



# Laufkäfer in bayerischen Buchenwäldern und Mooren im Klimawandel – Ergebnisse aus zwei Forschungsprojekten und dem FFH- Monitoring

Dr. Matthias Jantsch, Abt. 2 Boden und Klima, LWF

Vertretung für Stefan Müller-Kroehling, Abt. 6 Biodiversität, Naturschutz und  
Jagd, LWF

Mitgewirkt haben: Dr. Hagen Fischer, Markus Blaschke und Prof. Dr. A. Fischer



# Laufkäfer in bayerischen Buchenwäldern im Klimawandel

- Einführung/Methodik
- Ergebnisse
- Diskussion/Ausblick

# Klimawandel



## Unsicherheiten:

- Zeitlich und räumlich
- Auswirkung auf Ökosysteme
- Wechselwirkung zwischen verschiedenen Arten
- Schutz und Erhalt von wichtigen Arten in Schutzgebieten (FFH-Richtlinie)

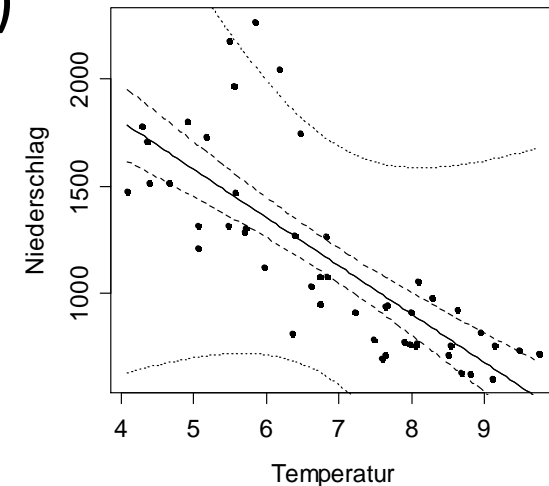


# Welcher Klima-Faktor ist entscheidend?

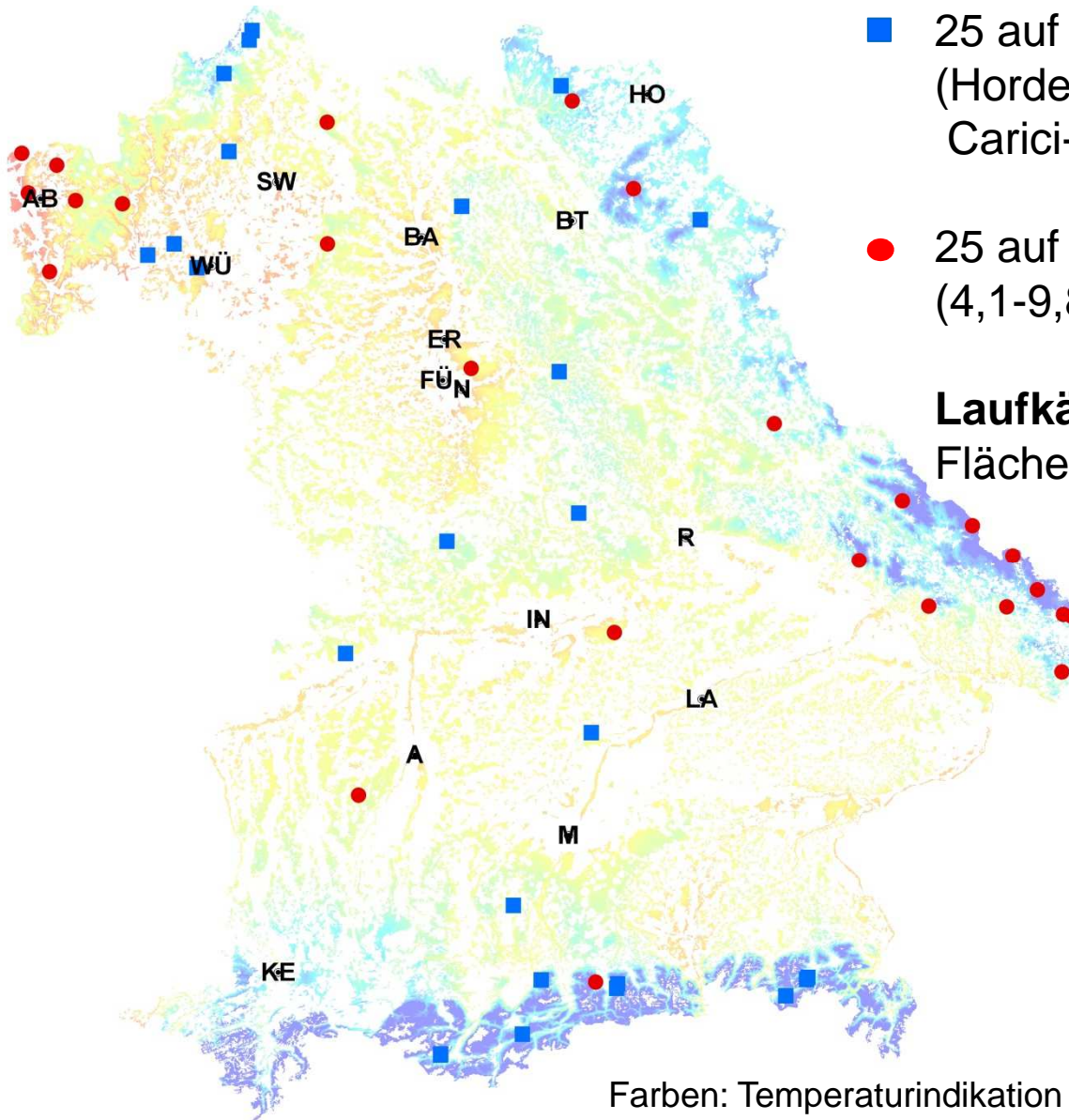
Temperatur und Niederschlag sind im bayernweiten Gradienten stark korreliert (0,8)

Es gibt keine feuchten, warmen und keine trockenen, kalten Flächen in Bayern

Alle Modelle beziehen sich bei unseren Auswertungen auf die **Jahresdurchschnittstemperatur**, da das Projekt auch als Temperaturgradient angelegt war.



# Verteilung der Flächen der Temperaturgradientenstudie



# Verteilung der Flächen der Temperaturgradientenstudie



Mainaschaff (Untermainebene), Stadt  
Aschaffenburg, 9,8°C Jahresdurchschnitt



Buchenau (Nationalpark Bayerischer  
Wald), Landkreis Regen, 4,1°C  
Jahresdurchschnitt



Buchengebüsch an der Waldgrenze in den bayerischen Alpen

# Laufkäfer (Carabidae) als Modellgruppe



## Vorzüge:

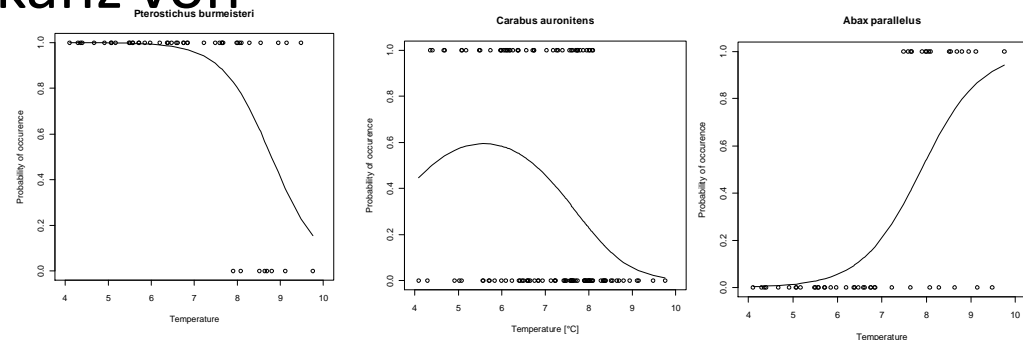
- Artenreich (ca. 500 heimische Arten) auf Familien-Niveau
- In allen terrestrischen Lebensräumen vorkommend
- Einfach standardisiert erfassbar (die bodenlebenden Arten)
- Taxonomisch und chorologisch sehr gut erforscht (in Mittel- und Nordeuropa)
- Gute Fachgrundlagen auch planerisch (moderne Rote Liste, Liste der Verantwortungsarten)
- Starker Bezug zum Standort (Klima, Boden) und zur Vegetationsstruktur
- Ausbreitungsschwache Traditionszeiger, ausbreitungsstarke, flugfähige, rasch reagierende Arten



# Auswertungsmethodik

## 1) Test auf Temperatur-Signifikanz von

- 34 Laufkäferarten (>2)
- 37 Schneckenarten (>5)
- 129 Gefäßpflanzen (>7)
- 26 Moosarten (>7)



(2-seitiger ungepaarter T-Test) und bei Signifikanz **GL-Modelle** erstellt (GLM = Generalized Linear Models)

**Kartenerstellung** aus a-priori-Wahrscheinlichkeiten (Präsenz-Absenz); Klimadaten: „WETTREG B1“ (+ 1.8 K bis 2100).

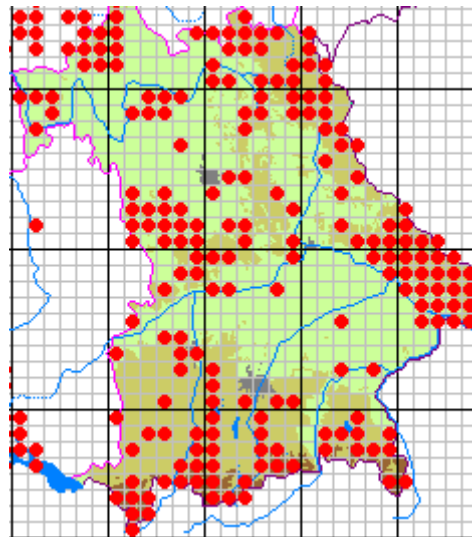
2) Vergleich mit den entsprechenden Werten aus **zusätzlich 70 Buchenwaldflächen und 413 unterschiedlicher Waldflächen**

3) **Vergleich** der modellierten Ist- und zukünftigen Verbreitung mit reellen Verbreitungskarten Bayerns auf Plausibilität

# Wie gut passen die Modelle? Und was sagen sie für die Zukunft?

„*Prognosen* sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen“

(Mark Twain? Karl Valentin?)



