

Mohrenfalter (Genus *Erebia*) als Indikatoren des Klima- und Landnutzungswandels in SW- Deutschland

Promotionsvortrag von
Thomas Bamann



Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Institut für Evolution und Ökologie
Evolutionsoökologie der Invertebraten
Prof. Dr. Oliver Betz

Übersicht

Einleitung

- Landnutzungswandel
- Klimawandel
- Die Gattung *Erebia*
- Indizien für klimabedingten Rückgang

Methodik

- Arbeitshypothesen
- Kartierungen/Habitatbeschreibungen
- Klimakammerversuche
- Statistik/Klimadaten

Ergebnisse

- Verbreitung
- Lebensraumansprüche
- Klimakammerversuche
- Komplexe Analysen

Diskussion

- Landnutzungs- vs. Klimawandel
- Streuschicht vs. Schneedecke
- Gefährdung
- Schutz

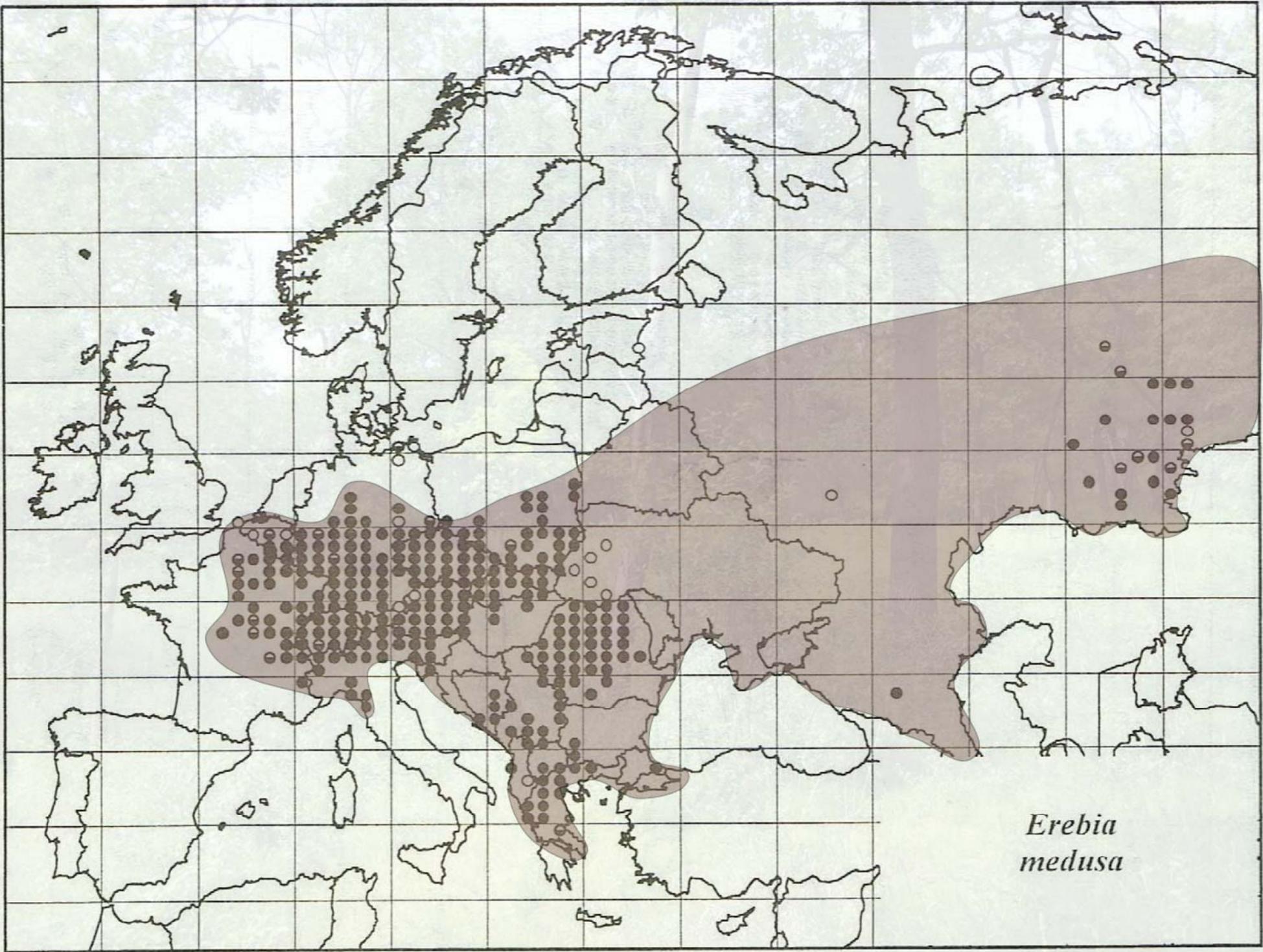


Klimawandel

- belegte Erwärmung in den vergangenen 50 Jahren
- Erwarteter Temperaturanstieg innerhalb der nächsten 100 Jahre: 2,5-3,5 °C (IPCC 2007)
- Anstieg der Häufigkeit von Extremereignissen
- Atlantisierung des Winterklimas
 - Großes Veränderungspotenzial in ökonomischer und ökologischer Hinsicht
 - Mögliche Extinktion von 10-30 % des aktuellen mitteleuropäischen Artbestandes (Settele et al. 2008)

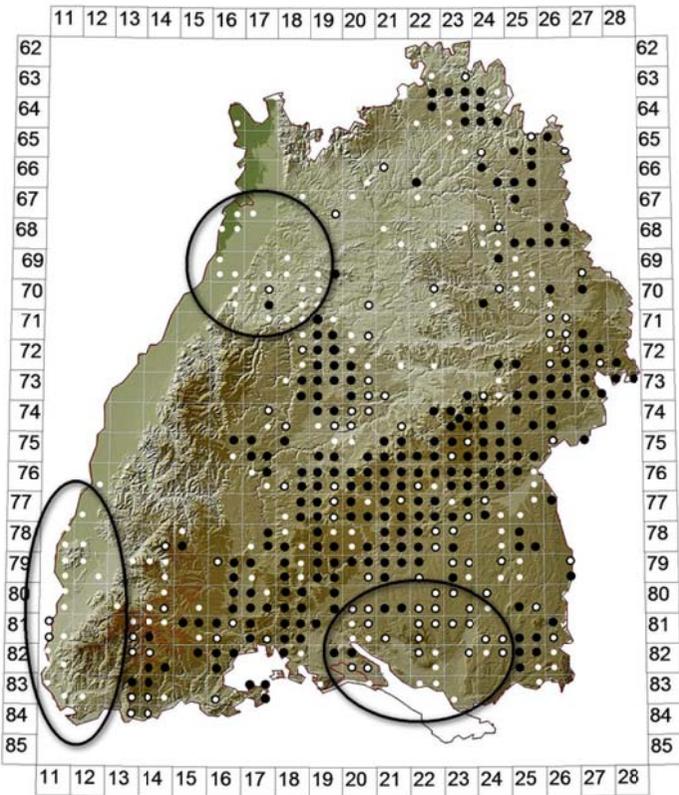
12W 6W 0 6E 12E 18E 24E 30E 36E 42E 48E 54E 60E

