

# TerrAquat



## Massnahmen zur Verringerung der Nitrat-Auswaschung im Gemüsebau

Dr. Wolf-Anno Bischoff

M.Sc. Agr. Sarah Schleicher

Dipl.-Agrarbiol. Antje Franzen

Dipl.-Agrarbiol. Stefanie Kühfuss

B.Sc. Agr. David Williams, Gärtnermeister

Dipl.-Geoökol. Andreas Schwarz

TerrAquat  
Gutachterbüro für  
Boden, Wasser, Pflanze  
Nährstoffe und Kontaminationen  
+49 (0)7022 931 95 27  
[www.terraquat.com](http://www.terraquat.com)



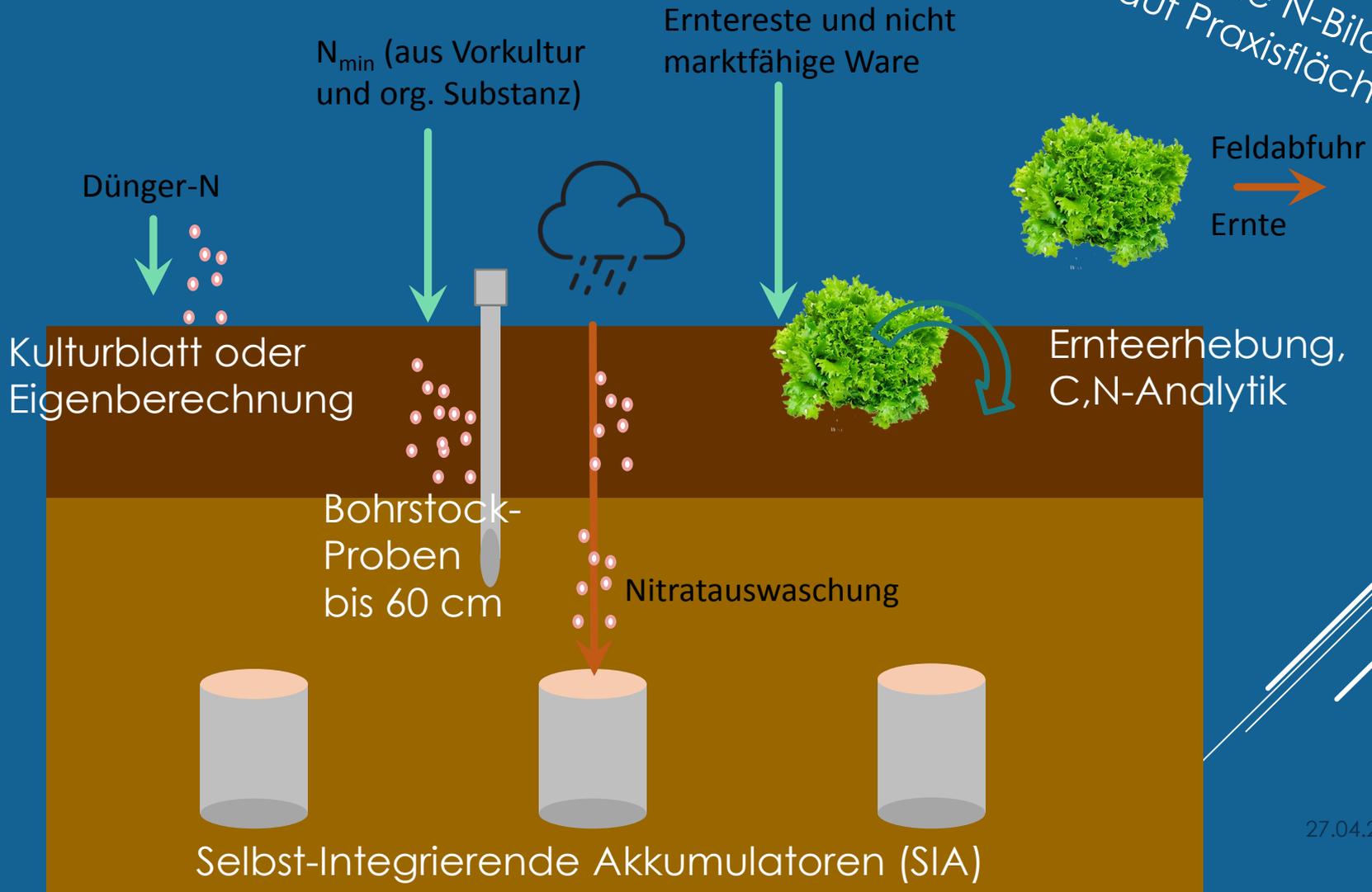
# NitroGäu

- ▶ Regionale Zahlen zum Beitrag des Gemüsebaus an der Nitrat-Belastung des Sickerwassers waren unbekannt.
- ▶ Grosse Gemüsebaubetriebe liegen mit ca. 80 ha im Nitratperimeter des Projekts Niederbipp – Gäu - Olten

- ▶ Ausgangsfragestellung (Start 2017):  
*Wie hoch ist die Nitrat-Belastung der Grundwasser-Neubildung durch den Gemüsebau im Perimeter?*
- ▶ Erweiterte Fragestellung (2019):  
*Welche Massnahmen können den Gemüsebau verbessern?*

# Methoden

Nachhaltigkeit:  
Erstmalig geschlossene N-Bilanz  
+ Erntequalität auf Praxisflächen



# Erhobene Daten (max., je nach Intensität)

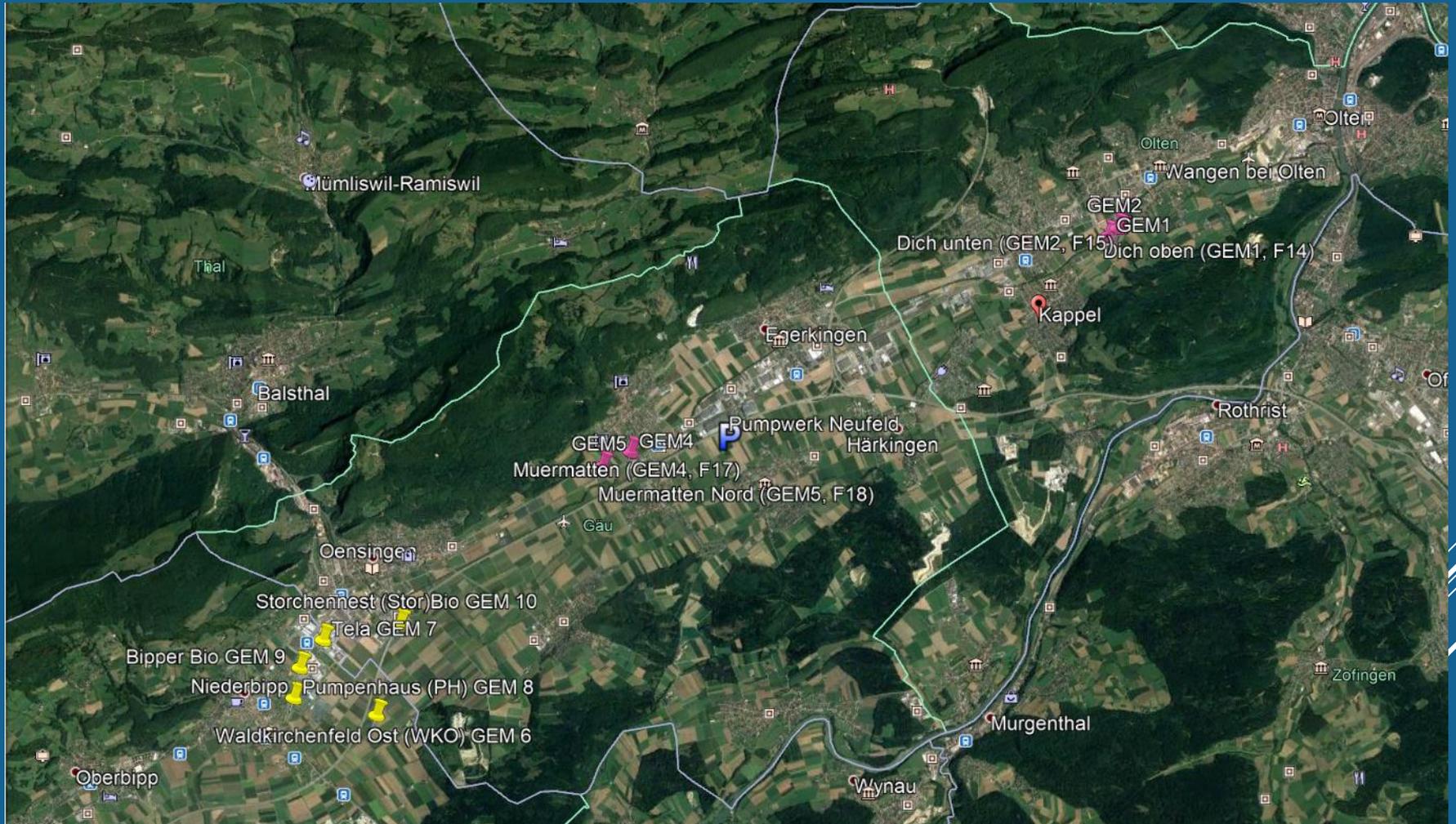
**Betrieb:** Kulturblätter, Dünger

## Eigene Erhebungen

- ▶ Pflanzdichte
- ▶ Düngung
- ▶ Ernte (marktfähig)
- ▶ Erntereste
- ▶ N<sub>min</sub> (0-15; 15-30; 30-60 cm)
- ▶ N-Auswaschung (SIA)
- ▶ C,N-Gehalte Pflanzen (*mit FiBL*)
- ▶ C,N-Gehalte Böden



