

# Entwicklungen im Grünland in den Voralpen

## Aktuelle Arbeiten des SUSALPS Projektes

**Ralf Kiese**

I. Kögel-Knabner, A. Jentsch, M. Schloter, M. Dannenmann, T. Köllner, S. Asam, A. Krämer, M. Wiesmeier

INSTITUT FÜR METEOROLOGIE UND KLIMAFORSCHUNG, Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Garmisch-Partenkirchen (D)



**HelmholtzZentrum münchen**  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt





GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Sustainable use of **alpine** and pre- alpine **soils** in a changing climate



2015-2018  
2018-2021  
2021-2024



**BONARES**  
Zentrum für Bodenforschung

Zwischen-  
früchte



Phosphor



replant  
disease



Unterboden



Precision  
Farming



Boden-  
verdichtung



Alpines  
Grünland



Agroforst-  
systeme



Boden-  
gesundheit



Mikro-  
organismen



# Motivation



Grünland ...

- repräsentiert 30% der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland
- ist die dominierende Landnutzung im Voralpenraum
- ist von großer ökonomischer Bedeutung für die Milchwirtschaft
- liefert wichtige Ökosystemdienstleistungen wie C- und N-Speicherung, Nährstoff- und Wasserretention sowie Biodiversität

Diese Leistungen werden stark vom Klimawandel  
und der Art der Bewirtschaftung beeinflusst



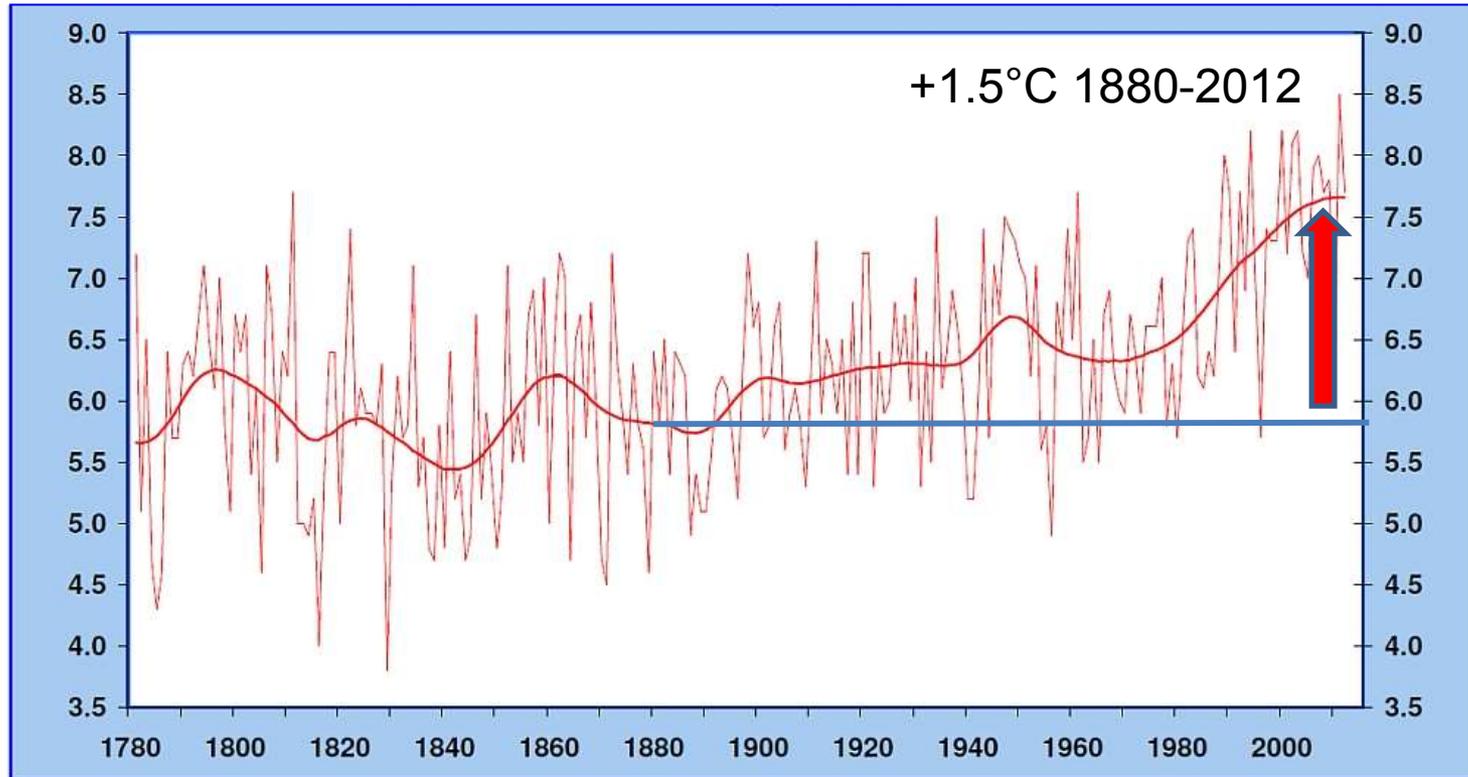
Was sind die Auswirkungen des Klimas und der Bewirtschaftung auf ...

- Boden- und Pflanzendiversität, Produktivität und Futterwert
- Kohlenstoff- und Stickstoff-Speicherung
- Treibhausgas-Austausch ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ), Nitrataustrag, Nährstoffretention und regulierende Boden- und Pflanzenprozesse

unter Berücksichtigung der sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen



# Klimawandel im Voralpenraum: Temperaturentwicklung Station Hohenpeißenberg

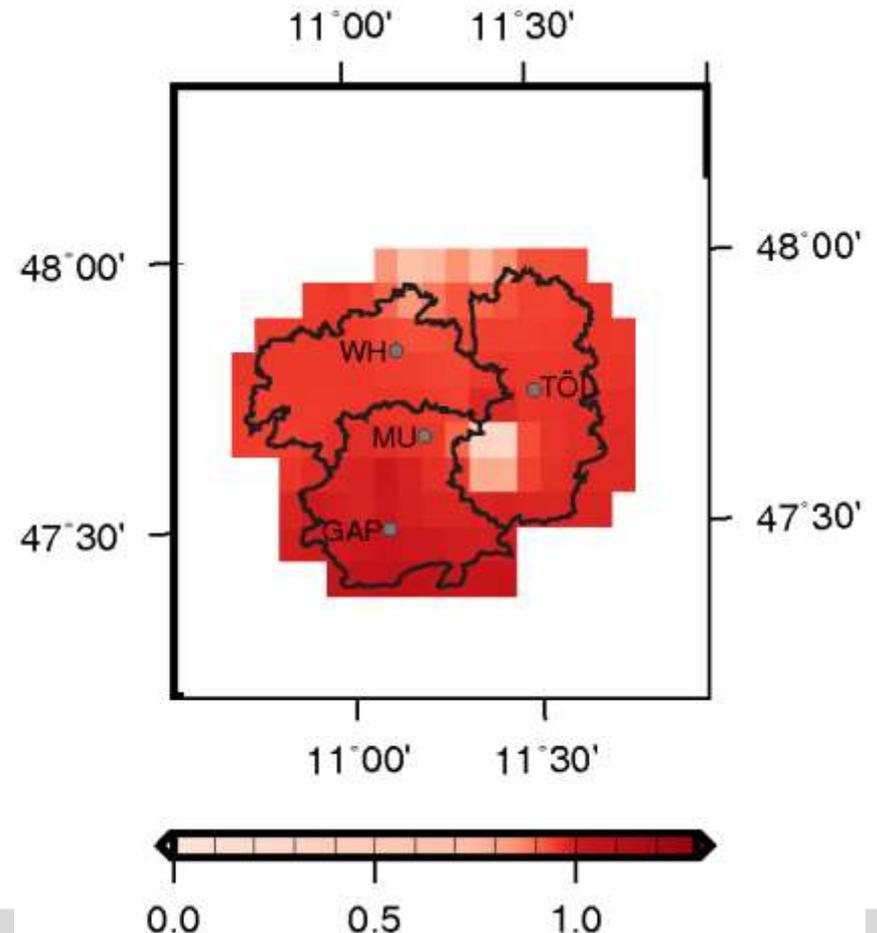
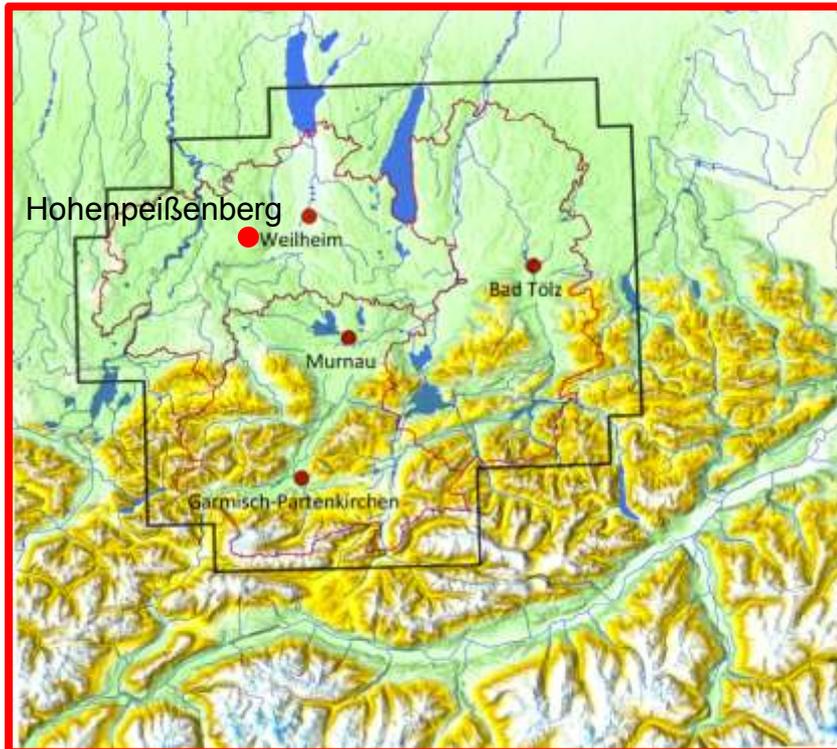


