



# Bodenkultur und Düngung – Mineralische Düngung

AT3 – Wintersemester 2025/26

Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

07.01.2026

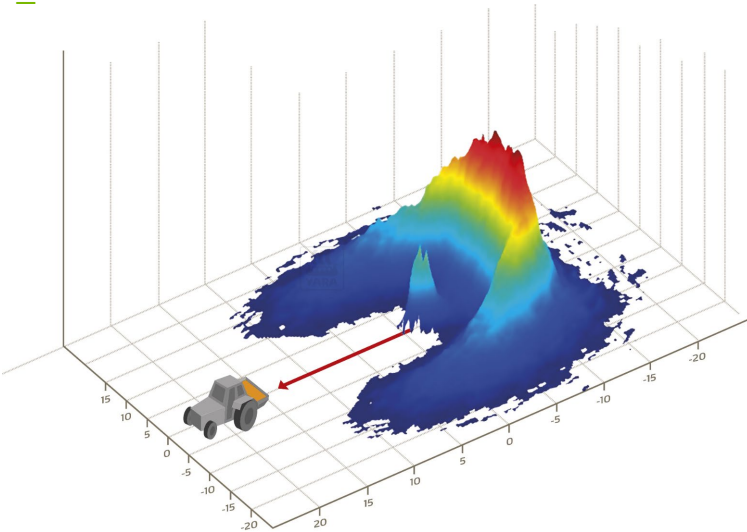
# Precision Farming



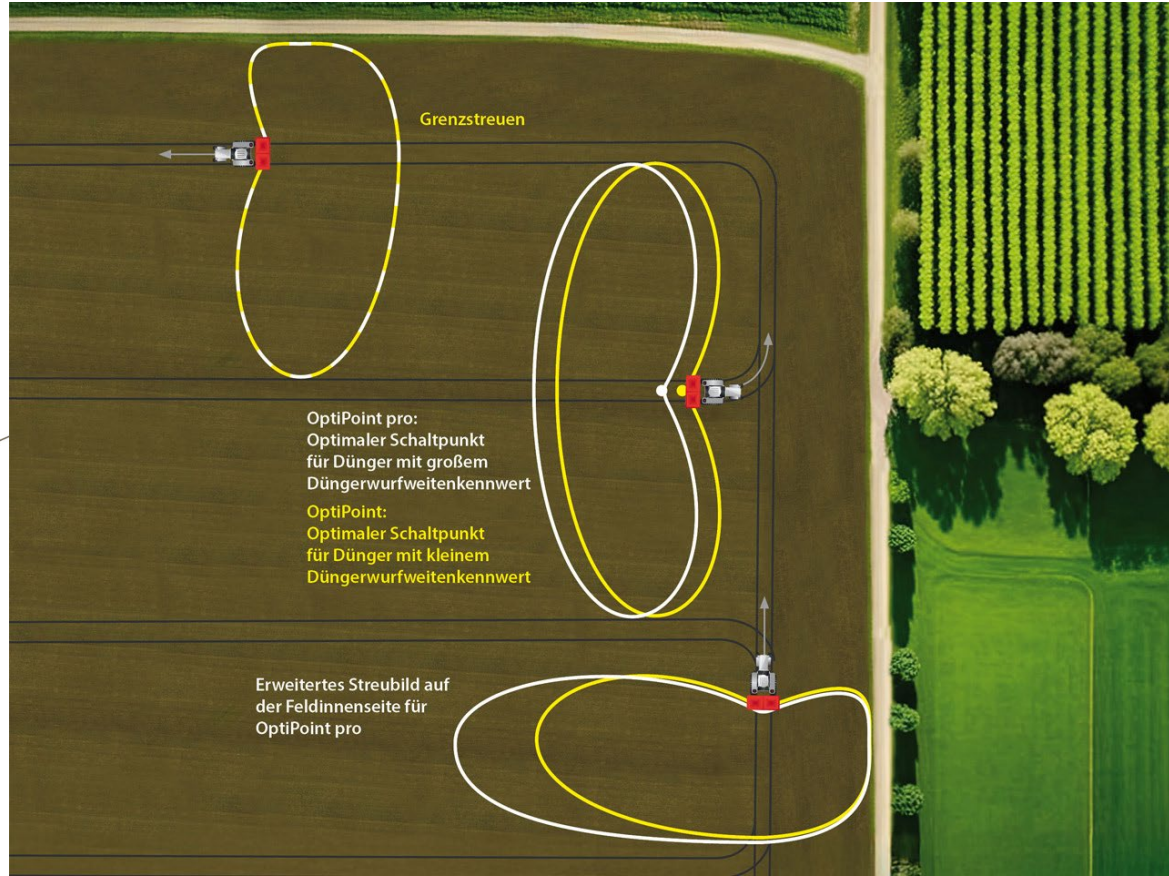
**Video**

Quelle: Werkbild 76 Amazone

# Teilbreiten, Rand- und Grenzstreuen, Vorgewendemanagement

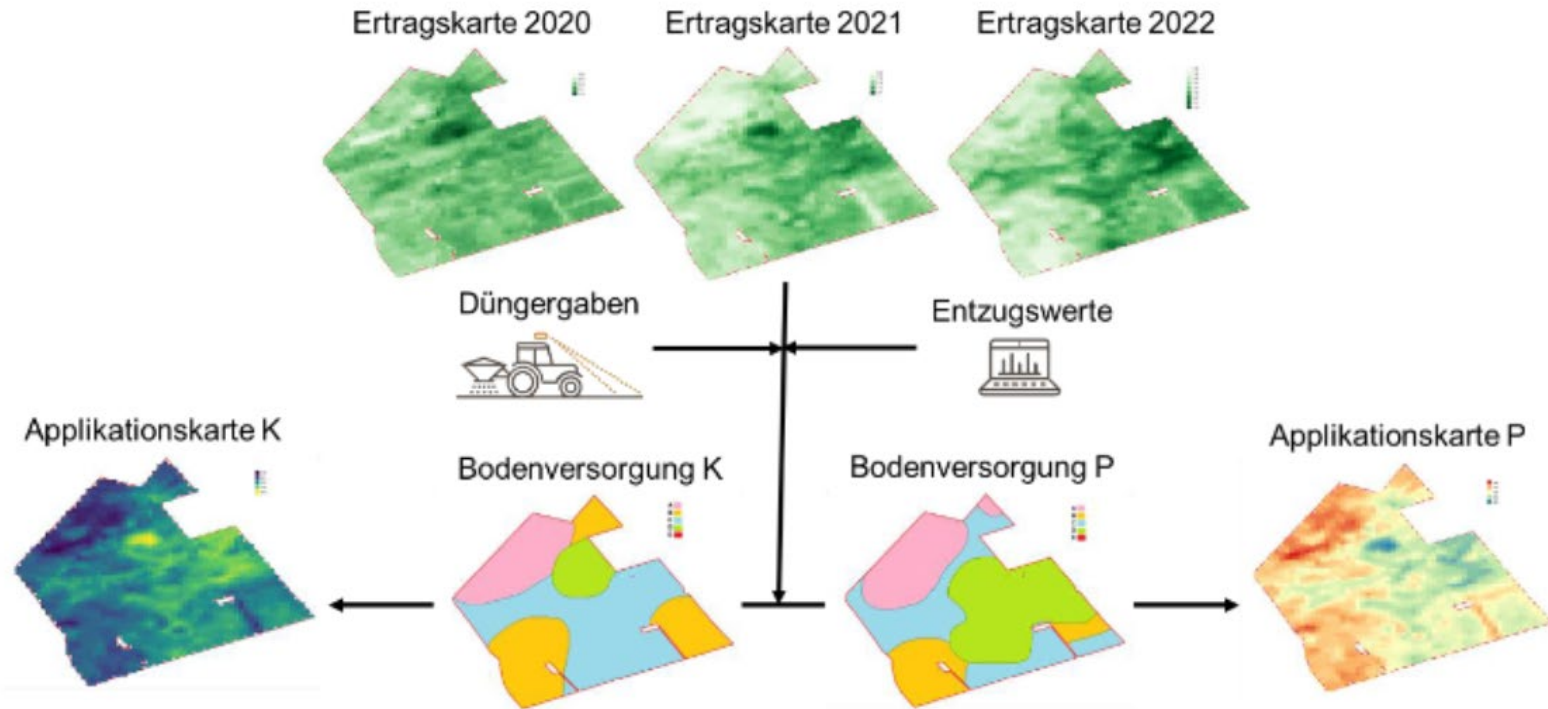


Quellen: YARA,  
[Rauch](#)





# Düngung nach Applikationskarten

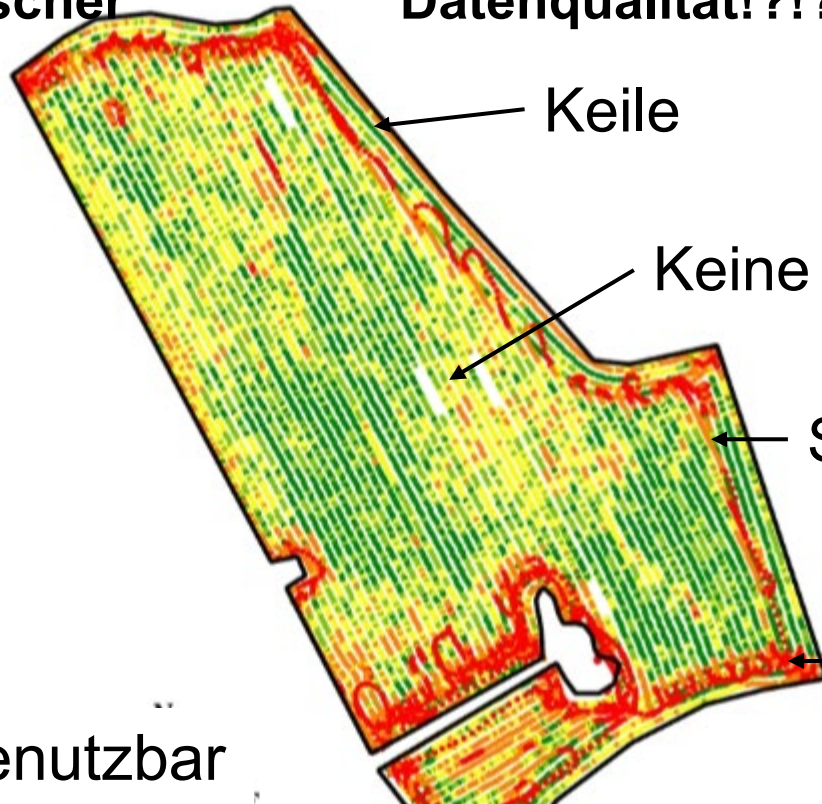