Carabus auronitens 1971-2000

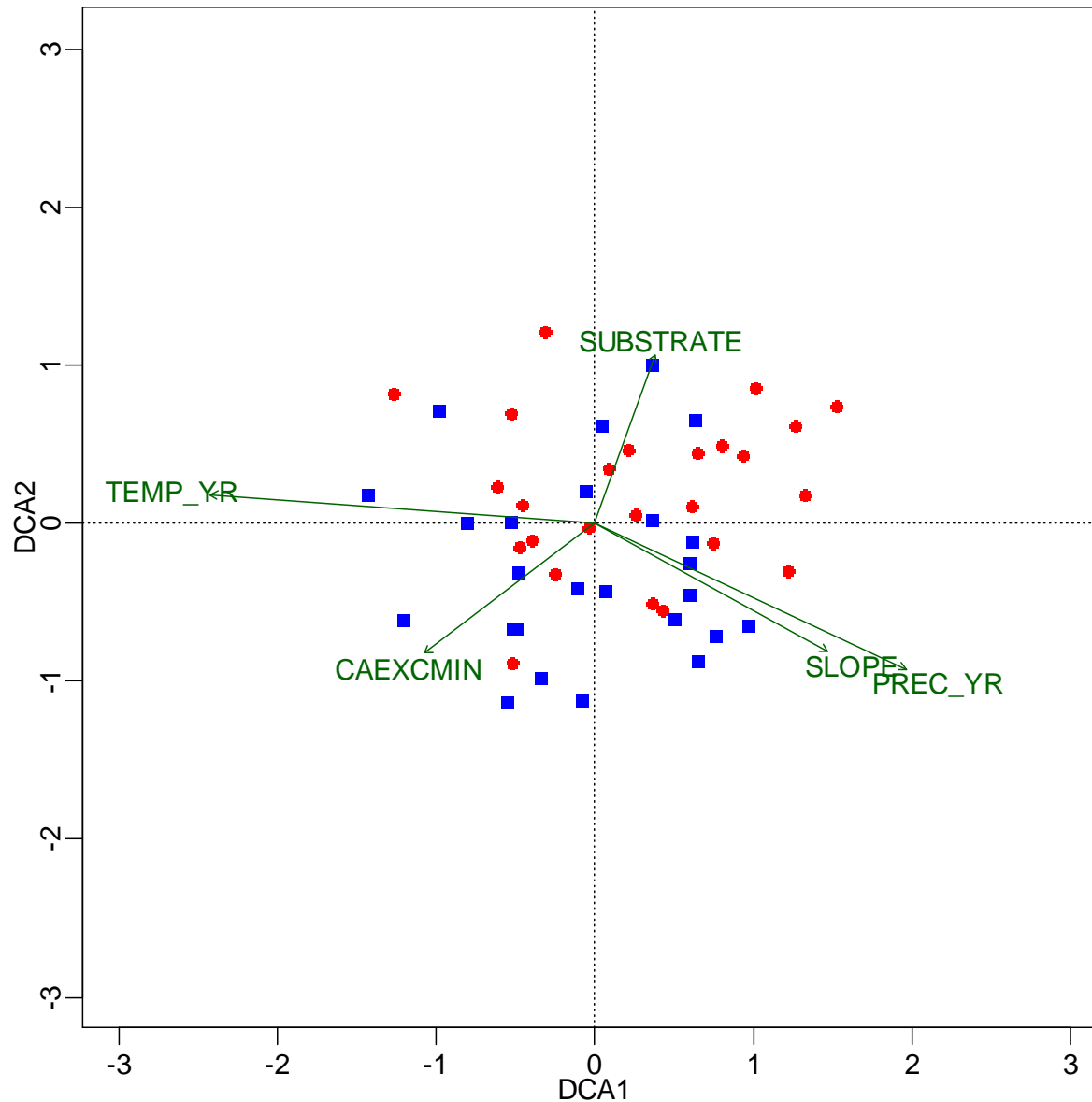




# Laufkäfer in bayerischen Buchenwäldern im Klimawandel

- Einführung/Methodik
- **Ergebnisse**
- Diskussion/Ausblick

# Zusammenhang der Artvorkommen mit Klimawerten, und Substrat



- Klimafaktoren dominieren
- keine deutliche Trennung basischer ■ und saurer ● Reihe in den ersten zwei Ebenen
- Buchenstreu-Auflage

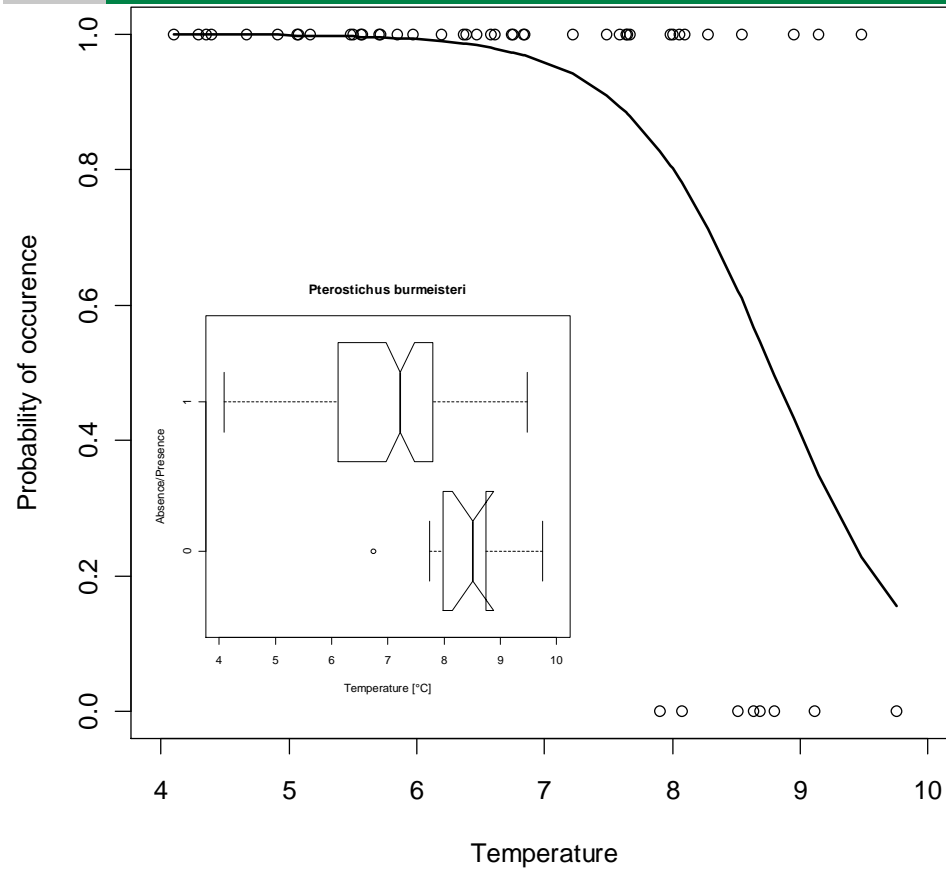
## Weitere Faktoren

Nur wenige der Flächen hatten höhere Totholz-Vorräte  
An hohe Totholzvorräte gebundene oder putativ mit diesen  
korrelierte Arten traten nur in Einzelfunden auf  
Vertiefende Auswertungen im Kontext der  
Temperaturgradientenstudie daher zu dieser Fragestellung  
nicht möglich



# Pterostichus burmeisteri

Pterostichus burmeisteri



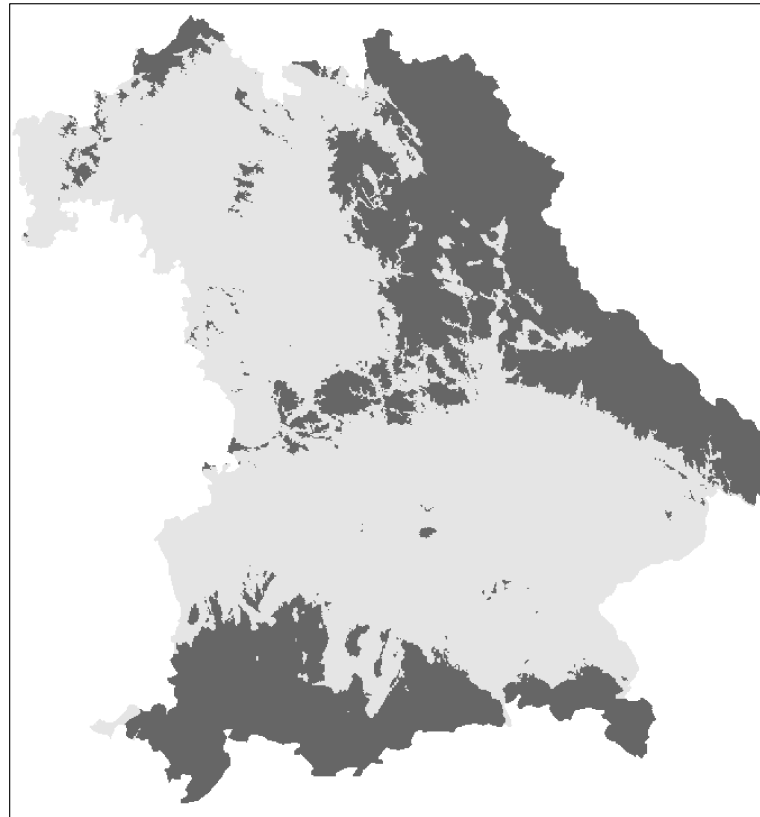
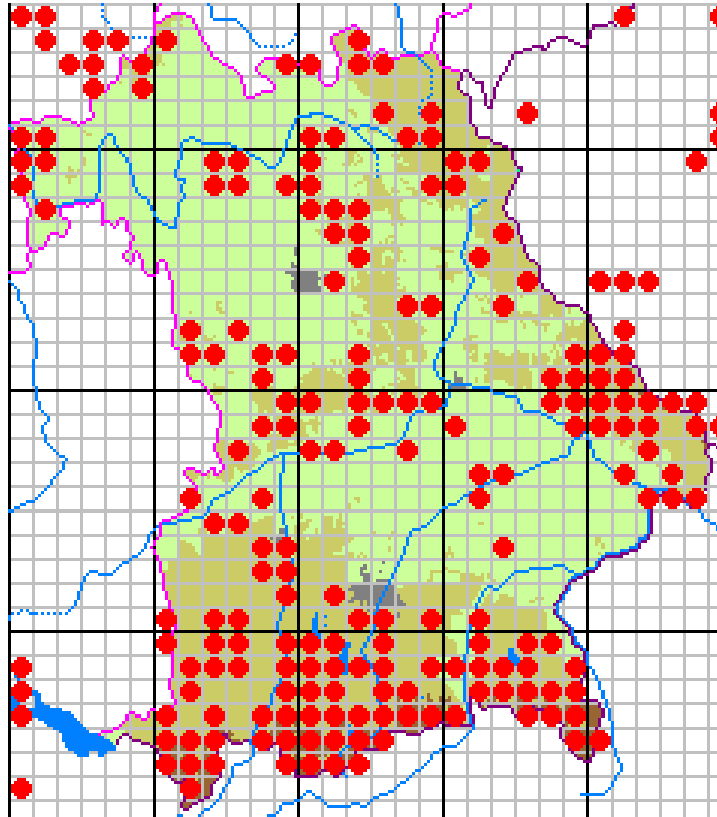
## Metallische Grabkäfer