# Klimawandel in der Alpen und Voralpen Region



Temperaturänderung °C: 2050/21 - 2000/1971

Temperaturzunahme doppelt  
so hoch wie im globalen Mittel



Wagner, Berg, Schädler, Kunstmann (2013) High resolution regional climate model simulations for Germany: Part II-projected climate changes. *Climate Dynamics*, 40,1, 415-427



# Haupt-Mess-Standorte



Graswang 860m:  
MAT: 6.8 °C  
MAP: 1398 mm



Brunnenkopfmalm: 1700m



Spitalhof 730m  
MAT: 6.7 °C  
MAP: 1300 mm



Rottenbuch 770m:  
MAT: 8.7 °C  
MAP: 1142 mm



Esterberg 1300m:  
MAT: 3°C  
MAP: 1800mm



Fendt 600m  
MAT: 8.6°C  
MAP: 959mm



Bayreuth 350m:  
MAT: 8.3 °C  
MAP: 638mm

# Mess-Standorte Klimawandel



**Grünland**

**Erträge**

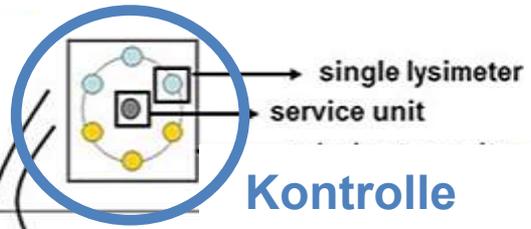
**Stickstoff-  
Bilanzen/  
Austräge**

**unter versch.  
Klima und  
Management**

# Lysimeter entlang eines Höhen = Klimagradienten



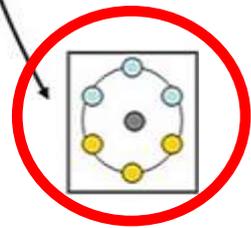
# Lysimeter entlang eines Höhen = Klimagradienten



Kontrolle  
6.9°C

+ 2°C

Klimawandel 8.9°C



○ = intensive management      ● = extensive management



# Bewirtschaftung



## Intensiv:

4-6 Schnitte / 4-5 Güllegaben

**1870 kg C / 210 kg N**

## Extensiv:

2-3 Schnitte / 1-2 Güllegaben

**748 kg C / 84 kg N**

Mittlerer C und N Gehalt einer Güllegabe

$374 \pm 50 \text{ kg C ha}^{-1}$  und  $42 \pm 10 \text{ kg N ha}^{-1}$

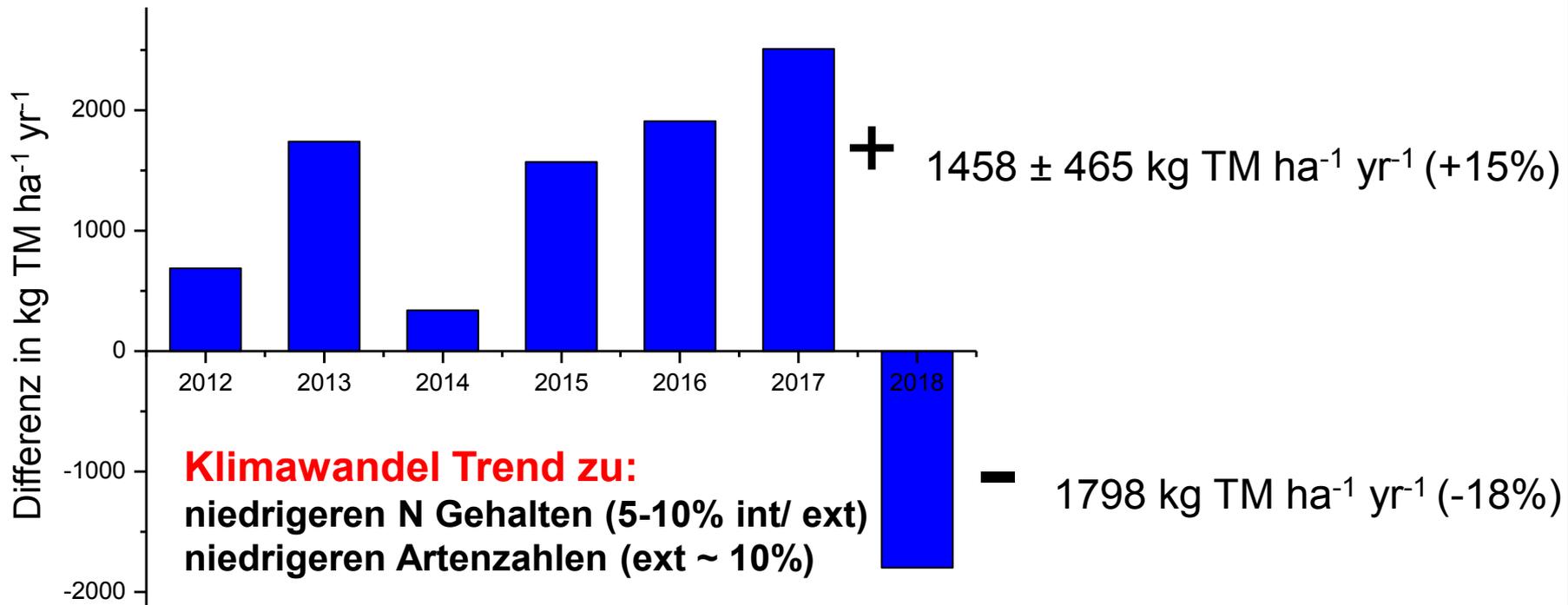
● = intensive management    ● = extensive management



