

# Biodiversität

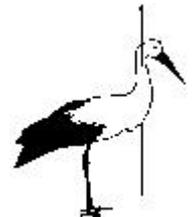
Die Vielfalt des Lebens

## Schutz und nachhaltige Nutzung: Strategien im Natur- und Umweltschutz

Begriff  
Arten und Ökosystem  
Nutzen  
Schutz  
Lernen von der Biodiversität  
Veränderung von Biodiversität

Festkolloquium 10 Jahre LUNG M-V  
Güstrow 11. Juni 2009

Ragnar K. Kinzelbach (em.)  
c/o A & S Zoologie  
Universität Rostock



Diversität ist eine der Grundeigenschaften des Lebens  
auf allen Ebenen der Komplexität

Leben ist „gequantelt“ (kompartimentiert)

Moleküle – Zellen – Organismen, Populationen, Arten – Lebensgemeinschaften

➤ **Diversität ist Motor der Evolution:**

Strategie, eine maximale Anzahl von Lebensräumen und ökologischen Nischen zu besetzen und derart möglichst viele unterschiedliche Ressourcen zu nutzen

➤ **Diversität ist Garant des Überlebens:**

Umweltkatastrophen, Störungen (z. B. Asteroidenschlag, Klimawechsel, Habitatveränderung) überlebt statistisch zumindest ein Teil der jeweiligen Organismen

# Komplexitätsstufen des Lebens

Taxa	Molekül	Zelle	Organismus, Art	Ökosystemteil
<i>Virales</i>				
<i>Archaea</i>				
<i>Bacteria</i>				
<i>Protoctista</i>				
<i>Tiere Pflanzen</i>				
<i>Biozönose</i>				



➤ **Enkapsis**

# Die fünf großen Katastrophen für das irdische Leben

Wie die überlieferten Fossilien belegen, gab es in der Erdgeschichte fünf verheerende Artensterben. Sie wirkten sich jeweils besonders schlimm auf die Meeresfauna aus. Zeitpunkt, Dauer, Ausmaß und mutmaßliche Ursachen dieser Katastrophen sind hier zusammengestellt.

TRILOBIT: LEBSTER V. BERGMANN / CORBIS; PANZERGAMMOID: JAMES L. AMOS / CORBIS; RUNZELKORALLE UND PHYTOSAURIERZAHN: RICHARD PASERIK; MOSOSAURIER: STATE UNIVERSITY / NATURAL HISTORY MUSEUM; MEGASAUURIER: MIKE EVERHART; COSEANUS: CELESTIS PALAONTOLOGY

## Ende des Ordoviziums

Dauer: 10 Millionen Jahre

Beobachtete Extinktionsrate mariner Gattungen: 60%

Berechnete Extinktionsrate mariner Arten: 85%

Vermutete Ursache: dramatische Schwankungen des Meeresspiegels



## Spätes Devon

Dauer: < 3 Millionen Jahre

Beobachtete Extinktionsrate mariner Gattungen: 57%

Berechnete Extinktionsrate mariner Arten: 83%

Vermutete Ursachen: Meteoriteneinschlag; globale Abkühlung; Sauerstoffmangel in den Ozeanen

## Ende des Perms

Dauer: unbekannt

Beobachtete Extinktionsrate mariner Gattungen: 82%

Berechnete Extinktionsrate mariner Arten: 95%

Vermutete Ursachen: dramatische Schwankungen des Klimas oder Meeresspiegels; Asteroiden- oder Kometeneinschlag; intensiver Vulkanismus



## Ende der Trias

Dauer: 3 bis 4 Millionen Jahre

Beobachtete Extinktionsrate mariner Gattungen: 53%

Berechnete Extinktionsrate mariner Arten: 80%

Vermutete Ursachen: intensiver Vulkanismus; globale Erwärmung

## Ende der Kreide

Dauer: < 1 Million Jahre

Beobachtete Extinktionsrate mariner Gattungen: 47%

Berechnete Extinktionsrate mariner Arten: 76%

Vermutete Ursachen: Meteoriteneinschlag; intensiver Vulkanismus



Millionen Jahre vor der Gegenwart





# ➤ **Kompartimentierung**

Kompartiment  
= geschlossene Reaktionseinheit verschiedener Komplexität:

