

Beziehungen zwischen Substrat, Oberflächeneigenschaften und Vegetation

Peter Biber, Anton Fischer, Stefan Seifert, Markus
Zaplata, Wolfgang Schaaf, Hans Pretzsch

Kombination unterschiedlicher Datenquellen zur Prüfung dreier Hypothesen:

H1: Die anfänglichen Substrateigenschaften bestimmen die Struktur und Eigenschaften der Geländeoberfläche. Die Stärke dieser Zusammenhänge ändert sich mit dem Entwicklungsstadium des Ökosystems

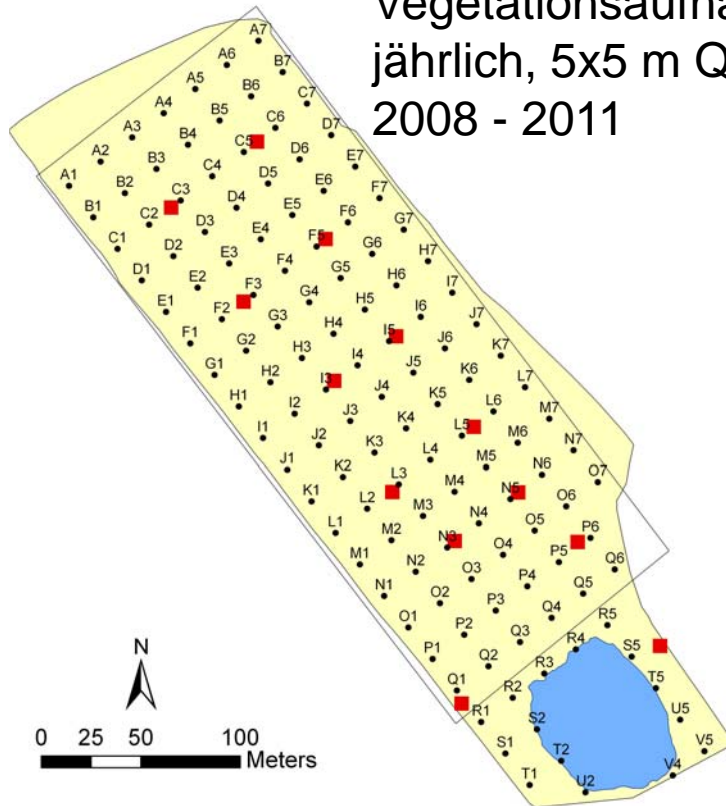
H2: Oberflächen- und Substrateigenschaften bestimmen anfänglich die Pflanzenartkombinationen

H3: Die dreidimensionale Vegetationsstruktur beeinflusst die Struktur der Geländeoberfläche

Gezeigt werden statistisch erzielte Ergebnisse und Ansätze zur Interpretation

Daten

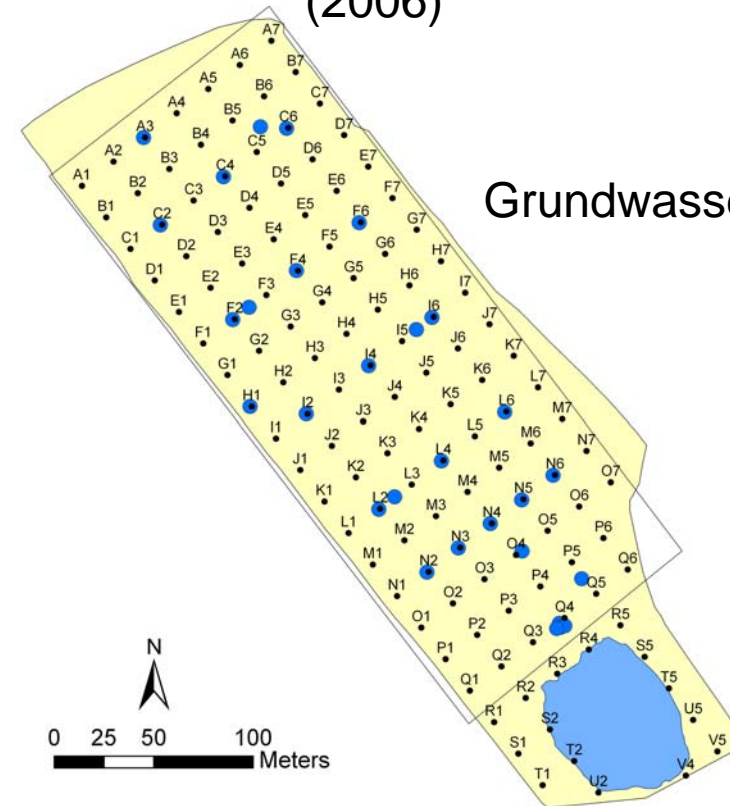
Vegetationsaufnahmen
jährlich, 5x5 m Quadrate,
2008 - 2011



