

# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

Prof. Dr. Eberhard Fischer  
Dr. Dorothee Killmann  
Universität Koblenz-Landau

[efischer@uni-koblenz.de](mailto:efischer@uni-koblenz.de)  
[killmann@uni-koblenz.de](mailto:killmann@uni-koblenz.de)



UNIVERSITÄT  
KOBLENZ · LANDAU

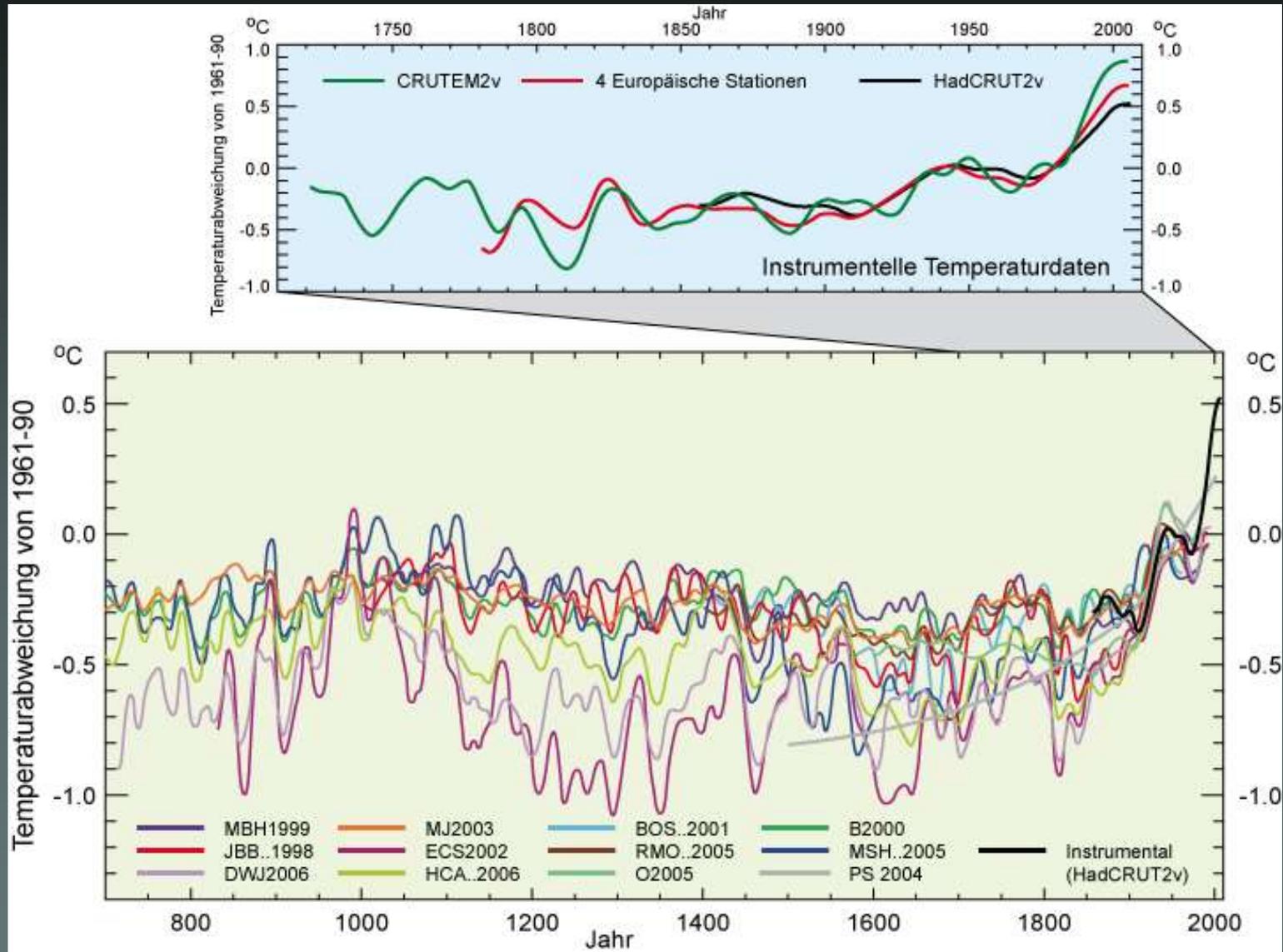
# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog

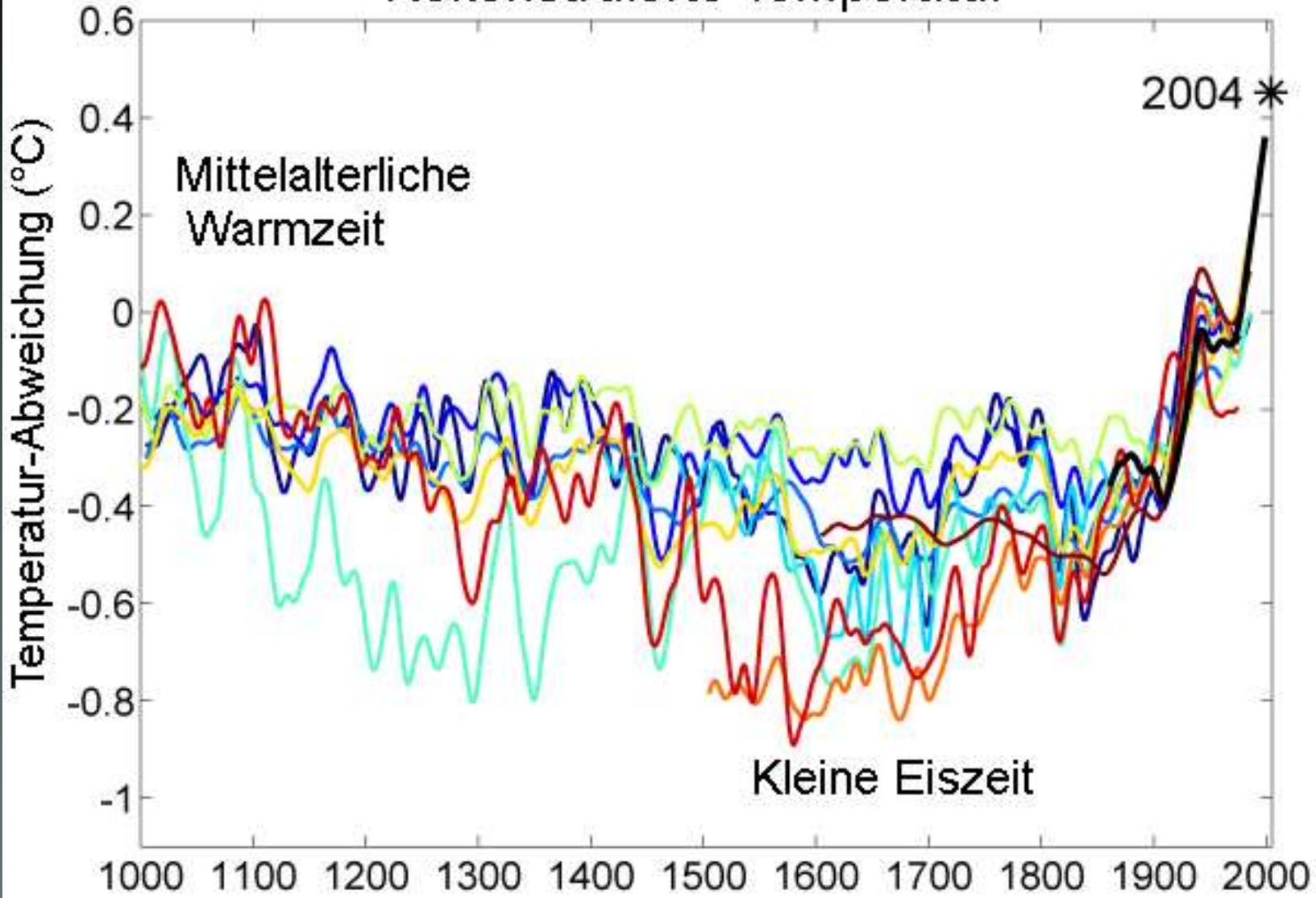
# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- **Der Klimawandel**
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog

# Abweichungen der Mitteltemperatur von 1961-1990 zwischen 800-2009



# Rekonstruierte Temperatur

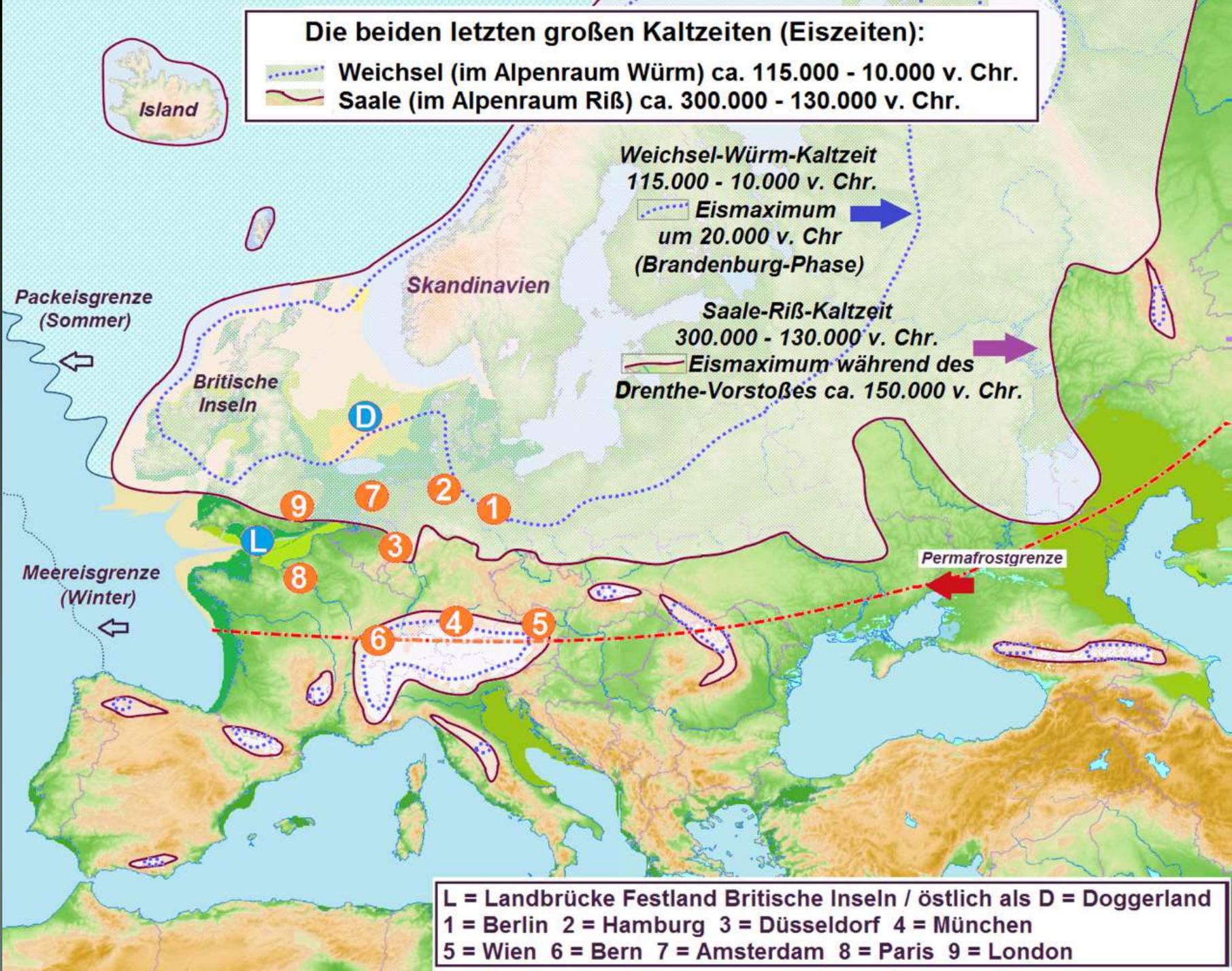


# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- **Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen**
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog

## Die beiden letzten großen Kaltzeiten (Eiszeiten):

-  Weichsel (im Alpenraum Würm) ca. 115.000 - 10.000 v. Chr.
-  Saale (im Alpenraum Riß) ca. 300.000 - 130.000 v. Chr.



**L** = Landbrücke Festland Britische Inseln / östlich als **D** = Doggerland  
**1** = Berlin **2** = Hamburg **3** = Düsseldorf **4** = München  
**5** = Wien **6** = Bern **7** = Amsterdam **8** = Paris **9** = London



