Amphibienschutz trotz Klimawandel ?

Michael Veith
Biogeographie, Universität Trier

Der Klimawandel macht betroffen ...

Der Klimawandel macht betroffen ...

2003 wurden in Europa ca. 35.000 Todesfälle mit der extremen Hitze in Verbindung gebracht.

Der durchschnittliche Dickeverlust der Alpengletscher war 2003 doppelt so hoch wie 1998.

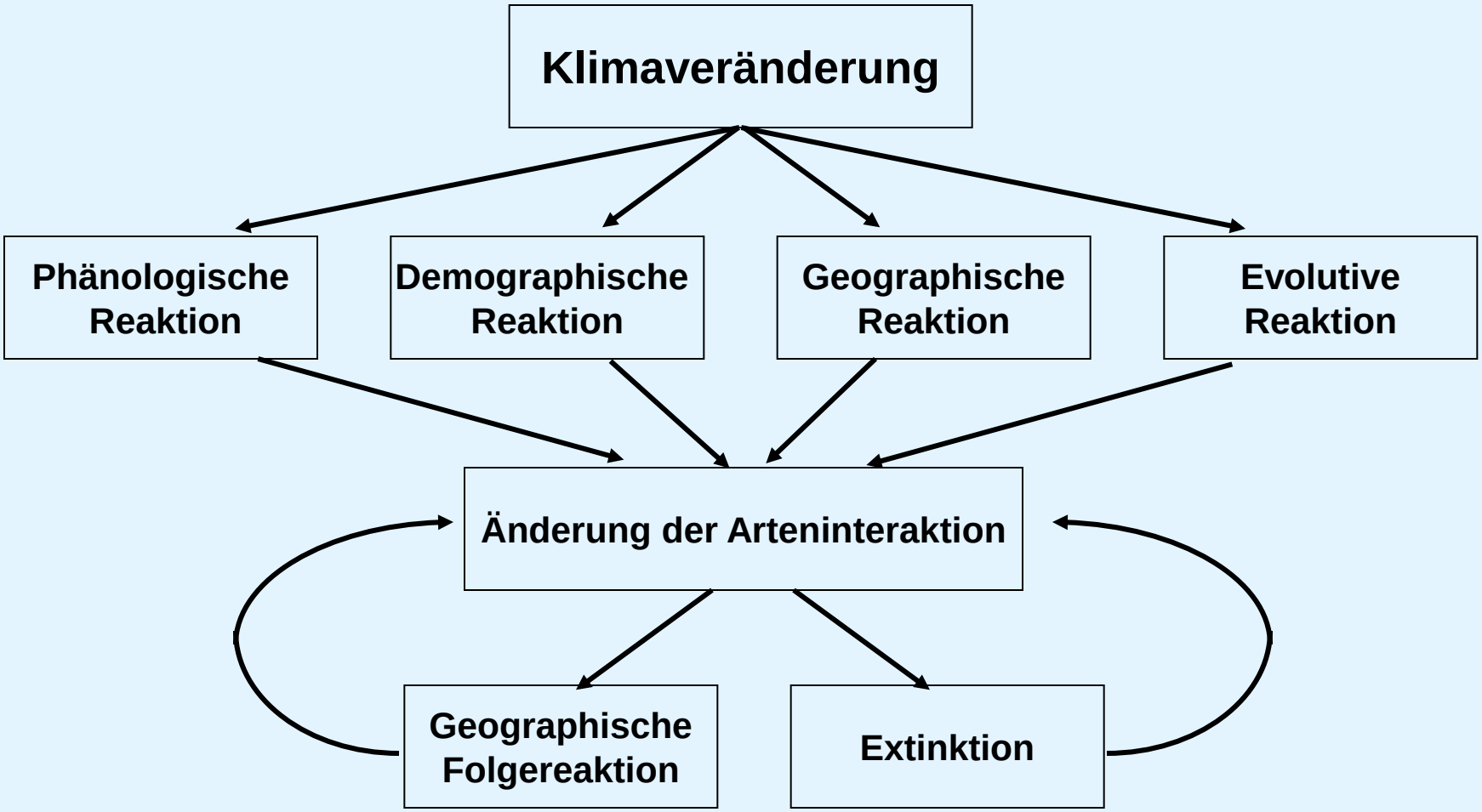
2005 erlebte Spanien den trockensten Winter und frühesten Frühlingsanfang seit Beginn der Klimaaufzeichnungen 1947.

Der Klimawandel macht betroffen ...

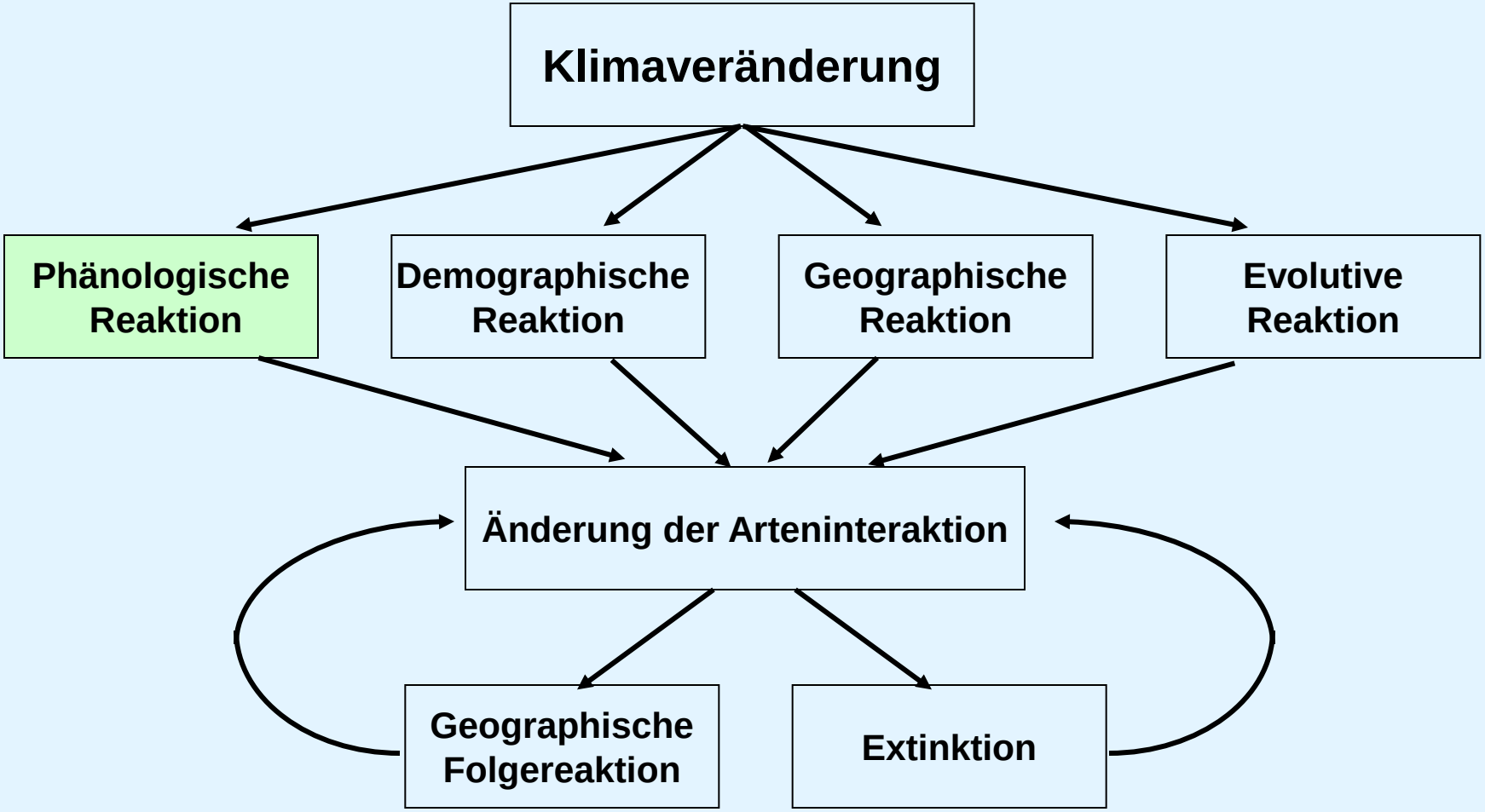
Die Folgen für die gesamte Pflanzenwelt sind in vielen Regionen der Erde bereits deutlich zu sehen.

Offensichtlich ist das Ausmaß der Veränderungen jedoch nicht für alle Pflanzenarten kaum!

Was wir wissen sollten ...



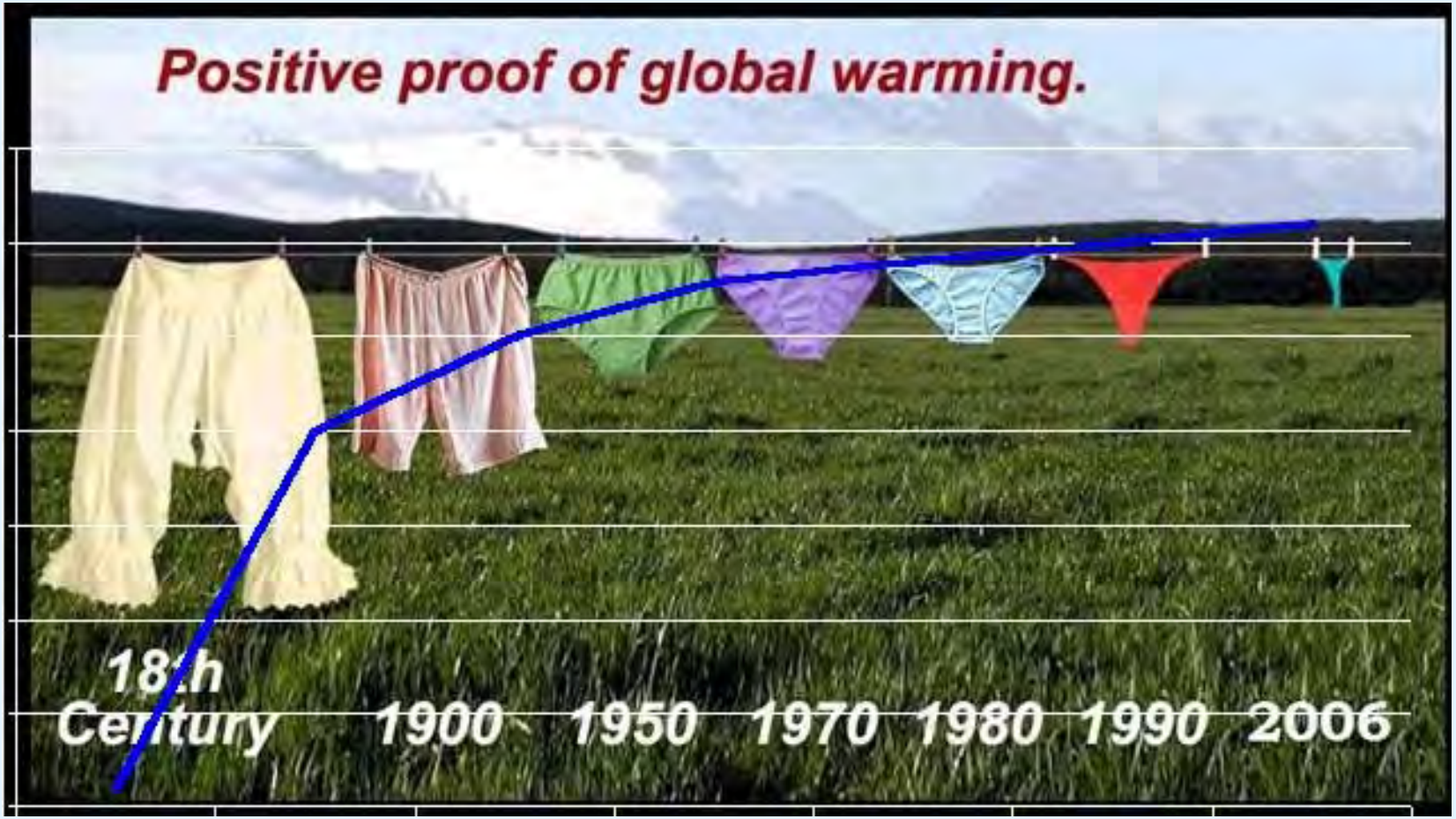
Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen

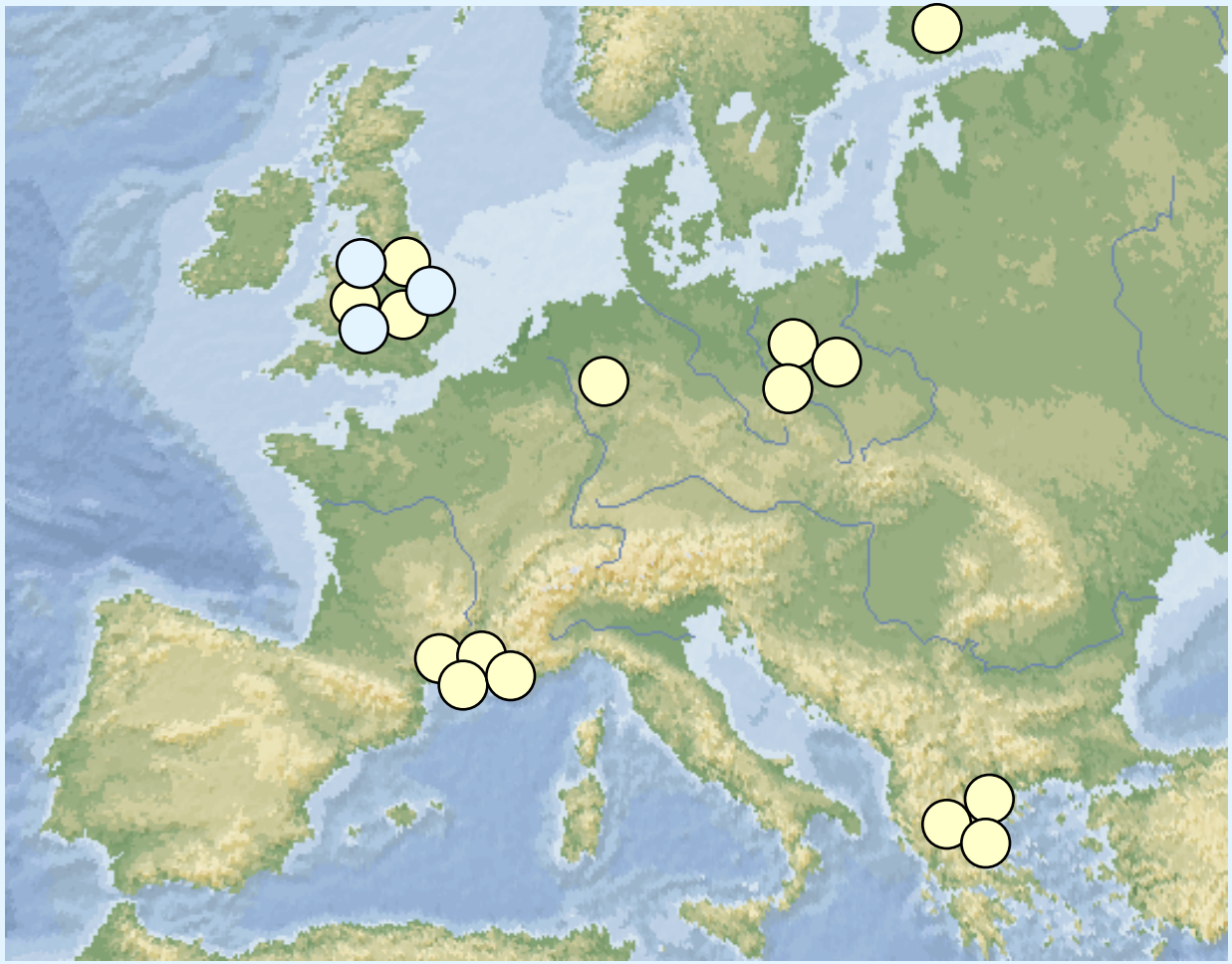


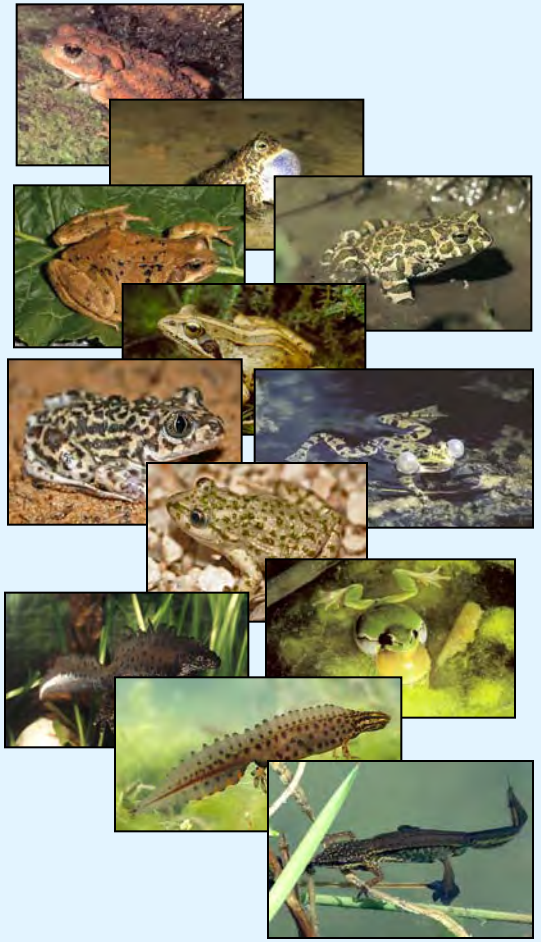
Verhaltensreaktionen bei Säugern

Männchen und Weibchen von *Homo sapiens*,
erholen sich von der Mammutjagd.
© National Geographic