Käferart	AUC ; ökologische Grenze	Rechter Wende- punkt	Signifikanz der Korrelations- parameter	Erklärte Varianz	Häufigkeit der Art	Signifikanz Präsenzen und Absenze	Wechselbezi- ehung Temperatur und Substrat
Pterostichus burmeisteri	0.91; <7.9	8.8	0.0069	0.40	42	<0.0001	0.0806

# *Pterostichus burmeisteri* , Modell-Ist-Vergleich

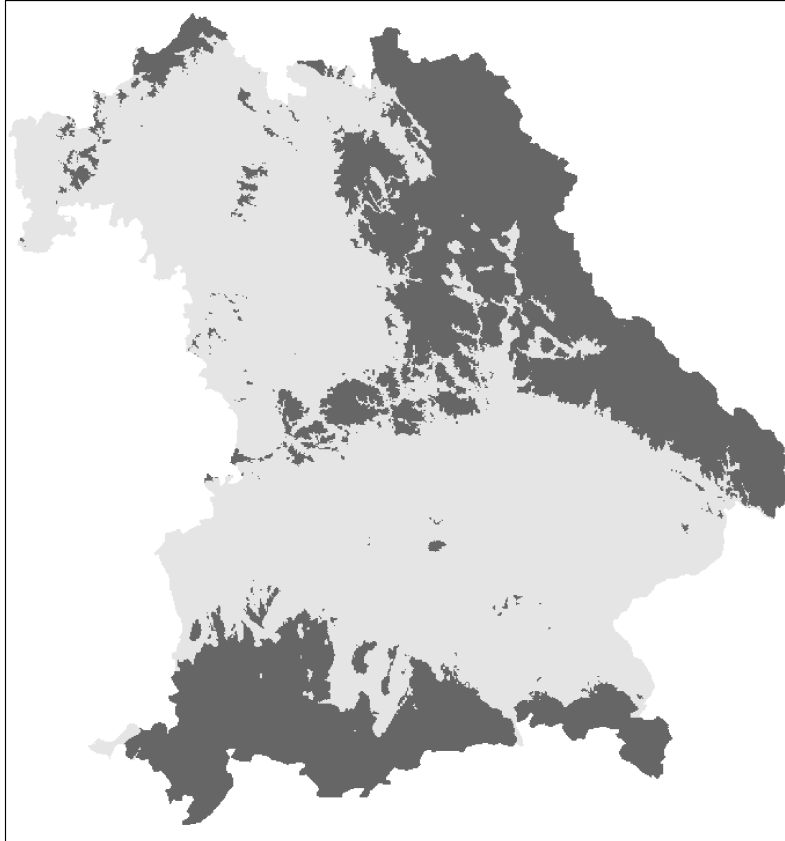
*Pterostichus burmeisteri* 1971-2000



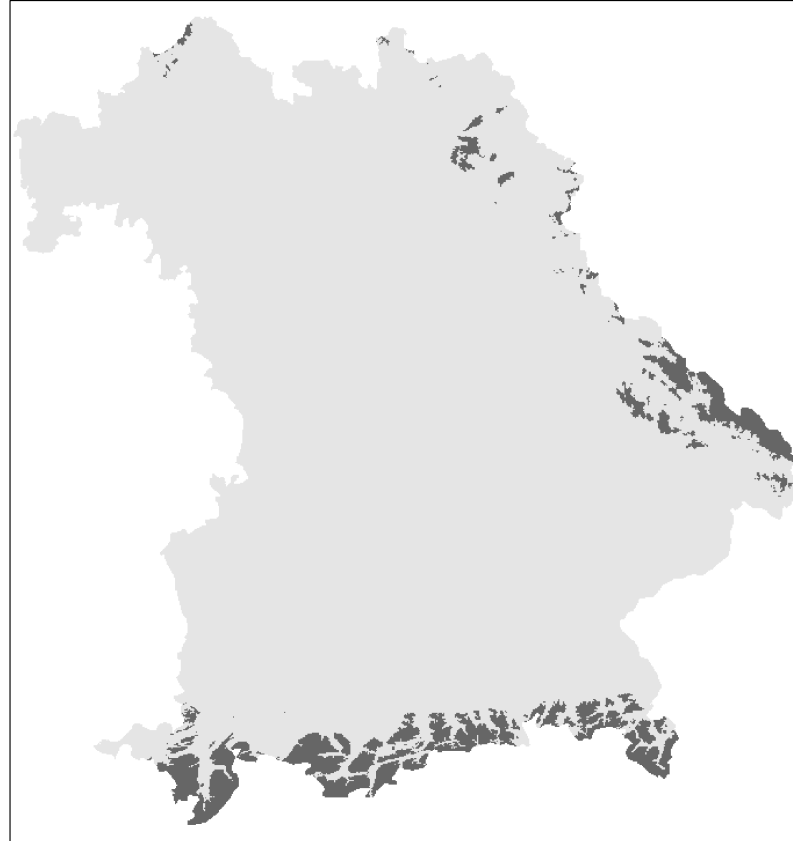
Ist-Modell bildet die reelle Verbreitung gut ab

# *Pterostichus burmeisteri*, Zukunftsprognose

**Pterostichus burmeisteri 1971-2000**



**Pterostichus burmeisteri 2071-2100**

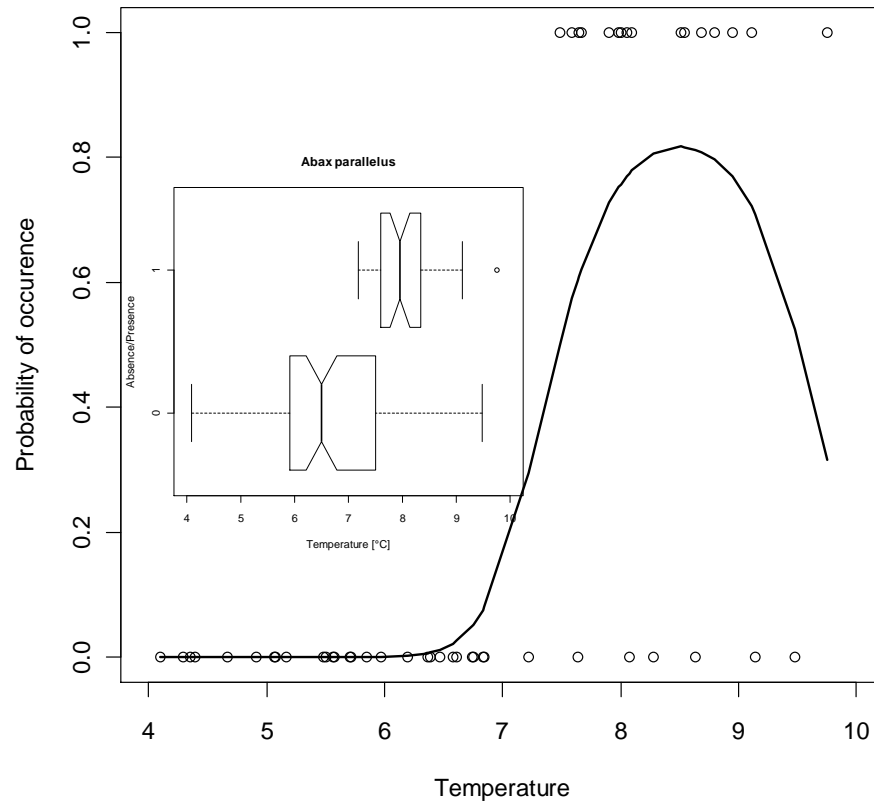


Deutliche Reduktion der besiedelten Fläche



# Abax parallelus

Abax parallelus



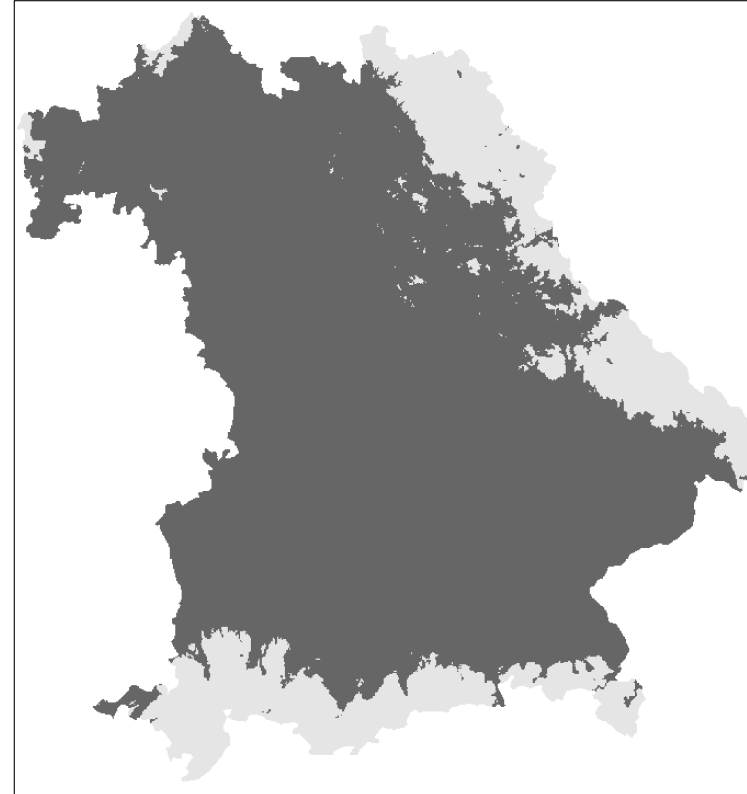
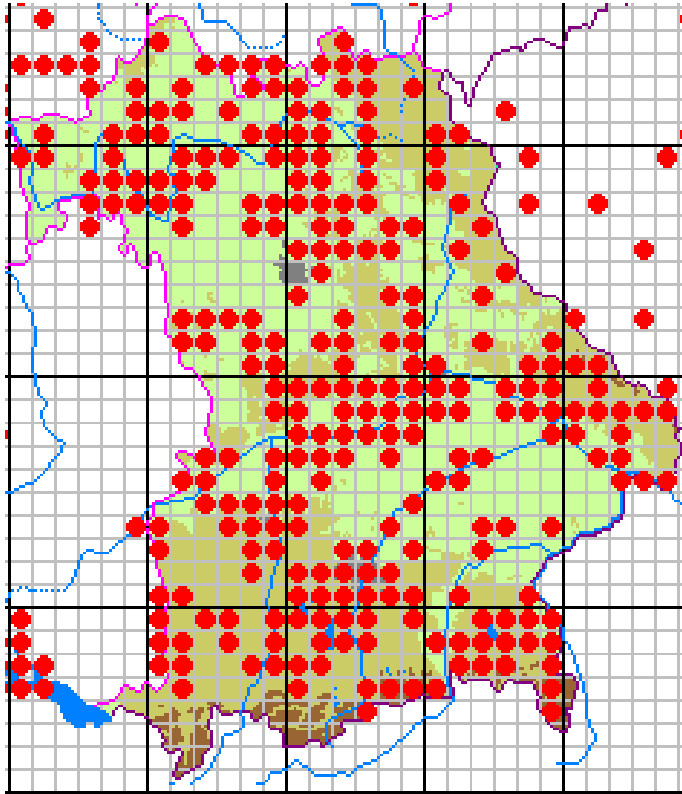
## Schlanker Brettläufer



