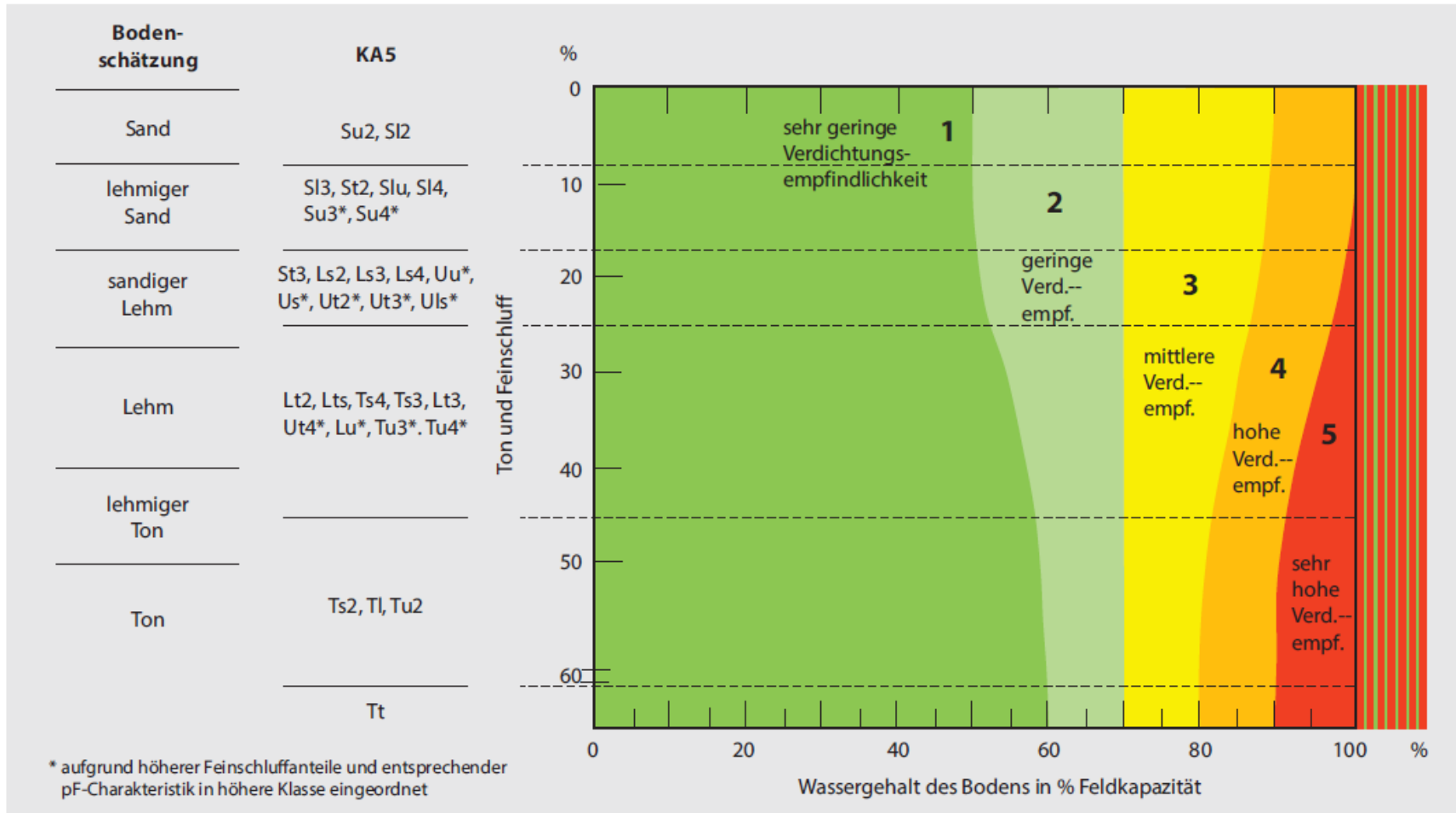


Entwicklung eines Befahrungsindices für Grünlandstandorte in Abhängigkeit von der Textur und Bodenfeuchte

Arbeitsgruppe von Dr. Katrin Kuka

Referent: Matthias Filipiak

Verdichtungspotenzial

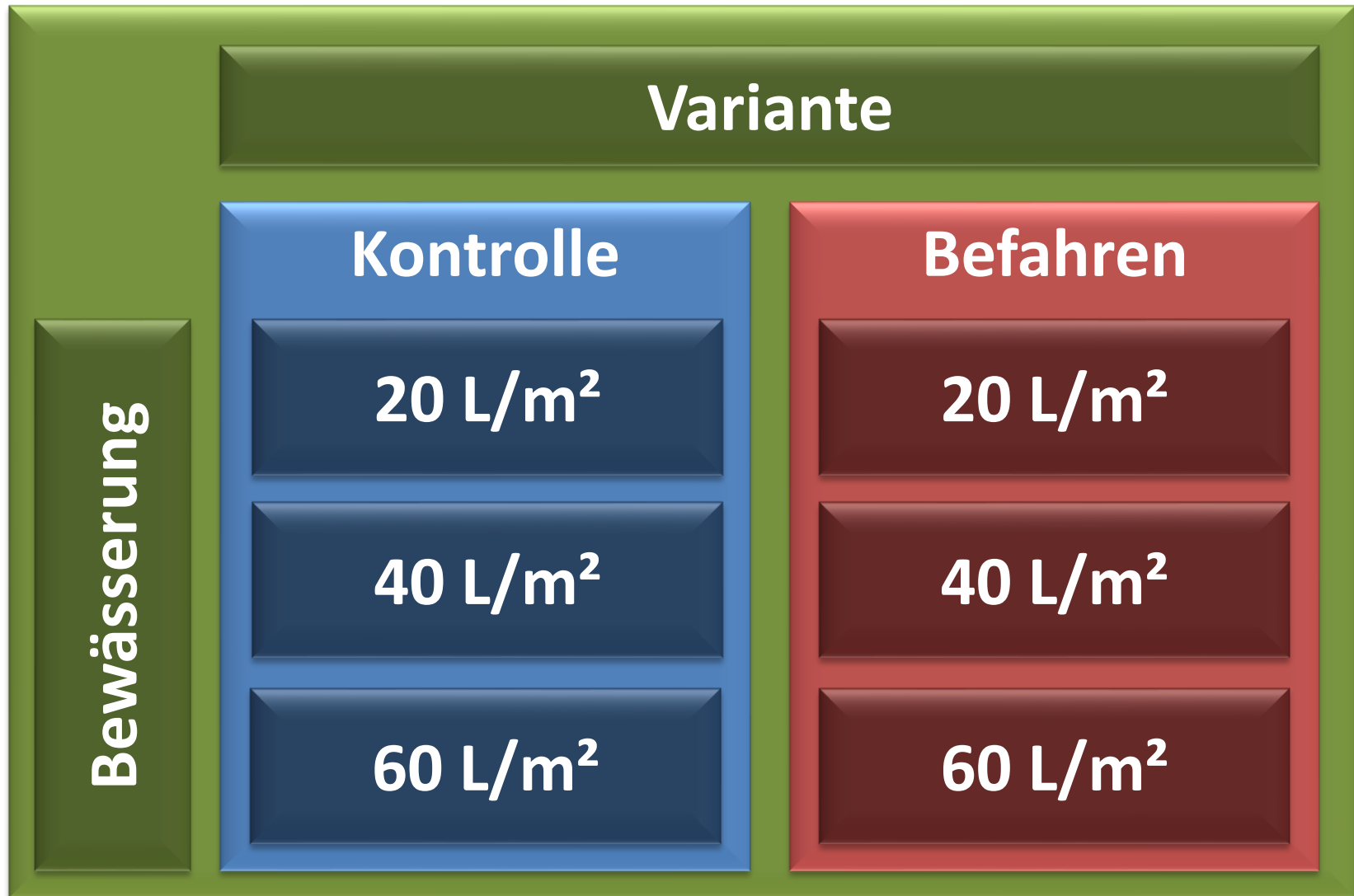


Bodenart- und feuchteabhängige Klassen der Verdichtungsempfindlichkeit von Böden
(Lorenz et al., 2016).



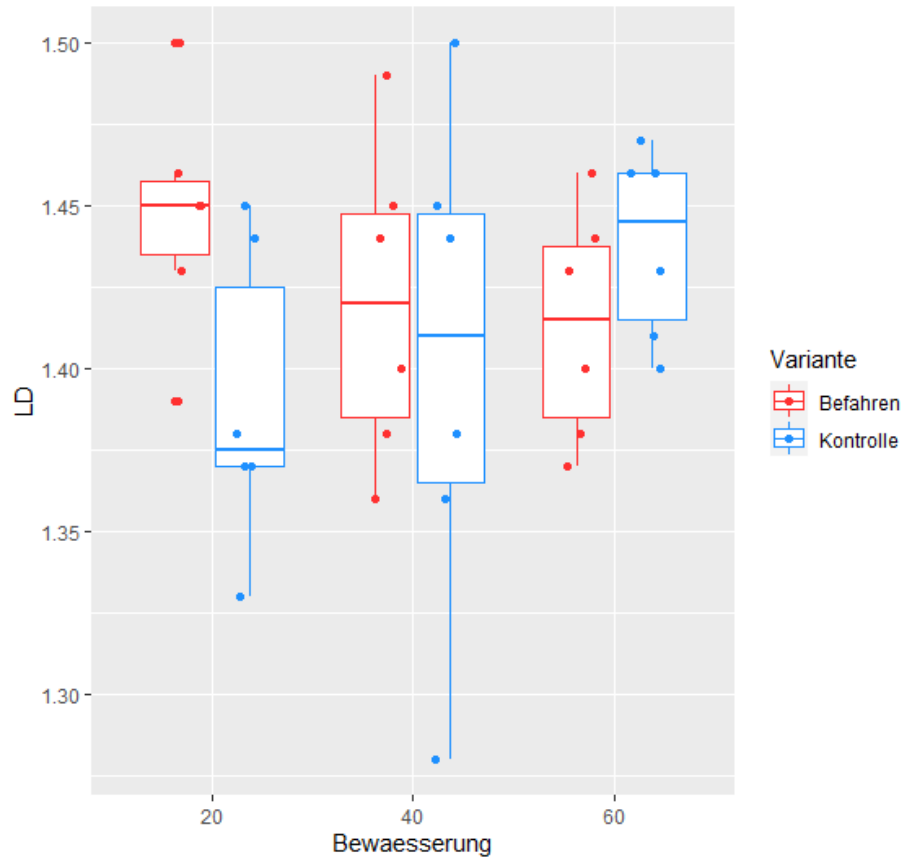


Untersuchungsdesign



Ergebnisse und Auswertung:

- Statistische Auswertung unter Berücksichtigung von:
 - Lagerungsdichte, Corg, Bewässerung, Befahrung.
- Lineare Regression:
 - $LD \sim \text{Variante} * \text{Bewässerung} + (1 | \text{Corg})$
- Angesichts der hohen Varianz und geringen Stichprobenumfanges keine Signifikanten Effekte sichtbar.



Mehr Infos:



M. Lorenz, J. Brunotte, T. Vorderbrügge, R. Brandhuber, H.-J. Koch, M. Senger, N. Fröba, F.-J. Löpmeier (2016): **Anpassung der Lasteinträge landwirtschaftlicher Maschinen an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens – Grundlagen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerland.** Landbauforsch. Appl Agric Forestry Res · 2 2016 (66)101-144.

https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn057186.pdf

BMEL (2015): **Gute fachliche Praxis. Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz.** aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. Bonn. 118 S.