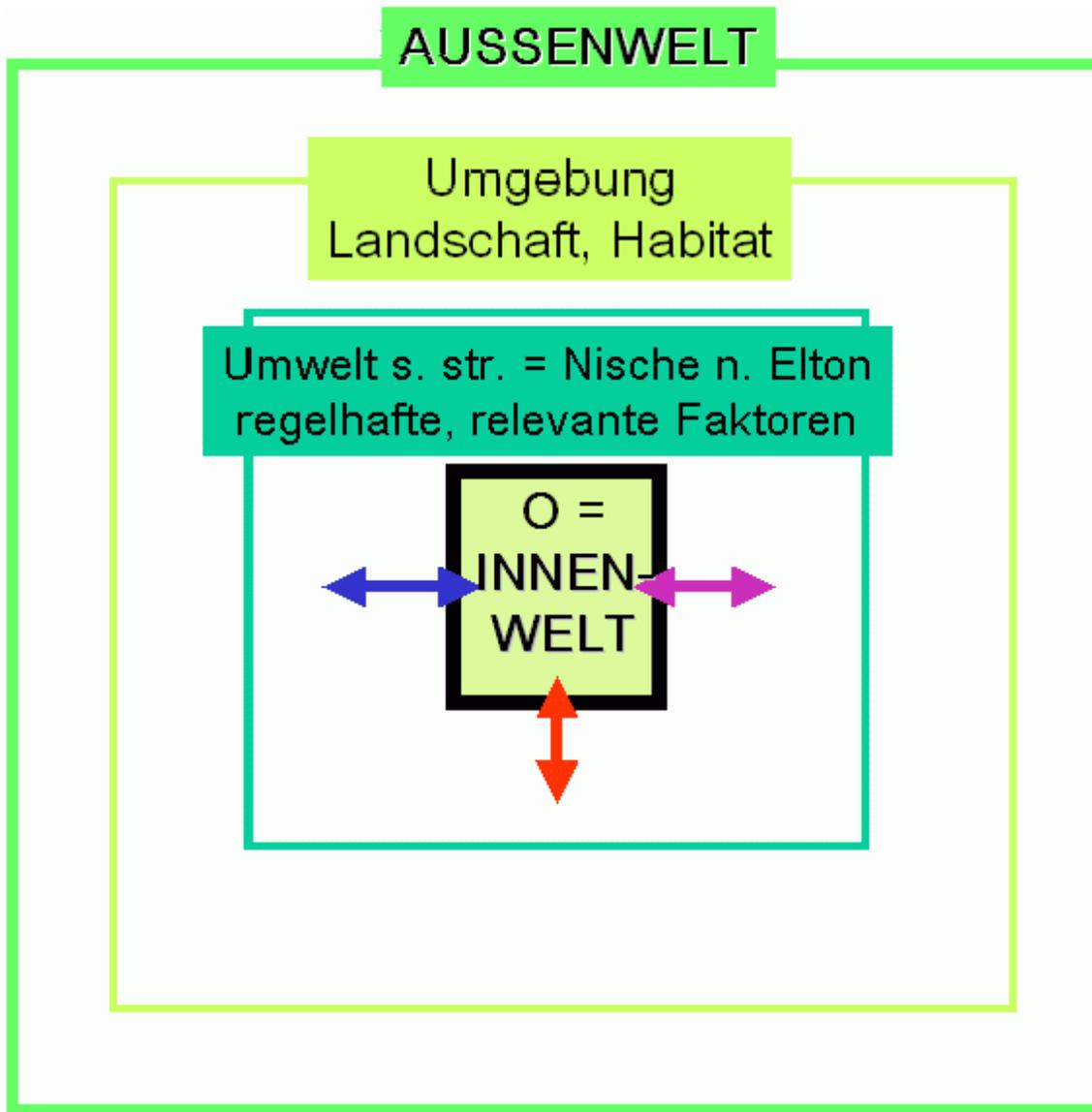
Organell, Individuum, Art, Gemeinschaft

**Es erlaubt kontrolliert Stoff-, Energie- und Informationsfluss**  
über seine Oberfläche

**Lebewesen sind Kompartimente in einer Umwelt**  
Ihre Einpassung:

**Modell ökologische Nische:**





— Information

— Stoffe

— Energie

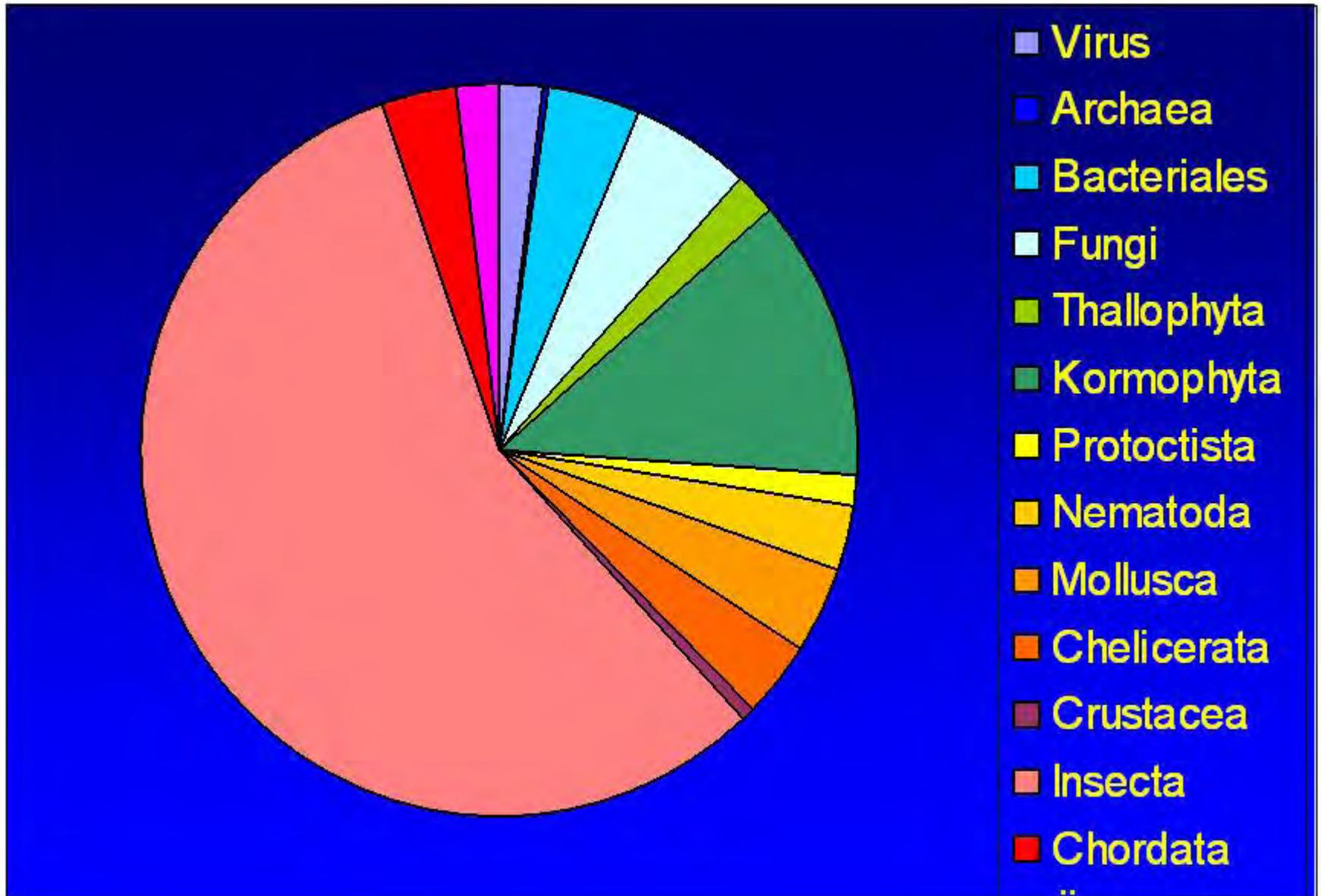
Organismus  
als  
Kompartiment  
im  
n-dimensionalen  
Raum der  
Ökologischen Nische