**Grafik 1:** Schematische Darstellung der Erstellung von Applikationskarten für die Grunddüngung von P und K basierend auf erstellten Ertragskarten und den daraus errechneten Entzügen, der Bodenversorgung und vom Landwirt applizierten Düngergaben.

# Ertragskarte Mähdrescher

Datenqualität!?!?!?

Yield (t/ha)



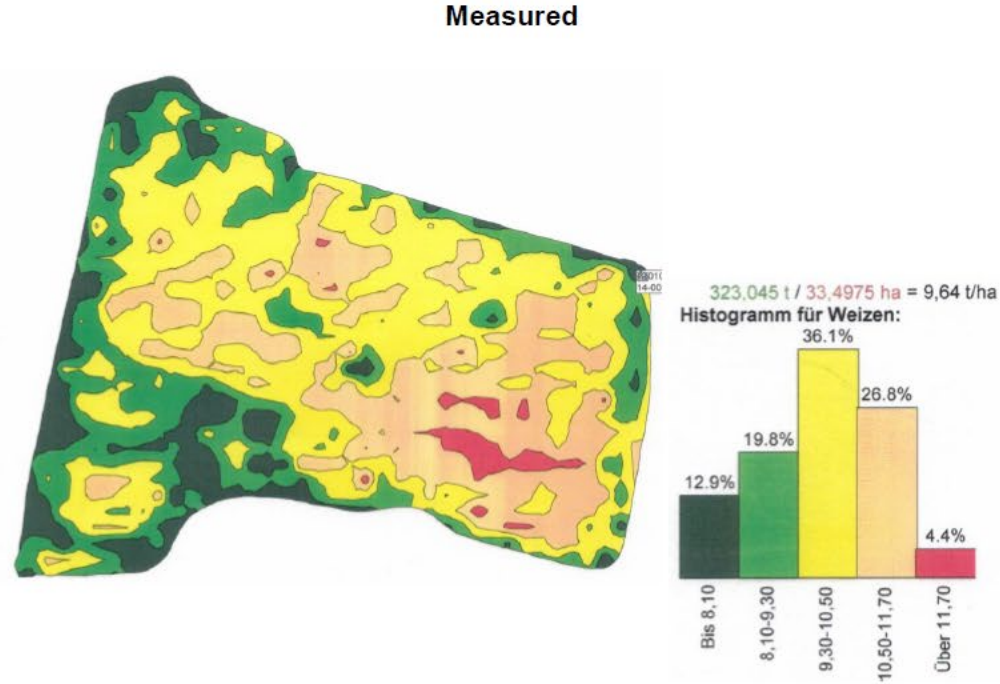
Unbereinigt = Unbenutzbar

Nach 25 Jahren im Mittleren Westen der USA Haupt Use-Case:  
Das Aufspüren von verstopften Drainagen!