Terrestrische
Laserscans

1 x 2008, 2 x
2009, 2010, 2011

Oberbodeneigenschaften
(2006)



Grundwasserpegel

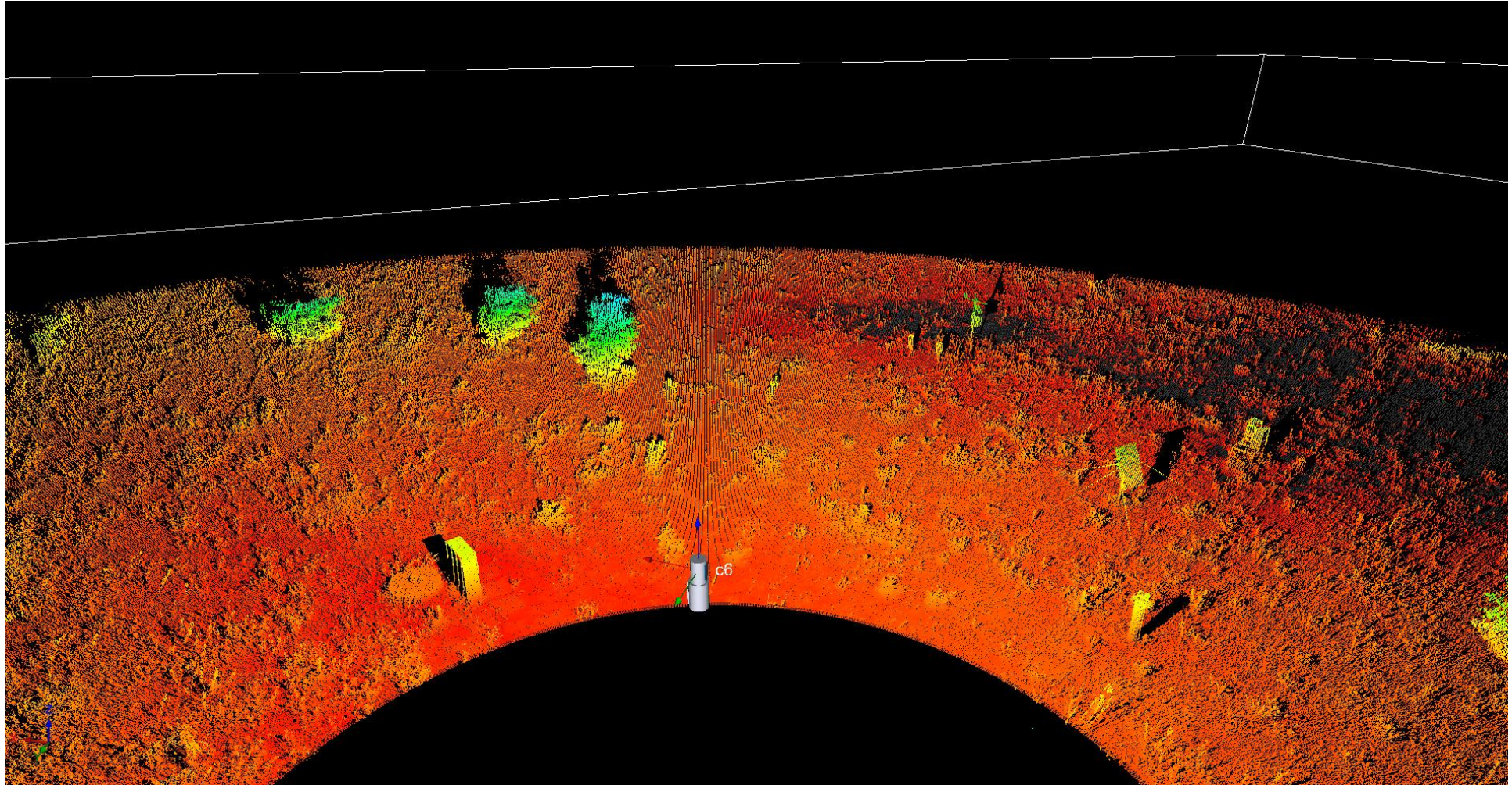
Untersuchung der
Rasterreihen A-Q

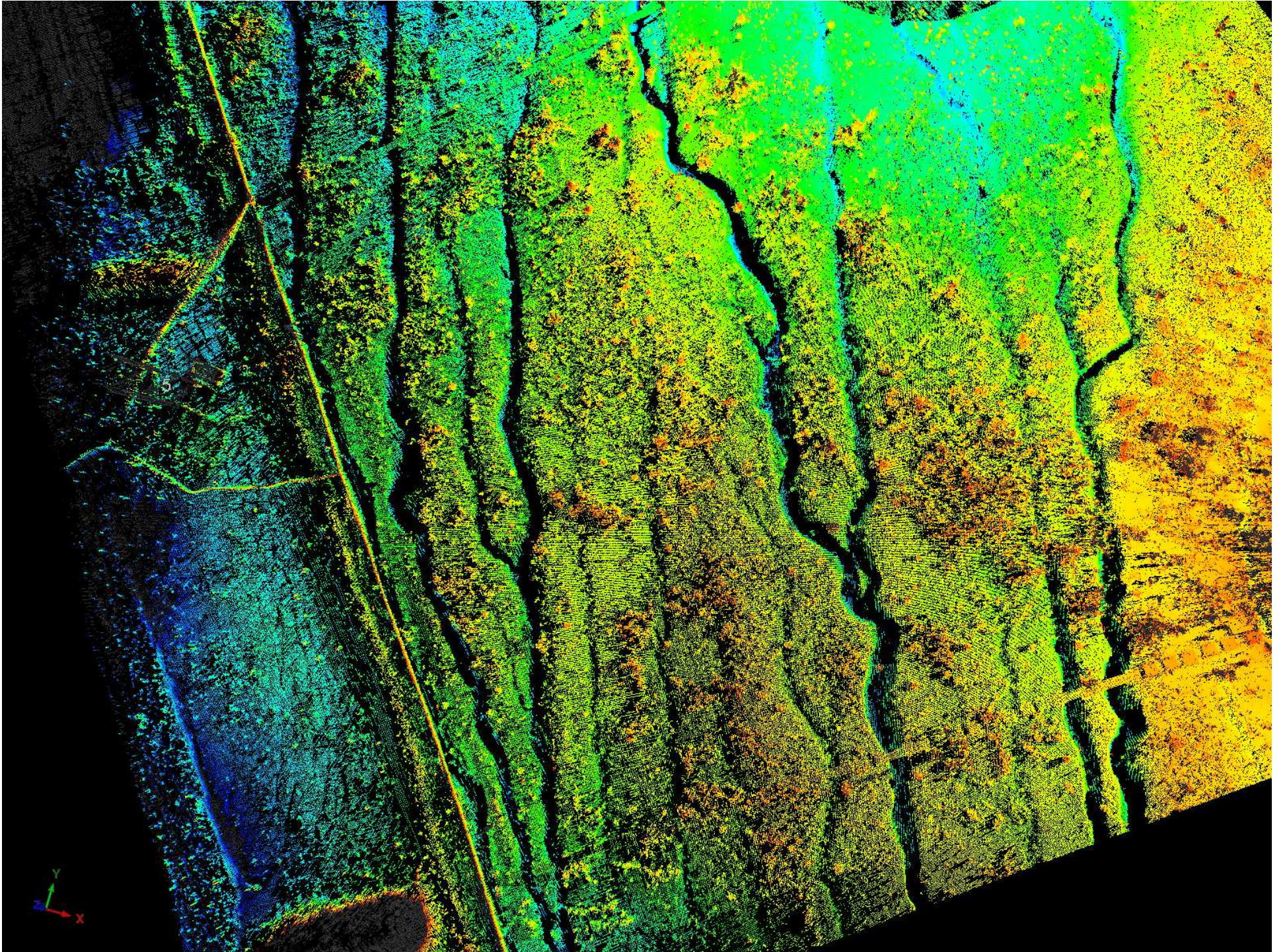
Daten

Laserscans: Max. 10 cm Footprint, Verdichtung auf 0.25 m²-Quadrate.
Je Quadrat Geländehöhe, Rinneneigenschaft, Rauigkeit,
Vegetationshöhe, Vegetationsdichte. Verwendung nur innerhalb der
5 x 5 m Vegetationsquadrate (Mittelung der Kennwerte).

Vegetation: Deckungsgrade nach Lebensdauer (annuell, ausdauernd),
Lebensform (krautig, grasartig, holzig), Zugehörigkeit zur Familie der
