

# 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





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



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

2015-2018  
2018-2021  
2021-2024



**BONARES**  
Zentrum für Bodenforschung

Zwischenfrüchte



Phosphor



replant disease



Unterboden



Precision Farming



Bodenverdichtung



Alpines Grünland



Agroforstsysteme



Bodengesundheit



Mikroorganismen



# 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



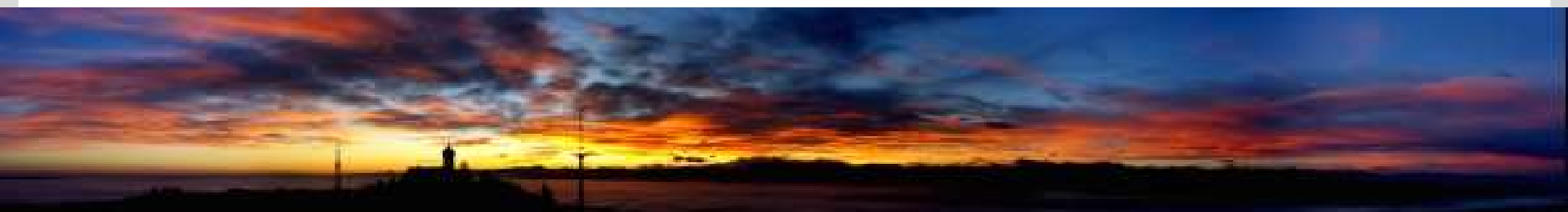
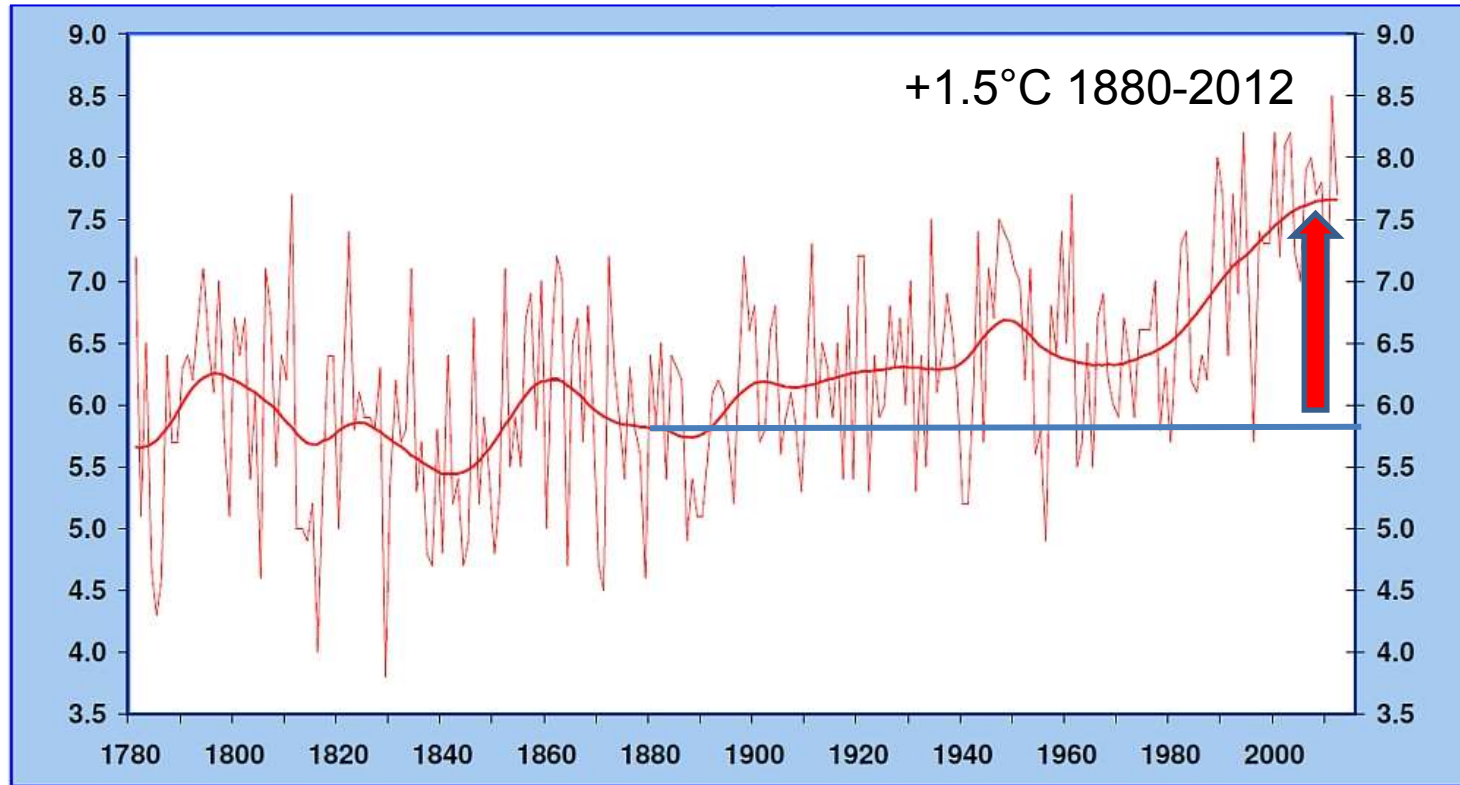
Was sind die Auswirkungen des Klimas und der Bewirtschaftung auf ...

- 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



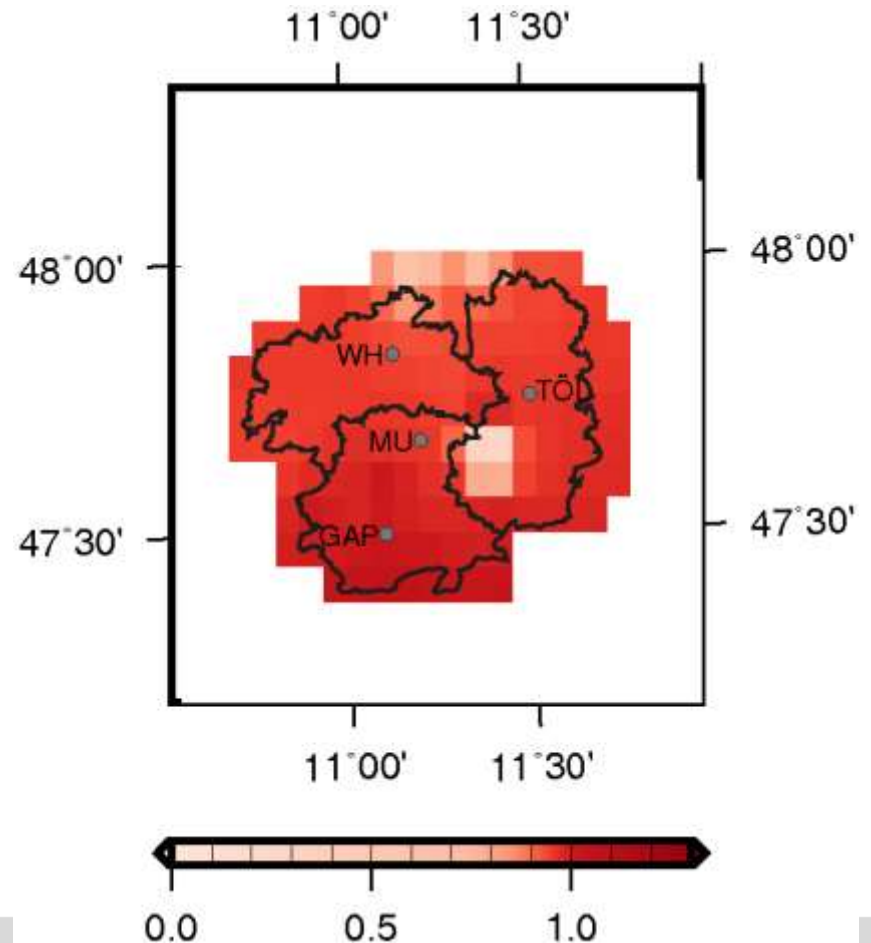
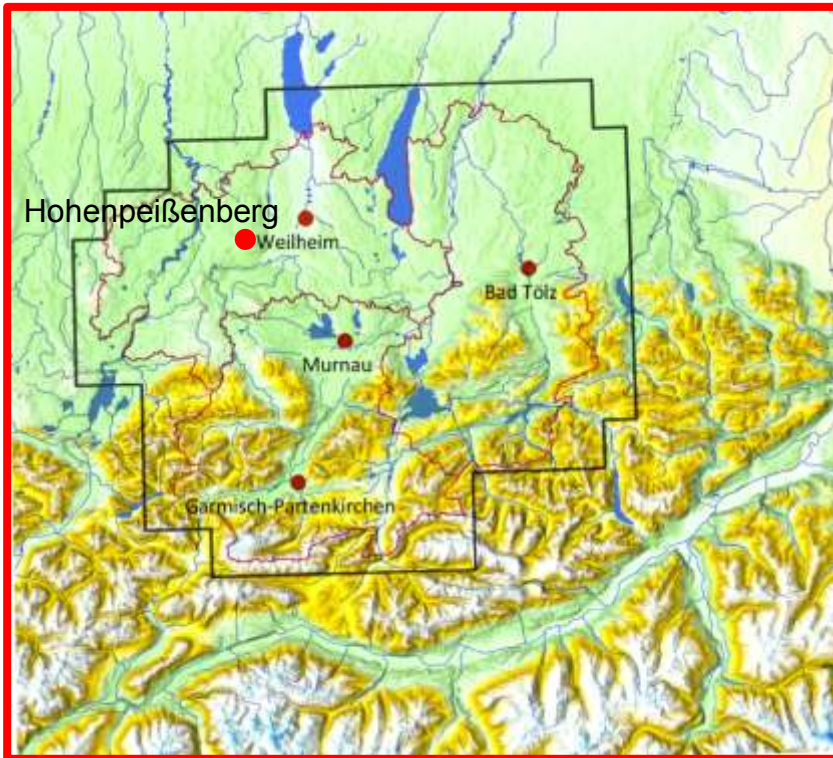


