

Potentials Landscape GEOLOGY

WIEDERHOLUNG

Fragestellungen - VL

- Wie kann man Muster in der Landschaft charakterisieren?
- Wie entstehen Muster in Landschaften?
- **Mit welchen Modellen kann man das beschreiben?**
- Wie entwickeln sich Landschaften?
- Welche Bedeutung haben Landschaftsheterogenität und Muster?
- Welche Bedeutung hat das alles für Anwendungen der Landschaftsökologie?

BS
UP

Gliederung

- 1) Beispiele für verschiedene Modelltypen aus der Vorlesung
s. Folien vom 04.06.2007
- 2) Modellierung von Potentialen in der Landschaft
 - a) Modellierung von Erosionspotentialen
 - b) Habitatmodellierung /
Modellierung der potentiellen räumlichen Verbreitung von Arten
- 3) Modellierung von Prozessen in der Landschaft
 - a) Modellierung von Erosion
 - b) Modellierung der räumlichen Populationsdynamik von Arten

Erosions- Modell

Prozessmodelle zur Modellierung der Erosion

- Warum Modellierung?
- Welche Prozesse sollen modelliert werden?
- Welche räumlichen & zeitlichen Skalen nehmen diese Prozesse ein?
- Wie kann ich die zu modellierenden Prozesse parametrisieren?
- Welche Modellkonzepte sind geeignet?
- Wie kann ich Bereiche mit homogener Prozessdynamik diskretisieren?
- Wie können Modelle kalibriert und validiert werden?
- Wie können differenzierte Prozesse integriert werden?

Warum Erosionsmodellierung?

On site

- Bodenverlust
- Verlust der Bodenfruchtbarkeit
- Verringerung der Wasserhaltekapazität



Off site

- Sedimentation in Reservoirs
- Katalysator, Transport- & Speichermedium für chemische & biologische Verschmutzung
- Verringerung der Wasserqualität



Fotos: M. Märker

Warum Erosionsmodellierung?

Globale Verteilung der äolischen und aquatischen Bodenerosion



Mellington 1990

Warum Erosionsmodellierung?

Durch Bodenerosion verursachten Schäden
(on site- & off site Schäden) belaufen sich auf:

ca. 450 Mrd. € pro Jahr

ca. 75 € pro Jahr und Person

Für Südafrika stellt die Bodenerosion wohl das größte
Umweltproblem in den kommenden Jahren dar.

W. Blum 2001 (Secretary General IUSS), Verster et al. 1994

Spüdenudationsprozesse und -formen

- Interrillen-Rillenerosion
- Runsenerosion / Gullyerosion
- Depositionsformen

Interrillen-Rillenerosion



Fotos: M. Märker

EROSIONSMODELLE

Runsenerosion



Atri/Italien

Calanchi



Volterra/Italien

Biancane

Fotos: M. Märker

BS
UP

EROSIONSMODELLE

Sedimenttransport



Foto: M. Märker

BS
UP

Deposition



Erosionsprozesse und Landschaftsformen



Erosionsprozesse und Landschaftsformen



BS
UP

Foto: M. Märker

Erosionsprozesse und Landschaftsformen



BS
UP

Foto: M. Märker

Erosionsprozesse und Landschaftsformen



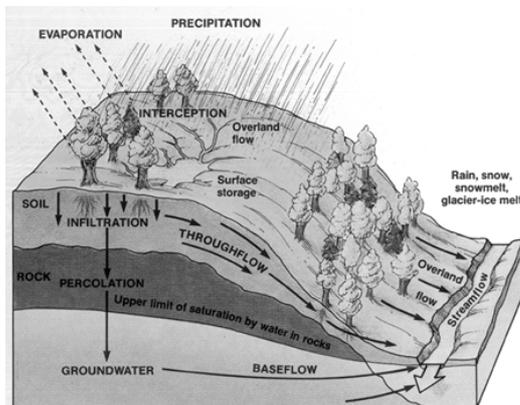
BS
UP

Foto: M. Märker

Parametrisierung der Erosionsprozesse

Morphometrische Reliefanalyse

Grundlage: DGM / DTM



BS
UP

Relief beeinflusst ...

- ... Mikroklimatologie & Hydrologie
- ... Boden- & Oberflächenabfluss
- Lösung, Transport & Akkumulation von Substanzen aufgrund von gravitativen Prozessen
- Pedogenese
- Vegetationsdecke

Parametrisierung der Erosionsprozesse

Auswirkungen der Geländemorphologie auf den Abfluss
- primäre topographische Indices -

- **Hangneigung** beeinflusst die allgemeine Bewegung hangabwärts
- **Exposition** bestimmt die Abflussrichtung
- **vertikale Krümmungen** bedingen Beschleunigung und Bremsung des Abflusses und damit Erosion und Deposition.
- **horizontale Krümmung** beeinflusst Konvergenz oder Divergenz des Abflusses

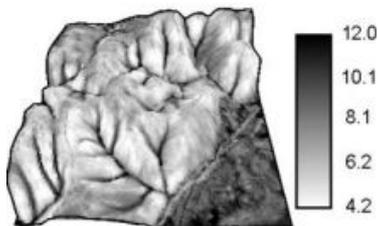
Parametrisierung der Erosionsprozesse

Topographic wetness index $TWI = \ln(A_s/G)$

= *compound topographic index* CTI

potentielle räumliche Verteilung der Bodenfeuchte

CTI



Sättigungsindex steigt mit zunehmender spezifischer Entwässerungsfläche A_s und abnehmenden Hangneigungsgradienten G und beeinflusst:

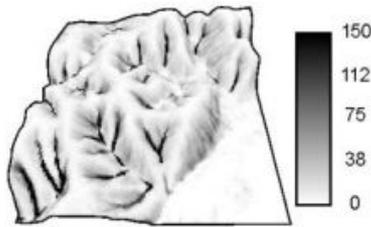
- Abflussakkumulation
- Bodenfeuchte
- Räuml. Verteilung der Sättigungszonen
- Tiefe des Grundwasserspiegels
- Evapotranspiration
- Bodenhorizontmächtigkeit
- Organische Substanz und pH des Bodens
- Bodentextur
- Verteilung der Vegetation

Parametrisierung der Erosionsprozesse

Stream power index $SPI = A_s \cdot G$

potentielle aquatische Erosion

SPI



Potentielle aquatische Erosion steigt mit zunehmender spezifischer Entwässerungsfläche A_s & zunehmenden Hangneigungsgradienten G

und beeinflusst:

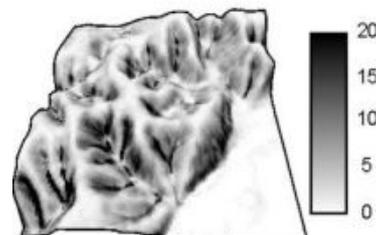
- Abflussmenge
- Abflussgeschwindigkeit
- Erosionspotential durch Oberflächenabfluss
- Bodenhorizontmächtigkeit
- Organische Substanz und pH des Bodens
- Bodentextur
- Verteilung der Vegetation

Parametrisierung der Erosionsprozesse

Transport Capacity index $TCI = \left[\frac{A_s}{22.13} \right]^m \left[\frac{\sin \beta}{0.0896} \right]^n$