# Lage der Gemüseflächen

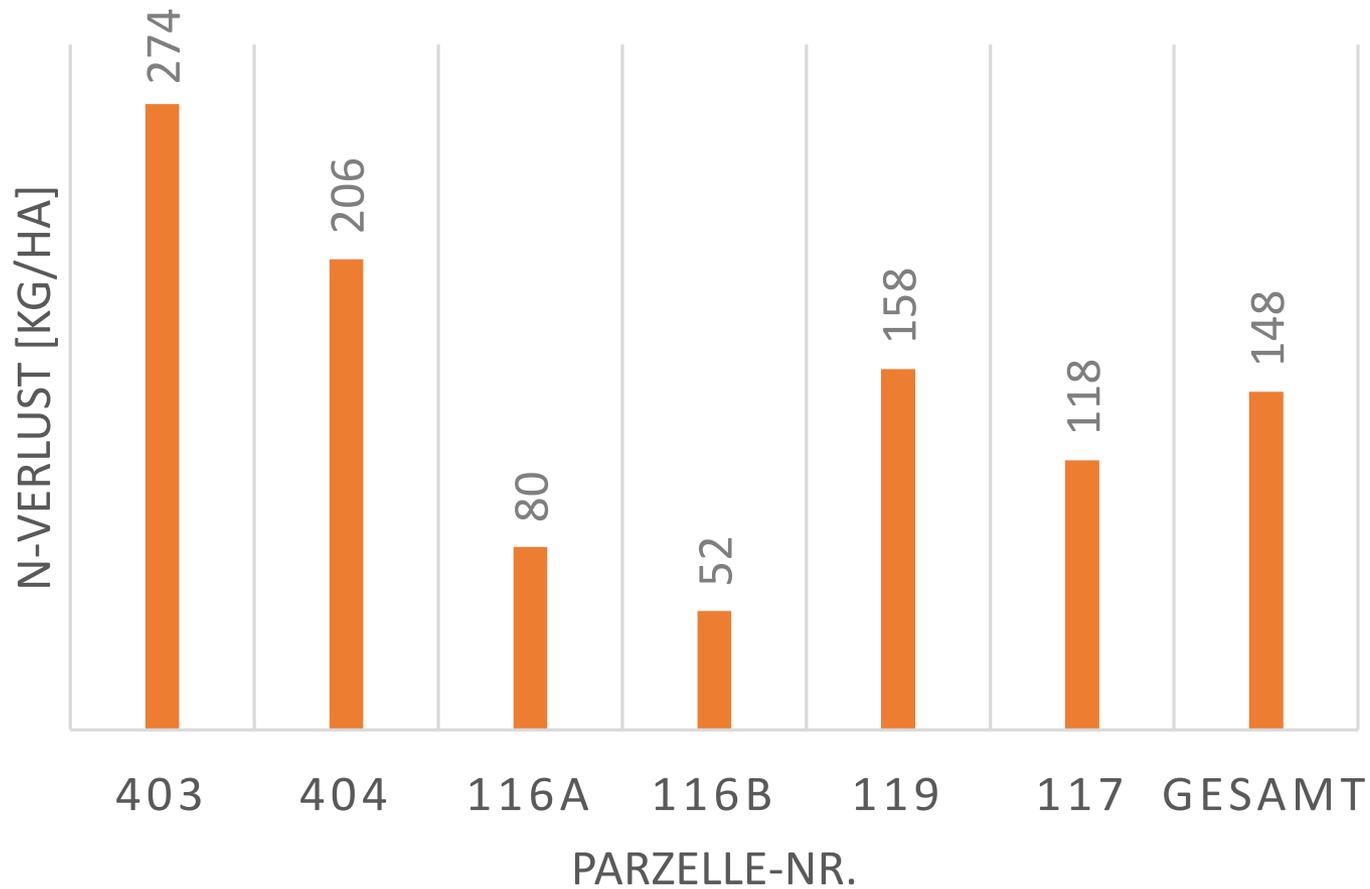


# ERGEBNISSE DES PROJEKTS NITROGÄU

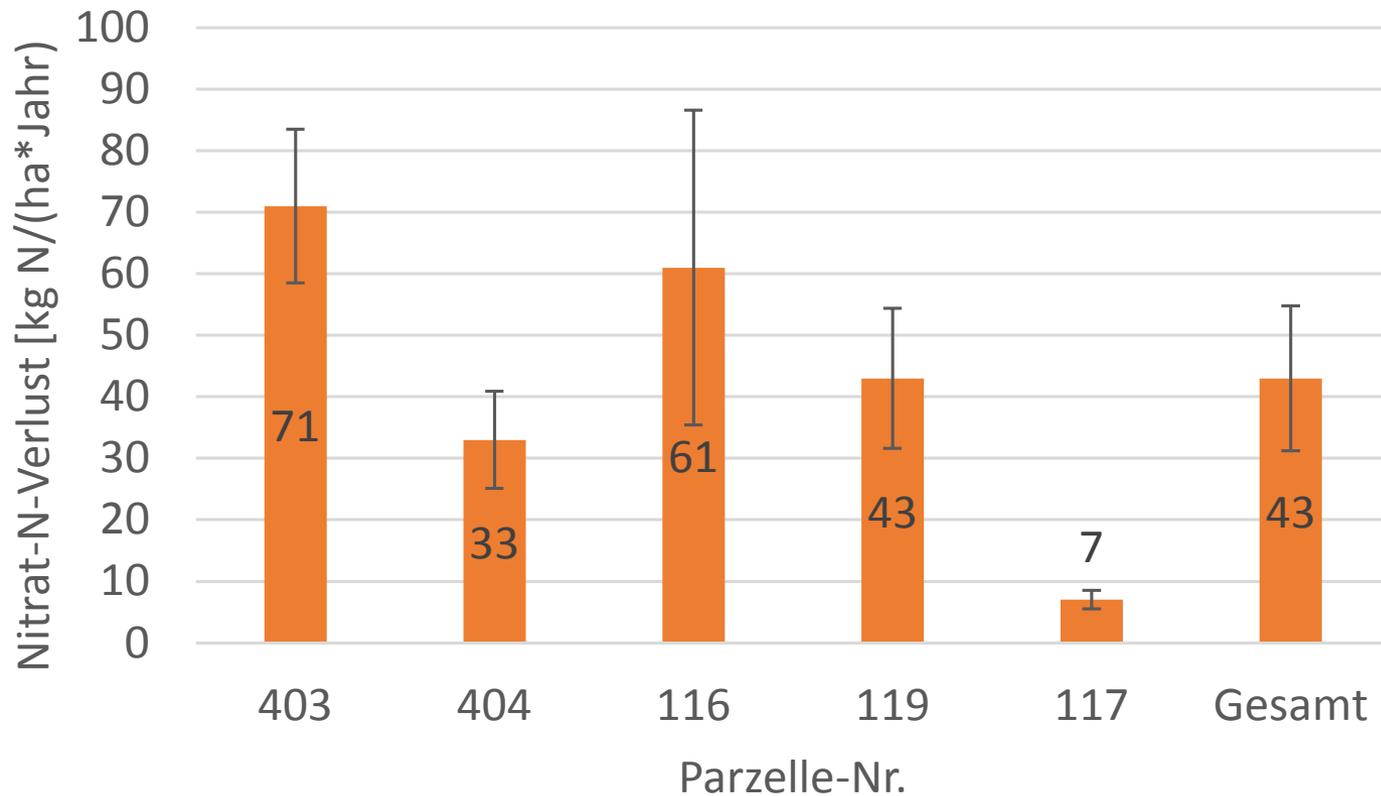
2018: Nur praxisübliche Flächen  
11 Sätze, 6 Kulturen

2019: Praxisflächen und  
Flächen mit Massnahmen zur N-Reduktion

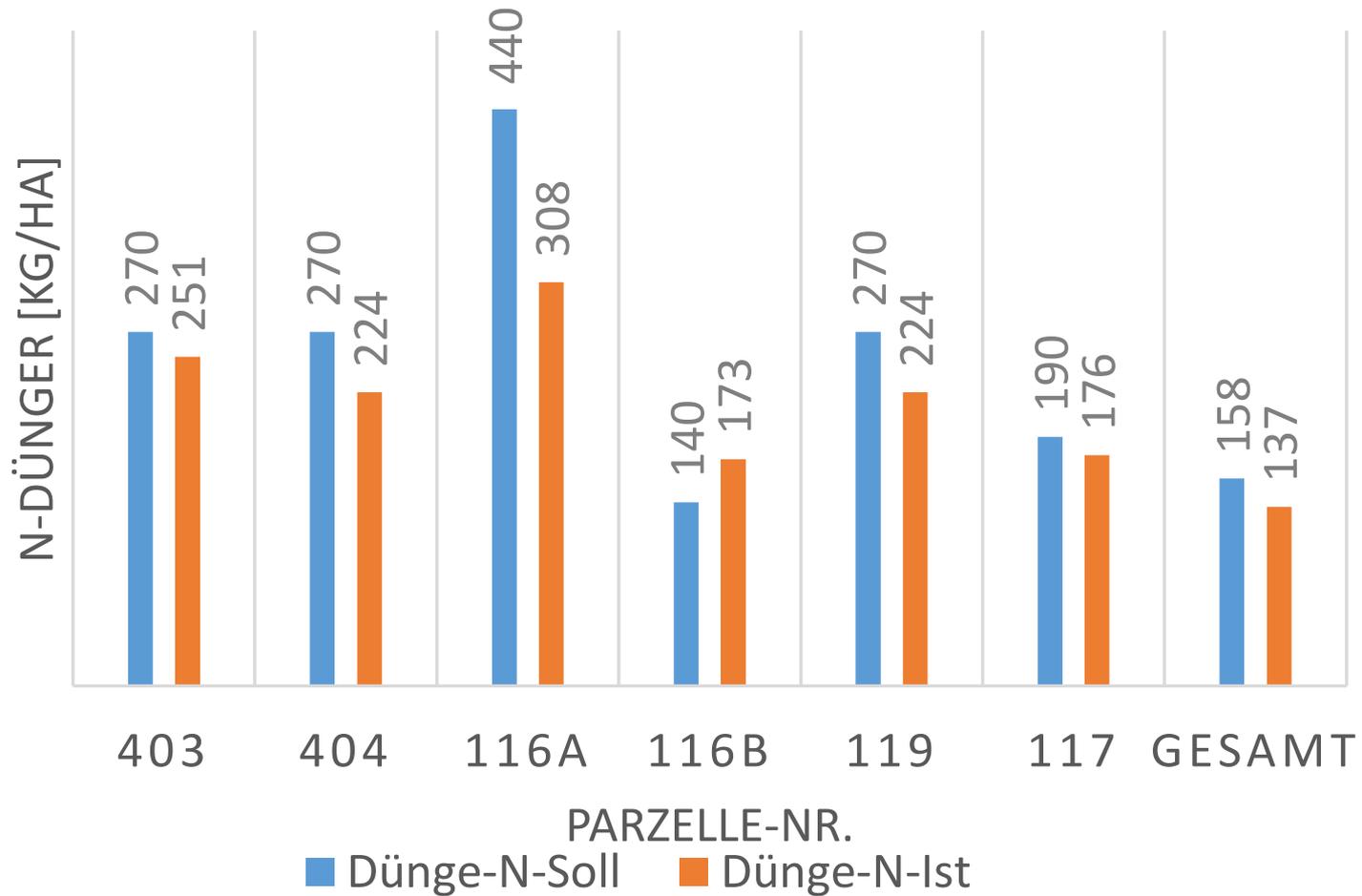
# N-Auswaschung Feb. – Okt. 2018



# N-Auswaschung Nov. 2018 – Feb. 2019



# Düngeempfehlung Soll – Ist 2018



# Mittlere N-Bilanz Feb. 18 – Feb. 19



<b>Zur Verfügung [kg N/ha]</b>	
N-Deposition	0 (bis 20)
N <sub>min</sub> (Start)	188
Dünger-N	137
Erntereste (Vorkultur)	144
<b>Output [kg N/ha]</b>	
Feldabfuhr	87
Auswaschung	191
<b>N-Saldo = Dünger – Abfuhr* (*kumuliert)</b>	<b>139</b>
<b>Reste + Nmin = leicht verfügbar</b>	<b>332</b> (0-60 cm)