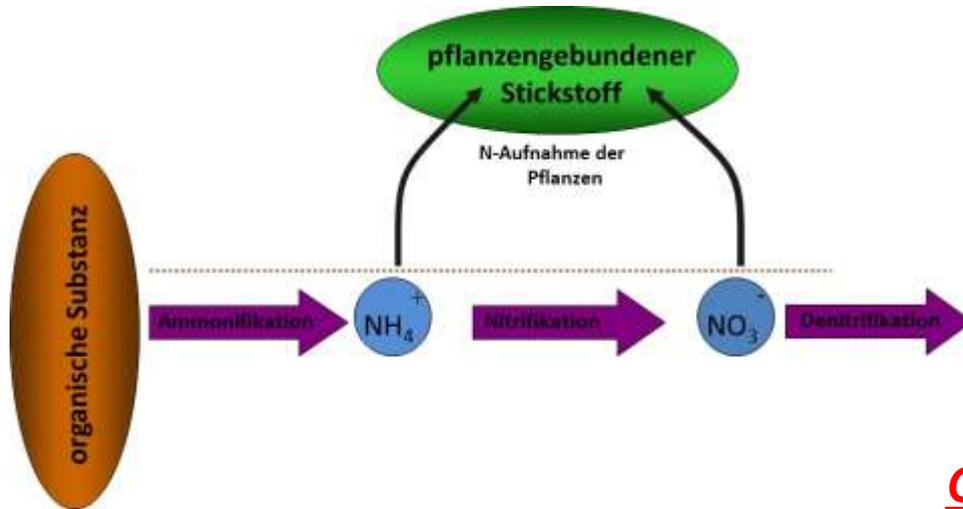
# Grünlanderträge im Klimawandel



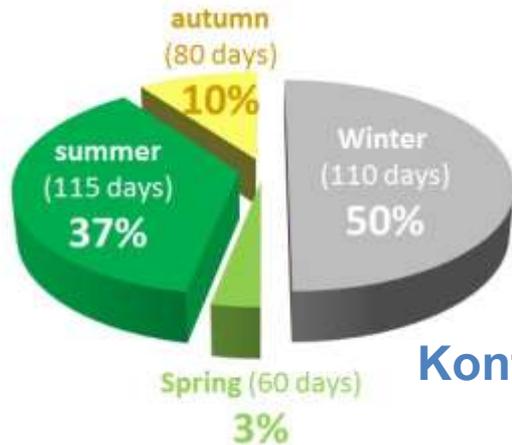
Mittlerer Ertrag 4-5 Schnitte 10 t TM ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>



# Grund Ammonifikation ?

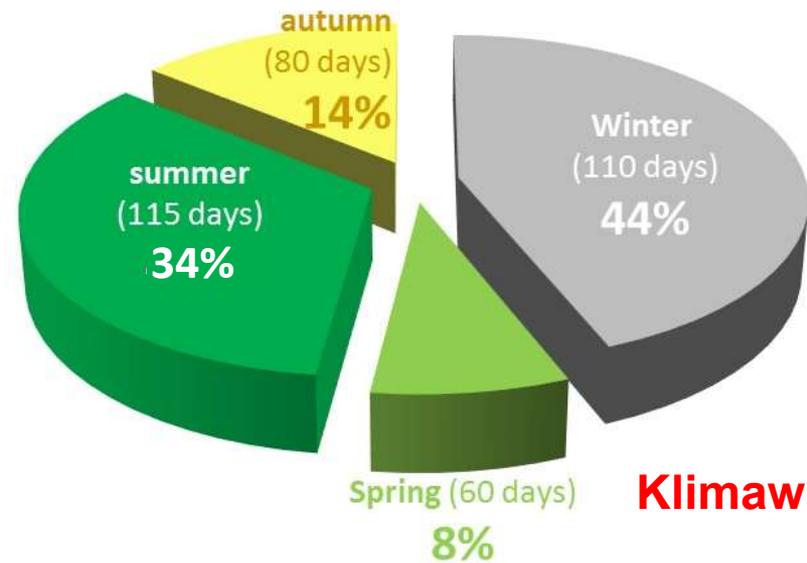


Graswang (860m):  
200 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>



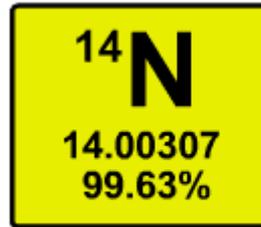
**Kontrolle**

Graswang versetzt (+ 2°C, 600m):  
500 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>