Kältewüste



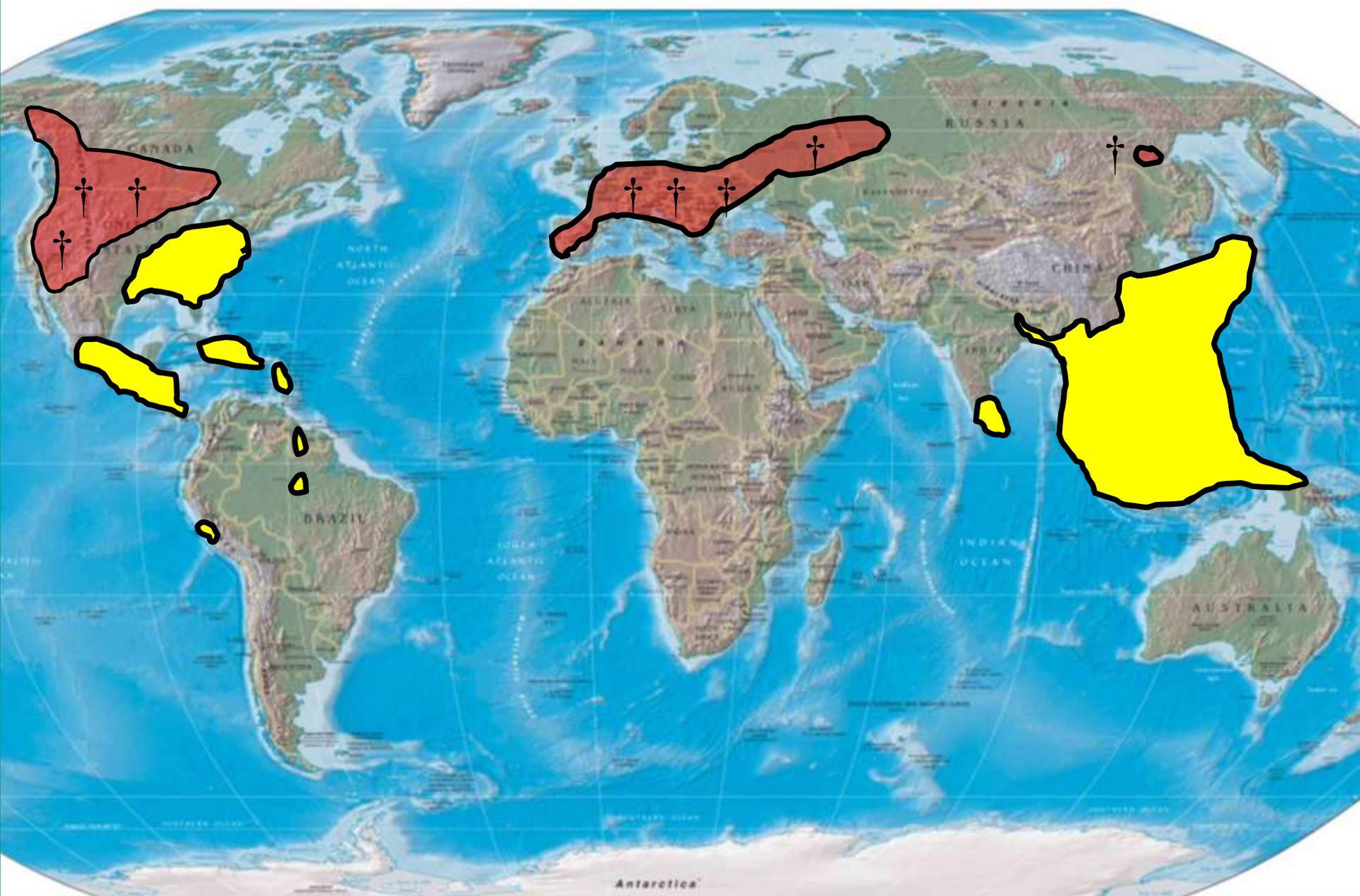
Tundra: Norwegen

# Boreale Nadelwälder: Kanada



*Magnolia x soulangeana*





Verbreitung der Magnoliengewächse

Frauenschuh *Cypripedium calceolus*

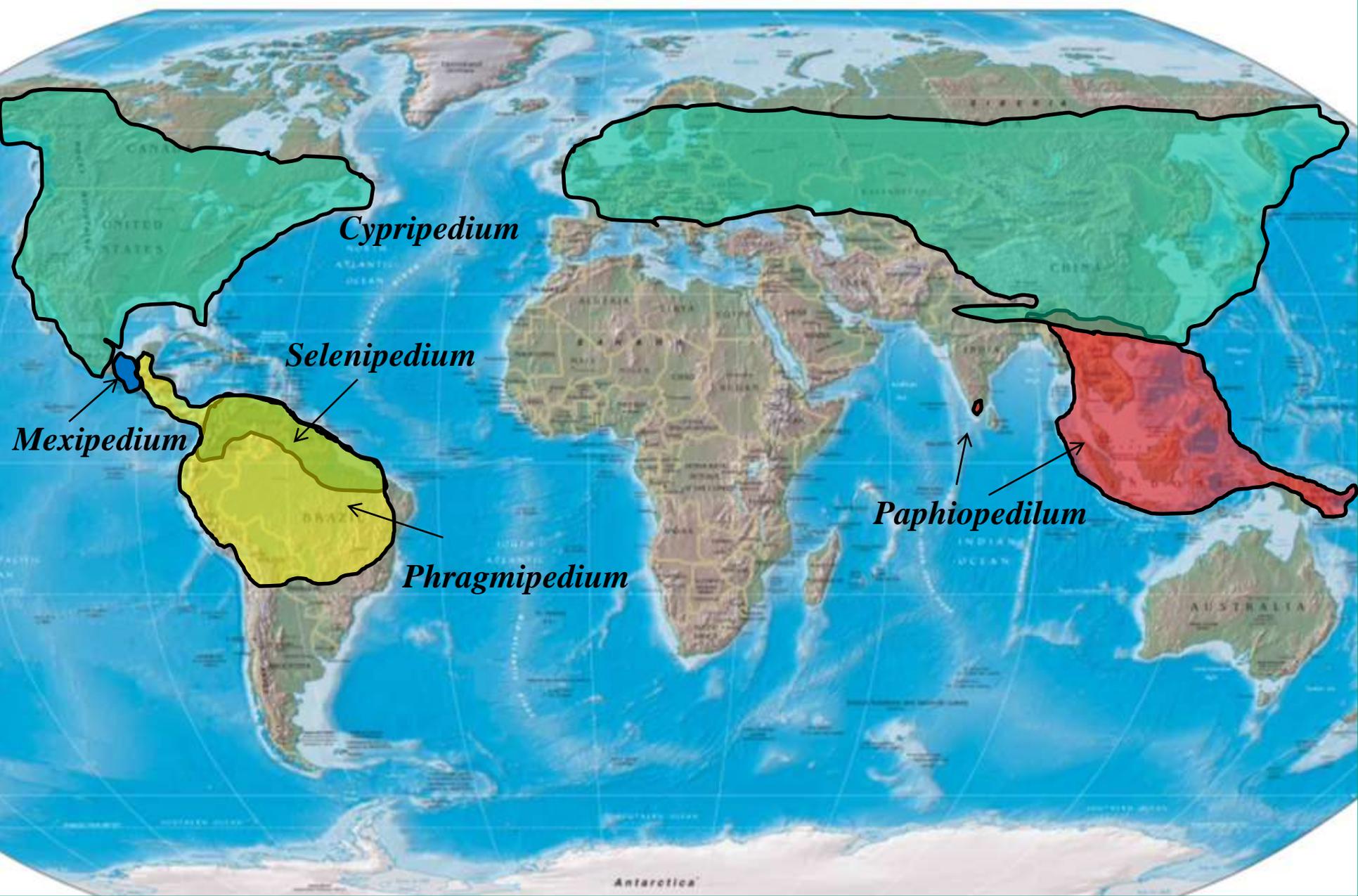


*Paphiopedilum godefroyiae*





*Phragmipedium* spp.