Käferart	AUC ; ökologische Grenze	Linker Wende punkt	Optimu m	Rechter Wende- punkt	Signifikanz der Korrelations- parameter	Erklärte Varianz	Häufigkeit der Art	Signifikanz Präsenzen und Absenzen	Wechselbe- ziehung Temperatur und Substrat
Abax parallelus	0.89; 7.2- 9.7	7.7	8.5	9.3	0.0245	0.53	16	<0.0001	0.0417

# *Abax parallelus*, Modell-Ist-Vergleich

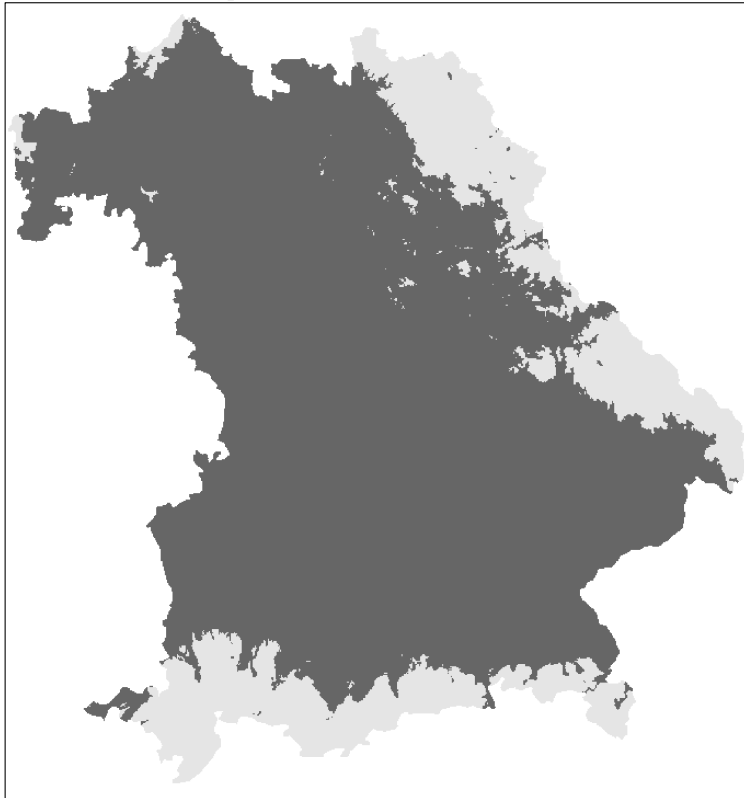
*Abax parallelus* 1971-2000



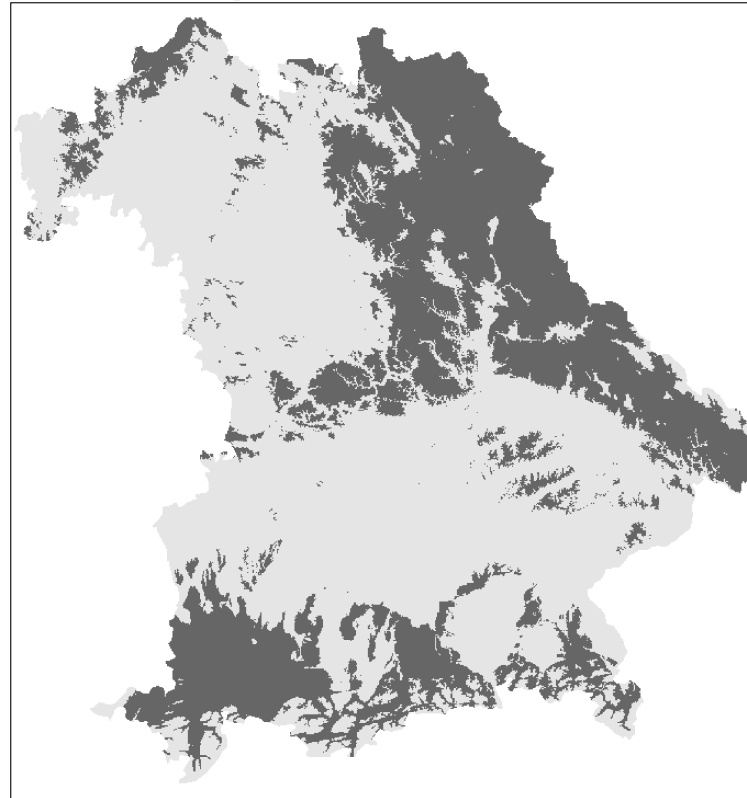
Ist-Modell bildet die reelle Verbreitung nur mäßig, die Schwerpunkte aber gut ab

# *Abax parallelus*, Zukunftsprognose

**Abax parallelus 1971-2000**



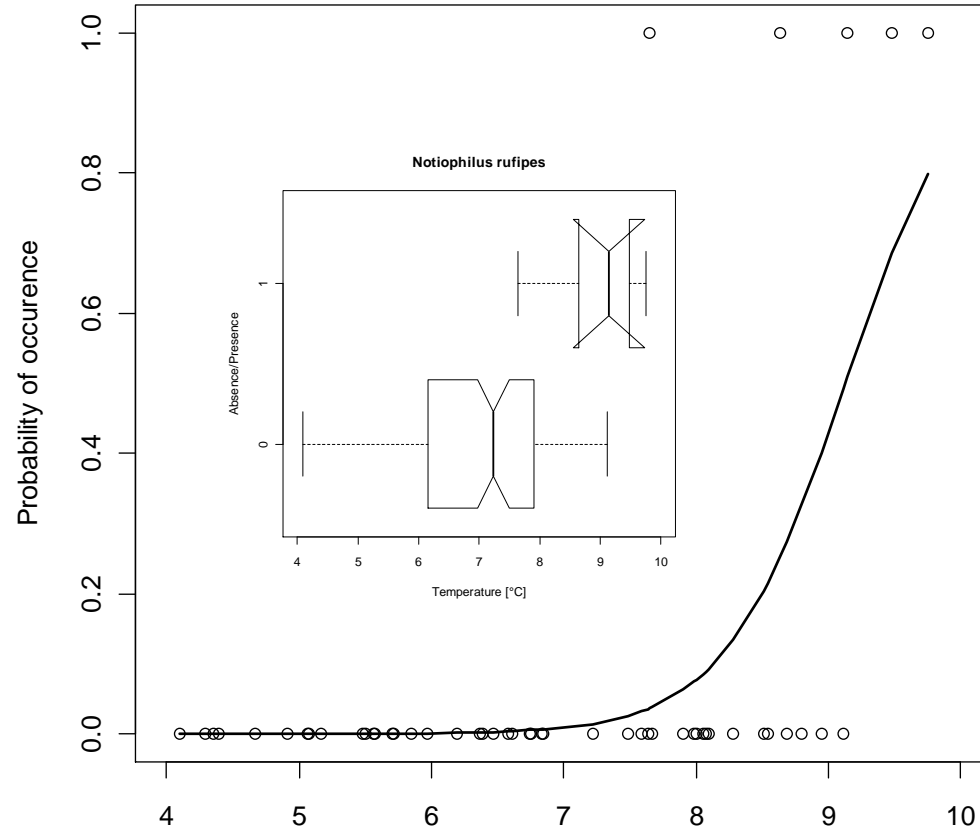
**Abax parallelus 2071-2100**



Verschiebung der Verbreitung in höhere Lagen?

# Notiophilus rufipes

Notiophilus rufipes



## Rotbeinige Eilkäfer



Käferart

AUC ;  
ökolo-  
gische  
Grenze

Linker  
Wende  
punkt

Signifikanz  
der  
Korrelations-  
paramter

Erklärte  
Varianz

Häufigkeit  
der Art

Signifikanz  
Präsenzen  
und  
Absenzen

Wechselbe-  
ziehung  
Temperatur  
und  
Substrat

*Notiophilus rufipes*

BG

0.92; >8.2

9.1

0.0214

0.44

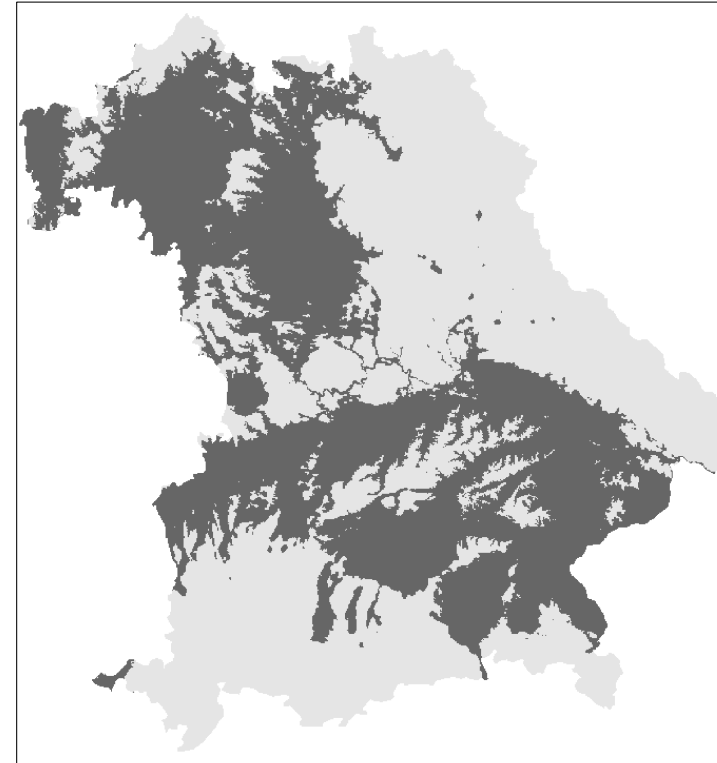
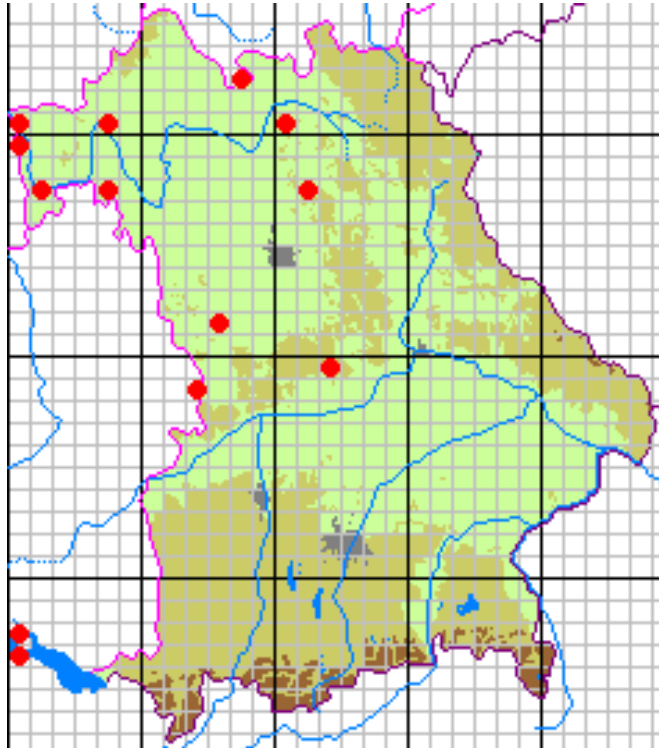
5