Eine Art  $\approx$  eine Nische - Konzept

## Biodiversitätsforschung untersucht auf dem Niveau der **Art (Speciesdiversität)**:

- Entstehung und Eigenschaften von Arten:
  - Phylogenetik - Erforschung von Genetik und Evolution (Kausalforschung)
  - Taxonomie - Klassifizierung (Verwaltung von Namen für die Praxis)
- Muster und Ursachen der unterschiedlichen quantitativen und qualitativen Verteilung der Arten über die Erde (> **Ökologie**)
- Schutz und nachhaltige Nutzung von Artenvielfalt durch den Menschen (> **Ökonomie**)

# Relative Verteilung von zwei Mio. Arten nach Taxa Zuwachs



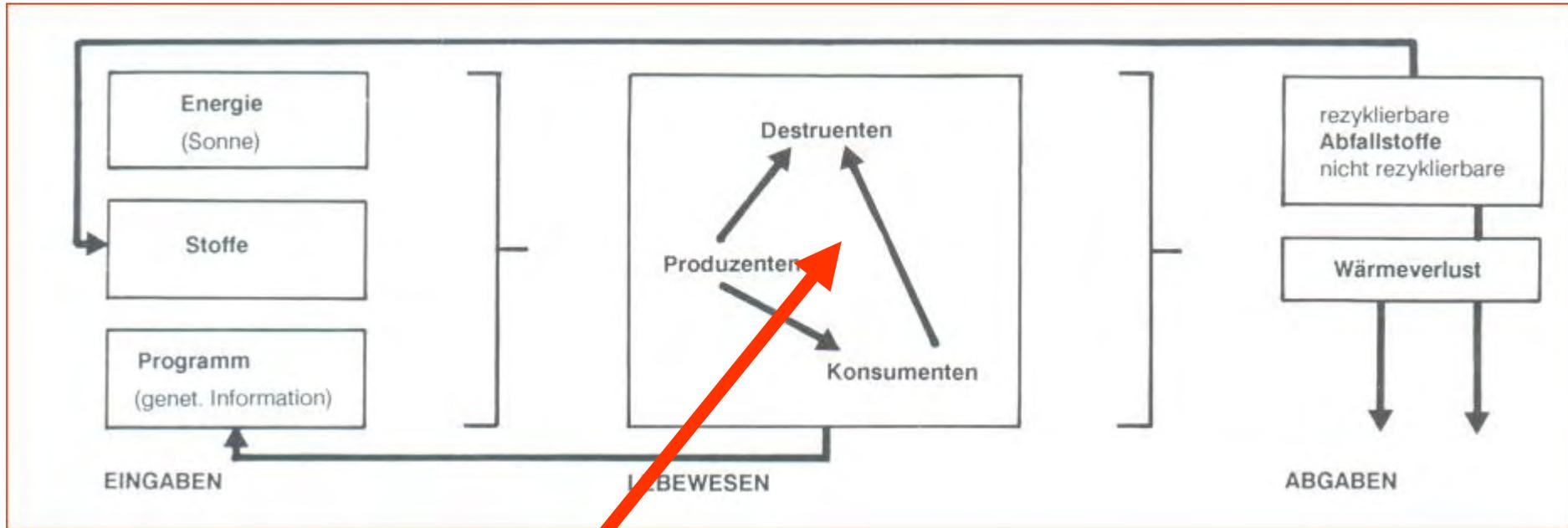
# Verwaltung: Wissenschaftliche Sammlungen



ZSRO 1775  
Oluf Tychsen



# Struktur vs. Funktion der Arten im Ökosystem



Spezifität der aktiven Arten  
gestaltet Ökosystem

# Schlüsselarten (*key stone species*)

Arten der Vegetation, z. B. Rotbuche, Torfmoos, Seegras, Raps

Arten der Fauna, z. B.:

Steinkorallen

Biber

Muscheln in Kolonien

Brutkolonien von Vögeln

Weidegänger

Mensch



Nahrungskette / Nahrungsnetz: Produktion-Konsumption-Reduktion

Primärproduktion  
in der  
Sackgasse

Kein  
Konsument

Torfmoos  
*Sphagnum* sp.  
Schwarzer  
See



# Einfluss von Tieren auf Pflanzen

## Was passiert, wenn der Elch die Pflanze knutscht?

Ein erstaunlicher Test zeigt: Elchspucke lässt Grün kräftig sprießen und gedeihen

Gärtner stutzen Hecken, Sträucher, Bäume und erzielen damit eine stärkere Verzweigung der unteren Pflanzenpartie. Einen ähnlichen, bisher weithin unbeachteten Effekt erzielen Wildtiere in unseren Wäldern durch den sogenannten Verbiss. Indem sie die Spitzensprossen kappen, beenden Sie, was Botaniker die „apikale Dominanz“ nennen, die Wachstumskontrolle der unteren durch die Spitzentriebe. Einige Baumarten der wechselwarmen Klimazone unserer Erde haben sich auf den Verlust ihrer Spitzentriebe durch Verbiss eingestellt. Besonders in den nordischen Regionen scheinen einige Pflanzen gar erst richtig zu gedeihen,



Nordische Wälder erwiesen sich im ultimativen Elchtest als ganz schön elchfest. Foto: archiv

wenn sie durch Elche „gestutzt“ werden, fand Margareta Bergmann von der schwedischen Universität Umea heraus.

Dabei spielt allerdings nicht allein die Mechanik und der Verlust der Triebe eine Rolle, sondern auch der Elchspeichel. Er ist das eigentliche Stimulans für verstärktes Wachstum. Bergmann experimentierte mit Baumsetzlingen, die sie auf drei verschiedene Weisen behandelte: Gruppe 1 durfte ungestört wachsen, Gruppe 2 wurde regelmäßig in der Weise gestutzt, wie es durch Elchverbiss in der Natur geschieht, Gruppe 3 wurde ebenfalls gestutzt und erhielt zum Abschluss auf jede Schnittstelle einige Tropfen Elchspei-

chel. Nach 15 Wochen waren die Veränderungen deutlich: Die geschnittenen Pflanzen aus Gruppe 2 wiesen 20 Prozent mehr neue Triebe auf als die unbehandelte Gruppe 1. Doch Gruppe 3, die mit Elchspeichel behandelt wurde, entwickelte 110 Prozent zusätzliche Triebe.

Welcher Bestandteil des Elchspeichels einen derart dramatischen Effekt auf das Pflanzenwachstum ausübt, ist noch unklar. „Allerdings“, so Bergmann, „sind wir hier einem interessanten Fall von Co-Evolution auf der Spur. Pflanzenfresser und Pflanzen haben sich im Lauf ihrer Entwicklungsgeschichte perfekt aufeinander eingestellt.“

ff

Verzehr, Verbiss, Verbisskante, Tritte, Verdichtung, Pflanzengesellschaften, Krankheitsübertragung....



# Ursachen für regional unterschiedliche Verteilung von Arten

## Natürlich und anthropogen (Holozän)

- Vielfalt von Entstehungszentren zu verschiedenen Zeiten; Migration
- Resultat: aktuelle *hot spots*
- Subjektivität: Tropenzentrismus vs. Tiefsee, alte Binnenseen, polzentrische Taxa, infraspezifische Evolution in Polnähe
- Vermehrung durch Domestikation, Auswilderung, Kulturfolger, Transporte (aktiv, passiv)
- Verluste durch Landnutzung
- Reliktendemiten, Refugien
- Artenarealkurve: Nicht beliebig viele Arten pro Flächeneinheit
- **Tragefähigkeit** (*carrying capacity*) eines Areals qualitativ, quantitativ

## Artenreichtum (Kleinvögel)



Artenvielfalt darf kein weiterer Fetisch des Naturschutzes werden

# Nutzen der Biodiversität: **Theorie**

## Von der Natur lernen - Strategien im Ökosystem

- **Recycling**
- **Parsimonität** (vgl. Rudimente)
- **Redundanz** (vgl. Energiekonzept, Energiemix)
- Diversifizierung im Ökosystem > mehr Biomasse
- Diversifizierung > mehr Arten, Nischen
- Koevolution
- Symbiose i. w. S., Organismenkomplex: 1 Pflanze 15 Tiere, 1 Tier 15 Parasiten
- Wachsende Komplexität (vgl. Gould)
- **Qualitatives statt quantitatives Wachstum** nach Übervermehrung
- **Dynamik** – natürliche, künstliche
- **Regionalisierung** (Zyklengröße; infraspezifische Vielfalt)
- **Subsidiarität**, Regulationshierarchie
- Koordination z. B. Ameisenstaat, Schleimpilz-Amöben
- Metapopulation / Metabiozönose
- Patchiness (vgl. Planung)
- Effizienz (kontrolliert durch Selektion) (vgl. Nationalparke)
- Konkurrenz, „Marktwirtschaft“
- Nachhaltigkeit incl. Eingriffsminimierung (vgl. Biodiesel)

# Nutzen der Biodiversität: **Praxis**

- **Funktion biologischer Systeme**

Funktionieren von Ökosystem (biogeochemische Zyklen; Symbiosen i.w.S.; Organismenkomplexe) - Erzeugung von Nahrung: Kulturpflanzen, Haustiere  
- Erzeugung pflanzlicher und tierischer Rohstoffe - Biologische Schädlingsbekämpfung - Blütenbestäubung - Biologische Senken, Filter und Entgiftung  
- Boden- und Humusbildung - Bioindikationspotenzial

