

# Biodiversität im Alpenraum – Naturlandschaften und Kulturlandschafts- entwicklung im Spiegel konkurrierender Interessen

**zt:** Bundeskammer der  
Ziviltechniker:innen | Arch+Ing

45. Tagung der  
Bundesfachgruppe  
'Natürliche Ressourcen'  
Was kostet Biodiversität?  
Wien, 11. u. 12. Jänner 2024



Harald Pauli  
Monitoringnetzwerk GLORIA,  
Inst. f. Interdisziplinäre  
Gebirgsforschung der  
Österr. Akademie der  
Wissenschaften  
und DIBB/BOKU, Wien

# Übersicht

- Ausgangslage – die planetaren Belastungsgrenzen
  - Hochgebirge – die verfügbare Fläche
  - Die Alpen als Biodiversitäts-Hotspot
    - Die Akteure in den Alpen
- Die Hochgebirgsstufe: alpin und nival
  - Die montane und subalpine Stufe
- Kulturlandschaft oder Renaturierung
  - Tourismus und Energiewirtschaft

# Die planetaren Belastungsgrenzen <sup>1, 2)</sup>

H. Pauli, Biodiversität in den Alpen, 45. Tagung Ziviltechniker:innen – natürl. Ressourcen, Wien, 11. -12. 1. 2024

Landwirtschaft, Bevölkerungswachstum, Tropenerstörung

**Schutz von 30% des Landes und der Meere (Kunming-Montreal Biodiversity Framework) 2022**

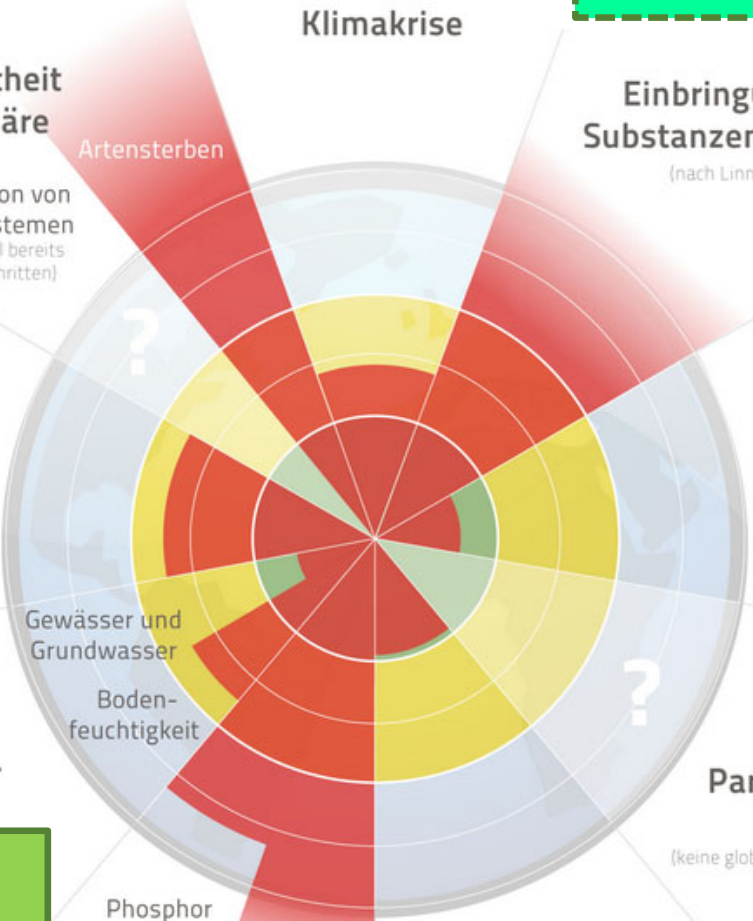
fossile Brennstoffe, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft, Ökosystem-Zerstörung

**Übereinkommen von Paris 2015**

Kunststoff aus Erdöl, Schwermetalle, radioaktive Substanzen

Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Bevölkerungswachstum, Verkehr, Industrie

Abholzung und andere Landnutzungsänderungen



FCKW

**Maßnahmen in Folge des Montreal-Protokolls 1987**

**Einführung von Filteranlagen**

Industrie, Verkehr, ...

Landwirtschaft, Industrie...

**Wassergüte in Europa**

Landwirtschaft, Verkehr, Industrie

CO2-Anstieg

● Sichere planetare Belastungsgrenze nach Einschätzung der Autoren  
 ● Unsicherheitsbereich (steigendes Risiko)

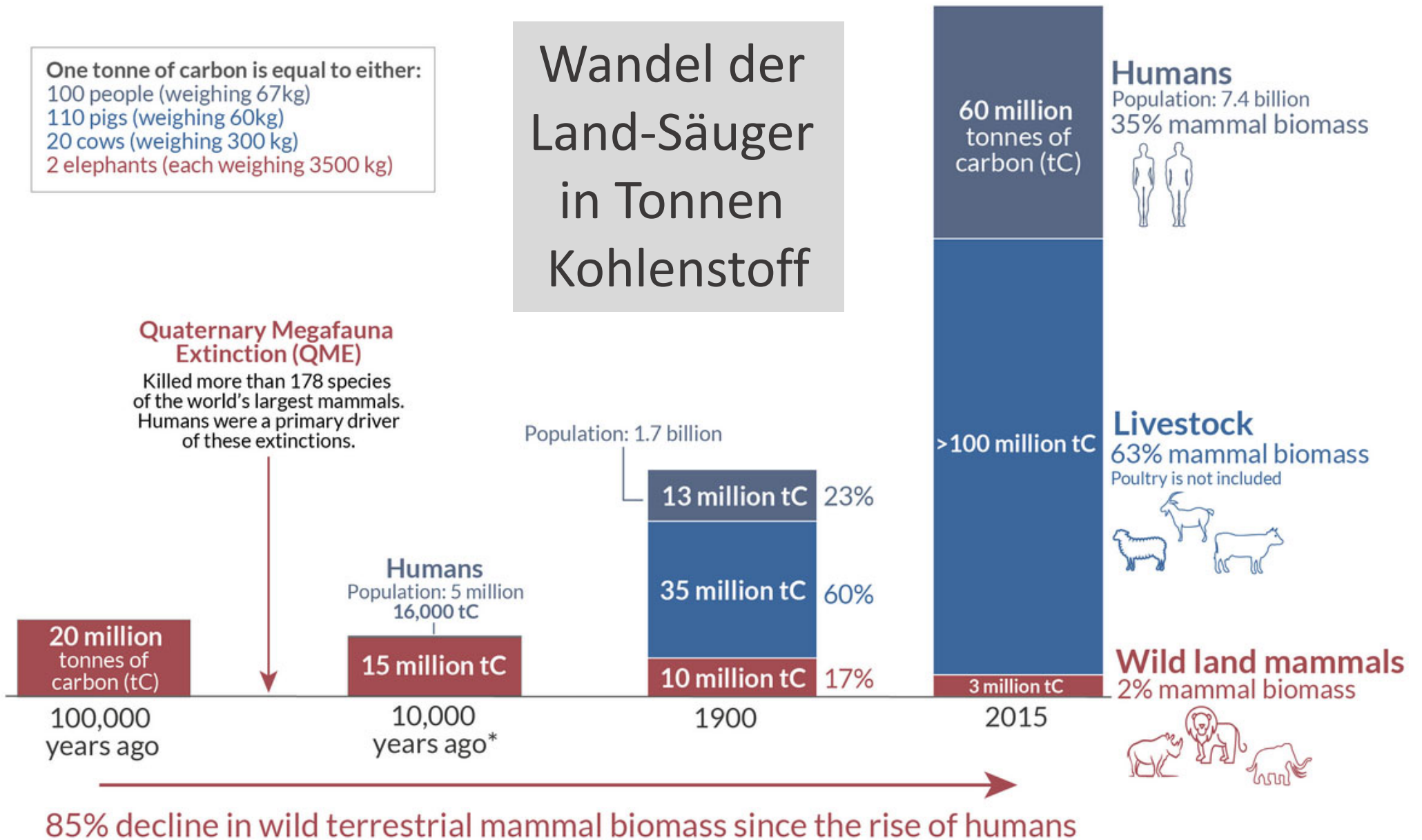
<sup>1)</sup> Steffen et al. 2015, Science; <sup>2)</sup> Persson et al. 2022, Envir. Sci. & Technol.

