** YARA  
GERMANY

**Parzelle** Hinter dem Hof

**Auftragsnr.** DE1234-5

**Eingangdatum** 25/05/2015

**Kultur** Winterweizen BBCH 42-45

Analyse	Resultat	Zielwert	Einstufung	Dünge-Empfehlungen
<b>Phosphor (%)</b>	0.34	0.25	Normal	Anzustrebender Gehalt.
<b>Kali (%)</b>	1.20	2.20	Mangel	Bodenanalyse empfohlen; zukünftig NPK im Frühjahr einplanen
<b>Magnesium (%)</b>	0.15	0.08	Hoch	Kali-Versorgung prüfen!
Calcium (%)	0.49	0.31	Hoch	
Schwefel (%)	0.19	0.25	Leicht unterversorgt	zur 3. N-Gabe YaraBela SULFAN verwenden oder 5 l/ha YaraVita Thiotrac
<b>Mangan (ppm)</b>	32.8	30.0	Normal	Anzustrebender Gehalt.
<b>Kupfer (ppm)</b>	5.4	3.5	Normal	Anzustrebender Gehalt.
Eisen (ppm)	102	50	Normal	Anzustrebender Gehalt.
<b>Zink (ppm)</b>	10.8	17.0	Mangel	1 l/ha YaraVita Getreide zur Absicherung von Ertrag und Qualität.
Molybdän (ppm)	1.04	0.10	Normal	Anzustrebender Gehalt.
Bor (ppm)	6.1	2.5	Normal	Anzustrebender Gehalt.

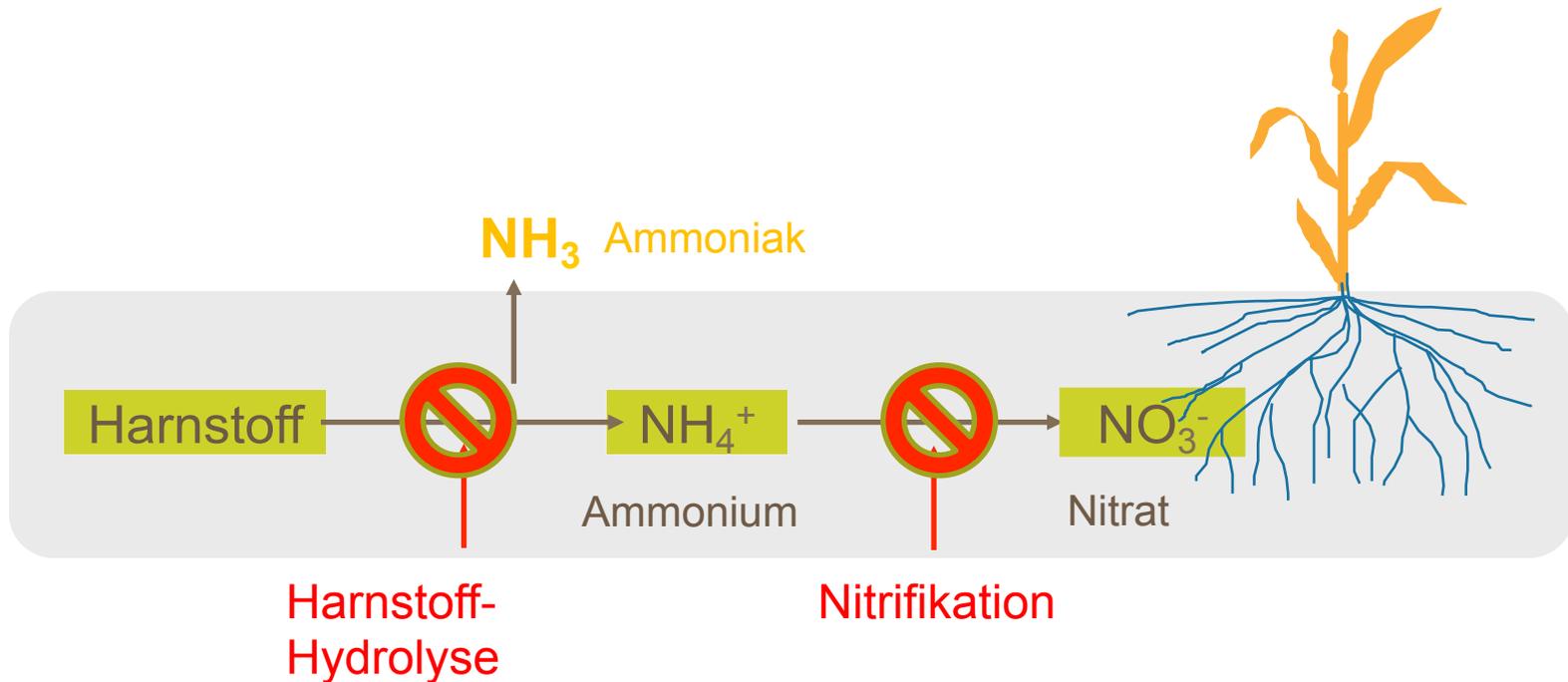
- Vorwinter-Entwicklung: Bestände bei Bedarf im Herbst unterstützen (N, S, P, K, Spurennährstoffe); DüV beachten