# Ertragskartierung mit Satellitenbildern & Wachstumsmodellen

Winter wheat, Germany, 2019

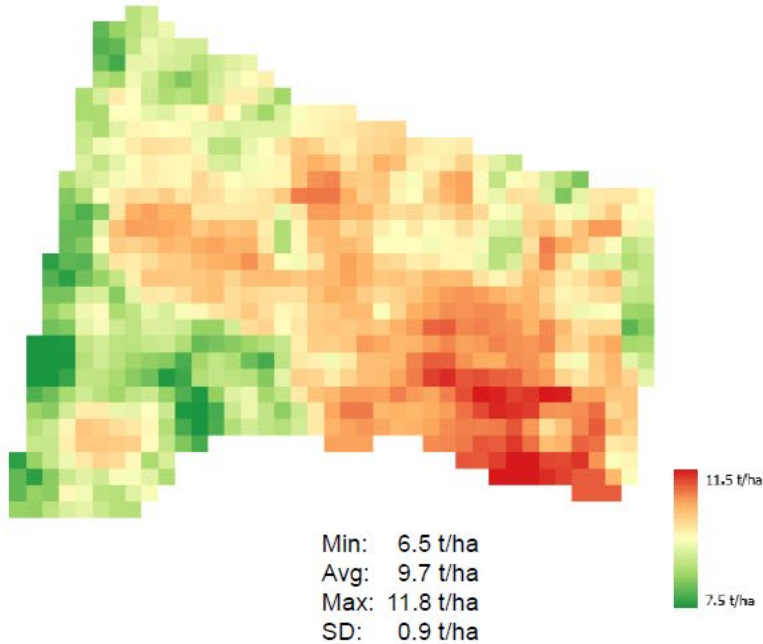
Bereinigte Karte →



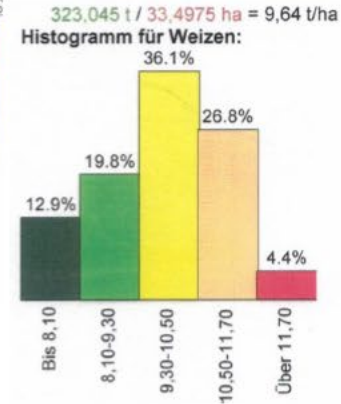
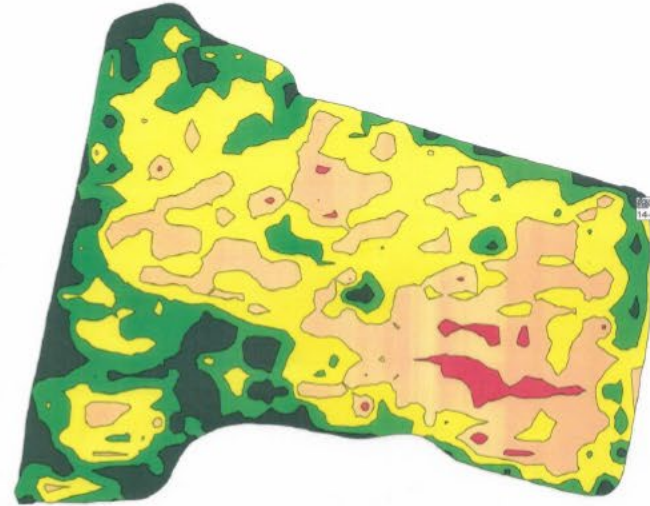
# Ertragskartierung mit Satellitenbildern & Wachstumsmodellen