# Klimawandel in der Alpen und Voralpen Region



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

# Untersuchungsregion und Mess-Standorte

SUSALPS führt

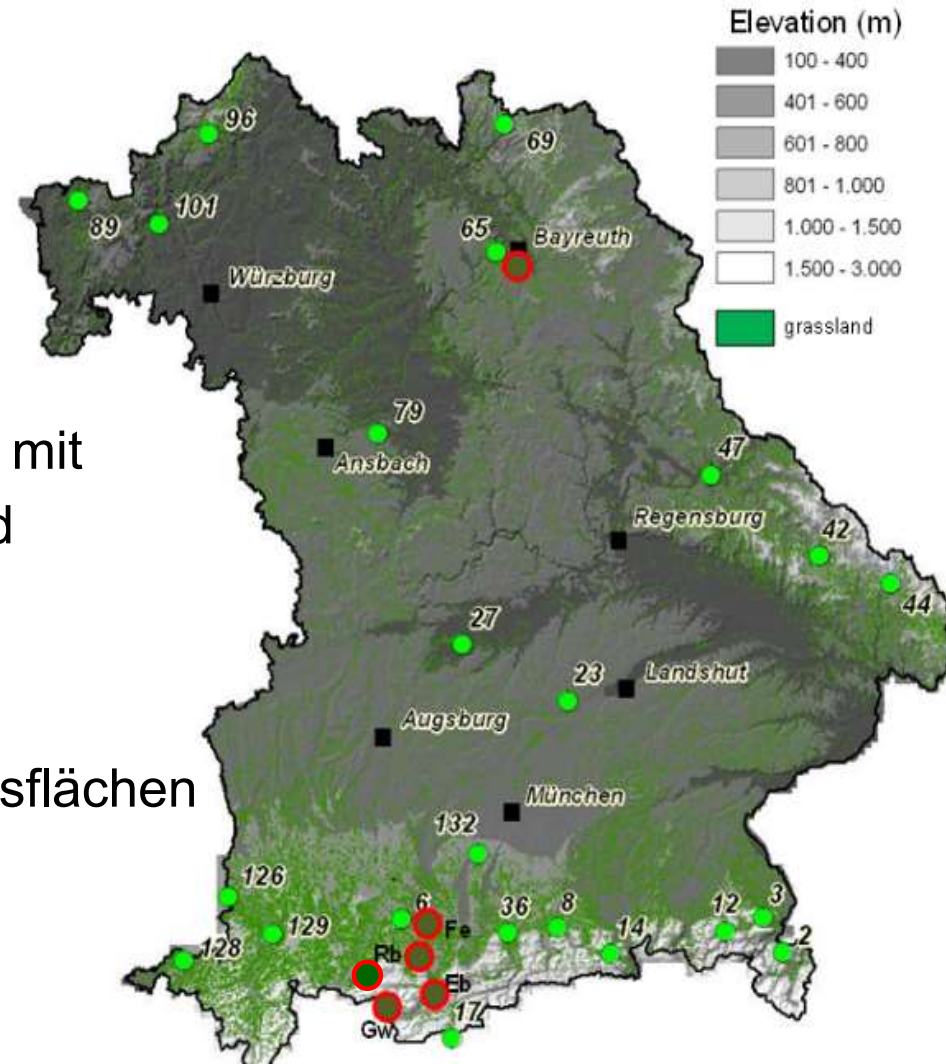
- Freilandexperimente,
- Laborstudien und
- sozio-ökonomische Analysen durch

an ...

- SUSALPS Haupt-Mess-Standorten mit unterschiedlichem Management und Klima

und integriert ...