69N
66N
63N
60N
57N
54N
51N
48N
45N
42N
39N
36N

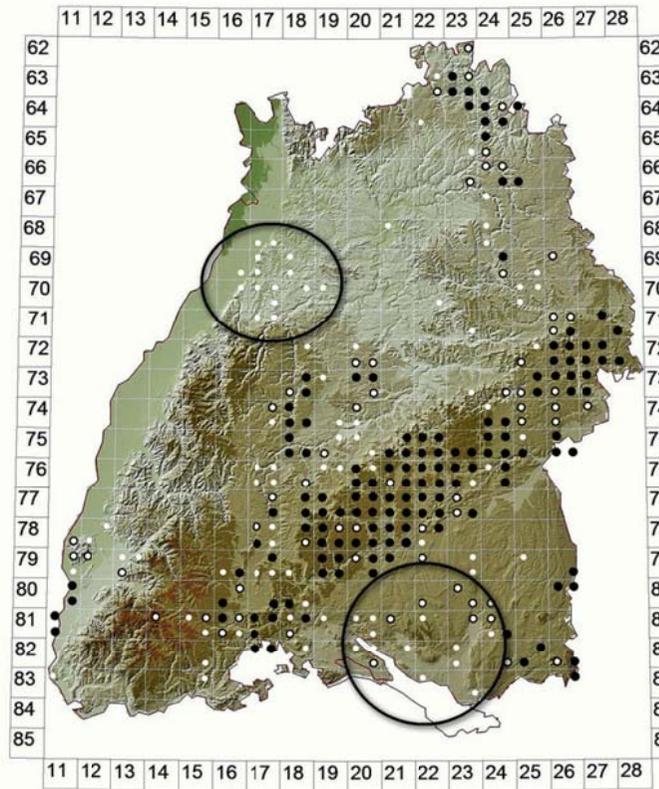


Erebia medusa

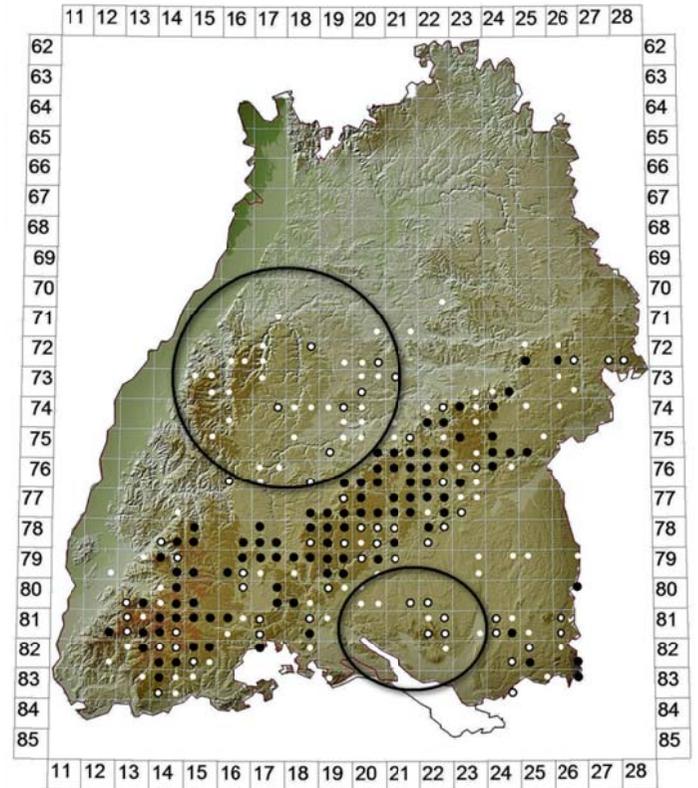
Indizien für klimabedingten Rückgang



Erebia medusa



Erebia aethiops



Erebia ligea

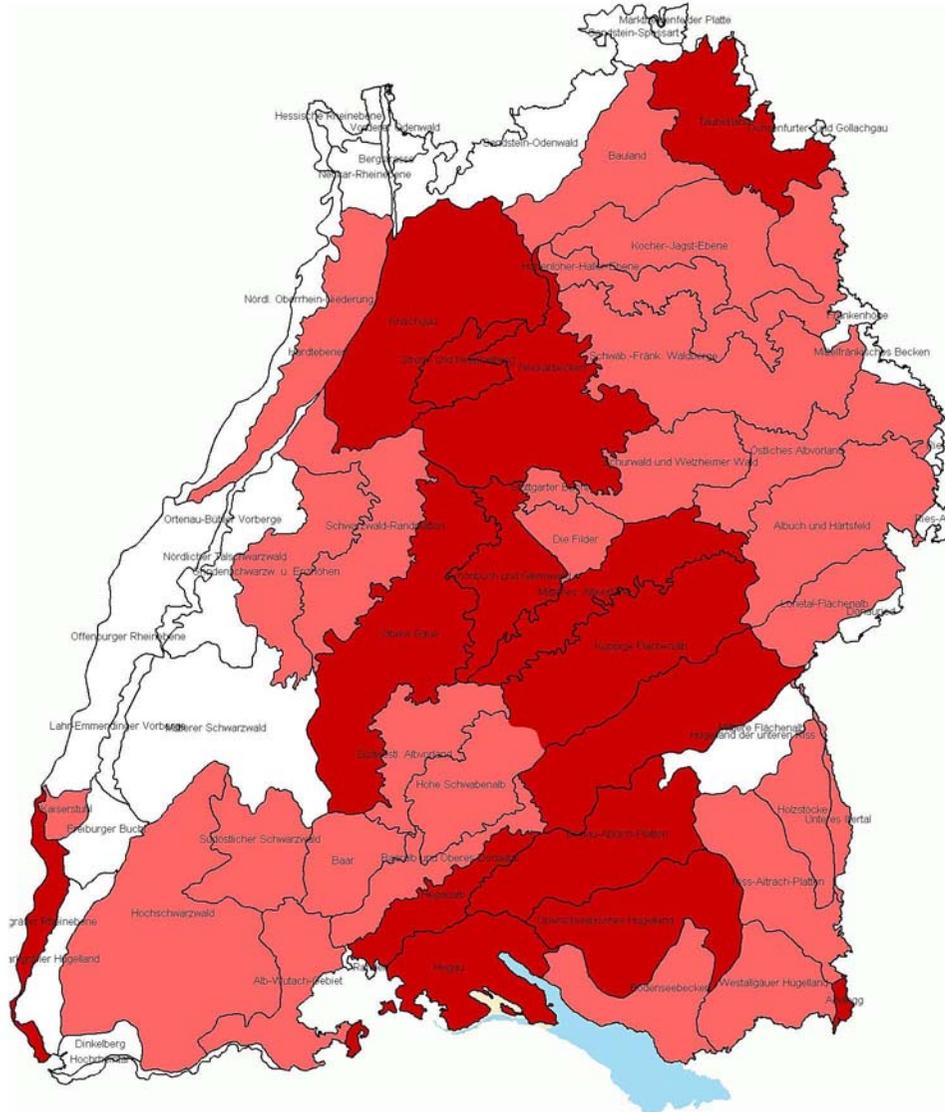
Arbeitshypothesen

- 1) Rückgang in warmen Regionen, Überdauern in Kälteinseln
- 2) Ausbildung von Metapopulationsstrukturen
- 3) Bevorzugung lokalklimatisch kühlerer Habitate, beschreibbar durch Habitatparameter
- 4) Hibernation als kritische Phase in der Larvalentwicklung
- 5) Intensive Landnutzung führt zur Verdrängung der *Erebia*-Arten

Kartierungen/Habitatbeschreibungen

- Transekt über verschiedene Naturräume
- Ergänzende Erfassungen in weiteren Naturräumen
- Aufnahme geographischer Parameter
- Aufnahme (mikro-)struktureller Parameter
- Semiquantitative Erfassung der Imagines

0 10 20 30 km
 Maßstab 1 : 1.170.000



Grundlage:
 - Räumliches Informations- und
 Planungssystem (RIPS) der LUBW
 - Amtliche Geobasisdaten © LGL,
 www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19