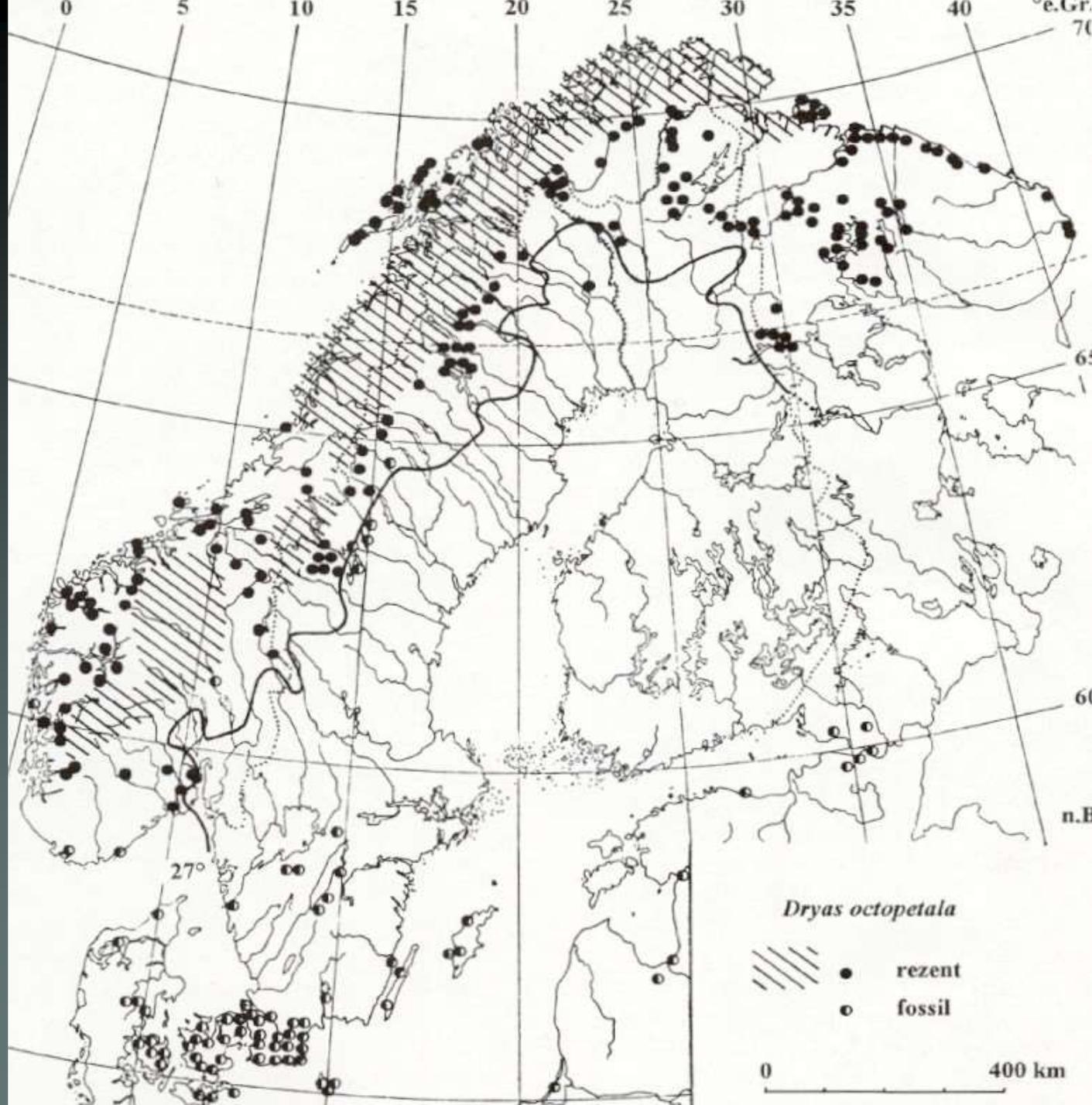


Orchideen: Unterfamilie Cyripedioideae

Silberwurz *Dryas octopetala*



*Dryas octopetala*



Stängelloses Leimkraut *Silene acaulis*



*Silene acaulis*

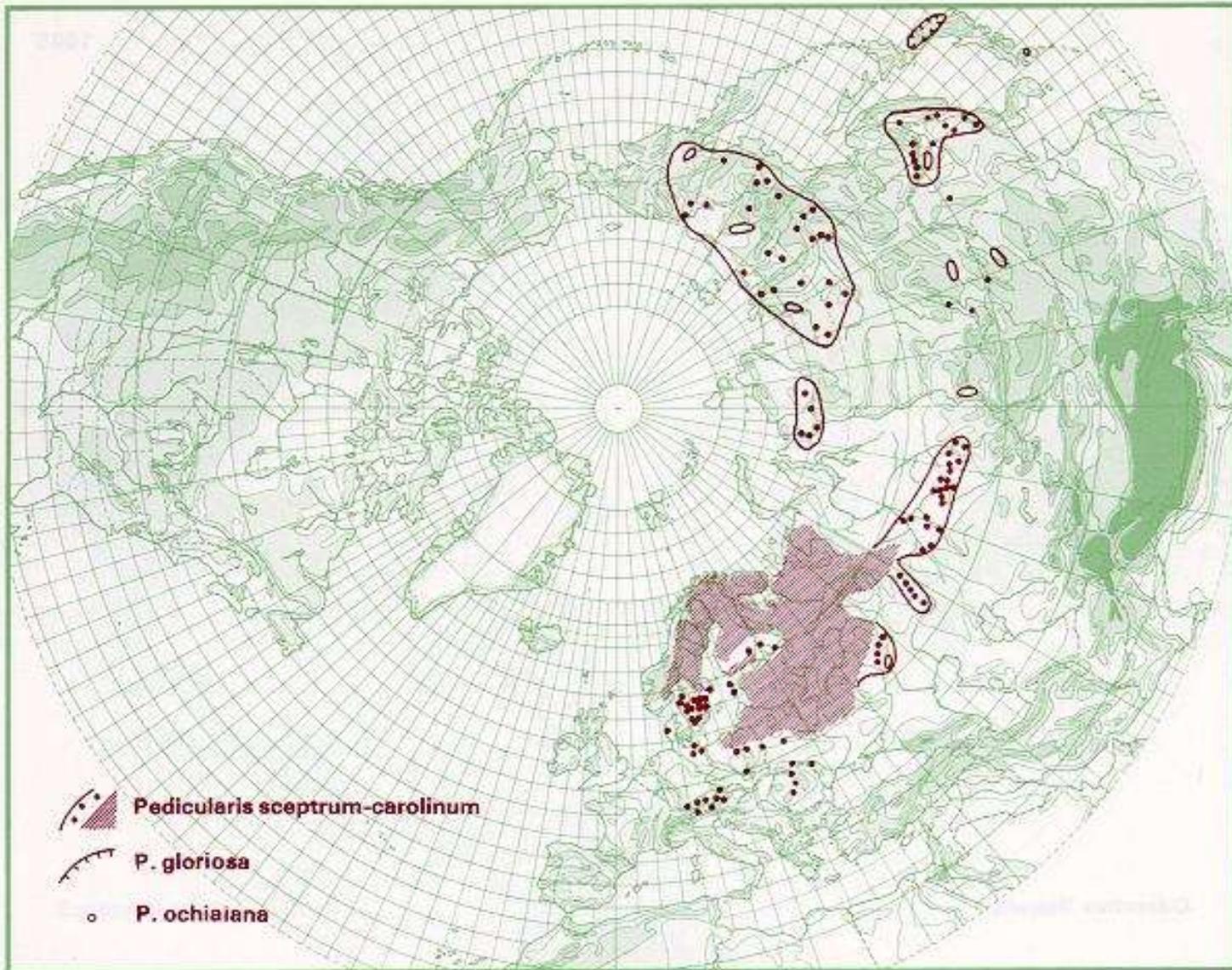




König Karls Zepter *Pedicularis sceptrum-carolinum*

*Pedicularis sceptrum-carolinum*





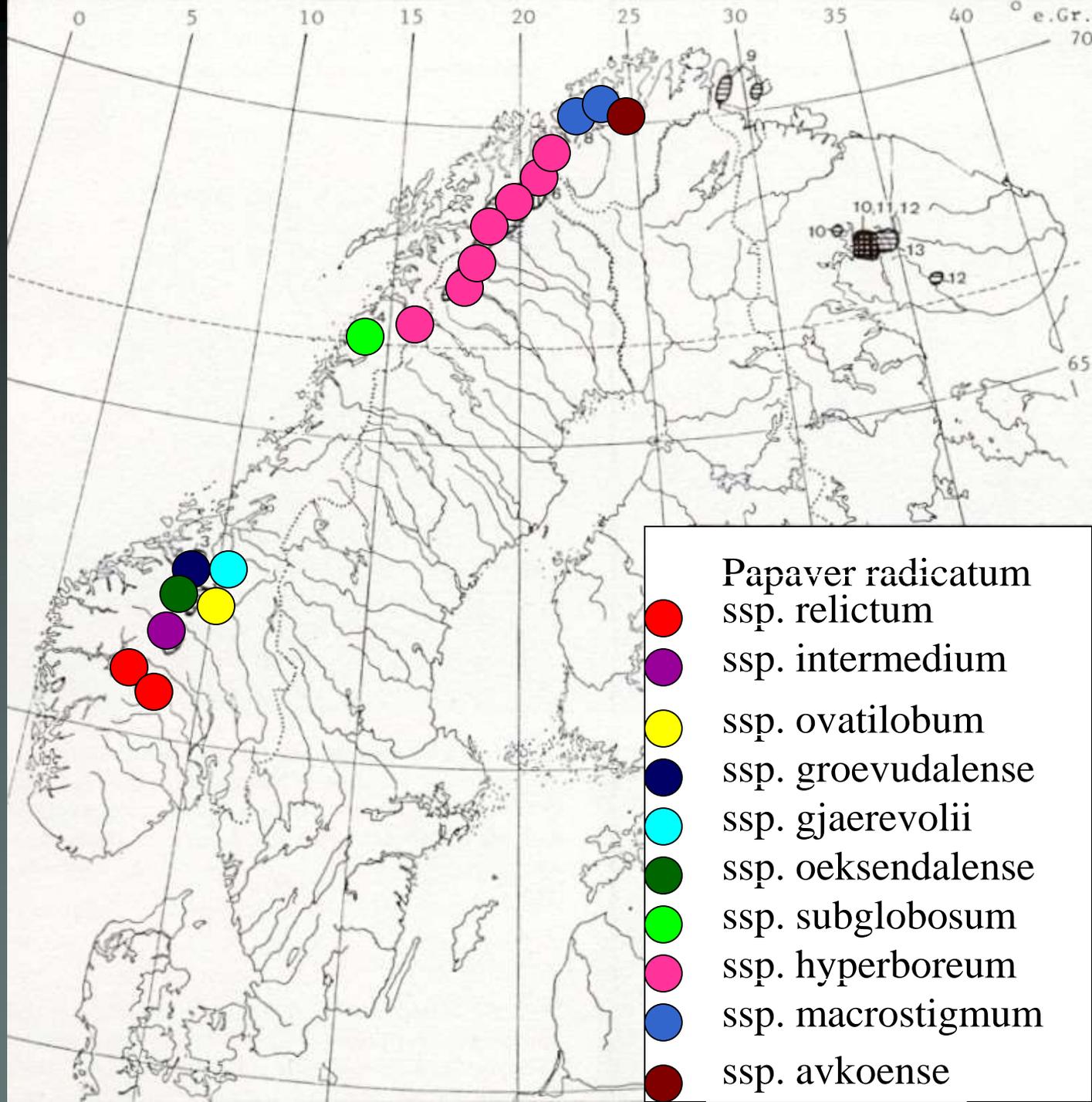
Bildquelle: Linnaeus.nrm.se

Arktischer Mohn *Papaver radicatum* ssp. *oeksendalense*



*Papaver radicatum* ssp. *subglobosum*

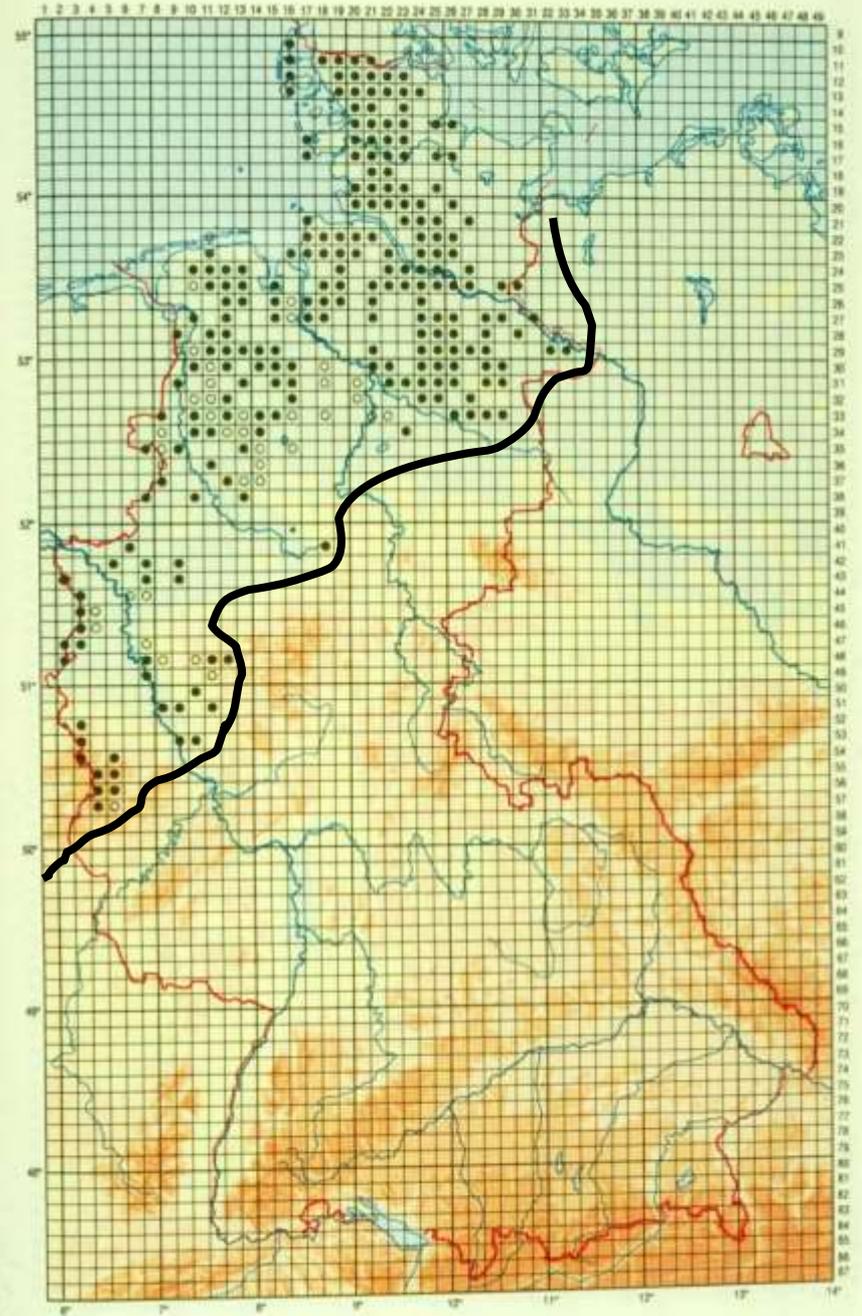




# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog

Moorlilie  
*Narthecium ossifragum*





Mittleres Torfmoos  
*Sphagnum magellanicum*



Rosmarinheide  
*Andromeda polifolia*



Moosbeere *Vaccinium oxycoccus*



Torfmoos-Knabenkraut  
*Dactylorhiza sphagnicola*

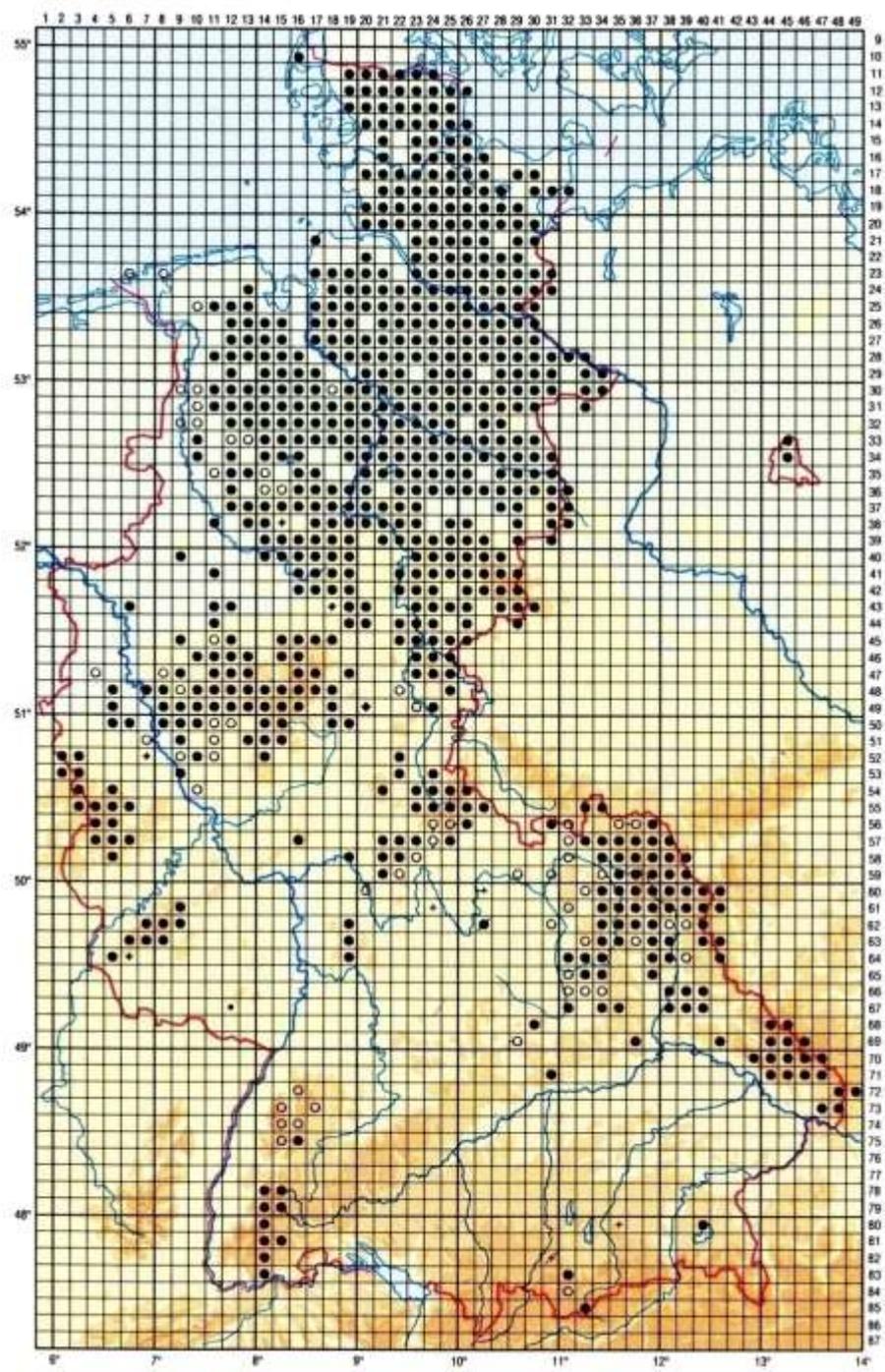


# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog



Europäischer Siebenstern  
*Trientalis europaea*





Weißzüngel  
*Pseudorchis albida*



Arnika  
*Arnica montana*



# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog

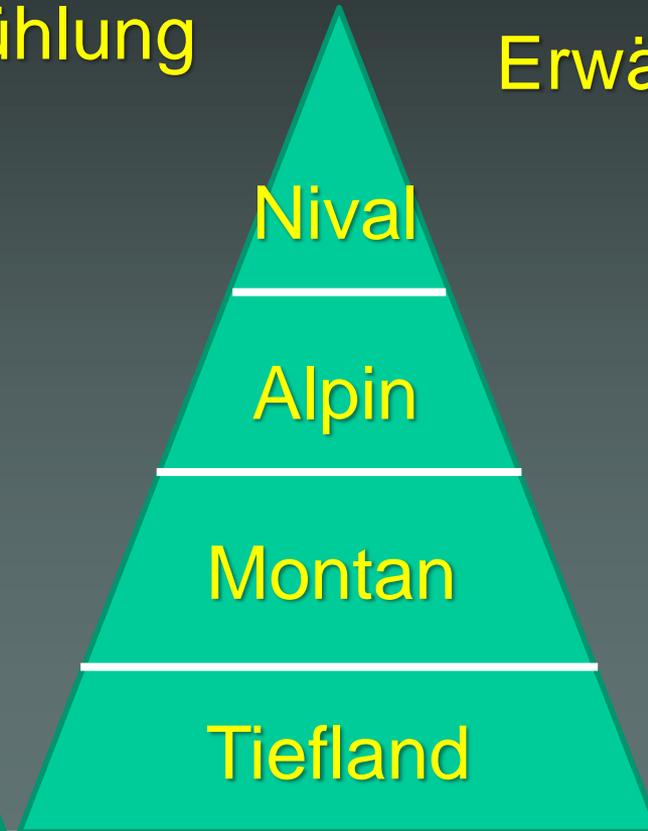
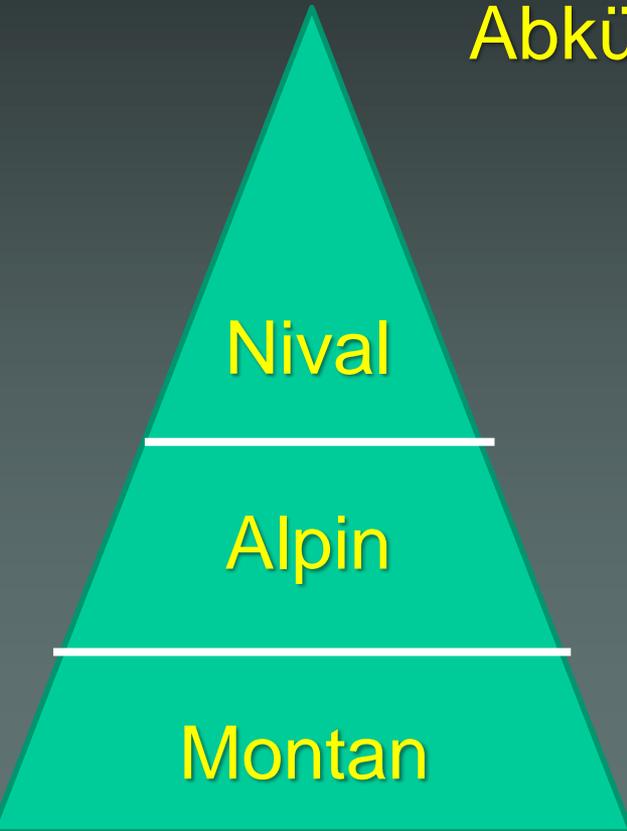
Extreme Abkühlung



Abkühlung



Erwärmung







Kohlröschen  
*Nigritella rhellicani*





Gletscher-Hahnenfuß  
*Ranunculus glacialis*





## Naturschutzgebiet Feldberg

### Seltener Unterwasserfarn vom Aussterben bedroht



Das Stachelsporige Brachsenkraut ist ein Unterwasserfarn, der in Deutschland ausschließlich im Titisee und im Feldsee vorkommt. Er ist ein Relikt aus der letzten Eiszeit. Durch den Badebetrieb ist dieses Brachsenkraut in den vergangenen Jahren stark zurückgegangen und hochgradig gefährdet.

**Im Feldsee ist es daher nicht gestattet:**



Zu baden.



Den See mit Wasserfahrzeugen zu befahren.



Hunde frei laufen und ablassen zu lassen.