Fabaceae (ja, nein)

Pegelstände: Jahresmittel, Zuordnung zum nächsten
Vegetationsquadrat





Methoden

GAMM: Generalisiertes Additives Gemischtes Modell – Nicht normalverteilte Daten, nichtlineare Effekte, Autokorrelation durch Mehrfachaufnahmen

$$\eta(X_{ij1}, \dots, X_{ijq}, K_{ij1}, \dots, K_{ijn}) = \alpha + \beta_1 \cdot X_{ij1} + \dots + \beta_q \cdot X_{ijq} + f_1(K_{ij1}) + \dots + f_n(K_{ijn}) + a_i$$

$$a_i \sim N(0, \sigma_a^2)$$

Prädiktorfunktion

$$g(\mu_{ij}) = \eta(X_{ij1}, \dots, X_{ijq}, K_{ij1}, \dots, K_{ijn})$$

Linkfunktion

Auswahl der erklärenden Variablen, zunächst explorativ (Paarplots, VIF), dann schrittweises Weglassen mit AIC-Vergleich (Zuur et al. 2004)

Hypothesen

H1: Die anfänglichen Substrateigenschaften bestimmen die Struktur und Eigenschaften der Geländeoberfläche. Die Stärke dieser Zusammenhänge ändert sich mit dem Entwicklungsstadium des Ökosystems

H2: Oberflächen- und Substrateigenschaften bestimmen anfänglich die Pflanzenartkombinationen

H3: Die dreidimensionale Vegetationsstruktur beeinflusst die Struktur der Geländeoberfläche

Zielvariablen H1

Verwendete Zielvariablen:

- Rinnenhäufigkeit
- Lokale Reliefenergie
- Geländehöhenveränderung

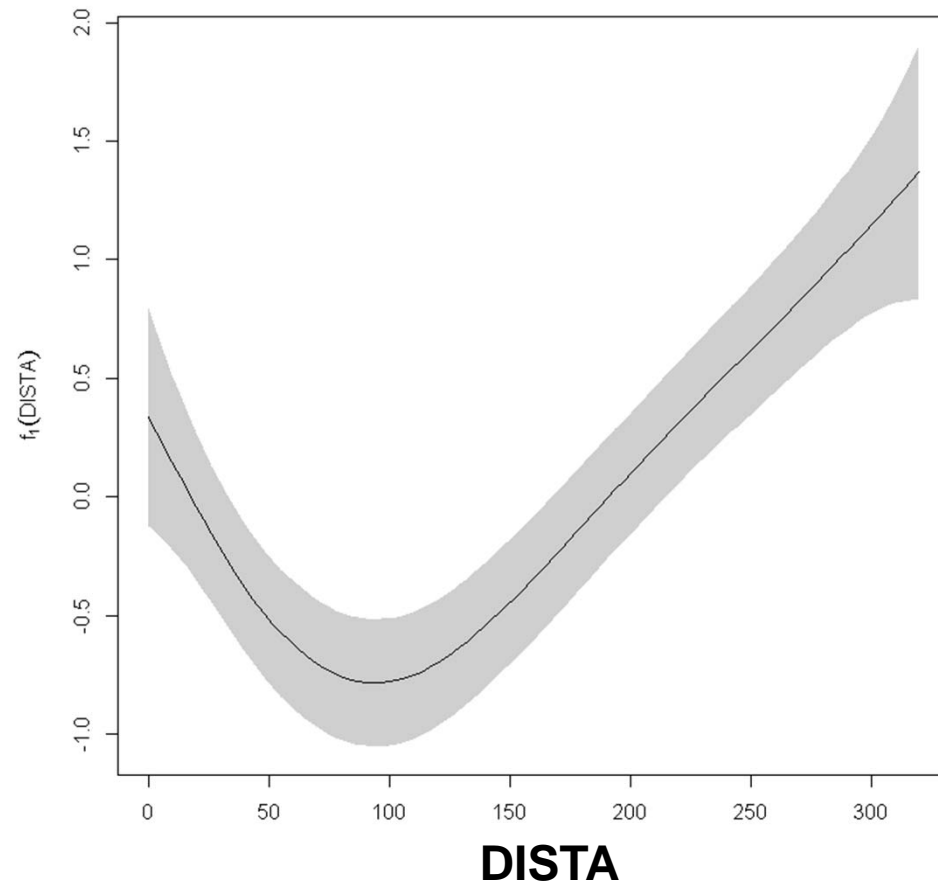
Wegen H1 keine Berücksichtigung von Vegetationsmerkmalen als erklärende Variablen, nur Bodeneigenschaften und Pegelstände

GAMM mit Logit-Link

Signifikante lineare Prädiktoren

- ↑ **Zeit**
- ↑ **CORG-Anteil**
(Korrelation mit Tongehalt)
- ↑ **Pegelstand**
- ↓ **CORG * Zeit**

Nichtlinearer Effekt des
Abstandes von Reihe A (**DISTA**)



GLMM mit Identity-Link

↓ mS (Mittlerer Sand; 0,2-0,63 mm)

↑ mS * Zeit,

↓ Pegelstand,

↓ Rinnenanteil

↑ Rinnenanteil * Zeit

↑ DISTA

↓ DISTA * Zeit

Kein isolierter Zeiteffekt

Wertung H1

Die Ergebnisse bestätigen H1, es zeigen sich Effekte initialer Substrat- und Oberflächeneigenschaften auf die Geländeausformung, die mit der Zeit häufig schwächer werden.

Hypothesen

H1: Die anfänglichen Substrateigenschaften bestimmen die Struktur und Eigenschaften der Geländeoberfläche. Die Stärke dieser Zusammenhänge ändert sich mit dem Entwicklungsstadium des Ökosystems

H2: Oberflächen- und Substrateigenschaften bestimmen anfänglich die Pflanzenartkombinationen

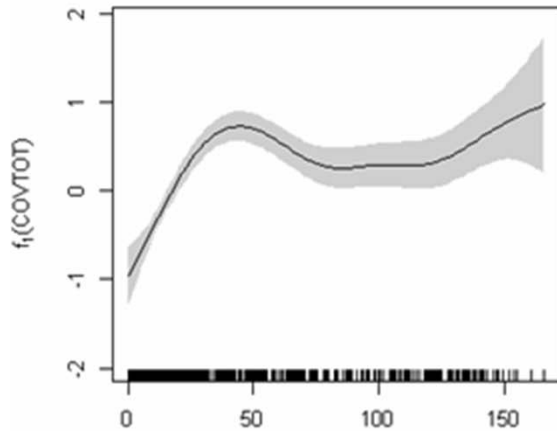
H3: Die dreidimensionale Vegetationsstruktur beeinflusst die Struktur der Geländeoberfläche