0.0011

0.3142

# *Notiophilus rufipes*, Modell-Ist-Vergleich

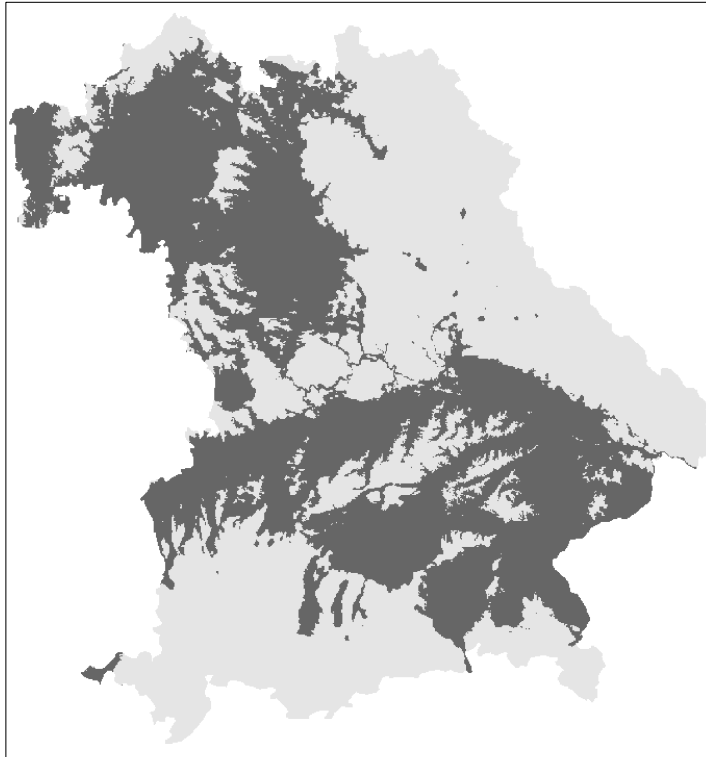
*Notiophilus rufipes* 1971-2000



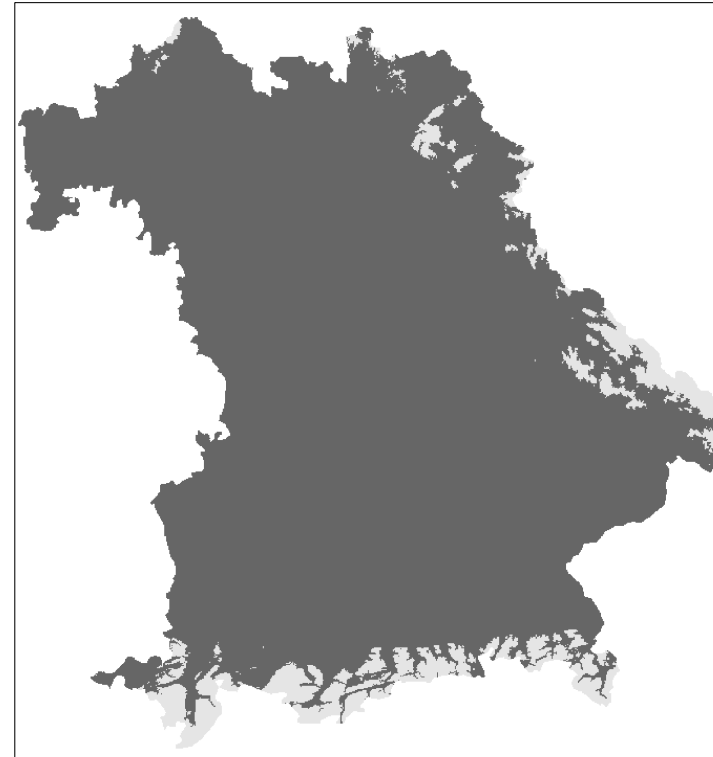
Ist-Modell bildet die reelle Verbreitung (aktuelle Ausbreitung) gut ab; südlich der Donau ist die Art noch nicht „nachgekommen“

# *Notiophilus rufipes*, Zukunftsprognose

**Notiophilus rufipes 1971-2000**



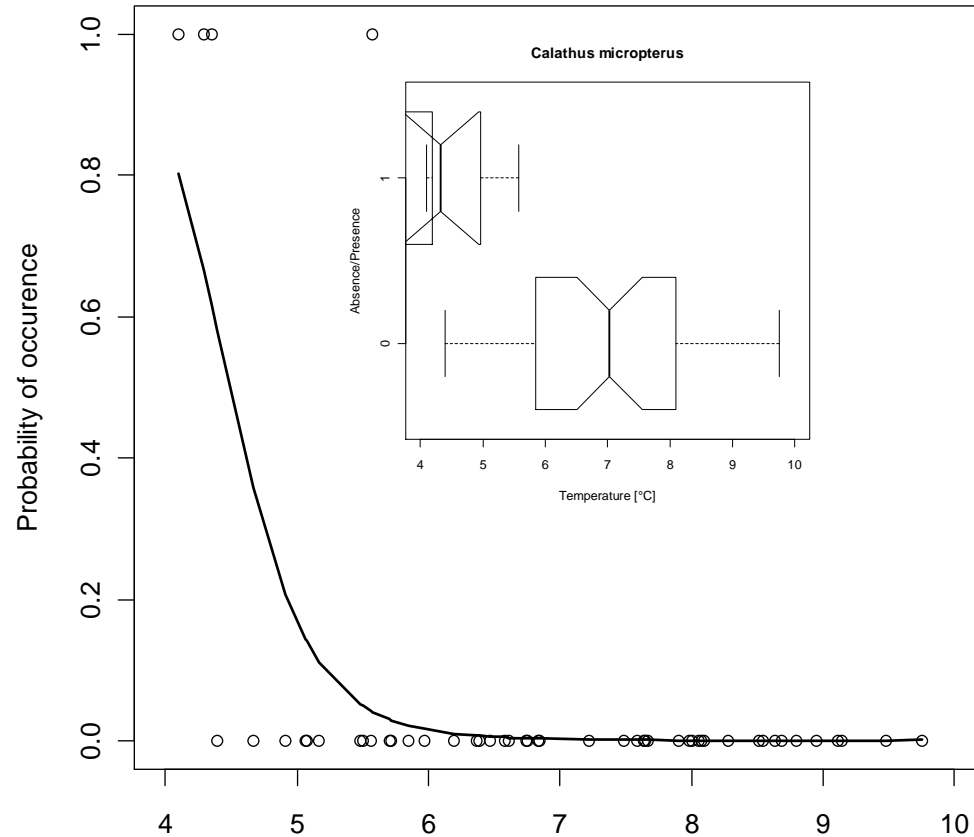
**Notiophilus rufipes 2071-2100**



Ausdehnung bis in mittlere (wenn auch nicht hohe/höchste Lagen) prognostiziert und plausibel (vgl. Italien)