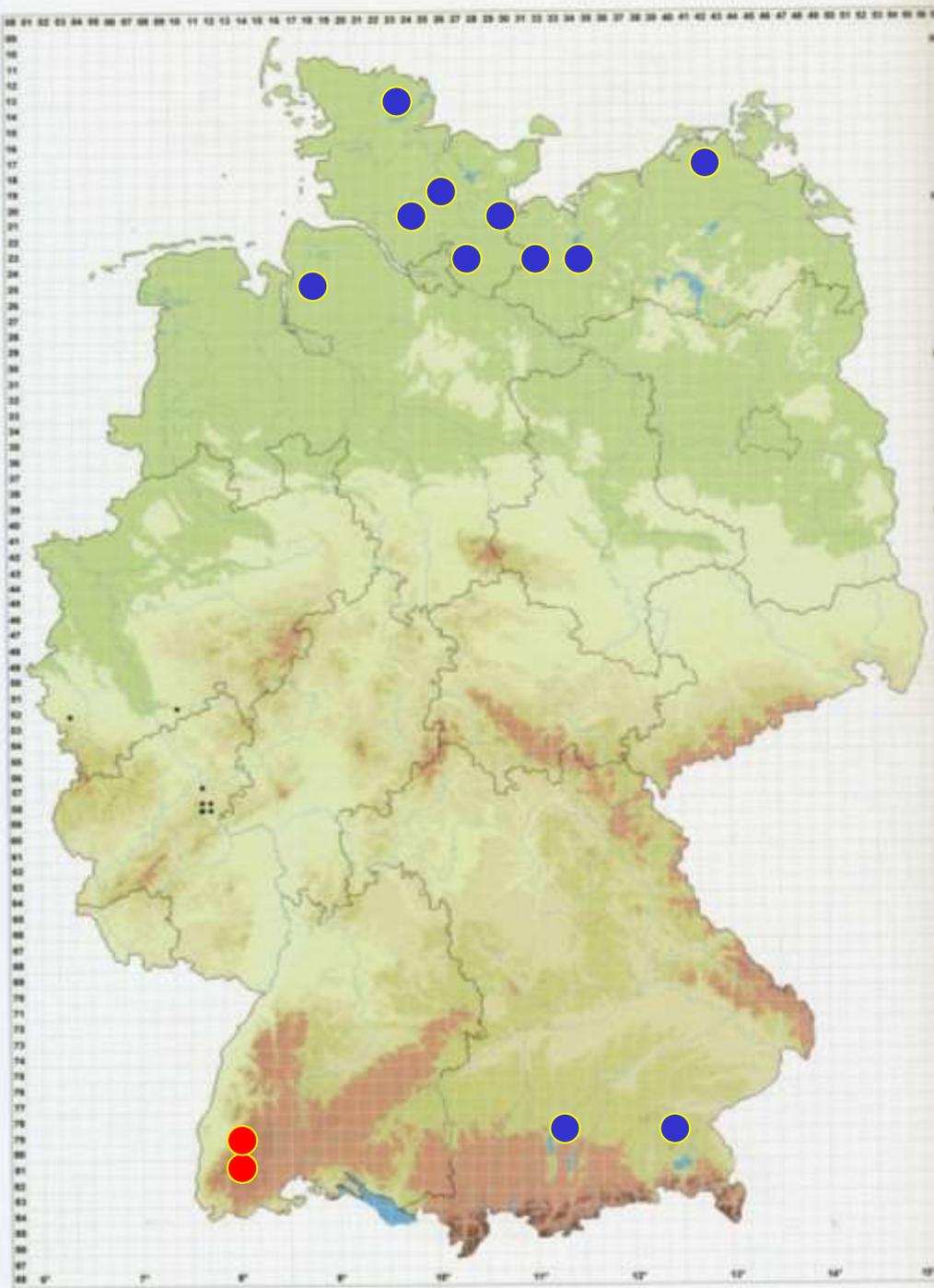
Naturschutzgebietsverordnung "Feldberg"  
Regierungspräsidium Freiburg



Brachsenkraut *Isoetes lacustris*



*Isoetes lacustris*



# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

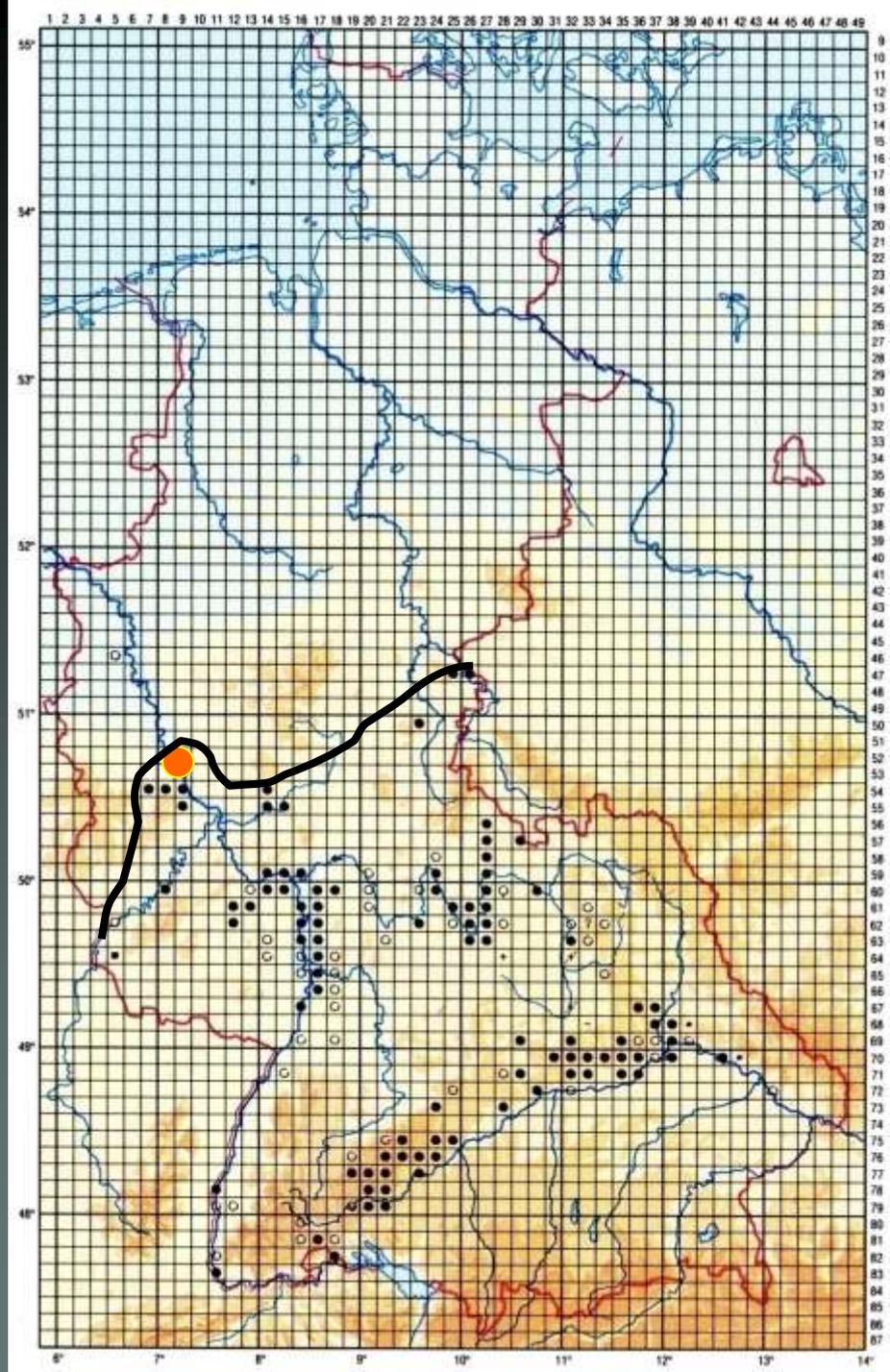
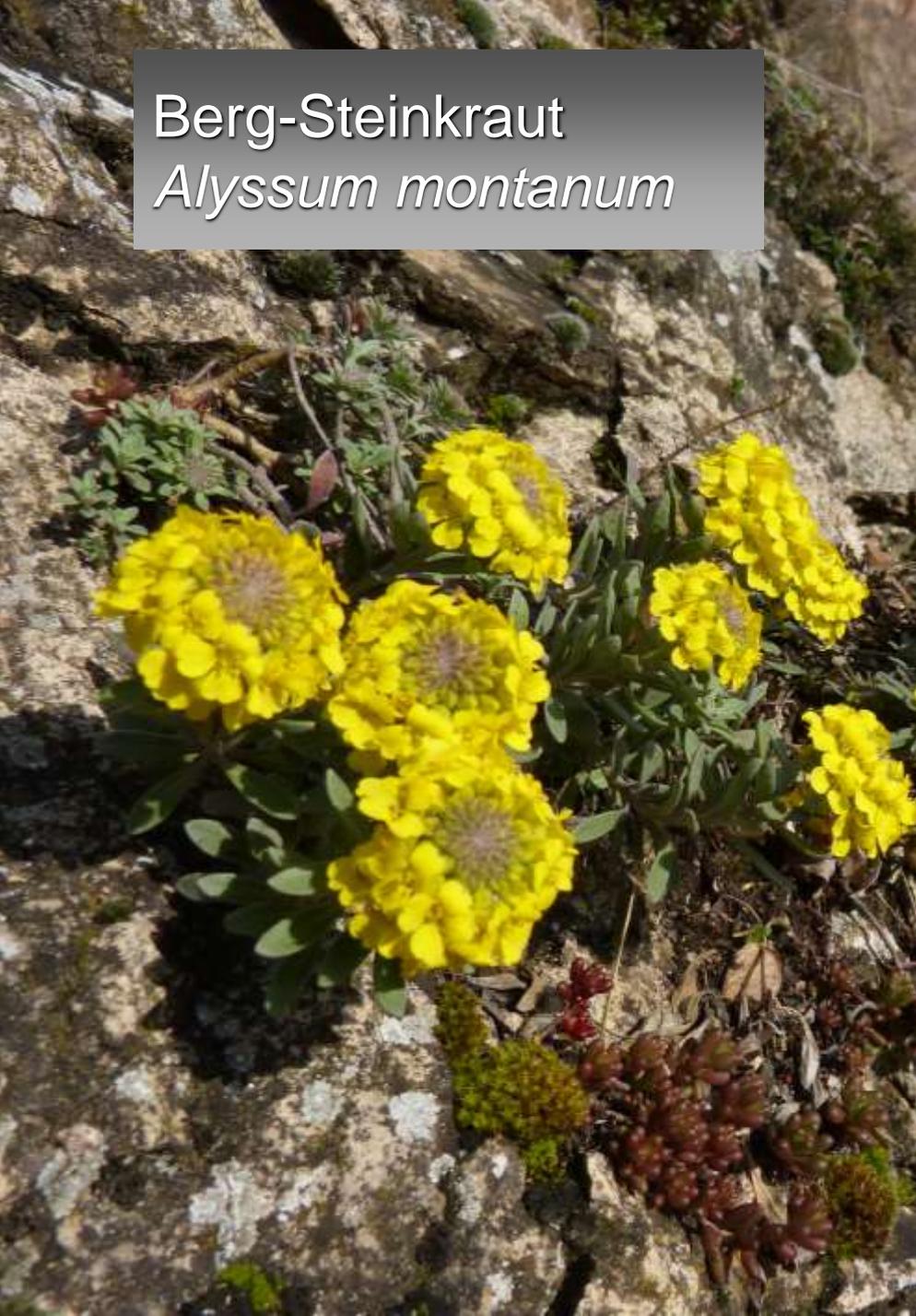
- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - **Pontische und mediterrane Arten**
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog

# Wanderwege nach der Würm-Eiszeit



Bildquelle: [www.welt-atlas.de](http://www.welt-atlas.de)