Zielvariablen H2

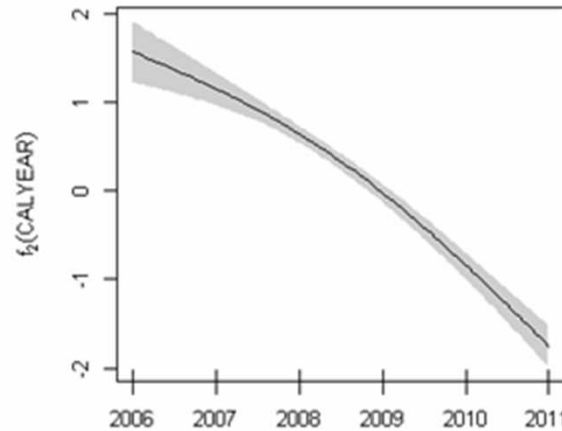
Verwendete Zielvariablen:

- Anteil annueller Pflanzen (an der Gesamtdeckung)
- Anteil krautiger Pflanzen
- Anteil Gräser
- Anteil Holzpflanzen
- Anteil Fabaceae
- Vegetationshöhen aus Laserscans
- Vegetationsdichten aus Laserscans

GAMM mit Logit-Link



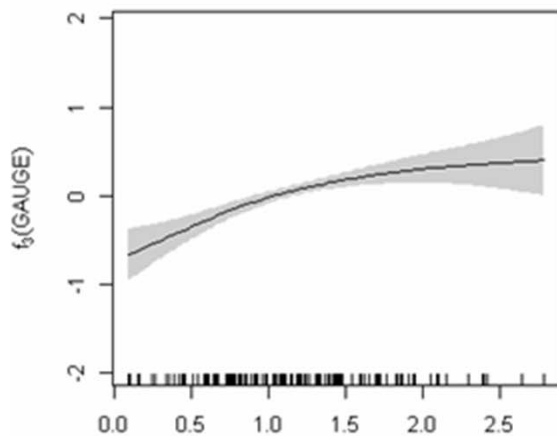
Gesamtdeckung



Jahr

Annuelle als potente
Erstbesiedler von
Ungunstbereichen
(wenig CORG)?

Gesamtdeckung:
Trifolium arvense –
Phase?