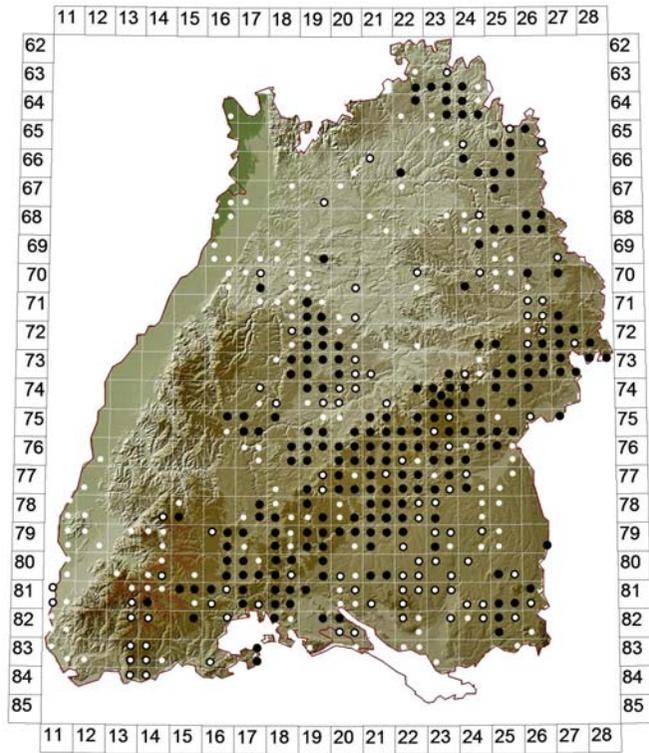
Klimakammerversuche

- Drei unterschiedliche winterlicher Witterungsverläufe:
 - isolierende Schneedecke (0 °C, Kontrolle)
 - ungewöhnlich warme Winter (3-5 °C, aktuell: Oberrheinebene)
 - häufige Frostwechsel (5 bis -5 °C, aktuell: große Teile Baden-Württembergs außerhalb der Hochlagen)
- 30 Raupen pro Klimaregime pro Art
 - Bestimmung der Mortalitätsraten und Gewichte

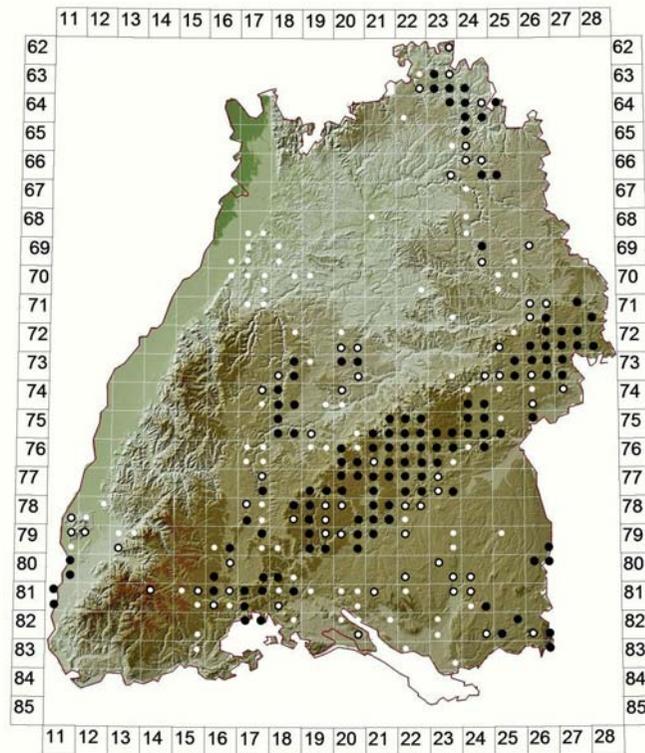
Statistik/Klimadaten

- einfache Signifikanztests (Mann-Whitney-U-Test, χ^2 -Test, z-Test, One-Way-Anova)
- komplexe Analysen (binäre logistische Regressionen, Diskriminanzanalyse, Hauptkomponentenanalyse)
- Vergleich historischer (1880-1930) mit aktuellen (1970-2000) Klimadaten
- Korrelation der Klimaparameter mit Präsenz-Absenz-Daten der *Erebia*-Arten