Berg-Steinkraut  
*Alyssum montanum*

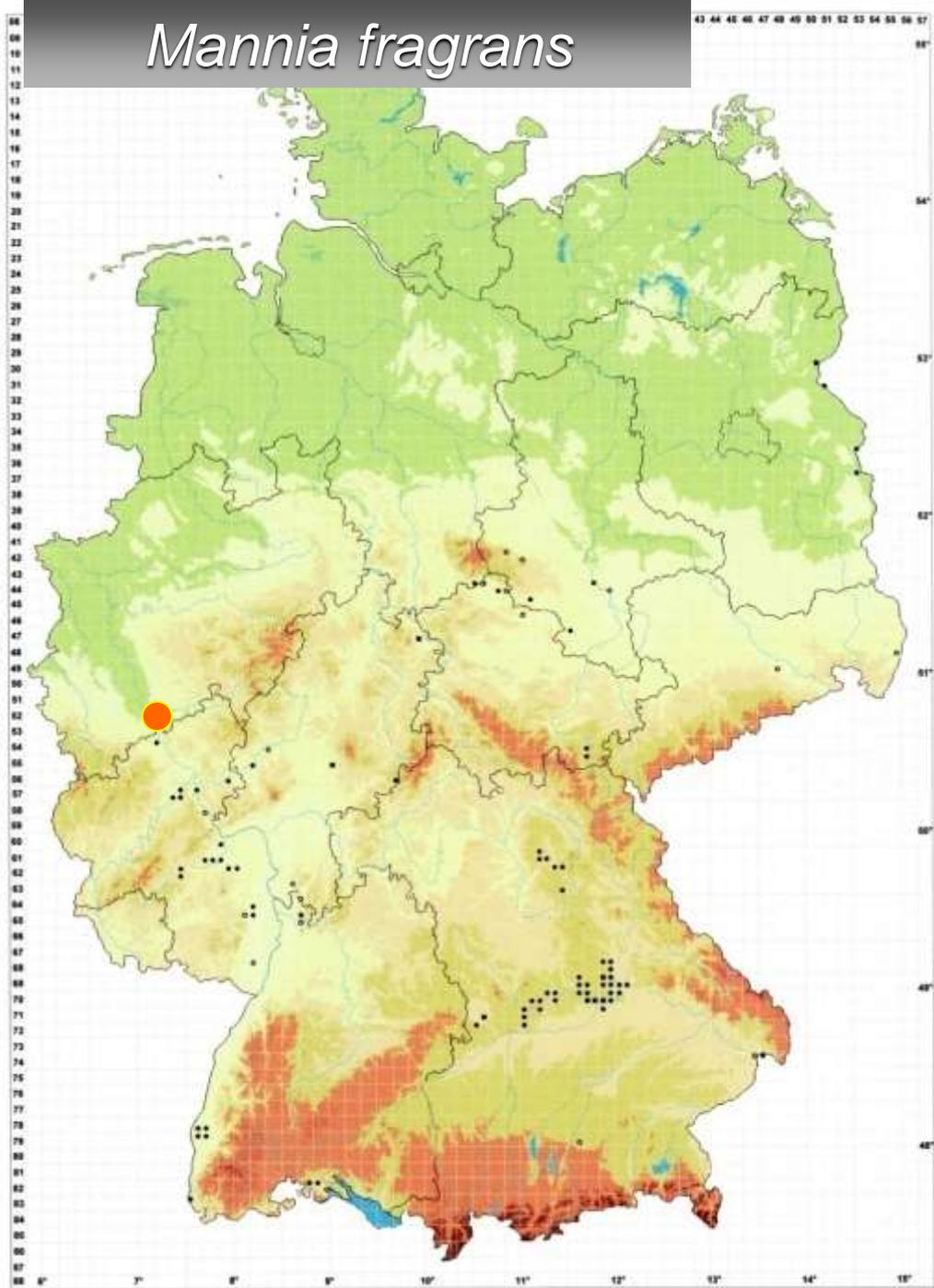


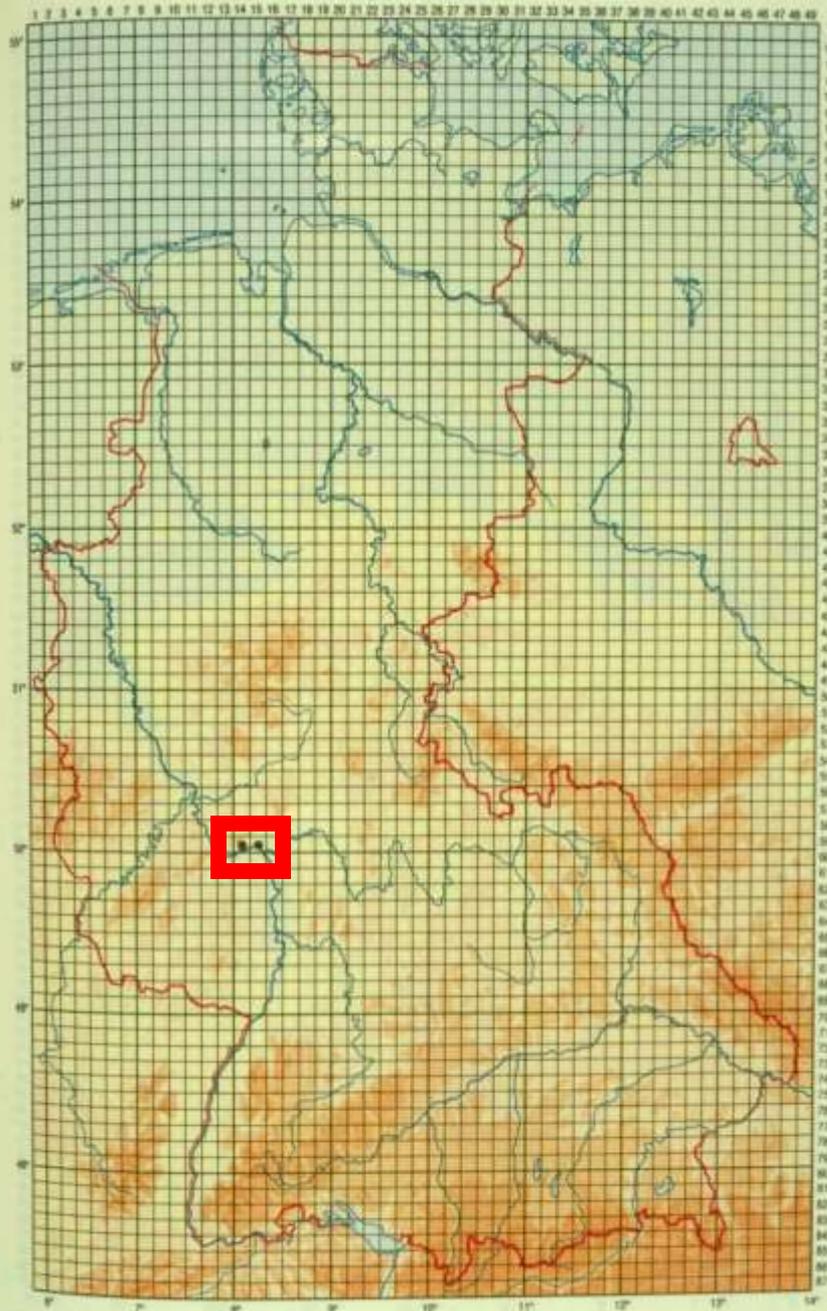
*Alyssum montanum*





*Mannia fragrans*





Sand-Lotwurz  
*Onosma arenaria*

Hummelragwurz  
*Ophrys holosericea*

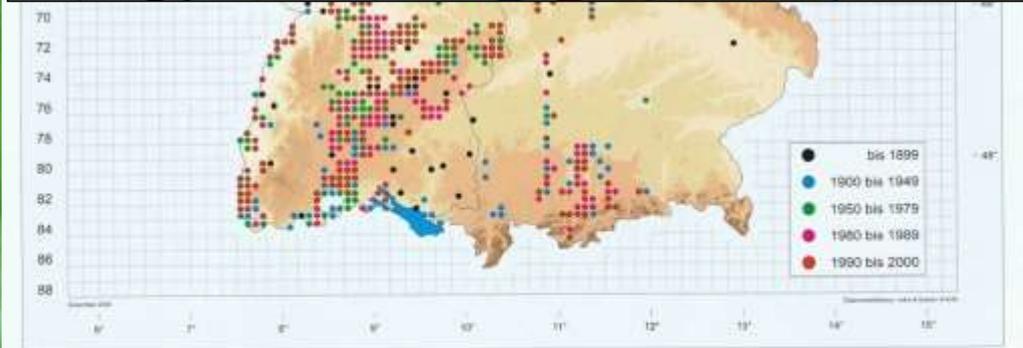
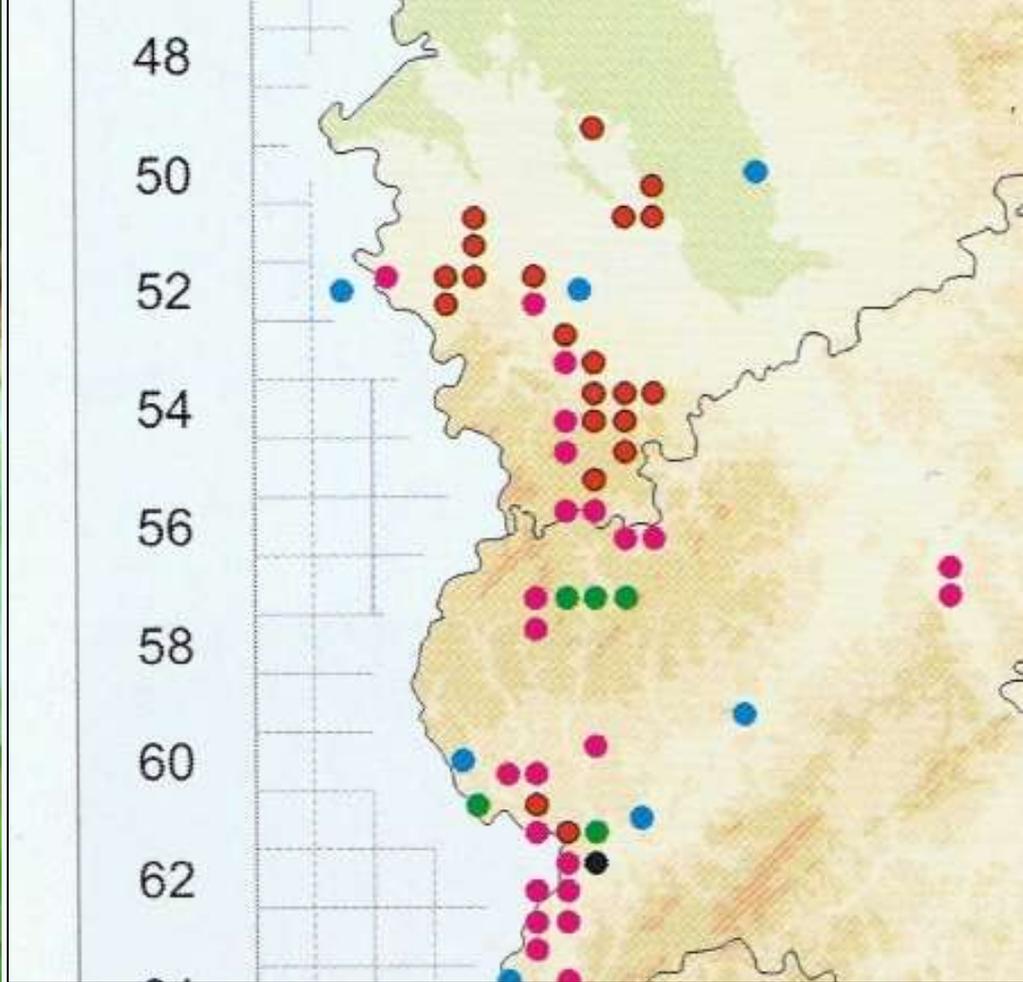


Bienenragwurz *Ophrys apifera*





*Ophrys apifera*



Karte 547/1: Verbreitungskarte *Ophrys apifera* (alle Varietäten)

Datenbasis: 7127 Meldungen; Flächenverbreitung: 14,9 % (1433 MTB/4); aktuelle Verbreitung (nach 1950): 7,59 % (730 MTB/4)

...auf dem Weg zum Vortrag, 24.06.2020 um 17:30 Uhr  
Koblenz Innenstadt



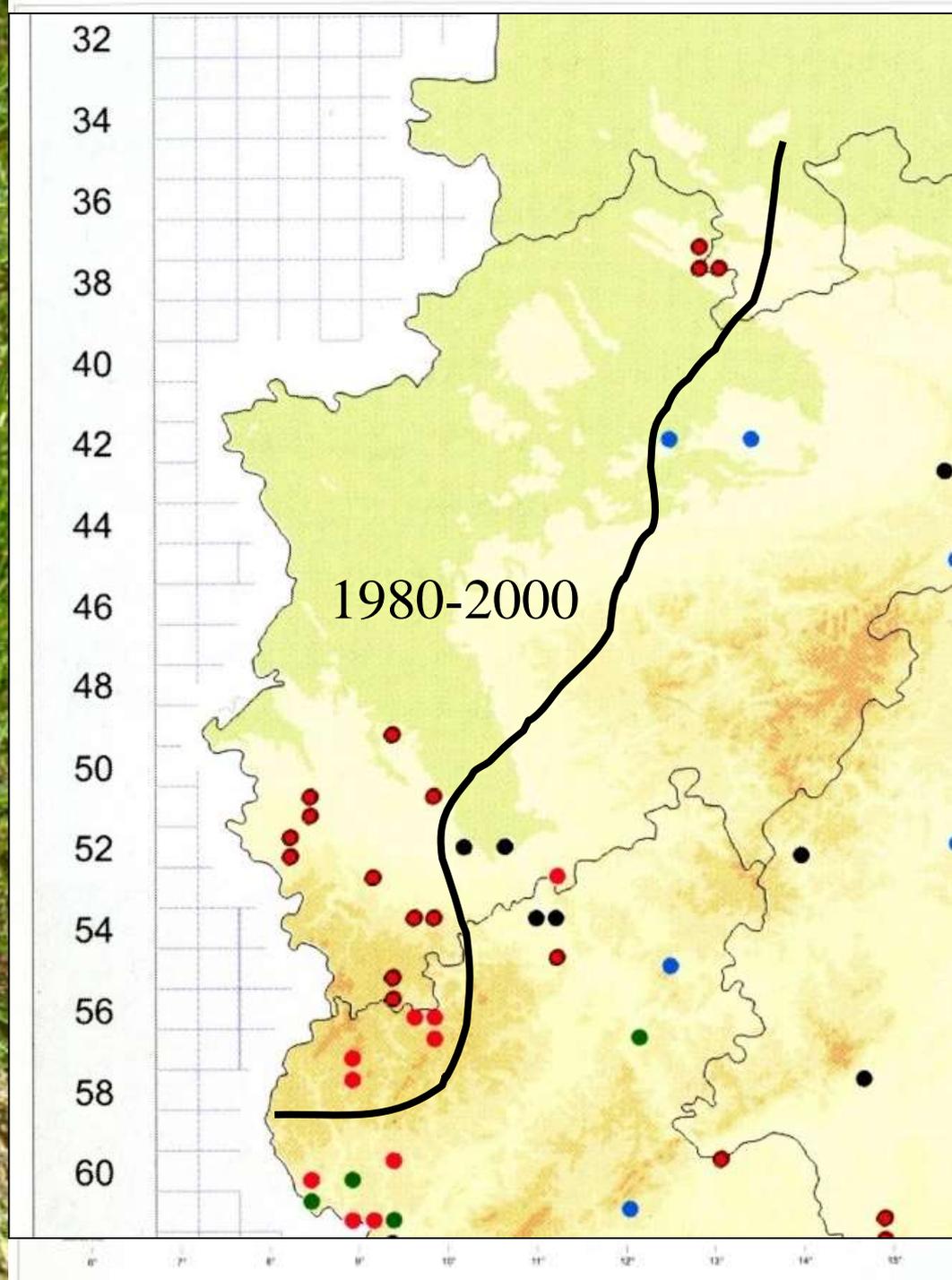
...auf dem Weg zum Vortrag, 24.06.2020 um 17:30 Uhr  
Koblenz Innenstadt







Pyramiden-Orchis  
*Anacamptis pyramidalis*

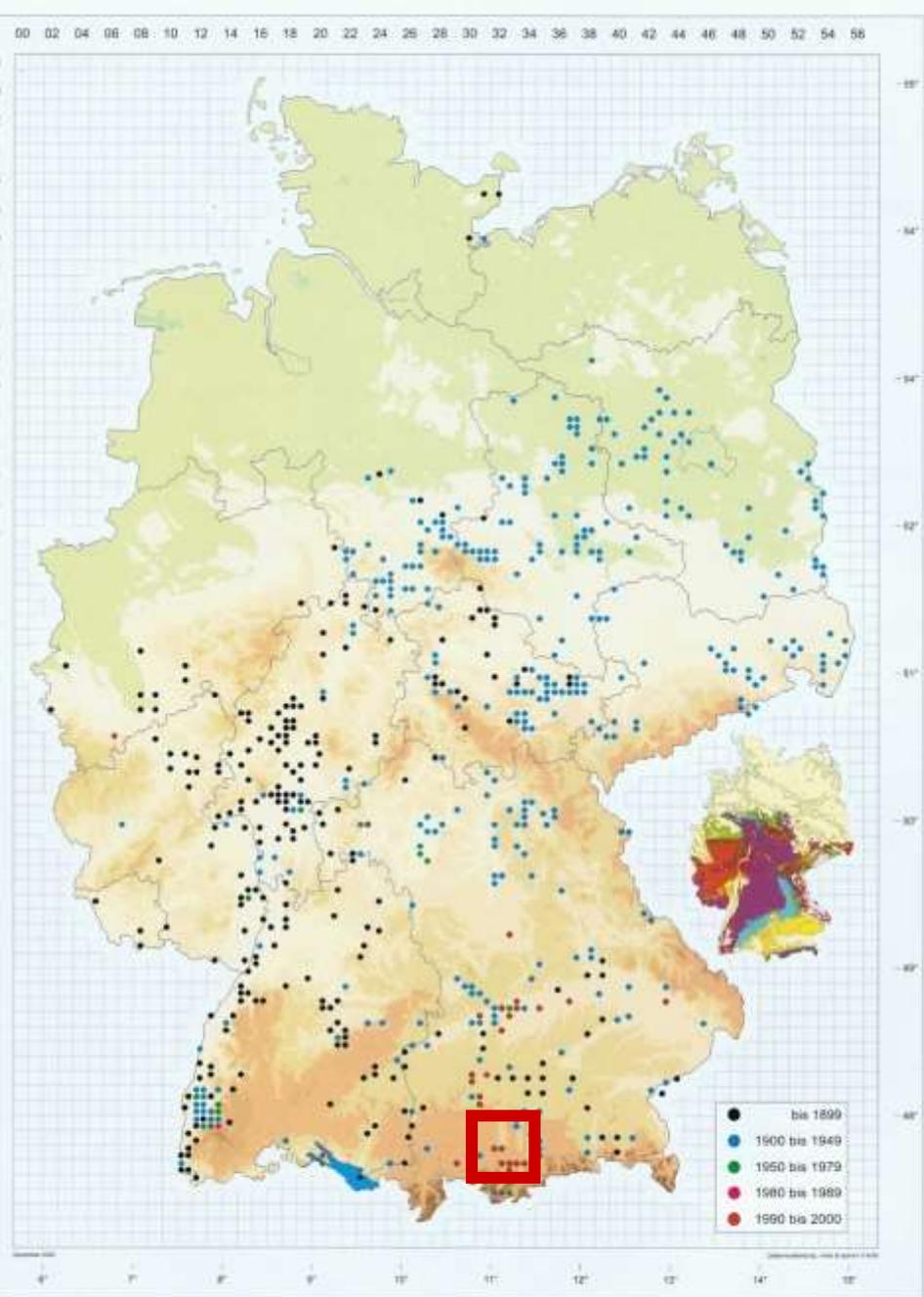


# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog



Wanzen-Knabenkraut  
*Anacamptis coriophora*



579/1: Verbreitungskarte *Orchis coriophora*

Grundbasis: 1468 Meldungen; Flächenverbreitung: 8,62 % (829 MTB/4); aktuelle Verbreitung (nach 1950): 0,31 % (30 B/4)

*Orchis coriophora*, Linné.