- **Erhaltung der biochemischen Information**

Erhaltung des evolutiven Anpassungspotentials - Züchtung neuer Sorten, Resistenzzüchtung – Pharmakologie (Pflanzenstoffe, Genome)

- **Erhaltung von Forschungsobjekten**

Entdeckung neuer Arten ggf. mit Nutzungspotential - Bionik, Ökotechnik: Modelle für Ingenieure und Ökonomie - Biotech-Energiegewinnung - biologische und ökologische Grundlagenforschung

- **Erholung, Heimat und Ästhetik** (psychische Nutzung)

Phänotypische Vielfalt - Vielfalt von Raumgestaltung und Landschaftsbild - Sensitive Vielfalt - Vielfalt der Farben, Formen, Bewegungsmuster, Anpassungen - Vertrautheit, Erinnerungswert - **Ökotourismus**



Ökotourismus: Prora:

# Prioritäten des Schutzes von Wa Bo Lu BD: Dauer der Regeneration



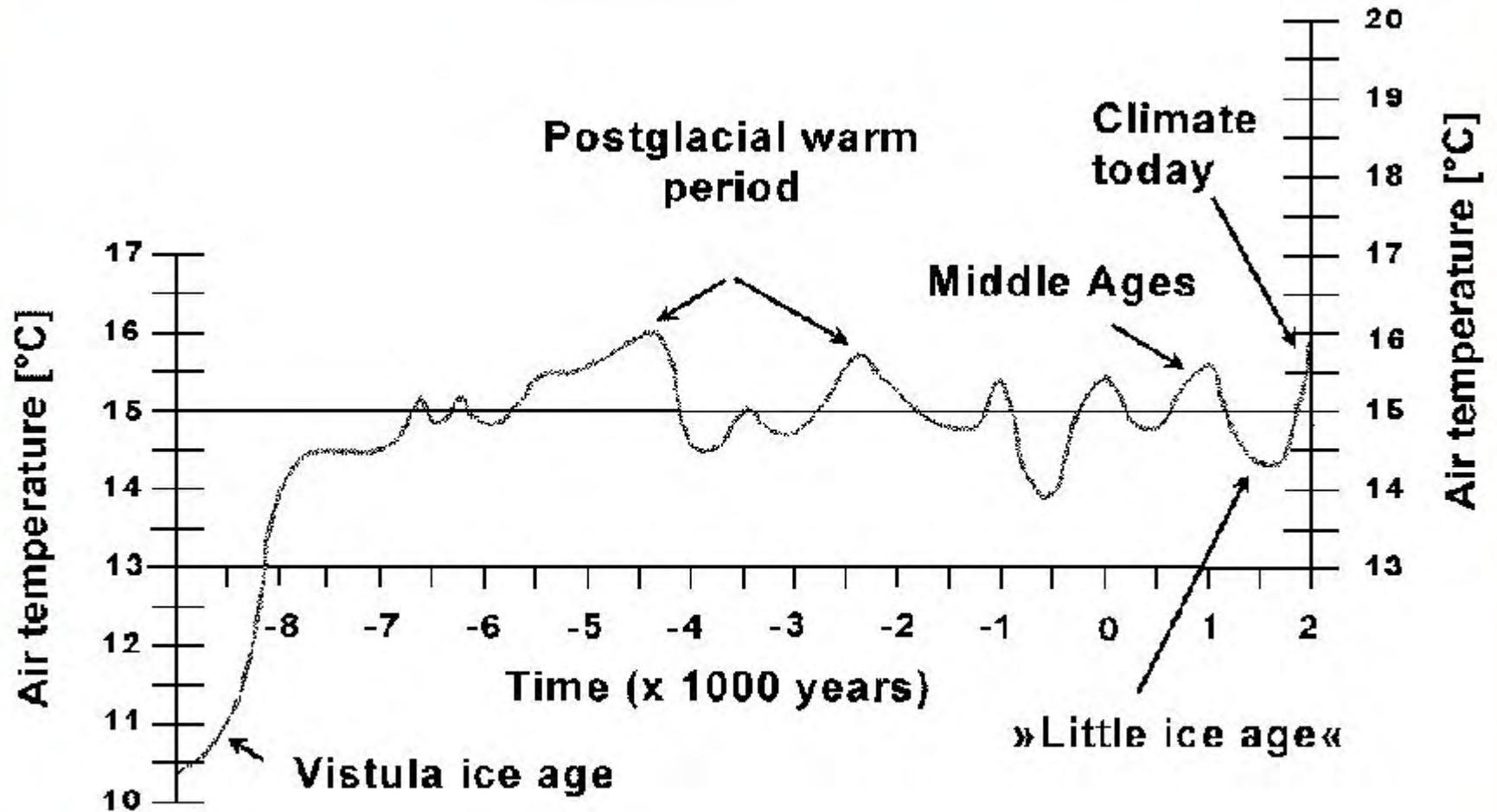
Wasser: Jahre  
Boden: Dekaden  
Luft: Jahrhunderte  
Biodiversität: **niemals**