<https://www.ble-medianservice.de/3614/gute-fachliche-praxis-bodenbewirtschaftung-und-bodenschutz>

Vorzugsstandorte von Grünland in Deutschland und deren Ökosystemleistungen

Arbeitsgruppe von Dr. Katrin Kuka

Referent: Matthias Filipiak

Übersicht

- Projekteinordnung
- Modellvorstellung
 - Parametrisierung und Validierung
- Regionalisierung
 - Datengrundlage und Szenariensimulationen
- Auswertung
- Fazit

Parametrisierung und Validierung

Einzel- standorte

- Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)
- Biodiversitätsexploratorien
- Experimentaleinrichtungen



Auswahl der Simulationseinheiten

Regionen

- Bodenkarte (JKI)
- Klimaregionen (DWD)
- Grünlandmaske (HU)

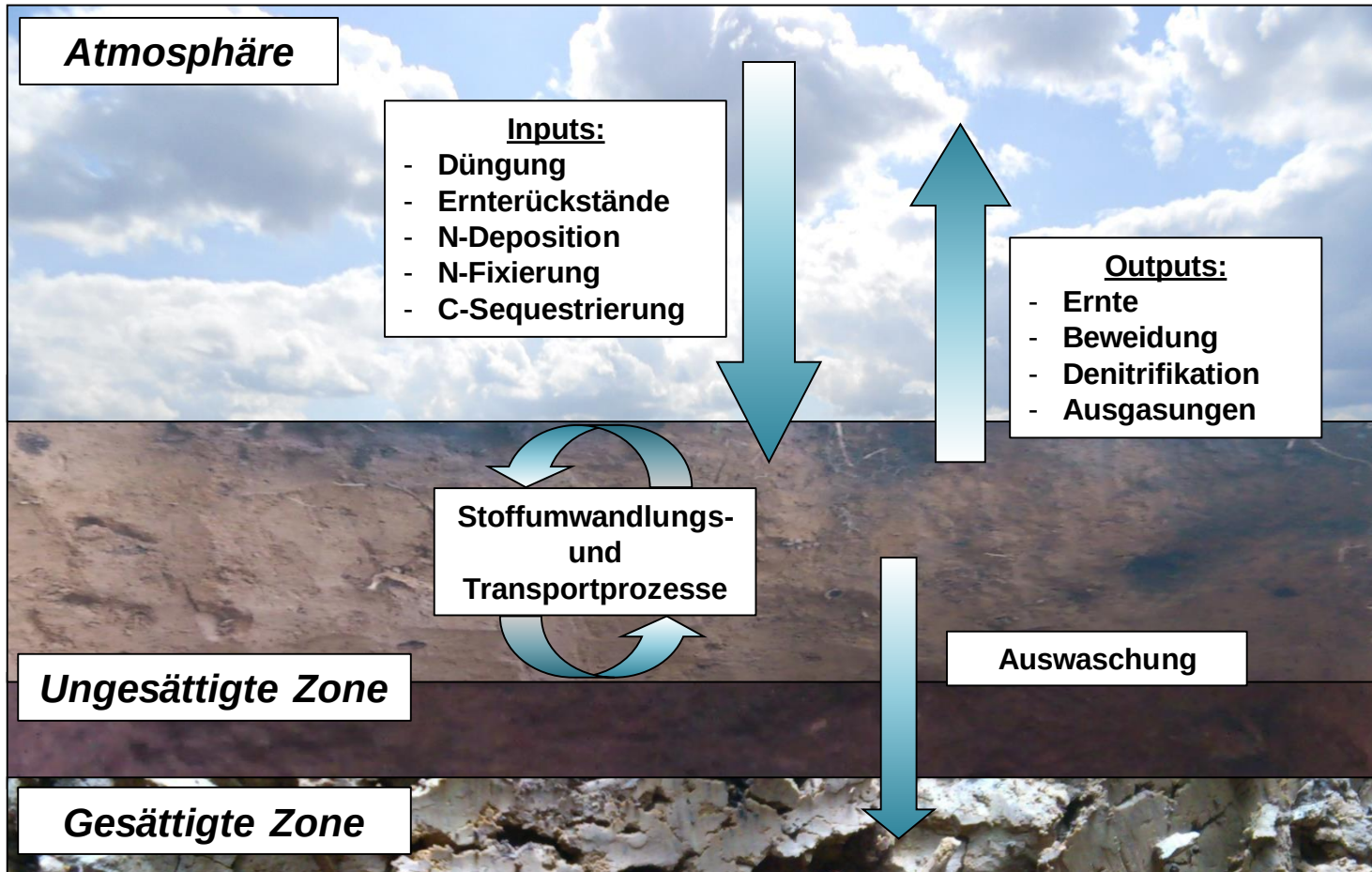


Anwendung der Managementmuster

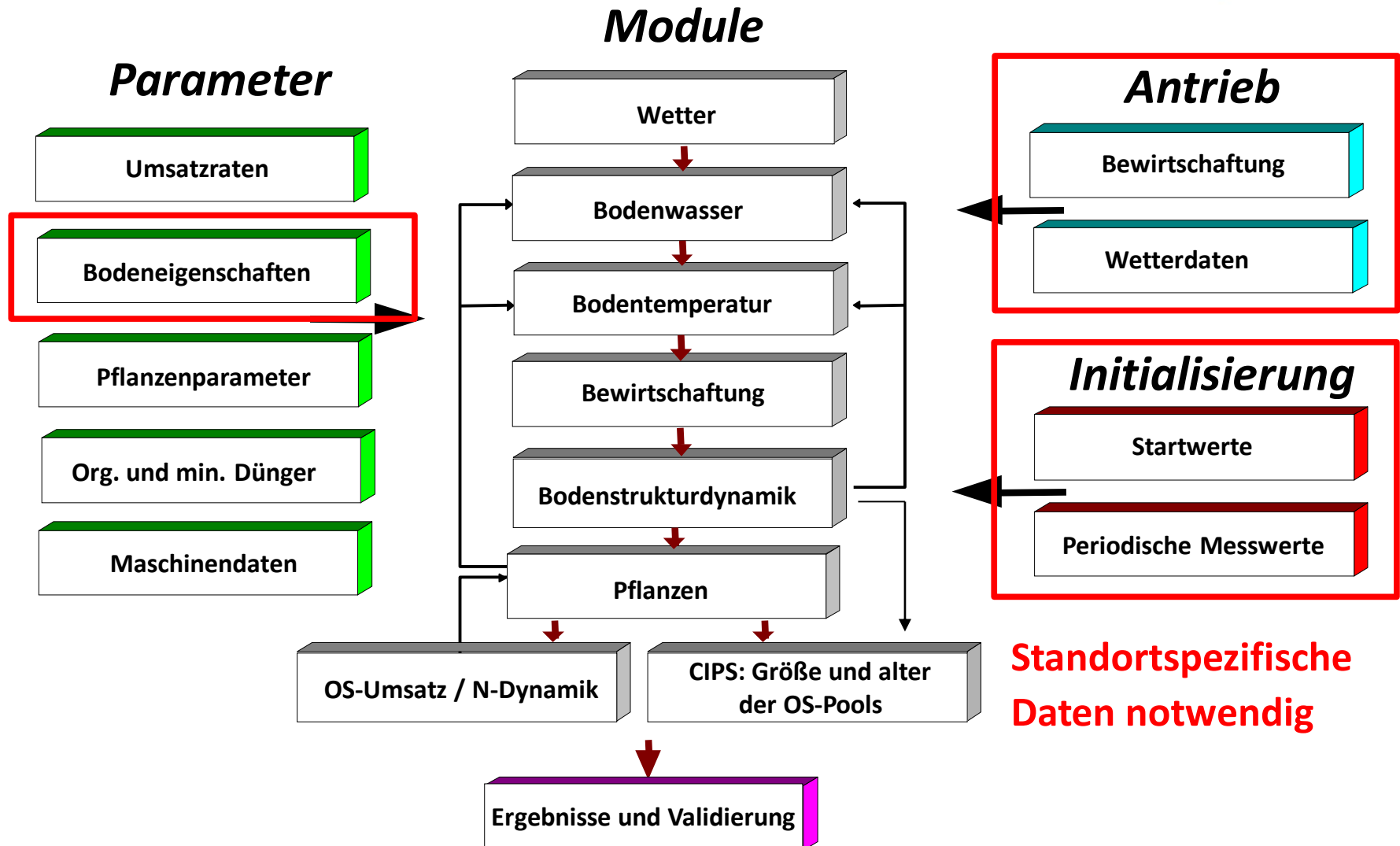
Szenarien

- Klimaschutz/
Ressourcenschutz
- N-Auswaschung
- C-Speicherung

CANDY – Carbon and Nitrogen Dynamics