Thierental Krabbensteil. Wangelstüffenthal Ka.  
Auf einer feuchten Wiese bei Pützchen. 18. Juni.

H. Bon. 39.

*Orchis coriophora*  
Naturhistor. Verein Bonn.  
Herbar Nees v. Esenbeck.

Sattelhorst  
bei Pützchen

16234

*Orchis coriophora* L

Hierher Pützchen auf feuchter  
Wiesen mit Coelogloss & andern Orch.

Naturhistor. Verein Bonn.  
Herbar Gustav Becker.

16/5/74



**Halbtrockenrasen:**  
nährstoffarm, geringe  
Ressourcen –  
artenreich > 30 Arten  
pro 25 m<sup>2</sup>

Purpur-Orchis *Orchis purpurea*

# Löwenzahn



**Fettwiesen:**  
nährstoffreich, hohe  
Ressourcen – artenarm  
< 10 Arten pro 25 m<sup>2</sup>

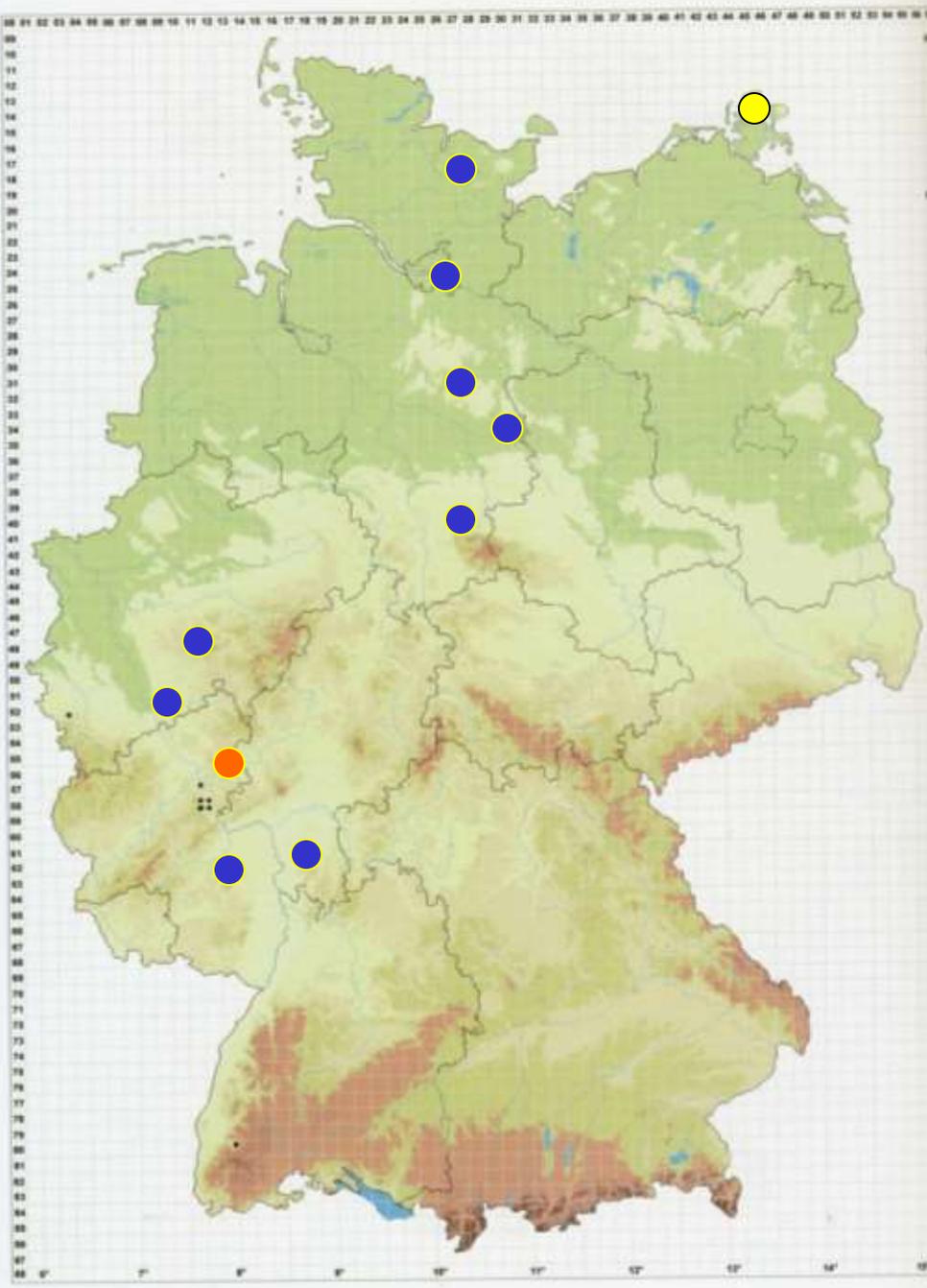


**Magerrasen**



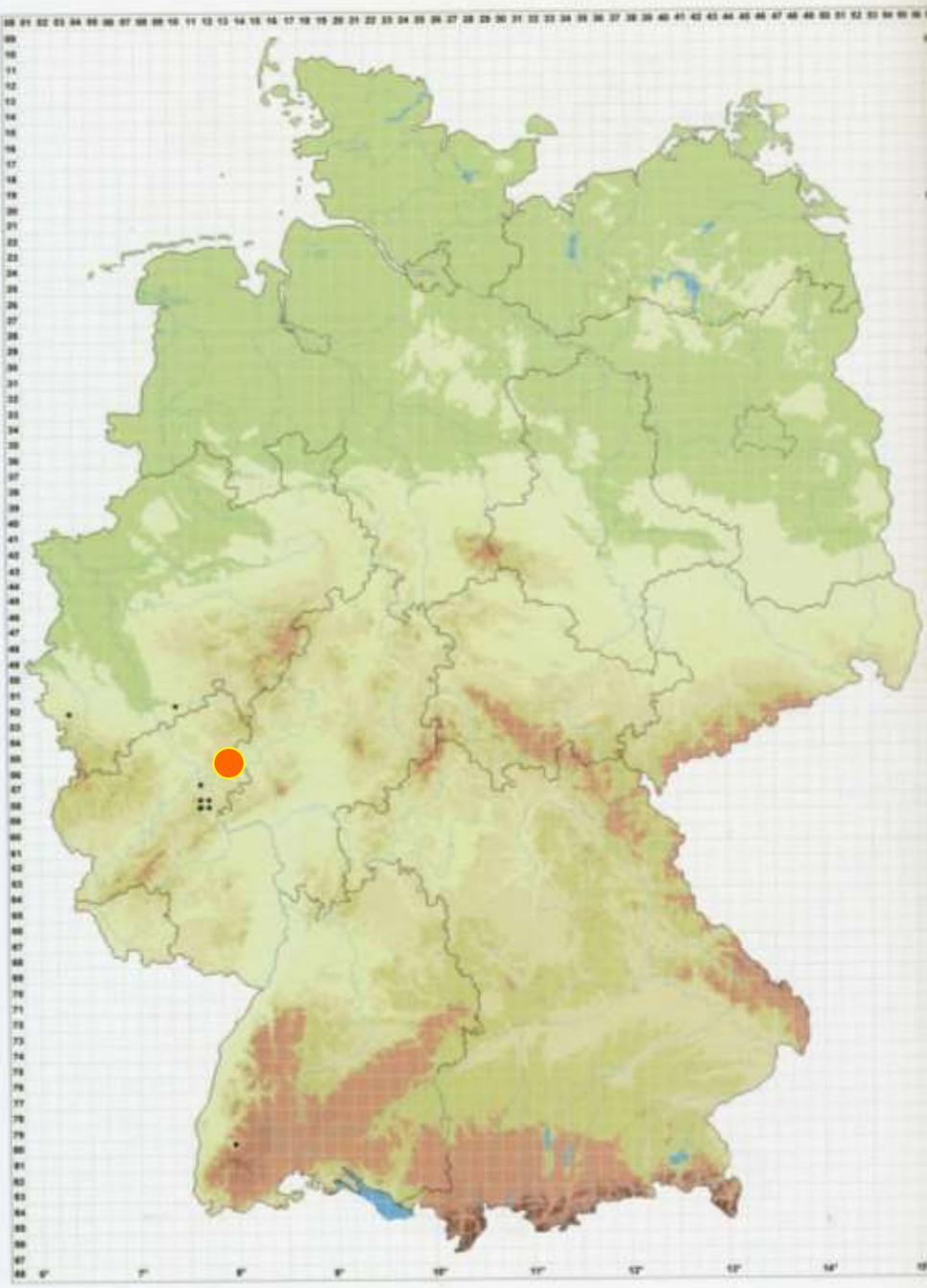
**Fettwiese**

# Verbreitung der Grünen Lungenflechte *Lobaria virens*



aktuelle  
Verbreitung von  
*Lobaria virens*

● 2020



Wiederentdeckung von *Lobaria virens* 23.11.07  
nach über 100 Jahren (zuletzt 1903)



Grüne Lungenflechte  
*Lobaria virens*



# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- **Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel**
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog



Norris et al. 2012, *Journal of Applied Ecology* 49, 562 – 570

- Belastbare und funktionelle Landschaften sind essentiell für Anpassung an Klimawandel
- Belastbare Ökosysteme haben komplexe Struktur und hohe Biomasse sowie hohe funktionale Diversität.
- Wälder mit diesen Eigenschaften haben kühlere Oberflächentemperaturen bei extremen Wetterbedingungen.
- Alte, naturnahe Wälder können Oberflächentemperaturen effektiver abschwächen als Pflanzungen heimischer Bäume (Forste).
- In alten naturnahen Wäldern werden deutlich niedrigere Temperaturen gemessen.
- Alte naturnahe Wälder sind wettbewerbsfähiger und stressresistenter als intensiv genutzte Wälder (Forste).

## Zellweger et al. 2020, *Science* 368, 772 – 775

- Klimawandel verursacht Verschiebung in biologischen Gemeinschaften zugunsten von wärme-affinen Arten (Thermophilisation)
- Mikroklima-Dynamiken in europäischen Wäldern zeigen, dass die Thermophilisation und die klimatischen Verzögerungen in Waldgesellschaften primär über das Mikroklima kontrolliert werden.
- Die zunehmende Bedeckung des Kronenraums reduziert die Erwärmungsraten innerhalb des Waldes drastisch.
- Der Verlust von Kronenbedeckung führt dagegen zu steigender lokaler Erhitzung.