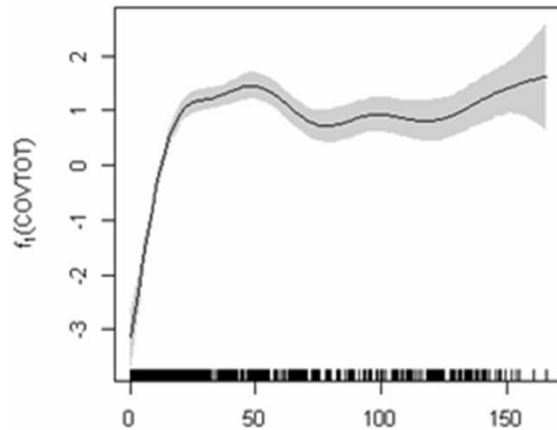


Pegelstand

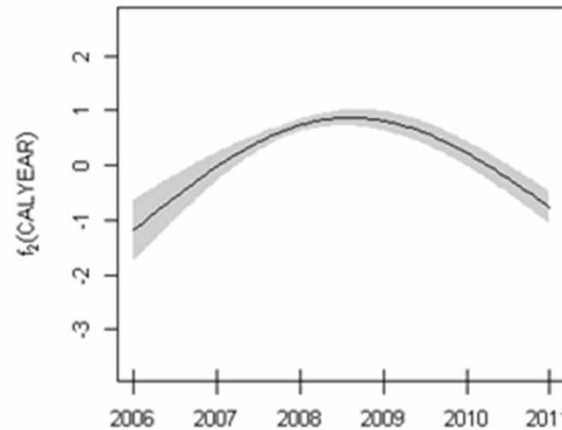
Signifikanter linearer
Prädiktor

↓ CORG

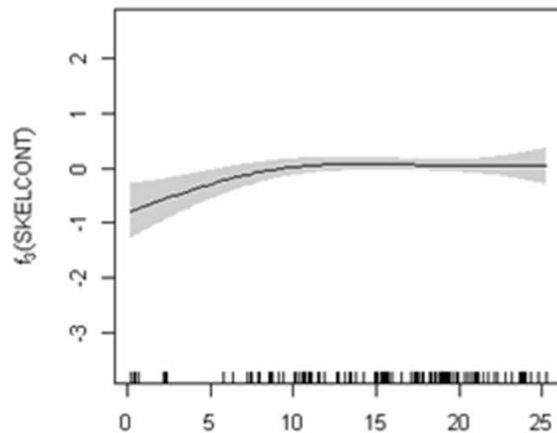
GAMM mit Logit-Link



Gesamtdeckung



Jahr



Skelettanteil

Signifikanter linearer
Prädiktor

↑ **Pegelstand**

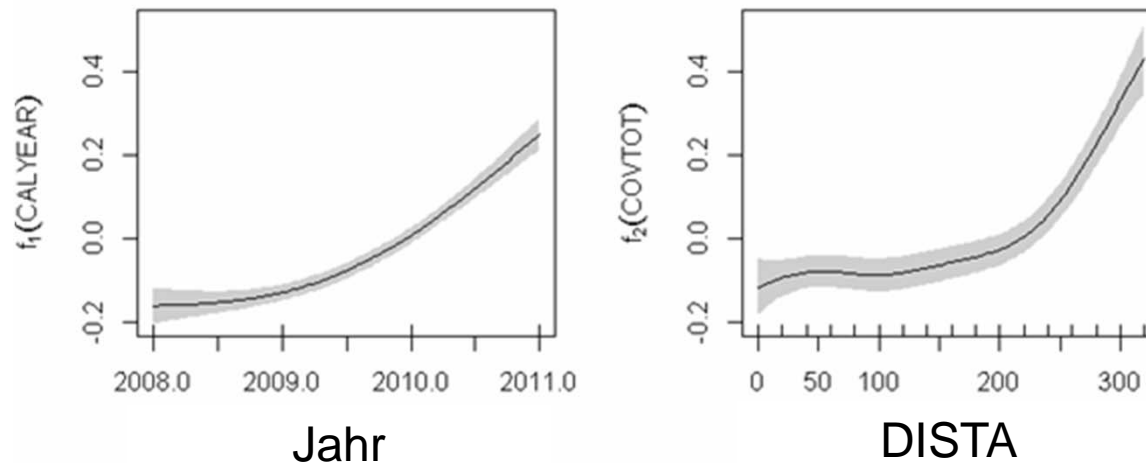
Deutliche Abbildung der
Trifolium arvense –
Phase über Jahr und
Pegelstand.

Wenig Skelett:
Schlechter Halt für
Samen bei der
Erstbesiedelung?

Fabaceae in
Ungunstbereichen vital

Gesamtdeckung:
Trifolium arvense –
Phase?

GAMM mit Identity-Link



Jahr: Erwartungsgemäß

DISTA: Größere Höhen
im unteren Bereich –
Wasserversorgung?

Gesamtdeckung:
Konkurrenzeffekt,
Düngungseffekt?

Signifikante lineare Prädiktoren

- ↑ Pegelstand
- ↑ Gesamtdeckung

H2 trifft teilweise zu. Koppelung der Vegetation an initiale Bodenmerkmale aber weniger deutlich als erwartet (am geringsten bei Gehölzen).