Sedimenttransportkapazität

STI



mit

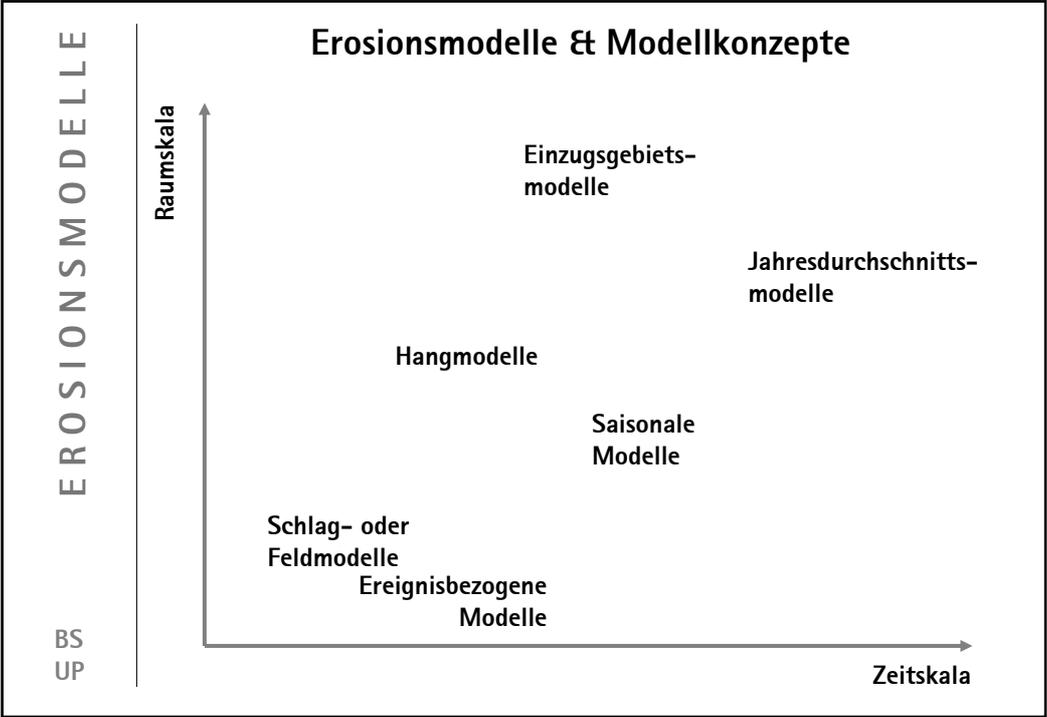
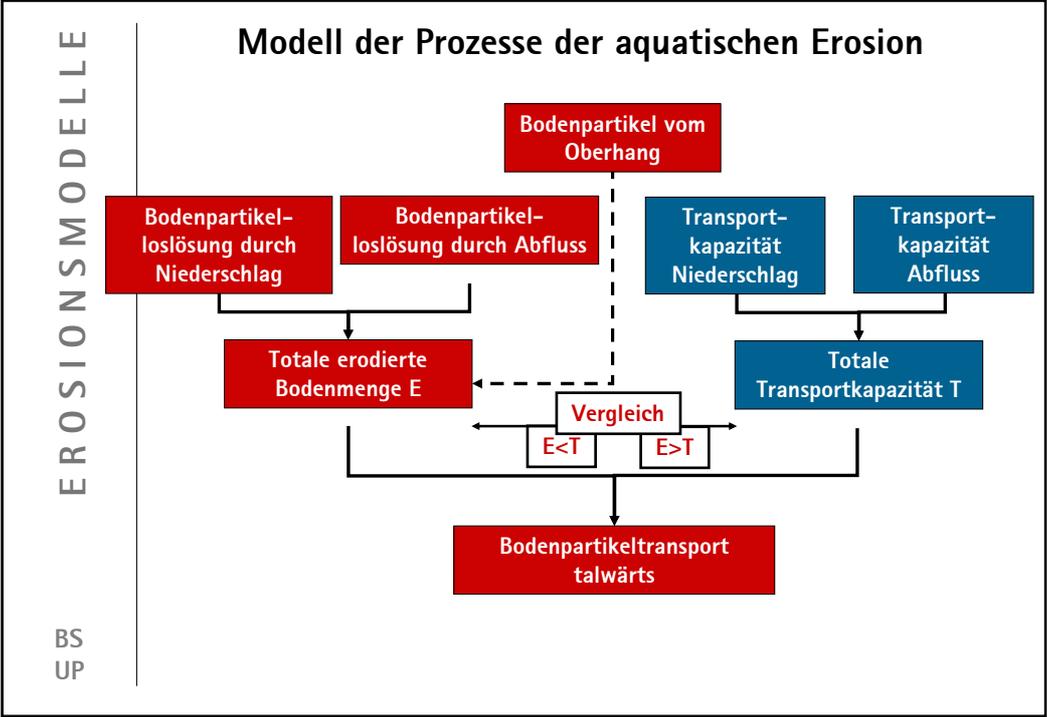
A_s : spezifische Entwässerungsfläche

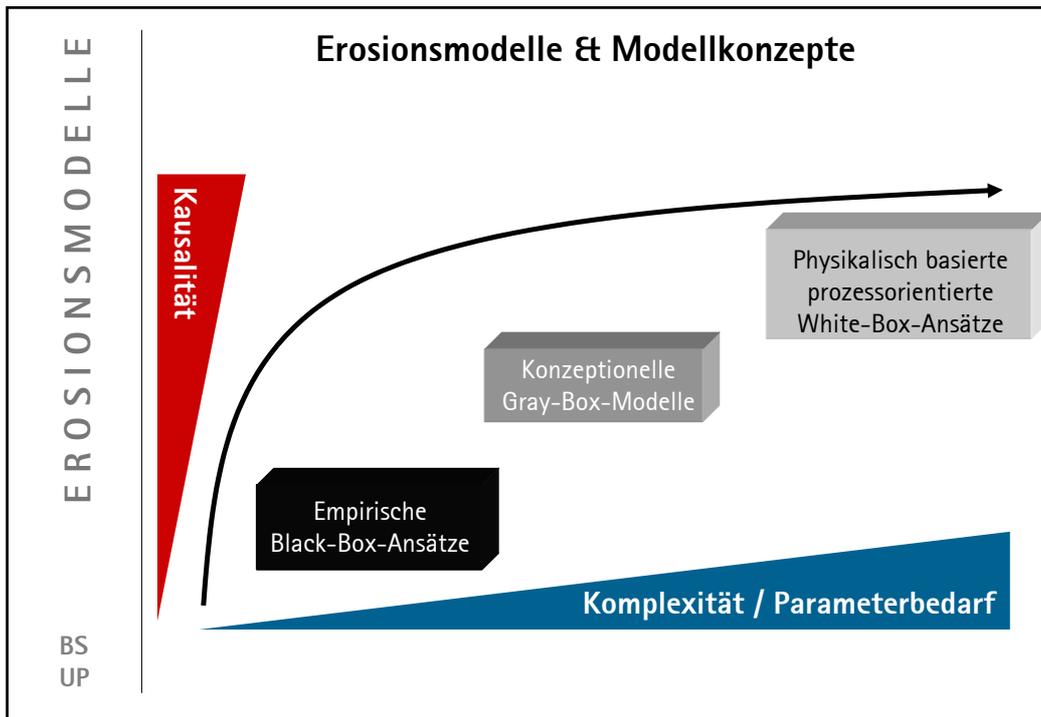
β : Hangneigung

m, n : spezifische Parameter

$m = 0.4 \dots 0.6$

$n = 1.0 \dots 1.4$





Parametrisierung von Erosionsmodellen

Dilemma

- Leistungsteigerung in der Computertechnologie ermöglicht zunehmend die **physikalisch-mathematisch korrekte Beschreibung der Erosionsprozesse**
- zunehmende Komplexität ist jedoch verbunden mit einem erhöhten **Datenbedarf**

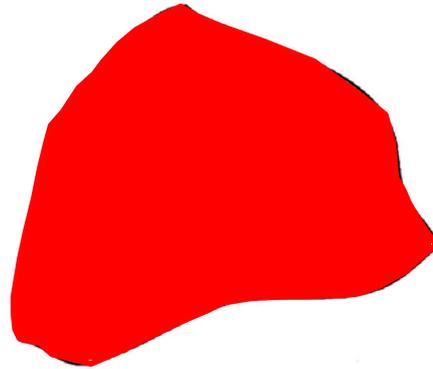
Problembereiche der Parametrisierung

- Niederschlagsinput (räumliche & zeitliche Verteilung)
- Bodenkomplex (dreidimensionale Dynamik)
- Sozioökonomischer Komplex (z.B. Beweidungsintensität, Holzeinschlag, ...)

Diskretisierungsansätze auf EZG-Ebene

Aggregierte Modelleinheiten

Gesamteinzugsgebiet wird über **Mittelwerte** beschrieben.



Prozessdynamik innerhalb der Modelleinheit wird nur unzureichend simuliert!

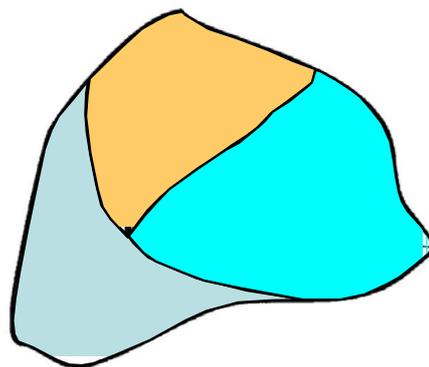
Diskretisierungsansätze auf EZG-Ebene

Distributive Modelleinheiten

Gesamteinzugsgebiet wird in spezifisch charakterisierbare Teilflächen unterteilt.

Semidistributive Ansätze

Prozessdynamik innerhalb des EZG kann exakter simuliert werden!



Diskretisierungsansätze auf EZG-Ebene

Distributive Modelleinheiten

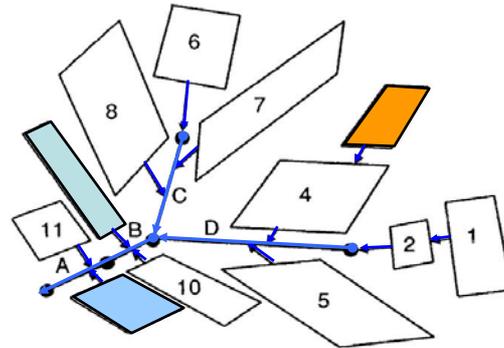
Gesamteinzugsgebiet wird in spezifisch charakterisierbare Teilflächen unterteilt.

Semidistributive Ansätze

Prozessdynamik innerhalb des EZG kann exakter simuliert werden!