# Veränderungen I: Natürliche Ursachen

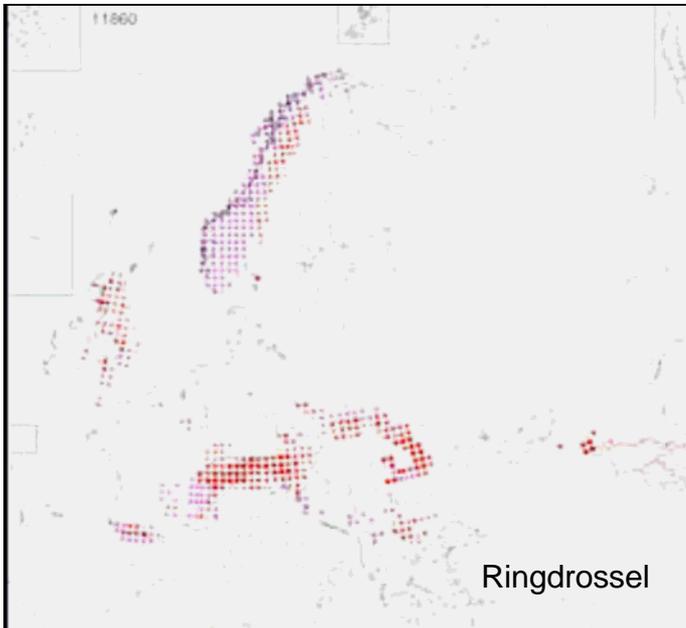
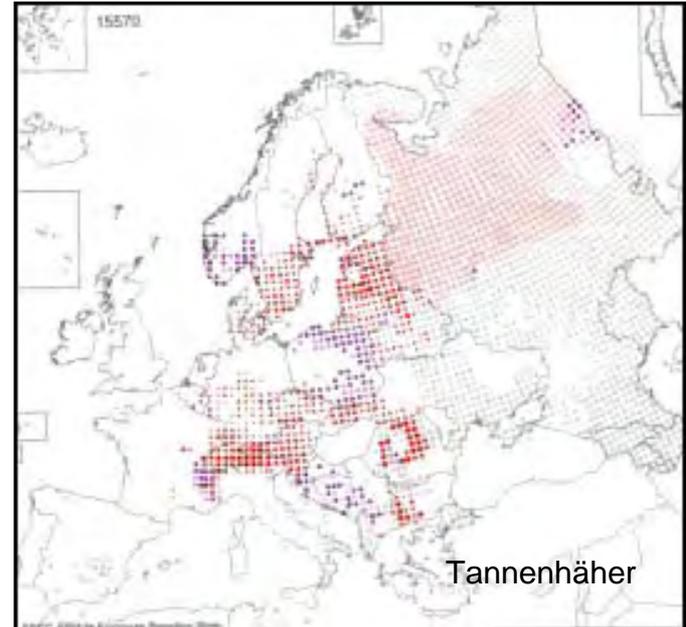
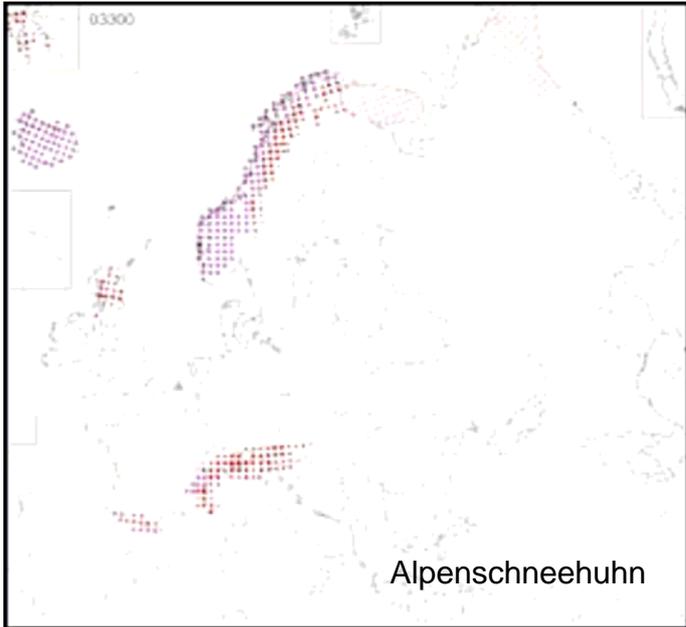
Messgrößen Abundanz und Areal

- Klima (ggf. Einzelfaktoren) und Folgekaskade (Hydrologie, Meeresspiegel, Vegetation).
- Geomorphologische Veränderungen (Fluss- und Küstendynamik).
- Singuläre Ereignisse wie Verdriftung, Vektoren, Phoresie können zu dauerhaften Änderungen von Verbreitungsgrenzen führen.
- Endogene populationsdynamische Prozesse: Arealodynamik ohne autökologische Auslöser.