Winter wheat, Germany, 2019

Estimated



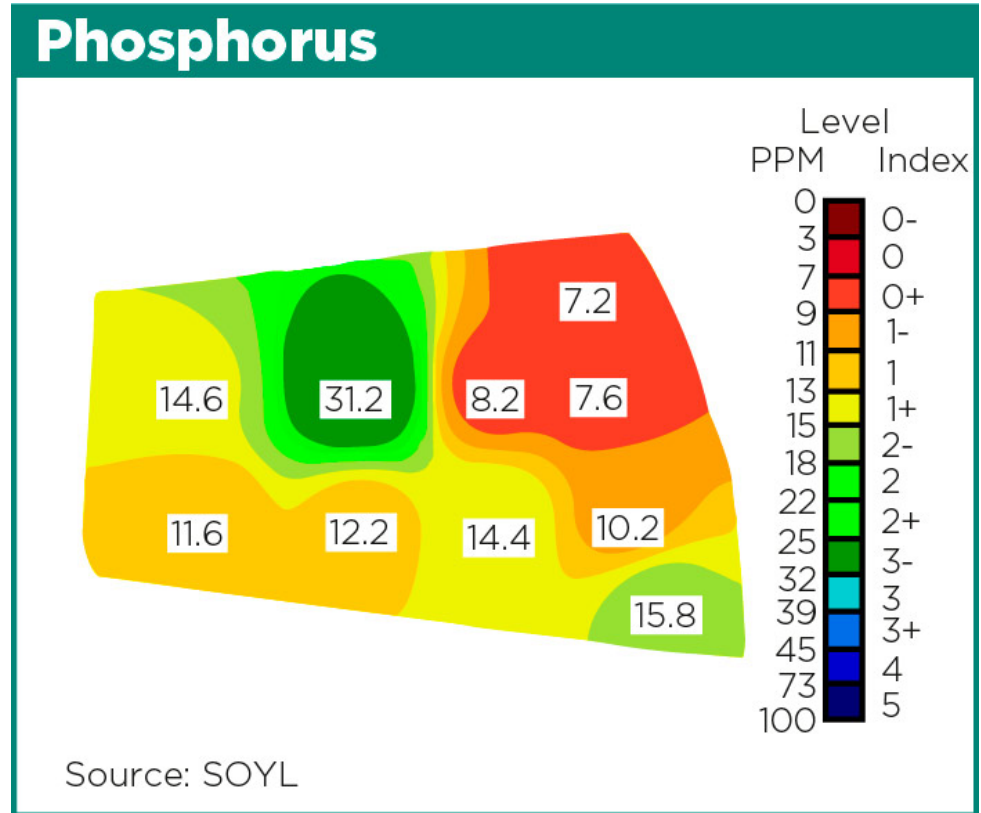
Measured





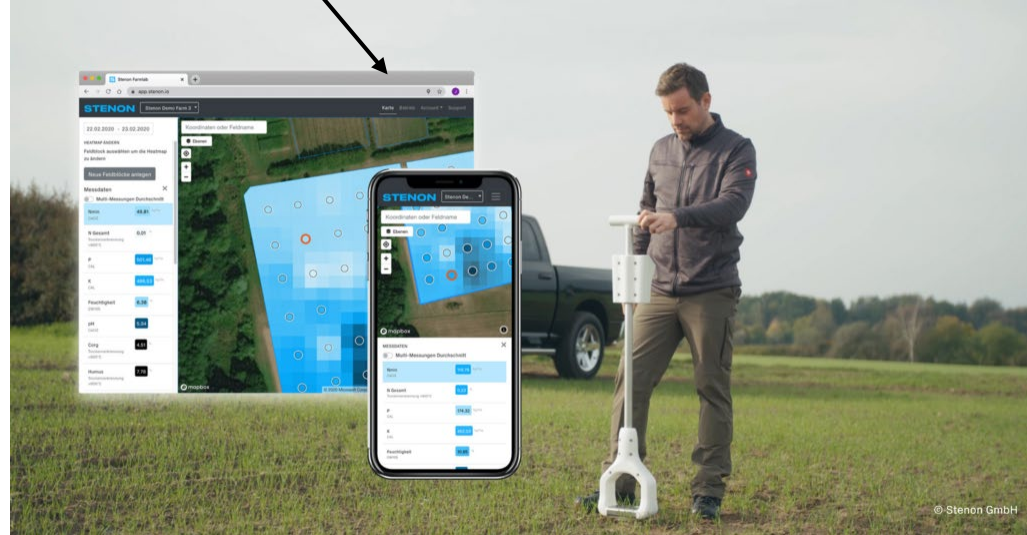
# Nährstoffkartierung

- GPS-basierte Probennahme
- meist Raster – z.B. 1 ha



# Nährstoffkartierung

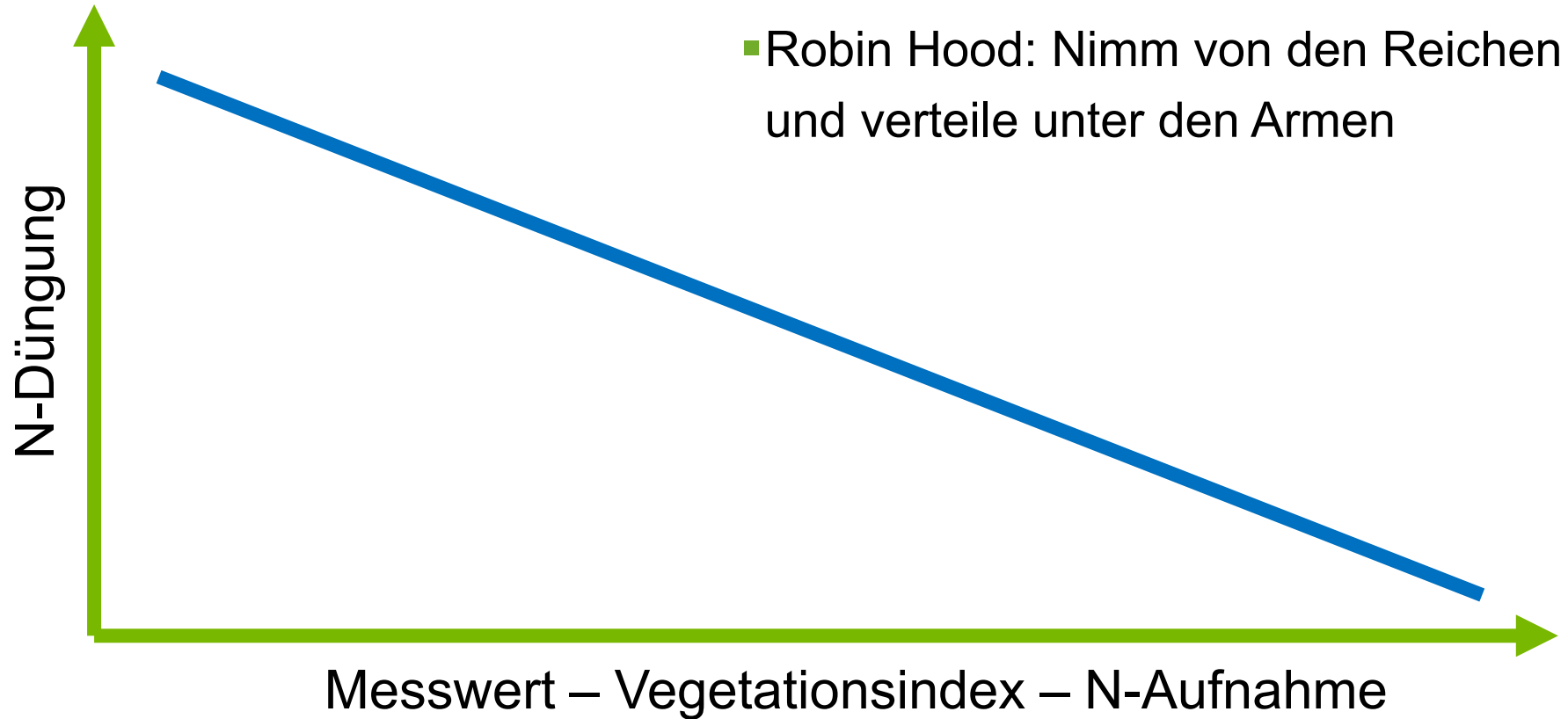
- Kombination aus el. Leitfähigkeit & NIRS-Spektroskopie
  - ABER: beides anfällig für Umwelteinwirkungen (z.B. Wassergehalt)
- zur Zonierung von Flächen sehr gut geeignet
- absolute Messwerte mehr, oder weniger brauchbar



# Düngen nach Applikationskarten

- seit 2017 – beide Sentinel-2 Satelliten aktiv, Anbieter für Digitale Applikationskarten ohne Ende
- **Nutzen Sie die Karten NIEMALS Blind!**
  - Immer erst eine Karte erstellen und im Feld auf plausibilität kontrollieren!