# Die planetaren Belastungsgrenzen

H. Pauli, Biodiversität in den Alpen, 45. Tagung Ziviltechniker:innen – natürl. Ressourcen, Wien, 11. -12. 1. 2024

One tonne of carbon is equal to either:  
 100 people (weighing 67kg)  
 110 pigs (weighing 60kg)  
 20 cows (weighing 300 kg)  
 2 elephants (each weighing 3500 kg)

## Wandel der Land-Säuger in Tonnen Kohlenstoff



\*Estimates of long-run wild mammal biomass come with larger uncertainty. Biomass following the QEM event is estimated to be approximately 15 million tonnes.

Data sources: Barnosky (2008); Smil (2011) & Bar-On et al. (2018). Images sourced from the Noun Project.

OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

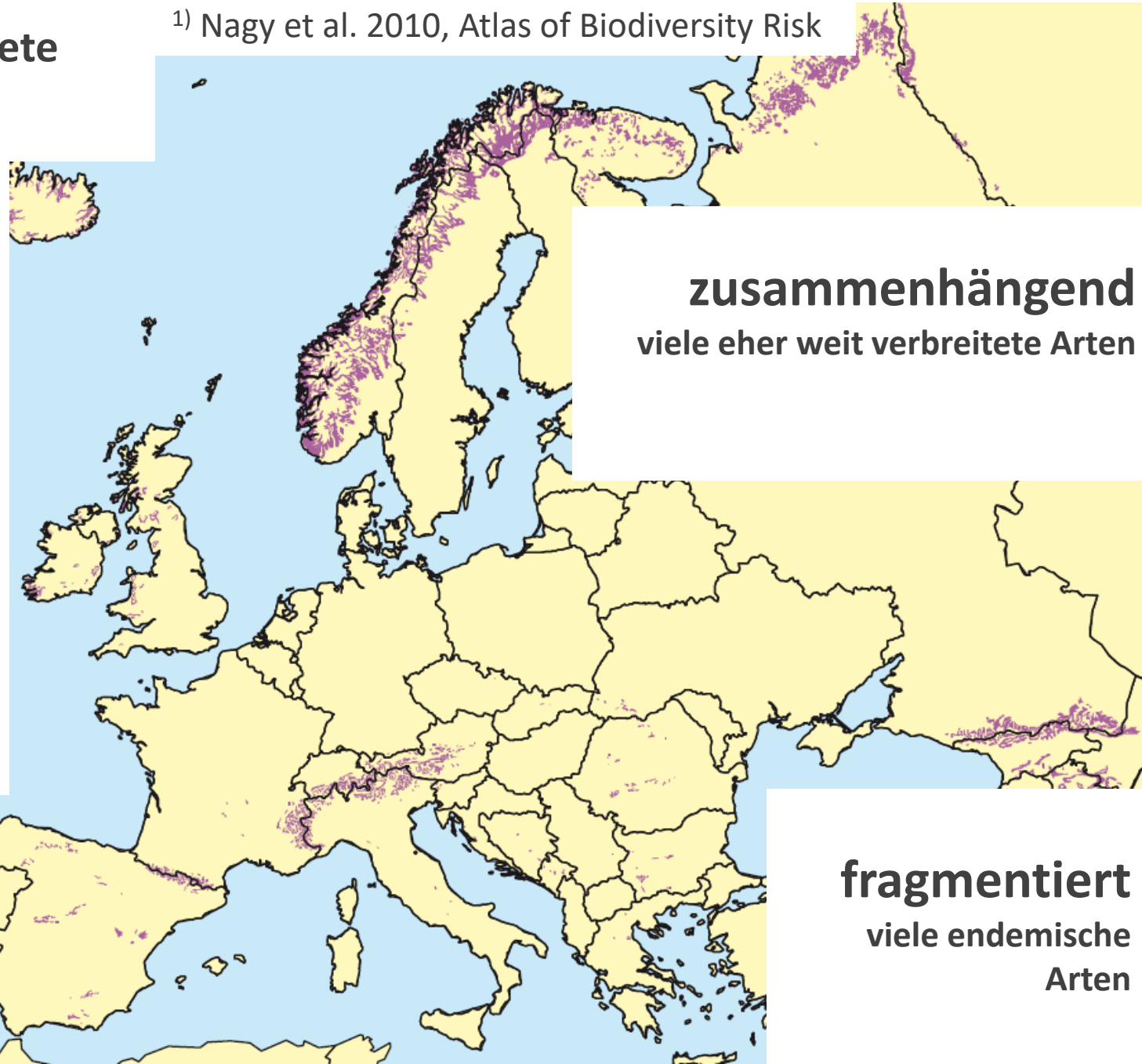
# Hochgebirge: die verfügbare Fläche

## (sub-)alpine Gebiete Europas <sup>1)</sup>

alpine Stufe Europas:  
~ 3% der Fläche  
und ~ 20% der  
Gefäß-  
pflanzenarten  
Europas <sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Väre et al. 2003,  
In: Alpine  
biodiversity in  
Europe.

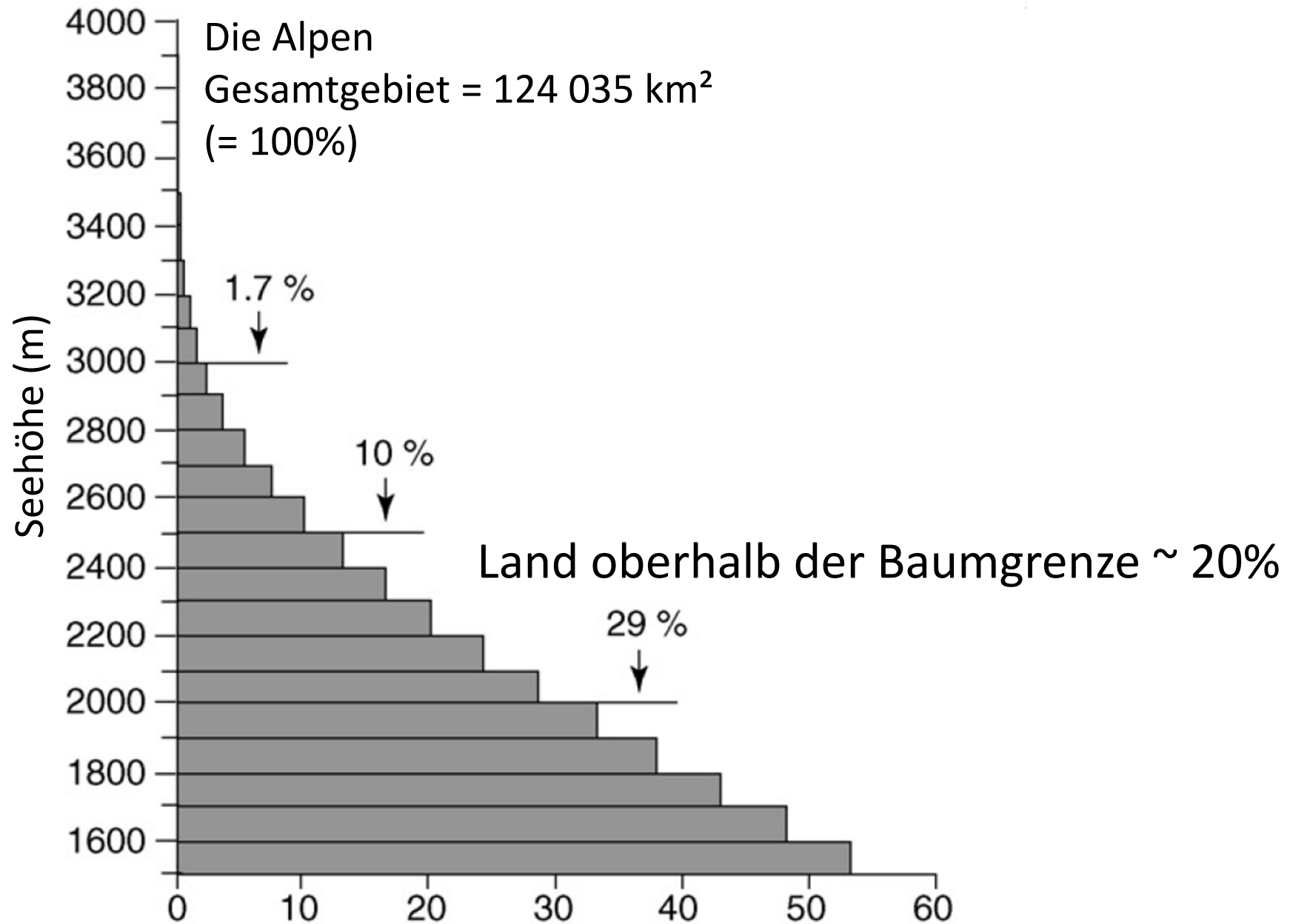
<sup>1)</sup> Nagy et al. 2010, Atlas of Biodiversity Risk