# Minimierung der Treibhausgas-Emissionen im Rapsanbau

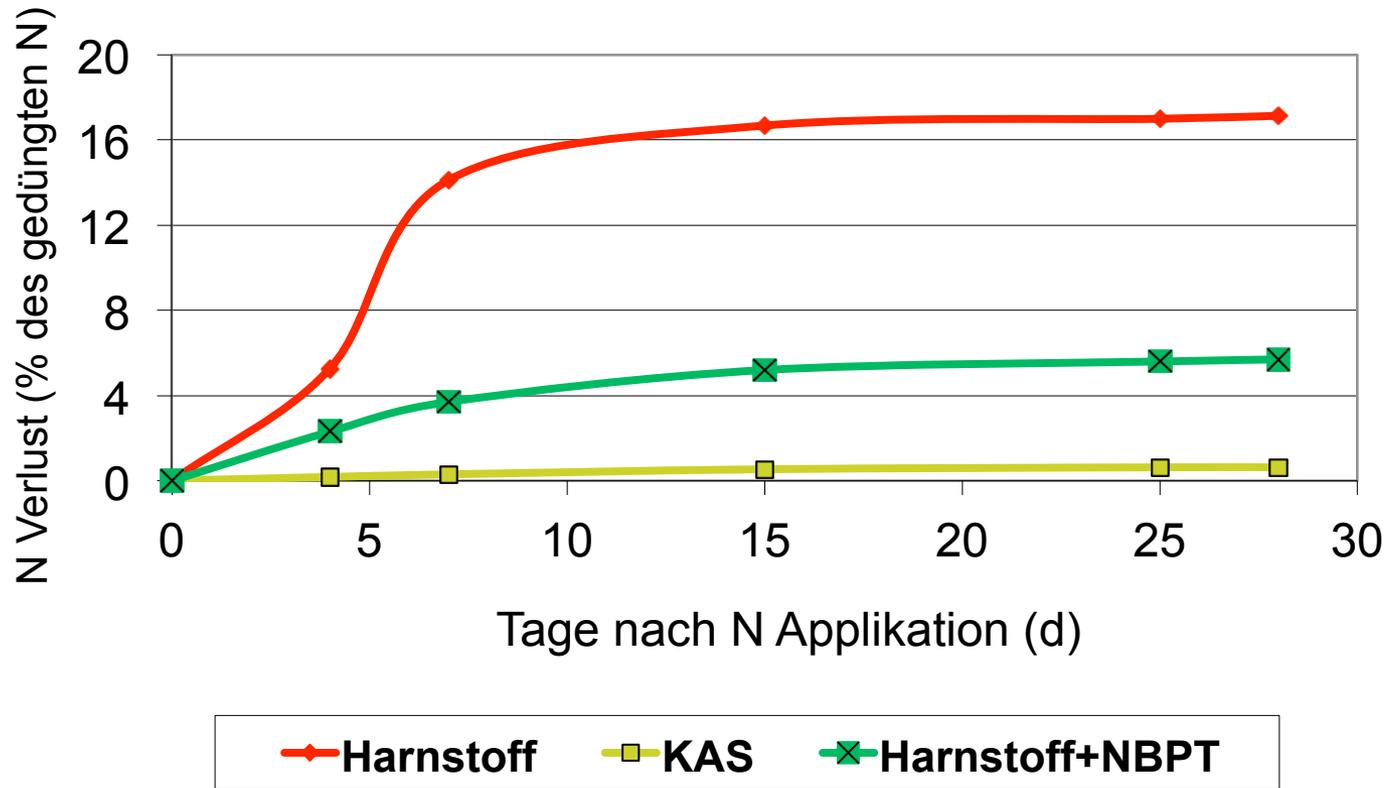
- Reduktion von Treibhausgas (THG)-Emissionen bei der Produktion von Stickstoffdüngern
- **Reduktion von THG-Emissionen bei der Anwendung von Stickstoffdüngern**
  - Vermeidung von Überdüngung und Erhöhung der N-Effizienz
    - Düngeplanung
    - Methoden der Pflanzenanalyse
    - Vermeidung von Nährstoffmangel
  - **Einsatz von Inhibitoren**
    - Urease-Inhibitoren
    - Nitrifikations-Inhibitoren
- Zusammenfassung