# Calathus micropterus

Calathus micropterus



## Kleiner Kahnläufer



Käferart

AUC ;  
ökologische  
Grenze

Rechter  
Wende  
punkt

Signifikanz  
der  
Korrelations-  
parameter

Erklärte  
Varianz

Häufigkeit  
der Art

Signifikanz  
Präsenzen  
und  
Absenzen

Wechselbe-  
ziehung  
Temperatur  
und  
Substrat

*Calathus micropterus*

0.95; <5.4

4.5

0.0308

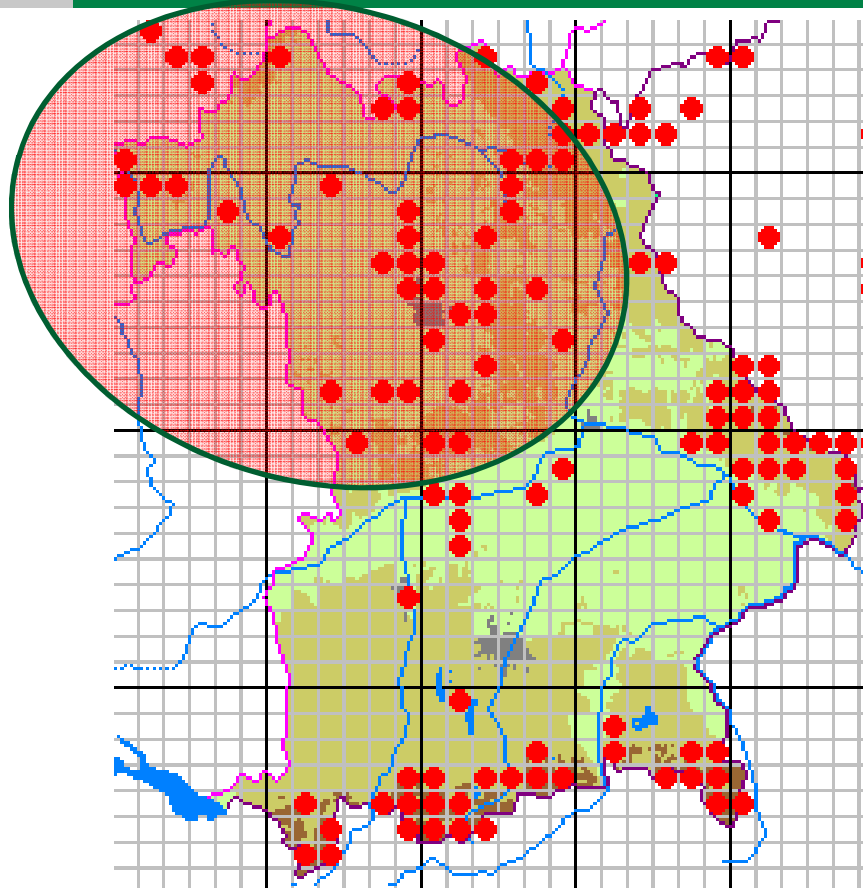
0.52

4

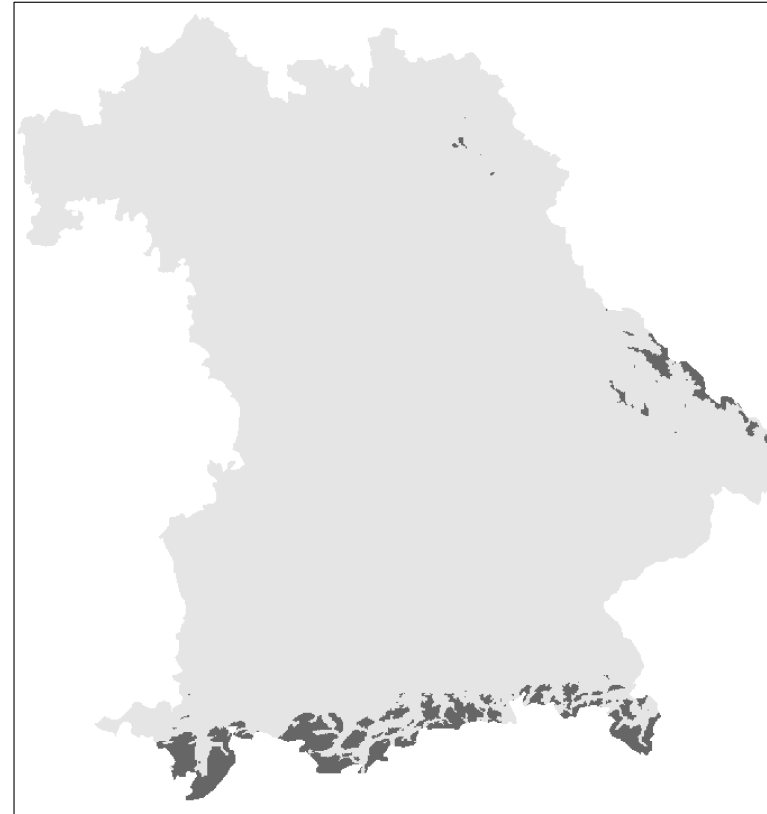
0.0009

0.1389

# *Calathus micropterus*, Modell-Ist-Vergleich



*Calathus micropterus* 1971-2000

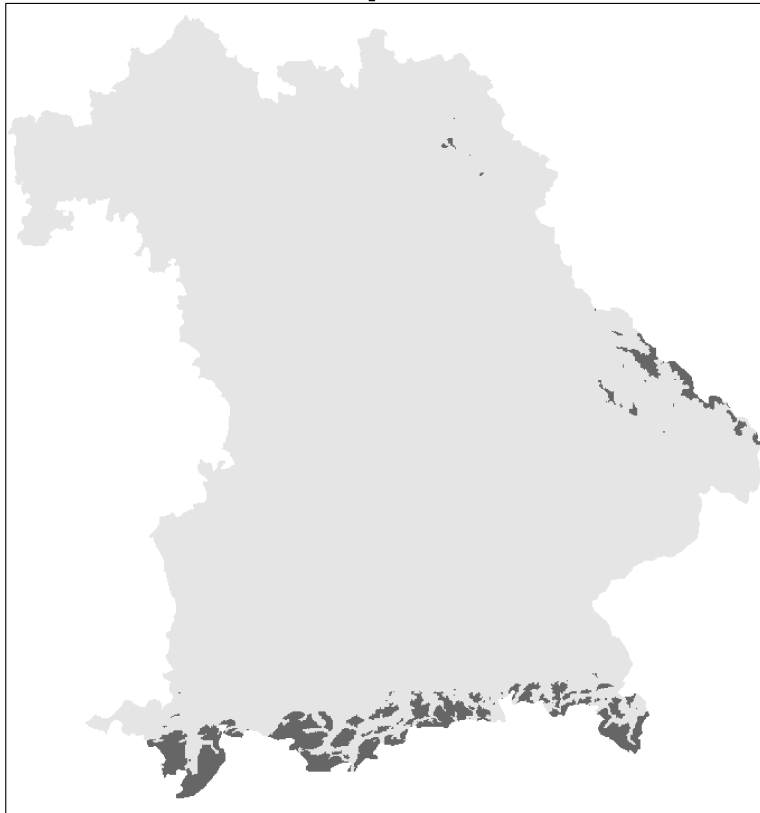


Ist-Modell passt in Teilbereichen schlecht  
(Sandgebiete!)

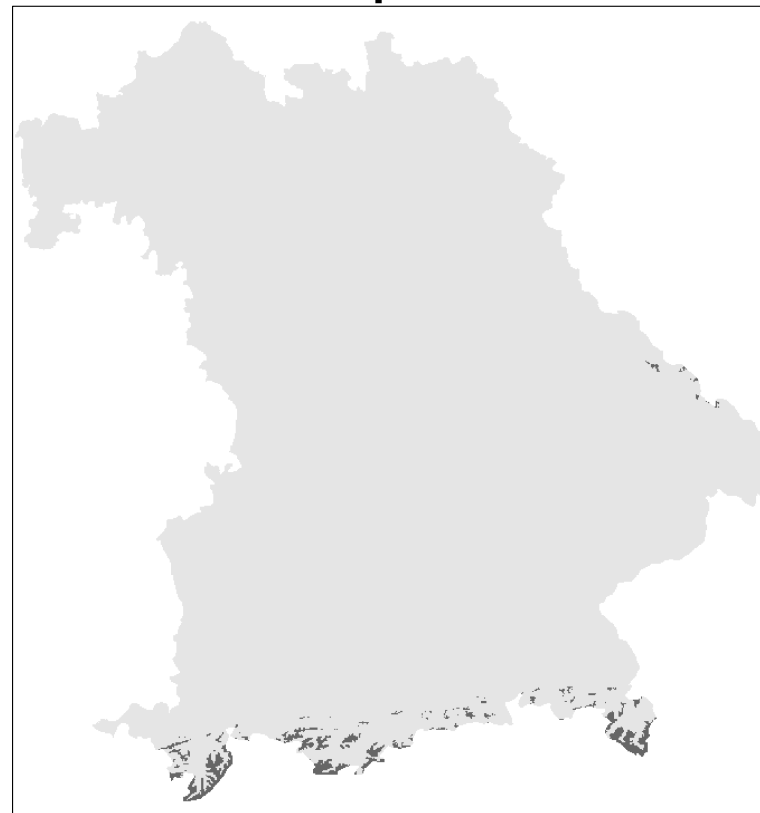


# *Calathus micropterus*, Zukunftsprognose

**Calathus micropterus 1971-2000**

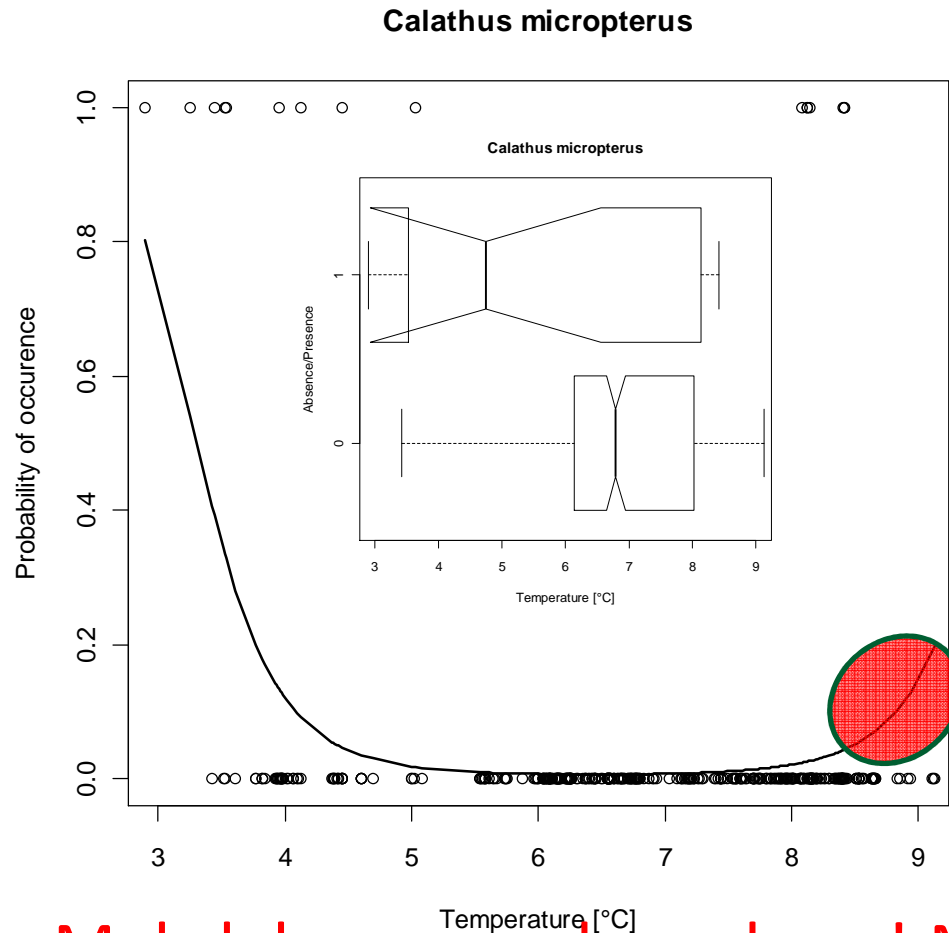


**Calathus micropterus 2071-2100**



Starker Rückgang prognostiziert.

# Calathus micropterus, T-Beziehung für alle Waldtypen



Mehrlebensraumbewohner! Modell kippt bei Berücksichtigung anderer Lebensräume!