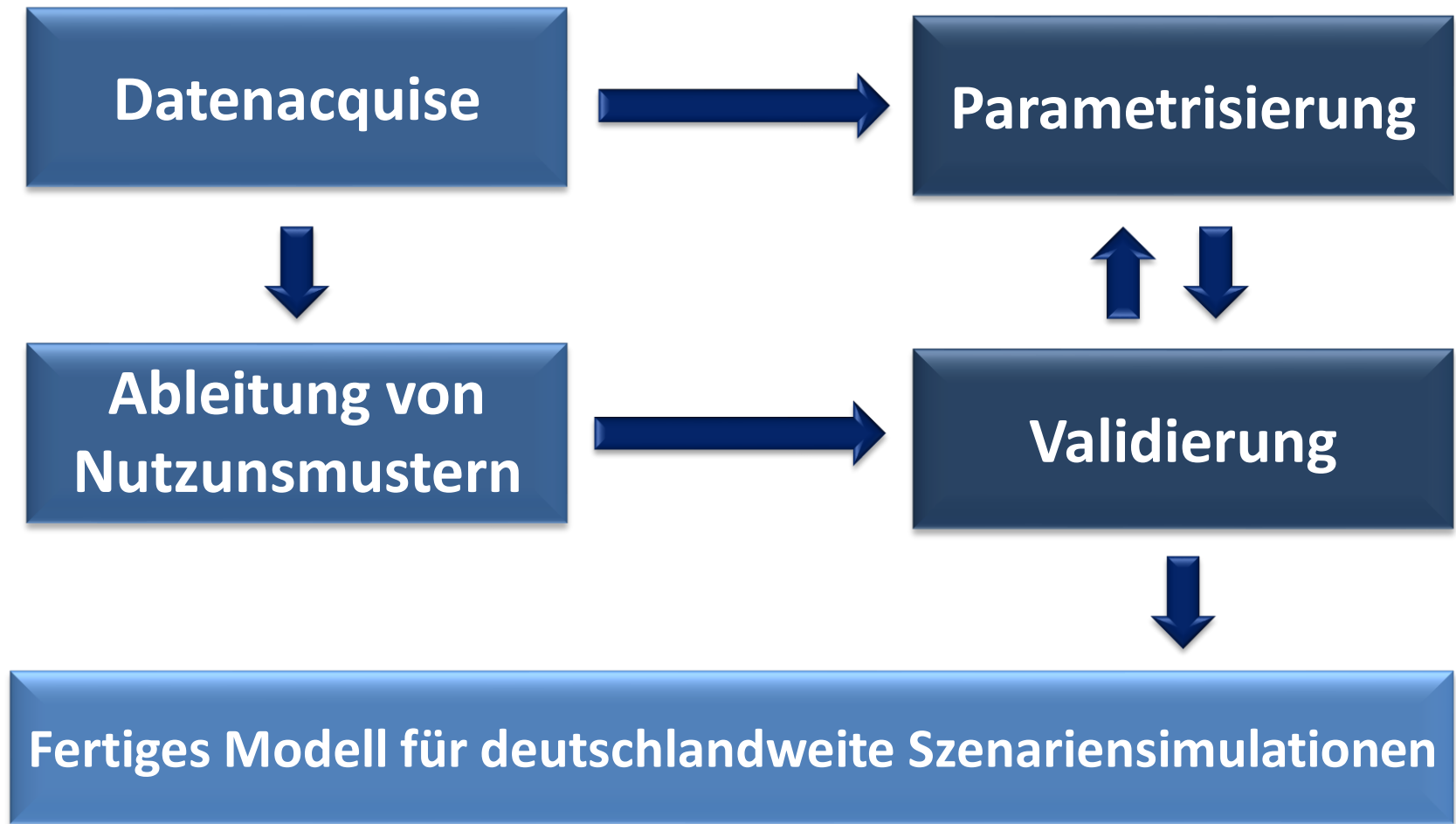
CANDY – Carbon and Nitrogen Dynamics



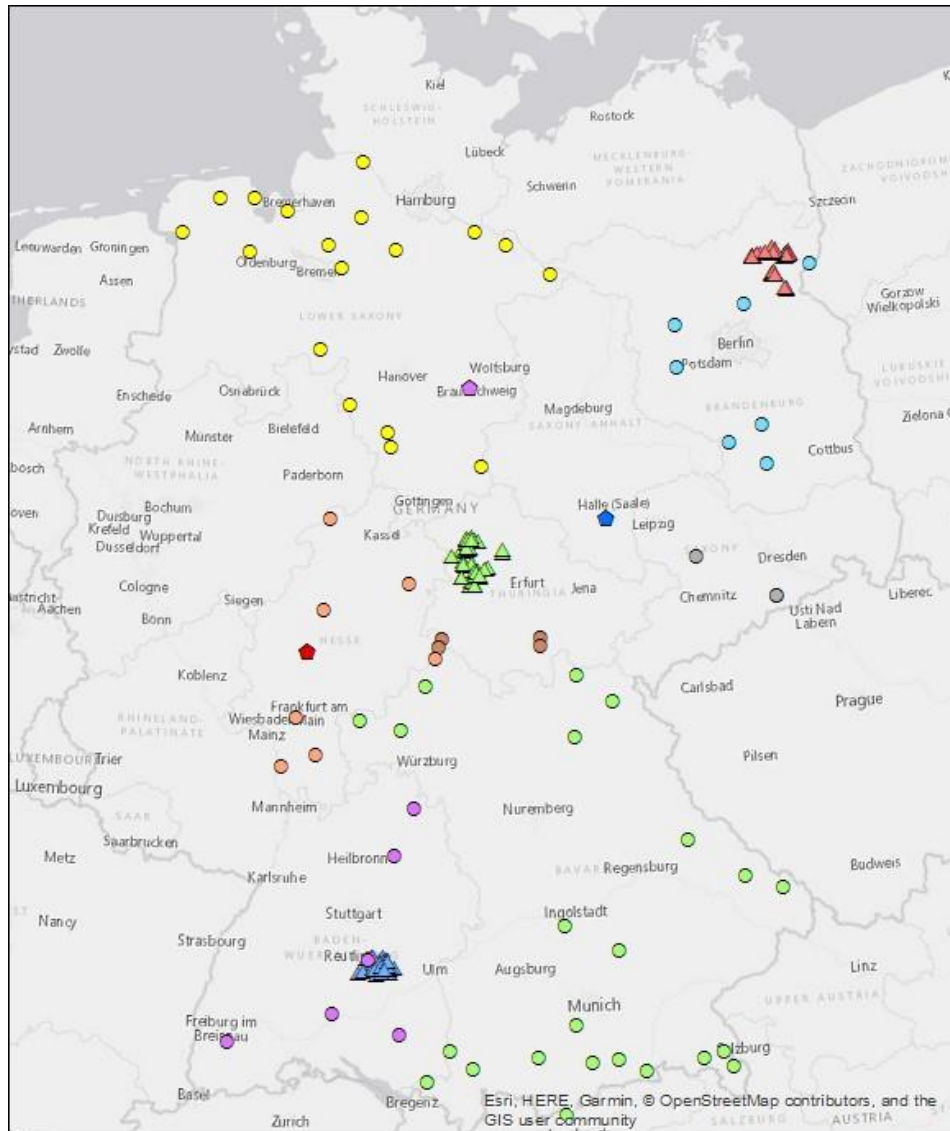
Essenzielle Datenquellen

- **Boden:**
 - Messkampagnen (insb. BDF) zwecks Parametrisierung und Validierung.
 - Bodenübersichtskarte (BÜK200) der BGR.
 - Modellinterne Pedotransferfunktionen (PTF).
- **Klima:**
 - Realwetterdaten und Szenarien bereitgestellt durch den DWD.
- **Management:**
 - Realbewirtschaftungsdaten zwecks Entwicklung von Managementmustern.
 - Düngeverordnung (DüV).

Modellvalidierung



Modellvalidierung



Feldexperimente

- ◆ GiFACE
- ◆ GCEF
- ◆ DWD Braunschweig

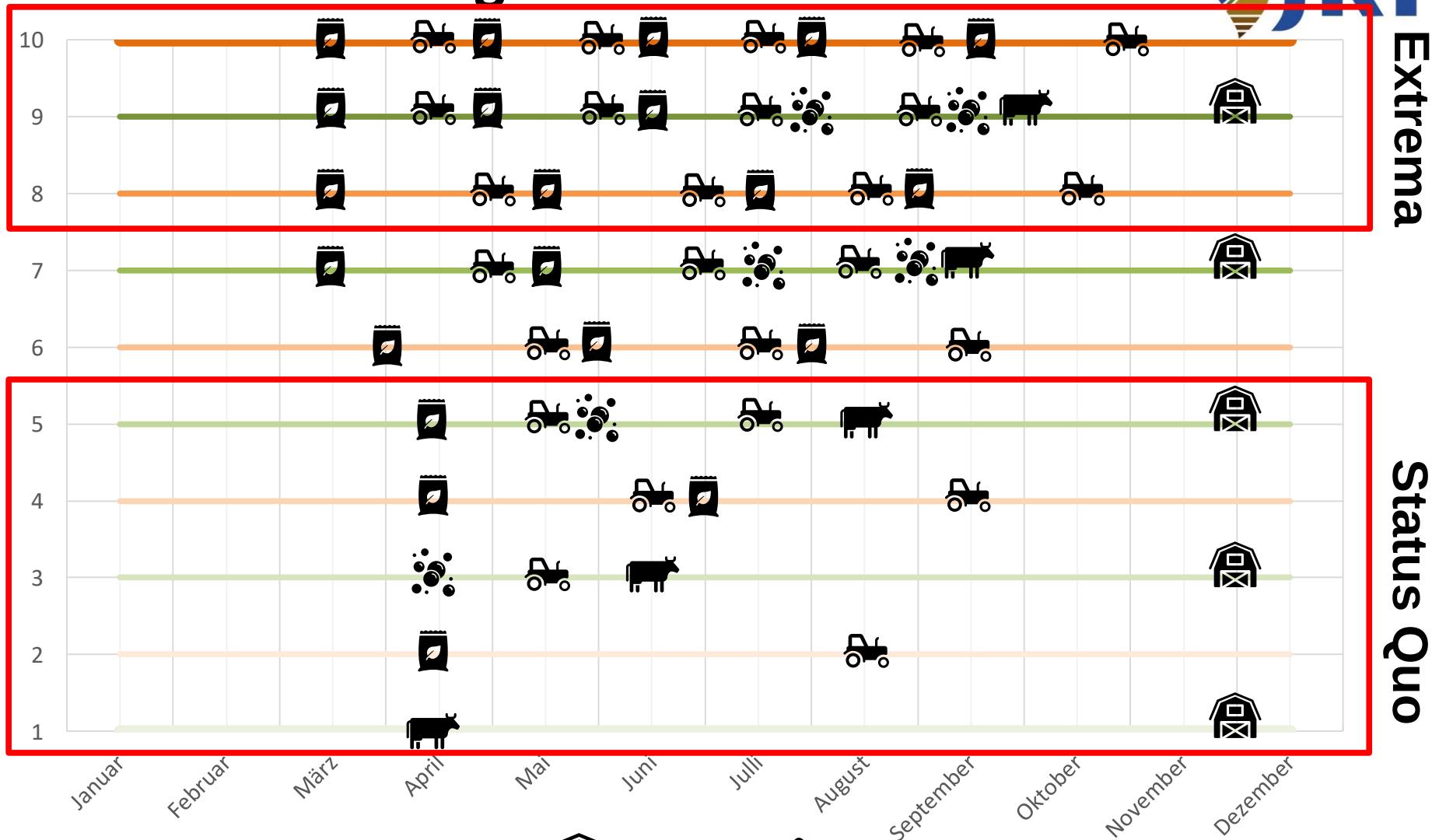
Biodiversitätsexploratorien

- ▲ Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin
- ▲ Nationalpark Hainich
- ▲ Biosphärenggebiet Schwäbische Alb

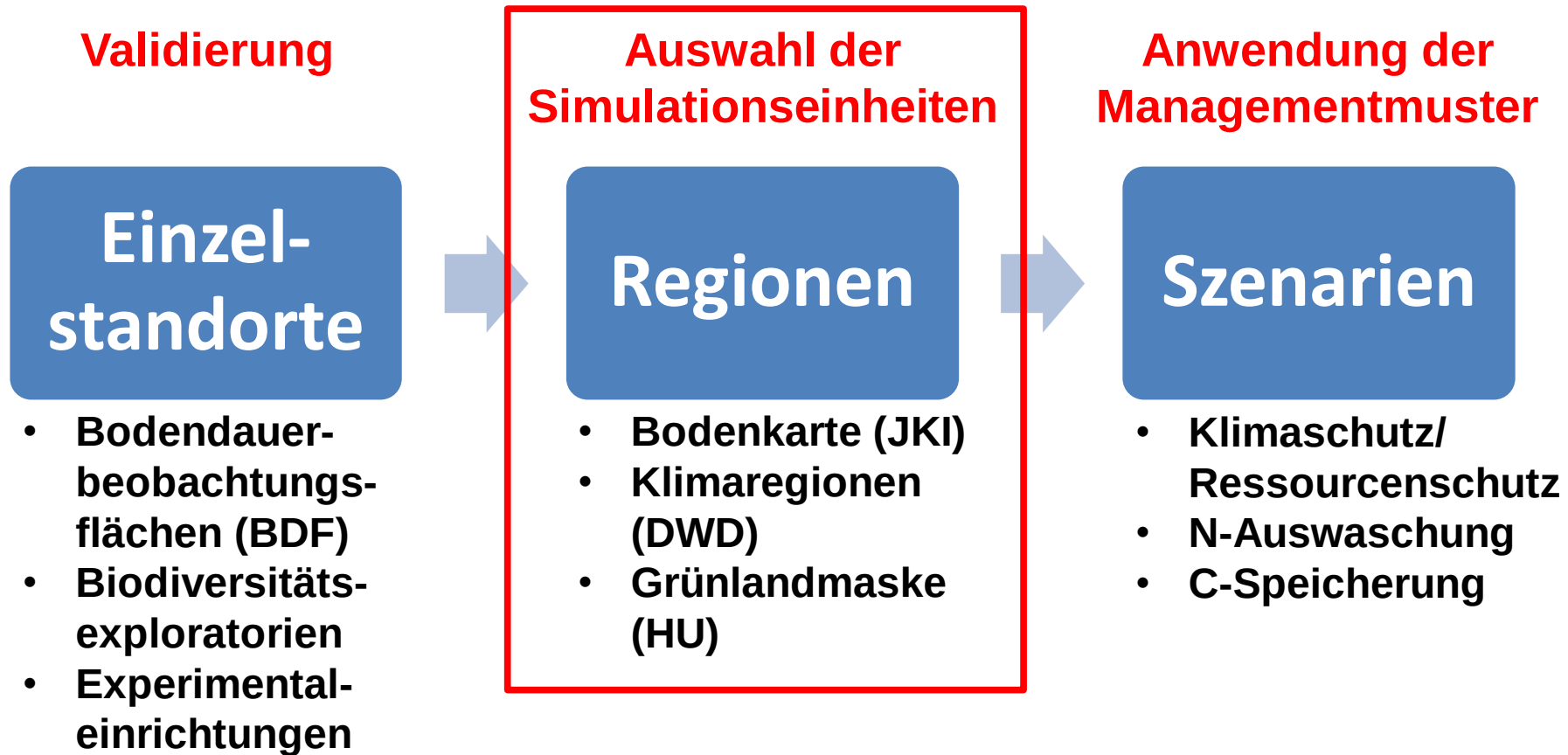
Bodendauerbeobachtungsflächen der Länder