**zusammenhängend**  
viele eher weit verbreitete Arten

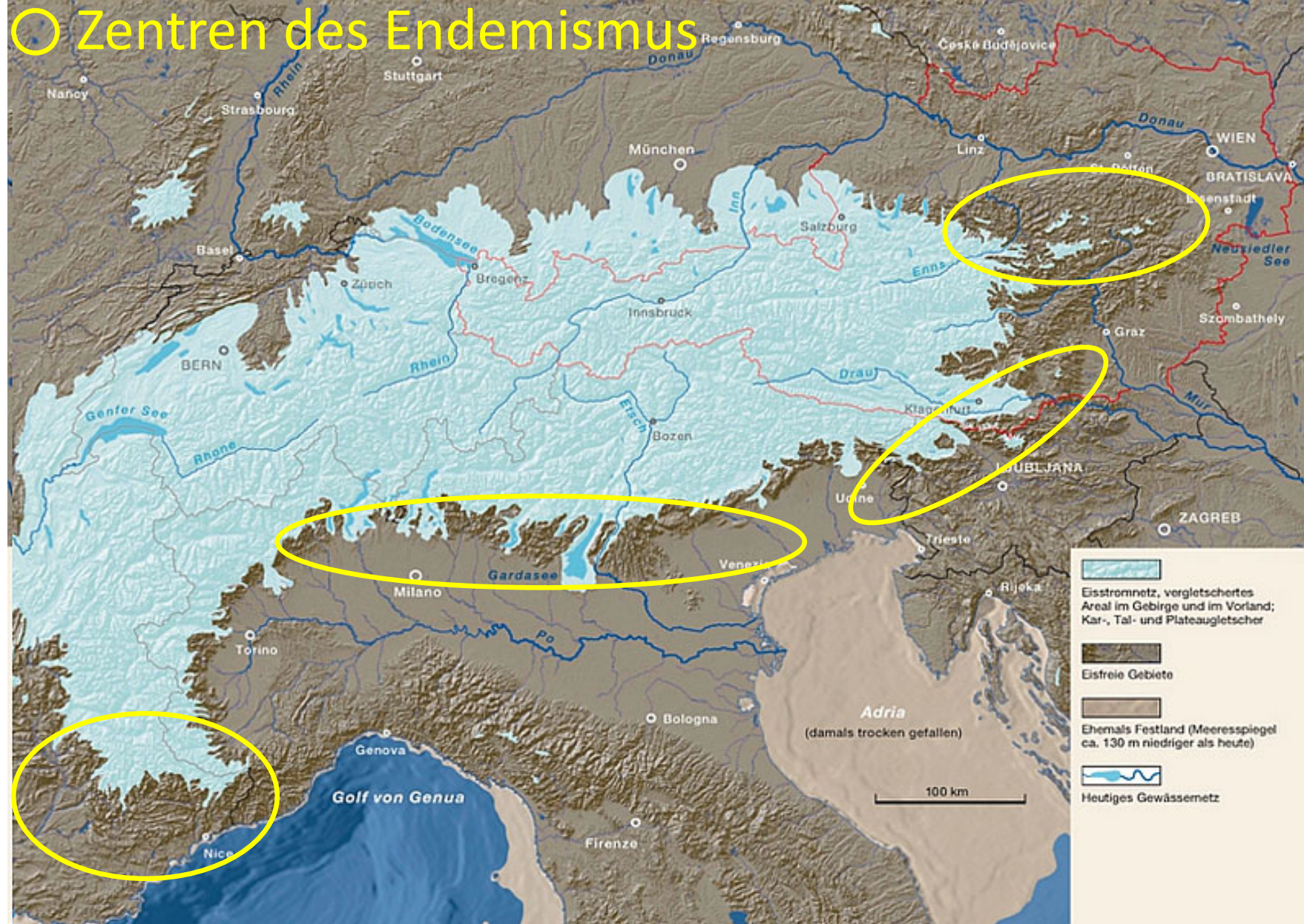
**fragmentiert**  
viele endemische  
Arten

# Hochgebirge: die verfügbare Fläche

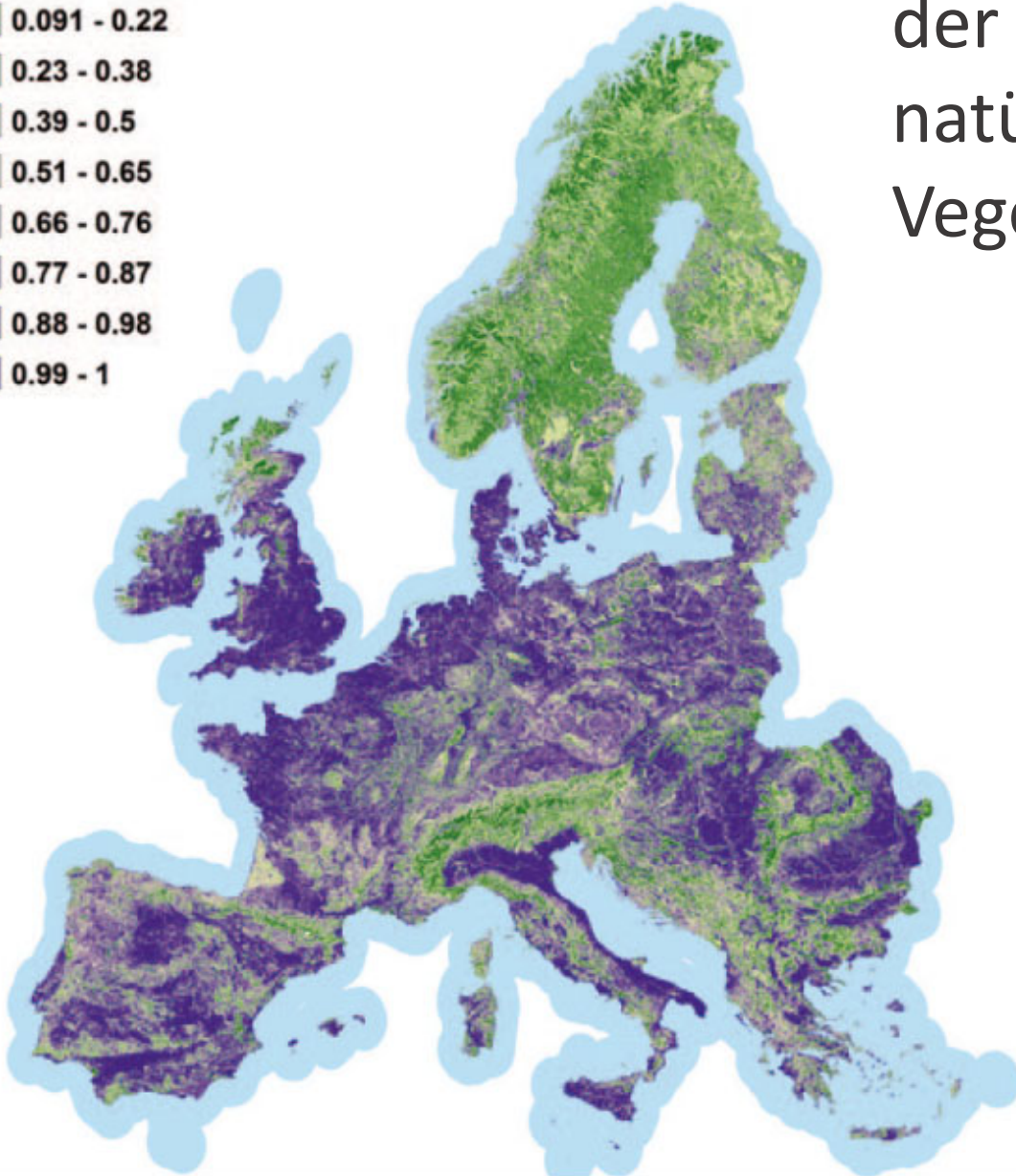
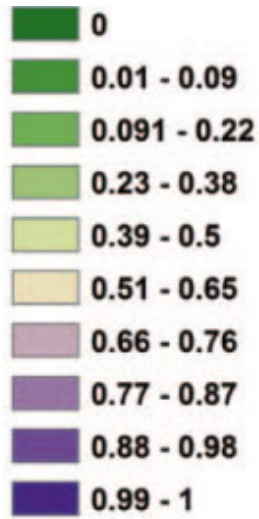