Distributive Ansätze

- erlauben prozessbasierte Beschreibung der Erosionsdynamik für ganze EZGs
- ermöglichen Anwendung modularer Modellsysteme ((GEO-)WEPP, LISEM)



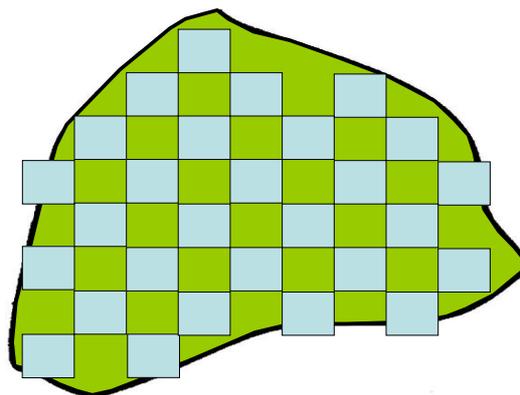
<http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/>
<http://www.geog.buffalo.edu/~rensch/geowepp/>
<http://www.geog.uu.nl/lisem/>

BS
UP

Diskretisierungsansätze auf EZG-Ebene

Rasterbasierter Ansatz

vollständig distributiv
jede Rasterzelle:
eigene Modelleinheit



Fixe Auflösung:
u.U. wird physiographische Heterogenität nicht angemessen berücksichtigt

BS
UP

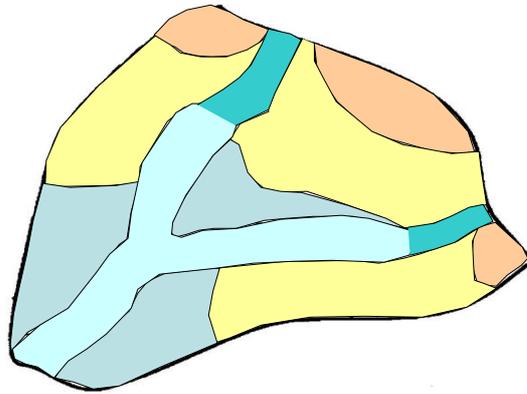
Diskretisierungsansätze auf EZG-Ebene

Response Unit-Ansatz

Aggregierte Flächen-
objekte mit **homogener
Prozessdynamik**

Auflösung
prozessabhängig

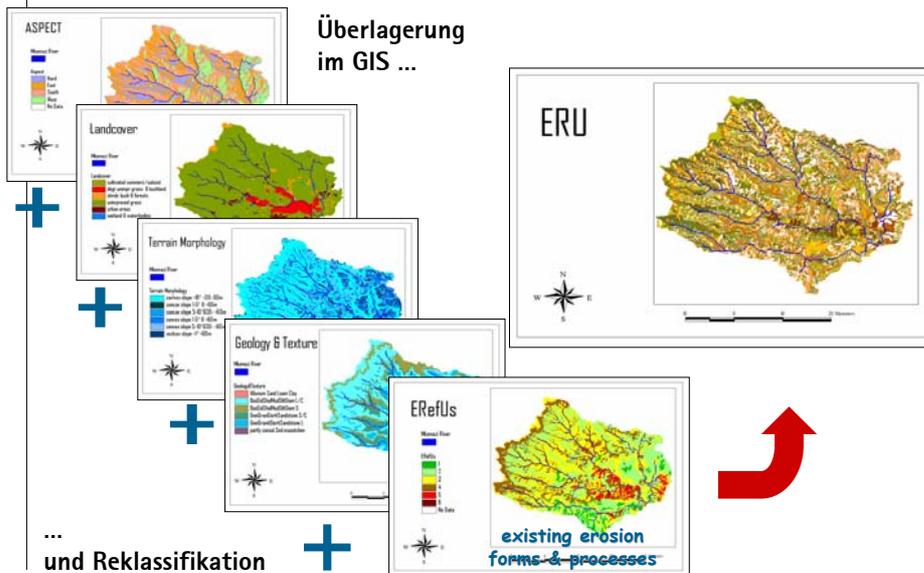
Unterschiedliche
Prozesse können exakt
differenziert werden!

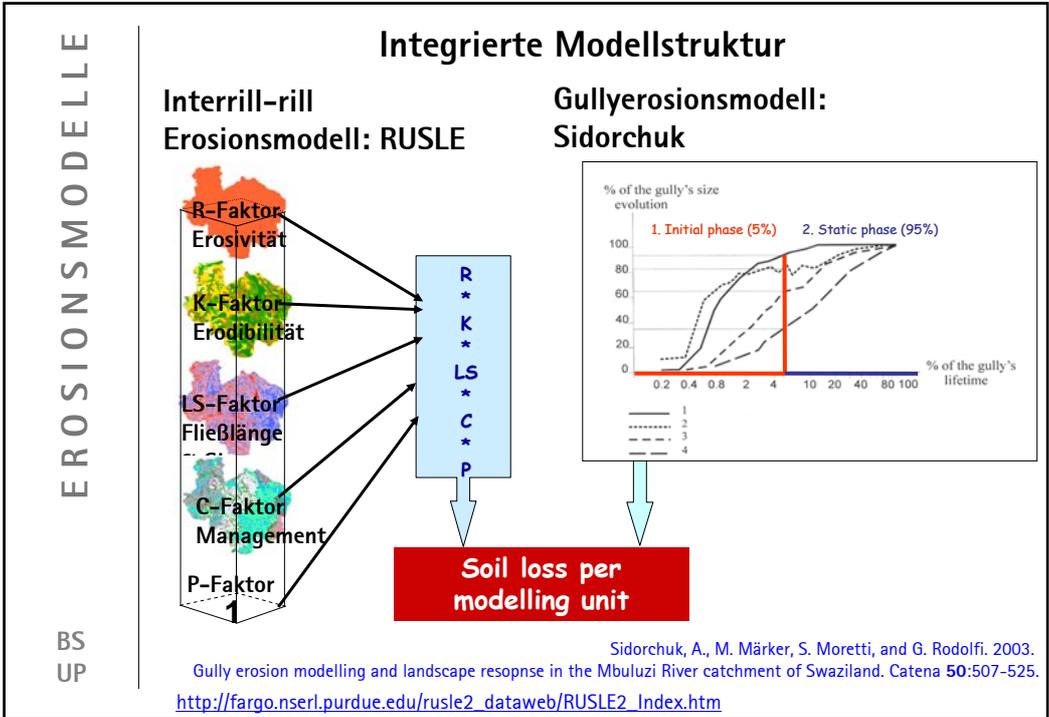
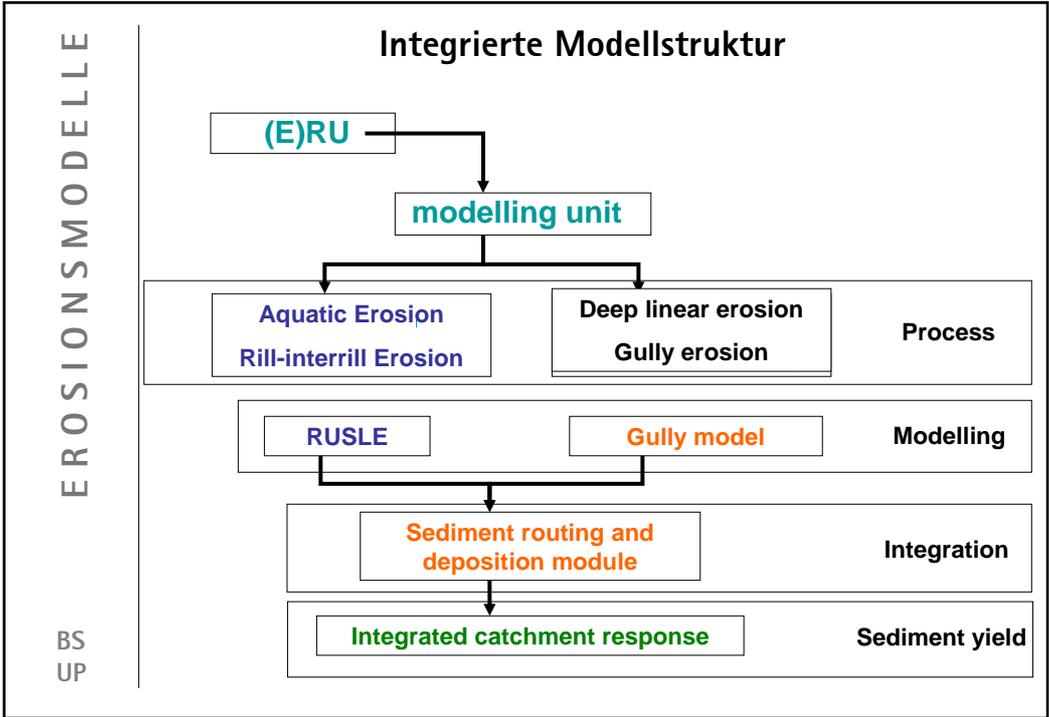