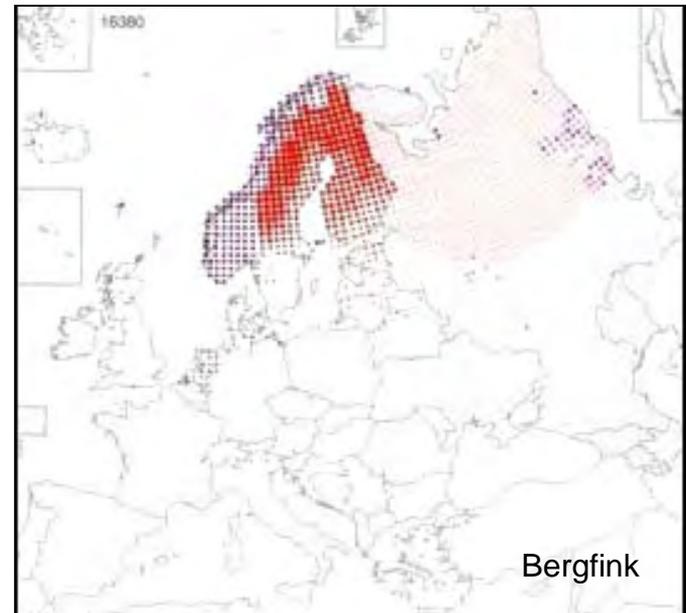
# Klimaschwankungen in Mitteleuropa



# Boreoalpine Arten: Zonale Verschiebung



**EBBC  
Atlas  
of  
European  
Breeding  
Birds**



## Veränderungen II: Anthropogene Ursachen

Messgrößen Abundanz und Areal

- Traditionelles Artensterben bzw. regionales Erlöschen durch Jagd bzw. kommerzielle Verwertung, seit dem "Pleistocene Overkill"
- Habitatveränderung durch neue Methoden der Landnutzung
- Einstellung des Menschen zu bestimmten Arten (Nutzung, Schutz, kulturelle Beziehung)
- Neuartige Artensterben seit der Mitte des 20. Jh. In raschem raumzeitlichen Wechsel sind verschiedene limitierende Faktoren komplex und raumgreifend wirksam (z. B. Feldhase, Rebhuhn)

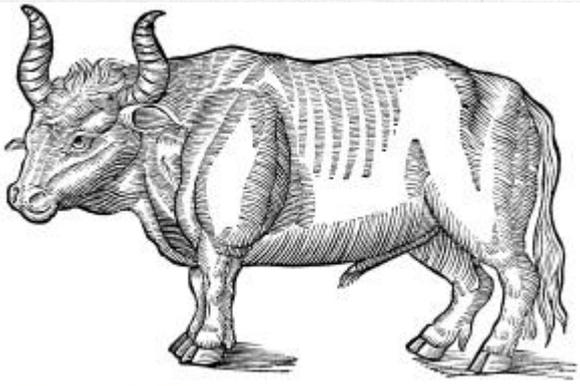
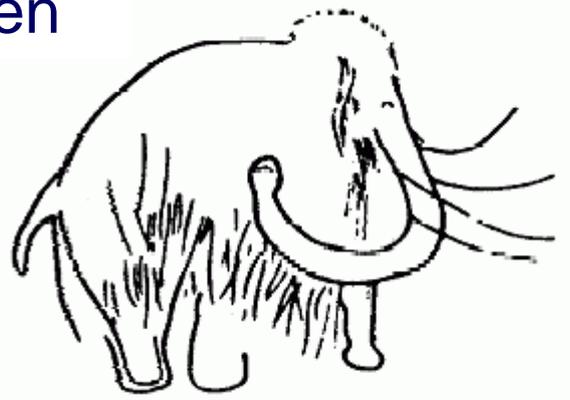
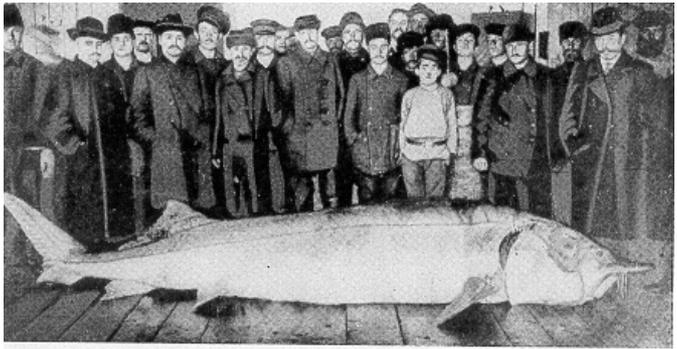
Verlierer – Neutrale – Gewinner

# Mensch-Tier-Beziehung



Im hinduistischen Rattentempel von Deshnok im indischen Bundesstaat Rajasthan werden die heiligen Tiere mit Milch gefüttert.