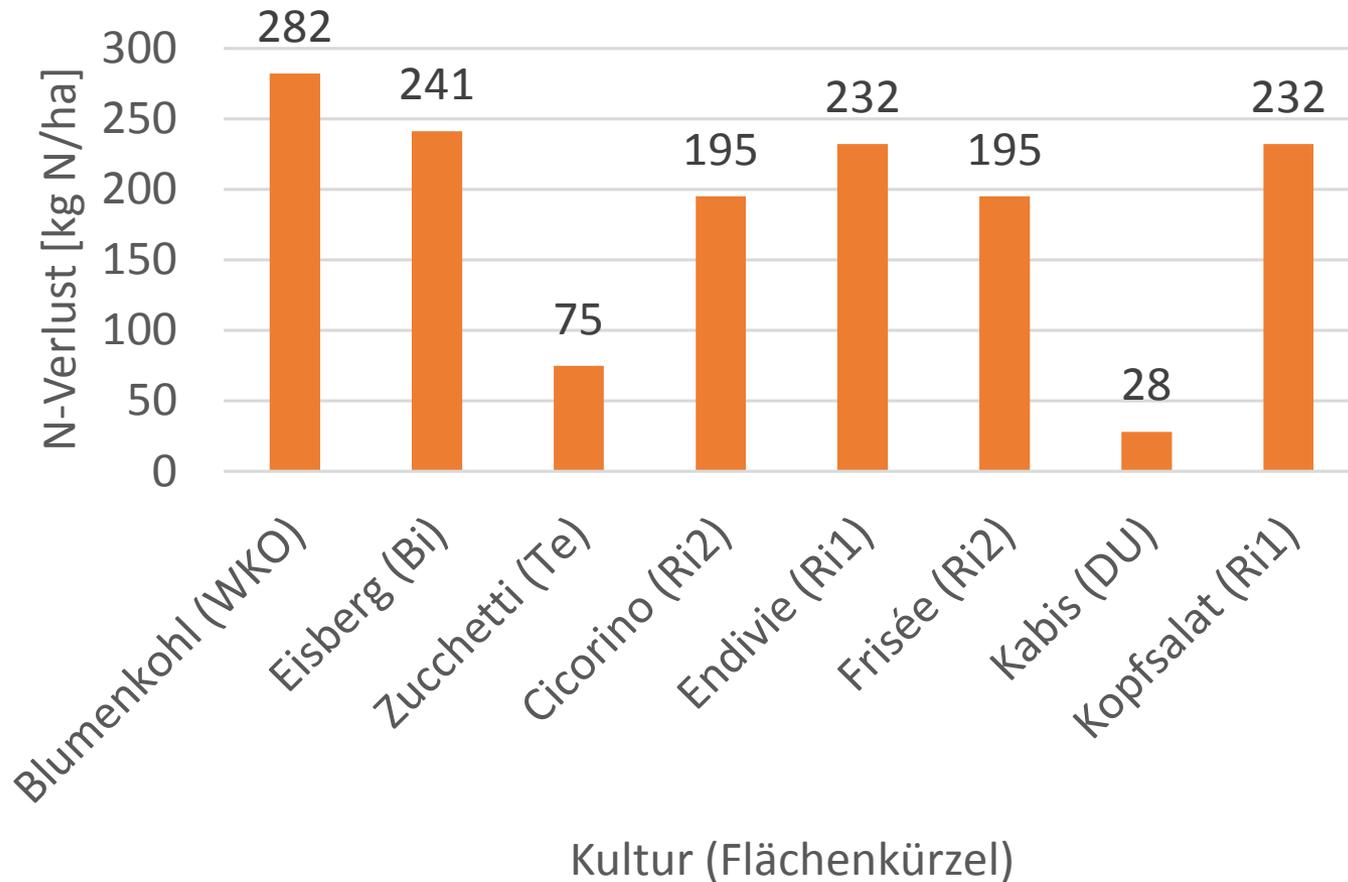


# PRAXISFLÄCHEN (KONTROLLEN) 2019

8 Flächen, 10 Ernten, 8 verschiedene Kulturen

# N-Verluste während der Vegetation

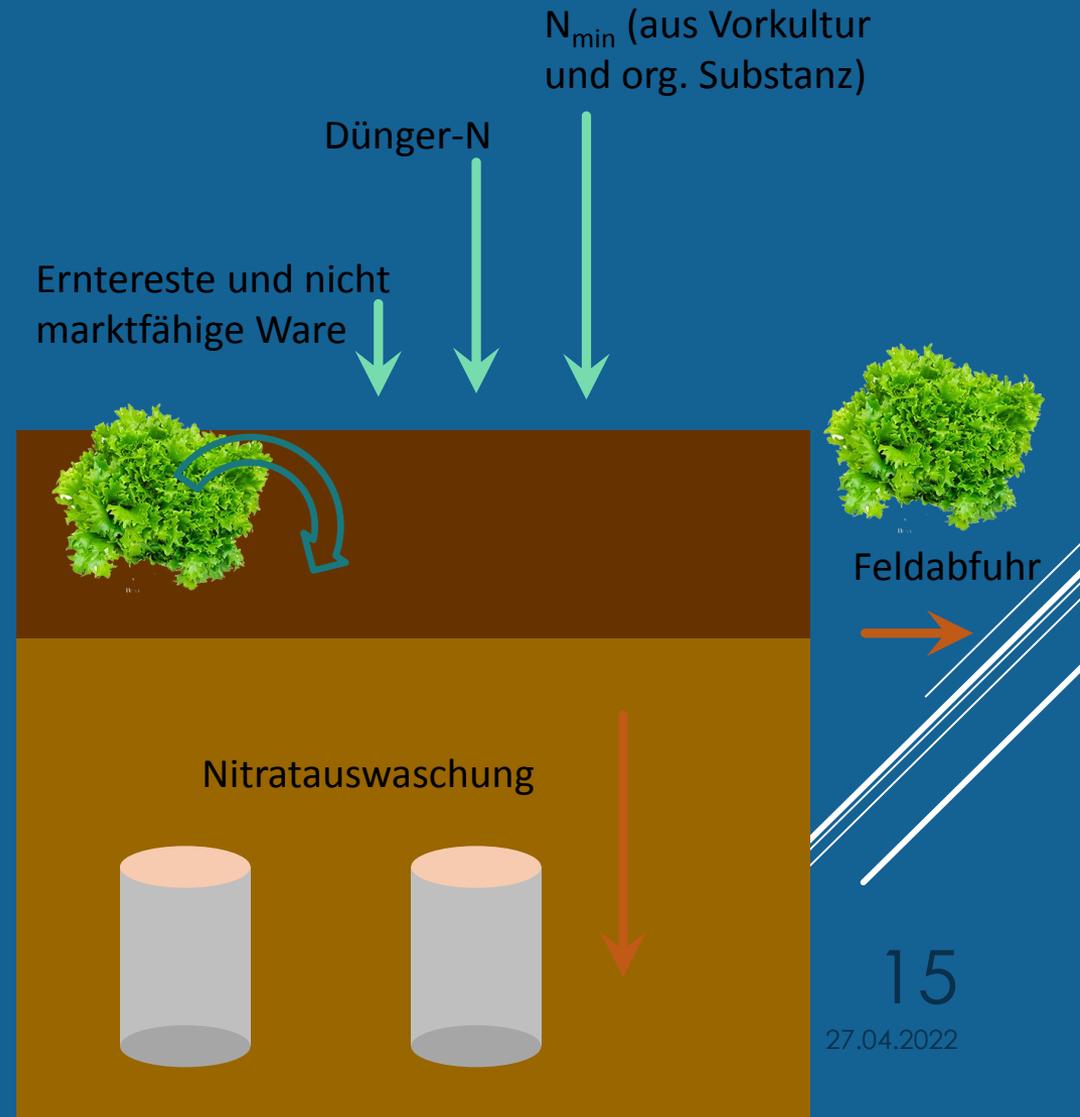
Kontrollen: SIA- Messungen Vegetationsperiode 2019



# Mittlere N-Bilanz 2019



Zur Verfügung	[kg N/ha]
$N_{\min}$ (0-60 cm) Ende	245
Dünger-N	148
Erntereste	129
<b>Output</b>	
Feldabfuhr	81
Auswaschung	354
<b>N-Saldo = Dünger – Abfuhr*</b> (*pro Kultur)	67
<b>Reste + <math>N_{\min}</math> = leicht verfügbar</b>	287 (0-30 cm) 374 (0-60 cm)



- ▶ Betriebe mit guter fachlicher Praxis
- ▶ Trotzdem Überschuss von ca. 70 kg N/(ha\*Kultur)
- ▶ Sehr hohe Nitrat-Verluste im Sickerwasser
- ▶ Erkannte Probleme:
  - ▶ Ernterückstände
  - ▶ Nachmineralisierung
- ▶ Handlungsbedarf:  
***Aktuelle gute fachliche Praxis reicht nicht***