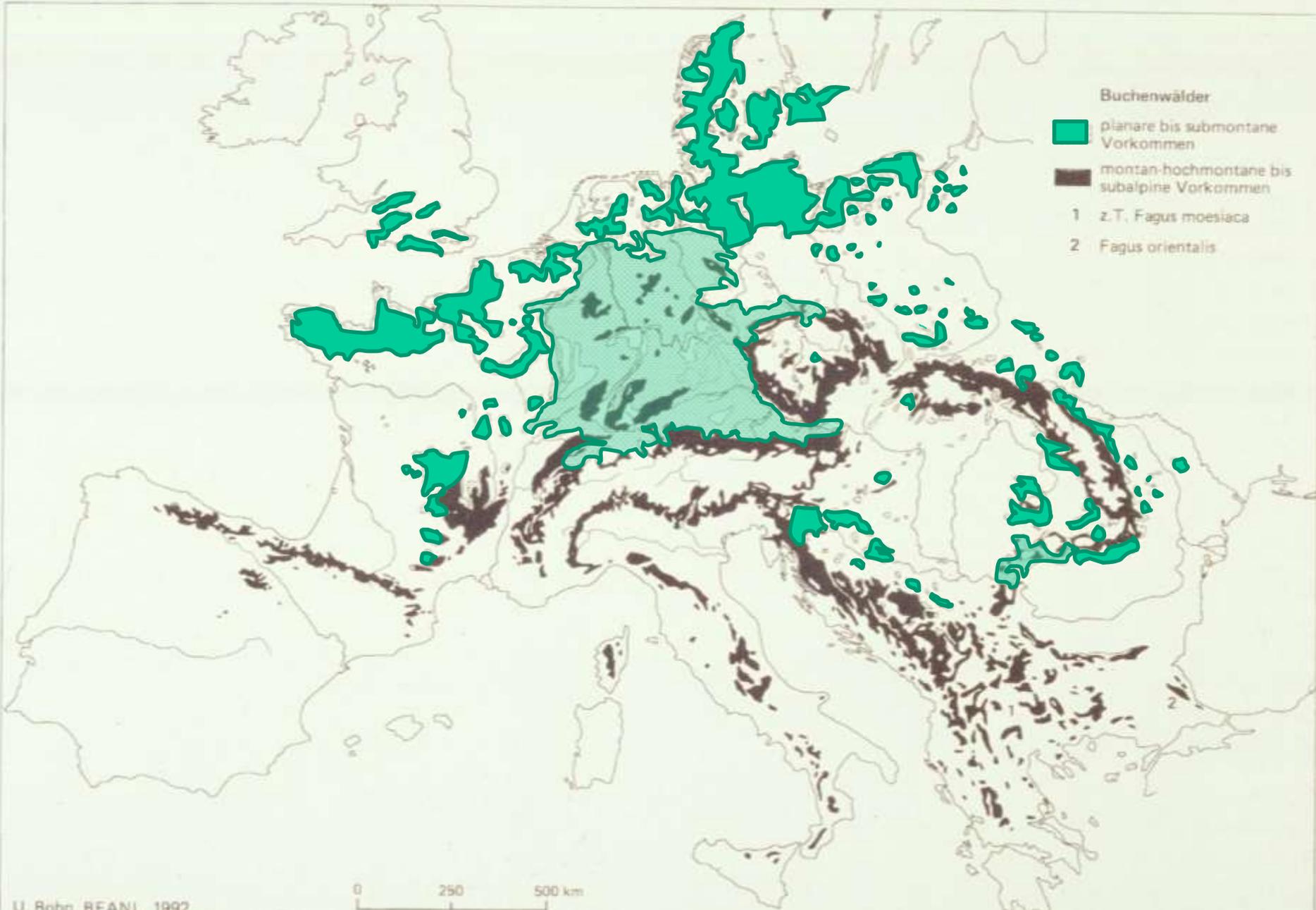
Rotbuche *Fagus sylvatica*



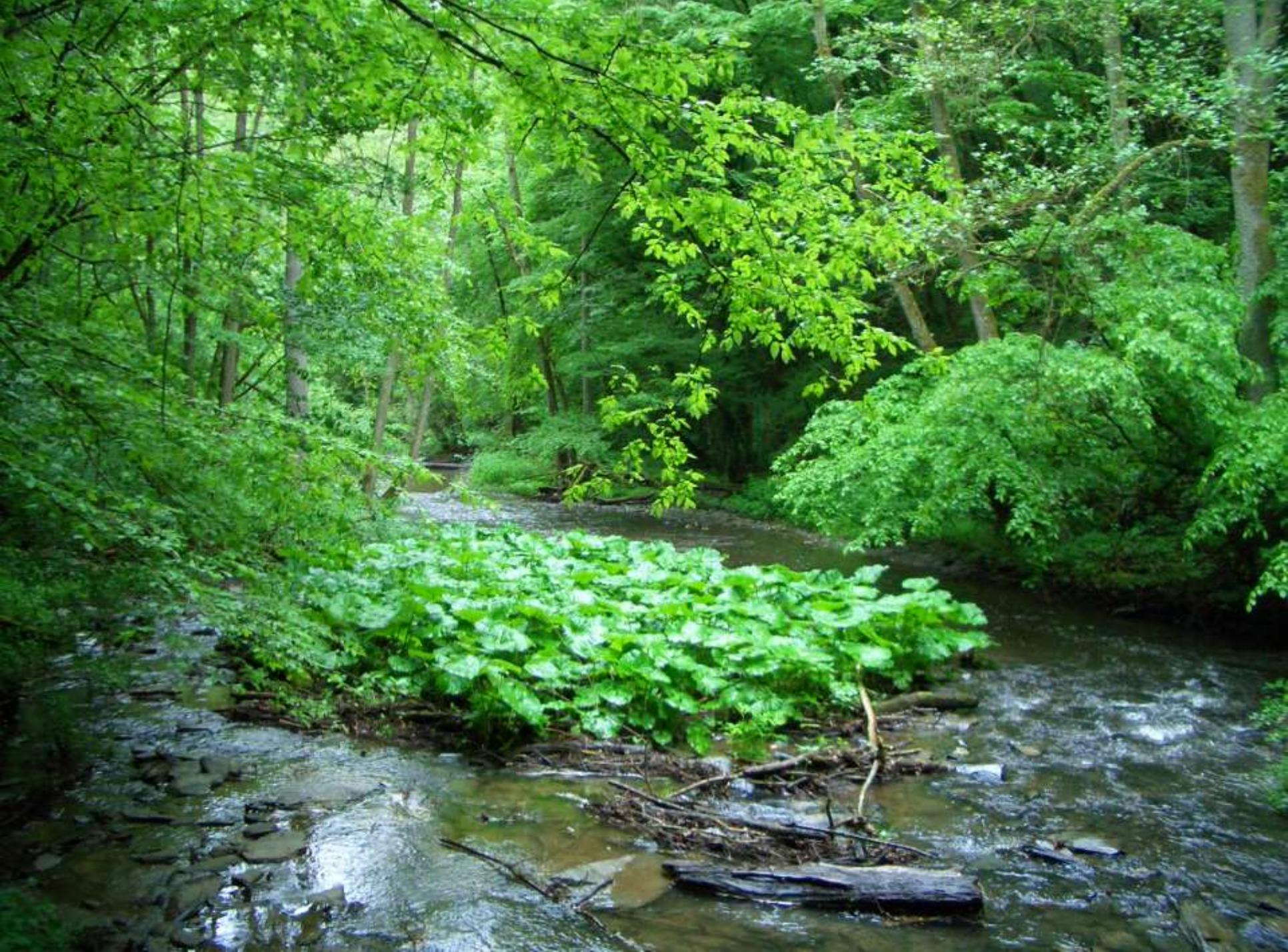
*Fagus sylvatica*



# Verbreitung von *Fagus sylvatica* u. *F. orientalis*











**Silberblatt**  
***Lunaria rediviva***



**Platanenblättriger Hahnenfuß**  
*Ranunculus platanifolius*



**Weißer Pestwurz**  
*Petasites albus*





**Flaumeiche *Quercus pubescens***





*Quercus pubescens*



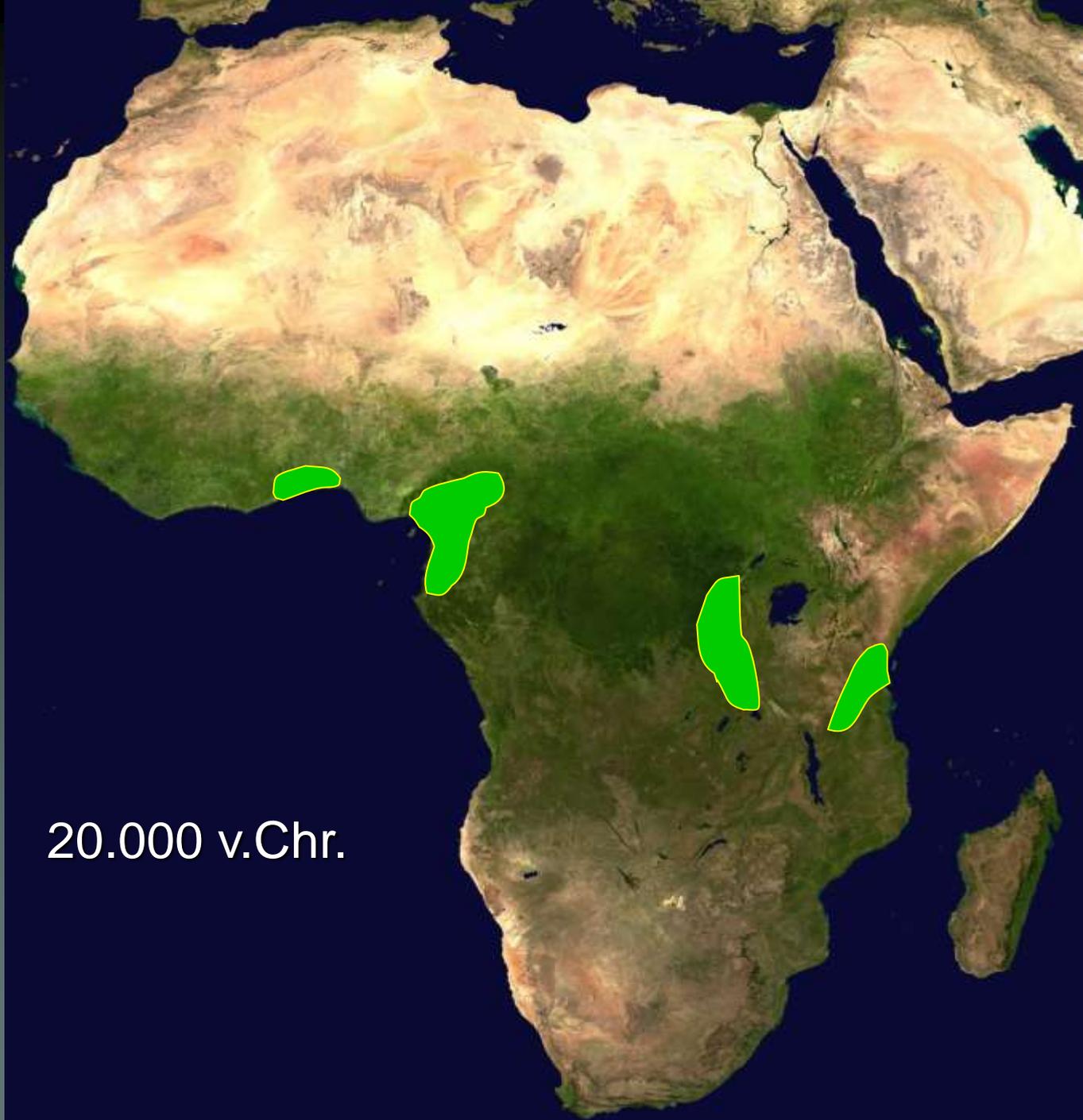


*Quercus petraea*

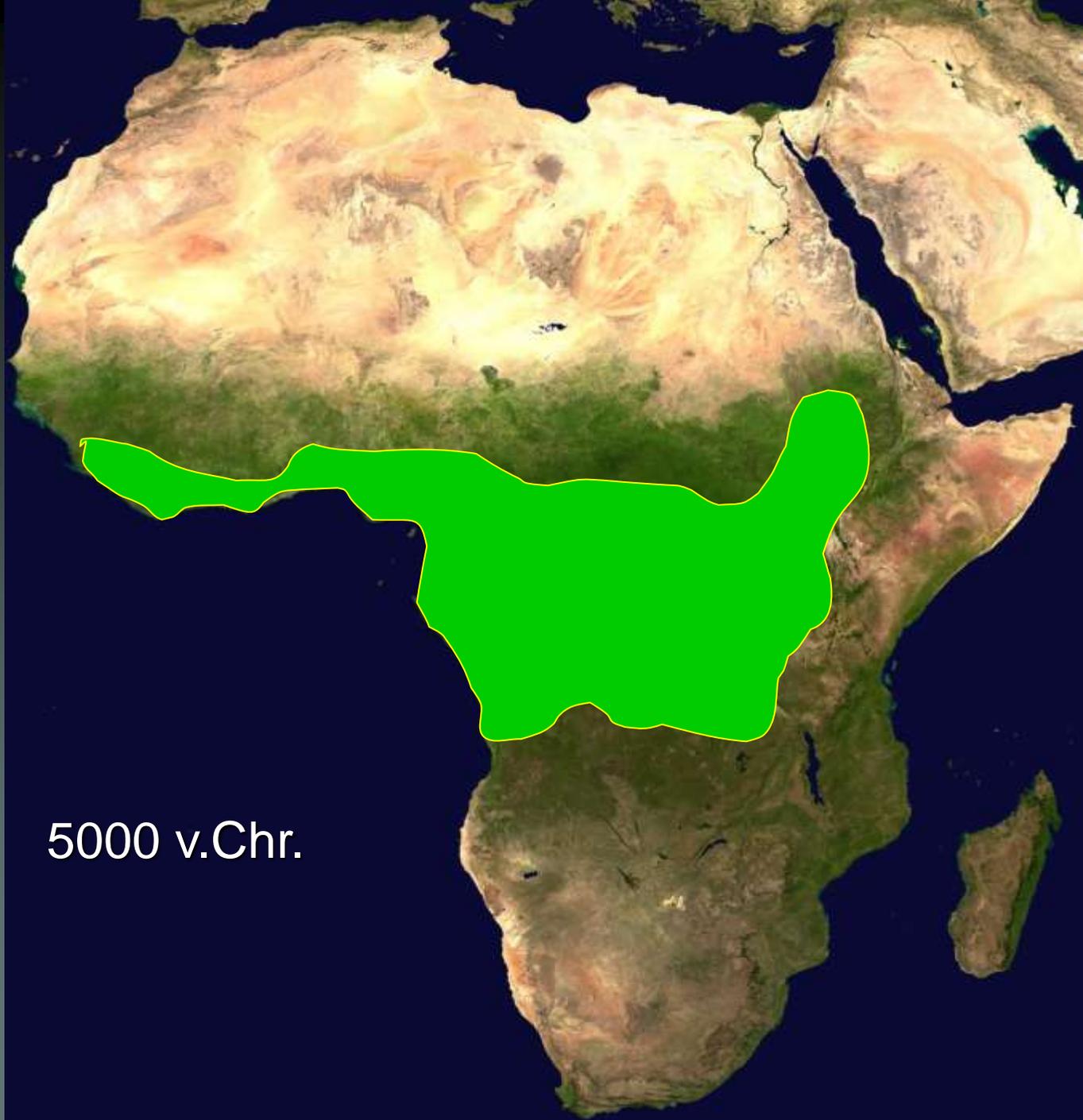


# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- Epilog



20.000 v.Chr.



5000 v.Chr.