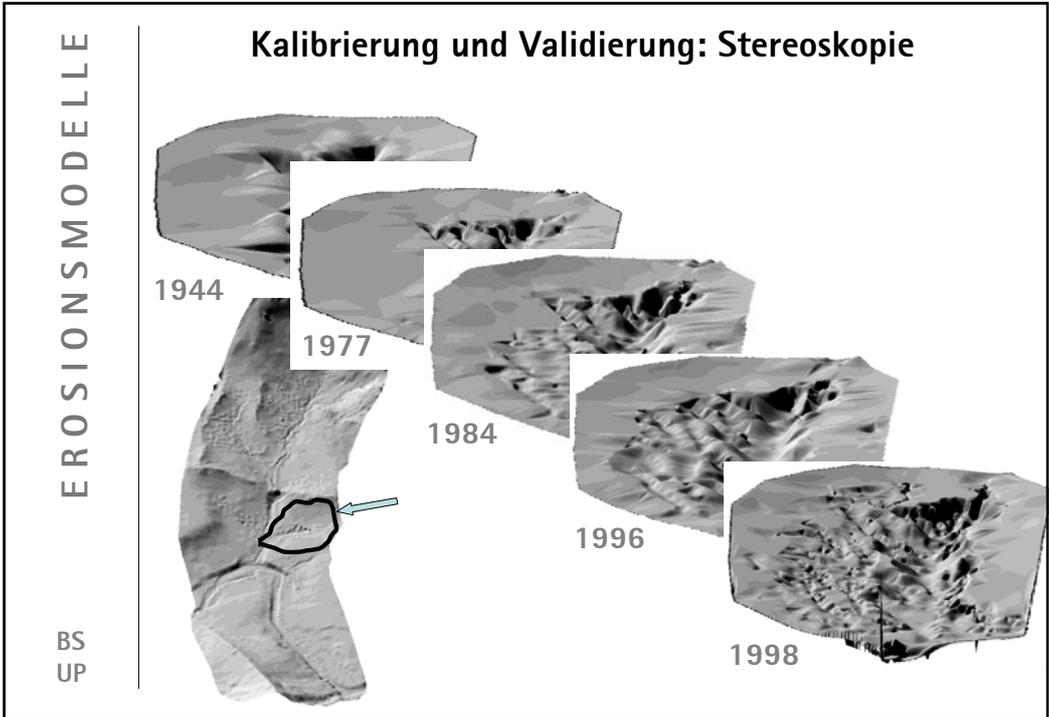
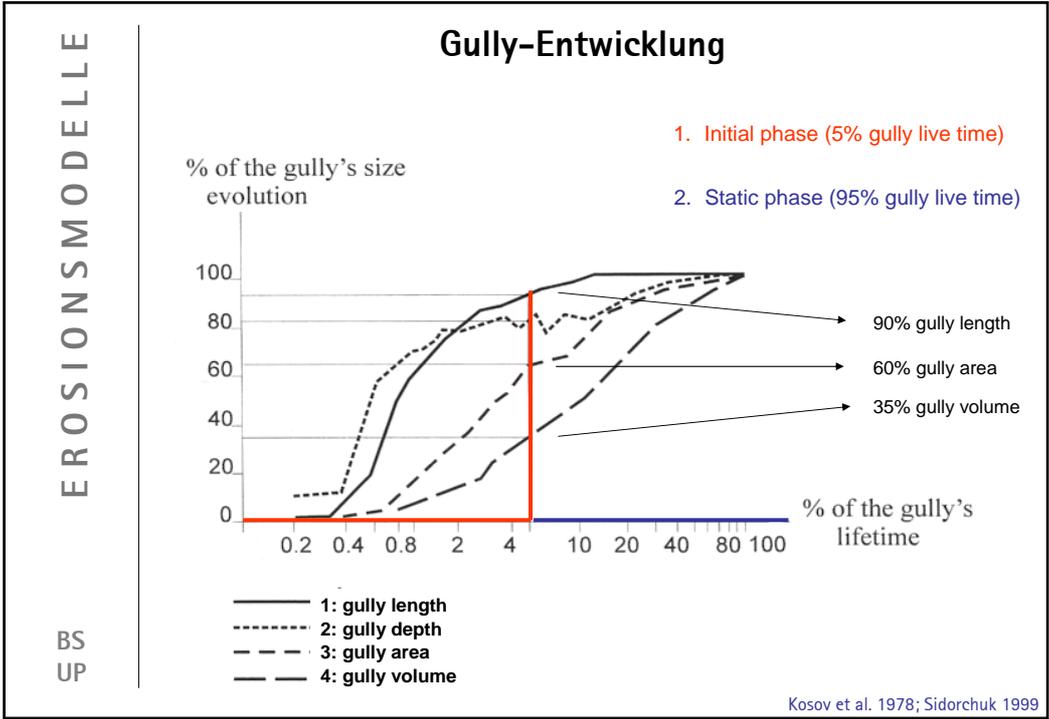
Ableitung und Regionalisierung der RUs

Response Units

Überlagerung
im GIS ...





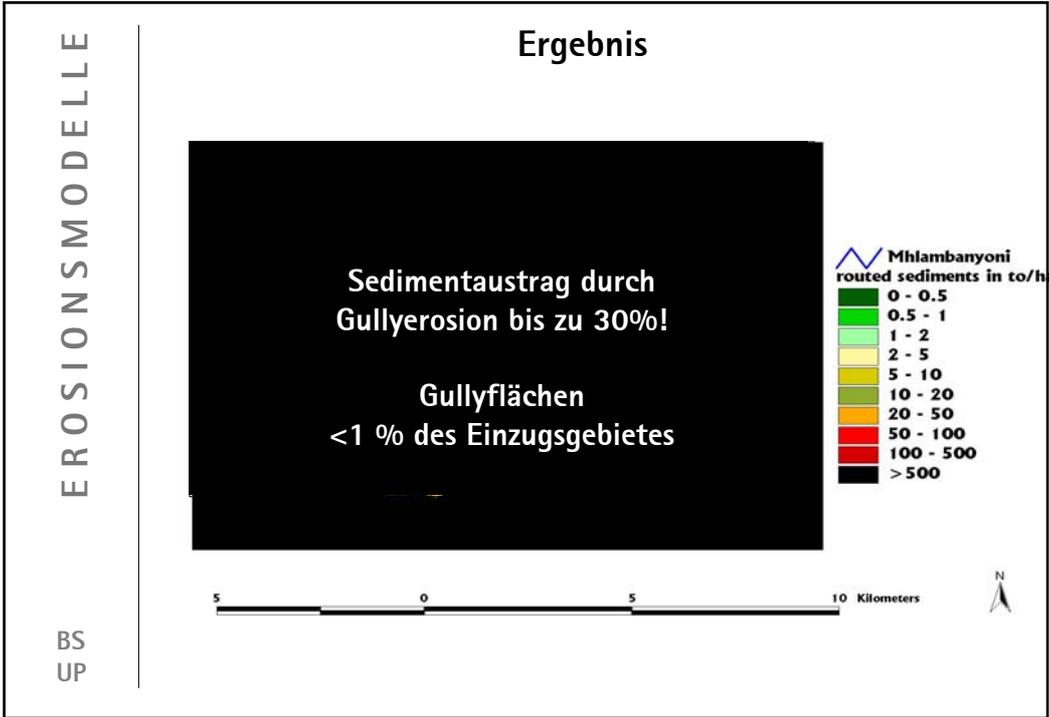


Validierung von Fernerkundungsdaten



Sedimenttransportmessungen





EROSIONSMODELLE

Habitat- Modell

BS
UP

Fragestellungen

- Welche Faktoren bestimmen die Verbreitung von Organismen?
 - Wie können wir aus Verbreitungsdaten Rückschlüsse auf Habitatpräferenzen ziehen?
 - Welche Flächen sind für eine bedrohte Art besonders wichtig?
 - Wie verändert sich der Habitatanspruch einer Art im Wandel der Landschaft?
 - Welche Faktoren bestimmen das Vorkommen einer Art auf unterschiedlichen räumlichen Maßstäben?
-
- Wie lassen sich Verbreitungsdaten von Organismen zur Analyse ihrer Habitatpräferenzen und zur Anwendung im Naturschutz nutzen?

Ziele der Habitatanalyse & Habitatmodellierung

Autökologie – Verständnis der Art-Habitat Beziehung:

Erklärung

- Analyse und Quantifizierung der Habitatansprüche
- Charakterisierung von Aspekten der realisierten Nische
- Formalisierung der Beziehung zwischen Umweltfaktoren, Habitatansprüchen und Verteilung der Arten

Anwendung in Naturschutz, Planung & Habitatmanagement:

Vorhersage

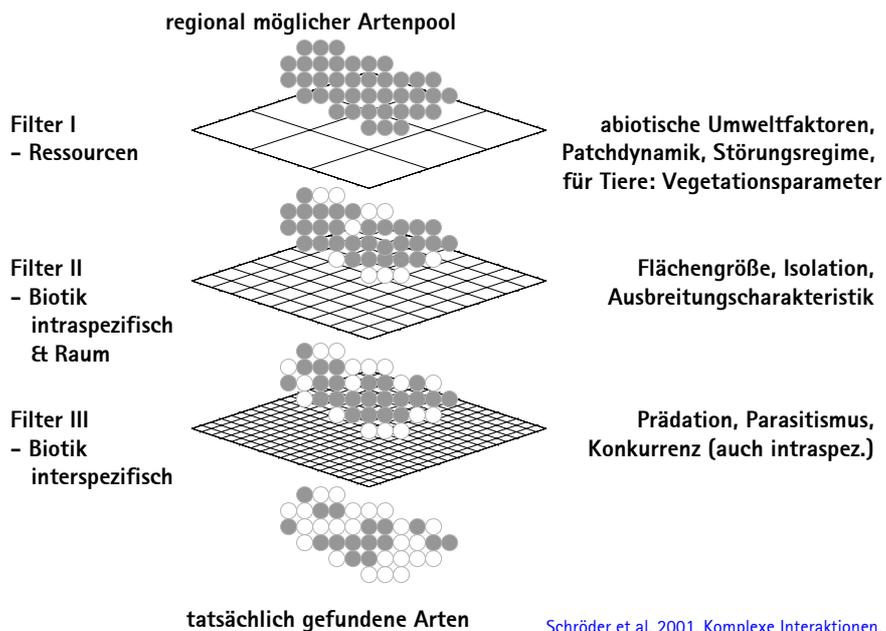
- Vorkommensprognose
- Prognose der Auswirkungen von Habitatveränderungen
- Auswahl von Schutzgebieten
- Ableitung optimaler Managementstrategien