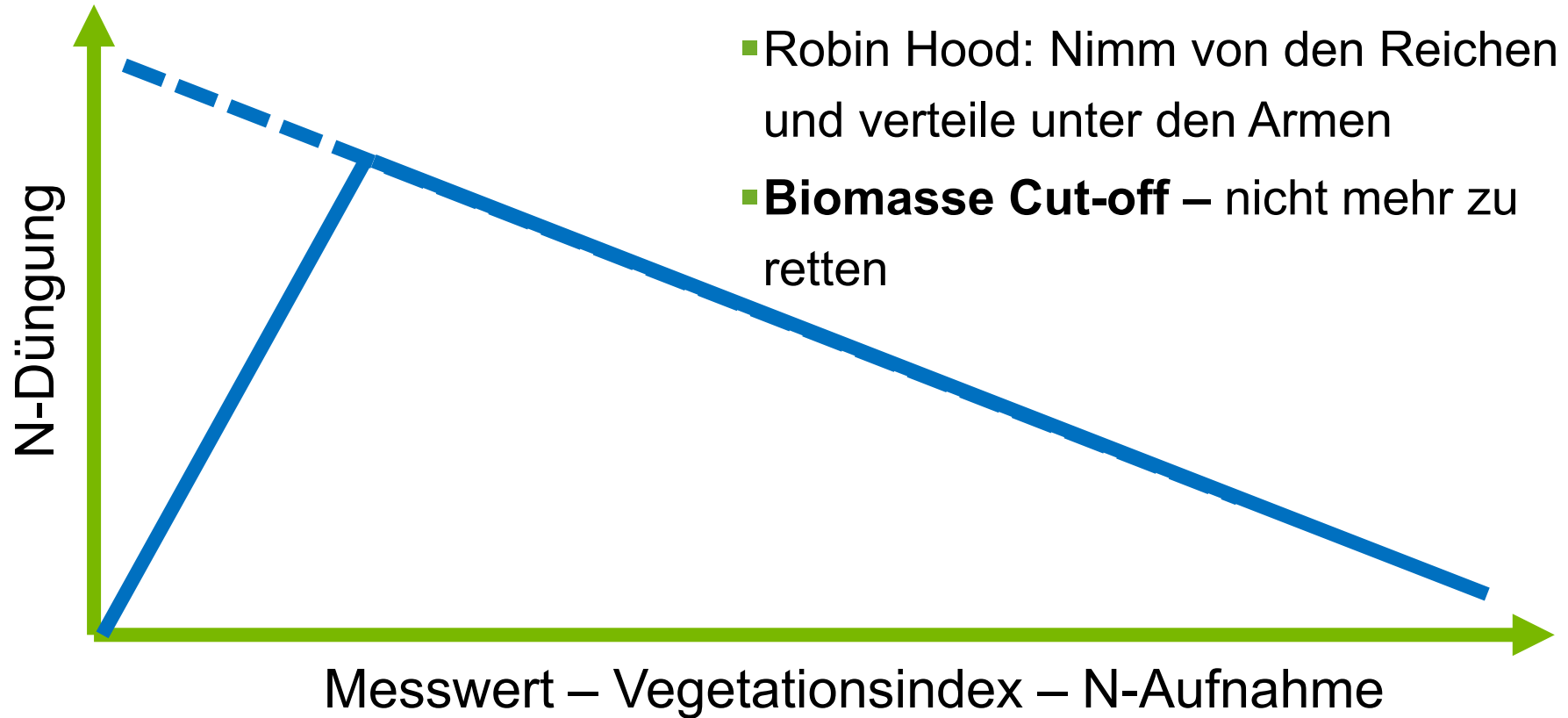
# Robin Hood versus King John



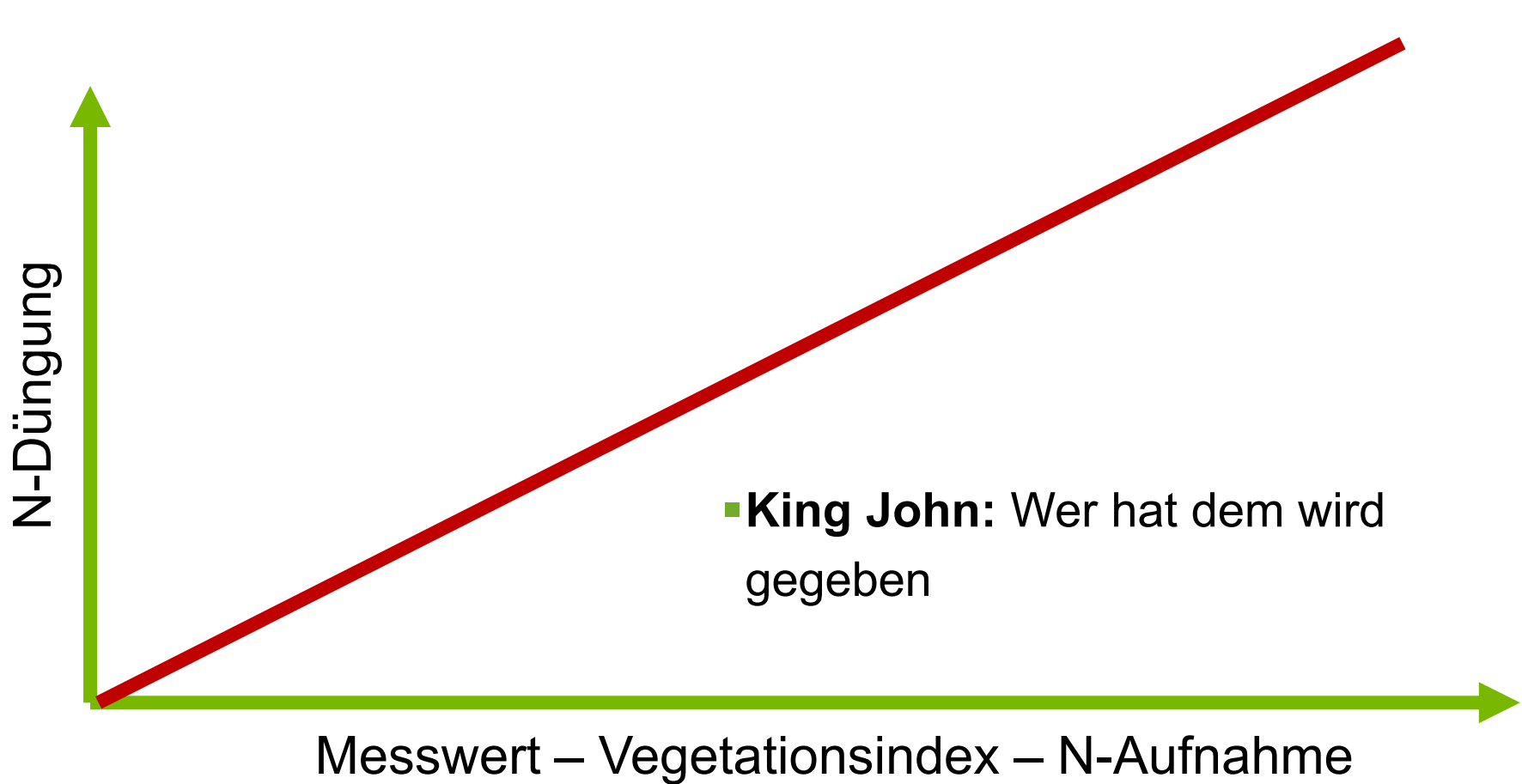




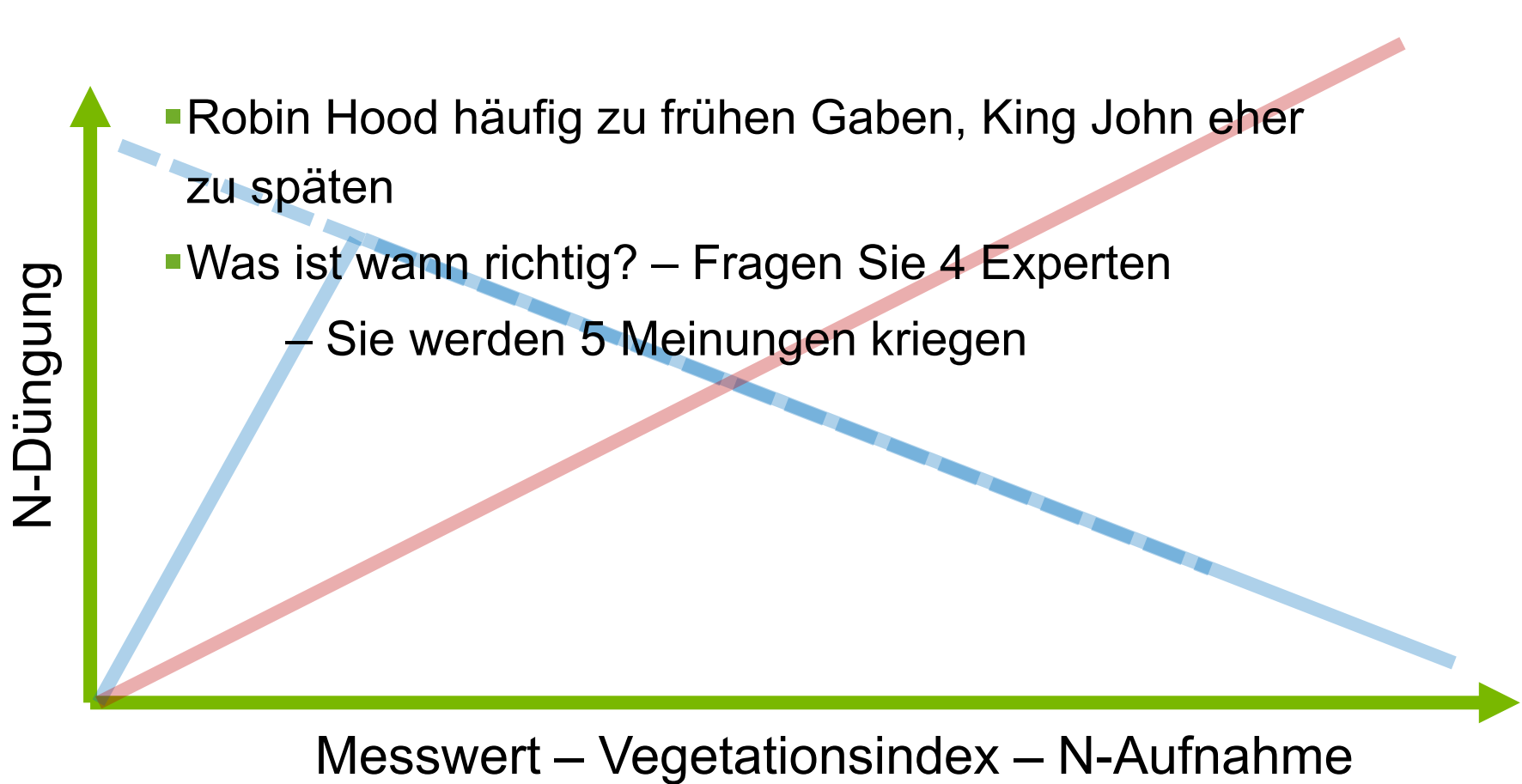
# Robin Hood versus King John



# Robin Hood versus King John



# Robin Hood versus King John

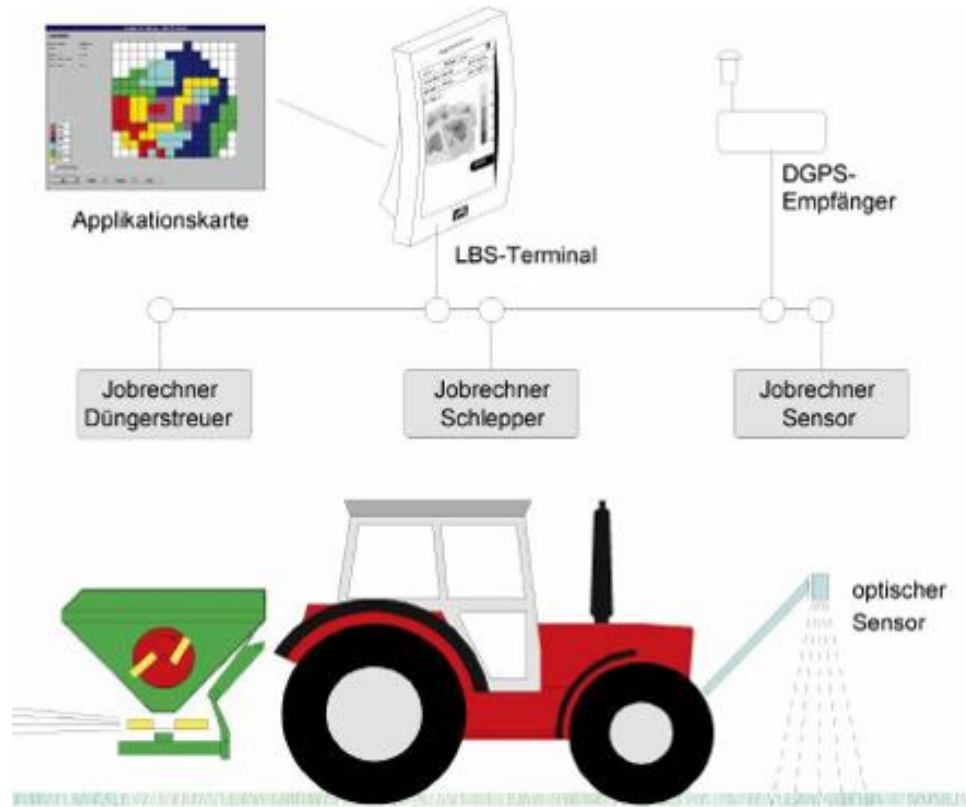




# Sensoren



# Map-Overlay





# Yara N-Sensor

- aktive Beleuchtung – 24h Einsatz
- Tauunterdrückung
- Kalibration von Vegetationsindex zu N-Aufnahme
  - N-Aufnahme verständlicher Parameter – nachvollziehbarere Empfehlungen
  - Ausgleichs- und Potenzialdüngung möglich
  - in Kombination mit N-Tester Absolute Düngeempfehlungen
  - Absolutdüngungsmodul schwer zu bedienen



# Messung der Querverteilung während der Ausbringung



## *Problemstellung:*

Falsche Einstellungen des Düngerstreuers führen zu Streifenbildung