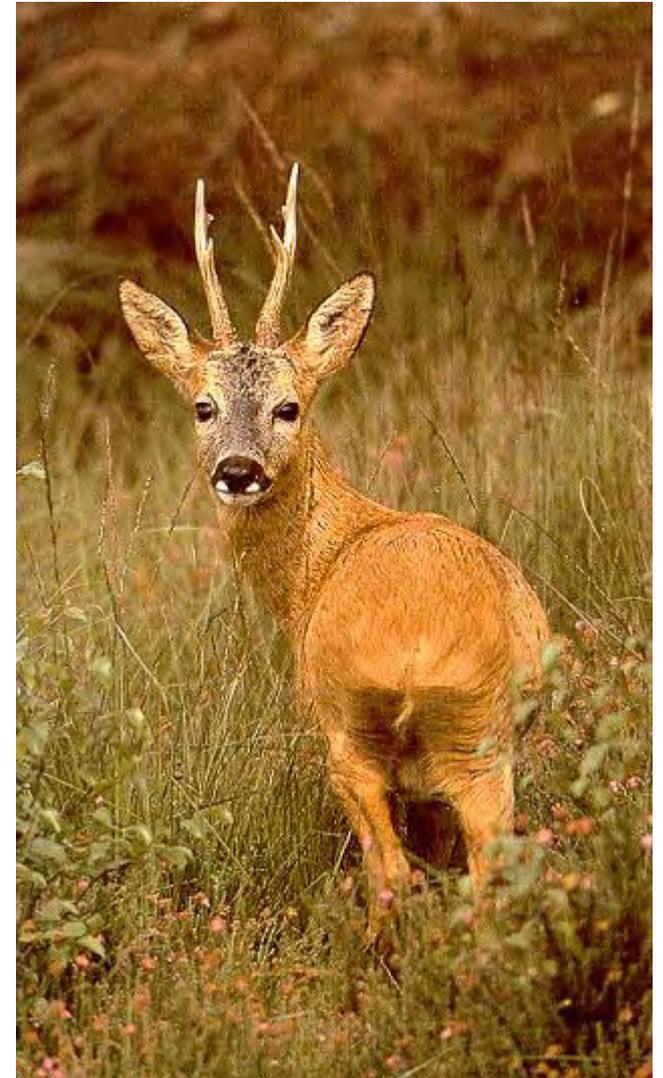
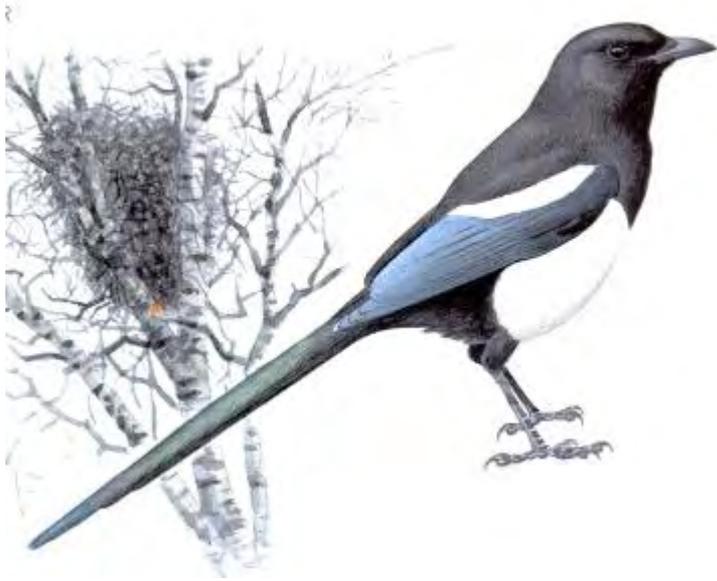
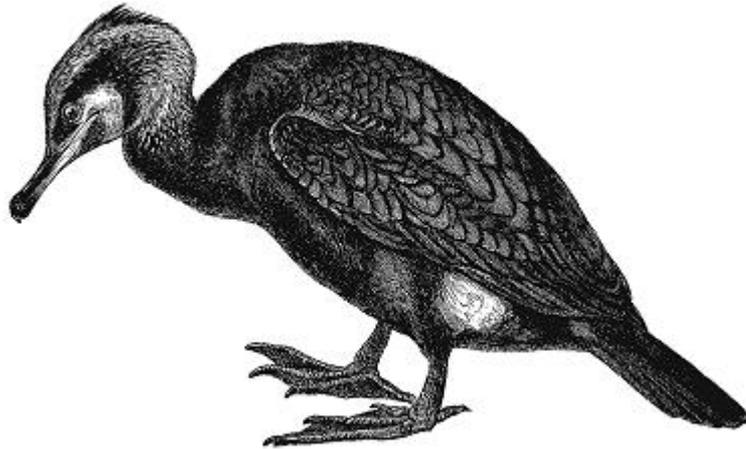
# Traditionelles Artensterben





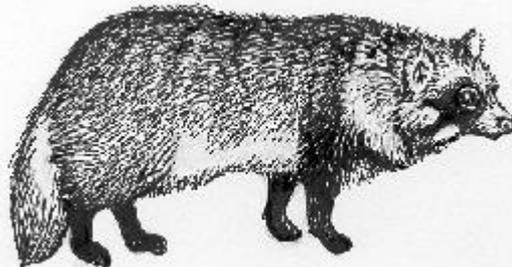
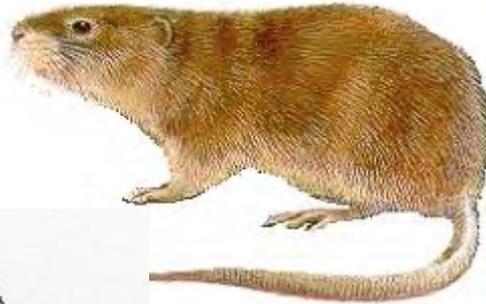
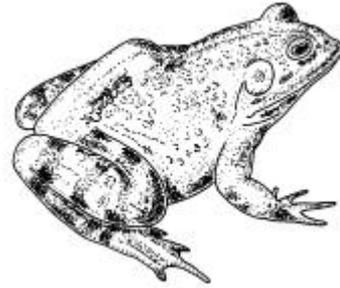
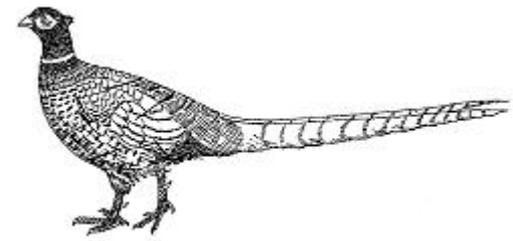
Neuartiges Artensterben:  
Abstand 50 Jahre

Gewinner...



...bis auf Weiteres

# Gewinner: Neozoen



# Transformation