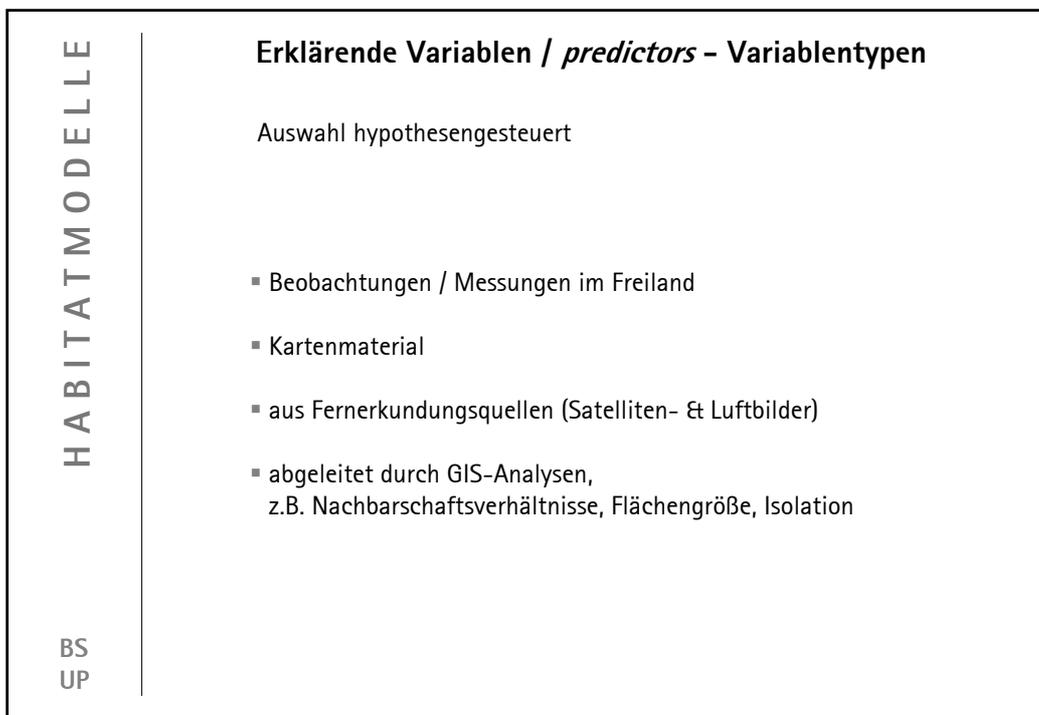
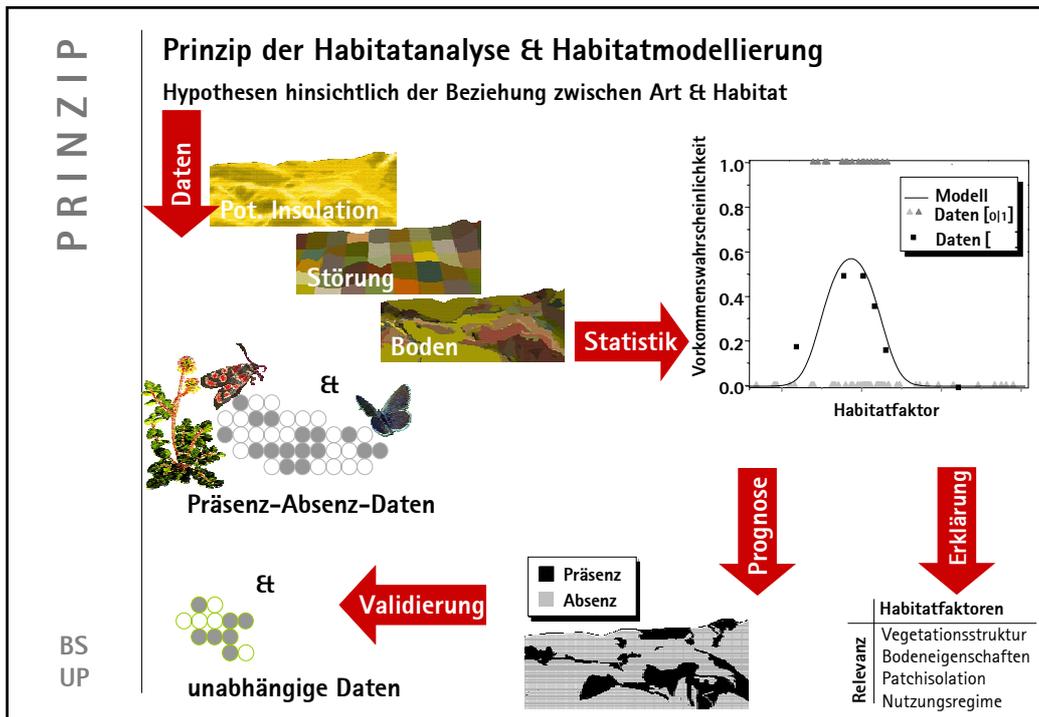
Grundannahmen: inhaltlich & statistisch

- Quasi-Gleichgewicht zwischen Art und Umwelt, d.h. langsame Veränderungen der Umwelt verglichen mit Lebenserwartung
- Habitate höherer Qualität werden proportional häufiger genutzt
- Habitatwahl dient der Fitnessmaximierung
- Fundamentale vs. Realisierte Nische
- Filterkonzept

- Unabhängigkeit der Beobachtungen räumlich & zeitlich

Konzept der Filterkaskade





HABITATMODELLE

Treibervariablen / Gradienten: korrelativ vs. kausal

indirekt	direkt	Ressourcen
Geländehöhe	Temperatur	Licht, Wärme
Bodentyp	pH	Nährstoffe
Bodentyp	nFK, FK,	Wasser

Trade-off



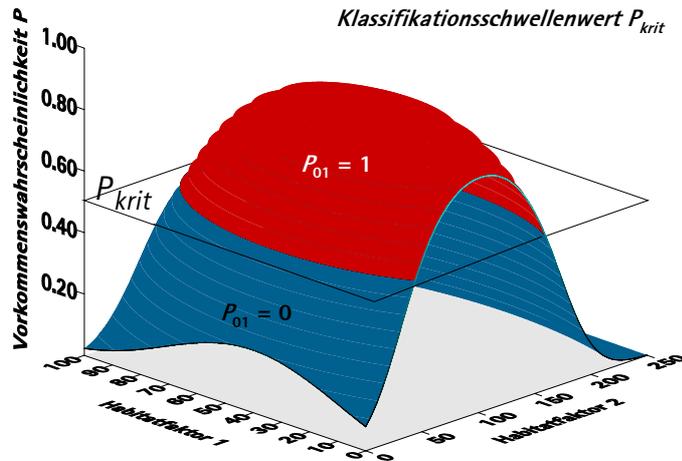
BS
UP

METHODEN

Klassifikation - Vorkommensprognose

Prognose $P_{01} = \begin{cases} 1 & \text{Vorkommen} & \text{falls } P \geq P_{krit} \\ 0 & \text{Nichtvorkommen} & \text{falls } P < P_{krit} \end{cases}$

Klassifikationsschwellenwert P_{krit}



BS
UP

Gütemaße für den Klassifikationserfolg

		Daten		
		1	0	
Prog-nose	1	a	b	a+b
	0	c	d	c+d
		a+c	b+d	n

% korrekt: $(a+d)/n$
Sensitivität: $a/(a+c)$
Spezifizität: $d/(b+d)$

Klassifikationsschwellenwert-abhängige Gütemaße:

Sensitivität:
Anteil korrekt klassifizierter Vorkommen

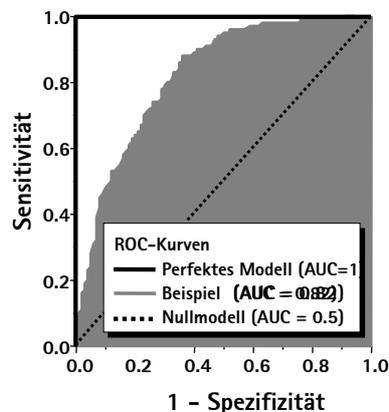
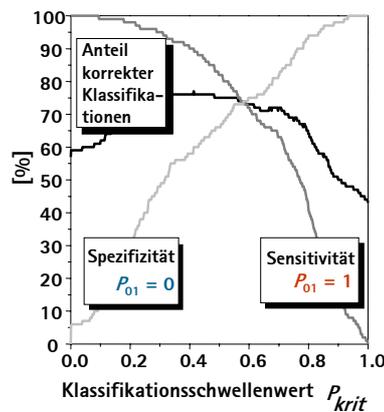
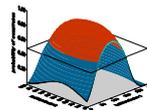
Spezifizität:
Anteil korrekt klassifizierter Nichtvorkommen