Folgen:

- keine optimale Bestandesführung möglich
- Gefahr von Lagerbildung
- Große Ertrags- und Qualitätsunterschiede

Lösung: Automatische Anpassung der Streuereinstellung während der Fahrt



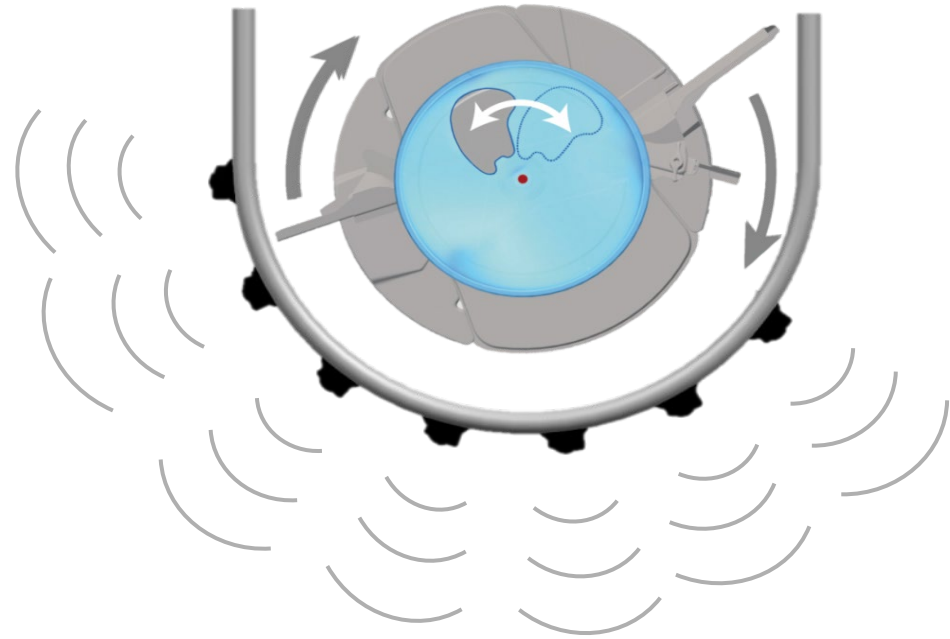
Amazon Argus Twin



Rauch Axmat

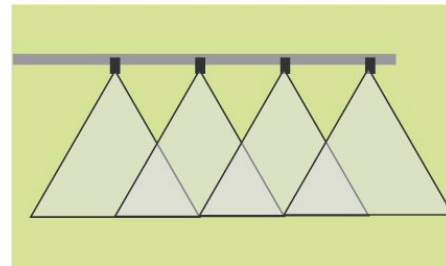
# Argus Twin

- Permanente Überwachung der Wurfrichtung
- IST- Wurfrichtung des Düngers wird abgeglichen mit SOLL-Wurfrichtung und bei Bedarf das Einleitsystem verstellt
- Wurfrichtung ist abhängig von Düngereigenschaften, Arbeitsbreite, Streuschaufeleinheit und Streuscheiben-Drehzahl



# Pneumatikstreuer

- Die Gestängebreite definiert die Arbeitsbreite (Überlappung an der Grenze bei der Gegenfahrt notwendig)
- Mengenregelung über Dosierwalzen
- Der Luftstrom befördert den Dünger zu den Krümmern und Pralltellern
- 100% Überlappung
- Bis zu 6 Gestängeteilbreiten – auch multirate
- Flugstrecke des Streugutes => kaum anfällig bei Wind, etc








Quelle: Werkbild 94 Rauch, Werkbild

## Vorteile

- Relativ unabhängig von Düngerqualitäten (bis auf staubförmige Dünger), erlaubt das Streuen von geprülltem Harnstoff (in D hinfällig) 
- Ausbringung relativ windunabhängig
- Exakte Dosier- und Ausbringmenge, optimale Querverteilung (Mehrfachüberlappung)
- Teilbreitenabschaltung möglich
- Exaktes Grenzstreuen
- auch zur Saat von Zwischenfrüchten geeignet

## Nachteile

- Höhere Anschaffungskosten
- Handling und Verschleiß am Gestänge – sehr teuer im Unterhalt
- Zusatzgewicht durch Gestänge
- hartes und korrosives Streugut (K, Mg, SSA) nicht streubar