- HLNUG
- LBEG
- LUBW
- LfLBY
- LfUBB
- SMUL
- TLL

Bewirtschaftungsmuster



 **Mahd**
 **Auftrieb**
 **Abtrieb**
 **org. Düngung**
 **min. Düngung**



Grünlandmaske



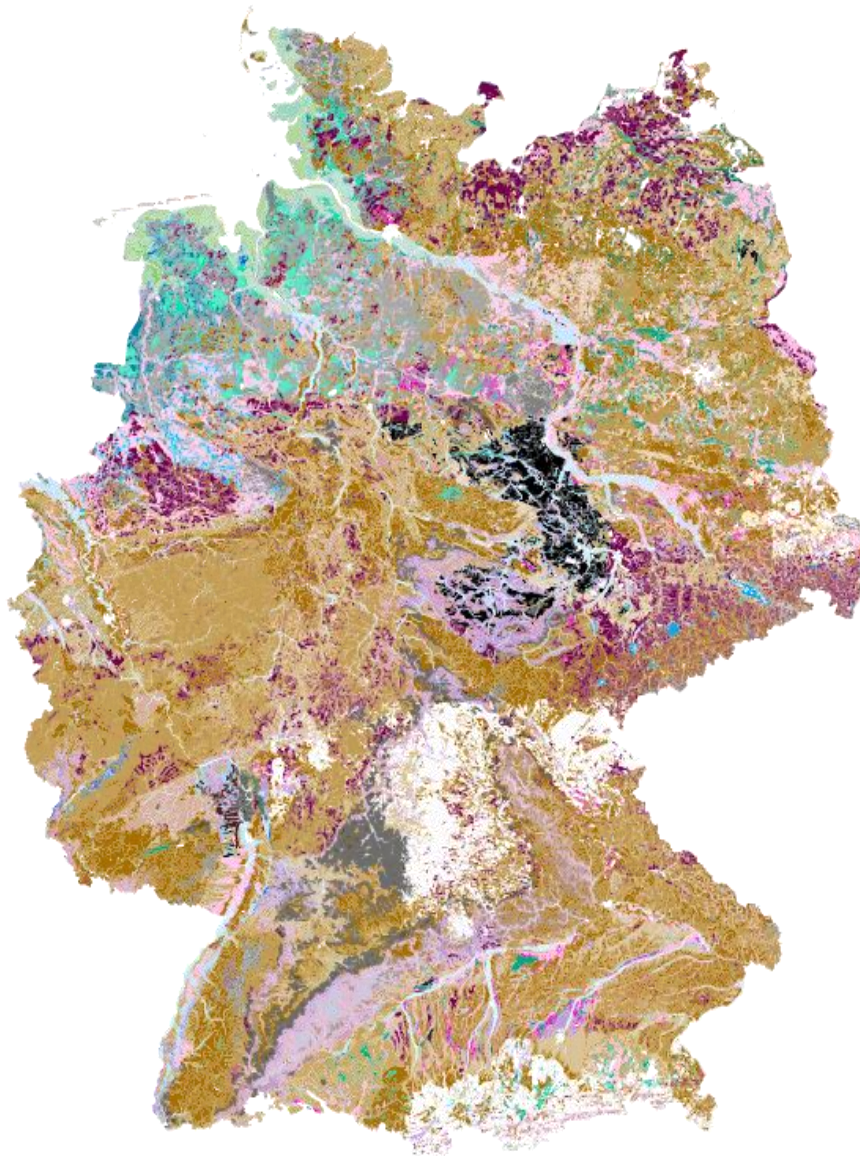
- Es liegen deutschlandweit Rasterdaten über **~760.000 zusammenhängende Grünlandflächen** vor.
- Zeitraum: 2016 – 2019.
- Einschließlich Schnitzzahldetektion im Zeitraum 2017 – 2019.

Griffiths et al. (2016)

BÜK200

Bodenübersichtskarte 200

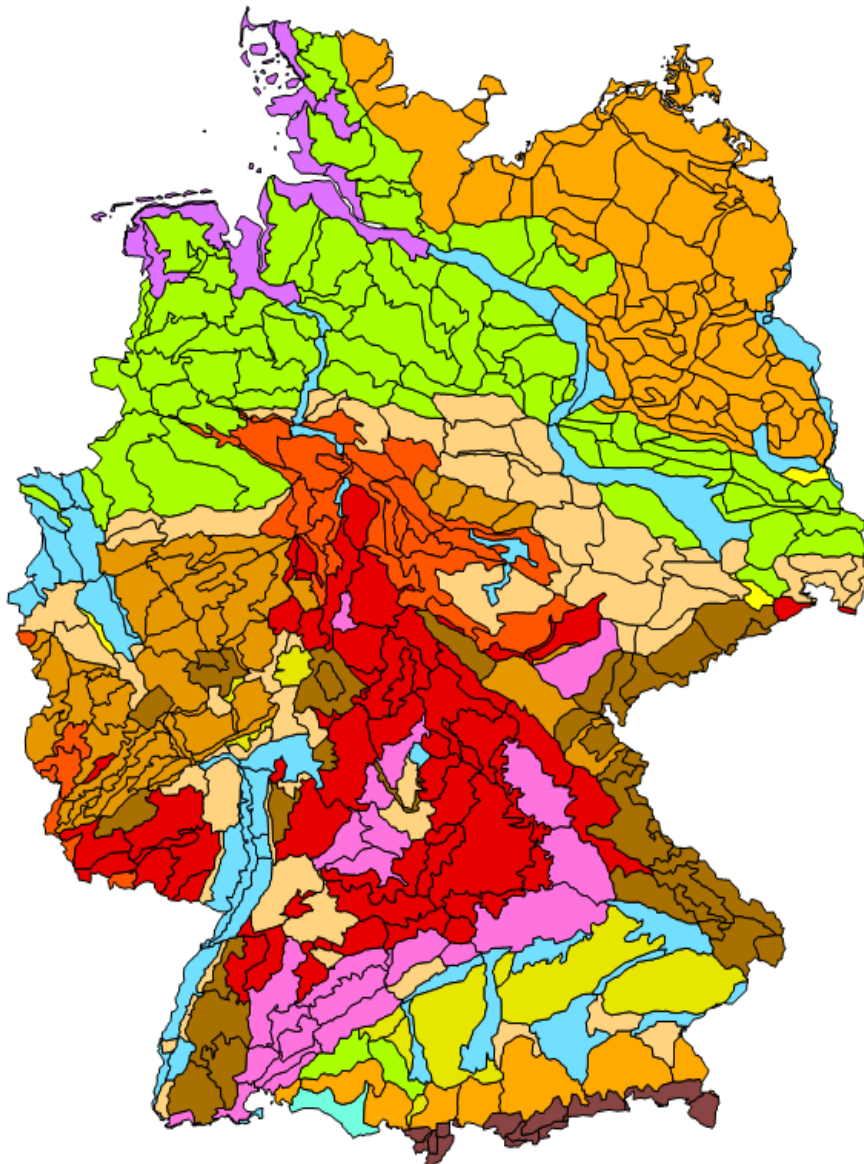
Bodentyp



Vega	Knickmarsch
Tschernitza	Kleimarsch
Kalkpaternia	Organomarsch
Braunerde	Rohmarsch
Terra Fusca	Lockersyrosem
Pelosol	Syrosem
Felshumusboden	Podsol
Skeletthumusboden	PS
Gley	Ranker
Moorgley	Regosol
Anmoorgley	Rendzina
Nassgley	Pararendzina
Hochmoor	Stagnogley
Niedermoor	Pseudogley
Nassstrand	Kalktschernozem
Watt	Tschernozem
Erdniedermoor, basenreich	Plaggenesch
Fahlerde	Kolluvisol
Parabraunerde	Hortisol
Kalkmarsch	Treptosol
Dwogmarsch	Rigosol
Haftnässmarsch	Strand

BÜK200, (C) BGR, Hannover, 2018

Naturraumkarte

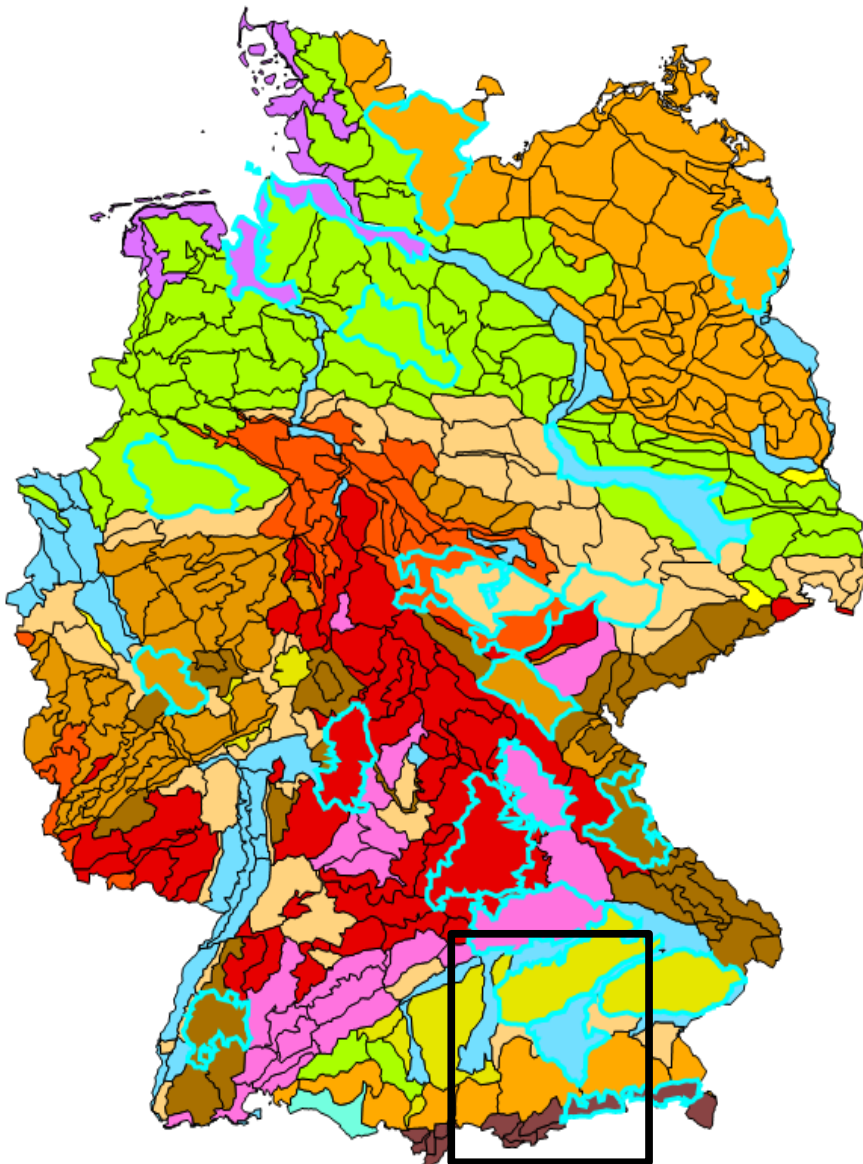


Naturräume mit dominanter Bodenregion gemäß BÜK200

-  Gewässer
-  Küstenholozän
-  (überregionale) Flusslandschaften
-  Jungmoränenlandschaft
-  Altmoränenlandschaften
-  Deckenschotterplatten und Tertiärhügellaender im Alpenvorland
-  Loess- und Sandloesslandschaften
-  Berg- und Hügellaender mit hohem Anteil an nichtmetamorphen Sedimentgesteinen im Wechsel mit Loess
-  Berg- und Hügellaender mit hohem Anteil an nichtmetamorphen carbonatischen Gesteinen
-  Berg- und Hügellaender mit hohem Anteil an nichtmetamorphen Sand-, Schluff-, Ton- und Mergelgesteinen
-  Berg- und Hügellaender mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten
-  Berg- und Hügellaender mit hohem Anteil an Ton- und Schluffschiefern
-  Alpen
-  Stark anthropogen überprägte Bodenregionen