- >20 LfL Boden-Dauerbeobachtungsflächen

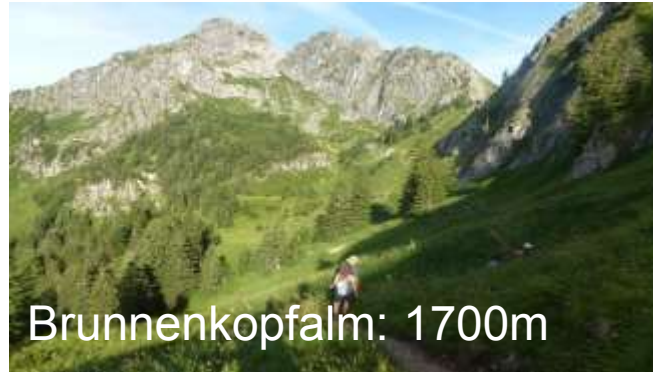




# Haupt-Mess-Standorte



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**

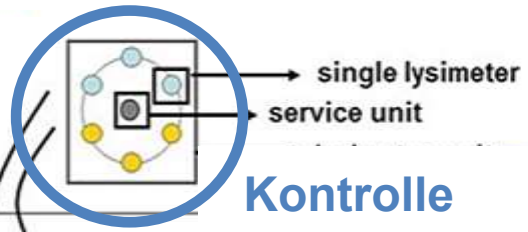
**Stickstoff-  
Bilanzen/  
Austräge**

**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

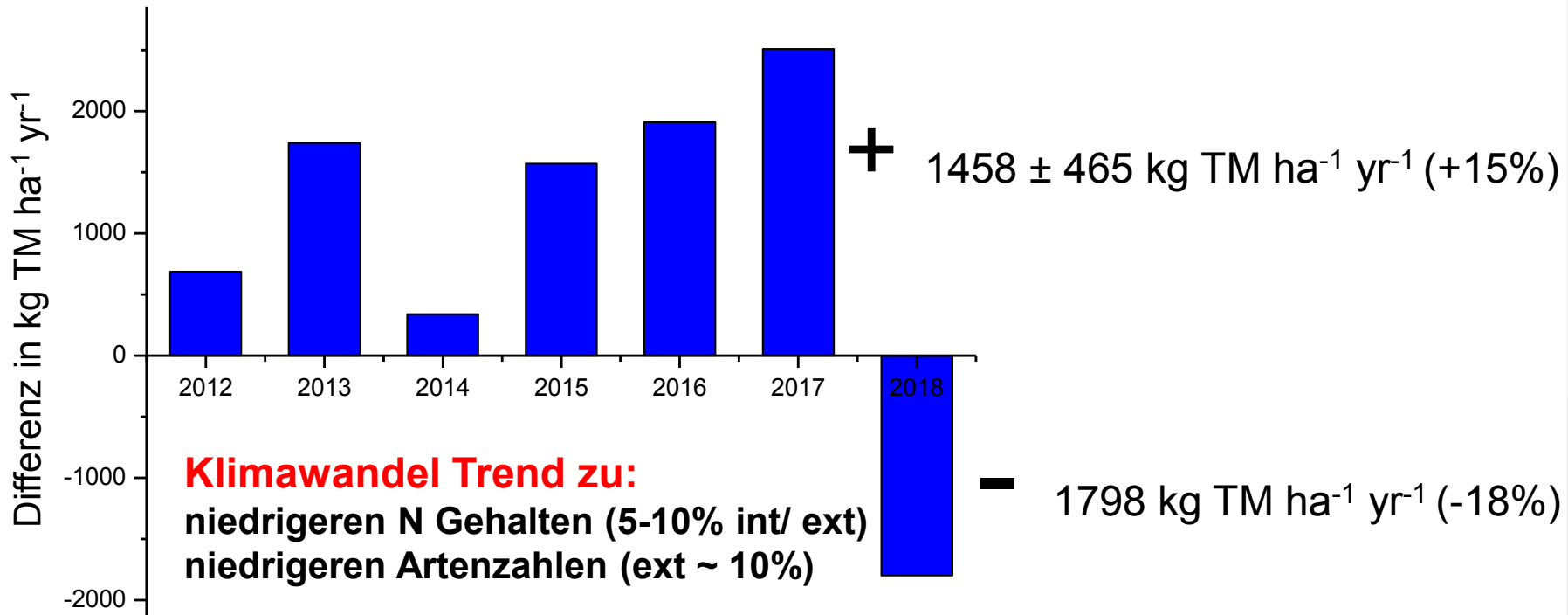




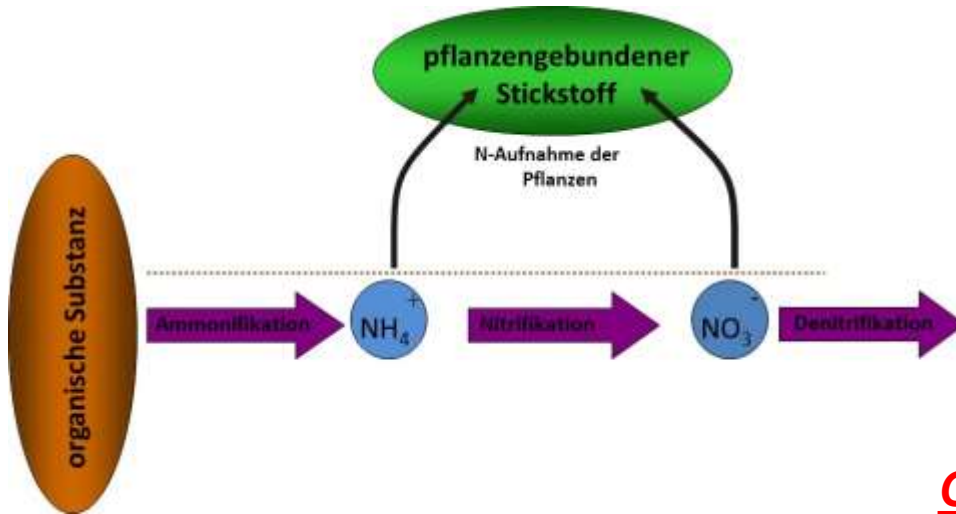
# Grünlanderträge im Klimawandel



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

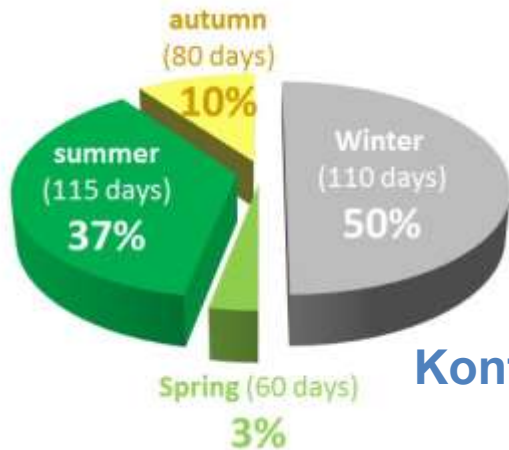


# Grund Ammonifikation ?

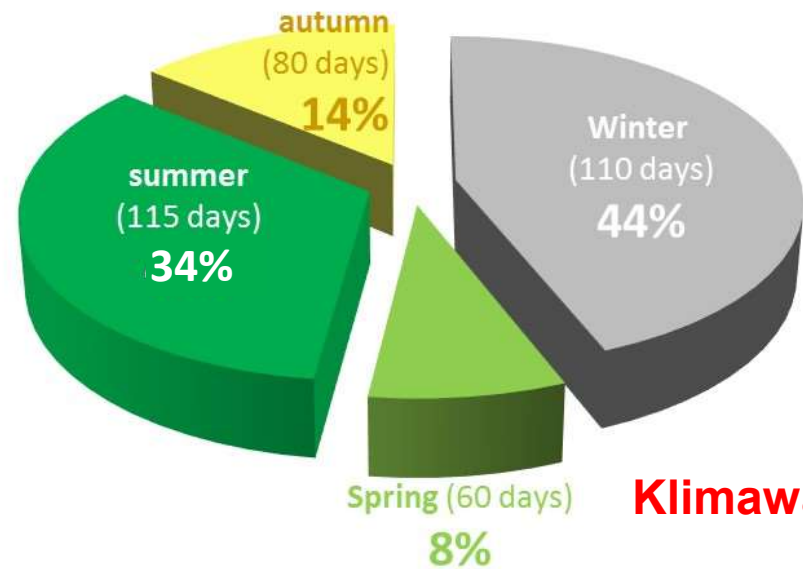


Graswang (860m):  
200 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>

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



**Kontrolle**



**Klimawandel**

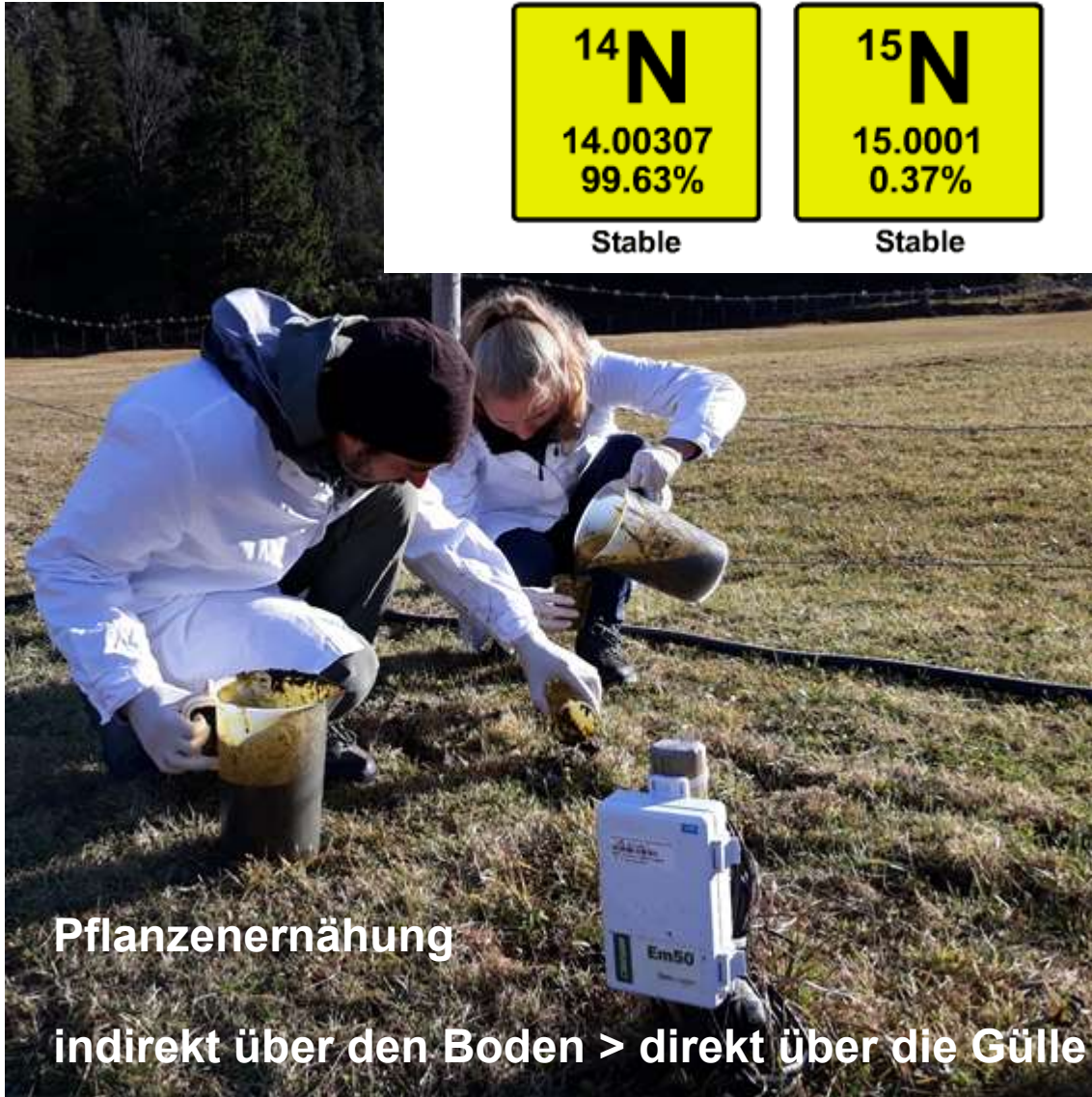
# Gülle<sup>15</sup>N Markierungsexperiment