Verhaltensreaktionen bei Säugern

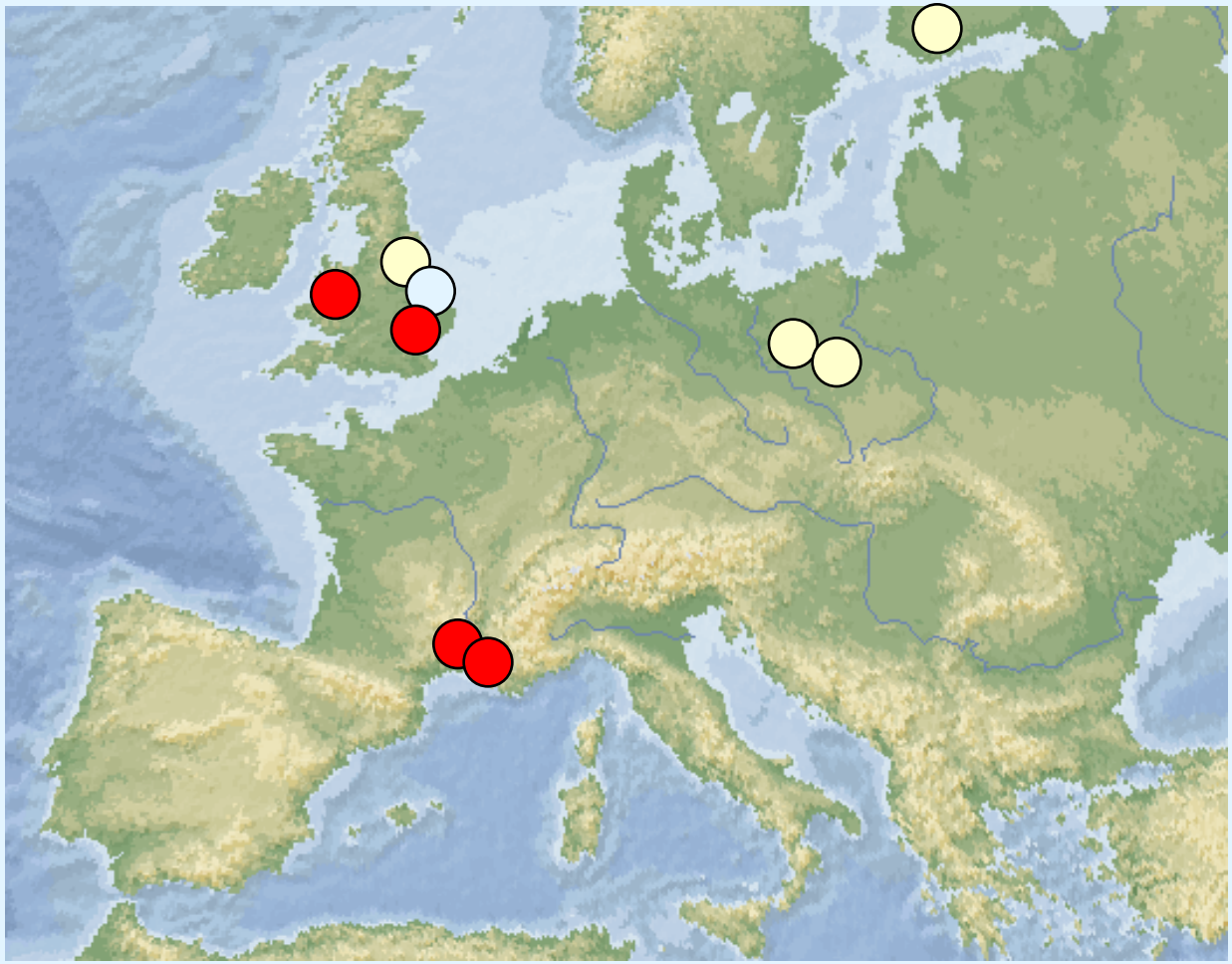


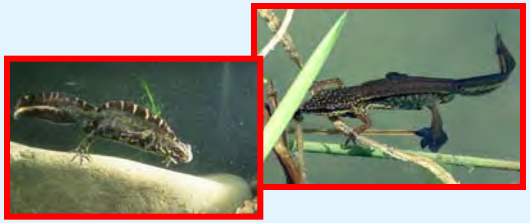




nach Henle et al. (unveröffentlicht), ergänzt

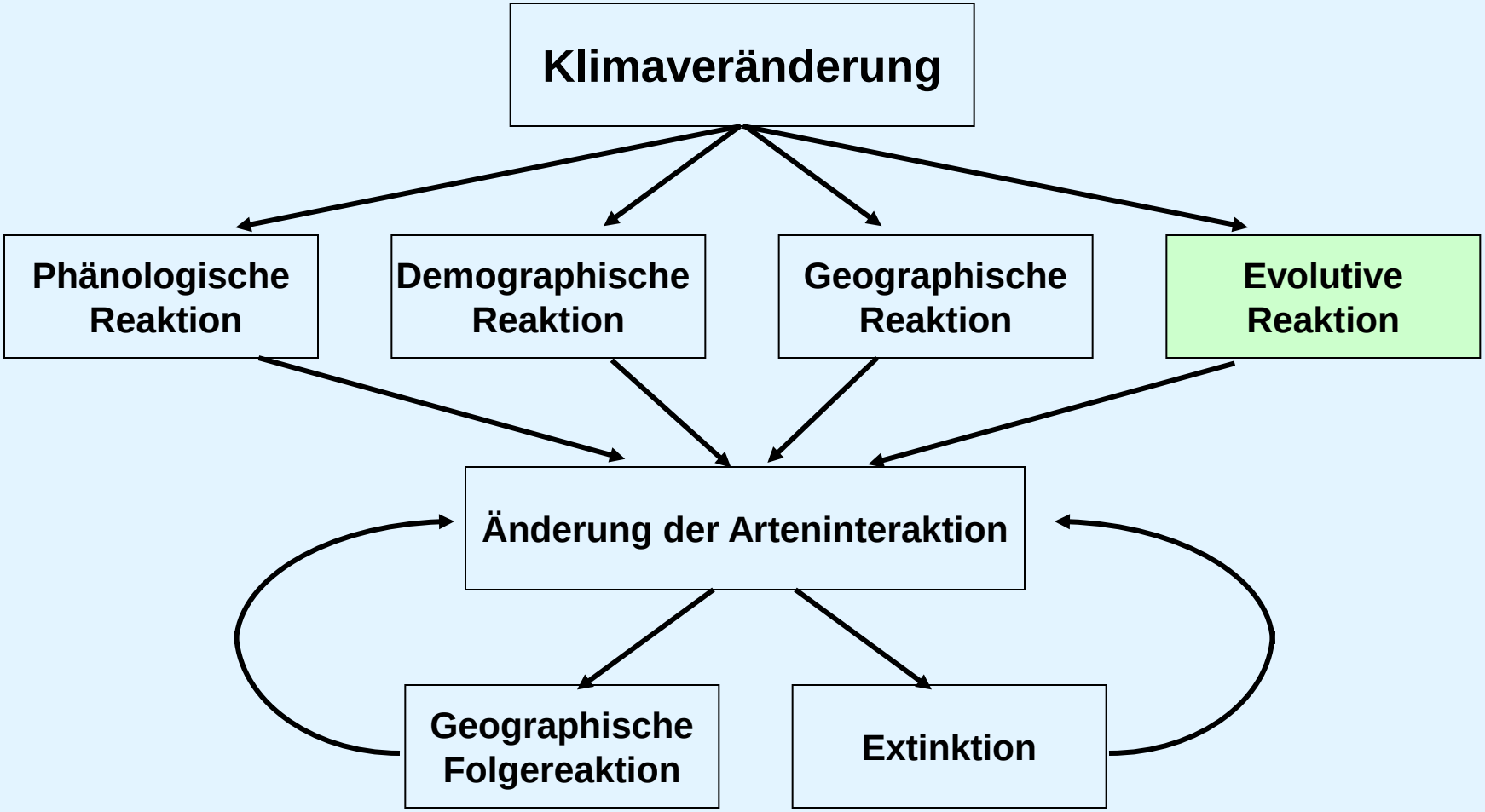
Phänologische Reaktionen bei Amphibien





nach Henle et al. (im Druck), ergänzt

Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



Prinzipiell können sich Amphibienpopulation evolutiv (genetisch) an sich ändernde Umweltbedingungen anpassen

- Altitudinale (Alpen; Brand & Grossenbacher 1979) und latitudinale (Finnland; Laugen *et al.* 2003) Anpassung der Larvalentwicklung des Grasfrosches entlang von Temperaturgradienten.
- Die Geschwindigkeit adaptiver Evolution von Amphibien ist unbekannt.
- U.a. Abhängigkeit von genetischer Variation und effektiver Populationsgröße (N_e).
  → Amphibienpopulationen sind eher klein, und ihre effektiven Populationsgrößen sind noch kleiner!

Amphibienpopulationen sind meist klein ...

$$\frac{N_e}{N_c} =$$

0,005#-0,049#

0,02#-0,56*

0,09#

0,16#

0,67#-0,73#

0,92*

0,94*

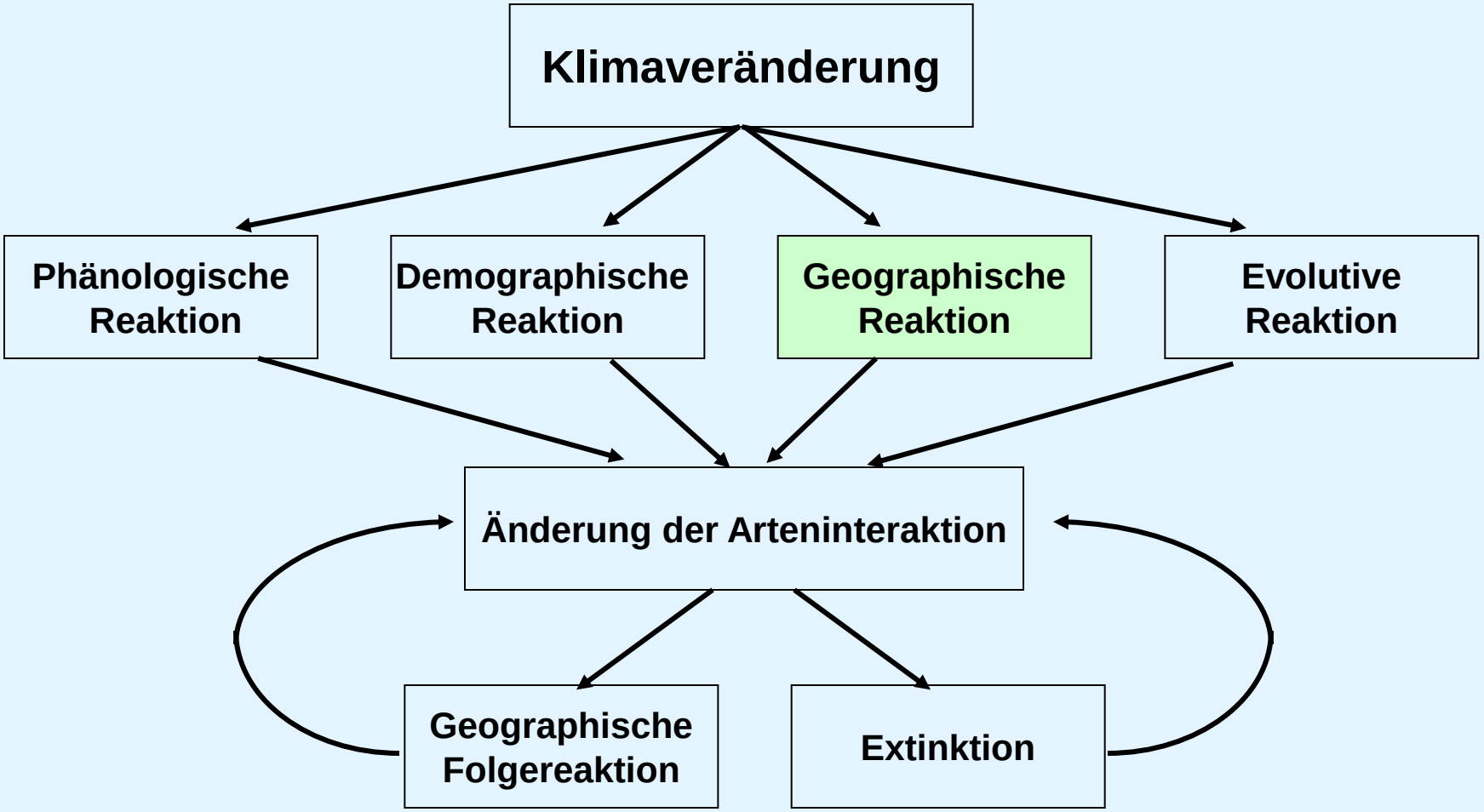
Genetische Abschätzung (Mikrosatelliten)
* Demographische Abschätzung

Evolutive Reaktionen bei Amphibien ?

Evolutive Reaktionen auf den Klimawandel können weitgehend ausgeschlossen werden.