# GESAMTERGEBNIS DES MASSNAHMENVERGLEICHS ALS MITTELWERTE

4 Flächen, 6 Ernten, 6 Kulturen

# Düngeberechnung in Massnahmen:

*Start-Düngung:*

Start-Sollwert (Kultur) – Nmin

**0-15 cm**

*Kopf-Düngung:*

Gesamt-Sollwert (Kultur) – Nmin

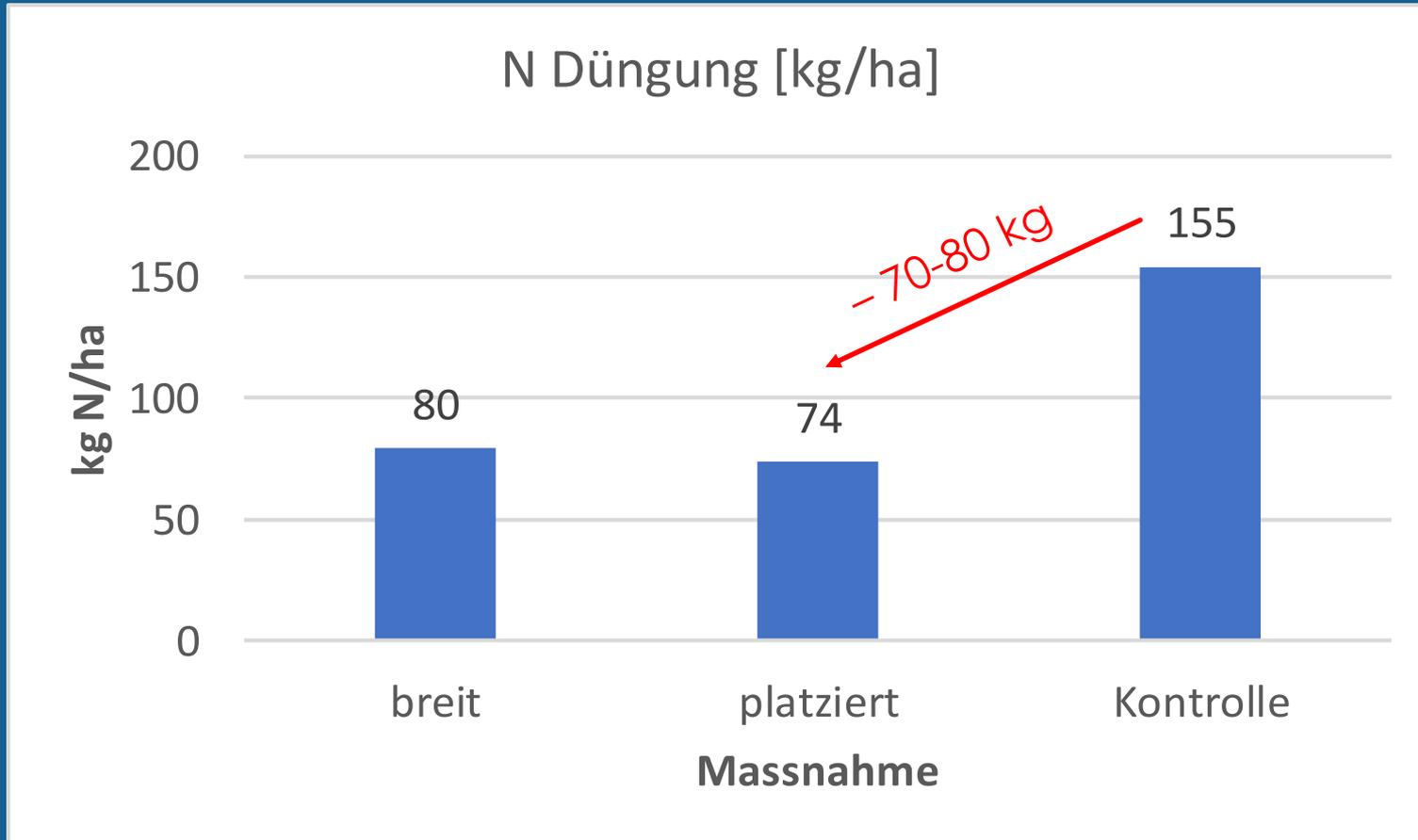
(0-30 oder 0-60 cm)

*Weitere Düngung:*

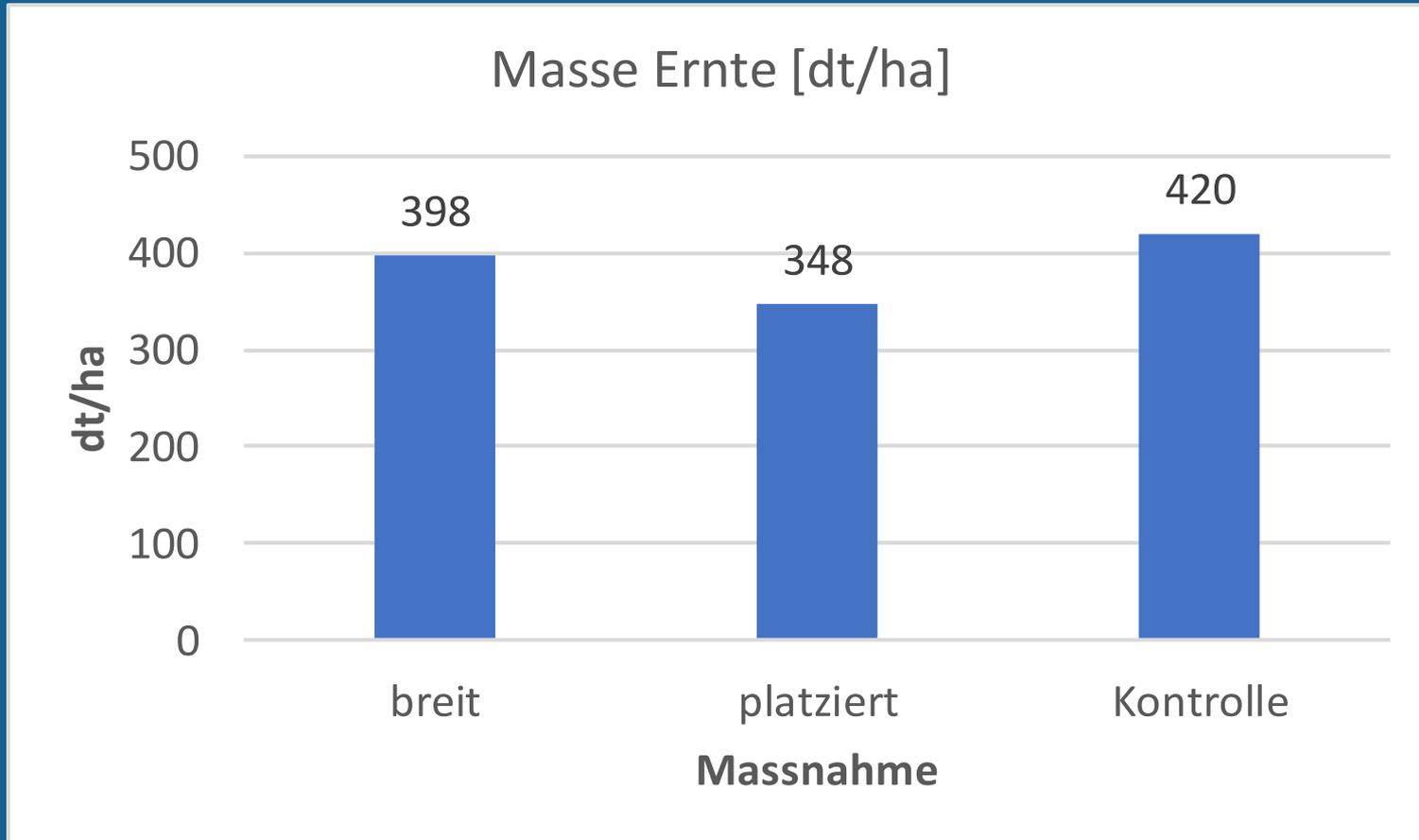
ggf. durch Überprüfung von Nmin

- ▶ Breitwürfige Düngung unter Berücksichtigung von N<sub>min</sub> („breit“)
- ▶ Platzierte Düngung unter Berücksichtigung von N<sub>min</sub> („platziert“)
- ▶ Hier kaum gezeigt:
  - ▶ Flüssigdüngung durch Tröpfchenbewässerung unter Berücksichtigung von N<sub>min</sub> („Fertigation“)
  - ▶ Entfernung der Erntereste von der Fläche („Ernteabfuhr“)

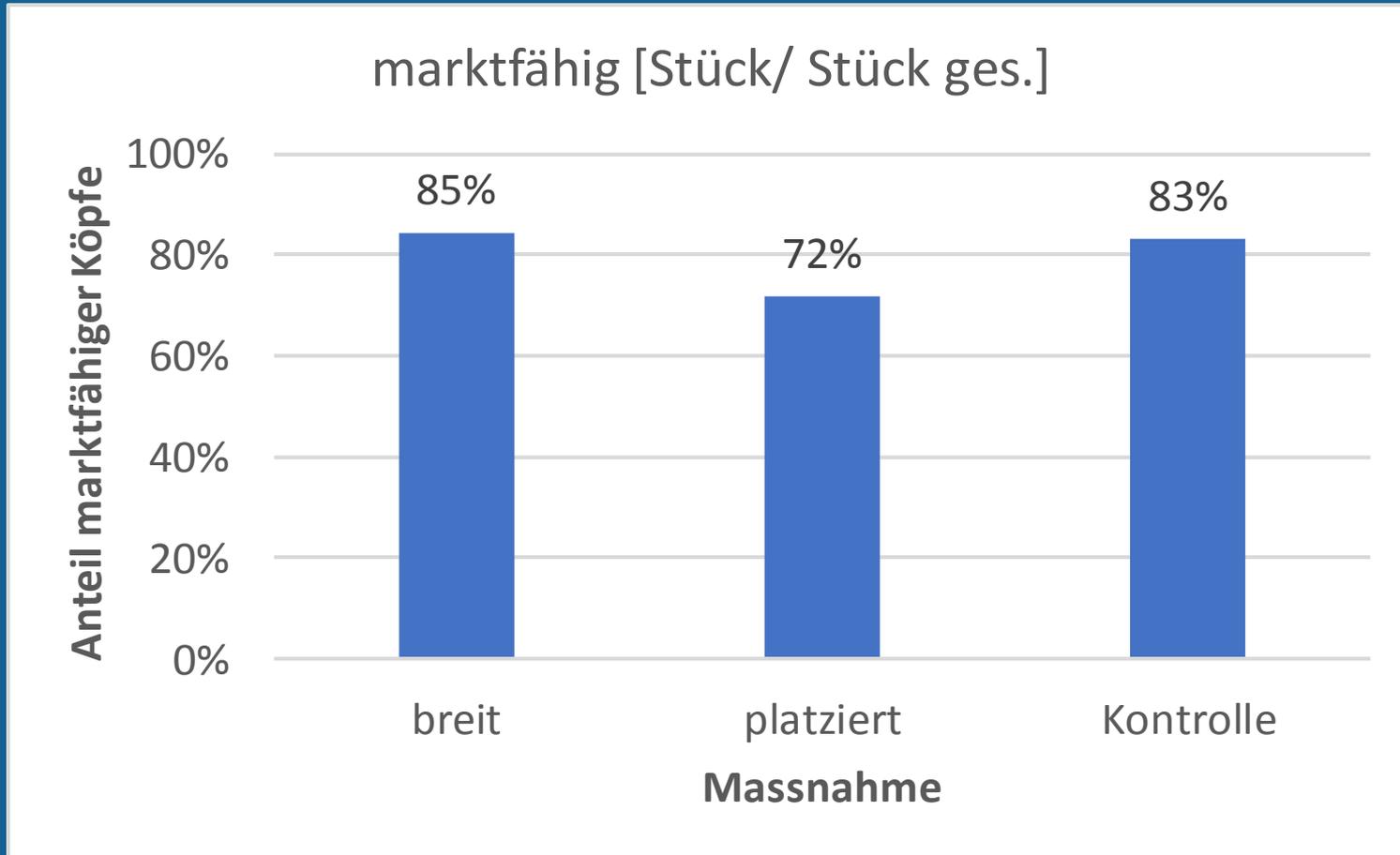
# Massnahmenvergleich: Aufgebrachte Düngemenge