# Laufkäfer in bayerischen Buchenwäldern im Klimawandel

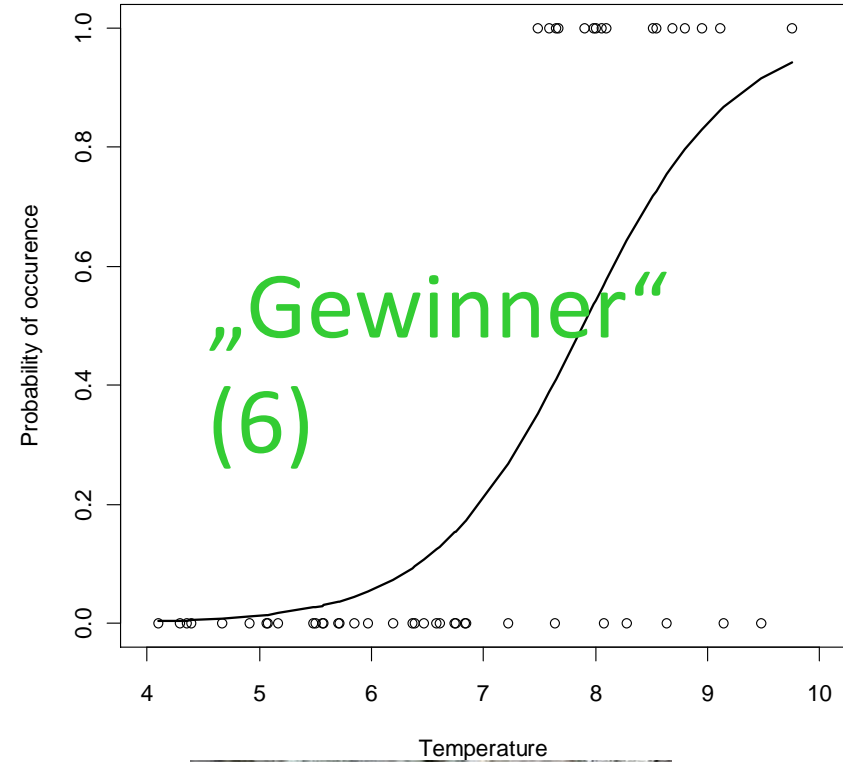
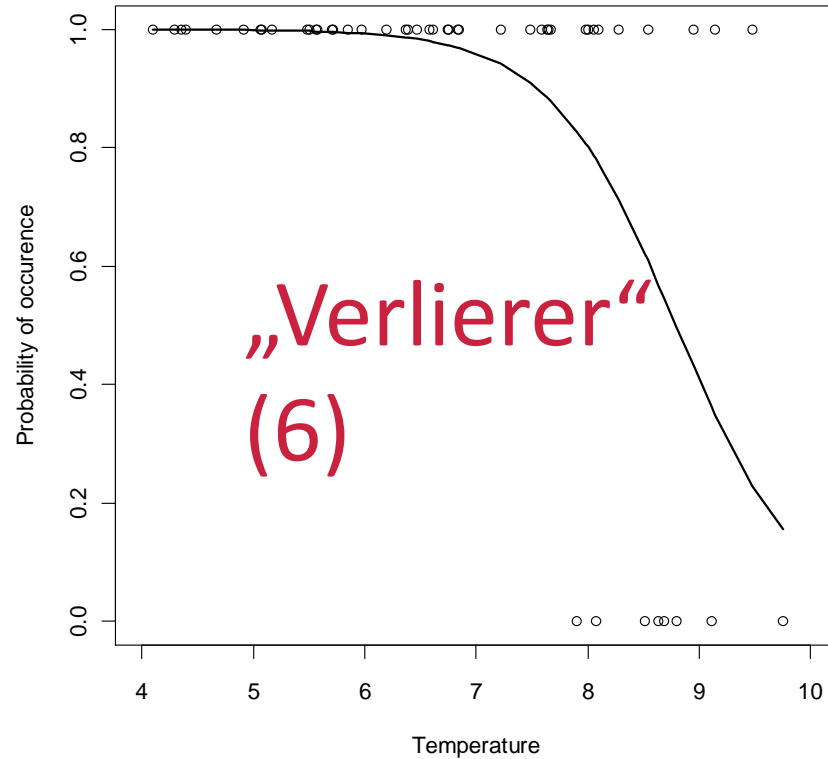
- Einführung/Methodik
- Ergebnisse
- **Diskussion/Ausblick**

# Reaktionstypen:

## Laufkäfer

*Pterostichus burmeisteri*

*Abax parallelus*



# Nullsummenrechnung aus Gewinnern und Verlierern?

## Arten hoher

**Schutzverantwortung**  
unter den hier betrachteten  
Buchenbewohnern:

3 kältadaptierte „Verlierer“,  
mit Arealinbußen

1 wärmepräferenter  
„Gewinner“, dieser aber  
mit Arealverschiebung  
(Zugewinne und Verluste)



**Müller-Kroehling (2012): Prioritäten für den Wald-Naturschutz – Die Schutzverantwortung Bayerns für die Artenvielfalt in Wäldern, am Beispiel der Laufkäfer (*Coleoptera: Carabidae*.- *Waldökologie online*.**

## Schlußfolgerungen für die Praxis

- Buchenwälder: relativ einheitlicher Lebensraum (Buche „homogenisiert“)
- Andere Faktoren hier ausgeklammert (Totholz)
- Gewinner, Verlierer, keine „Nullsummenrechnung“
- „Assisted migration“? Nur als Ultima ratio!
- Netzwerk möglichst naturnaher Vorkommen als bestes „Rezept“ zum Erhalt aller Arten (Natura 2000)

# Diskussion

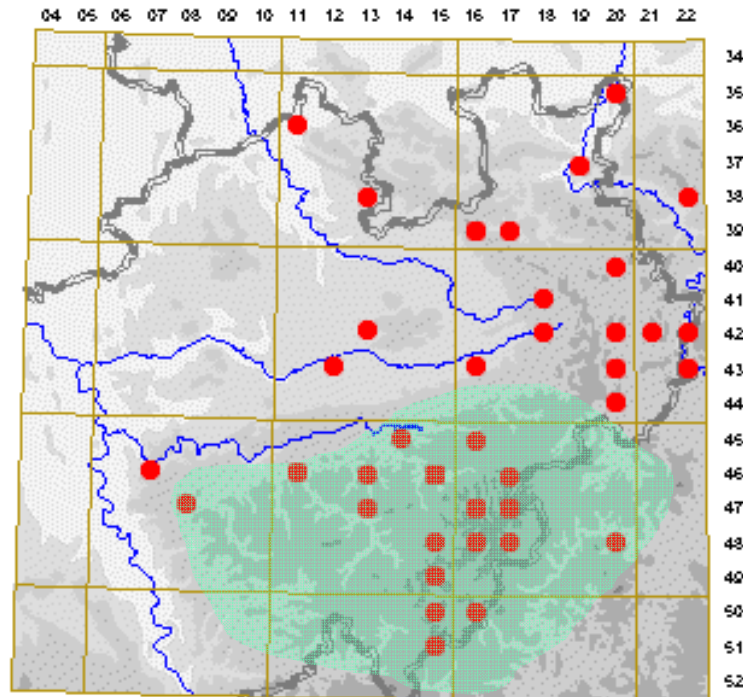
- Prognosen: Gültigkeit begrenzt
  - Datenbasis (Sach-, Raumbezug)
  - Regionale Stenökie
  - Zusammenhänge in realitas nicht unifaktoriell
  - „Extreme Events“?
- Anpassung der Areale (Rückgang wie Ausbreitung) erfolgt mit „time lag“ (Beharrungsvermögen)



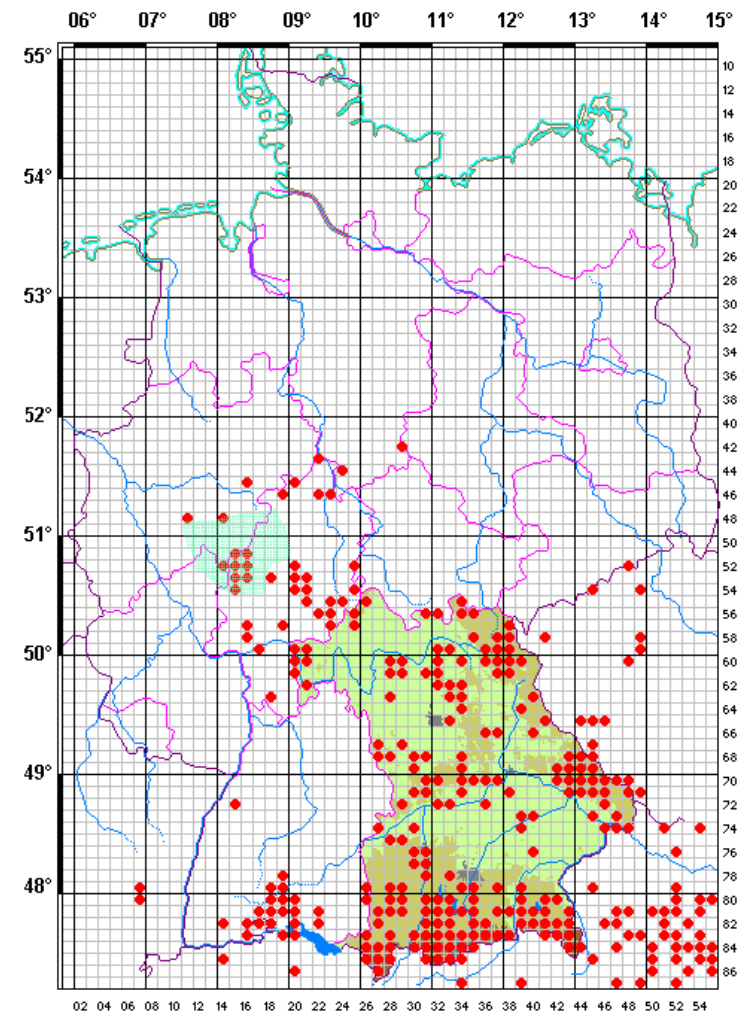
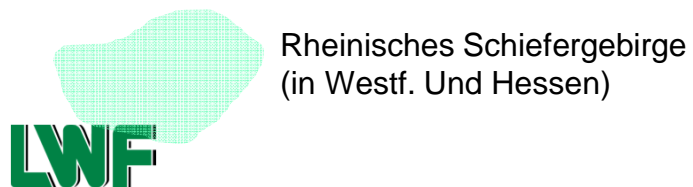
# *Pterostichus burmeisteri* in NRW (1/2)