Naturraumkarte gemäß MIRAKEL (DWD)

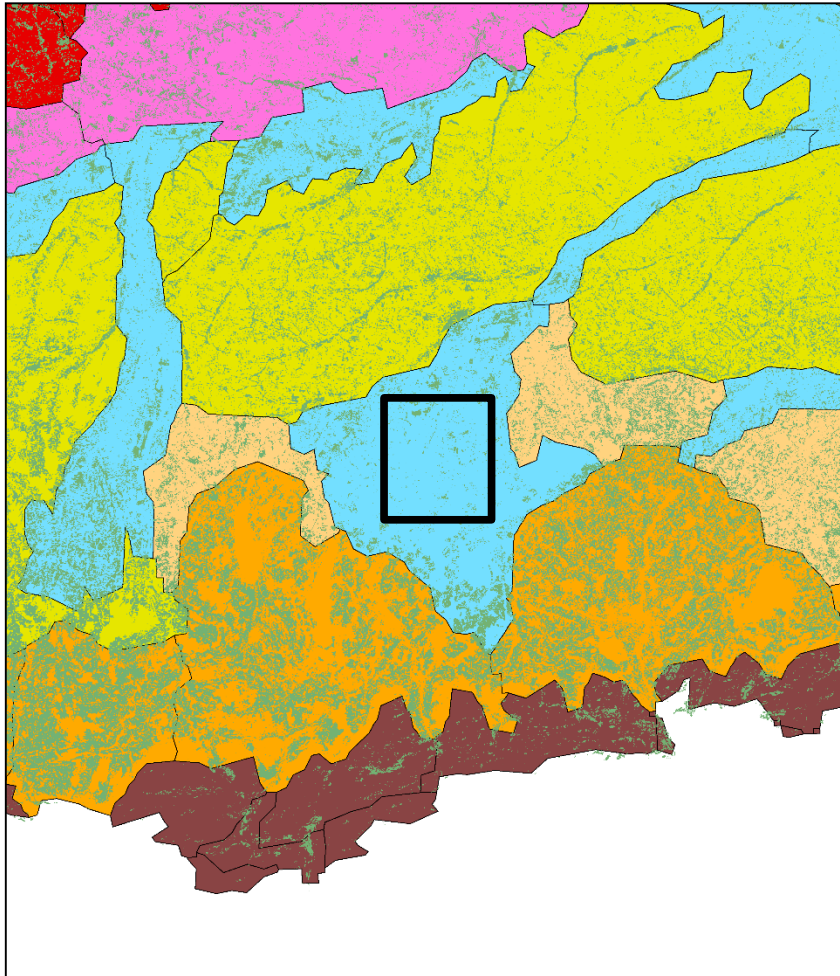
Strategie zur Flächenauswahl



- **Auswahl von Regionen:**
 - Auf Grundlage der Naturklimaräume sowie Bodenregionen.
 - Auswahl der je 2 größten Boden-Klimaräume.

Naturraumkarte gemäß MIRAKEL (DWD)

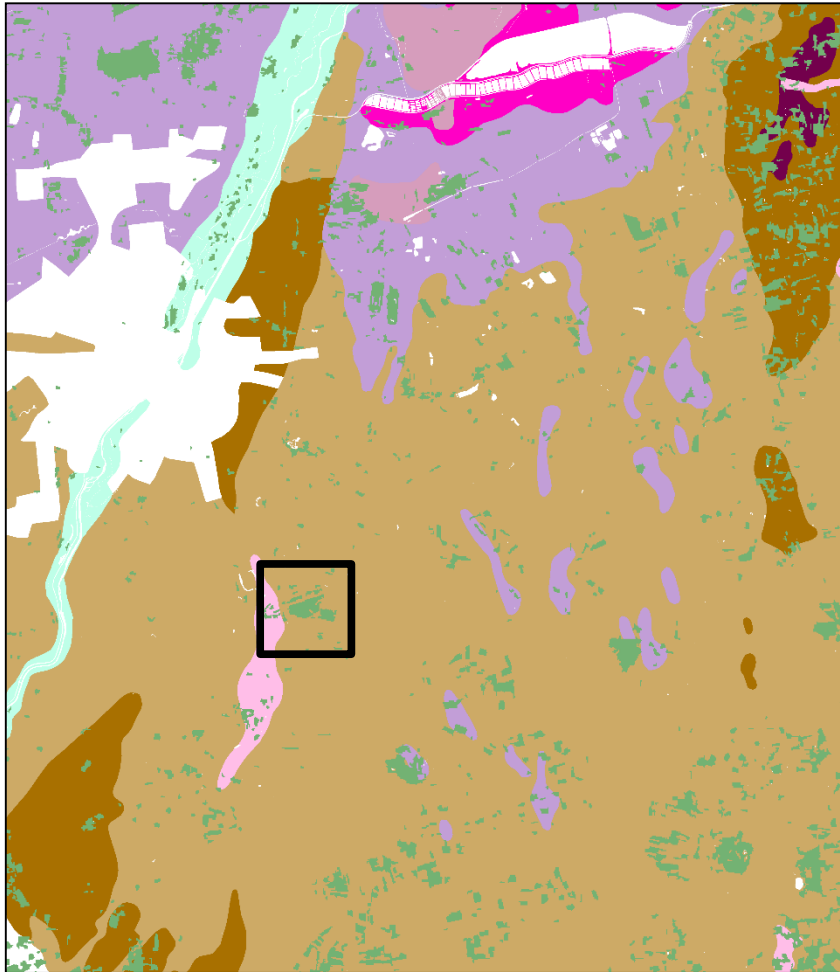
Strategie zur Flächenauswahl



- **Auswahl von Regionen:**
 - Auf Grundlage der Naturklimaräume sowie Bodenregionen.
 - Auswahl der je 2 größten Boden-Klimaräume.
- **Auswahl von Standorten:**
 - Größtmögliche zusammenhängende Grünlandfläche.
 - Dauernutzung.

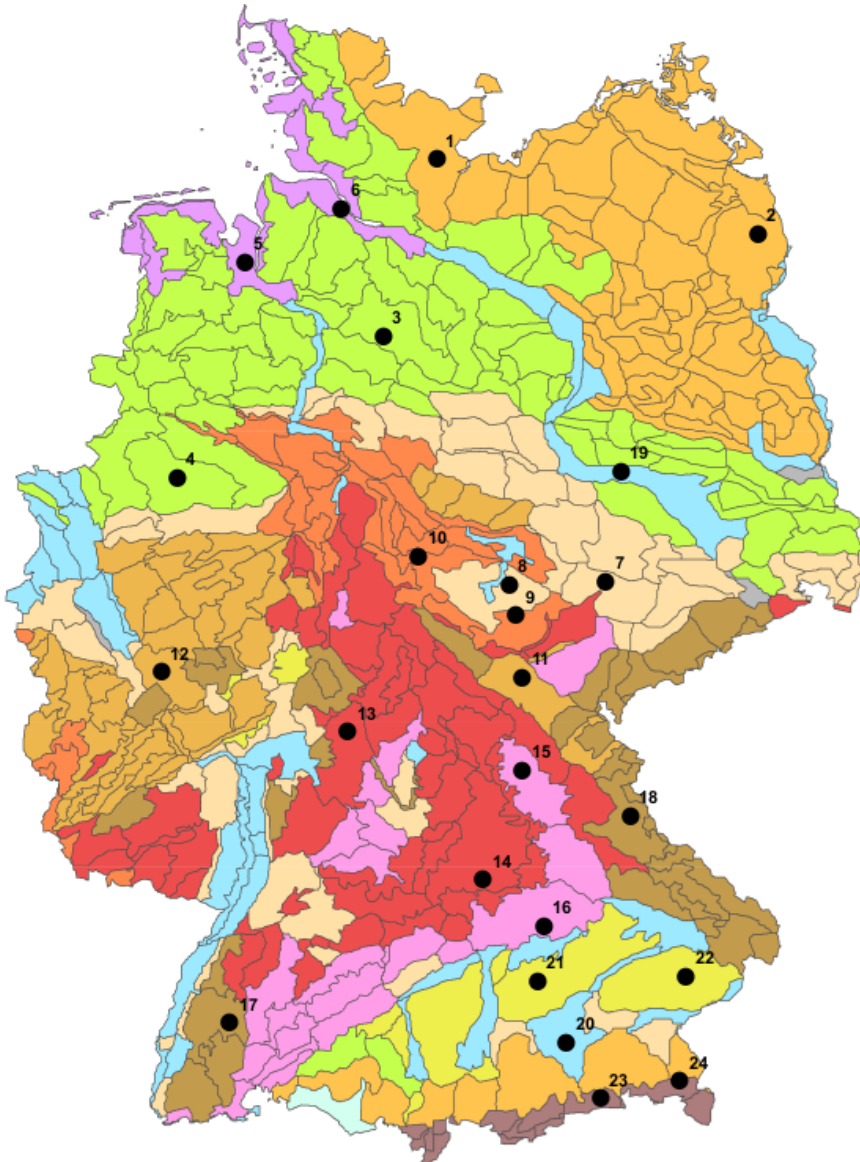
Naturraumkarte gemäß MIRAKEL (DWD)

Strategie zur Flächenauswahl



- **Auswahl von Regionen:**
 - Auf Grundlage der Naturklimaräume sowie Bodenregionen.
 - Auswahl der je 2 größten Boden-Klimaräume.
- **Auswahl von Standorten:**
 - Größtmögliche zusammenhängende Grünlandfläche.
 - Dauernutzung.
- **Auswahl von Bodentypen:**
 - Möglichst repräsentativer Grünlandboden im NR.
 - Ausgenommen: organische Böden.

Naturraumkarte



Finale Standortwahl:

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. Parabraunerde | 13. Braunerde |
| 2. Parabraunerde | 14. Braunerde |
| 3. Braunerde | 15. Terra fusca |
| 4. Pseudogley | 16. Braunerde |
| 5. Kleimarsch | 17. Braunerde |
| 6. Kleimarsch | 18. Braunerde |
| 7. Vega | 19. Vega |
| 8. Tschernozem | 20. Parabraunerde |
| 9. Pararendzina | 21. Braunerde |
| 10. Rendzina | 22. Braunerde |
| 11. Braunerde | 23. Rendzina |
| 12. Braunerde | 24. Braunerde |

Naturraumkarte gemäß MIRAKEL (DWD)

Validierung

Einzelstandorte

- Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)
- Biodiversitätsexploratorien
- Experimentaleinrichtungen



Auswahl der Simulationseinheiten

Regionen

- Bodenkarte (JKI)
- Klimaregionen (DWD)
- Grünlandmaske (HU)



Anwendung der Managementmuster

Szenarien

- Klimaschutz/ Ressourcenschutz
- N-Auswaschung
- C-Speicherung

Szenarienbasierte Ökosystemleistungen



- **Szenario 1:** Anpassung der Bewirtschaftungsweise an das Klima
 - Minimierung der Bewirtschaftungsintensität, Einsparen von Ressourcen?
- **Szenario 2:** Maximierung der C-Speicherung.
 - Optimierung der C-Dynamik?