# Massnahmenvergleich: (Verkaufbare) Erntemengen

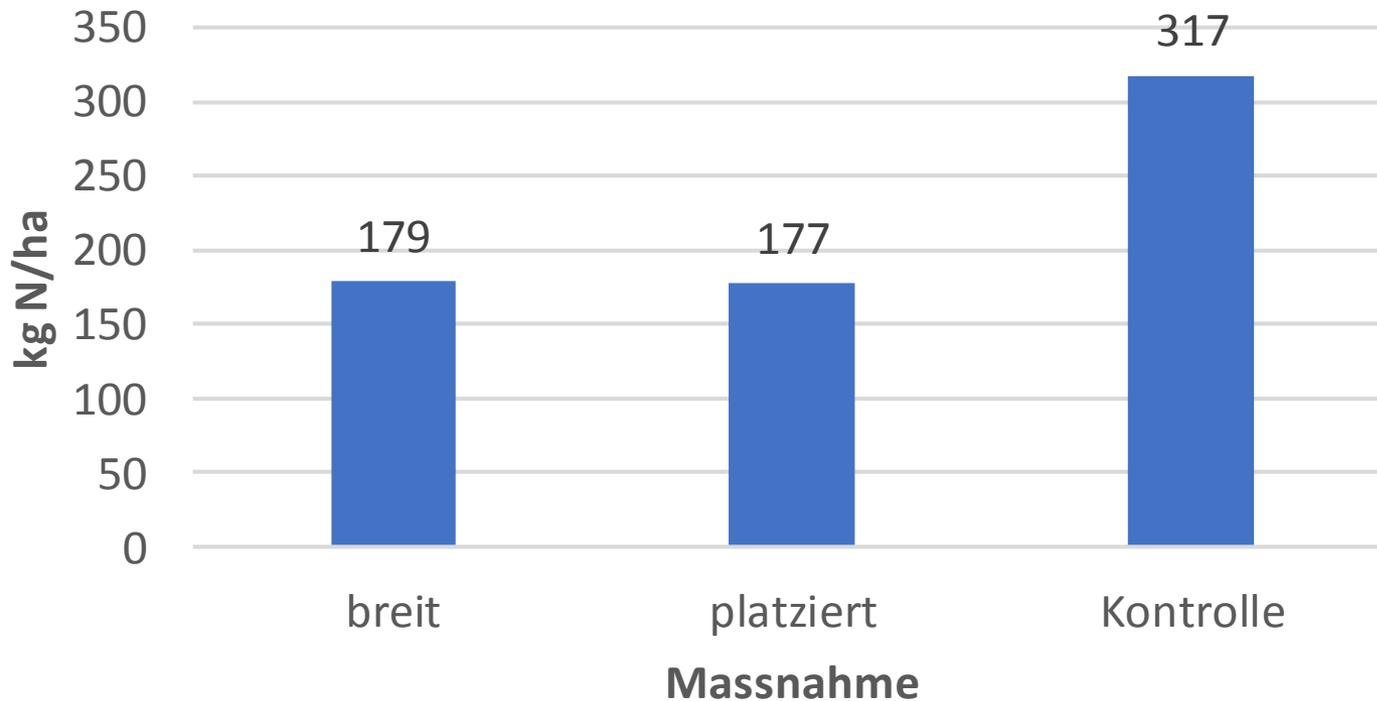


# Massnahmenvergleich: Marktfähigkeit / Qualität

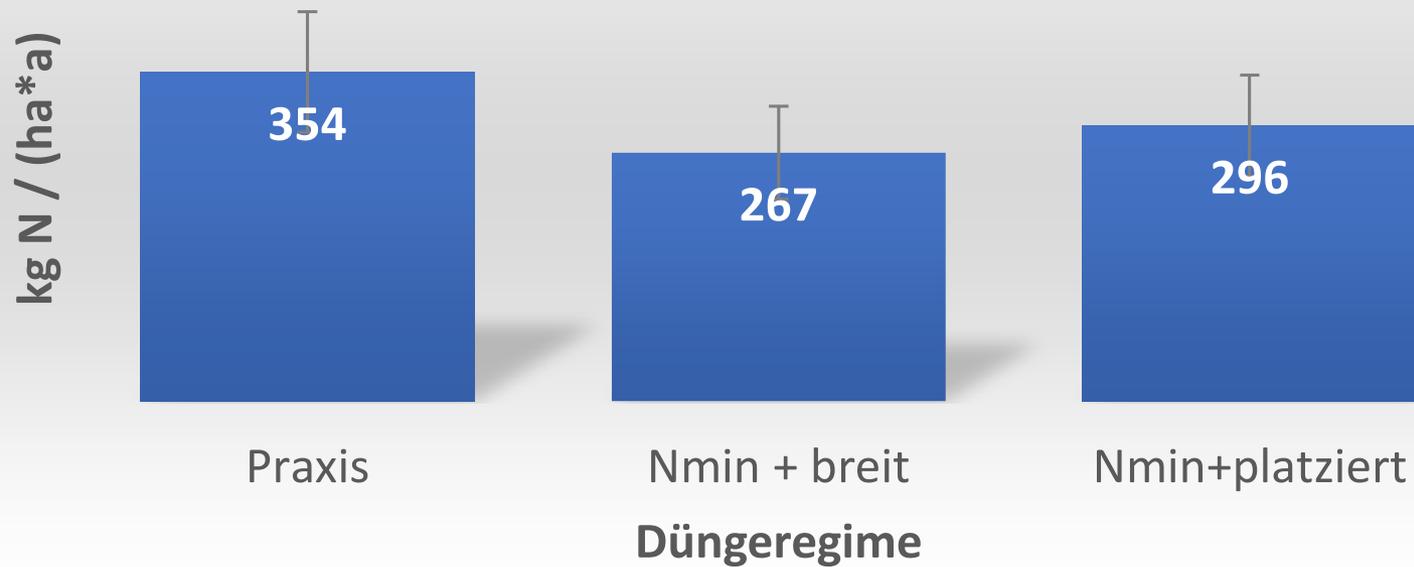


# Massnahmenvergleich: Nmin nach Kulturende

Nmin nach Ernte in 0 - 60 cm Tiefe



N-Verluste Frühjahr 2019 - Frühjahr 2020  
in kg / (ha\*Jahr)



# Massnahmenvergleich 2019 (4 Flächen, 6 Kulturen)

Ergebnis:

Anrechnung von  $N_{\min}$  führte zu  
nahezu **gleicher Qualität** ( $\emptyset$  98 %)  
**ähnlichem Ertragsniveau** ( $\emptyset$  95 Masse-%)  
und **Reduktion des N-Düngers um ca. 50 % (!)**.

# Gemüse: N-Haushalt in Zahlen

- ▶ Hohe N-Verluste im Sickerwasser:
  - ▶ 2018/19 (5 Monitoring-Flächen):  
**191 kg N/(ha\*Jahr)**
  - ▶ 2019/20 (8 Monitoring-Flächen, 10 Massnahmen-Plots):  
**296 kg N/(ha\*Jahr)**
- ▶ Hohe N-Überschüsse aus N-Düngung minus N-Abfuhr  
> 60 kg N/(ha\*Kultur)
- ▶ Hohe Ernterückstände (ca. 60 %)
- ▶ Hohe  $N_{\min}$ -Restgehalte nach jeder Kultur  
(245 kg N/ha)
- ▶ Anrechnung von  $N_{\min}$  erfolgreich  
(- 50 % Dünger)
- ▶ Hohe Quote nicht erfolgreicher, gemulchter Kulturen  
(ca. 20 %)

The logo for TerraAquat features the word "TerraAquat" in a serif font. The "Terra" part is in a dark red color, and "Aquat" is in black. Below the text, there are two horizontal red lines on either side of a stylized blue wave symbol.The Agroscope logo consists of a red shield with a white cross in the center, followed by the word "Agroscope" in a bold, black, sans-serif font.

# Schlussfolgerungen und vorgeschlagene Massnahmen im Gemüsebau (10 min)

**Wolf-Anno Bischoff (TerraAquat)**

**Ernst Spiess (Agroscope)**

**Frank Liebisch (Agroscope)**

[w.bischoff@terraquat.com](mailto:w.bischoff@terraquat.com)

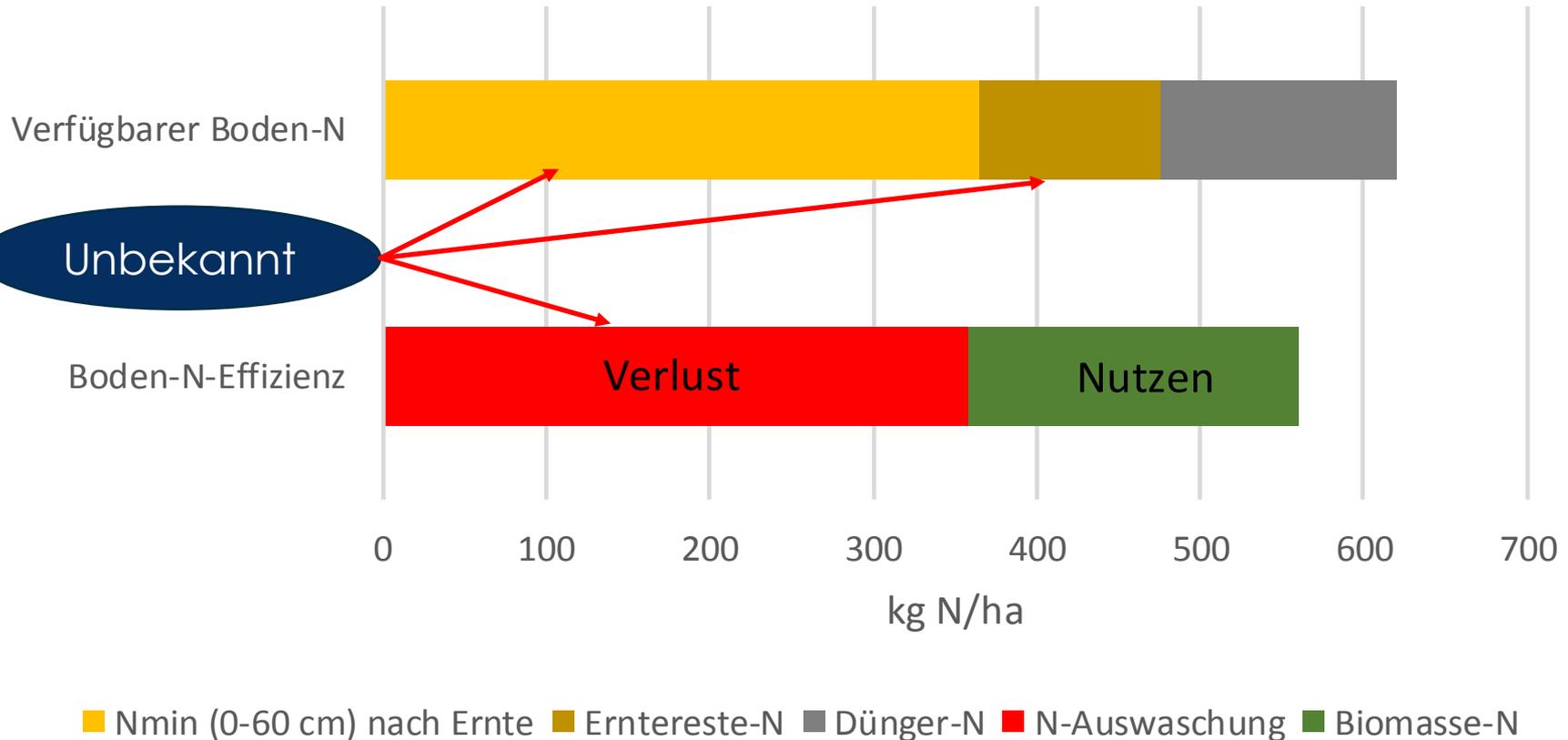
[ernst.spiess@agroscope.admin.ch](mailto:ernst.spiess@agroscope.admin.ch)

[frank.liebisch@agroscope.admin.ch](mailto:frank.liebisch@agroscope.admin.ch)

The logo for NitroGäu features the word "NitroGäu" in a large, blue, sans-serif font. The letters are slightly blurred, giving it a dynamic feel. The background is white.