Stable

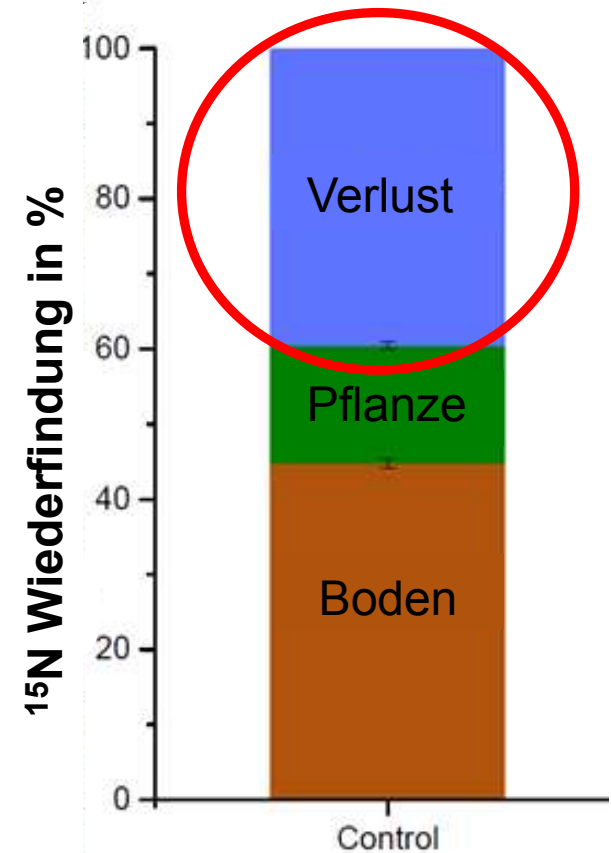


Stable



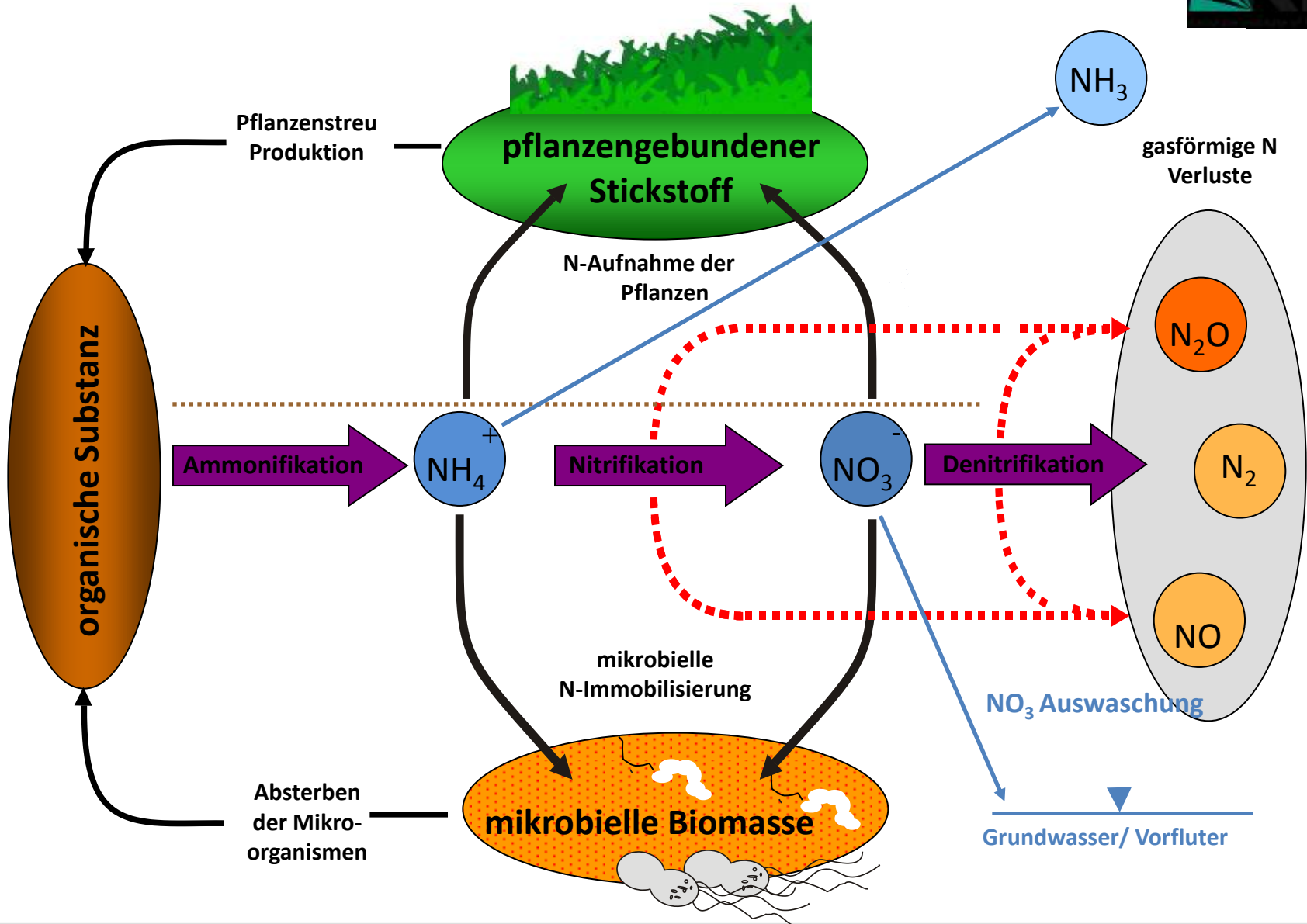
**Pflanzenernährung**

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



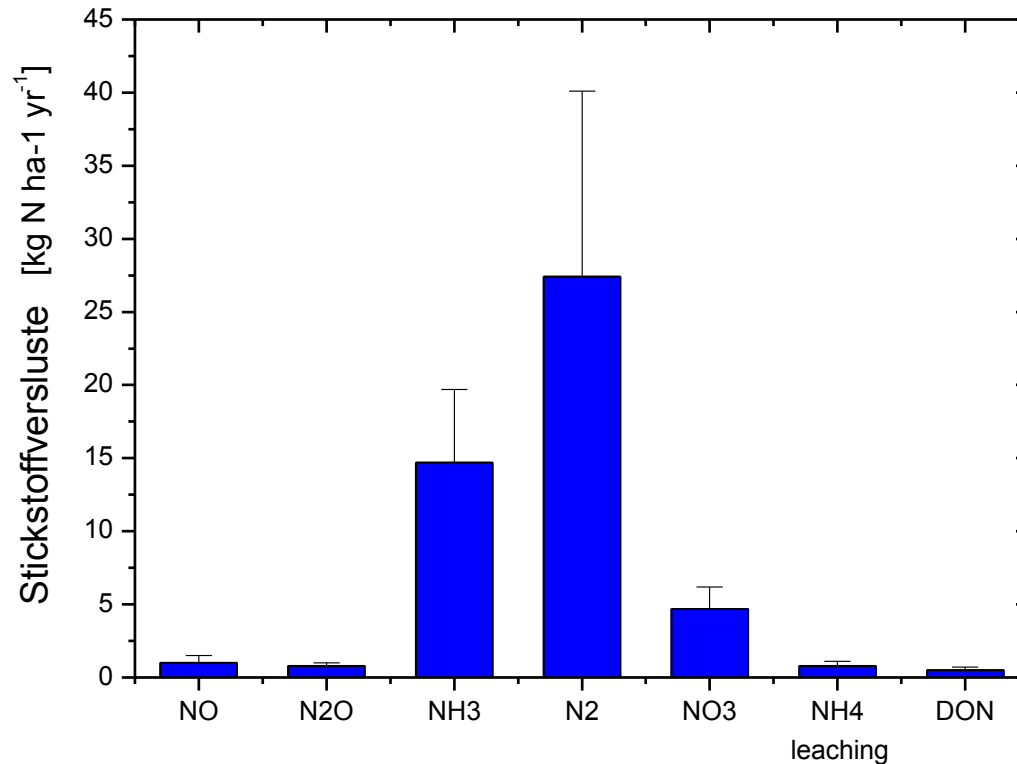


# Verluste im Stickstoffkreislauf





# Stickstoffverluste unter intensiver