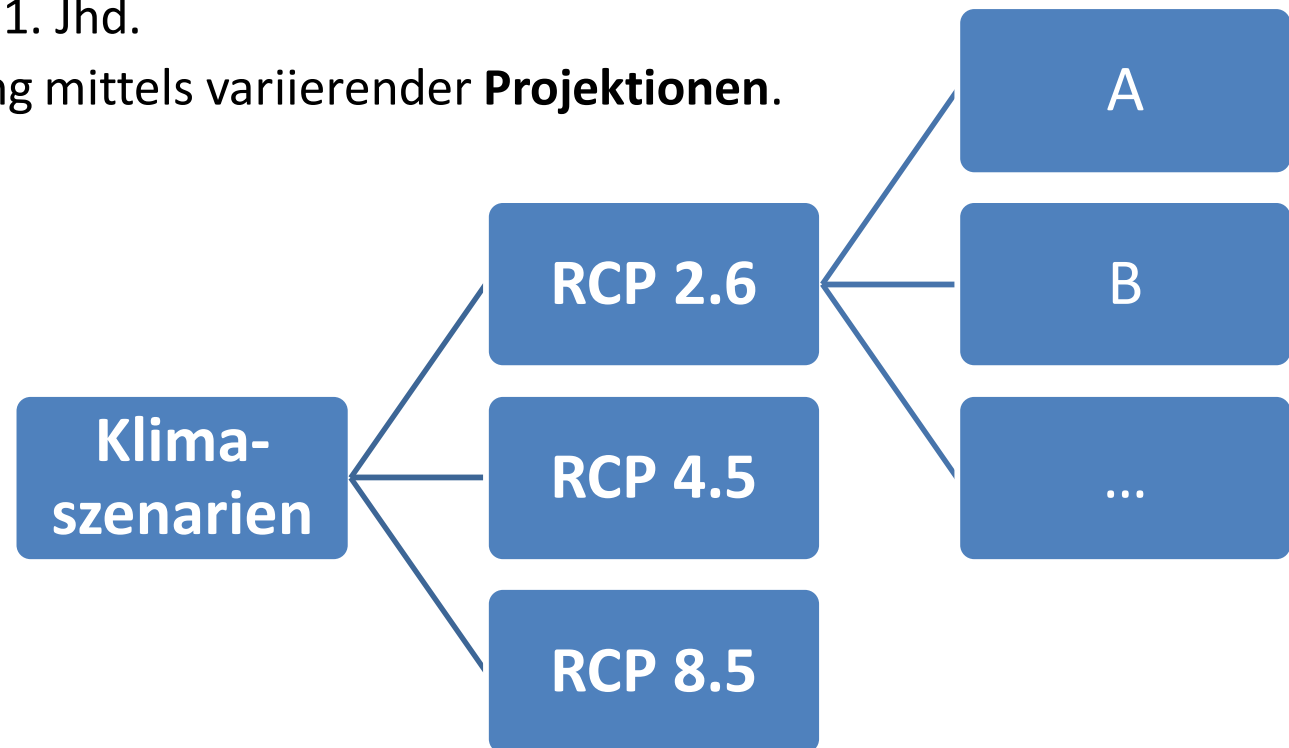
Szenarienbasierte Ökosystemleistungen



- **Leitfragen:**
- Überwiegen klimatische, pedogene oder bewirtschaftungsspezifische Effekte?
- Welche Tendenzen in Bezug auf die C-Bilanz sind langfristig durch die Bewirtschaftungsszenarien aufzudecken?
- Welche Optimierungsansätze für die Bewirtschaftung lassen sich ableiten?

RCP-Klimaszenarien

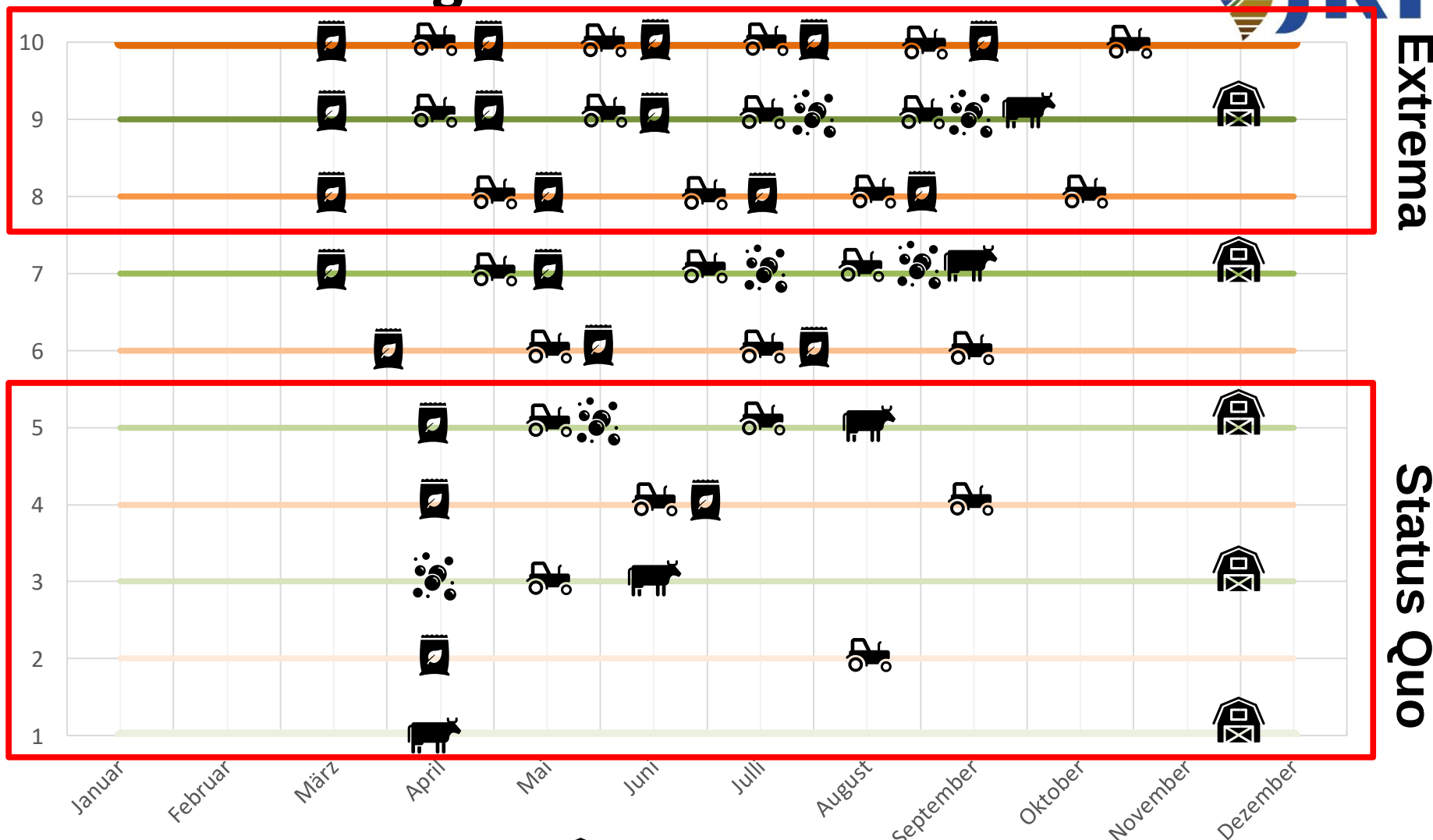
- ***Representative Concentration Pathways (RCP)***
 - Szenarien auf Grundlage der Konzentration klimarelevanter Treibhausgase.
 - Erhöhter Strahlungsantrieb um **2.6, 4.5 und 8.5 W/m²** bis zum Ende des 21. Jhd.
 - Realisierung mittels variierender **Projektionen**.



Szenariensimulation

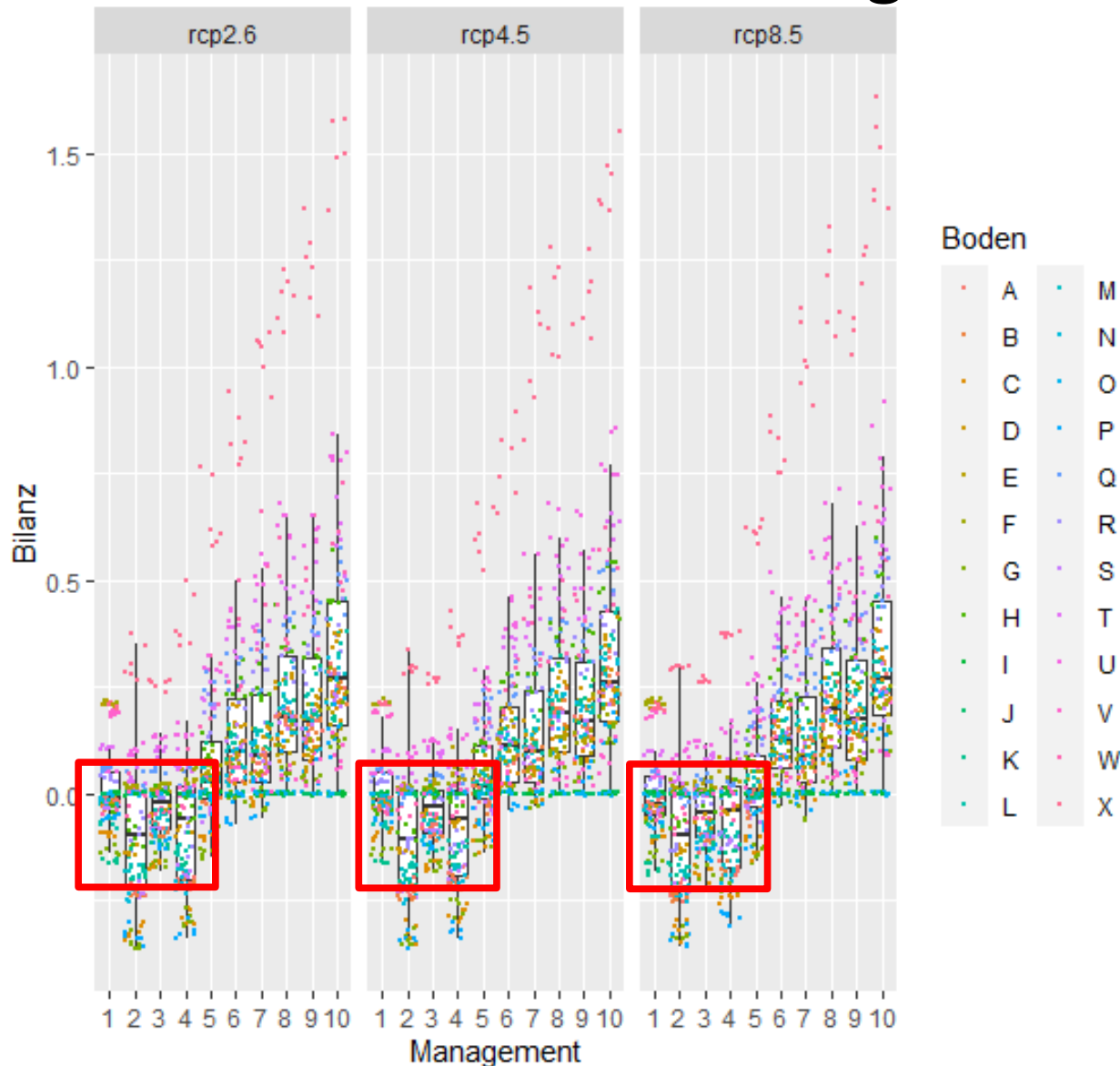
- 24 Böden, 10 Nutzungsszenarien, 3 Klimaszenarien, 6 Klimaprojektionen → **4.320 Simulationen**.
 - Jährliche Auflösung
 - 1990 bis 2100.
 - Standortspezifische Klimadaten.
- Auswertung mittels Factor Analysis of Mixed Data (**FAMD**).
 - Zusammenfassung korrelierter Faktoren zu einer „**Dimension**“.
 - Insbesondere nützlich bei größeren Datensätzen.
 - Separate Betrachtung a) der gesamten Zeitreihe und b) des Endstands.