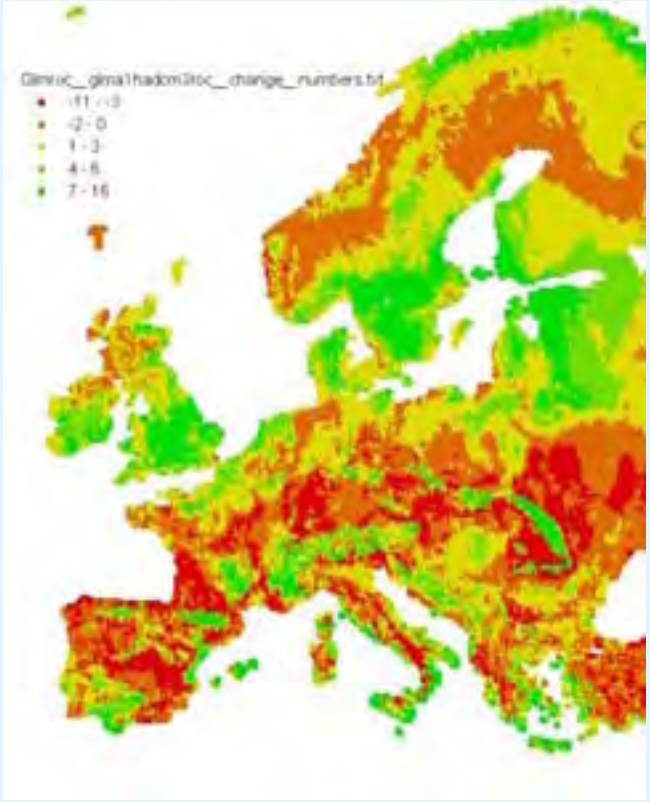
Reaktionen im Rahmen bestehender „Reaktionsnormen“ sind eher wahrscheinlich (→ dazu später mehr).

Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



- Zur Zeit sind keine Beispiele aus Mitteleuropa bekannt. (lediglich Prognosen auf Basis der Klimanischenmodellierung).

… und wie wir diese abschätzen.



aus Henle et al. (im Druck)

Modellierung der Veränderung des Artenreichtums bei Amphibien mittels ökologischer Nischenmodellierung unter der Annahme maximaler Klimaveränderung und unbegrenztem Ausbreitungsvermögen.

→ Wichtiger Ansatz, um die Dimension des Problems der Arealverschiebung zu bemessen.

… und wie wir diese abschätzen.

- Der Skeptiker spricht …

„Die Prognosen der ökologischen Nischenmodellierung fußen auf der munteren Extrapolation einer willkürlichen Teilmenge unbewiesener, meist unverstandener und teilweise äußerst gewagter Annahmen, die eifrig in unzureichender Granularität durch die Computer geprügelt werden, so dass mit jeder Iteration sich die Unsicherheiten der ohnehin wackligen Ausgangsbasis potenziert."

Es gibt zahlreich berechtigte Kritikpunkte and der ökologischen Nischenmodellierung, aber sie ist das beste Prognosewerkzeug, das wir derzeit haben !

Ein Vogel kehrt uns den Rücken zu ...

Haubenlerche
(*Galerida cristata*)

Ein Vogel kehrt uns den Rücken zu ...

- *„Seit den 30er Jahren, spätestens ab 1950, findet jedoch fast im gesamten Europa (Ausnahme Südost Europa und Nordost-Deutschland) ein starker Bestandsrückgang und Arealverlust statt. Über weite Gebiete ist die Haubenlerche als Brutvogel völlig verschwunden [Schweiz; auch Großbritannien, Norwegen., Schweden.,Lettland] .„*

(Bauer und Berthold 1997)

Haubenlerche
(*Galerida cristata*)

Ein Vogel kehrt uns den Rücken zu ...

- *„Seit den 30er Jahren, spätestens ab 1950, findet jedoch fast im gesamten Europa (Ausnahme Südost Europa und Nordost-Deutschland) ein starker Bestandsrückgang und Arealverlust statt. Über weite Gebiete ist die Haubenlerche als Brutvogel völlig verschwunden [Schweiz; auch Großbritannien, Norwegen., Schweden.,Lettland] .„*

- *„Der z.T. seit Jahrzehnten anhaltende Bestandsrückgang wurde oft mit klimatischen Ursachen erklärt, da sich die Haubenlerche vor allem während der warmen Jahrzehnte des letzten Jh. weit nach Norden ausbreiten konnte.“*

  (Bauer und Berthold 1997)

Haubenlerche
(*Galerida cristata*)

- Zur Zeit sind keine Beispiele aus Mitteleuropa bekannt. (lediglich Prognosen auf Basis der Klimanischenmodellierung).
- Es wurden allerdings altitudinale Verschiebungen bei montanen Froschlebensgemeinschaften der Tropen beschrieben (z.B. Pounds *et al*. 1999).

- Zur Zeit sind keine Beispiele aus Mitteleuropa bekannt. (lediglich Prognosen auf Basis der Klimanischenmodellierung).
- Es wurden allerdings altitudinale Verschiebungen bei montanen Froschlebensgemeinschaften der Tropen beschrieben (z.B. Pounds *et al*. 1999).
- Bei anderen Organismengruppen gibt es schon lange Belege hierfür.

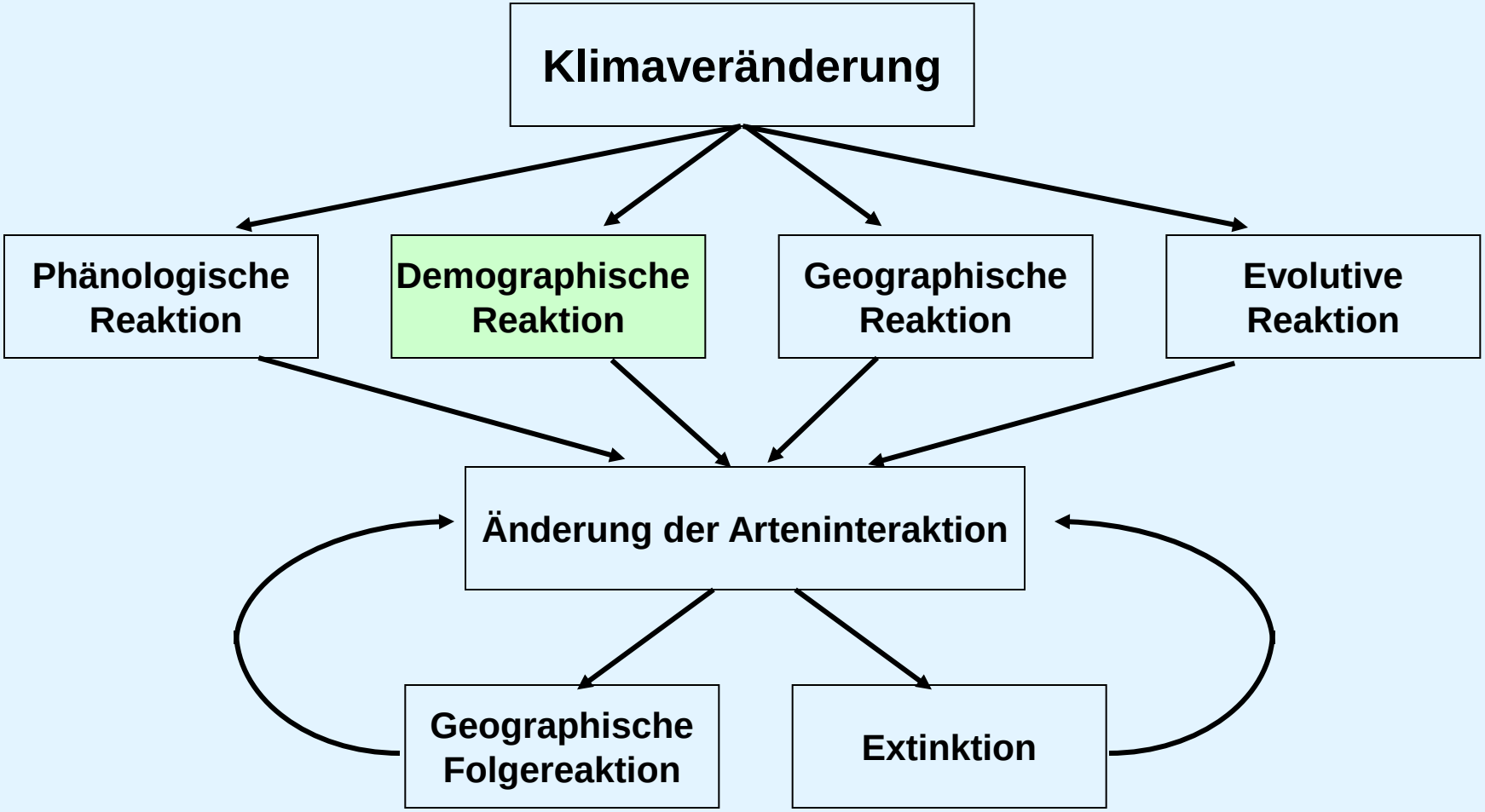
  22 von 35 stationären Schmetterlingsarten in Europa erweiterten ihr Areal 35-240 km nach Norden (nur 2 Arten nach Süden; Parmesan *et al*. 1999).

Geographische Reaktionen bei Amphibien ?

- Zur Zeit sind keine Beispiele aus Mitteleuropa bekannt. (lediglich Prognosen auf Basis der Klimanischenmodellierung).
- Es wurden allerdings altitudinale Verschiebungen bei montanen Froschlebensgemeinschaften der Tropen beschrieben (z.B. Pounds *et al*. 1999).
- Bei anderen Organismengruppen gibt es schon lange Belege hierfür.

  59 Vogelarten in Südengland weiteten innerhalb von 20 Jahren ihr Areal bis zu 19 km nach Norden aus (Thomas & Lennon 1999).

Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



Wachsen und Sterben
- kritische Phasen im Leben einer Amphibienpopulation -

$$N_t = N_0 + B - M + I - E$$

Wachsen und Sterben
- kritische Phasen im Leben einer Amphibienpopulation -

$$N_t = N_0 + B - M$$

b = Wachstumsrate

m = Sterberate

Wachstum + Reife

m_m

Fertilität

b

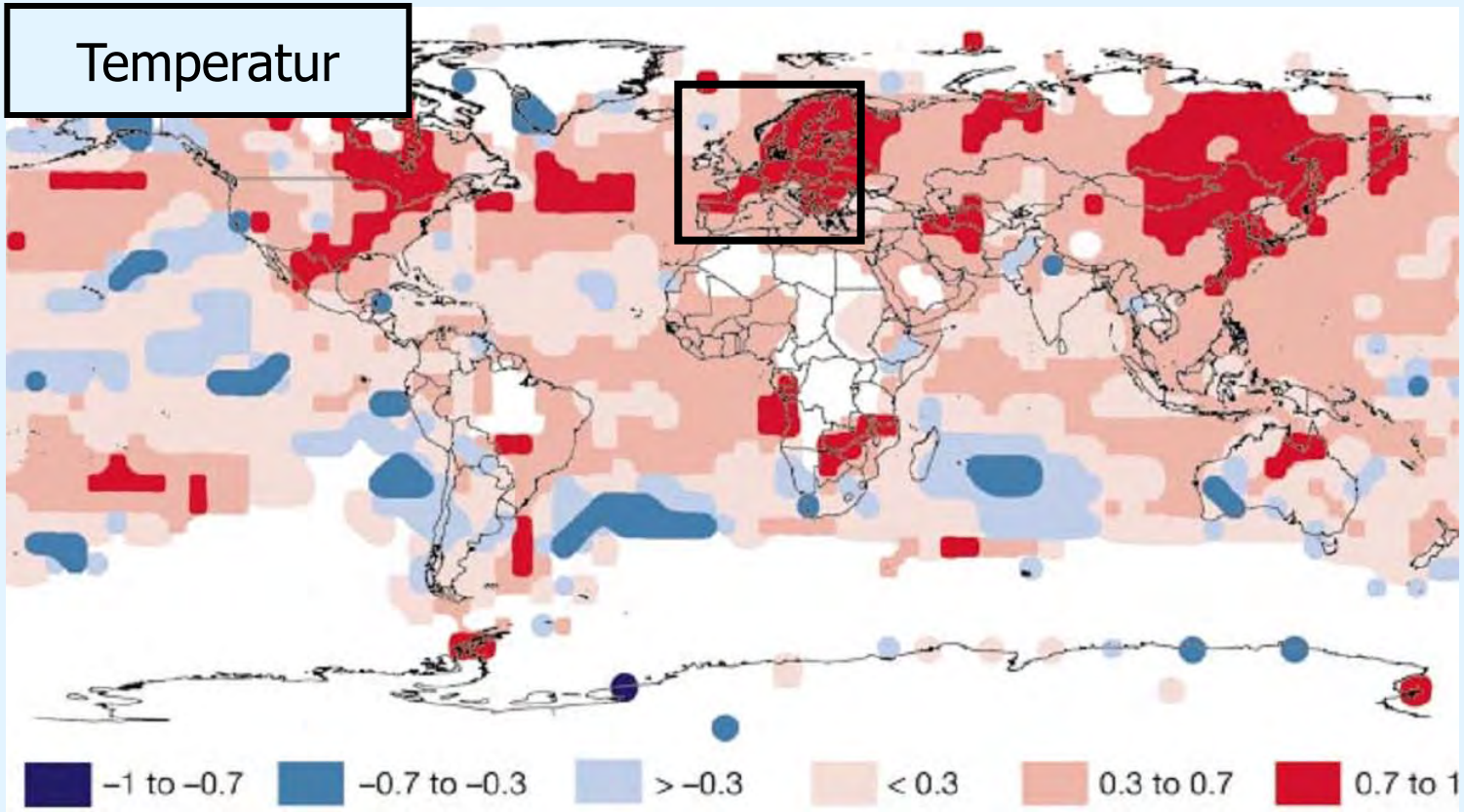
m_l

Larval-
entwicklung

m_e

Embryonalentwicklung

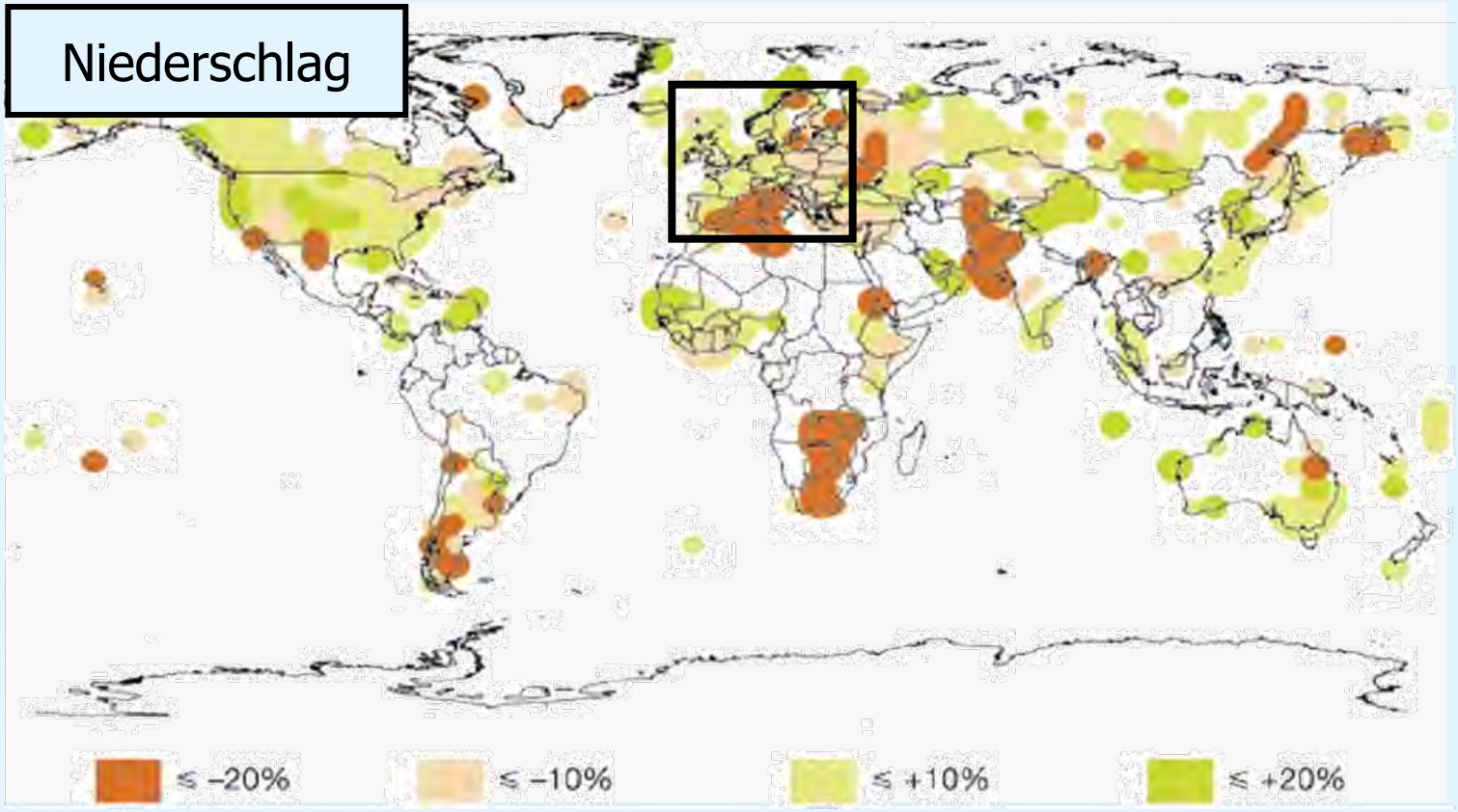
Welche relevanten Klimafaktoren werden sich ändern ?



Jahrestrends seit 1976 relativ zu Mittelwerten zwischen 1961-1990

aus: Walther et al. (2002) *Nature* **416**: 389-395.

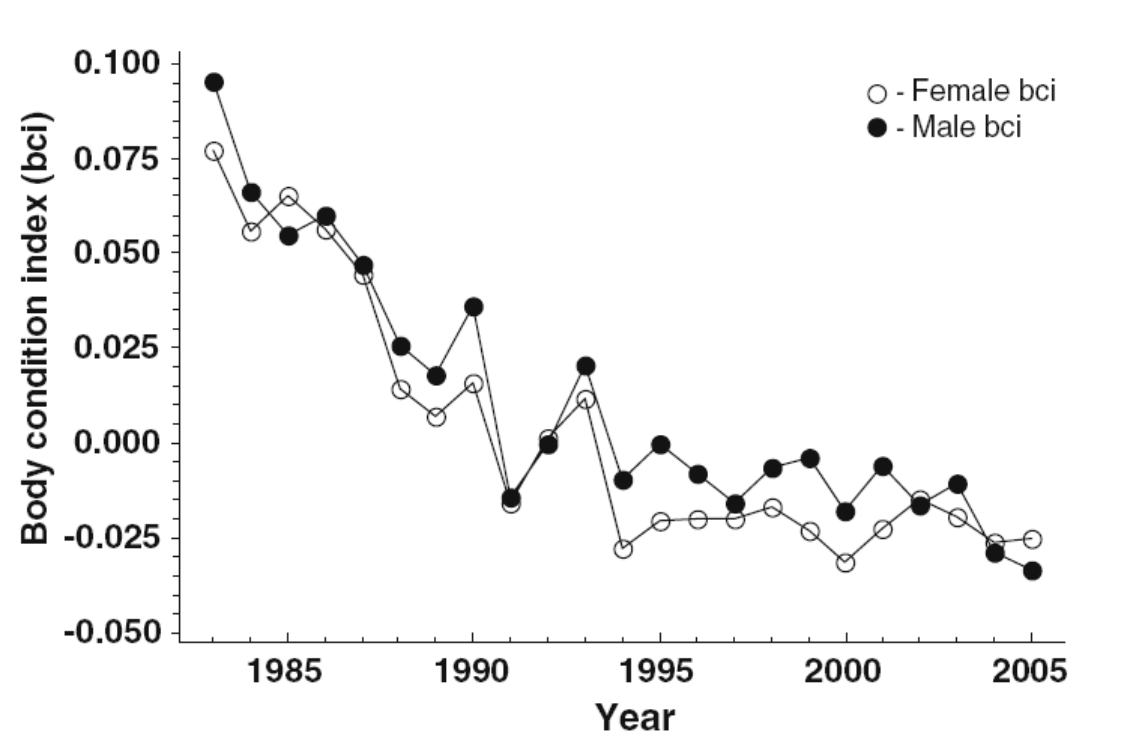
Welche relevanten Klimafaktoren werden sich ändern ?

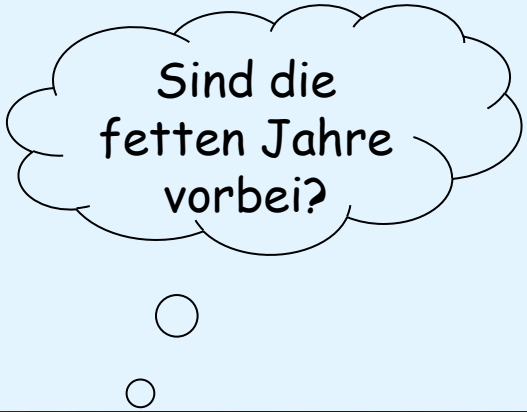


Jahrestrends seit 1976 relativ zu Mittelwerten zwischen 1961-1990

aus: Walther et al. (2002) *Nature* **416**: 389-395.