Bewirtschaftung

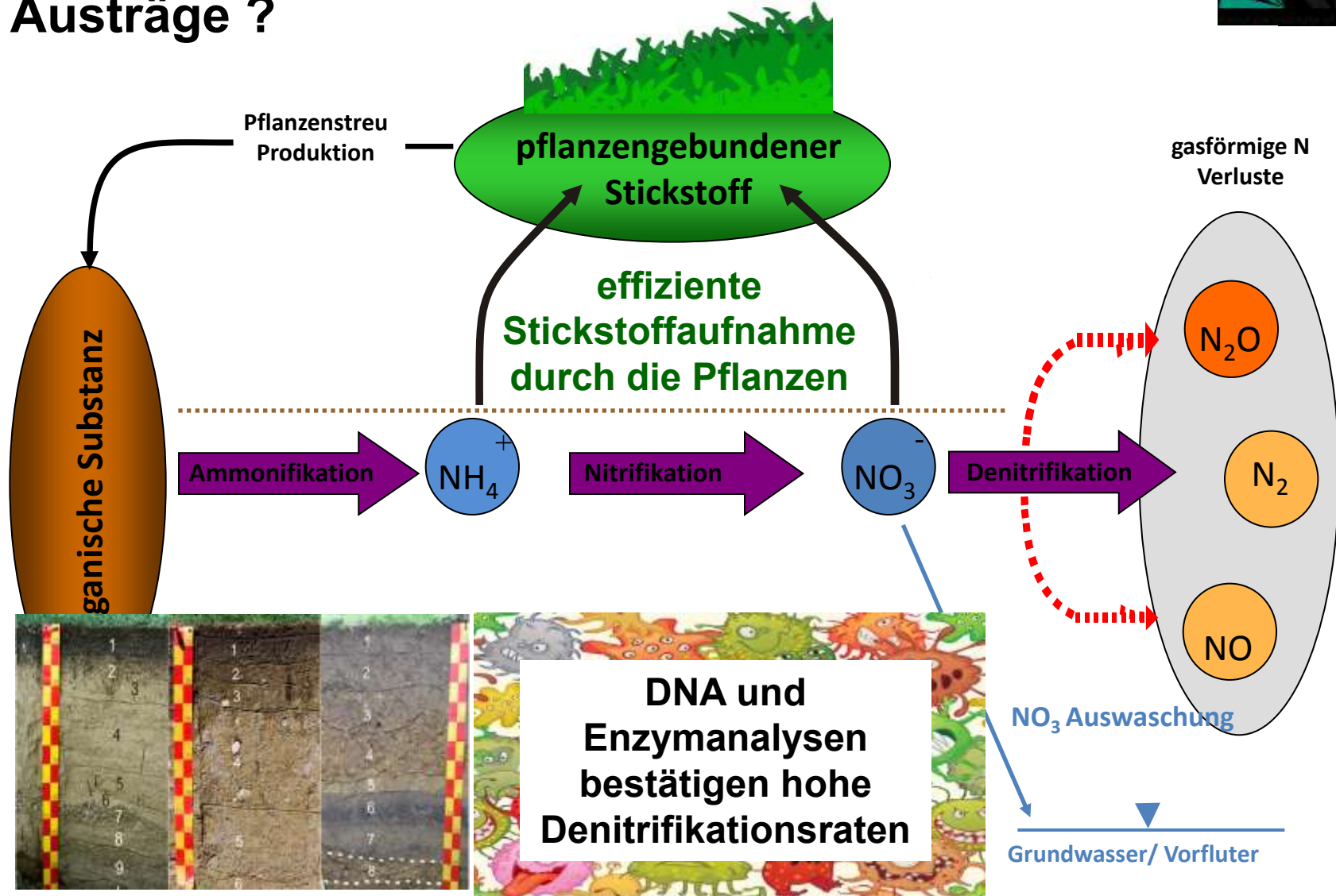


$N_2$  und  $NH_3$  Emissionen sind die wichtigsten N-Verluste

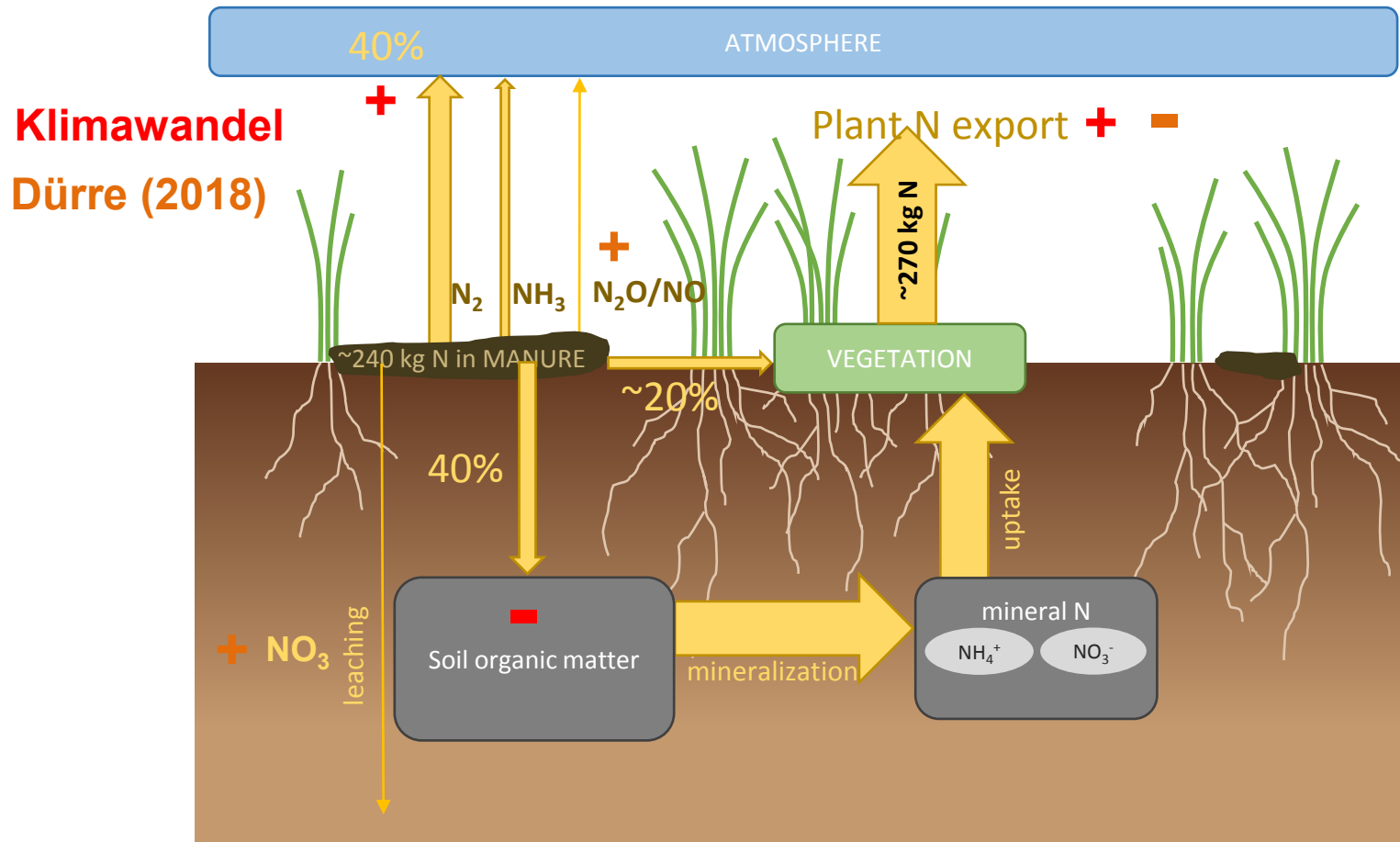
$N_2O$  Emissionen and  $NO_3$  Austräge sind trotz hoher Düngung vglw. niedrig

$N_2$  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 ?