Verbreitung  
von *Gorilla*



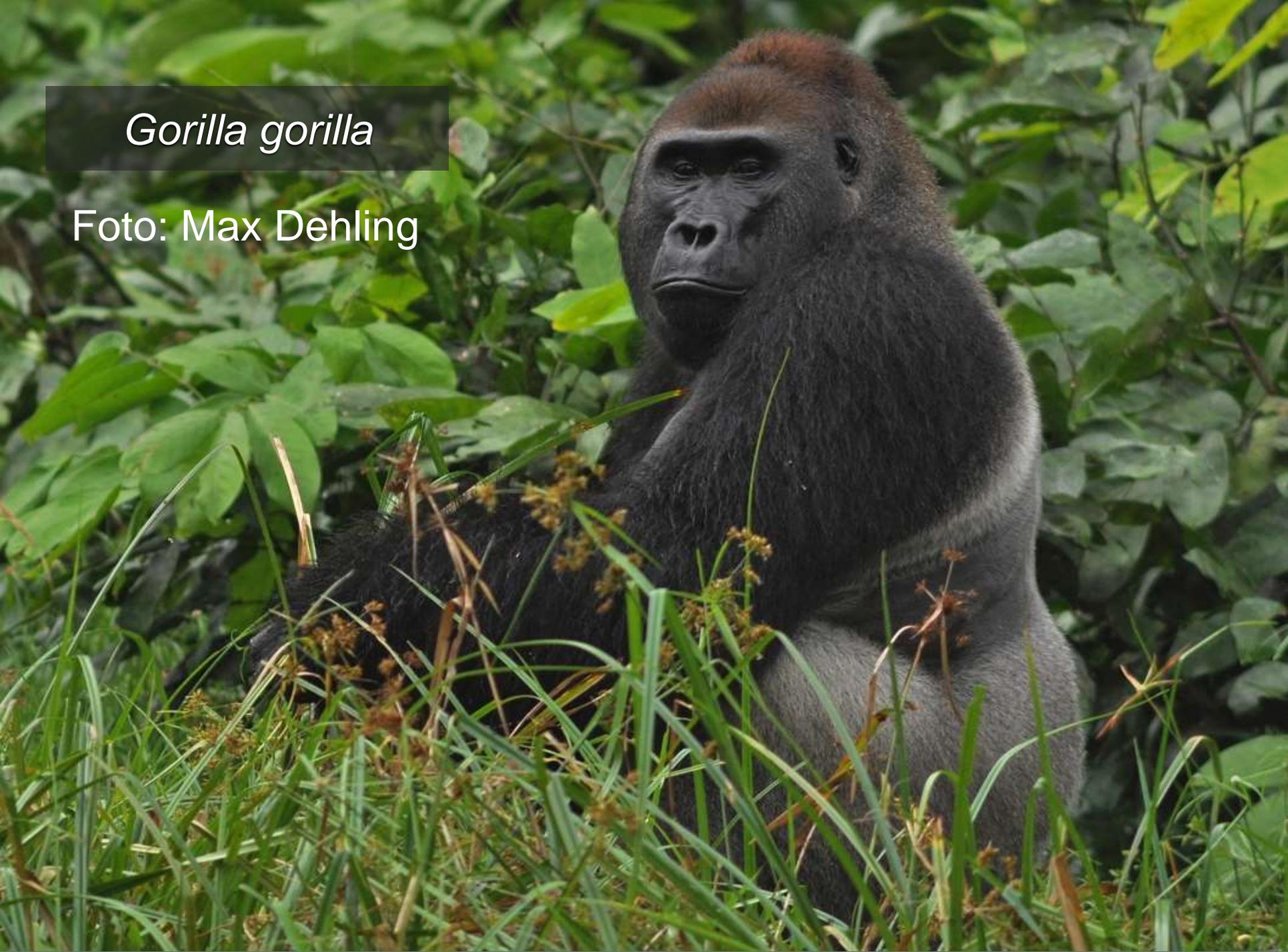
*Gorilla gorilla*

*Gorilla beringei graueri*

*Gorilla beringei beringei*

*Gorilla gorilla*

Foto: Max Dehling





*Gorilla beringei beringei*

*Impatiens nyungwensis* Eb. Fisch., Dhetchuvi & Ntaganda



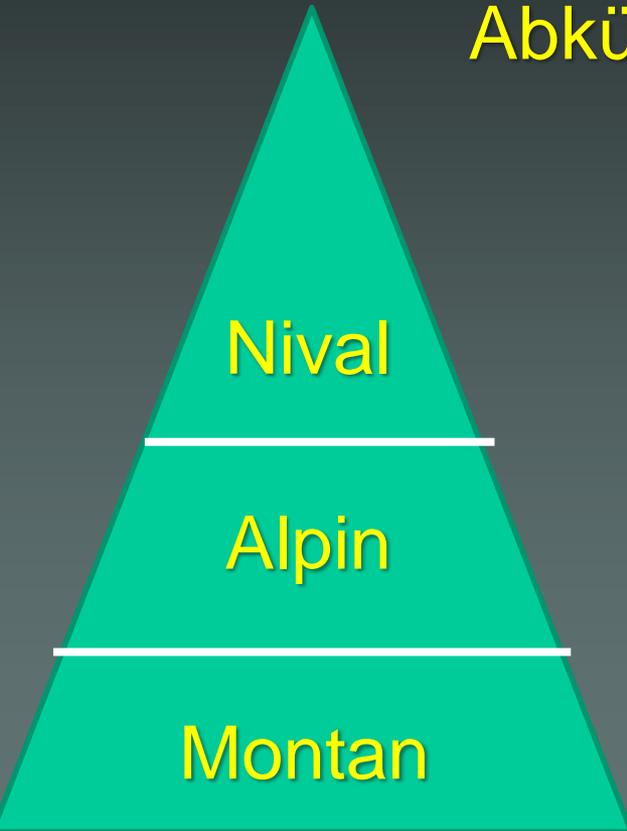
Extreme Abkühlung



Abkühlung



Erwärmung







# Alpine Moos- und Flechtenwüste







c/o T. Wagner



*Dendrosenecio kilimanjari*

c/o T. Wagner



*Lobelia keniensis*





*Lobelia deckenii*

*Lobelia bequaertii*



# Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation

- Der Klimawandel
- Verbreitungsmuster als Folge historischer Klimaveränderungen
- Florenelemente in Mitteleuropa und ihre Anfälligkeit für den Klimawandel
  - Atlantisch-ozeanische Arten
  - Montane Arten
  - Alpine Arten und Glazialrelikte
  - Pontische und mediterrane Arten
- Einfluss von Nährstoffen und Luftschadstoffen
- Naturnahe Wälder und ihre Belastbarkeit durch den Klimawandel
- Pleistozäner Klimawandel in Afrika und der Einfluss auf die Biodiversität
- **Epilog**

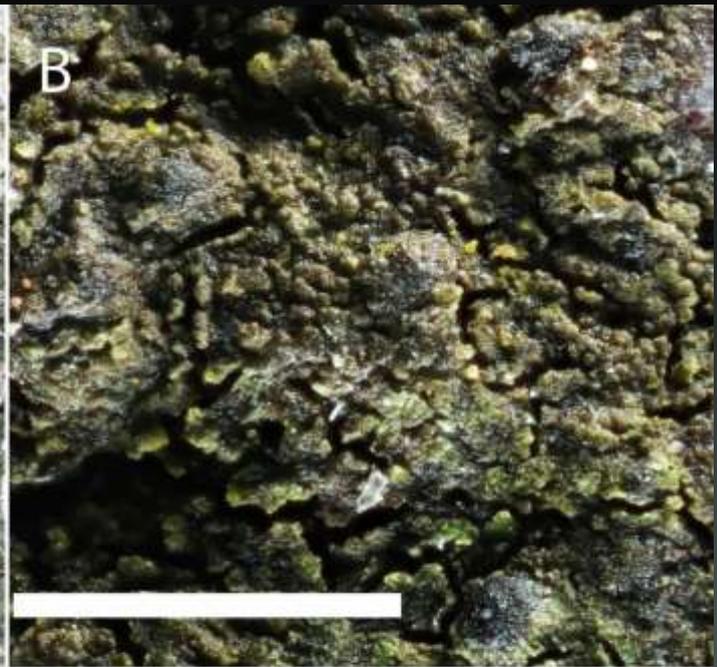
# Eröffnung des Nationalparks Hunsrück-Hochwald 2015







NWR Ruppelstein  
Foto: K. Funk



***Verrucaria hunsrueckensis* (Verrucariaceae, lichenized Ascomycota), a new rare species with exceptionally slender ascospores from Germany**

HOLGER THÜS<sup>1</sup>, DOROTHEE KILLMANN<sup>2</sup>, BURKHARD LEH<sup>1</sup> & EBERHARD FISCHER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>State Museum of Natural History Stuttgart, Am Rosenstein 1, Stuttgart, Germany

<sup>2</sup>Institute for Integrated Natural Sciences – Biology, University of Koblenz-Landau, Universitätsstraße 1, 56070 Koblenz, Germany; e-mail: killmann@uni-koblenz.de, efischer@uni-koblenz.de

<sup>3</sup>Hauptstraße 284, 53639 Königswinter, Germany

**Abstract**

The lichenized fungus *Verrucaria hunsrueckensis* (Verrucariaceae, Ascomycota) is described and distinguished from similar lichens by ascospores with an exceptionally large length to width ratio, brown and small exciple, distinct involucrellum, gonocyst-like thallus structure, growth on acidic siliceous rocks and characteristic motives in sequences of the nuclear ribosomal internal transcribed spacer region. The new species is known from only one site in the Hunsrück-Hochwald National Park (Rhineland Palatinate, Germany), where it grows on quartzitic rocks in half shaded situations at the margin of rock screes in an old growth forest. Its discovery supports the view that within the Verrucariaceae some well recognizable species may be naturally rare and their sites worthy of protection.

**Keywords:** Hunsrück-Hochwald National Park, cryptic speciation, conservation, ascospore shape

**Introduction**

Between June and October 2015 the lichen flora and vegetation of the three nature forest reserves Gottlob, Springenkopf and Ruppelstein was investigated (Killmann & Leh 2016). This study was part of an inventory of the biota in the new National Park “Hunsrück-Hochwald”. As a result two crustose representatives of the Verrucariaceae with single celled ascospores belonging to the genus *Verrucaria* Schrad. (Schrad. 1794: 108) were found which do not fit into the descriptions of any of the taxa included in Breuss & Berger (2010), Orange (2013), Wirth *et al.* (2013), Servit (1954) or Zschacke (1934). One of them falls in the morphological circumscription of a still unnamed species group currently under investigation by Alan Orange in Great Britain (A. Orange, pers. comm.). A second species showed some morphological similarity to the recently described *V. lapidicola* Orange (2014: 612) and *V. nodosa* Orange (2013: 312), but differed by smaller perithecia and a more elongated shape of the ascospores. We used morphological characters and a molecular barcoding approach to study the separation of the new species from *V. lapidicola*, *V. nodosa* and other known taxa within the family and we formally describe the new species as *Verrucaria hunsrueckensis* in reference to the mountain range with its type locality.

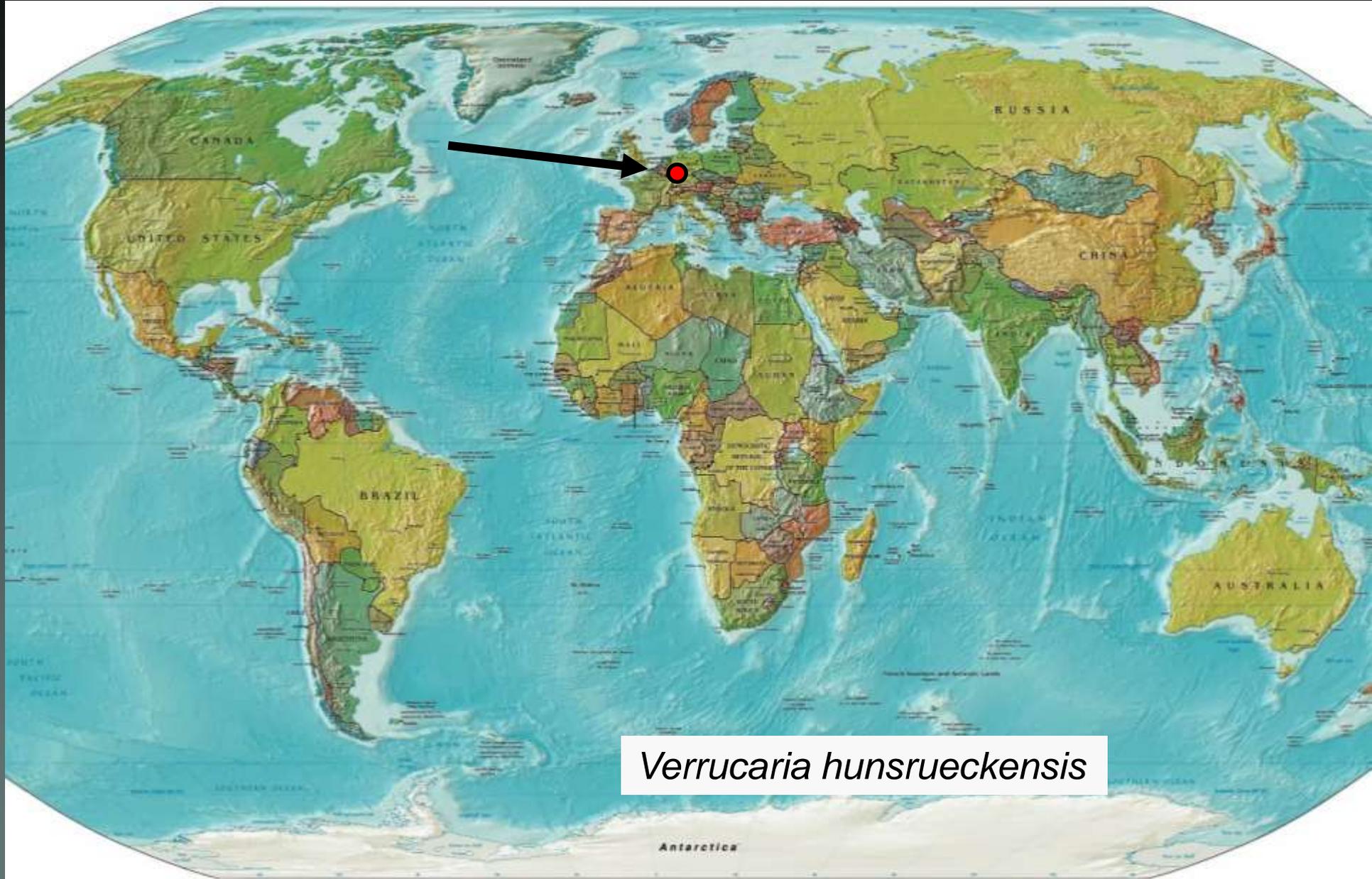
The taxonomy of crustose representatives of the Verrucariaceae has long been seen as a particularly challenging field, due to the paucity of visible characters, poorly described type material and insufficient knowledge on the variability of many taxa in the family (Pykälä 2016, Wirth *et al.* 2013). Recent studies (Thüs *et al.* 2015) showed that even among closely related species morphological variation can be either very large, e.g. in *V. funckii* (Spreng.) Zahlbruckner (1921: 41) (= *Pyrenula funckii* Sprengel 1826: 5, no. 650), *V. elaeomelana* (A. Massal.) Arnold (1868: 958) s.str. (= *Lithocia elaeomelana* A. Massalongo 1856: 380), or rather narrow, e.g. in *V. humida* Orange (Thüs *et al.* 2015). The common existence of morphologically cryptic (no morphologically separating characters at all) or semicryptic species (morphological differences visible only in thalli of different taxa when they grow side by side under identical conditions, Orange 2012, Vondrák *et al.* 2009) makes the description of new taxa dependent on the clarification of the applicability of available older names, ideally with the designation of sequenced epyrites, before new species can be introduced. The only acceptable exceptions remain for taxa with morphological features which fall far out of the reported range of those in any previously described taxon (Lumbsch *et al.* 2011).

Here we describe a species with a peculiar morphology and unique molecular marker sequences which place it firmly within the family Verrucariaceae but separate it from other known taxa in the family. A second taxon within

# *Verrucaria hunsrueckensis* Hunsrück-Warzenflechte

## Thüs, Killmann, Leh & Fischer

## Phytotaxa 2018



*Verrucaria hunsrueckensis*

# Vorstellung der neuen Art mit Ministerin Ulrike Höfken



Foto: K. Funk

Vielen Dank für Ihr Interesse.

Im Anschluss: Live Chat