Zur Erinnerung:



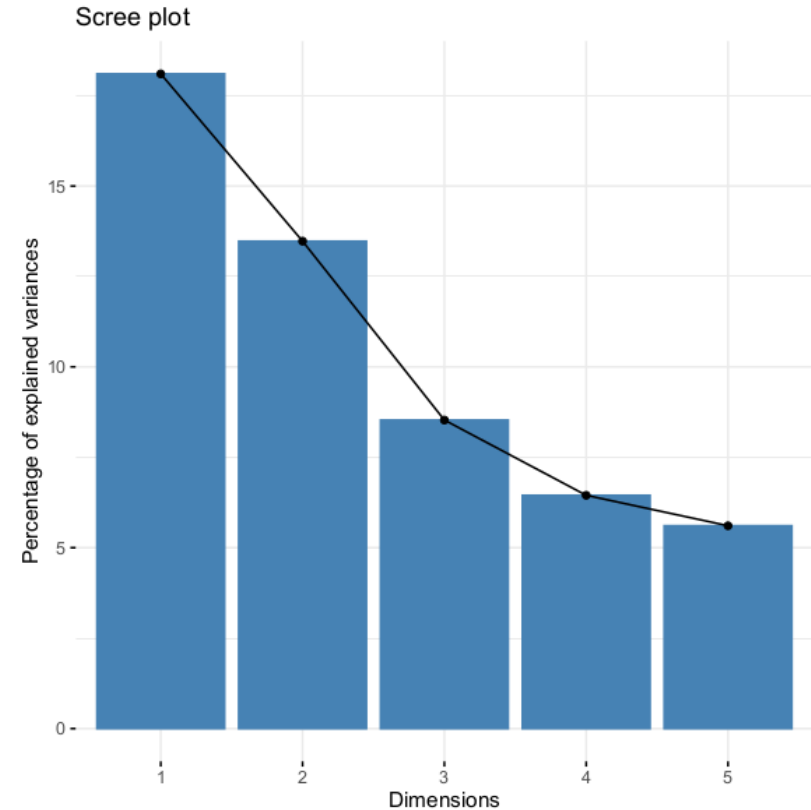
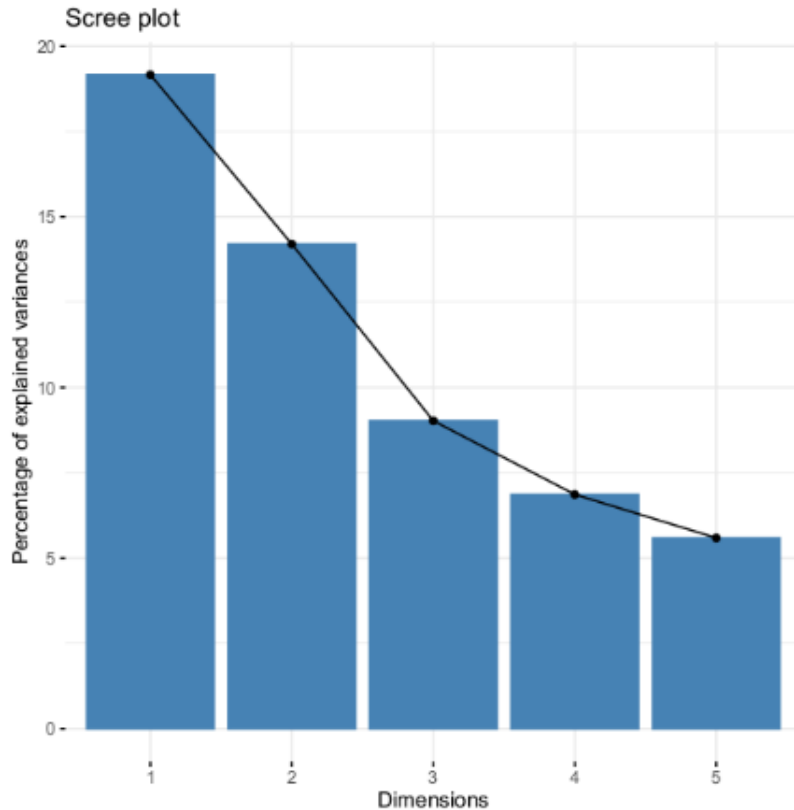
 Mahd
  Auftrieb
  Abtrieb
  org. Düngung
  min. Düngung

Szenariensimulation: Corg-Bilanz



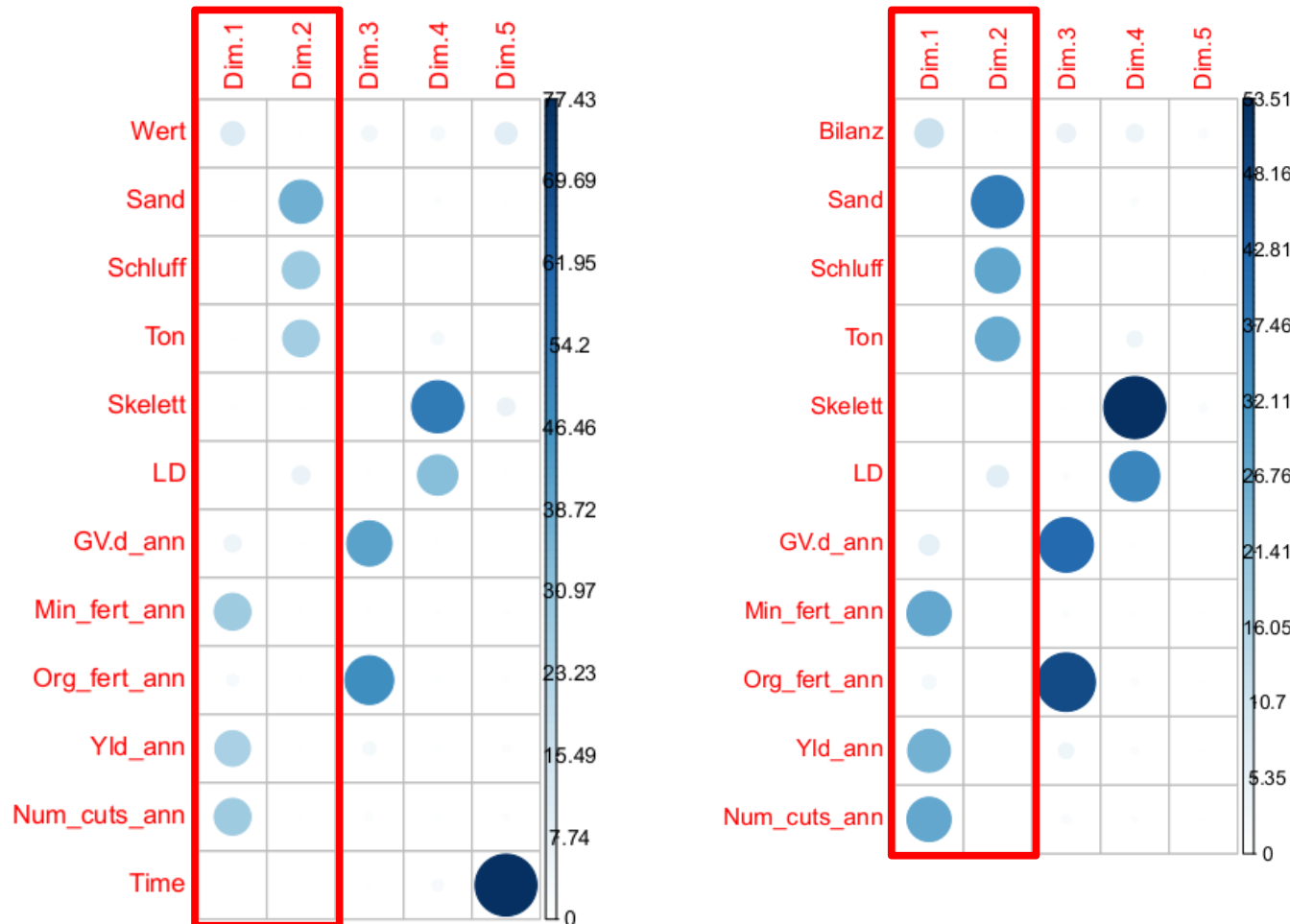
- Kein Corg-Anstieg bei extensiver Nutzung.
- Positive Bilanz erst ab zwei Schnitten.
- Zunahme um 0.5 bis 1.5 M-% Corg.

Szenariensimulation



Relevanz einzelner Dimensionen für die Corg-Simulation über den Zeitraum 1990 bis 2100 (links) sowie bei Simulationsende (rechts)

Szenariensimulation

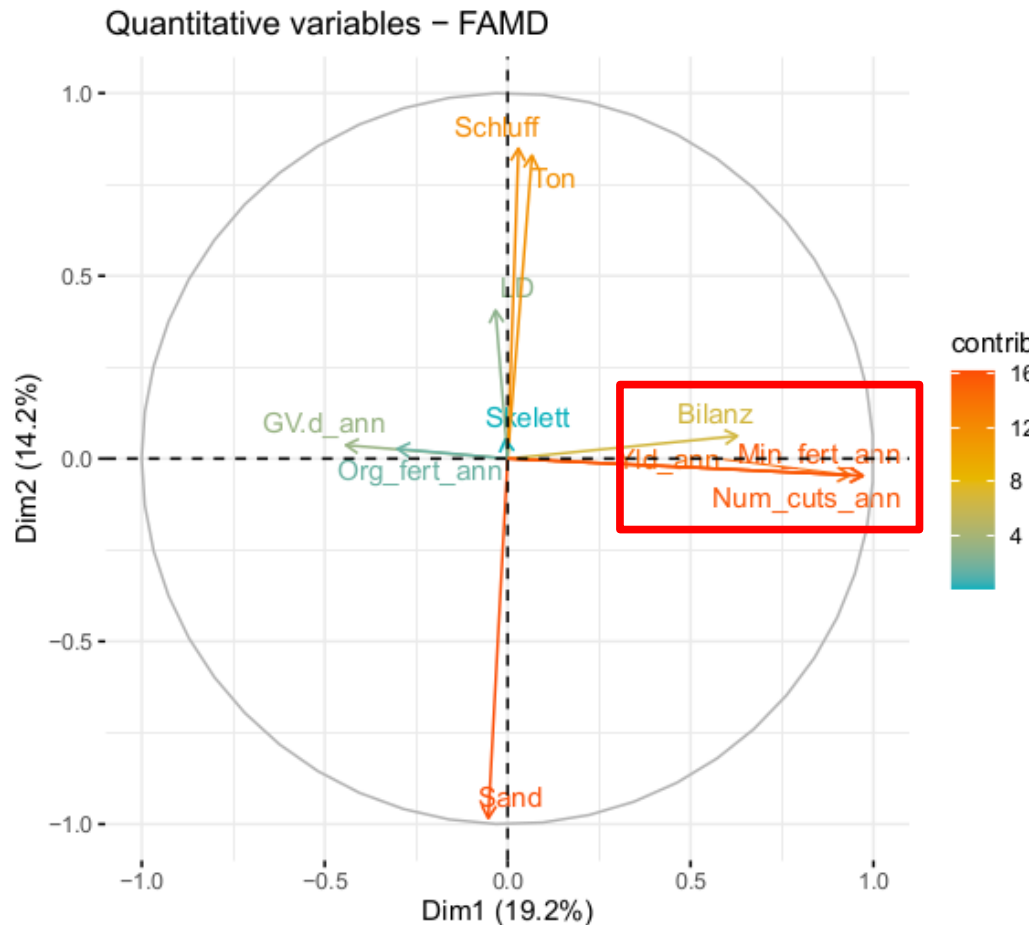


Überwiegen
der Textur,
Mahd sowie
min. Düngung,
keine Relevanz
klimatischer
Effekte.