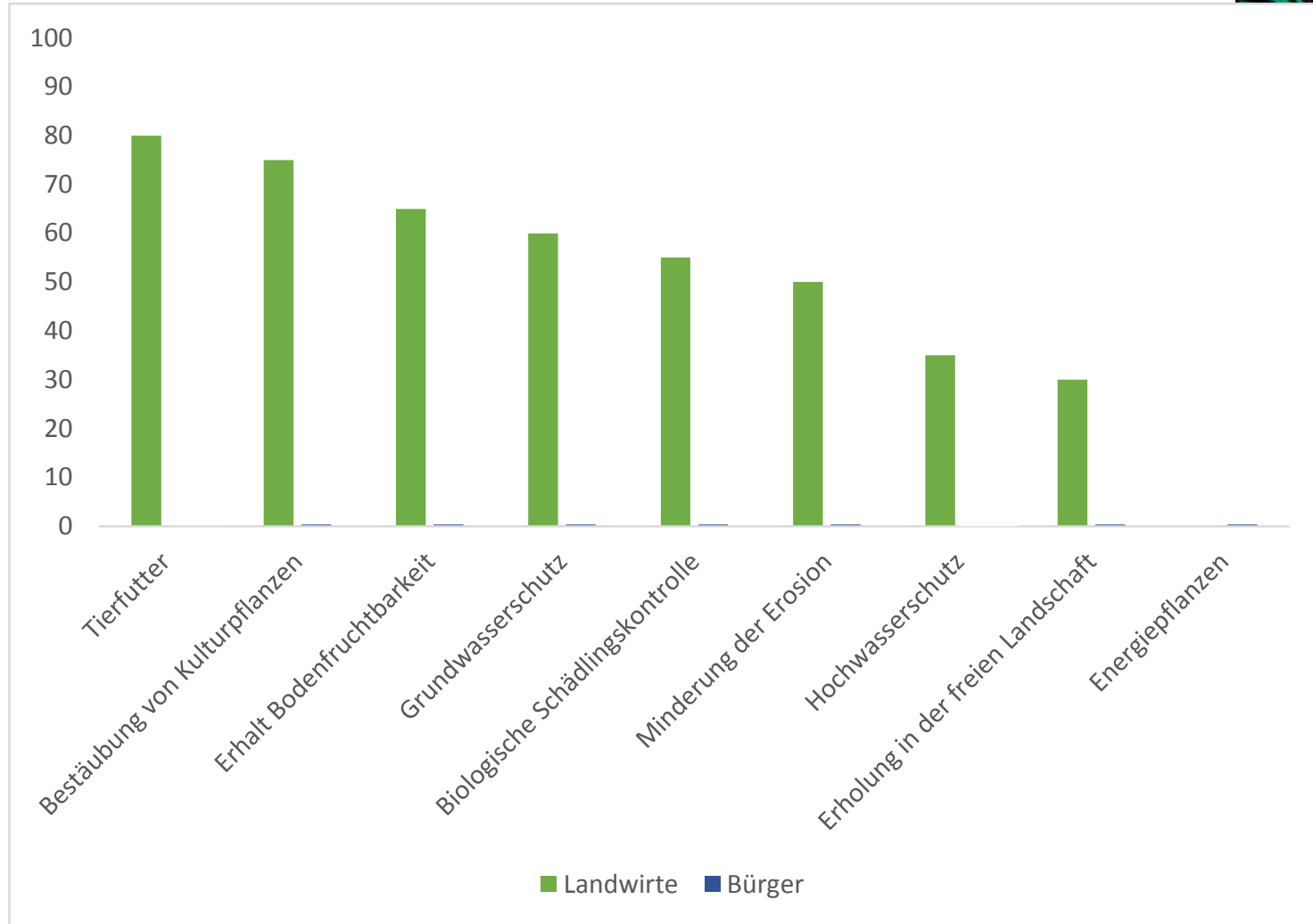


# Zusammenfassung: Stickstoffbilanz unter intensiver Bewirtschaftung



- 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

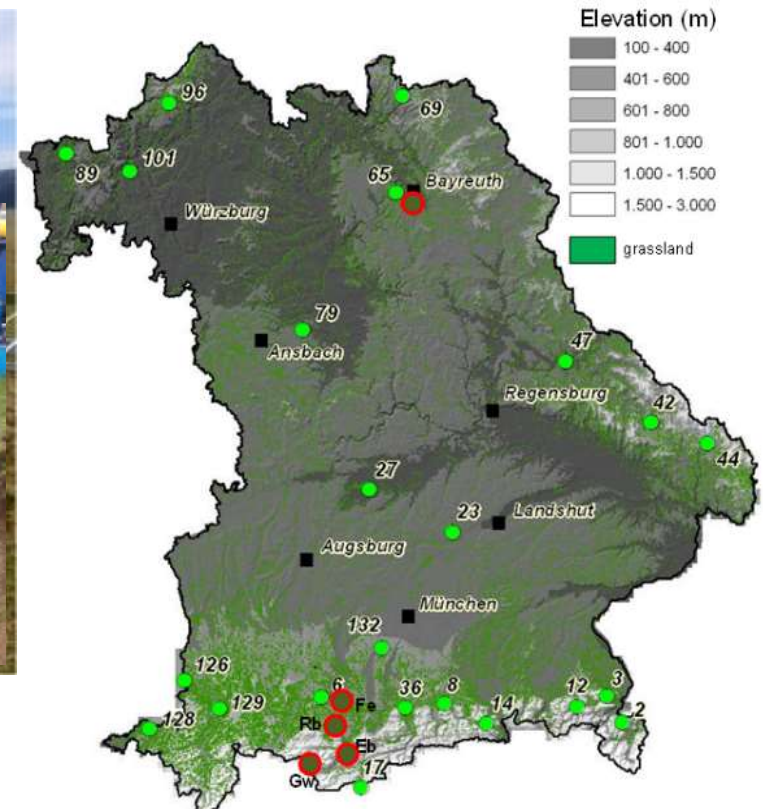


Anteil der Befragten (in %), die ausgewählte Ökosystemleistungen als „sehr wichtig“ bewerten