**Klimawandel**

# Gülle<sup>15</sup>N Markierungsexperiment



Stable

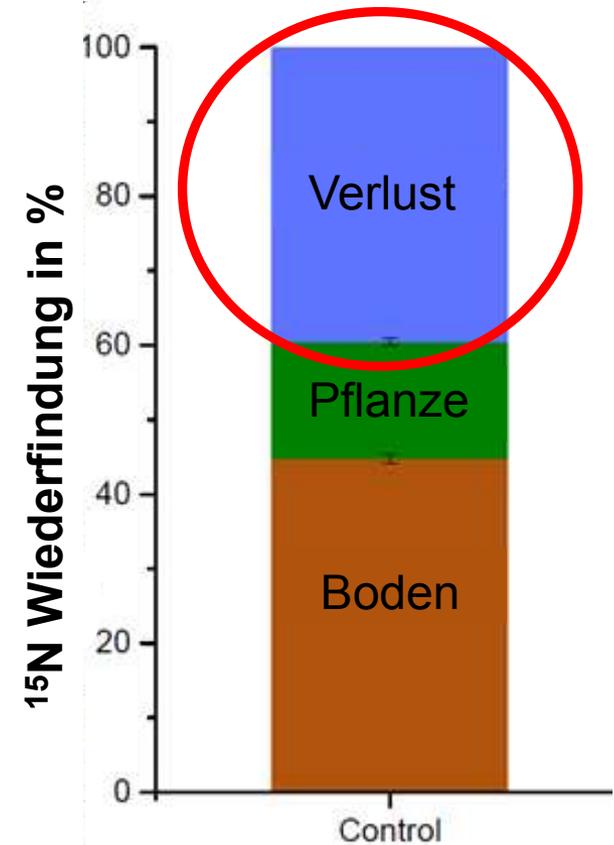


Stable

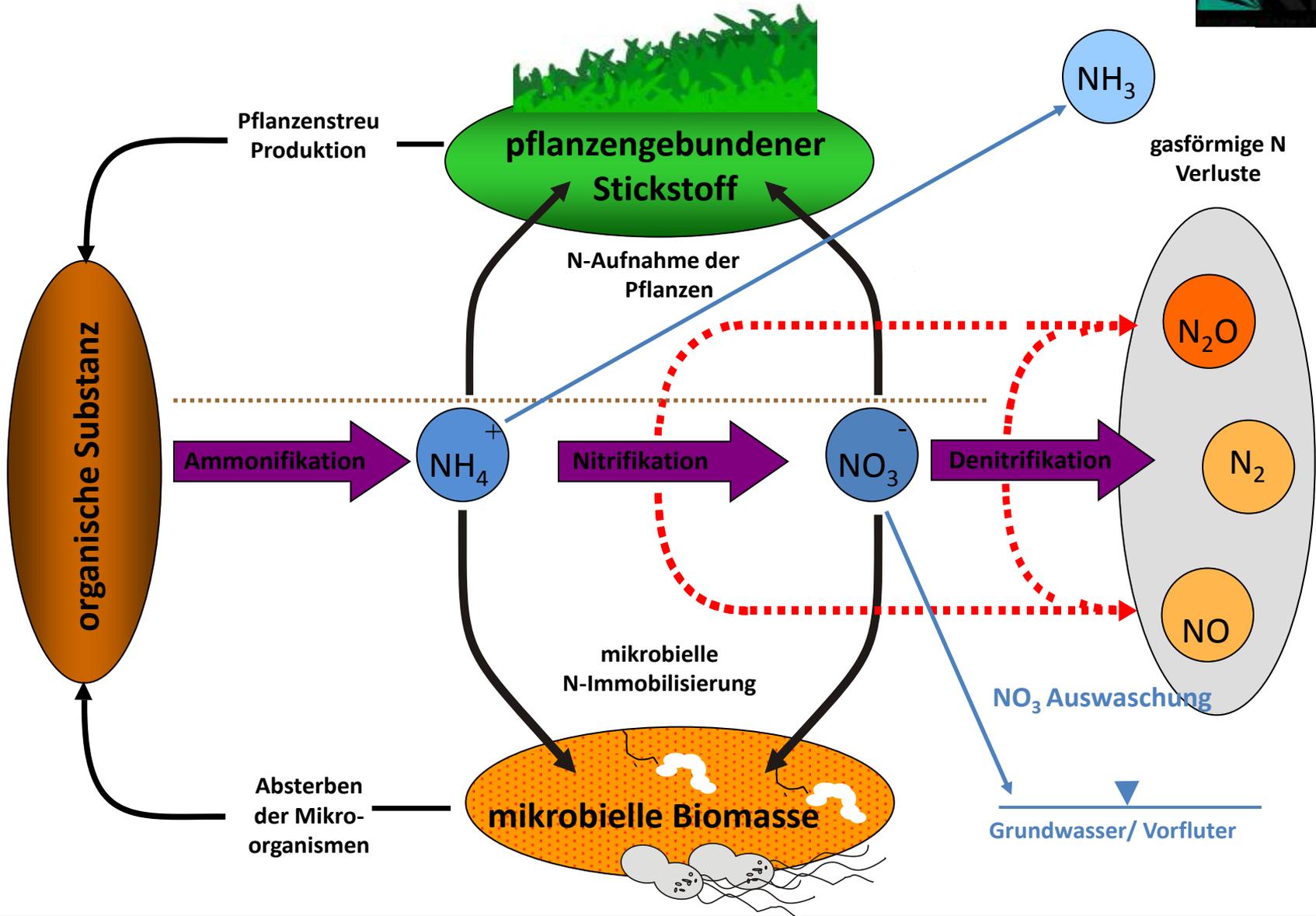


**Pflanzenernährung**

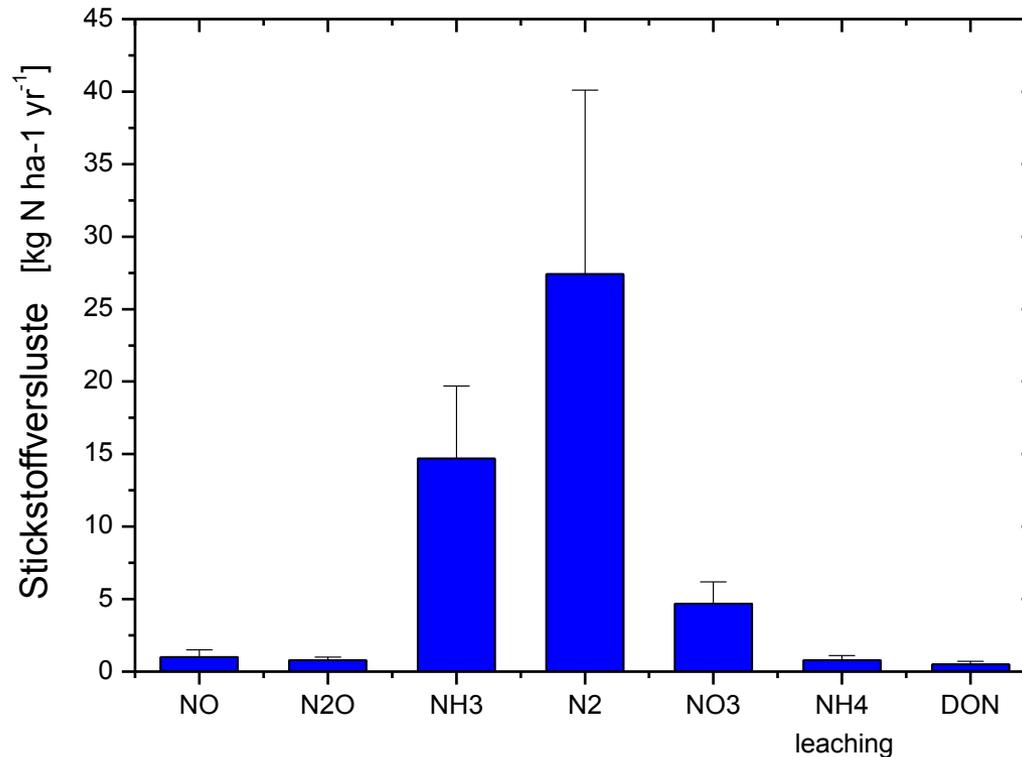
**indirekt über den Boden > direkt über die Gülle**



# Verluste im Stickstoffkreislauf



# Stickstoffverluste unter intensiver Bewirtschaftung

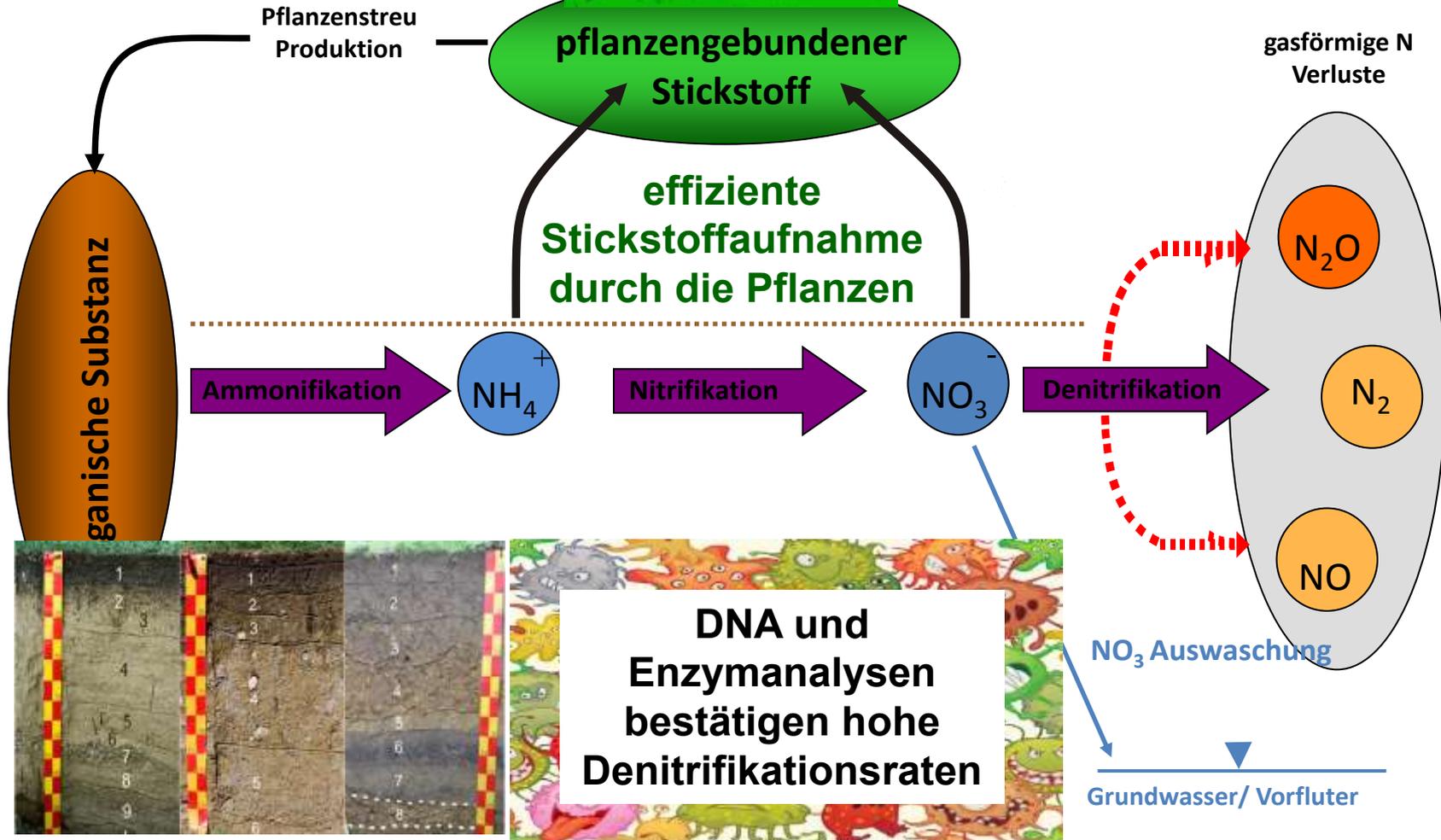


N<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub> Emissionen sind die wichtigsten N-Verluste