# Wirkprinzip von Inhibitoren

- 2 Typen von Inhibitoren verfügbar
- Urease-Inhibitoren inaktivieren das Enzym Urease und verlangsamen so die Harnstoff-Hydrolyse
- Nitrifikations-Inhibitoren wirken auf Bodenbakterien und verzögern die Nitrifikation von Ammonium zu Nitrat

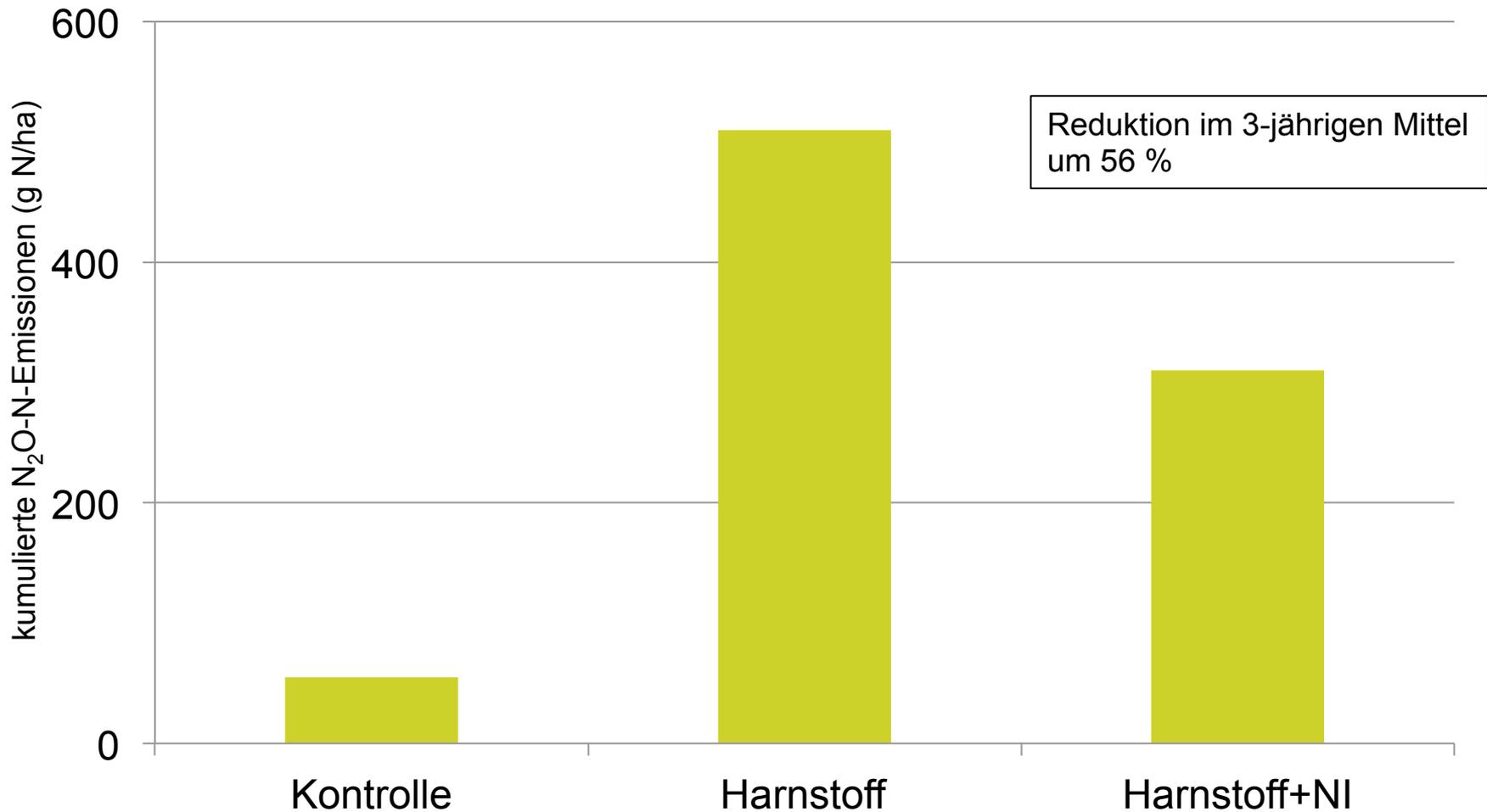


# Vergleich der Ammoniak-Verluste von Harnstoff, Harnstoff + NBPT und KAS



Quelle: Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung Hanninghof

# N<sub>2</sub>O-Emissionen nach Mineraldüngung ohne und mit Nitrifikationsinhibitor (2013)



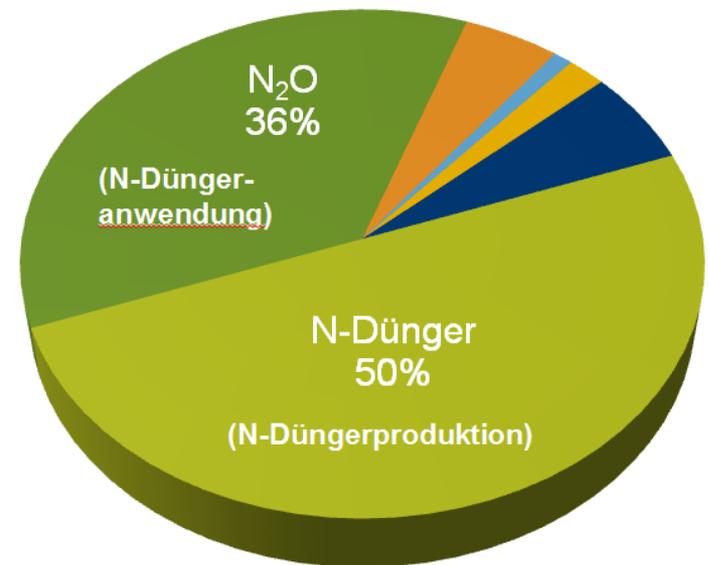
Quelle: Thiel et al. 2015, verändert

# Minimierung der Treibhausgas-Emissionen im Rapsanbau

- Reduktion von Treibhausgas (THG)-Emissionen bei der Produktion von Stickstoffdüngern
- Reduktion von THG-Emissionen bei der Anwendung von Stickstoffdüngern
  - Vermeidung von Überdüngung und Erhöhung der N-Effizienz
    - Düngeplanung
    - Methoden der Pflanzenanalyse
    - Vermeidung von Nährstoffmangel
  - Einsatz von Inhibitoren
    - Urease-Inhibitoren
    - Nitrifikations-Inhibitoren
- **Zusammenfassung**

# Zusammenfassung

- THG-Emissionen bei der Herstellung von Stickstoffdüngern wurden durch technische Verbesserungen, besonders in West-Europa, deutlich reduziert.
- Die N-Düngemittelhersteller investieren in Forschung und Entwicklung, um THG-Emissionen beim Einsatz von N-Düngern zu minimieren:
  - wissenschaftliche Methoden zur Optimierung der Stickstoffdüngung vermeiden Überdüngung
  - Inhibitoren tragen zur Senkung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen aus applizierten Stickstoffdüngern bei



**Vielen Dank  
für  
Ihre Aufmerksamkeit!**