# Was kommt als nächstes?

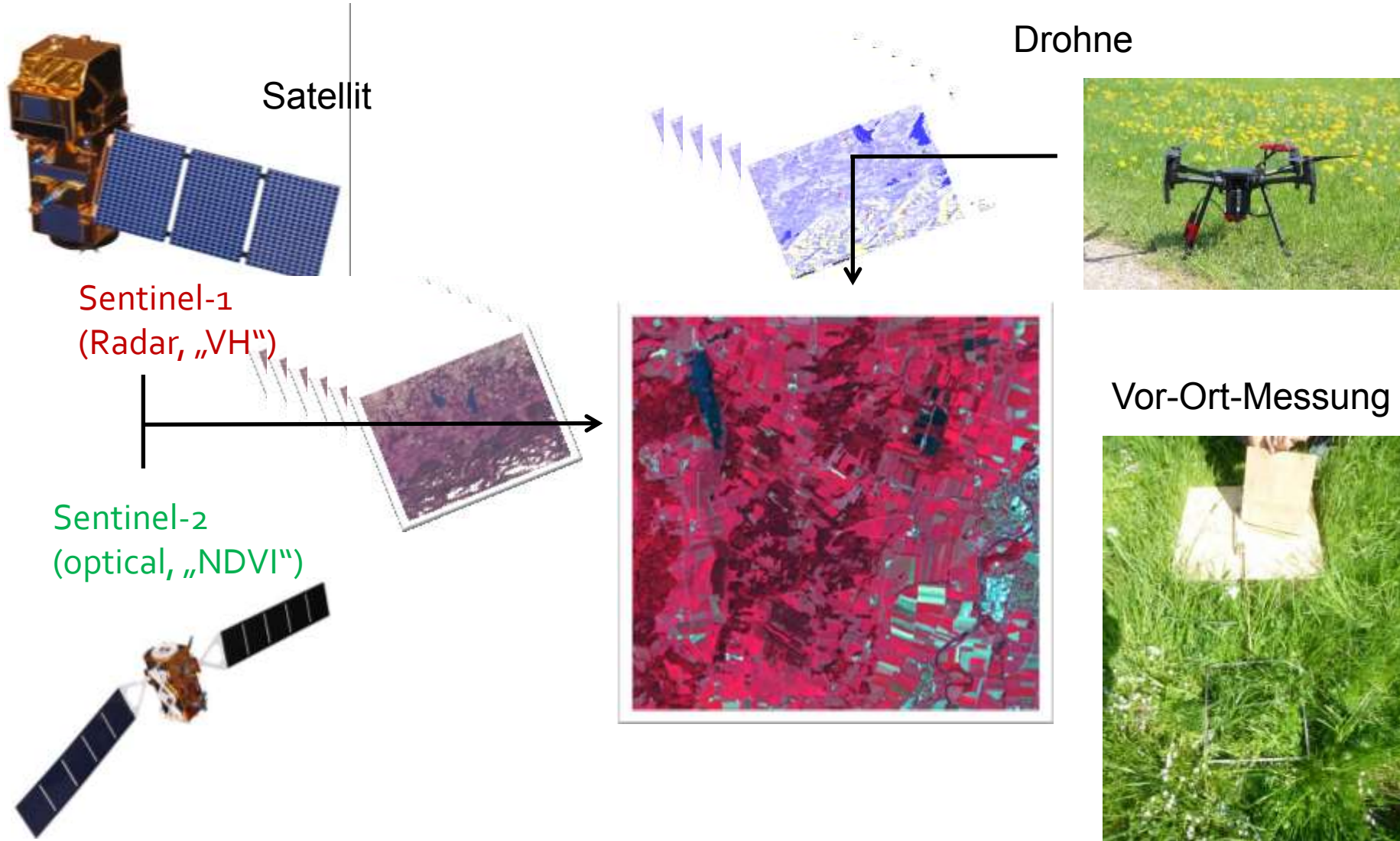
## Vom Punkt in die Fläche



# Vom Punkt in die Fläche ... mit Fernerkundung



## Ertrag und Pflanzen N Entzug

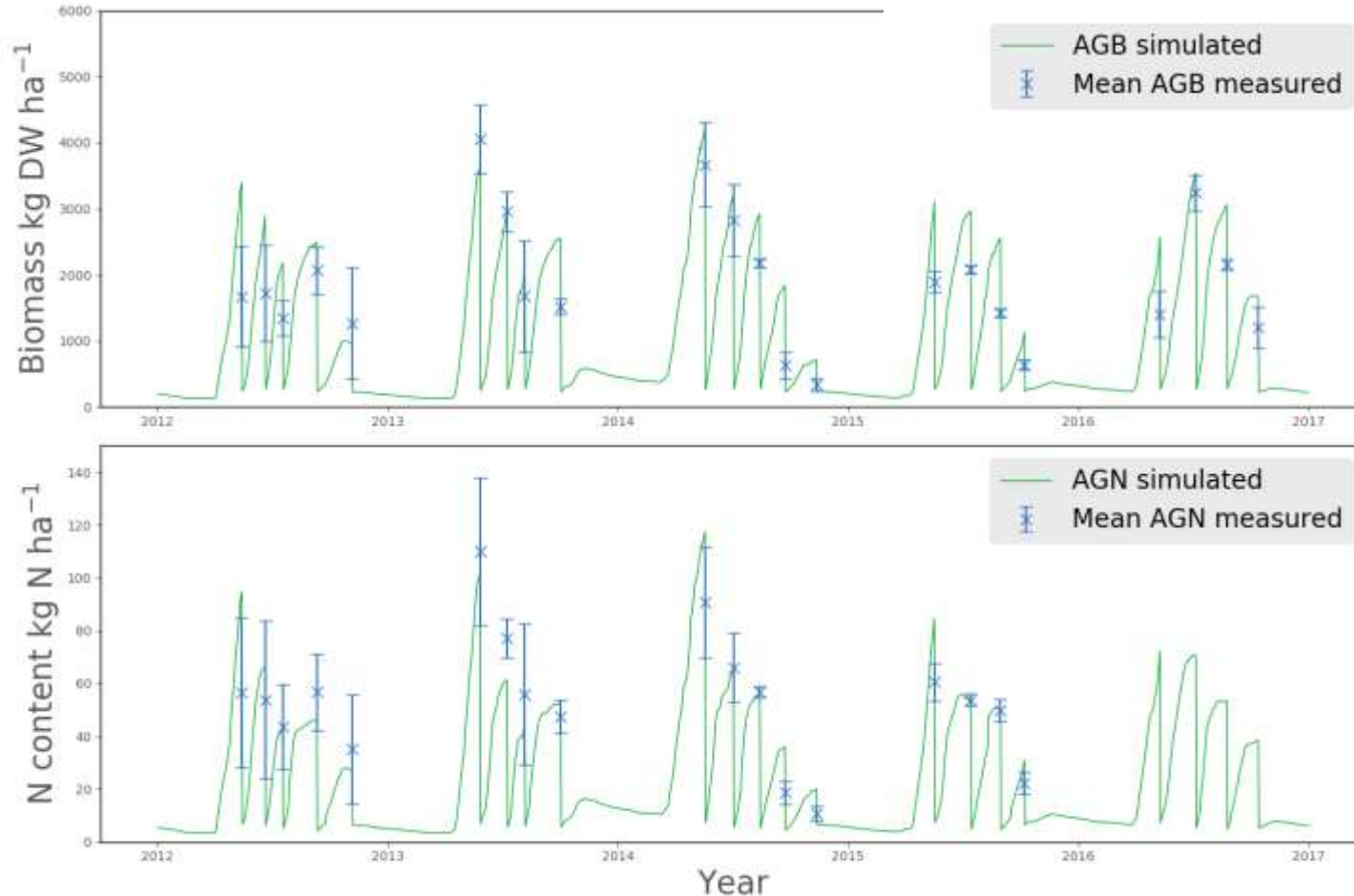


# Vom Punkt in die Fläche ... mit einem Simulationsmodell



## Ertrag und Pflanzen N Entzug

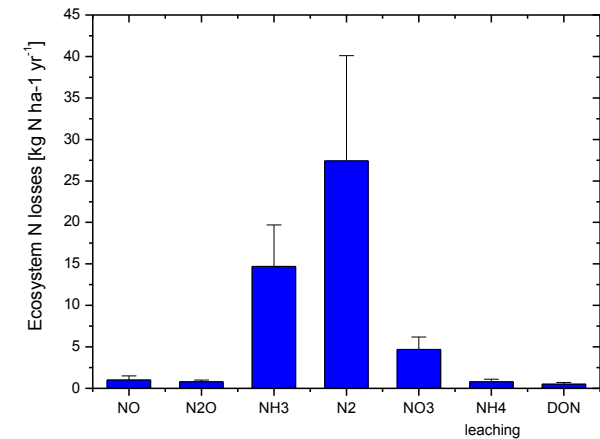
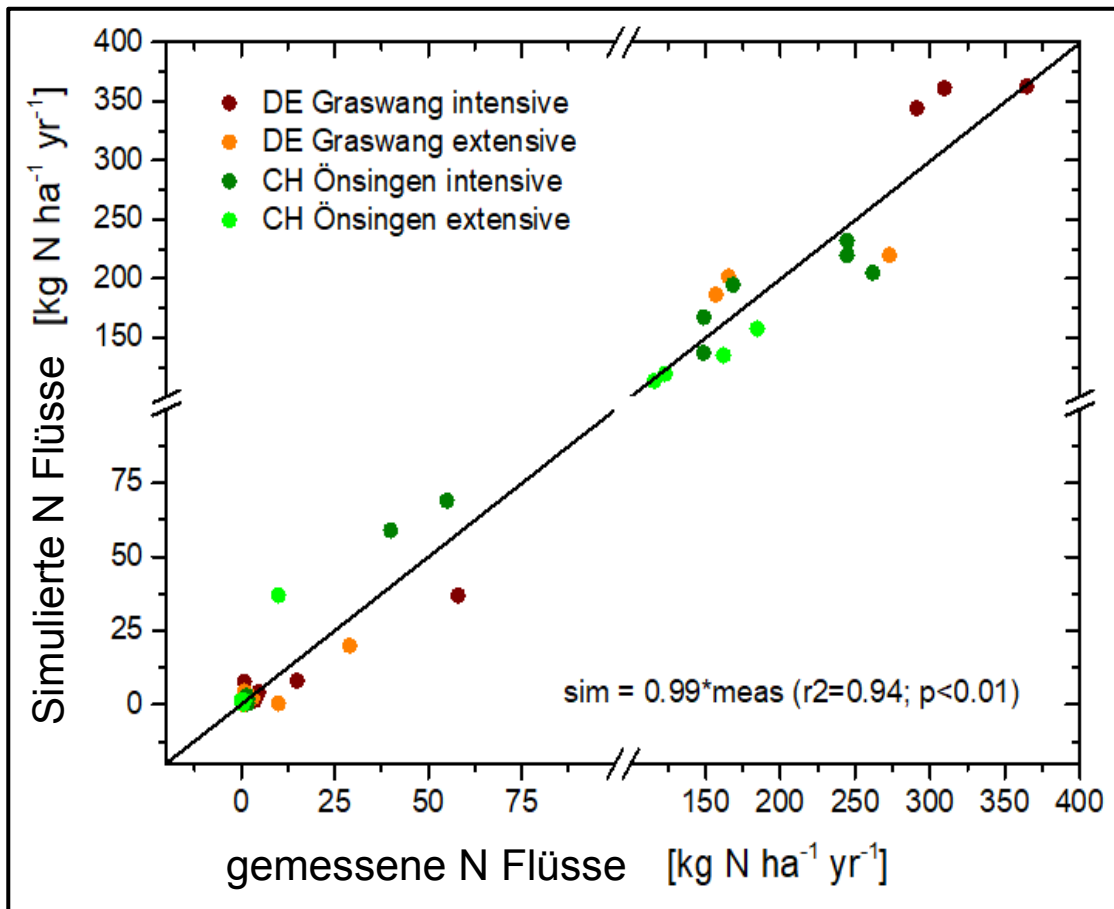
LandscapeDNDC