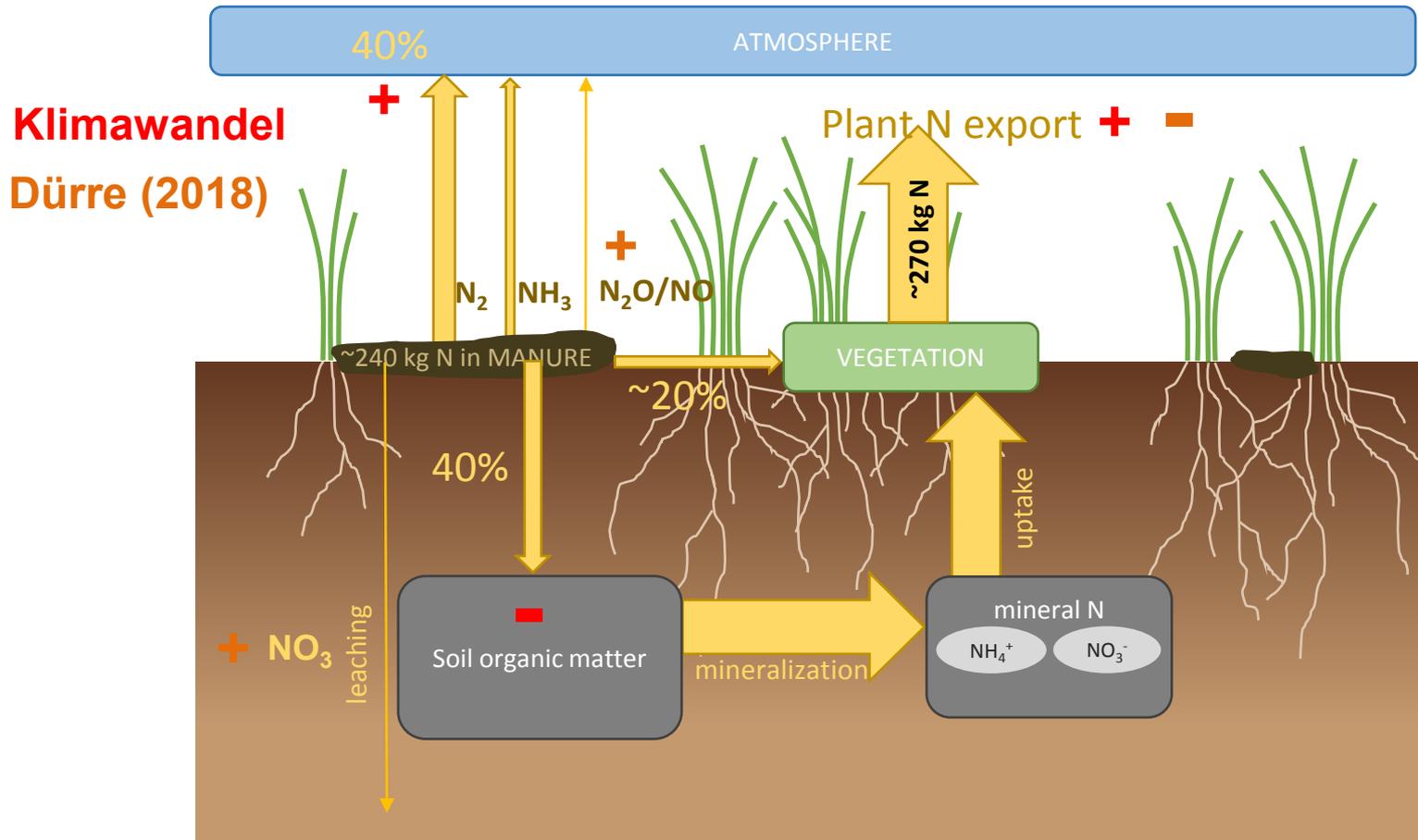
N<sub>2</sub>O Emissionen and NO<sub>3</sub> Austräge sind trotz hoher Düngung vglw. niedrig

N<sub>2</sub> Emissionen spielen in der N-Bilanz eine große Rolle werden bisher aber kaum berücksichtigt

# Woher kommen hohe $N_2$ und niedrige $N_2O$ / $NO_3$ Austräge ?

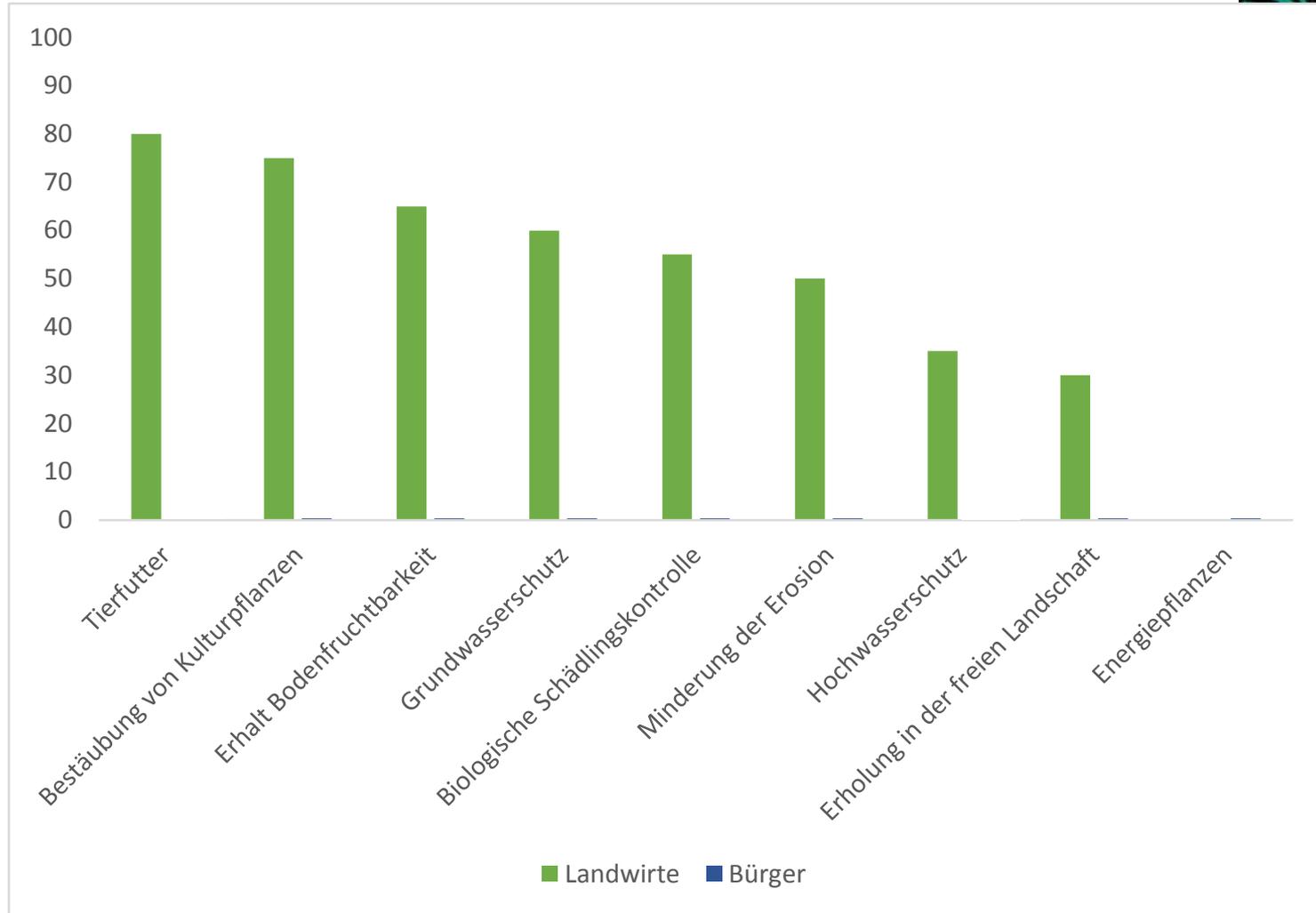


# Zusammenfassung: Stickstoffbilanz unter intensiver Bewirtschaftung



- Stickstoffbereitstellung maßgeblich aus der Mineralisierung org. Bodensubstanz
- Selbst mit  $N_2$ -Fixierung keine Bilanzschließung → Humusabbau
- Klimawandel verschärft potentiell den Humusabbau