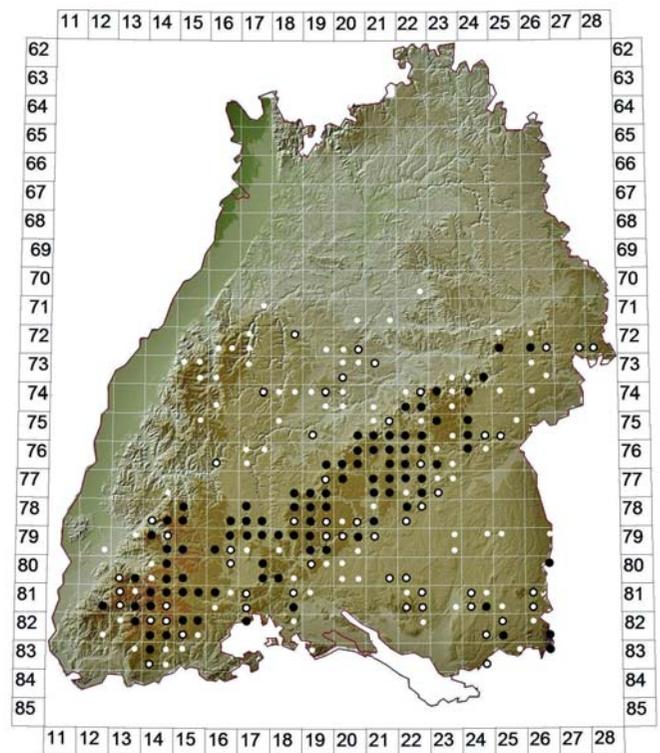
Verbreitung



E. medusa



E. aethiops



E. ligea



Lebensraumanprüche: *E. medusa*

- mageres Grünland
- geringe Nutzungsintensität
- hohe Konnektivität
- frisch-feuchtes, aber gleichzeitig warmes Mikroklima
- Streuschicht als Charakteristikum





Klimakammerversuche

Tab. 4.59: Durchschnittliche Gewichte [mg] und Gewichtsveränderungen [%] der Larvalstadien von *E. medusa* unter drei verschiedenen Klimaszenarien in den Wintern 2010/2011 und 2011/2012 vor und nach der Überwinterung.

Frostwechsel (-10 bis +10 °C)				Warme Winter (konstant + 5 °C)				Kalte Winter (Kontrolle, -1 bis +1 °C)					
2010/2011		2011/2012		2010/2011		2011/2012		2010/2011		2011/2012			
n = 30		n = 30		n = 30		n = 30		n = 30		n = 30		n = 30 (ohne Streu)	
vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
25,0	30,1	29,6	45,3	24,1	30,6	30,8	34,6	25,1	27,0	30,6	30,2	31,6	27,1
20,4 %		53,0 %		27,0 %		12,3 %		7,6%		-1,3 %		-14,2 %	
vor		nach		vor		nach		vor		nach			
27,30		38,39		27,45		32,89		27,85		28,66			
40,6 %				19,8 %				2,9 %					

Komplexe Analysen

Tab. : Klimaparameter in von *E. medusa* besiedelten und in unbesiedelten Habitaten. Alle Parameter weisen höchst signifikante Unterschiede hinsichtlich des Vorkommens von *E. medusa* auf.

Parameter	Durchschnitt \pm SD		Mann <u>Whitney</u> U	P
	Besiedelt (N = 146)	Unbesiedelt (N = 278)		
Klima				
Klimaindex	4,94 \pm 1,05	6,10 \pm 1,14	9420,0	***
Jahresmitteltemperatur [°C]	7,77 \pm 0,84	8,64 \pm 0,77	9385,5	***
Mitteltemperatur Juli [°C]	16,74 \pm 0,88	17,80 \pm 0,89	8573,5	***
Mitteltemperatur Januar [°C]	-0,82 \pm 0,77	0,01 \pm 0,88	10353,0	***
Jahresamplitude [°C]	17,56 \pm 0,45	17,79 \pm 0,45	14854,5	***
Anzahl Sommertage	27,93 \pm 7,54	36,53 \pm 7,83	9008,5	***
Anzahl Eistage	25,38 \pm 6,05	19,54 \pm 6,37	10263,5	***
Anzahl Frosttage	107,14 \pm 14,84	91,07 \pm 15,48	9936,5	***
Anzahl Tage mit Schneedecke	60,14 \pm 15,90	39,53 \pm 16,81	8008,5	***
Tage seit Jahresbeginn bis <u>Schneeglöckchenblüte</u>	62,49 \pm 5,92	55,46 \pm 6,59	9132,0	***
Tage seit Jahresbeginn bis Apfelblüte	128,72 \pm 5,09	121,84 \pm 5,92	8207,5	***
Niederschlag Vegetationsperiode (Mai-Juli) [mm]	279,97 \pm 39,82	263,26 \pm 35,03	14632,5	***

Mittelwertvergleich mit Mann-Whitney U Test, * P \leq 0,05, ** P \leq 0,01, *** P \leq 0,001, n.s. = nicht signifikant.