Erste Trends sind sichtbar.





aus Reading (2007)

Höhere Temperaturen …

könnten unter anderem bewirken …

… eine schnellere Embryonalentwicklung	$m_e \downarrow$
… eine frühere Metamorphose	$m_l \downarrow$
… eine kleinere Metamorphosegröße	$m_m \uparrow$
… eine größere Hibernationsgröße	$m_m \downarrow$
… eine frühere Geschlechtsreife	$m_m \downarrow$
… eine geringere Reifegröße	$b \downarrow$

Höhere Temperaturen …

könnten unter anderem bewirken …

… eine schnellere Embryonalentwicklung $m_e \downarrow$

… eine frühere Metamorphose $m_l \downarrow$

… höhere Hibernationsverluste $m_h \uparrow$

… größere Hibernationsgröße $m_h \downarrow$

… eine frühere Geschlechtsreife $m_m \downarrow$

… eine geringere Reifegröße $b \downarrow$

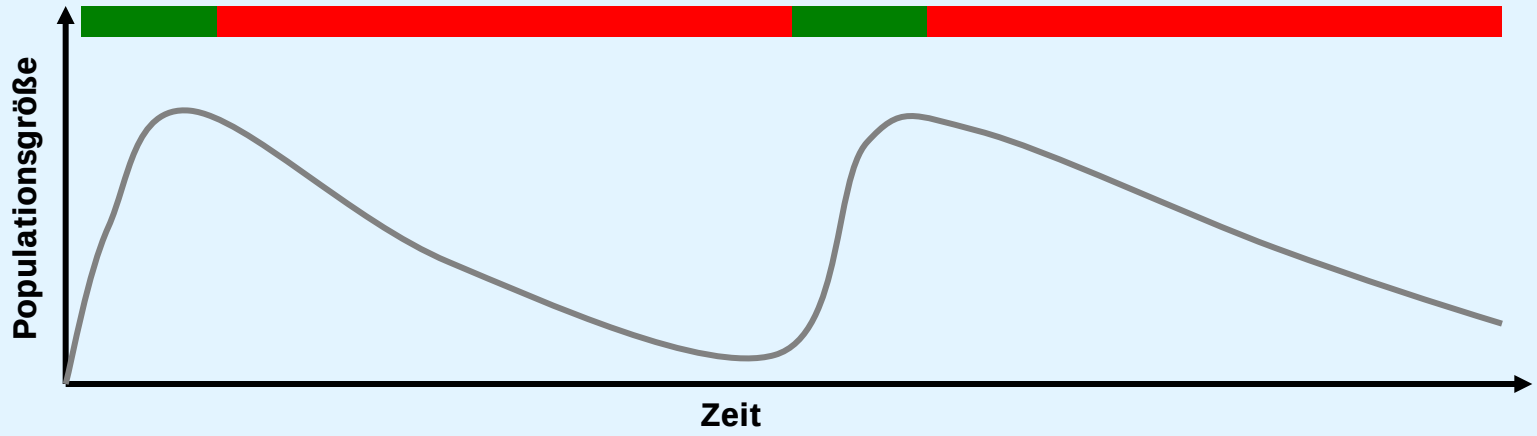
… kaum bis gar nicht vorhersagbare demographische Veränderungen!

Höhere Temperaturen …

- … könnten den Lebenszyklus der Amphibien positiv beeinflussen.
- Ob dies tatsächlich geschieht bleibt vorerst offen und hängt vom Grad der ökologischen Spezialisierung ab.

Außerdem …

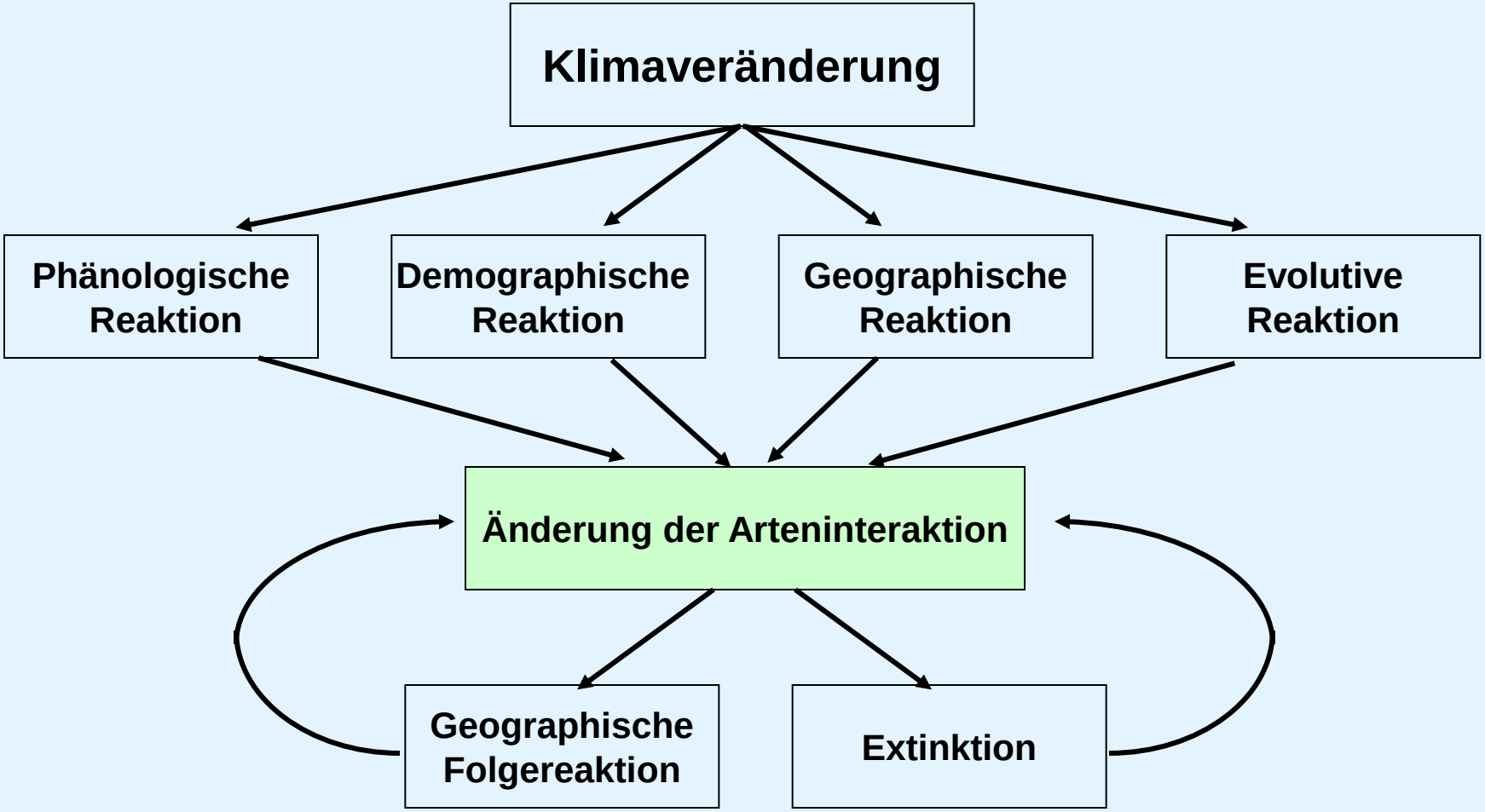
- **Sind lokale Effekte der Klimaveränderung überhaupt von anderen Effekten trennbar?**
  → „natürliche" Populationsschwankungen (Pechmann *et al.* 1991)
  → welche Nullhypothese liegt unseren Analysen zugrunde?
  (Alford und Richards 1999)



Höhere Temperaturen …

- … könnten den Lebenszyklus der Amphibien positiv beeinflussen.
- Ob dies tatsächlich geschieht bleibt vorerst offen und hängt vom Grad der ökologischen Spezialisierung ab.
- Plastische Arten haben größere Chancen, innerhalb ihrer breiten Reaktionsnormen (= Nischen) zu reagieren.

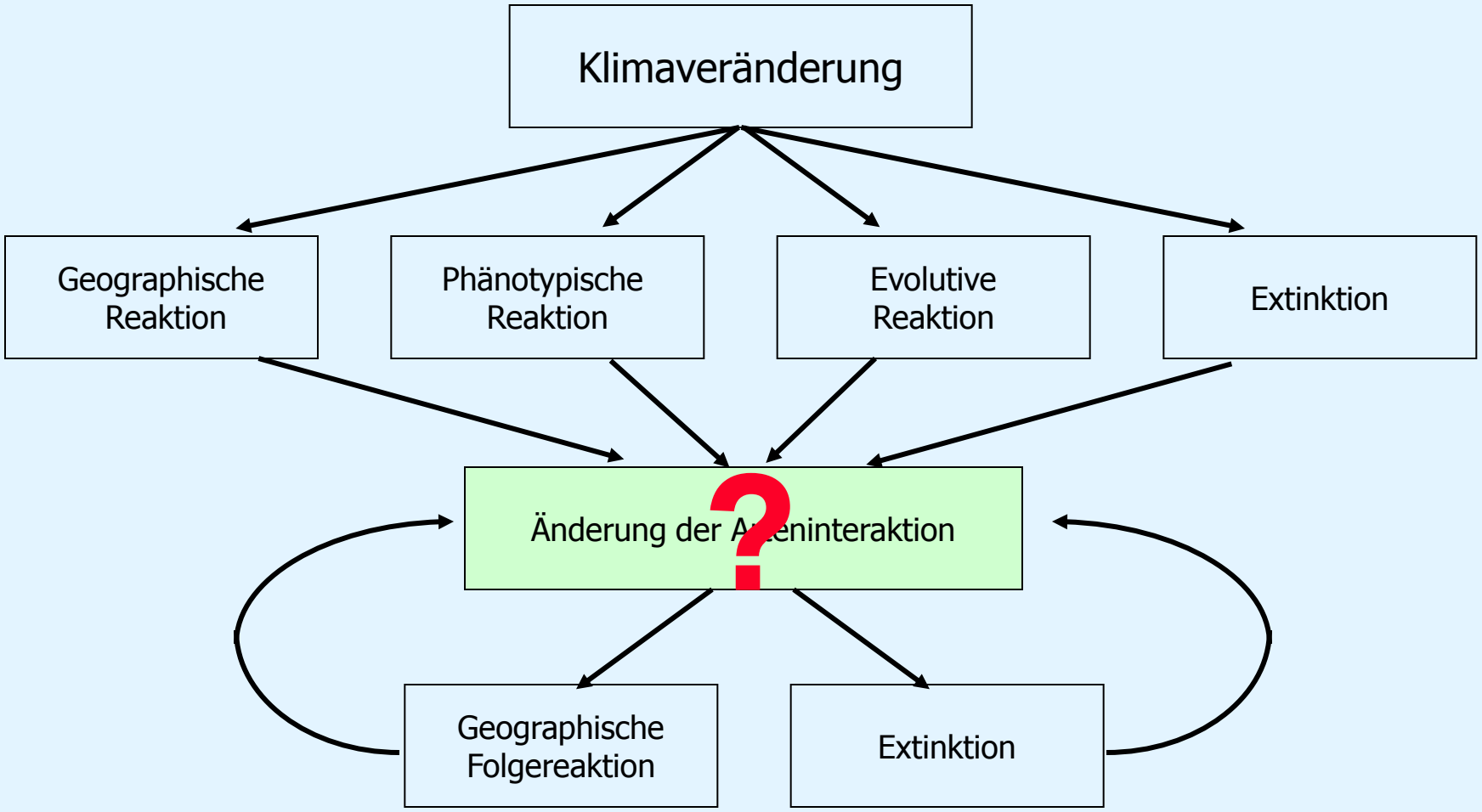
Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