Verbreitung von: *Pterostichus burmeisteri*

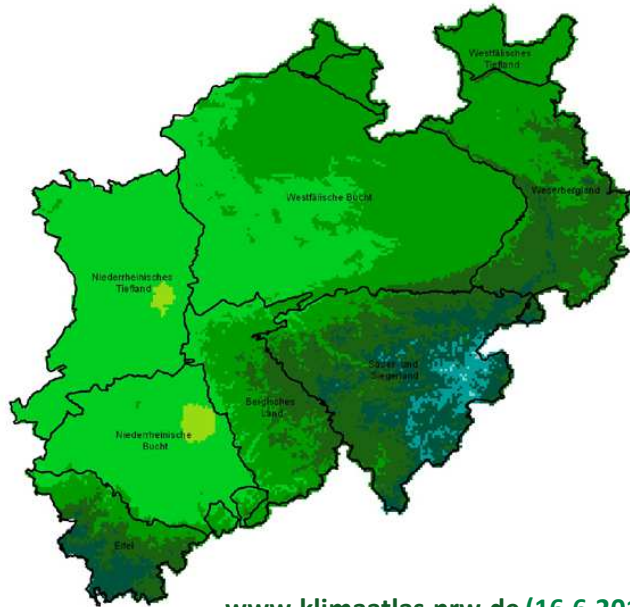
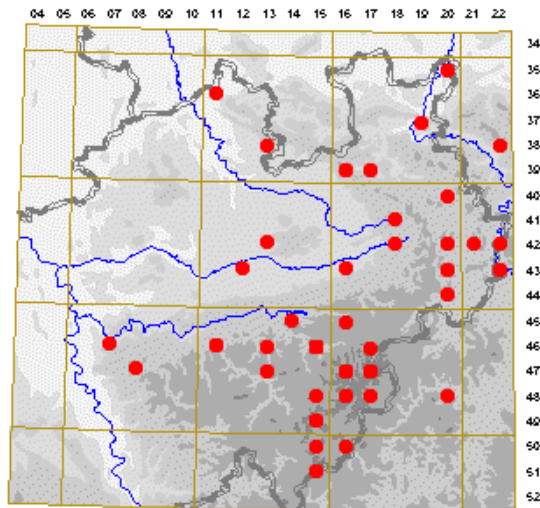


[www.faunistik.de/Karten](http://www.faunistik.de/Karten) (Dr. M. Kaiser, Münster; Zugriff vom 16.6.2014))

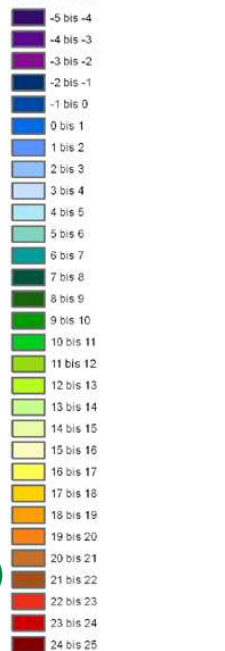


[www.carabidfauna.de](http://www.carabidfauna.de) (W. Lorenz, Tutzing; Zugriff vom 16.6.2014)

# *Pterostichus burmeisteri* in NRW (2/2)



Jahresmitteltemperatur (°C)  
1981 - 2010



[www.klimaatlas.nrw.de](http://www.klimaatlas.nrw.de) (16.6.2014)

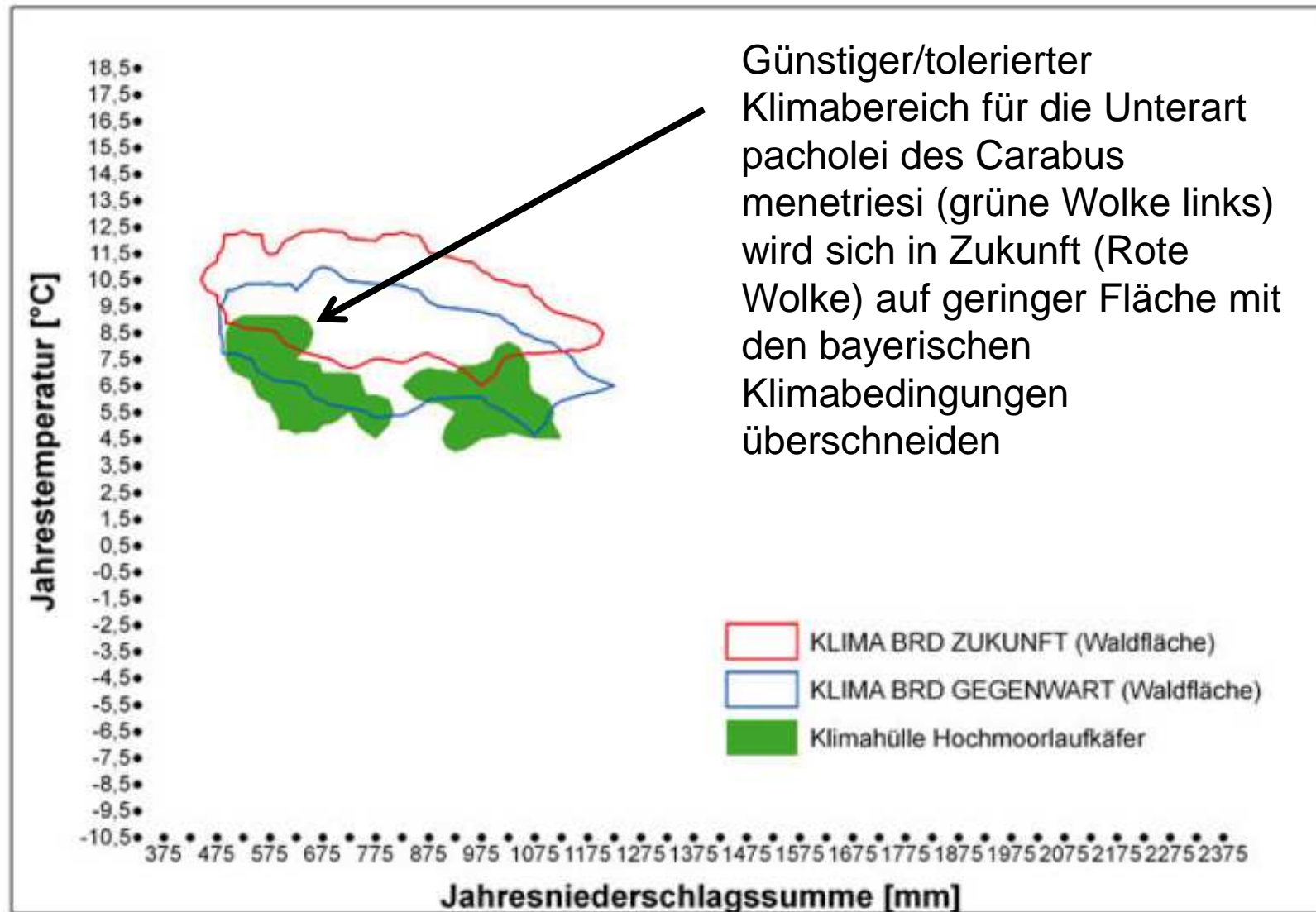
- Art befindet sich an der Arealgrenze
- Im Weserbergland und im Hochsauerland relativ gut vertreten
- dto. Kellerwald-Edersee (NP)
- Nach Westen hin ausdünnend/nur alte Funde
- im Südteil des Rheinischen Schiefergebirges von NRW (Siegerland, Westerwald) offenbar nur alte Funden
- Arealrückgang? Was bestimmt die Nordwestgrenze der Art?
- Kann sich die Art mglw. hier in besonders günstigen, kühl-feuchten Habitaten (Schluchten?) halten?

# Forschungsprojekt sinnvoll!



- Kann *Pt. burmeisteri* (Art hoher Schutzverantwortung Deutschlands) sich in NRW in Zukunft behaupten (Modellierung der Entwicklung wie für den Temperaturgradienten in Bayern)?
- Welche Faktoren limitieren seine Ausbreitung nach Westen?
- Hat eine Arealregression stattgefunden?
- Kann er sich dort in besonders günstigen Habitaten noch am ehesten halten, und wenn ja, welche sind das? (z.B. totholzreiche Bachschluchten)

# Arten der Sonderstandorte, z.B. Moore (1/2)



## Arten der Sonderstandorte, z.B. Moore (2/2)

Erhalt der „Sonderklimate“ dieser Standorte wichtig!

Bei Mooren über:

- Möglichst intakten Wasserhaushalt
- Gräben verschließen
- Keine Grundwasserabsenkungen (z.B. durch Tiefbrunnen)
- Moorrandwald erhalten (Oasen-Effekt, Windruhe)
- Schutz der Umgebung (Feuchtwiesen, auch wichtig als Saughabitate für Habitatkomplex-Bewohner wie Tagfalter)

-Wir können das Klima nicht ändern, aber die Anpassung der Lebensräume an das Klima unterstützen (Resilienz)

# Vertiefende Literatur zur Temperaturgradientenstudie

*Eur. J. Entomol.* 111(1): 35–49, 2014  
doi: 10.14411/eje.2014.005  
ISSN 1210-5759 (print), 1802-8829 (online)

## Modelling the effects of global warming on the ground beetle (Coleoptera: Carabidae) fauna of beech forests in Bavaria, Germany

STEFAN MÜLLER-KROEHLING<sup>1</sup>, MATTHIAS C. JANTSCH<sup>2</sup>, HAGEN S. FISCHER<sup>2</sup> and ANTON FISCHER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LWF, Unit Biodiversity, Nature Conservation, Game Management, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising, Germany; e-mail: Stefan.Mueller-Kroehling@lwf.bayern.de

<sup>2</sup>Geobotany, Department of Ecology and Ecosystem Management, Technische Universität München, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Germany; e-mails: Matthias.Jantsch@wzw.tum.de; HFischer@wzw.tum.de; Anton.Fischer@wzw.tum.de

**Key words.** Coleoptera, Carabidae, climate change, global warming, beech forests (*Fagetalia*), Bavaria, ground beetles, habitat modelling, temperature increase, biodiversity

**Abstract.** We studied the effects of global warming and rising temperatures on the ground beetle fauna of Bavarian beech forests using the space for time approach at two geographical scales. The first was a Bavarian-wide gradient of 50 plots in beech forests and the second a regional gradient in the Bavarian Forest in the mountains in eastern Bavaria consisting of 48 plots, which also included subalpine spruce forests. For purposes of validation, we used backdrop data from 413 additional plots all across Bavaria from a wide range of forest habitats. We found five species that would be favoured and six species that would be disadvantaged by rising temperatures in beech forests. For another five species the conditions within the gradient studied reach both their minimum and their maximum temperatures. As a consequence of increasing temperatures there will be winners and losers in these forests and the species composition of ground beetle communities will change. Approximately the same number of species is likely to profit as will be affected negatively. However, when considering the “global responsibility species” for Germany, the balance is negative. Species may react differently in different habitats and at different regional scales, which must be taken into consideration when applying the results.

INTRODUCTION

high degree of base saturation) from hills to high moun-

Laufkäfer in bayerischen Buchenwäldern  
und Mooren im Klimawandel –  
Ergebnisse aus zwei Forschungsprojekten und dem FFH-Monitoring



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Matthias Jantsch, in Vertretung von Stefan Müller-Kroehling

unter Mitwirkung von Markus Blaschke, Dr. Hagen Fischer, Anna  
Kanold, Johannes Burmeister , Werkvertragnehmern und

Prof. Dr. Anton Fischer