Anteil Landfläche (%) oberhalb einer bestimmten Seehöhe <sup>1)</sup>

# Die Alpen – ein Biodiversitätshotspot Europas



# Die Alpen – ein Biodiversitätshotspot Europas



Abweichung von  
der potentiellen  
natürlichen  
Vegetation <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Ceaușu et al. 2015. In: Rewilding European landscapes. Springer. 8



# Die Alpen – ein Biodiversitätshotspot Europas

Der Alpenraum: die große  
Wald- und Hochgebirgsregion  
Mitteleuropas

pro 100x100 km 2000-  
3000 Gefäß-  
pflanzenarten  
(in Europa nur auf der  
Balkan- und der  
Iberischen Halbinsel  
übertroffen)<sup>1)</sup>

# Die Alpen – ein Biodiversitätshotspot Europas

Was ermöglicht diese Vielfalt:

- nicht vollständig vergletschert
- orographische Isolation – Endemismus
- Kompression thermischer Zonen
- ausgeprägte Topographie und komplexe Geologie
- geringe Landnutzung
- traditionell bewirtschaftete Kulturlandschaft

# Die Akteure in den Alpen

Landwirtschaft  
(Viehwirtschaft)

Jagd

Forstwirtschaft

andere BewohnerInnen und Touristen

Energiewirtschaft und Verkehr

Die Biosphäre mit meist  
sehr speziellen Arten

Die Hochgebirgstufe: alpine Heiden, Rasen und offene subnivale Schutt- und Felsfluren

„alpines Ödland“ als Biodiversitäts-Hotspot,  
Weideland, Jagdgebiet, Tourismus

Klimawandel

Schrankogel, Stubaier Alpen, Tirol

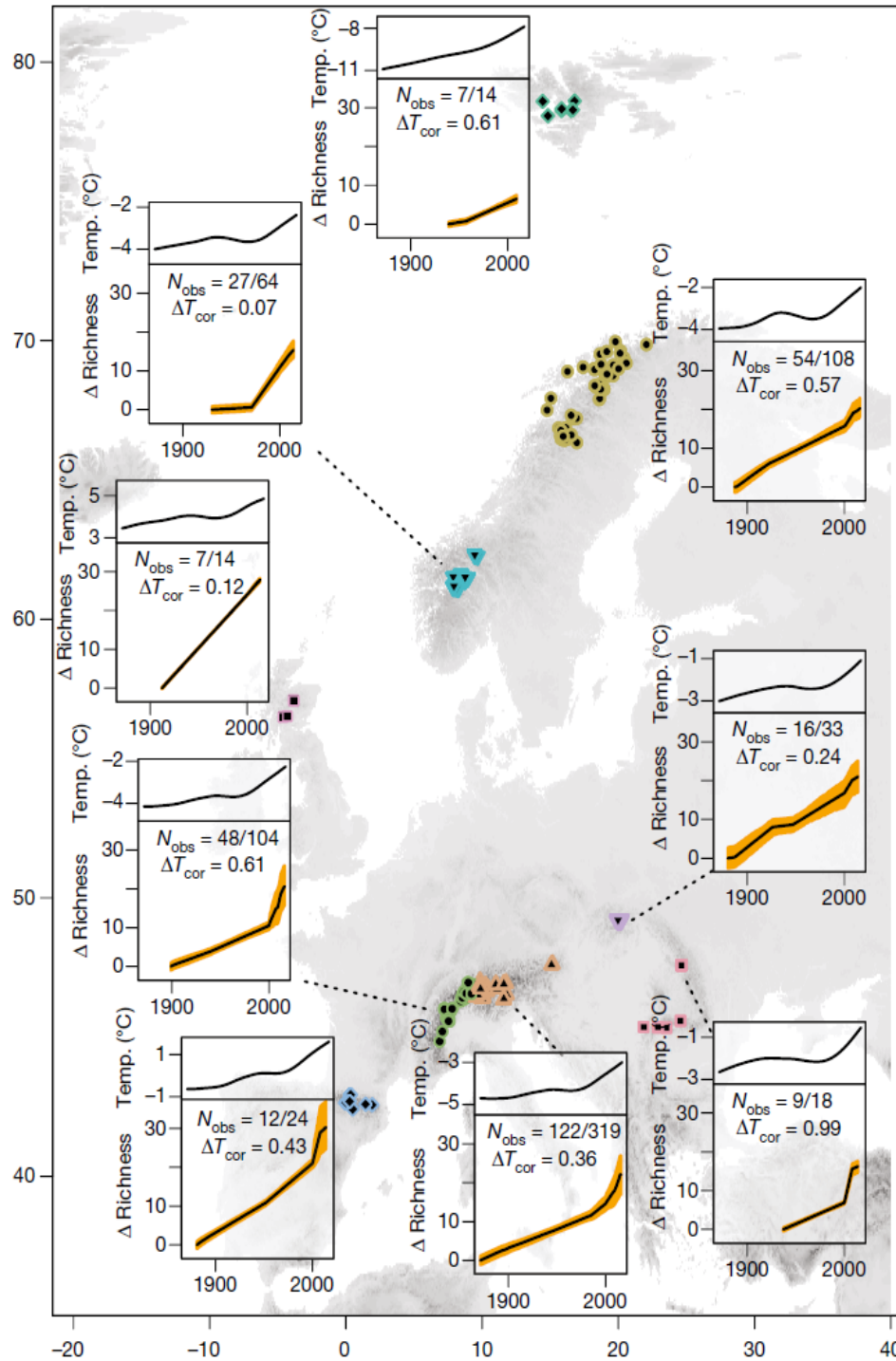
# Die Hochgebirgsstufe: alpine Heiden, Rasen und offene subnivale Schutt- und Felsfluren

Hochschwab, Steiermark



Messung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Artenzusammensetzung (<https://gloria.ac.at/>)

# Beschleunigte Zunahme der Artenzahlen in Europa



auf 302 arktischen, nord- und mitteleuropäischen Gipfeln (historische und GLORIA-Beobachtungs-standorte)

Die Stärke der Artenzahlzunahme war synchron zum Ausmaß des Temperaturanstiegs <sup>1)</sup>