Keine signifikante Auswirkung von Oberflächeneigenschaften

Zeitliche Dynamik – Fabaceae; annuell (krautig)
vs. Gräser

Hypothesen

H1: Die anfänglichen Substrateigenschaften bestimmen die Struktur und Eigenschaften der Geländeoberfläche. Die Stärke dieser Zusammenhänge ändert sich mit dem Entwicklungsstadium des Ökosystems

H2: Oberflächen- und Substrateigenschaften bestimmen anfänglich die Pflanzenartkombinationen

H3: Die dreidimensionale Vegetationsstruktur beeinflusst die Struktur der Geländeoberfläche

Zielvariablen H3

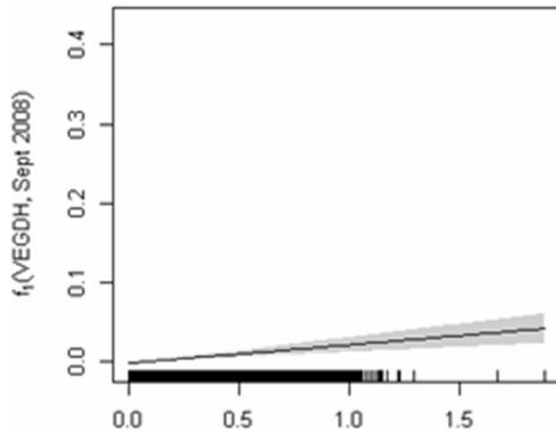
Verwendete Zielvariable:

- Geländehöhenveränderung

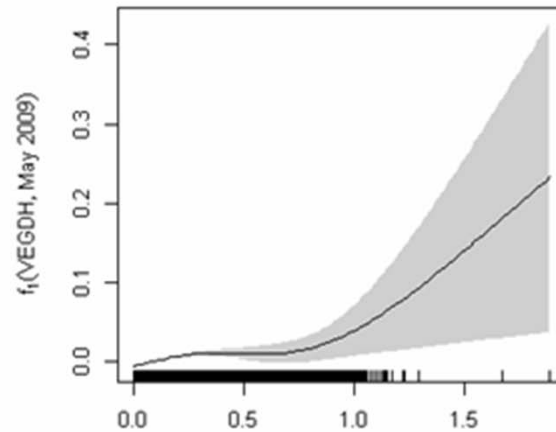
Erklärende Variablen:

- Wie bei H1, zusätzlich aber Produkt aus Vegetationshöhe und –dichte (Laserscans)

GAMM mit Identity-Link

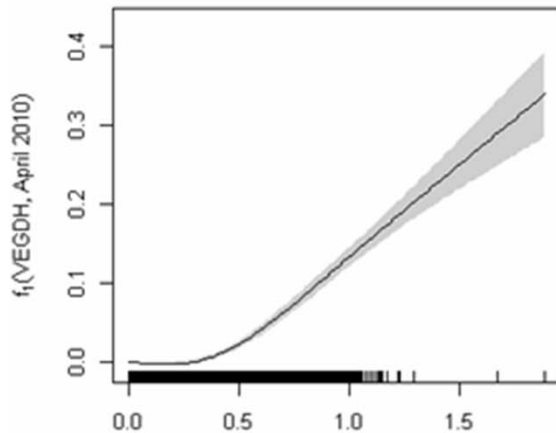


H*D Sept. 2008



H*D Mai 2009

Deutliche Verstärkung
des stabilisierenden
Effektes der Vegetation
über der Zeit



H*D April 2010

Lineare Prädiktoren:
Gleiche Wirkungen
von Boden- und
Oberflächenmerk-
malen wie bei H1

Hypothesen H1, H2, H3 werden bestätigt, allerdings mit relativ geringen Auswirkungen von Substrat- und Oberflächeneigenschaften auf die Vegetation.

Hinweise auf Feedbacks in der Oberflächenentwicklung, in der Vegetation, in deren Wechselwirkung.

Übergang von einem Geo-Hydro- zu einem Bio-Geo-Hydro-System.