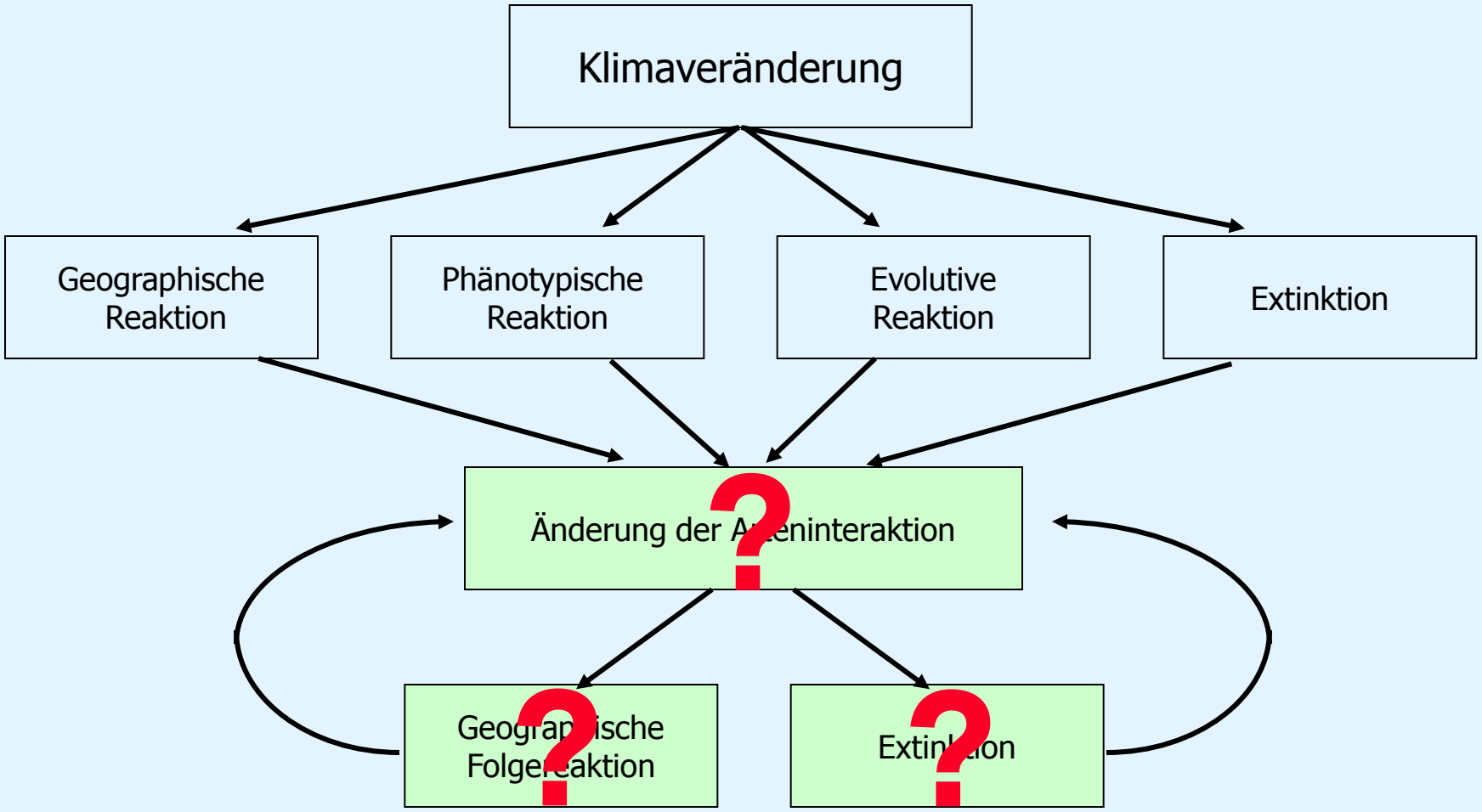
Änderung der Arteninteraktionen

- Komplexe Prozesse, deren zweifelsfreier Nachweis schwierig ist.
- Geänderte Konkurrenzsituationen bei höhlenbrütenden Vögeln durch die Verschiebung der Zugphänologie sind beschrieben worden.
- Es wurden Veränderungen bei montanen Froschlebensgemeinschaften der Tropen beschrieben (z.B. Pounds *et al*. 1999).
- Hinweise auf Änderungen der Konkurrenzverhältnisse syntoper Arten in Europa (Kreuzkröte *versus* Erdkröte in England; Moorfrosch *versus* Springfrosch in Deutschland).
  → Klimawandel? Habitatveränderung ?

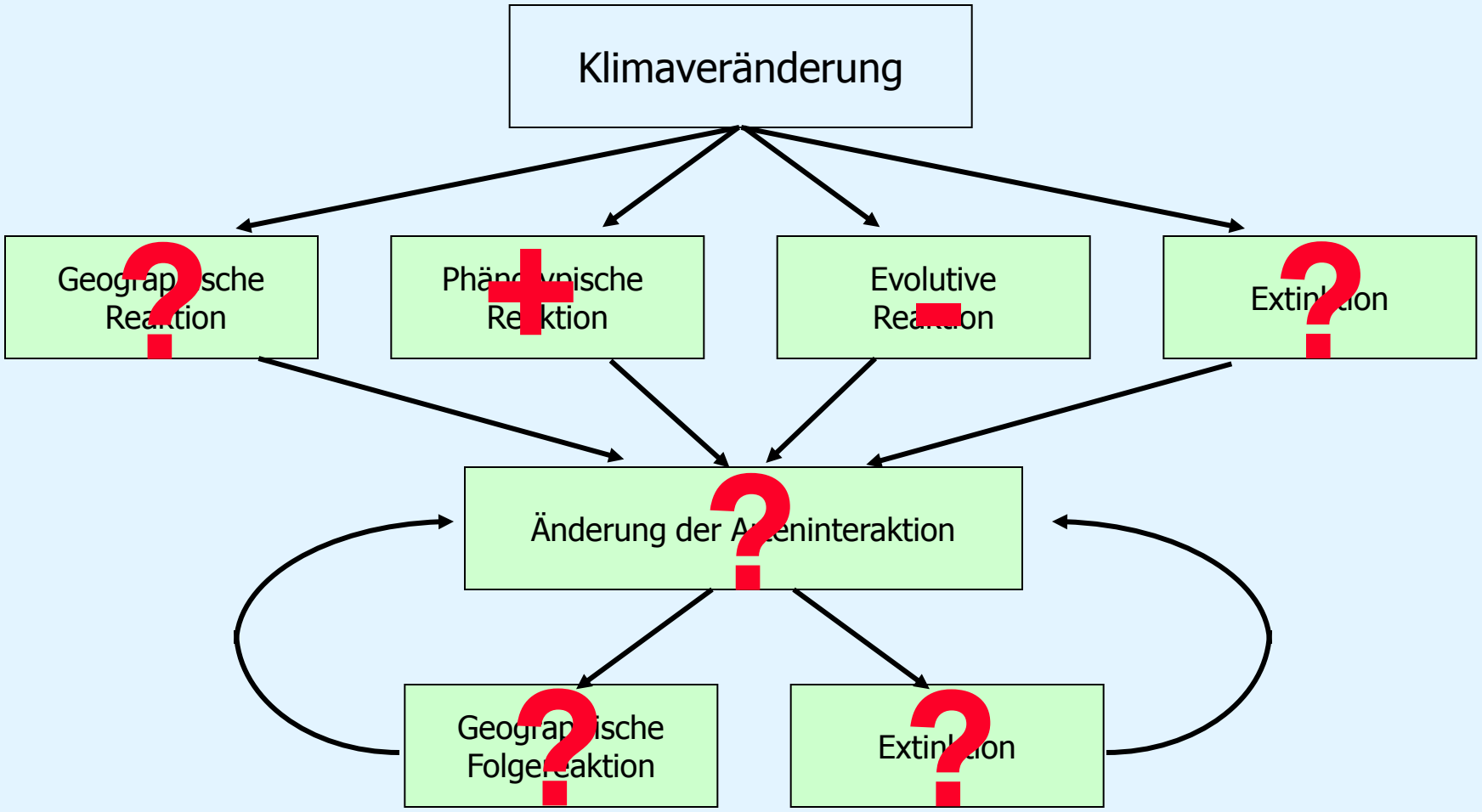
Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