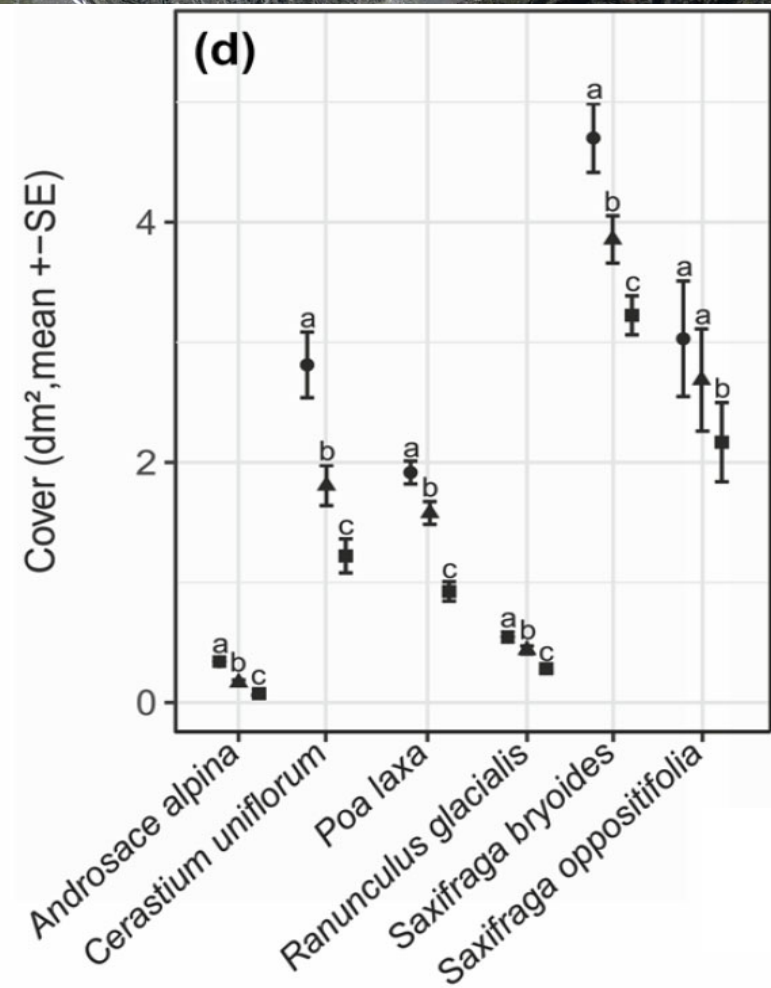
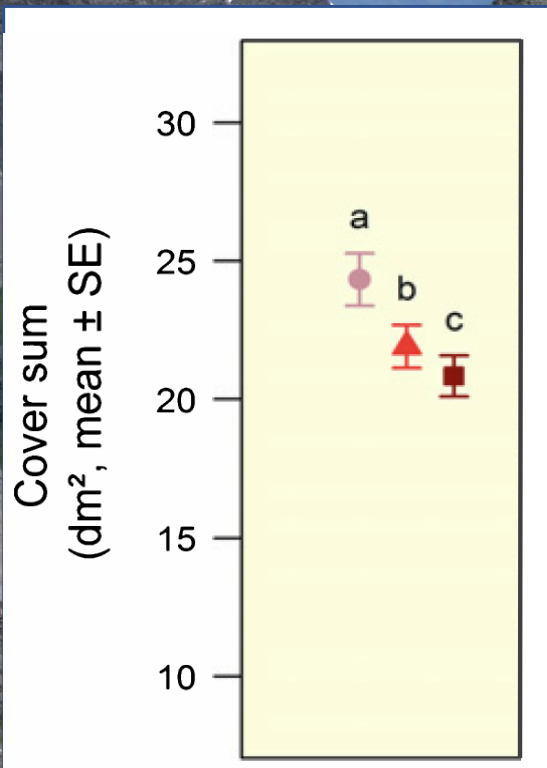
Ostalpen: Anstieg der Obergrenzen aber auch der Untergrenzen der Artverbreitungen <sup>2)</sup>

1) M. Steinbauer et al. 2018, Nature  
2) Rumpf et al. 2018, PNAS

# Schrumpfen an den Untergrenzen

Echte Kältepflanzen werden weniger

subnivale Arten



Schrankogel, 355 Dauerbeobachtungsflächen) <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> K. Steinbauer et al. 2020, Alpine Botany

# Schrumpfen an den Untergrenzen

Echte Kältepflanzen werden weniger

Physiologische Anpassungsschwierigkeiten an wärmere Umgebung und/oder Verdrängung durch Konkurrenz



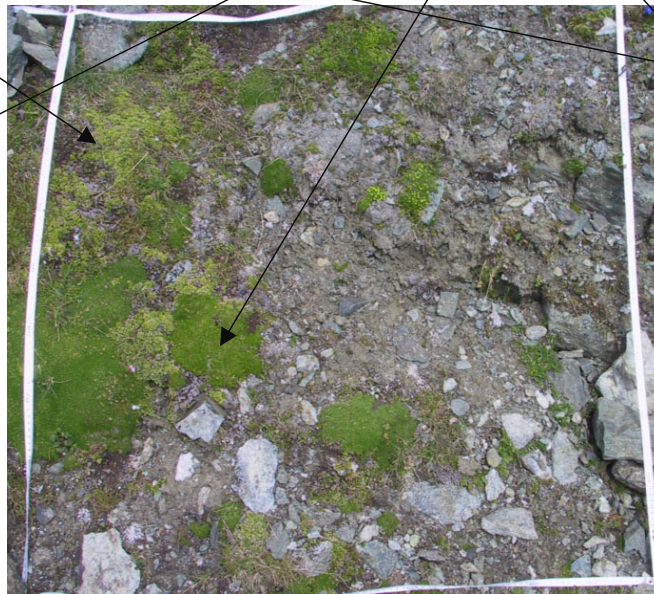
Moos-Steinbrech  
*Saxifraga bryoides*  
(subnival)  
**Abnahme**



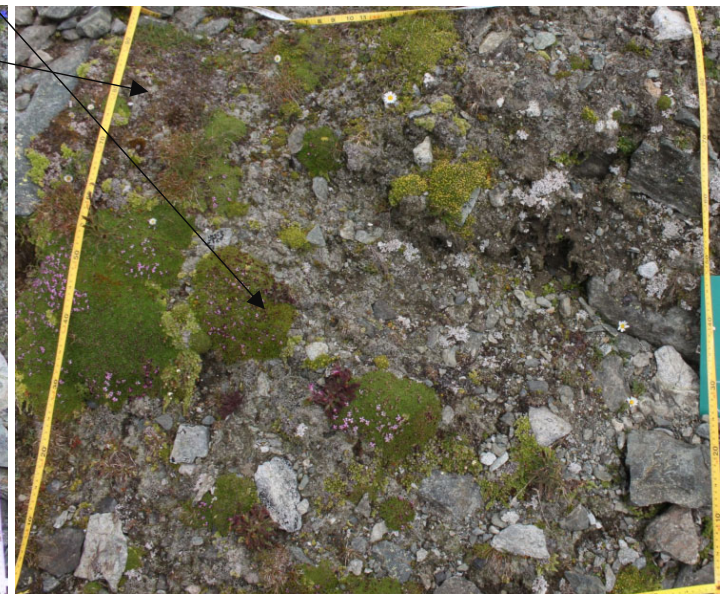
Polsternelke  
*Silene exscapa*  
(alpin-subnival)  
**Zunahme**