- b** falsche Nichtvorkommenprognose
- mögliche Ursachen: Dieke alle geeignete Habitate besetzt, Nichtvorkommen ist ungewiss, Unsicherheit, problematisches Habitat für die geeignete Habitate zerstört werden
 - problematisch, bei Kostenerhöhung durch Maßnahmen für vermeintlich geeignete Habitate

Modellbewertung - Prognosegüte

Prognose $P_{01} = \begin{cases} 1 = \text{Vorkommen} & \text{wenn } P \geq P_{krit} \\ 0 = \text{Nichtvorkommen} & \text{wenn } P < P_{krit} \end{cases}$

$P_{01} = \text{Präsenz} = 1$
 $P_{krit} = 0.5$
 $P_{01} = \text{Absenz} = 0$



area under ROC-curve / AUC :
integratives Gütemaß, unabhängig vom Klassifikationsschwellenwert

Bedeutung verschiedener Umweltvariablen für den Prognoseerfolg

BS
UP

? Modellierung der Habitatansprüche

Prognose von Heuschrecken - Qualität der Variablen

Conocephalus dorsalis

- Biotoptyp

$R^2 = 0.16$; 63.3% korrekt;

AUC = 0.69

- + einfach bestimmbare Habitatfaktoren

$R^2 = 0.38$; 73.6% korrekt;

AUC = 0.81

- + Vegetationsstruktur

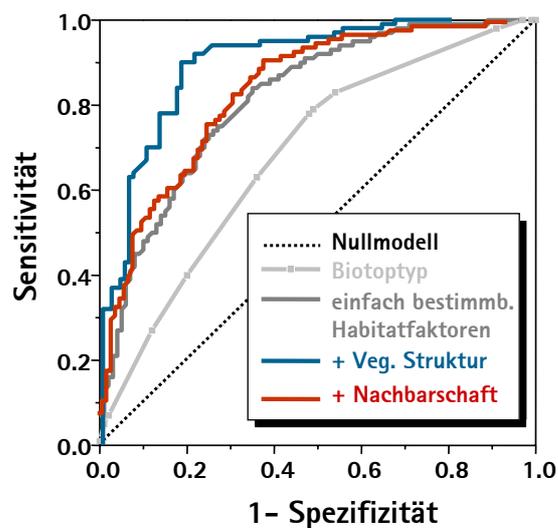
$R^2 = 0.61$; 83.6% korrekt;

AUC = 0.93

- + Nachbarschaft

$R^2 = 0.42$; 74.8% korrekt;

AUC = 0.83



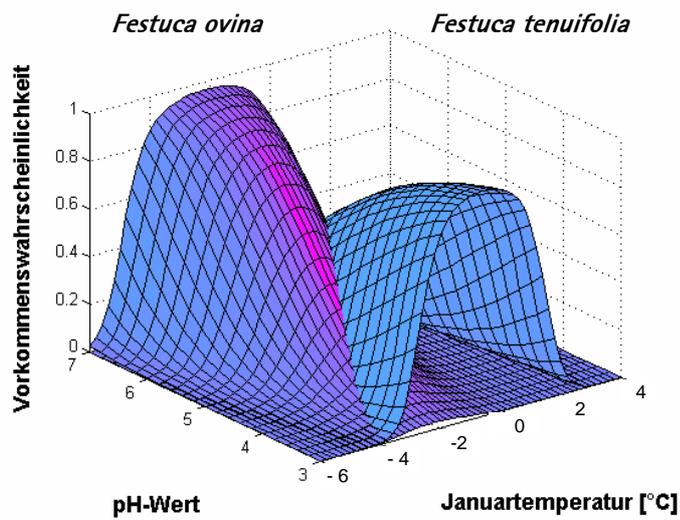
BS
UP

Schröder, 2000

Neuauswertung eines großen Datensatzes zu Borstgrasrasen

? Modellierung von Gesellschaften

Habitatmodell für Borstgrasrasenarten



Peppler-Lisbach, C. & Schröder, B. in press. Predicting the species composition of mat-grass communities - Journal of Vegetation Science.

Habitatmodell für Borstgrasrasen - Zusammensetzung von Nardetalia in Abhängigkeit von Umweltfaktoren

Simulation nach C:\Nardetalia\regression\nard_m4+5_koeff_form.prn

Datei Tabelle erstellen Ähnlichkeiten berechnen

pH-Wert 4.5

C/N-Verhältnis 12

Feuchte
 nicht redoximorph redoximorph Torf

Nutzung
 beweidet gemäht Brache

Höhe über N.N. 700

Niederschlag Jahresmittel (mm) 1450

Januar-Temperatur (°C) -2.5

Jahresschwankung der Temperatur (°C) 15.8

Zahl der trüben Tage 185

Parameter aus Gebiet:
 Harz, Hochfläche

prognostiziert: 21 Arten

- 1.00 *Potentilla erecta*
- 0.98 *Nardus stricta*
- 0.97 *Festuca rubra* agg.
- 0.95 *Agrostis tenuis*
- 0.93 *Rhynchospora squarrosa*
- 0.93 *Meum athanaticum*
- 0.88 *Galium hircynicum*
- 0.85 *Carex pilulifera*
- 0.81 *Vaccinium myrtillus*
- 0.77 *Polygonum bistorta*
- 0.74 *Pleuronotus schreberi*
- 0.74 *Luzula campestris*
- 0.73 *Avenella flexuosa*
- 0.65 *Rhynchospora odoratum*
- 0.61 *Campanula rotundifolia*
- 0.59 *Hypericum maculatum*
- 0.57 *Veronica officinalis*
- 0.54 *Polytrichum formosum*
- 0.53 *Rumex acetosa*

nicht prognostiziert: 119 Arten

- 0.48 *Achillea millefolium*
- 0.47 *Arnica montana*
- 0.43 *Juncus effusus*
- 0.42 *Stellaria graminea*
- 0.38 *Anemone nemorosa*
- 0.36 *Luzula multiflora*
- 0.35 *Hieracium lachenalii*

p.krit: 0.5

sortiert nach p

Prognose Beenden

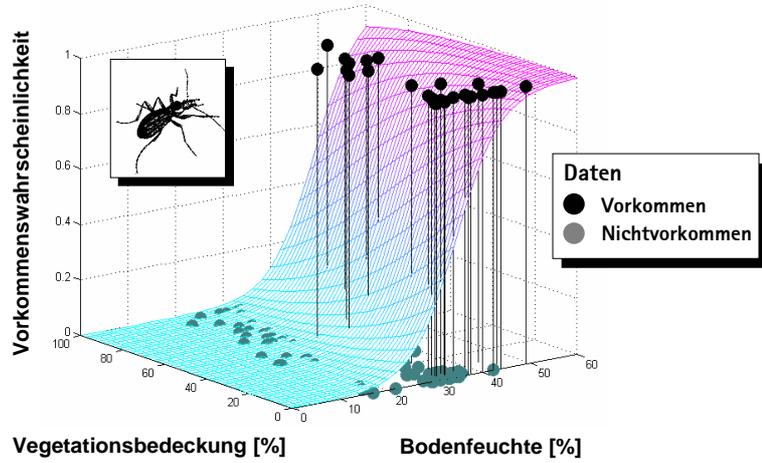


Repräsentativität einer Zielart
für eine Gruppe von Laufkäferarten
in einem Auwald

? Übertragbarkeit von Habitatmodellen

ZIELART

Habitatmodell für *Agonum livens* - Responseoberfläche

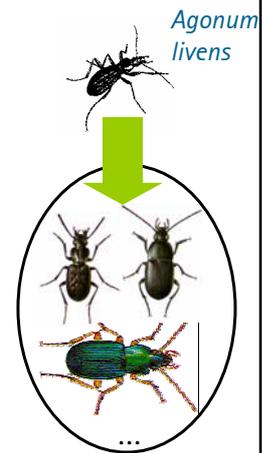
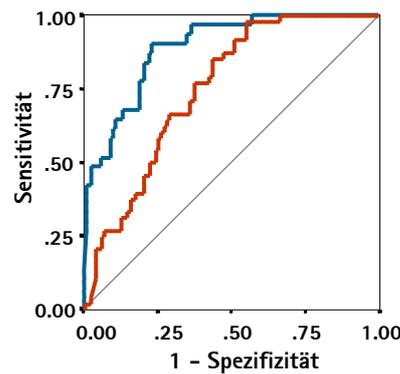


BS
UP

Modellvariablen: Bodenfeuchte ($\beta_1 = 0.27, p < 0.001$) korrekt = 0.80
 Vegetationsbedeckung ($\beta_2 = -0.05, p < 0.001$) $R^2_N = 0.53$
 Grasbedeckung ($\beta_3 = 0.05, p = 0.007$) $AUC_{cross} = 0.88$