# N-Reserven sichtbar machen

## Düngung praxisüblich



Leicht verfügbares N im Boden (Summe aus  $N_{\min}$  + Erntereste + Dünger, oberer Balken) und dessen Verbleib in Sickerwasser und Pflanzen (unterer Balken).

- ▶ Es fehlten lokale oder lokal übertragbare Daten, daher wurden allgemeine Prinzipien herausgearbeitet
- ▶ Auswaschungspotenzial ist u.a. Funktion von
  - ▶ Düngenniveau
  - ▶ Ernterückständen
  - ▶ Durchwurzelungstiefe
  - ▶ Zwischenbegrünung

# Bewertungssystem für das Nitratauswaschungspotenzial unter Feldgemüse

- ▶ Verbesserung zu Modiffus: Berücksichtigt werden
  - ▶ Kulturfolgen
  - ▶ Potenzial-Faktoren aus Literatur
- ▶ Nützlich in Gebieten ohne Vorkenntnisse
- ▶ N-Nachlieferung aus Böden nicht abbildbar

=> Z.Zt. nur qualitatives System, weil (ausreichende)

- ▶ Daten zu Böden
- ▶ Daten zu Entzügen
- ▶ Daten zu Mineralisierung

fehlen!

# Lysimeter-Studie: Management der Ernterückstände

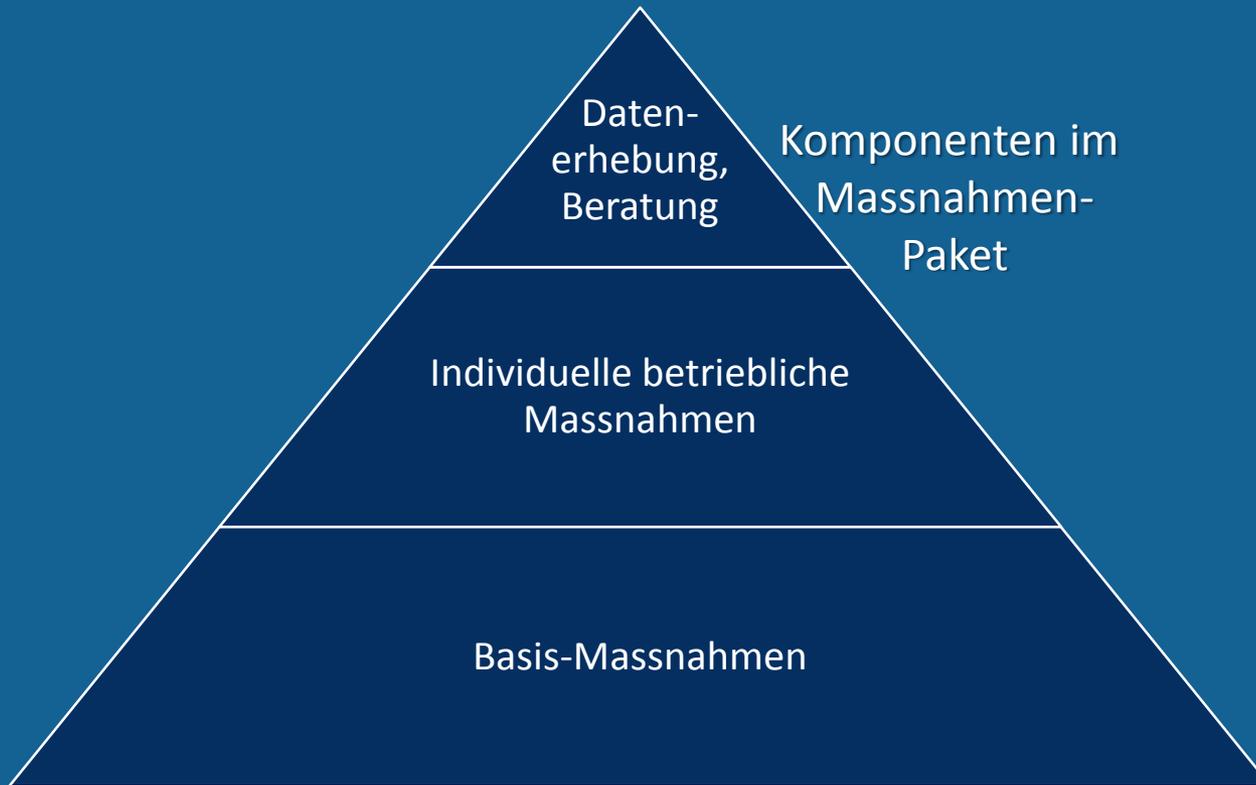
- ▶ Belassen der Ernterückstände:
  - ▶ Überschuss der Nährstoffbilanz:  
 $120 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$
  - ▶ Überschuss der Nährstoffbilanz gegenüber Abfuhr:  $146 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$
- ▶ (Nur)  $26 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  zusätzliche Nitratauswaschung
- ▶ Offen bleibt, ob der Rest-Saldo ( $120 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ )
  - ▶ im Humus angereichert,
  - ▶ in gasförmiger Form verloren oder
  - ▶ verzögert ausgewaschen wird.

- ▶ *Gute fachliche Praxis* im Gemüsebau reicht nicht.
- ▶ *Grosse erkannte N-Reserven* müssen zum Schutz des Grundwassers genutzt werden.
- ▶ Besonderheit Gemüse: Marktqualität *muss* erreicht werden.
- ▶ Gemüsebau: Massnahmen müssen daher *Qualität sichern*.
- ▶ Grundwasser: Massnahmen müssen *wesentlich und nachweislich* Nitrat im Sickerwasser reduzieren.

# Was wird gebraucht?

- ▶ Massnahmen:
  - ▶ Nmin-Beprobungen,
  - ▶ Winterbegrünung,
  - ▶ später Winterumbruch...
- ▶ Beratung:
  - ▶ Einführung einer teilparzellengenauen Düngung nach Nmin-Sollwerten
  - ▶ Parzellengenauere Dokumentation der Bewirtschaftung inkl. N-Bilanz (z.B. Leguma)
- ▶ Forschung / Daten (!):
  - ▶ Bilanzierung und Optimierung der N-Effizienz und Marktfähigkeit unter Praxisbedingungen
  - ▶ N-Nachmineralisation

# Nachfolge Nitrat-Index benötigt



# Danke!



**TerrAquat**

 **Agroscope**

# Ausblick: 2021-2026 Nitratprojekt + CriticalN

Wolf-Anno Bischoff (TerrAquat)

Frank Liebisch (Agroscope)

[w.bischoff@terraquat.com](mailto:w.bischoff@terraquat.com)

[frank.liebisch@agroscope.admin.ch](mailto:frank.liebisch@agroscope.admin.ch)

**CriticalN**

Gefördert durch:

BAFU



BLW

AfU Solothurn



DEFINIERTES ZIEL:  
EINHALTUNG DES CRITICAL LOAD  
= 30 KG N/HA ÜBERSCHUSS  
= NATURRÄUMLICHE BELASTUNGSGRENZE

# LEITBILD: GRUNDWASSER SCHONENDE PRODUKTIVE LANDWIRTSCHAFT

Gemeinsames Ziel ist Ressourceneffizienz



## NITRATPROJEKT

- ▶ Kantonale Beratung
- ▶ Dokumentation der Bewirtschaftung
- ▶ Massnahmen, z.B. Winterbegrünung
- ▶ Einführung Nmin
- ▶ Gemüse zusätzlich: Qualitäts- und Ertragserhebungen

## CRITICAL N

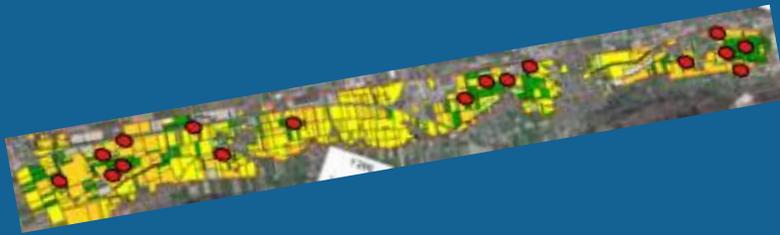
- ▶ Vorzeigeeexperimente
- ▶ Erfolgskontrolle: Messung der Nitrat-Verluste
- ▶ Vervollständigung von Messdatensätzen
- ▶ Neuentwicklungen
- ▶ Synthesen

## ZUSAMMEN

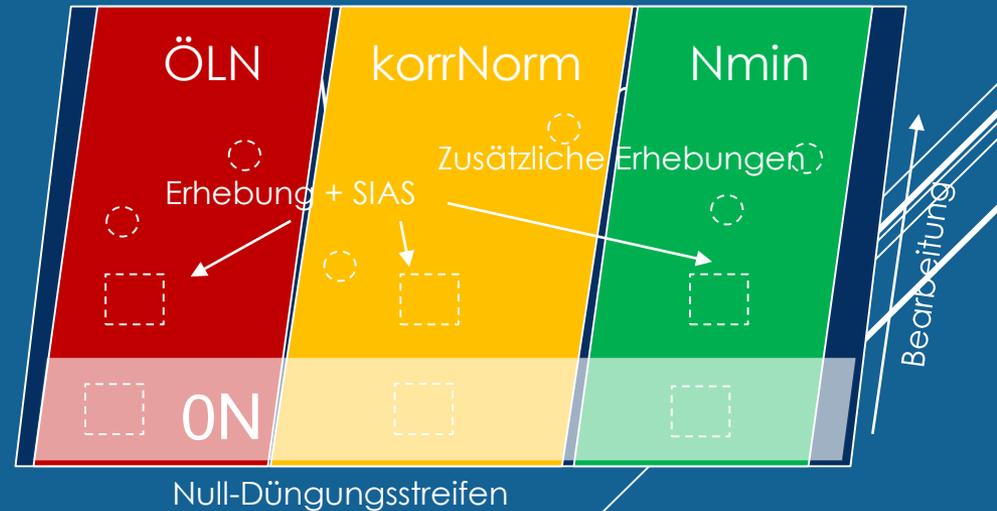
Massnahmen bewerten und verbessern  
Kenntnislücken schliessen  
Lösungen für Sonderfälle