**1994-08-06**



**2004-08-03**



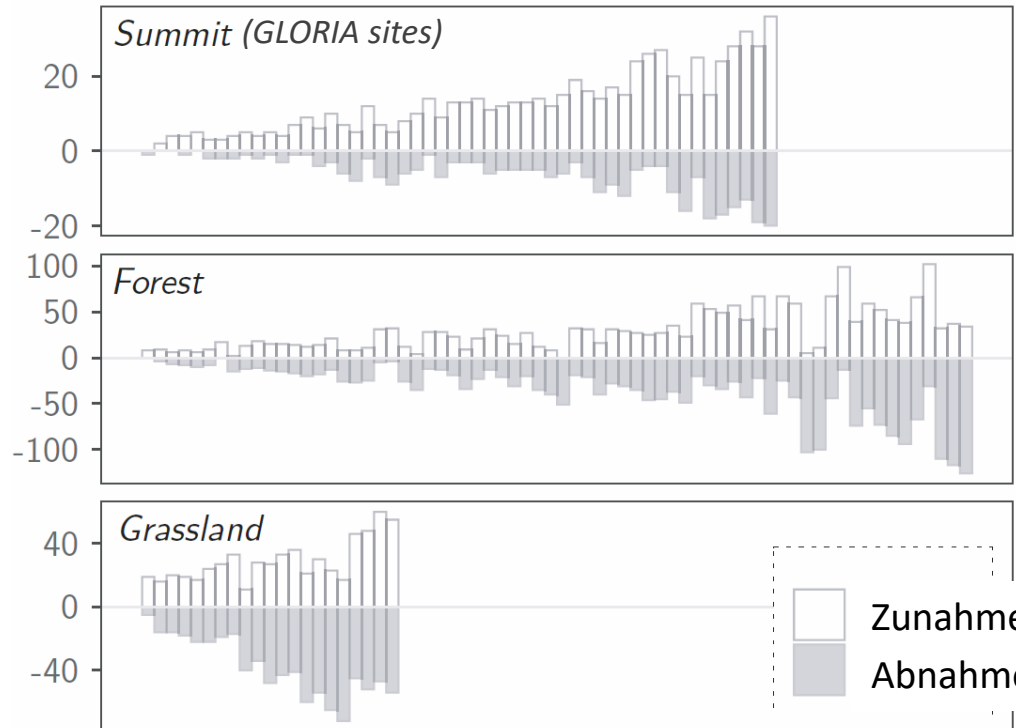
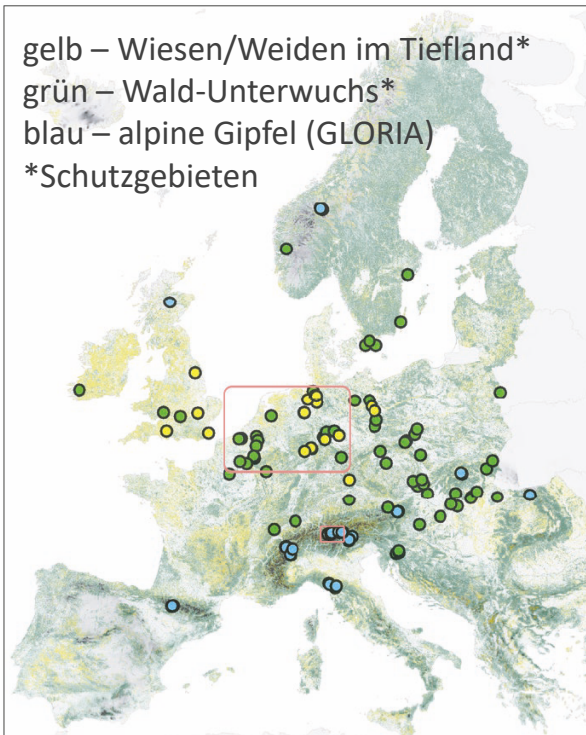
**2014-08-09**

Schrankogel SW, Quadrat 04-01-02, 3023 m



# Welche Arten verändern ihr Vorkommen?

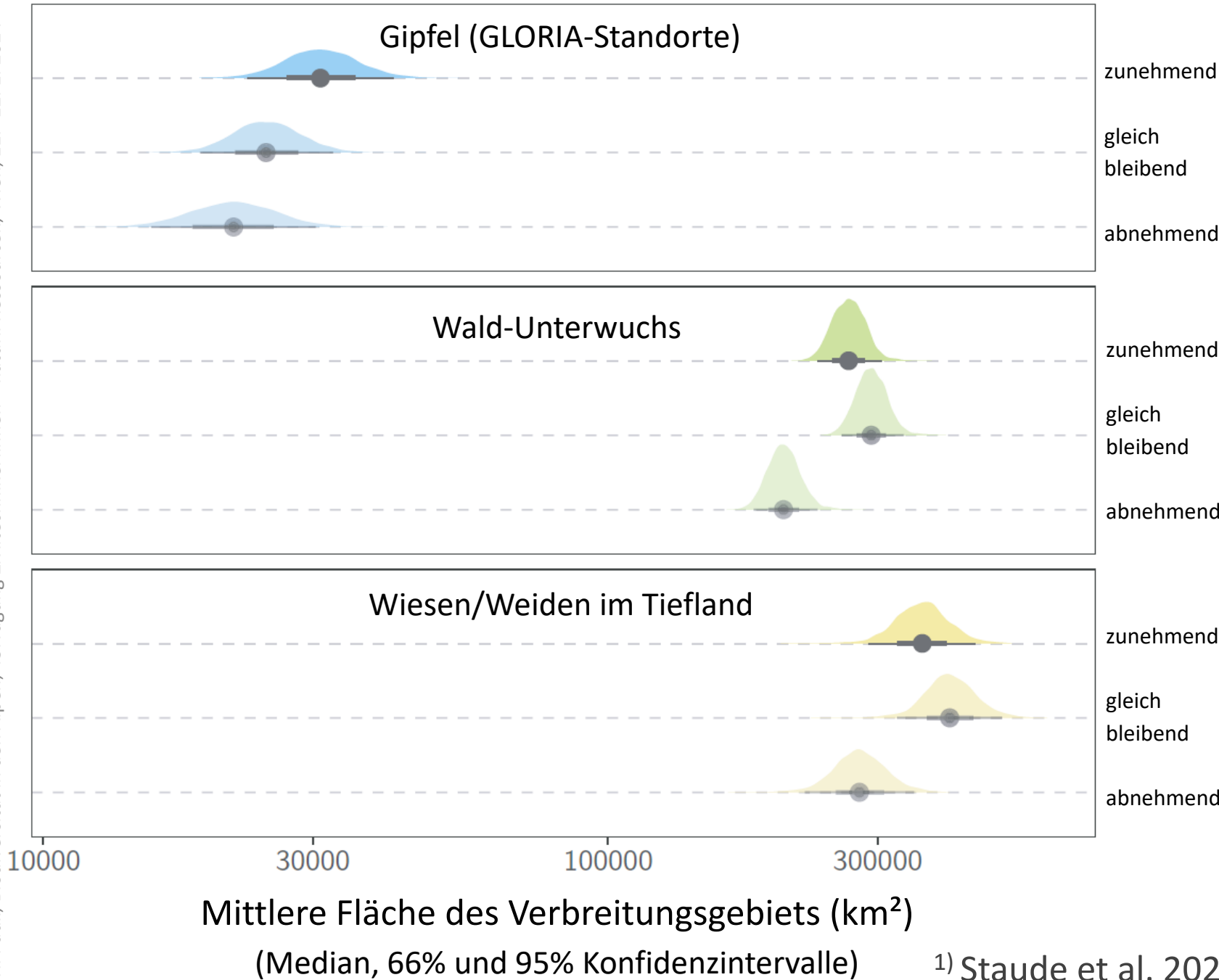
## Vergleich dreier unterschiedlicher Ökosystemtypen (1825 Arten)



Neu Arten und  
verlorene  
Arten in  
Zeiträumen  
von 12 bis 78  
Jahren<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Staude et al. 2021, Ecology Letters