Zusammensetzung der Dimensionen für die Corg-Simulation
der Zeitreihe (links) und bei Simulationsende (rechts)

Szenariensimulationen

Korrelation der Bewirtschaftung, pedogener Charakteristika und der Corg-Bilanz:



- Positive Korrelation zw. Schnitzzahl, min. Düngung und Corg.
- Keine Korrelation zw. Textur und Corg.
- Negative Korrelation zw. Beweidung und Corg.

Bewertung der Ökosystemleistungen



- **Szenario 1:** Anpassung der Bewirtschaftungsweise an das Klima
 - Standörtliche Effekte (Boden & Bewirtschaftung) überwiegen.
 - Vergleichsweise geringfügige klimatische Schwankungen.
 - ➔ **Resilienz von Grünlandstandorten.**
- **Szenario 2:** Maximierung der C-Speicherung.
 - Gleichzeitige Berücksichtigung des N-Bedarfs.
 - Gemäß Fernerkundungsdaten erfolgen zumeist <2 Schnitte im Jahr.
 - ➔ **Begünstigt durch Erhöhung der Schnitzzahl auf >3.**

Fazit

- Maßgebliche Steuergrößen sind pedogene Charakteristika sowie Bewirtschaftung.
- Diese dominieren den Effekt des Klimas.
- Kurz- und langfristig ist die Bewirtschaftung für den Kohlenstoffkreislauf von primärer Bedeutung.

Fazit



*“We concluded that **grazing exclusion enhanced soil CO₂ emission** (...)” (Guo et al. 2018)*

*“**Grazing exclusion had significant positive effects on soil organic carbon** (...)” (Li et al. 2016)*

*“(...) **grazing exclusion is an effective way to restore vegetation and sequester carbon in degraded grasslands** (...)” (Xiong et al. 2016)*

*“**Grazed pastures showed (...) elevated soil C sequestration.**” (Ferreira et al. 2016)*

*“**Grazing led to higher C stocks compared with cutting** (...)” (Riedo et al. 2000)*

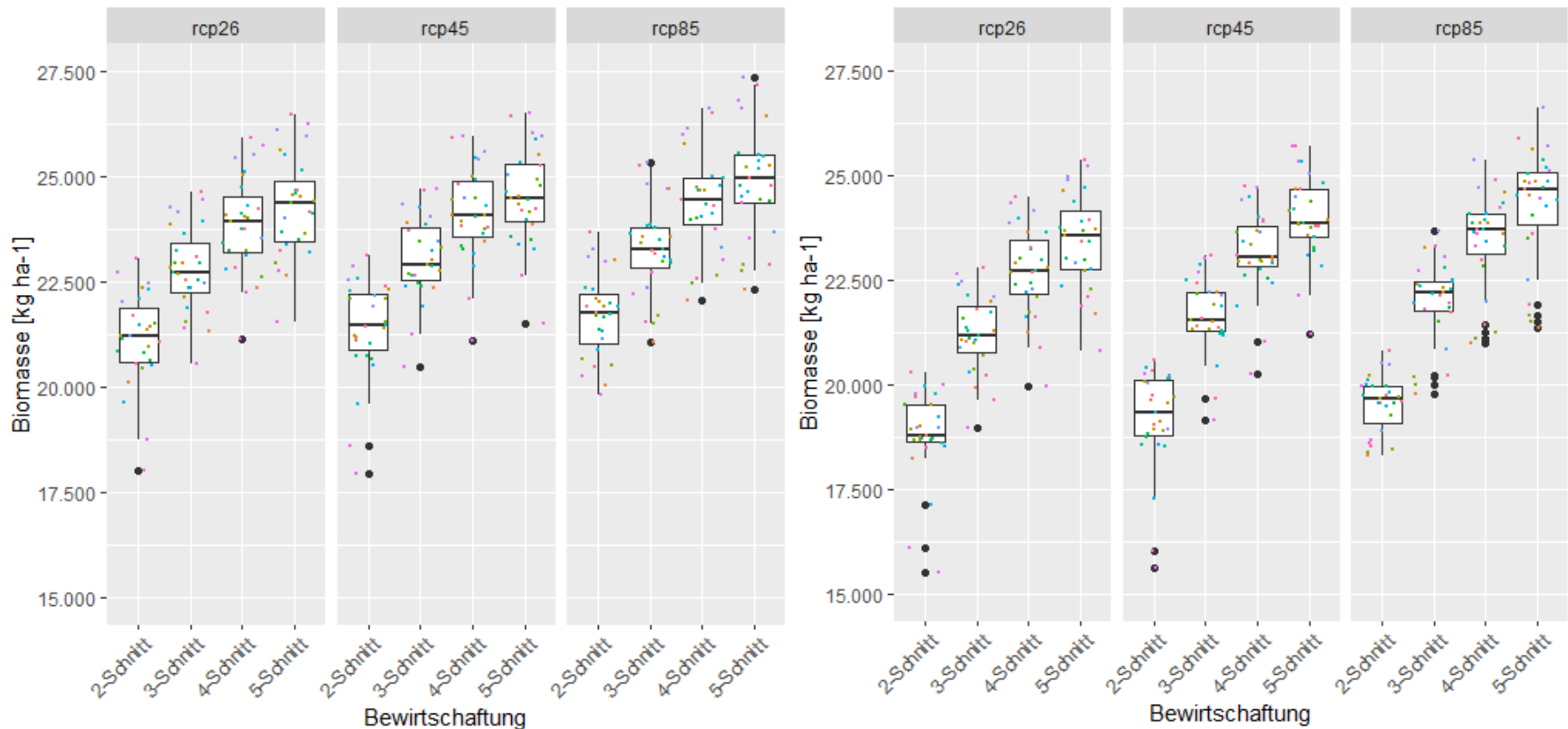
*“(...) **grazing exclusion is not beneficial to soil OC sequestration.**” (Shi et al. 2013)*

*“**There was no difference in the CO₂ emissions between grazed and cut grasslands.**” (Acharya et al. 2016)*

Weitere Simulationen: Biomasse

2031-2060

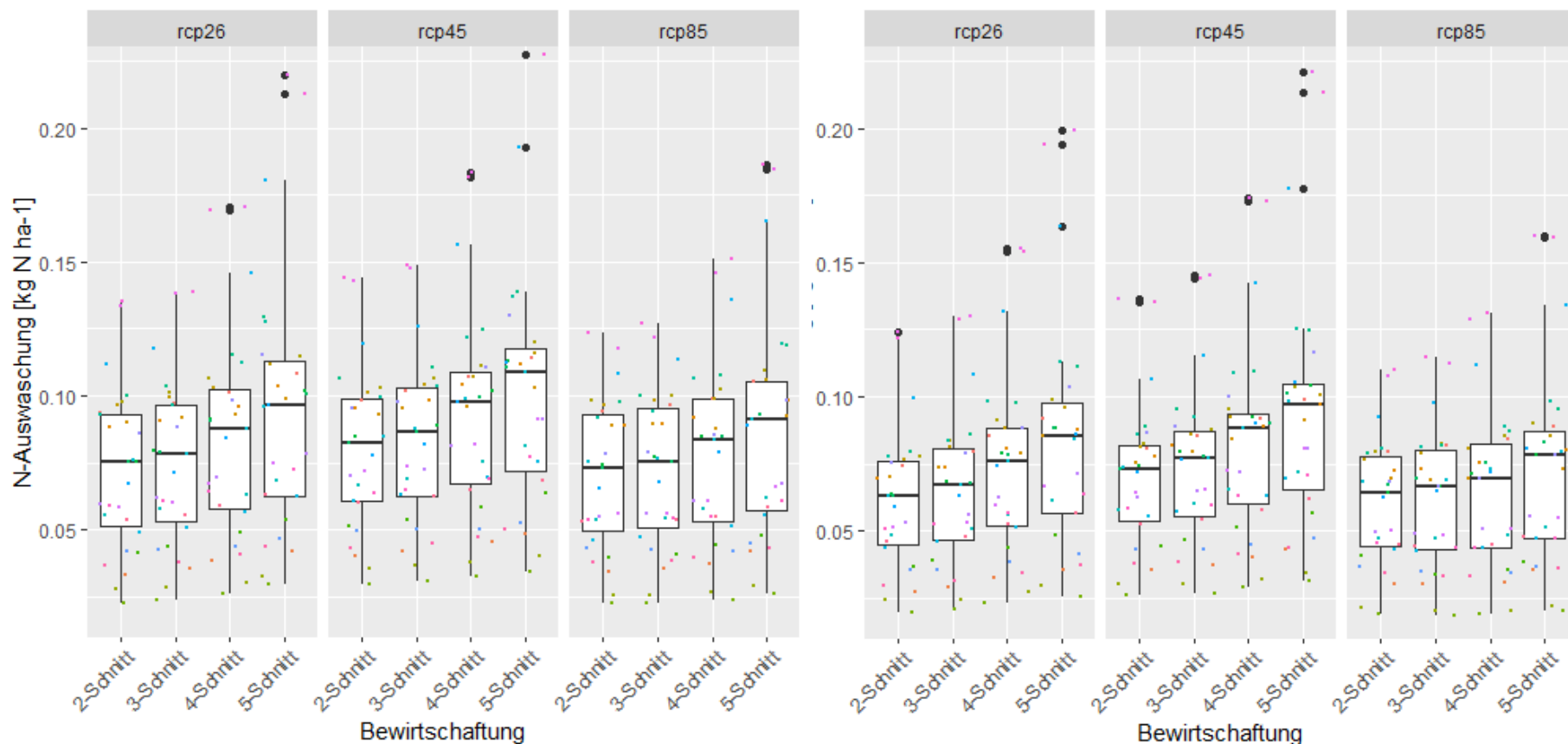
2061-2090



Weitere Simulationen: N-Auswaschung

2031-2060

2061-2090



- Detailliertere Betrachtung und Auswertung des Klimas im rahmen einer geplanten Publikation.
- Berücksichtigung weiterer standörtlicher Effekte.
 - Lage, Höhe über NN.
- Erhöhung der Erklärungskraft der Dimensionen.

Quellenverzeichnis



- Acharya, Bharat Sharma, Jim Rasmussen, and Jørgen Eriksen. 2012. 'Grassland carbon sequestration and emissions following cultivation in a mixed crop rotation', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 153: 33-39.
- Ferreira, A. C. C., L. F. C. Leite, A. S. F. de Araujo, and N. Eisenhauer. 2016. 'Land-Use Type Effects on Soil Organic Carbon and Microbial Properties in a Semi-arid Region of Northeast Brazil', *Land Degradation & Development*, 27: 171-78.
- Guo, N., A. D. Wang, A. A. Degen, B. Deng, Z. H. Shang, L. M. Ding, and R. J. Long. 2018. 'Grazing exclusion increases soil CO₂ emission during the growing season in alpine meadows on the Tibetan Plateau', *Atmospheric Environment*, 174: 92-98.
- Li, H. Q., F. W. Zhang, S. J. Mao, J. B. Zhu, Y. S. Yang, H. D. He, and Y. N. Li. 2016. 'Effects of Grazing Exclusion on Soil Properties in Maqin Alpine Meadow, Tibetan Plateau, China', *Polish Journal of Environmental Studies*, 25: 1583-87.
- Riedo, Marcel, Dimitrios Gyalistras, and Jürg Fuhrer. 2000. 'Net primary production and carbon stocks in differently managed grasslands: simulation of site-specific sensitivity to an increase in atmospheric CO₂ and to climate change', *Ecological Modelling*, 134: 207-27.
- Shi, Xiao-Ming, Xiao Gang Li, Chun Tao Li, Yu Zhao, Zhan Huan Shang, and Qifu Ma. 2013. 'Grazing exclusion decreases soil organic C storage at an alpine grassland of the Qinghai–Tibetan Plateau', *Ecological Engineering*, 57: 183-87.
- Xiong, D. P., P. L. Shi, X. Z. Zhang, and C. B. Zou. 2016. 'Effects of grazing exclusion on carbon sequestration and plant diversity in grasslands of China A meta-analysis', *Ecological Engineering*, 94: 647-55.