# Vereinfachte und detaillierte Wirkungsversuche

Sampling in der Praxis



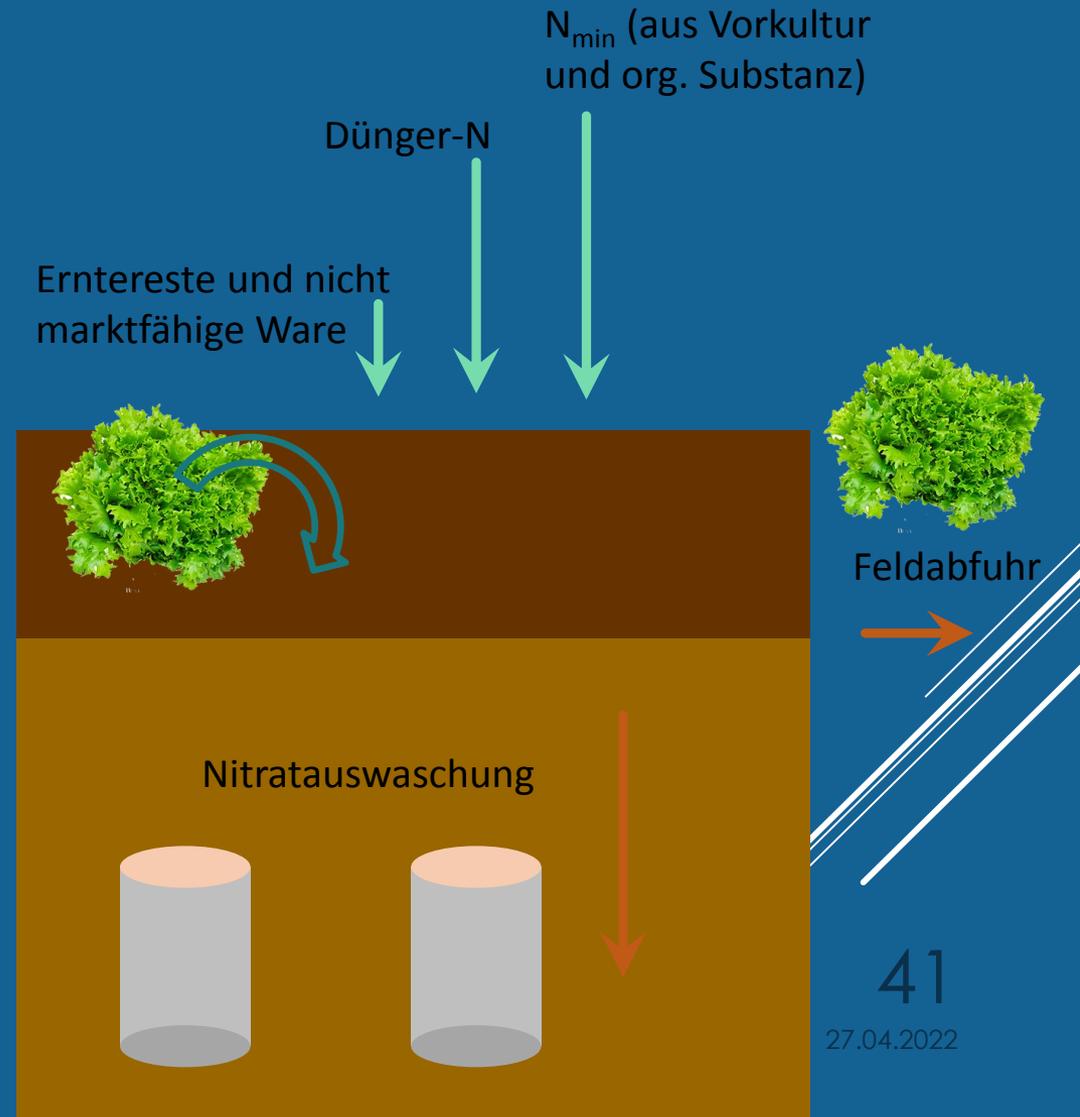
Streifenversuch



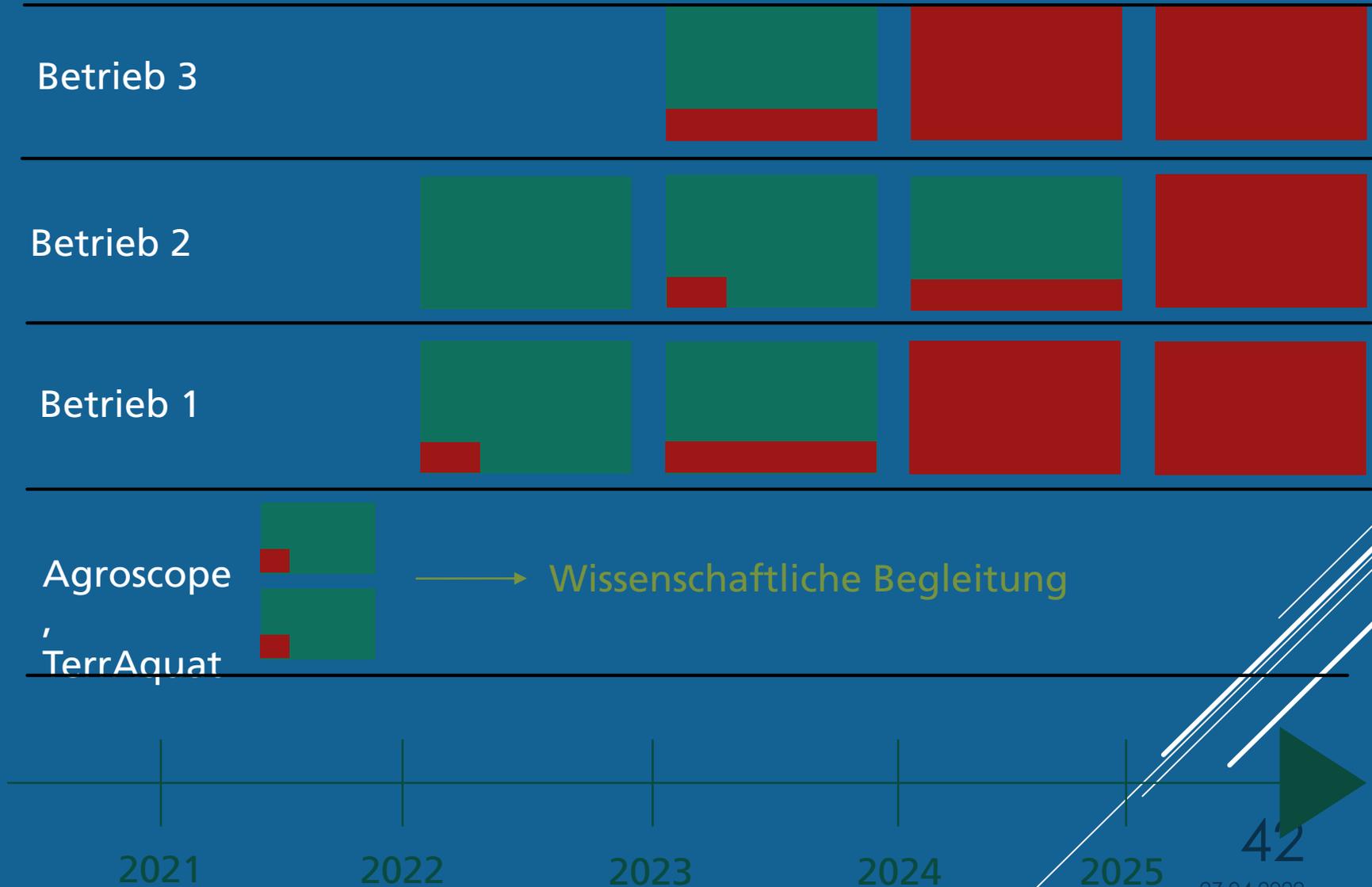
# Gemüse-Bilanzierung



Zur Verfügung	[kg N/ha]
$N_{\min}$ (0-60 cm) Ende	245
Dünger-N	148
Erntereste	129
<b>Output</b>	
Feldabfuhr	81
Auswaschung	354
<b>N-Saldo = Dünger – Abfuhr* (*pro Kultur)</b>	67
<b>Reste + <math>N_{\min}</math> = leicht verfügbar</b>	287 (0-30 cm) 374 (0-60 cm)



# Zunehmende Beteiligung an neuen Massnahmen, z.B. Nmin



- ▶ Lokale N-Massenbilanzen = Effizienzkriterium
- ▶ Anrechnung organischer N-Dünger
  - ▶ Analysendaten
  - ▶ Auswertungen
  - ▶ Fortbildung vor Ort
- ▶ Ausmass der Boden-N-Nachmineralisation
- ▶ Ackerbau:
  - ▶ N<sub>min</sub>
  - ▶ Korrigierte Norm
  - ▶ Weiterentwicklung der guten fachlichen Praxis
- ▶ Gemüse:
  - ▶ N-Massenbilanzierung
  - ▶ N-Belastung des Grundwassers
  - ▶ Qualitäts- und Ertragssicherung

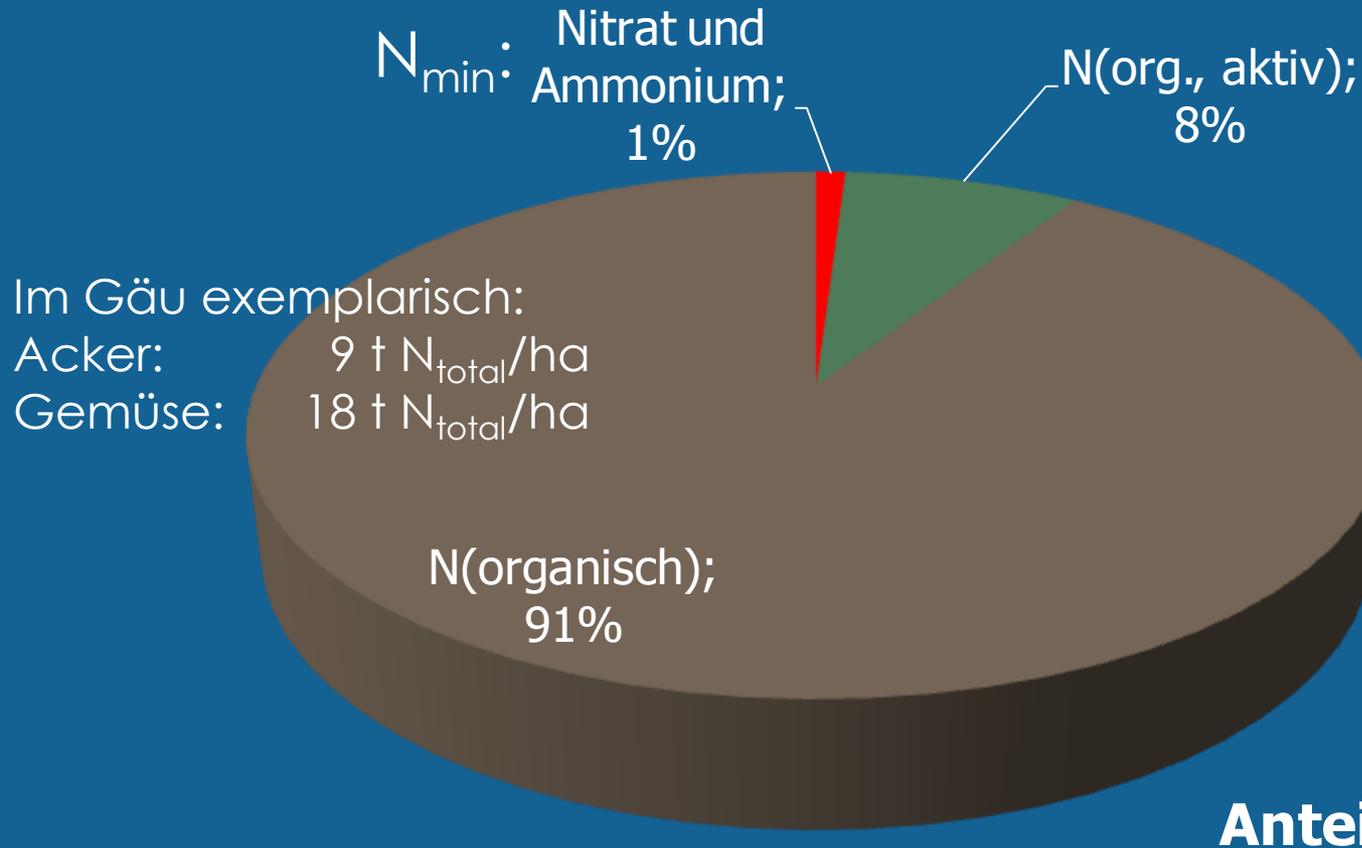
- ▶ *Praxisrelevanz*: On Farm-Versuche verknüpft mit Betriebswissen und Betriebsdaten
- ▶ *Interessenausgleich*: Freieres Handeln der Betriebe, wenn Grundwasser geschützt
- ▶ *Datengetrieben*: Bewertung anhand gemessener Daten auf den Betriebsflächen
- ▶ *Rückgekoppelt*: Verbesserungen mit Betrieben auf Datenbasis diskutieren