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



LandscapeDNDC



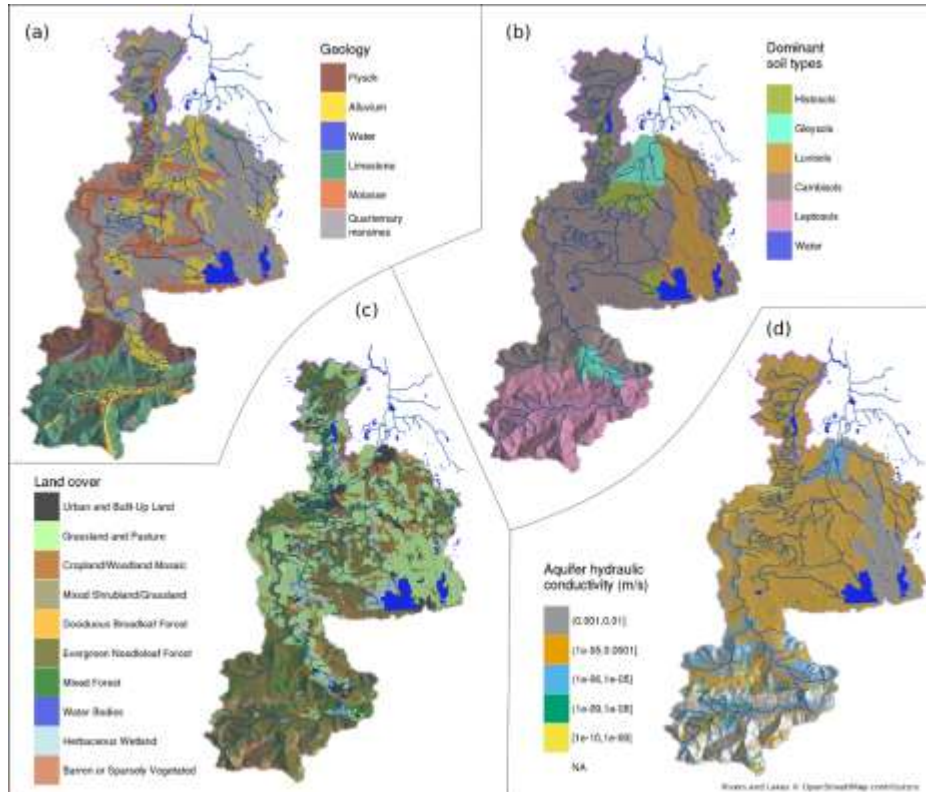


# Vom Punkt in die Fläche ... mit einem Simulationsmodell

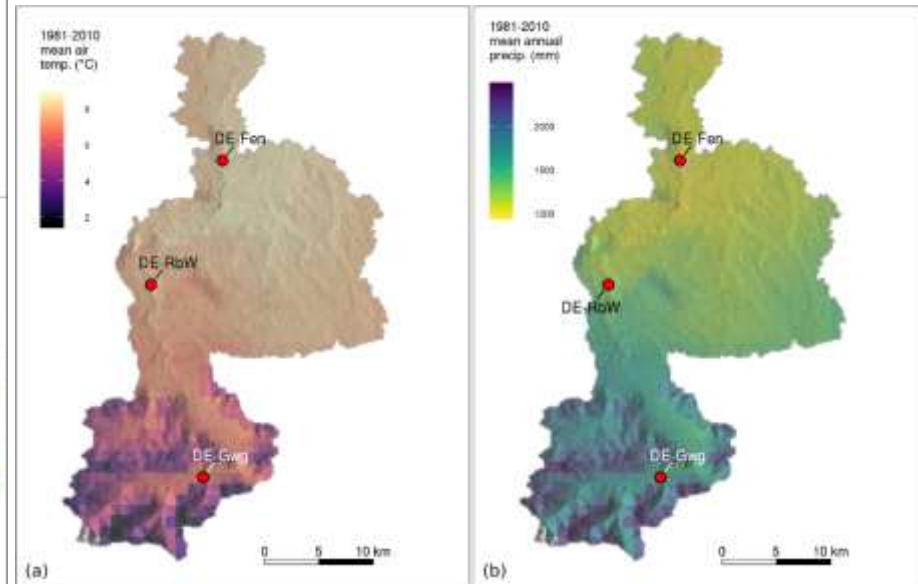


LandscapeDNDC

## Boden



## Klima



## Bewirtschaftung

# Web-basiertes Entscheidungshilfesystem

Dashboard

Info

SUSALPS-EXPERTENSYSTEM

SUSALPS-Simulation

Schritt 1 Fläche definieren

Schritt 2 Boden

Schritt 3 Klima

Schritt 4 Management

Schritt 5 Ergebnisse

Weiter zu Schritt 2

Schritt 1 Fläche definieren

Schritt 2 Boden definieren

Schritt 3 Werte eingeben

Schritt 4 Daten importieren

Schritt 5 Ergebnisse speichern

Karte

## Istzustand:

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

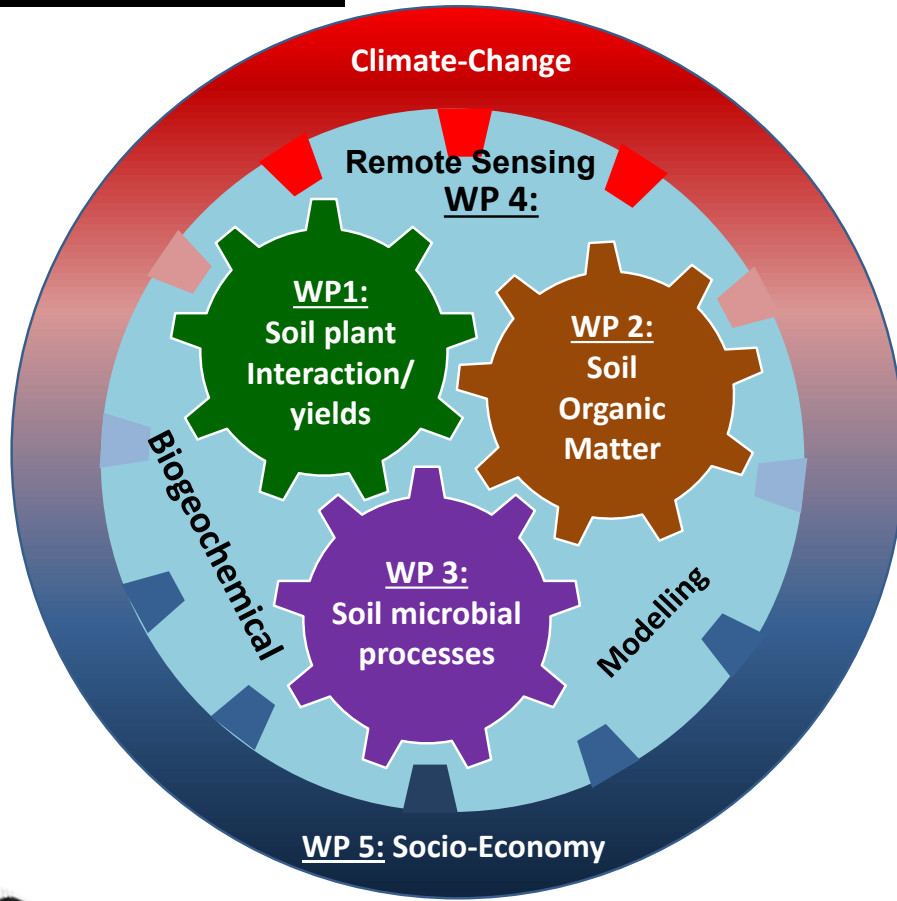
## Szenarien:

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?