SCHIRMEFFEKT

Nachweis des Schirmeffektes der Zielart
 Modelltransfer *A. livens* auf Artengruppe



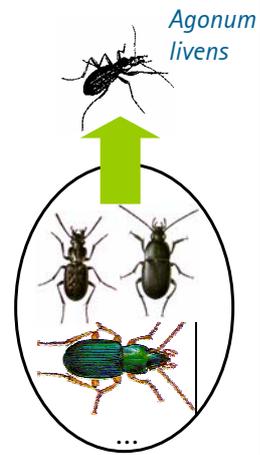
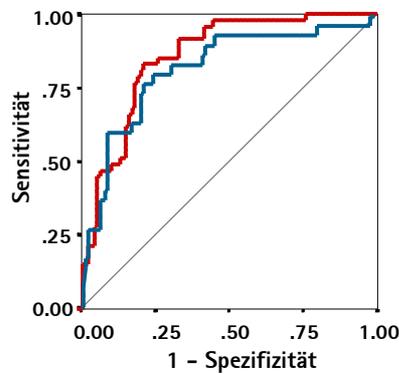
BS
UP

response (Art)	AUC	[CI] _{95%}
<i>A. livens</i>	.88	[.83 - .95]
Gruppe 3	.75	[.68 - .83]

Bonn, A. and Schröder, B. 2001. Habitat models and their transfer for single- and multi-species groups...- Ecography 24: 483-496.

SCHIRMEFFEKT

Nachweis des Schirmeffektes der Zielart - "rückwärts"
 Modelltransfer Artengruppe auf *A. livens*



response (Art)		AUC	[CI] _{95%}
— Gruppe	3	.83	[.78 - .91]
— <i>A. livens</i>		.81	[.72 - .90]

BS
UP

Bonn, A. and Schröder, B. 2001. Habitat models and their transfer for single- and multi-species groups...- Ecography 24: 483-496.

LERNEN

Webbasierte Lernmodule
 zur Habitatmodellierung

BS
UP

www.gimolus.de

Interaktive, webbasierte Lernumgebung

Einstieg | Anleitung | Inhalt | Materialien | Unterstützung

Definition | Nominale Variablen | Multikollinearität | Schrittweise Modellbildung | Visualisierung | Aufgaben

Modellbildung | Visualisierung | Übersicht

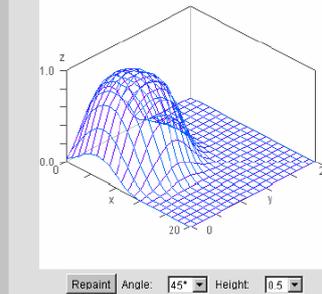
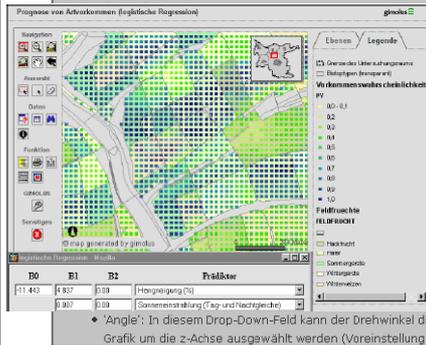
☐ ☐

Visualisierung bivariater logistischer Regressionsmodelle (Aufgabe)

Aufgabe

Mit dem in der rechten Spalte angezeigten Java-Applet können Sie das Modell, das Sie in der vorangehenden Aufgabe erzeugt haben, in Abhängigkeit von zwei Variablen visualisieren. Sollten Sie kein Modell zur Verfügung haben, können Sie am unteren Ende der Seite ein

bx1:	0.801	bx2:	-0.08	xmin:	0	xmax:	20
by1:	1.201	by2:	-0.10	ymin:	0	ymax:	20
b0:	-3.123			zmin:	0.0	zmax:	1.0



DynEl. 6 Visualisierungstool für Responseoberflächen bivariater logistischer Regressionsmodelle (Java-Applet)
© 2003 Michael Rudner, Universität Oldenburg

Michael Rudner
Boris Schröder
Robert Biedermann

BS
UP

Rudner, M., Schröder, B., Biedermann, R. and Müller, M. 2003. Habitat modelling in GIMOLUS ... AGIT 2003, pp. 387-396.

Mosaik

BS
UP

Mosaikzyklen im MOSAIK - Landschaftsmodell

Unterschiedliche räumliche und zeitliche Skalen der Nutzung erzeugen verschiedene Mosaikzyklen

- Beweidung : feinskalig, raumzeitlich ungesteuert



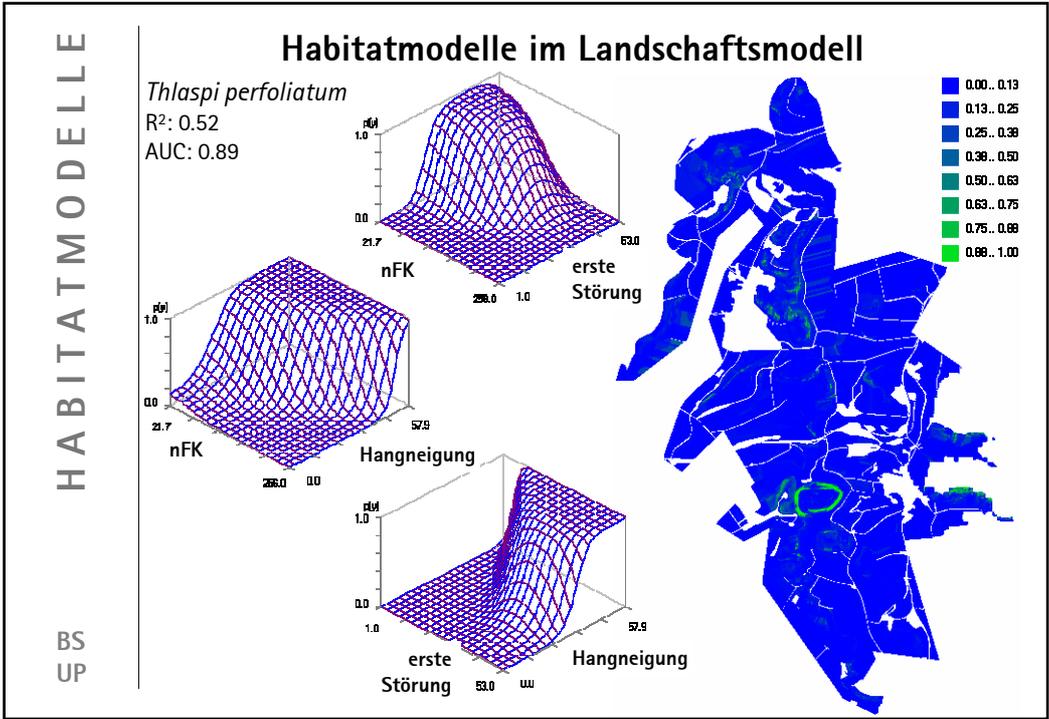
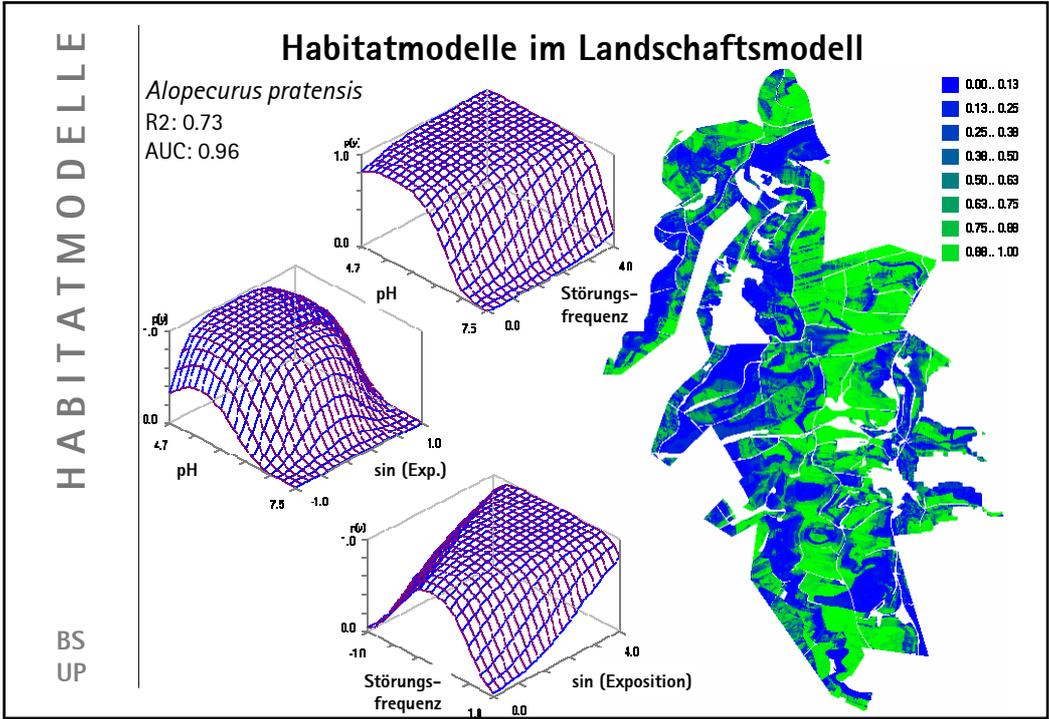
- Fräsen : grobskalig, raumzeitlich gesteuert