# N-EINSPARPOTENTIAL

Daten- und Verständnislücken

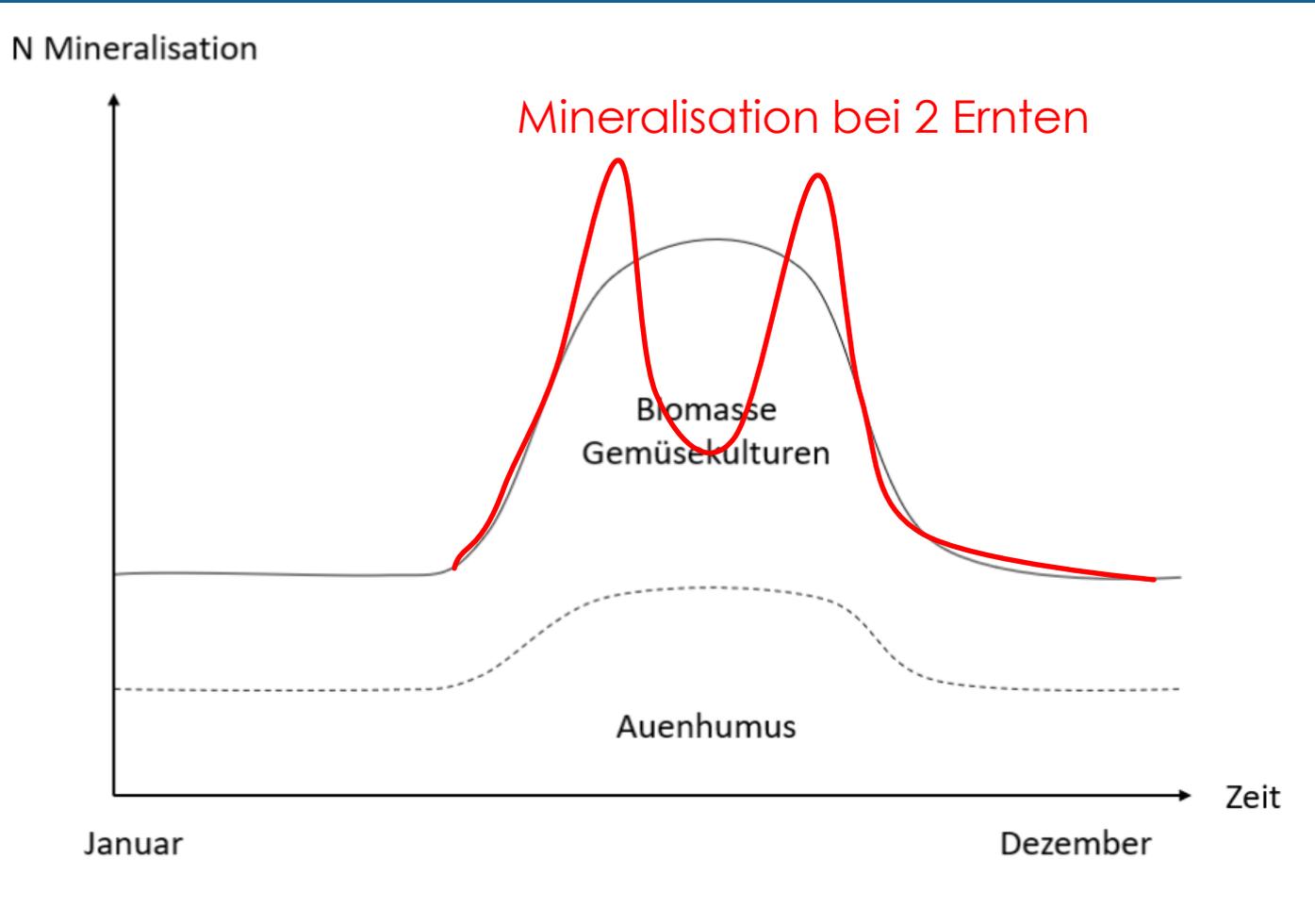
# N-Vorrat im Boden

1-2 % Mineralisierung =  
180 – 360 kg N/ha\*Jahr)



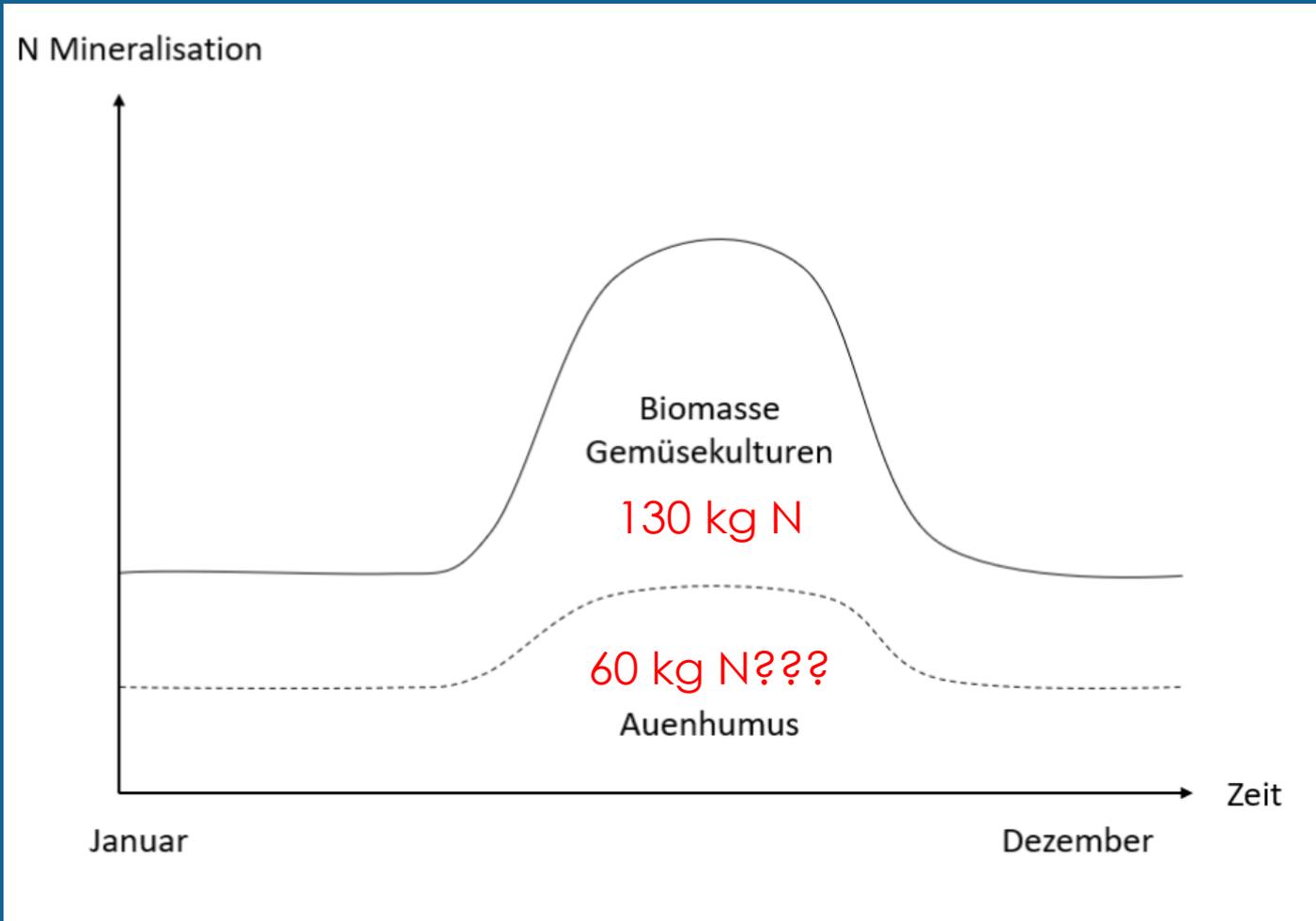
Nach Daten von Körschens und Schulz, 1999  
und eigenen Erhebungen

# N-Mineralisation stark vereinfacht



Masterarbeit Katrin Bort(2021) Abb. 16  
Konzeptdarstellung zur N-Mineralisation auf den Flächen des NitroGäu-Projekts. Eine Unterscheidung erfolgt dabei in die Mineralisation aus dem Auenhumus sowie aus der Biomasse der angebauten Gemüsekulturen.

# N-Mineralisation stark vereinfacht



Masterarbeit Katrin Bort(2021) Abb. 16  
Konzeptdarstellung zur N-Mineralisation auf den Flächen des NitroGäu-Projekts. Eine Unterscheidung erfolgt dabei in die Mineralisation aus dem Auenhumus sowie aus der Biomasse der angebauten Gemüsekulturen.

# Empirische Datensätze zu...

- ▶ Erträgen
- ▶ Witterung
- ▶ Nachmineralisierung aus
  - ▶ Böden
  - ▶ Ernteresten
- ▶ Betriebstypen
- ▶ Frucht- bzw. Kulturfolgen
- ▶ Mineralische N-Bilanzen

=> N-Effizienz verstehbar machen

# Vernetzung



Danke!  Agroscope