# Welche Arten verändern ihr Vorkommen?



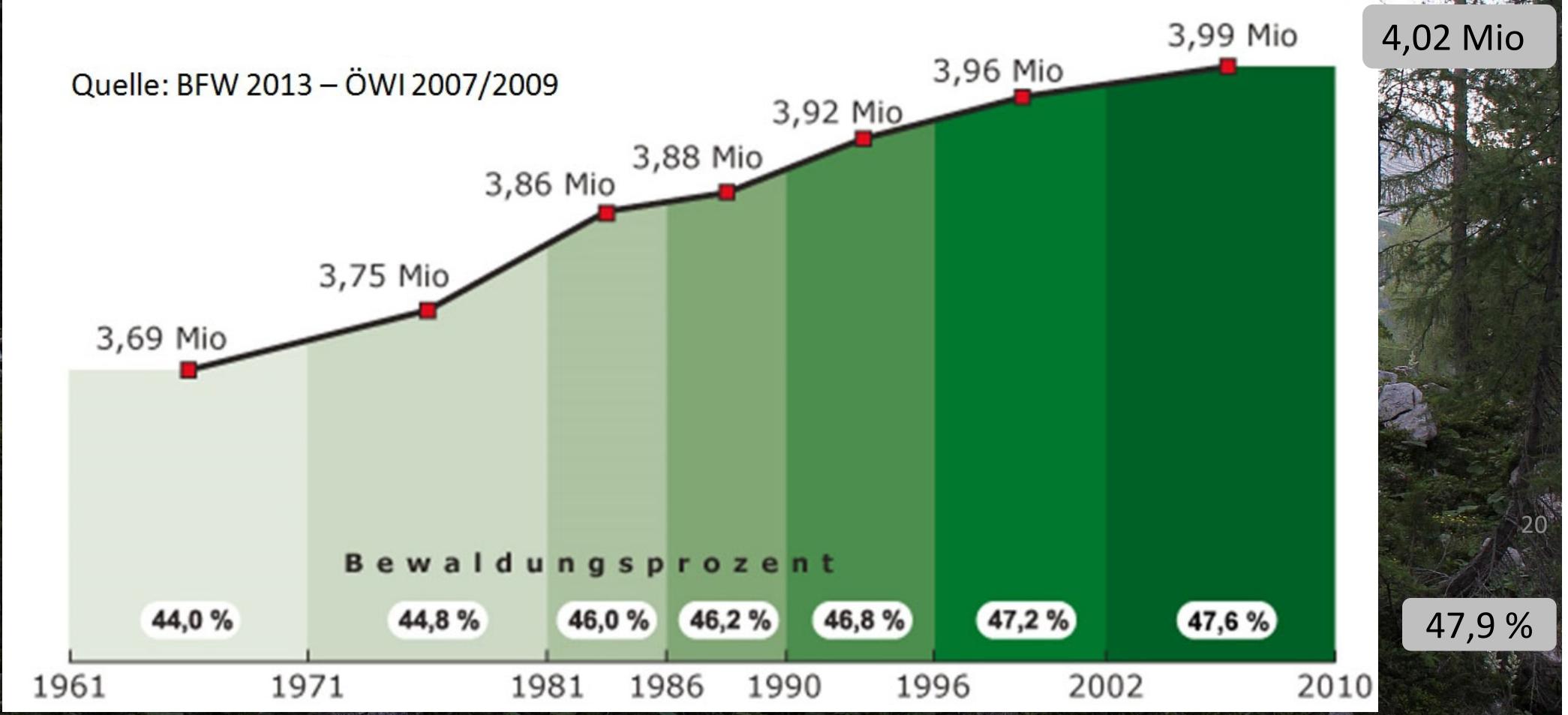
klein-  
räumig  
verbreitete  
Arten  
gehen  
zurück,  
weiter  
verbreitete  
(meist  
Stickstoff-  
Zeiger)  
kommen <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Staude et al. 2021, Ecology Letters

## Die montane und subalpine Stufe: Wald- und Almgebiete

# Entwicklung der Waldfläche in Österreich (in ha)

H. Pauli, Biodiversität in den Alpen, 45. Tagung Ziviltechniker:innen – natürl. Ressourcen, Wien, 11. -12. 1. 2024



Zunahme vorwiegend durch Nutzungsaufgabe; nur 2,9% naturnaher Wald

Erhebungs-Periode  
2016-2021  
(<https://waldinventur.at>)

# Schweizer Alpen

Signifikante Zunahme der Waldfläche in Höhen zwischen 1650 und 2450 m. Nutzungsaufgabe ist auch hier Hauptgrund für die Verwaldung. Das gilt auch für den Ökoton der Baumgrenze. Nur 4 % wurden einem erwärmungsbedingten Höhersteigen zugeschrieben <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Gehrig-Fasel et al. 2007. J. Vegetation Science

1900



2015



Änderung der Waldfläche in Davos, Schweiz <sup>2)</sup>

<sup>2)</sup> Mietkiewicz et al. 2017, J. Vegetation Science

# Jamtal, Tirol <sup>1)</sup>

\* hochalpine und subnivale Fluren

H. Pauli, Biodiversität in den Alpen, 45. Tagung Ziviltechniker:innen – natürl. Ressourcen, Wien, 11. -12. 1. 2024

## 1820

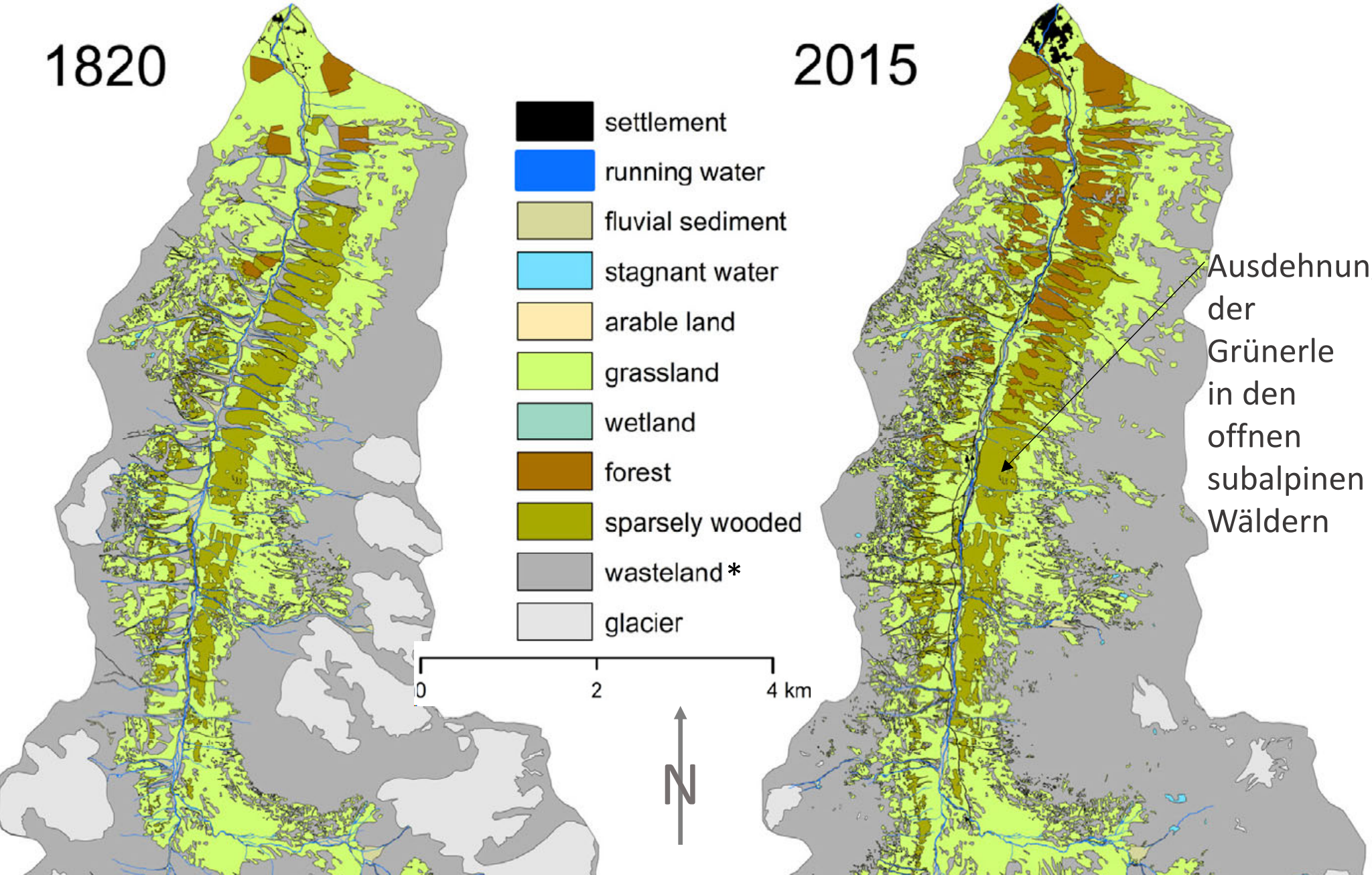
## 2015

- settlement
- running water
- fluvial sediment
- stagnant water
- arable land
- grassland
- wetland
- forest
- sparsely wooded
- wasteland\*
- glacier

0 2 4 km



Ausdehnung der Grünerle in den offenen subalpinen Wäldern



<sup>1)</sup> Hohensinner et al. 2021. Front. in Environmental Science

# Jamtal, Tirol



Bindung von Luftstickstoff  
in Knöllchen mit dem  
Aktinobakterium  
*Frankia alni*

Grünerlen (*Alnus viridis*) expandieren speziell in aufgelassenen subalpinen Weidegebieten und führen durch Stickstoffbindung und Beschattung zu starker Artenverarmung <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Bühlmann et al. 2014. Alpine Botany

# Kulturlandschaft oder Renaturierung

- Beweidung kann Expansion der Grün-erle effektiv bremsen – aber entsprechende Tiere sind nötig,

z.B. das Engadiner Schaf



- Die Beweidung in der alpinen Stufe ist vor allem bei unzureichend behirteten Herden kritisch und für die Erhaltung auch nicht nötig. Überbeweidung z.T. in der Schweiz; in Slowenien Verzehnfachung der Schafbestände seit dem Ende von Jugoslawien. Hochlagen-Schafbeweidung in den Hautes Alpes (Frankreich) führten zu Artenverarmung (im Zeitraum 1962-1972-2001) von 62, 37 auf 5 Arten in Probeflächen von 4m<sup>2</sup> <sup>1)</sup>.