Hypothesen im MOSAIK-Projekt

zeitliche und räumliche Skala der Störungsregime bestimmen:

- abiotische Bedingungen (Heterogenität hinsichtlich Wasser- & Nährstoffversorgung)
- raumzeitliche Muster der Habitateignung für Pflanzen & Tiere
- Stabilität & Synchronität der Populationsdynamik von Pflanzen & Tieren
- Überlebensfähigkeit der Pflanzen- & Tier-(Meta-)populationen
- Diversität des Ökosystems

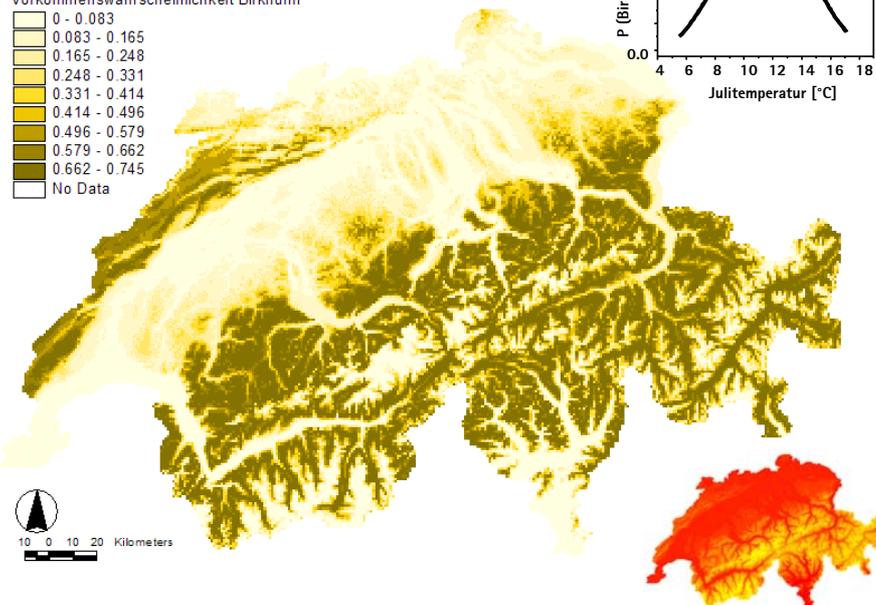
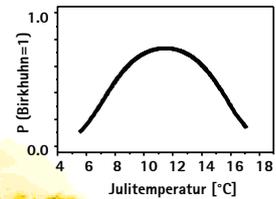


Anwendung: Szenarien

BS
UP

HABITATMODELLE

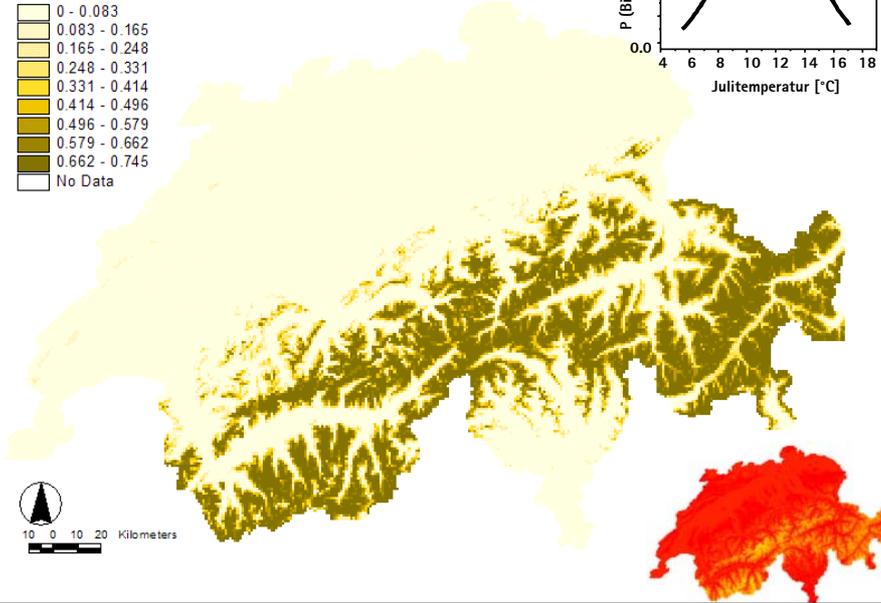
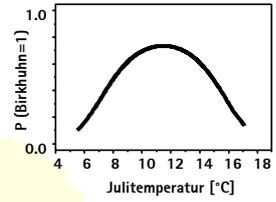
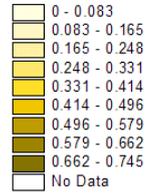
Beispiel Birkhuhn ~ Julitemperatur



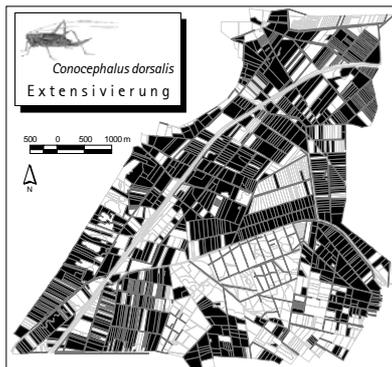
BS
UP

Szenario Julitemperatur plus 5°C

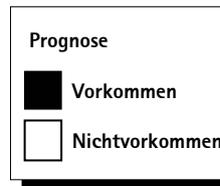
Vorkommenswahrscheinlichkeit Birkkuhn



Prognosen für Extensivierungs- & Intensivierungsszenarien



Conocephalus dorsalis

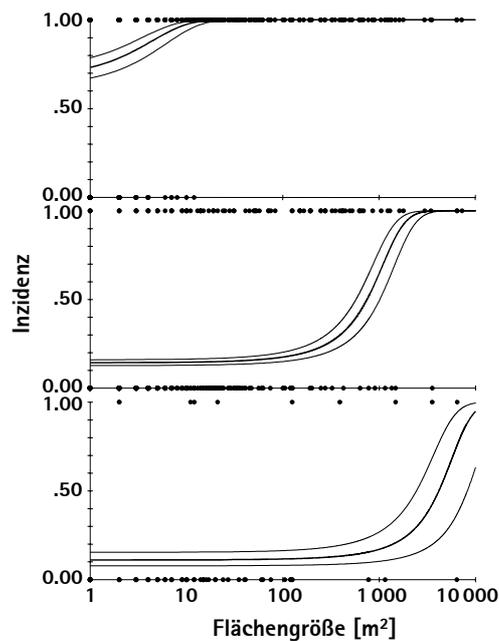


Flächen- parameter

BS
UP

HABITATMODELLE

Inzidenzkurven für Flächengrößen



Zikaden in der Porphyrkuppen-
landschaft von Halle/Saale

*Adarrus
multinotatus*



*Neophilaenus
albipennis*



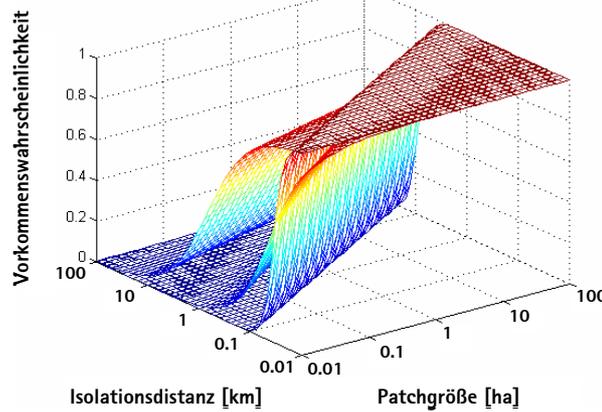
*Ribautodelphax
pungens*



aus: Biedermann, R. (1997):
Populationsökologische
Untersuchungen an Zikaden. –
Diss. Universität Mainz.

BS
UP

Habitatmodelle auf der Basis von räumlichen Parametern Prädiktorvariablen: Flächengröße & Isolation




Hipparchia semele
R²: 0.37


Hesperia comma
R²: 0.69

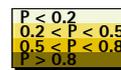

Plebejus argus
R²: 0.85

Thomas, Thomas & Warren (1992) & Dennis, Shreeve & Sparks (1998)

Landschaftscharakterisierung als Basis räumlich expliziter Populationsdynamik

Welche Biotope sind Habitate?

- Habitatmodelle Patch/Matrix



Welche Qualität haben die Habitate?

- Habitatmodelle Mosaik unterschiedlicher Habitatqualitäten
- Modelle der Patchdynamik zeitlich strukturiertes Habitatmosaik

Welchen Einfluß haben die räumlichen Eigenschaften auf die Habitatqualität?

- Habitatmodelle, Habitatkonnektivitäts- & Landschaftsstrukturanalyse
räumlich strukturiertes Habitatmosaik in der Landschaft