Komplexe Analysen

Diskriminanzanalyse

Eingegebene Parameter	Habitat	Klima	Habitat + Klima
Eigenwert	0,34	0,44	0,78
χ^2 , df, P	123,53/9/***	154,01/2/***	241,24/8/***
Fälle [%]	72,2	72,9	81,6
Parameter in der Analyse (Standardisierte kanonische Diskriminanzkoeffizienten)	1 Streuschicht (-0,82) 2 Biotoptyp (0,56) 3 Flächengröße (-0,31) 4 Isolation (0,35) 5 Strauchschicht 2 (0,30) 6 Baumschicht 2 (-0,26) 7 Inklination (0,20) 8 Krautschicht Höhe (0,24) 9 <u>Wirtspflanzenvert.</u> (-0,24)	1 Tage mit Schneedecke (1,35) 2 <u>Niederschlag Veg.</u> (-0,64)	1 Tage mit Schneedecke (1,44) 2 Streuschicht (0,46) 3 Biotoptyp (-0,40) 4 <u>Wirtspflanzenvert.</u> (0,31) 5 <u>Niederschlag Veg.</u> (-0,46) 6 Isolation (-0,24) 7 Flächengröße (0,21) 8 Mitteltemperatur Juni (0,38)

Klima- vs. Landnutzungswandel

- beide Faktoren wirken (zusammen)
- Arten reagieren alle empfindlich auf Landnutzungswandel
- Arten reagieren unterschiedlich sensibel auf klimatische Veränderungen
- erhöhte Stenotopie in wärmeren Klimaten
- Rückgangsursachen regional unterschiedlich

Streuschicht vs. Schneedecke

- Streuschicht wirkt als Klimapuffer
- Streuschicht gewährleistet geeignete mikroklimatische Bedingungen
- Streuschicht kann fehlende Schneedecke teilweise ersetzen
- Einfluss der Streuschicht je nach Art unterschiedlich

Gefährdung

- Lebensraumverluste (Intensivierung, Nutzungsaufgabe)
- Isolation
- Eutrophierung
- Mangel an geeigneten Mikrohabitaten
- unangepasste Pflege
- naturnaher Waldbau

Schutz

- Verknüpfung (Metapopulationsstrukturen)
- Aufrechterhaltung extensiver Nutzung
- Abgestimmte Pflegekonzepte
- Schaffung von Pufferzonen
- Zulassen dynamischer Prozesse im Wald

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

Literatur (Auswahl):

- Ebert, G. & E. Rennwald (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 2, Tagfalter II. – Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Hanski, I. & M. Gilpin (Hrsg.) (1997): Metapopulation biology: Ecology, genetics and evolution. – Academic Press, London.
- Hill, J. K., Thomas, C. D., Fox, R., Telfer, M. G., Willis, S. G., Asher, J. & B. Huntley (2002): Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. – *Proc. R. Soc. Lond. B* 269: 2163–2171.
- IPCC / Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Leopold, P. (2006): Die Larvalökologie des Waldteufels (*Erebia aethiops*) in Nordrhein-Westfalen und deren Bedeutung für den Erhalt der Art. - In: Fartmann, T & G. Hermann (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde*. Heft 68 (3/4): 61-82.
- Parmesan, C. & G. Yohe (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. – *Nature* 421: 37–42.
- Settele, J., Kudrna, O., Harpke, A., Kuehn, I., van Swaay, C., Verovnik, R., Warren, M., Wiemers, M., Hanspach, J., Hickler, T., Kuehn, E., van Halder, I., Veling, K., Vliegthart, A., Wynhoff, I., & O. Schweiger (2008): Climatic Risk Atlas of European Butterflies. – *Biorisk* 1 (Special Issue). Pensoft Publishers, Sofia.
- Sonderegger, P. (2005): Die Erebien der Schweiz (Lepidoptera, Satyrinae, Genus *Erebia*). - Brügg bei Biel (Verlag: Peter Sonderegger) 712 S.