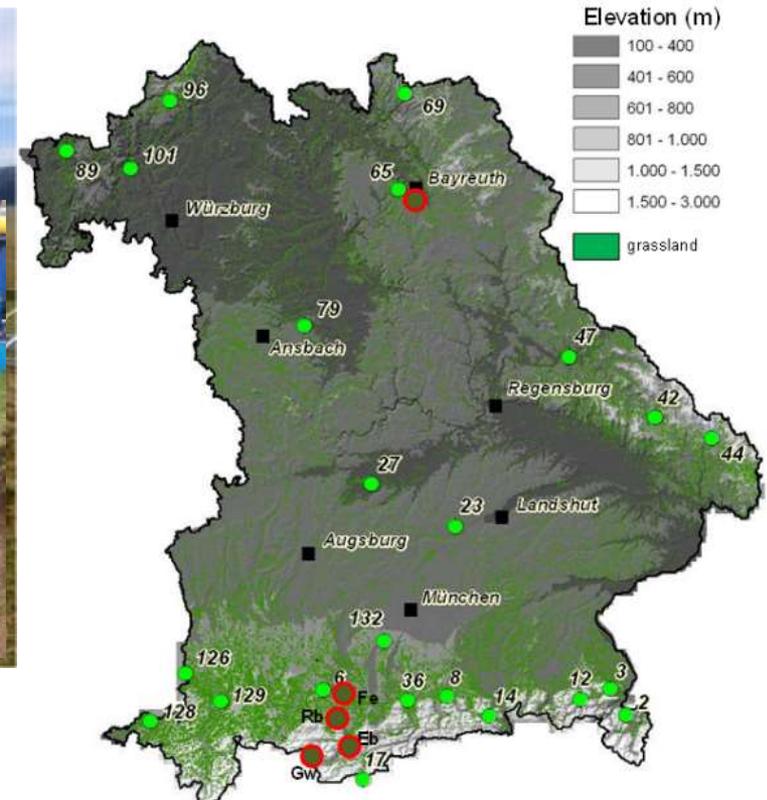
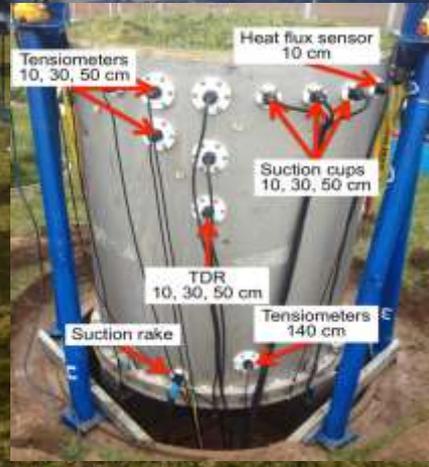
# Bewertung der Ökosystemleistungen von Grünland



Anteil der Befragten (in %), die ausgewählte Ökosystemleistungen als „sehr wichtig“ bewerten