Lägerfluren im Triglav Nationalpark (Slowenien) halten sich <sup>24</sup> lange.

<sup>1)</sup> Grabherr & Ringler 2018. Jahrb. Ver. Schutz d. Bergwelt



# Kulturlandschaft oder Renaturierung

- In der montanen und subalpinen Stufe führt Beweidung häufig zu ausgedehnten Lägerfluren und Beständen von Weidezeigern.



Lägerflur ob der Herrenalm  
(1420m), Ybbstaler Alpen,  
Niederösterreich

Massenbestand des  
Germers (*Veratrum album*)  
am Tiroler Kogel (1300m),  
Niederösterreich, bei  
Rinderbeweidung



# Kulturlandschaft oder Renaturierung

- In Teilen der Alpen ist eine großflächige Renaturierung auch im Sinne des aktuellen EU-Renaturierungsgesetzes anzudeuten. Nicht überall in den Alpen kommt es bei Nutzungsaufgabe zu einer geschlossenen Verwaldung, speziell nicht in den steileren Gebieten der Kalkalpen.

Nicht beweidetes subalpines Grasland am Hochschwab, Steiermark, bei 1850 m. Im Gebiet sind allerdings große Bestände von Stein- und Gamswild.



# Kulturlandschaft oder Renaturierung

Überbeweidung führt in vielen Bergregionen zu massiver Zerstörung der Vegetation und ist das Hauptthema, wenn es um die Erhaltung der Biodiversität geht.

Tianshan, zwischen Kazarman und Naryn, 2770m, Kirgisistan

# Kulturlandschaft oder Renaturierung

**Beispiel Großbritannien:** über 22 Mio. Schafe haben die temperaten Regenwälder an der Westseite der Insel so gut wie völlig zerstört, einhergehend mit drastischer Artenverarmung und hoher Bodenerosion. Schafe tragen aber nur wenige Prozente zur Fleischernährung in Großbritannien bei.

**Extremfall Wales:**  
Subventionen nach dem 2. Weltkrieg ließ die Schafbestände von 3,8 auf 11,6 Mio. Tiere (1999) anwachsen; nach Abschaffung der pro Kopf-Subventionen sank die Zahl immerhin auf 9,5 Mio. (2019).



Too many sheep in Wales to aim for net zero emissions..., The Independent, 30. April 2019

# Kulturlandschaft oder Renaturierung

**In den Alpen** sind es nur ~ 3 Mio. Schafe plus 0,5 Mio. Ziegen und 12 Mio. Rinder <sup>1)</sup>.

Eine grundlegende Ökologisierung des EU-Subventionssystems (~ 30 Milliarden € / Jahr gehen in die Viehhaltung <sup>2)</sup>) ist für die Erhaltung naturnaher und Renaturierung von Ökosystemen unverzichtbar, u.a. für eine verantwortungsvolle Umsetzung des EU-Renaturierungsgesetzes (Nature Restoration Law 2023).

Es ist noch nicht lange her (2017-2019), dass die EU eine Kampagne um 71 Mio. € für mehr Fleischkonsum durchführte! <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Grabherr & Ringler 2018. Jahrb. Ver. Schutz d. Bergwelt

<sup>2)</sup> Monbiot 2022. Regeneration. Allen Lane-Penguin

<sup>3)</sup> [https://www.europeandatajournalism.eu/cp\\_data\\_news/eu-promotes-meat-despite-climate-goals/](https://www.europeandatajournalism.eu/cp_data_news/eu-promotes-meat-despite-climate-goals/)

# Tourismus

- Verlagerung in größere Höhen
- mehr Kunstschnee
- mehr Sommertourismus im Zuge des Klimawandels

Ennstal, Steiermark



Obergurgl, Tirol



Wurzeralm, Oberösterreich

# Energiewirtschaft

Ulrich / Umweltwissenschaften, Wien, 12.1.2024



Visualisierung des Solarprojekts  
Grengiols, Wallis  
(Broggi 2023, Nationalpark)

Photovoltaik



Windenergie

Windpark Gries, Wallis  
(Olivier Maire, SwissWinds,  
Wikipedia)

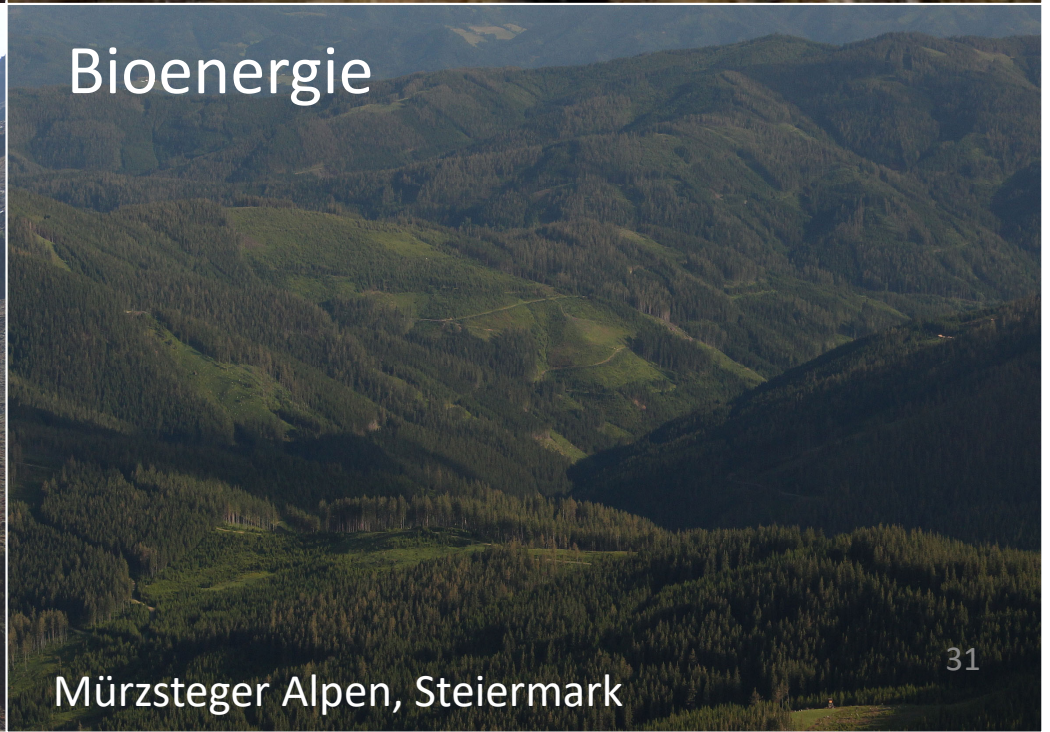
H. Pauli, Biodiversität in den Alpen, 45. Tagung Ökotechnik

Wasserkraft



Finstertaler Damm, Kühtai, Tirol

Bioenergie



Mürzsteger Alpen, Steiermark



<https://gloria.ac.at/>

Sent, Graubünden (ca. 2000m)

ÖAW  
ÖSTERREICHISCHE  
AKADEMIE DER  
WISSENSCHAFTEN