# Injektionsdüngung (Cultan)

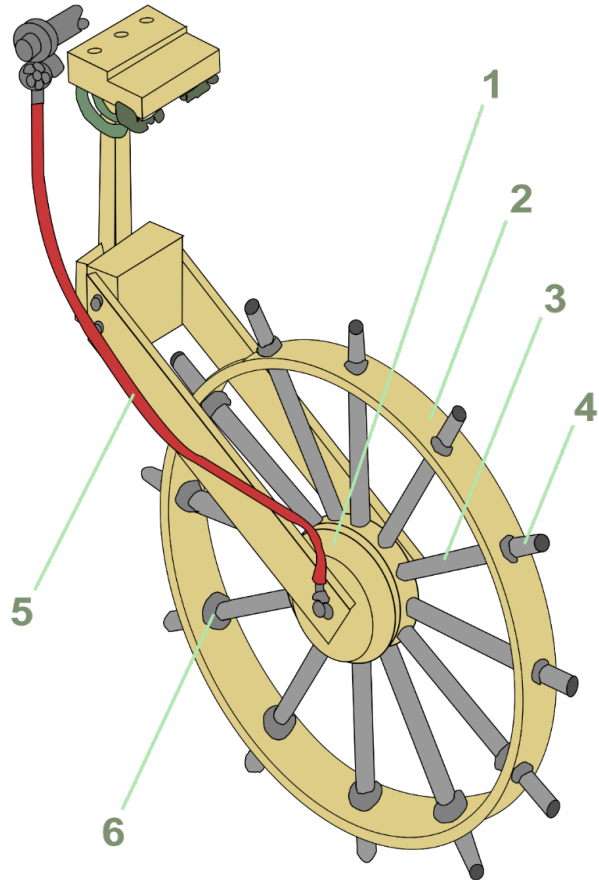


Quelle: Werkbild 113 Bolmer

# CULTAN

- Cultan: Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition,
- deutsch: kontrollierte Langzeitammoniumernährung **FACHLICH angreifbar**
- Die Düngung im CULTAN-Verfahren bedeutet grundsätzlich die ammoniumbetonte N-Versorgung der Kulturpflanzen durch platzierte Anlage eines konzentrierten Düngerdepots im Boden mit ammoniumhaltigen Düngern.
- Ein häufig verwendeter Dünger für dieses Verfahren ist die Ammonsulfat-Harnstoff- Lösung (HAS). Sie enthält 6 % Ammonium - N und 14 % Amid - N.
- Bei Cultan wird meist die gesamte N- Menge nur einmal gedüngt.
  - bei Bedarf Spätdüngung oder Blattdüngung
- hohe N-Ausnutzung – i.d.R. geringere N-Menge → dann kostenneutral


# Aufbau Sporenrad



1. Nabe
2. Radreifen
3. Speichenrohr
4. Sporn (Spoke)
5. Druckschlauch
6. Gewindestück

Film BR

Quelle: Werkbild 114 Bolmer

Typ	Gezogener Tank	Aufgebauter Tank
Bild		
Daten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsbreiten von bis zu 18m</li> <li>• Flüssigdüngertanks von bis zu 18m<sup>3</sup></li> </ul>	
Dünger Art	Ammonsulfat- Lösung (ASL), Ammonsulfat-Harnstoff- Lösung (HAS), <b>Ammonium-Nitrat-Harnstofflösung (AHL)</b>	



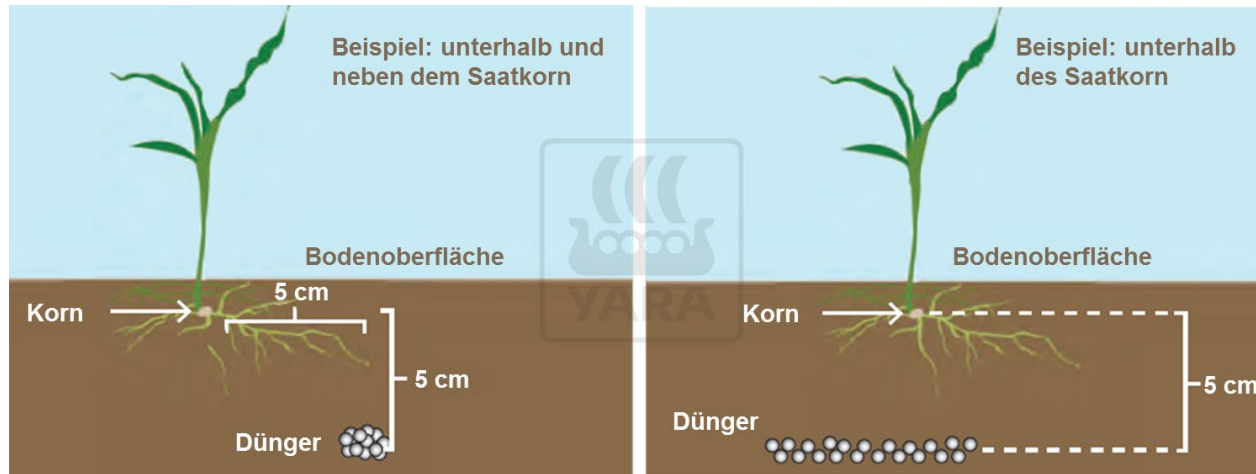
# Unterfußdüngung



Unterfußdüngungsschar vor dem Säscheibenschar

# Unterfußdüngung

- Dünger wird in der Reihe mit der Saat ausgebracht.
- NP(K)-Dünger werden meist als Unterfußdünger verwendet, um die Pflanzen früh zu fördern.
- Auch N-Stabilisierte Dünger werden verwendet.



Quelle: Bild 118 YARA

Typ	Unterfußdüngung mit Fronttank	Unterfußdüngung mit Tank auf der Sämaschine
Bild		
Daten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonders vorkommend in Mais</li> <li>• 2-Arbeitsschritte in Einem (Säen/Düngen)</li> </ul>	
Dünger Art	NPK-Dünger, N-Stabilisierte Dünger	



Doppelscheibenschar Maisaussaat



Airseeder Zinken – Achtung  
Salzschäden!

Wird Raps oder eine andere Kultur mit 30 cm Abstand gedreilt, arbeiten alle Elemente in einer Linie. Immer ein Schar folgt mittig einem Zinken und einem Reifen.

Bei der Aussaat von Getreide mit einem Reihenabstand von 15 cm arbeiten Schare und Zinken versetzt. Es folgen immer zwei Schare einem Zinken und einem Reifen. Der Zinken lockert den Boden mittig unter zwei Pflanzenreihen und platziert dort das Düngerdepot in variabler Tiefe. Die Wurzeln wachsen in den gelockerten Streifen und können das dort liegende Düngerdepot erreichen.



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**