# Was kommt als nächstes?

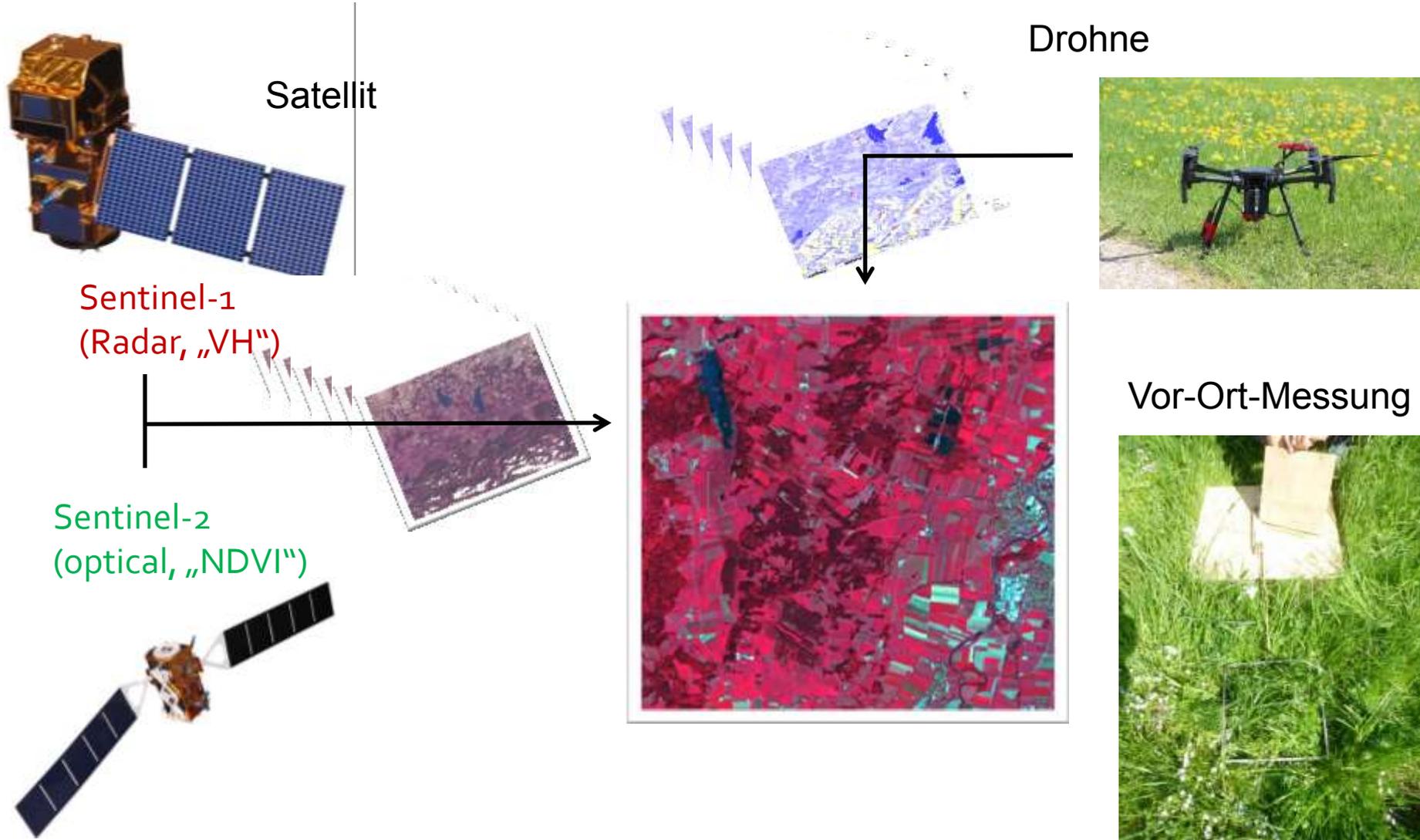
## Vom Punkt in die Fläche



# Vom Punkt in die Fläche ... mit Fernerkundung



## Ertrag und Pflanzen N Entzug

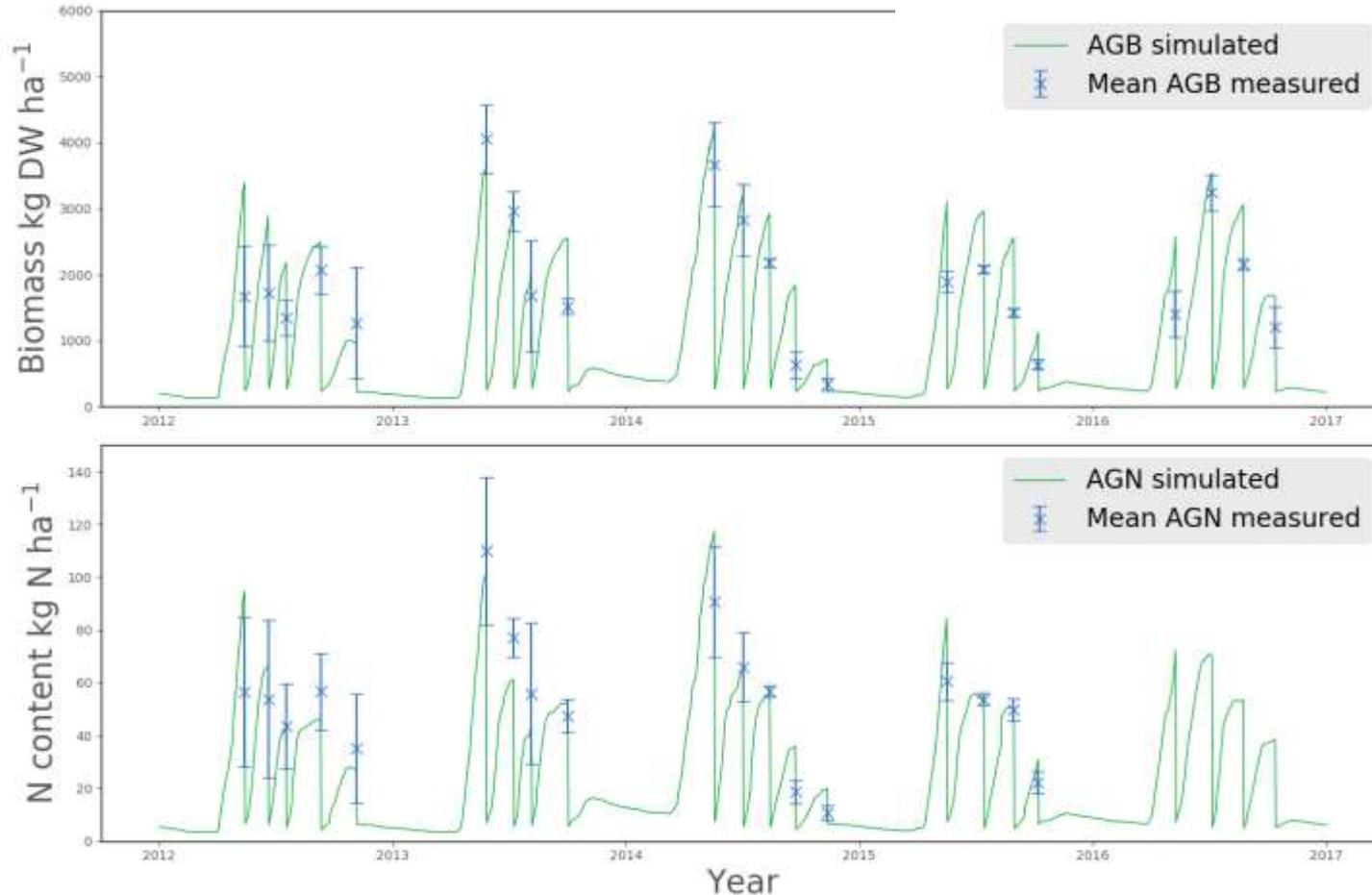


# Vom Punkt in die Fläche ... mit einem Simulationsmodell

## Ertrag und Pflanzen N Entzug



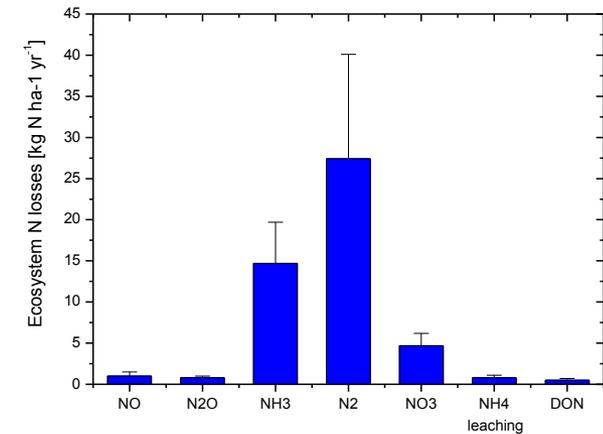
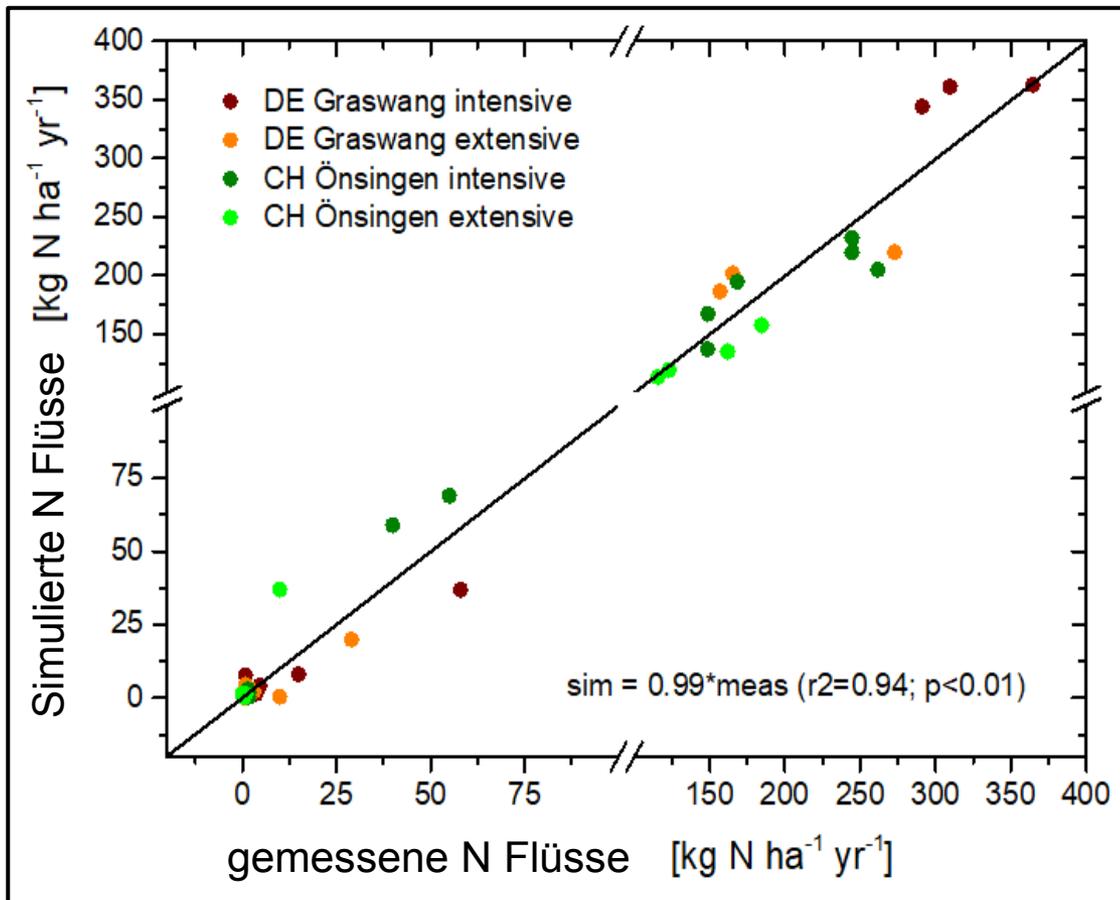
LandscapeDNDC



# Vom Punkt in die Fläche ... mit einem Simulationsmodell



LandscapeDNDC

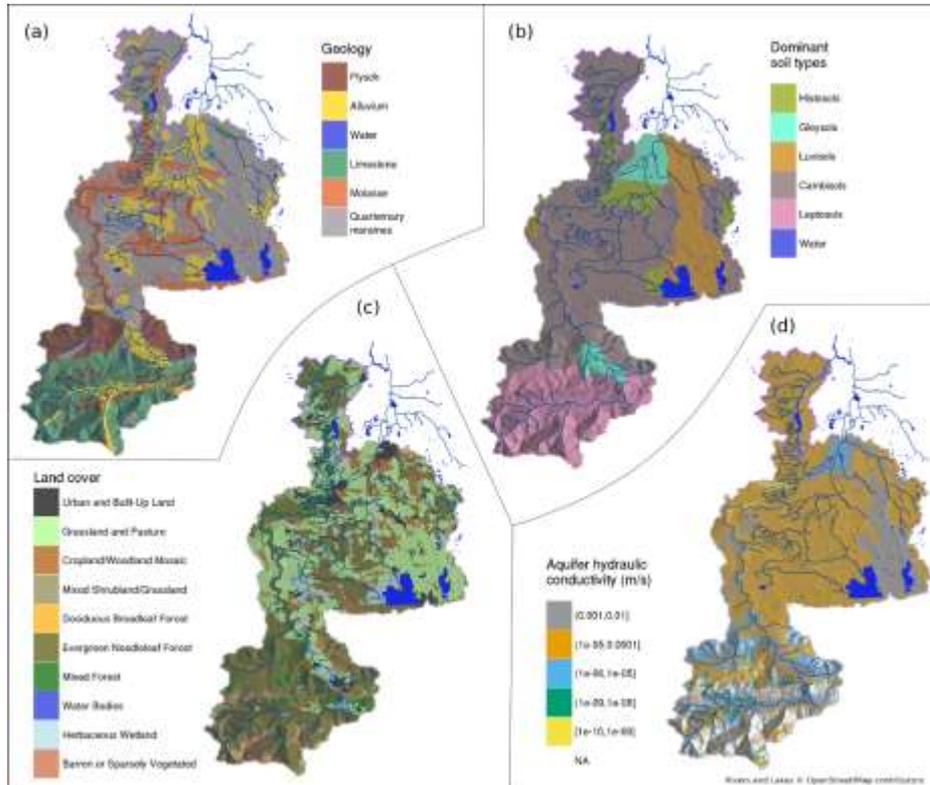


# Vom Punkt in die Fläche ... mit einem Simulationsmodell

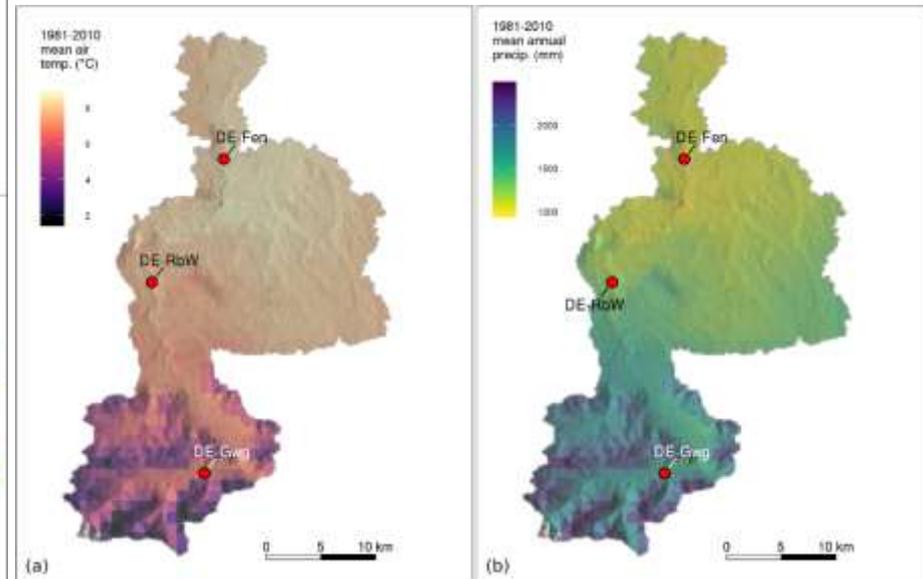


LandscapeDNDC

## Boden



## Klima



## Bewirtschaftung

# Web-basiertes Entscheidungshilfesystem

Istzustand:  
Ertrag, N-Nutzungs-Effizienz, Nitrat, Ammoniak, THGs

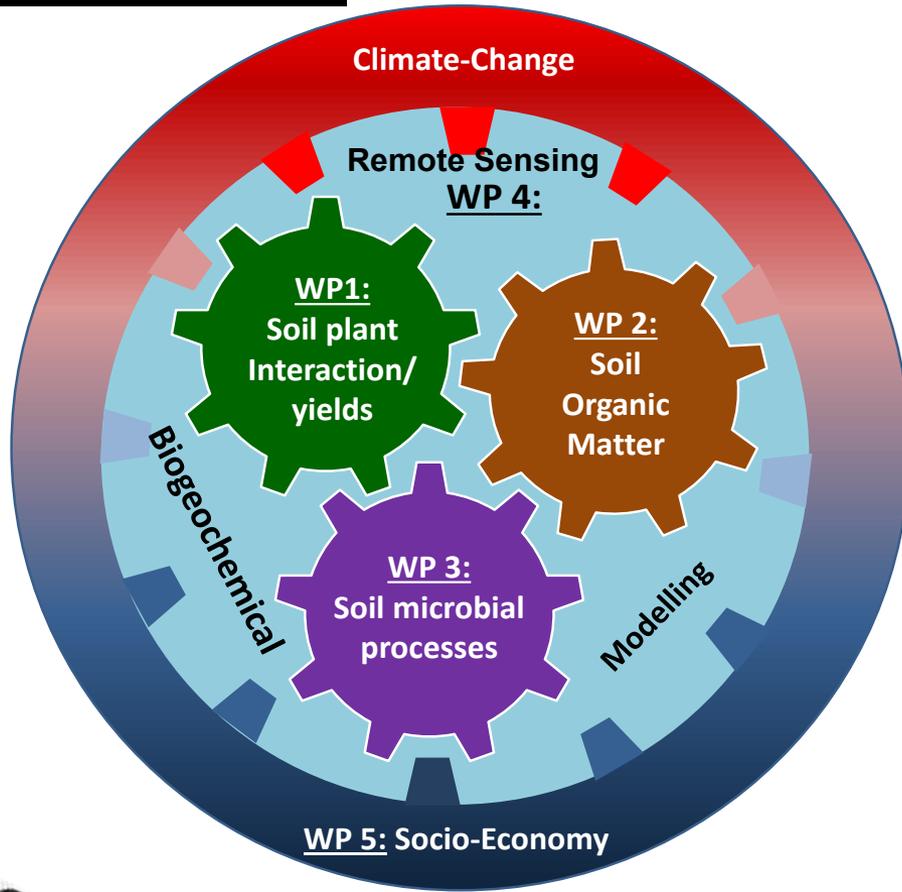
## Szenarien:

Klima- und Bewirtschaftung inkl. Kosten-Nutzen Analyse

## Optimierung:

Schnitt- und Düngezeitpunkte mit aktuellem Wetterbericht





**WP1 (Uni Bayreuth, LfL)**  
Pflanzenproduktion,  
Biodiversität



**WP2 (TUM, LfL)**  
Boden SOC/N  
Fruchtbarkeit



**WP3 (HMGU, KIT)**  
C/N Umsetzungen  
Nährstoffretention  
THG Emissionen,  
microbielle Diversität



**WP4 (KIT)**  
C, N, Wasser-  
Modellierung



**WP5 (Uni Bayreuth)**  
Sozio-Ökonomie,



**Bio-Economic model**



**WP6 (KIT, WWL, LfL):**  
Entscheidungshilfe-Modell  
Austausch mit der Praxis



**WP4 (DLR, Uni Würzburg)**  
Fernerkundung [www.susalps.de](http://www.susalps.de)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



## Forschungskonzept



- Gelenkte Beweidung mit v.a. *Murnau-Werdenfelser Rindern*
- Umzäunte unbeweidete Kontrollflächen
- Als Langzeitexperiment > 10 Jahre angelegt. Förderung für weitere 5 Jahre schon sicher (BMBF-SUSALPS)

## Was wird untersucht?