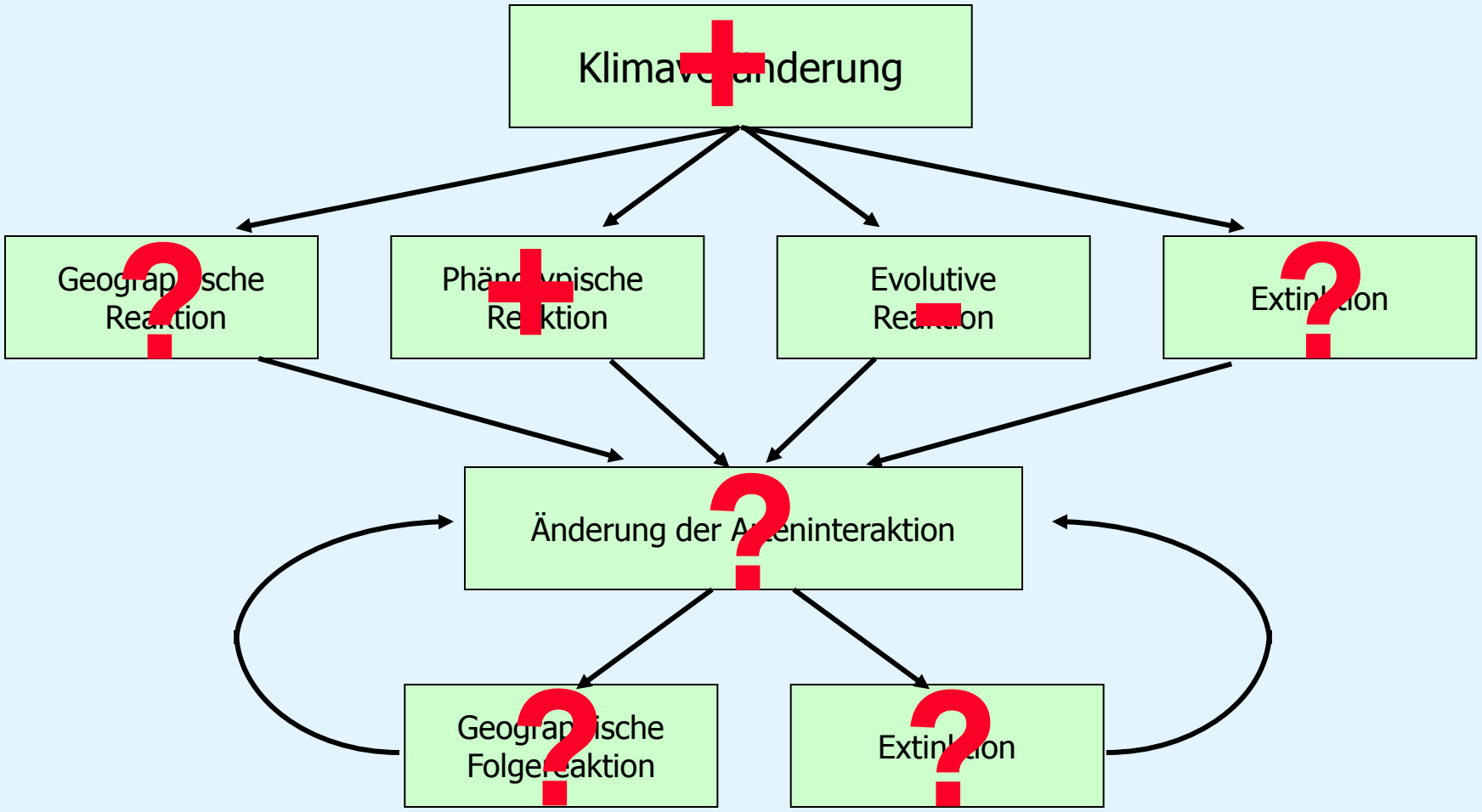
Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



Mögliche Reaktionen Europäischer Amphibienarten auf Klimaveränderungen



Was wir wirklich wissen ...

Klimaveränderung ?

CLIMATE CHANGE

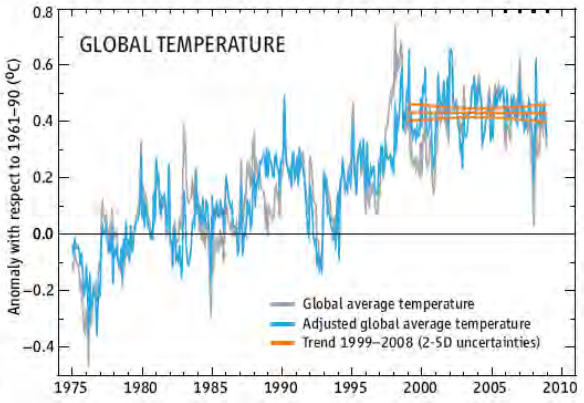
What Happened to Global Warming? Scientists Say Just Wait a Bit

The blogosphere has been having a field day with global warming's apparent decade-long stagnation. Negotiators are working toward an international global warming agreement to be signed in Copenhagen in December, yet there hasn't been any warming for a decade. What's the point, bloggers ask?

Climate researchers are beginning to answer back in their preferred venue, the peer-reviewed literature. The pause in warming is real enough, but it's just temporary, they argue from their analyses. A natural swing in climate to the cool side has been holding greenhouse warming back, and such swings don't last forever. "In the end, global warming will prevail," says climate scientist Gavin Schmidt of NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS) in New York City.

The latest response from the climate community comes in *State of the Climate in 2008*, a special supplement to the current (August) issue of the *Bulletin of the American Meteorological Society*. Climate researcher Jeff Knight and eight colleagues at the Met Office Hadley Centre in Exeter, U.K., first establish that—at least in one leading temperature record—greenhouse warming has been stopped in its tracks for the past 10 years. In the HadCRUT3 temperature record, the world warmed by 0.07°C±0.07°C from 1999 through 2008, not the 0.20°C expected by the Intergovernmental Panel on Climate Change. Corrected for the natural temperature effects of El Niño and its sister climate event La Niña, the decade's trend is a perfectly flat 0.00°C.

So contrarian bloggers are right: There's been no increase in greenhouse warming lately. That result came as no surprise to Knight and his colleagues or, for that matter, to most climate scientists. But the Hadley Centre group took the next step, using climate modeling to try to quantify how unusual a 10-year warming pause might be. In 10 modeling runs of 21st century climate totaling 700 years worth of simulation, long-term warming proceeded about as expected: 2.0°C by the end of the century. But along the

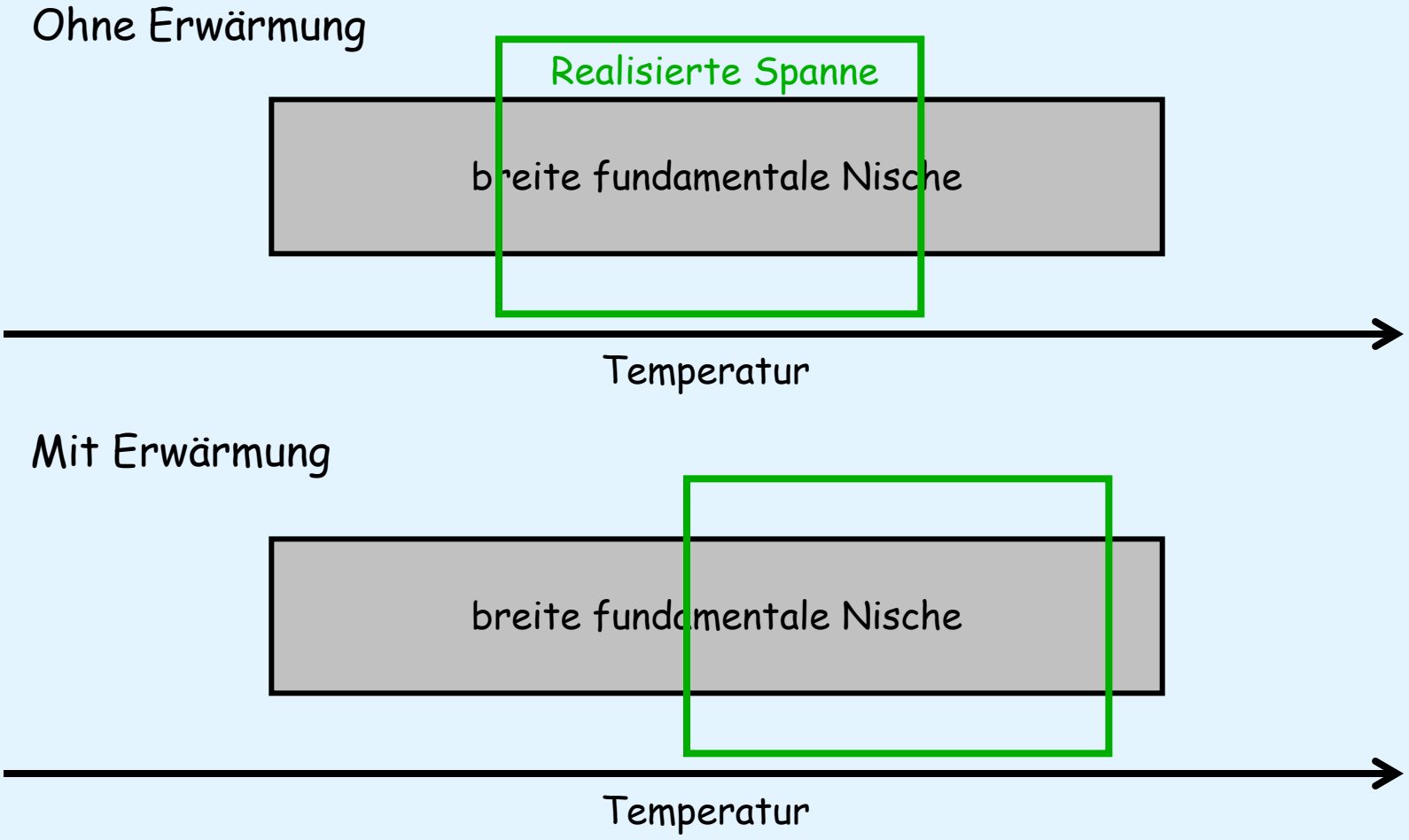


Steady as she goes. The global average temperature (gray line; adjusted in blue) has remained steady the past 10 years, as shown by the orange trend lines.

Und übrigens ...

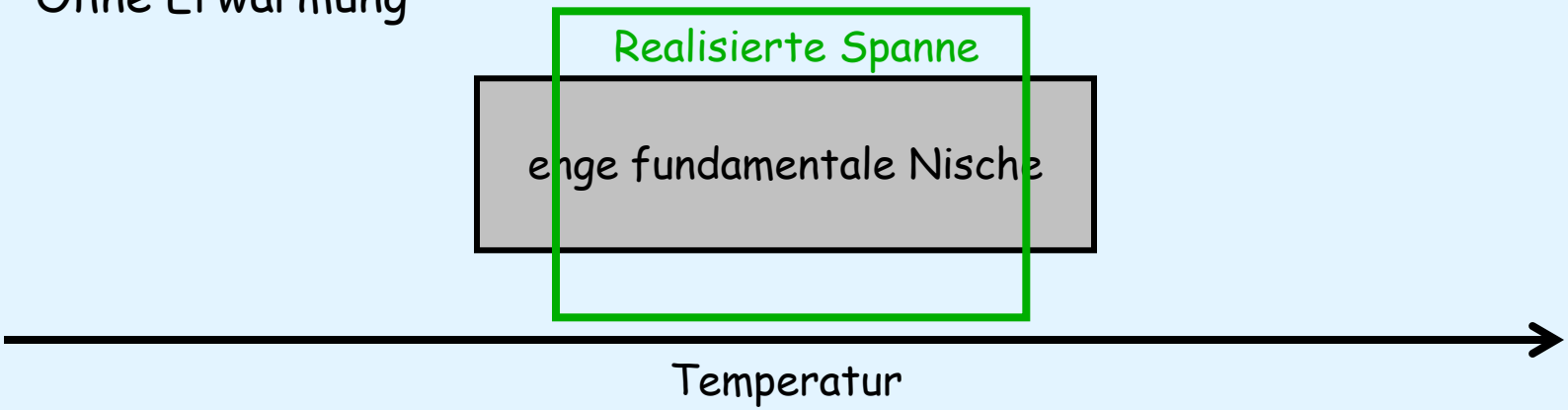
Amphib ≠ Amphib

Phänotypische Plastizität, oder: Ist die Nische breit genug ?

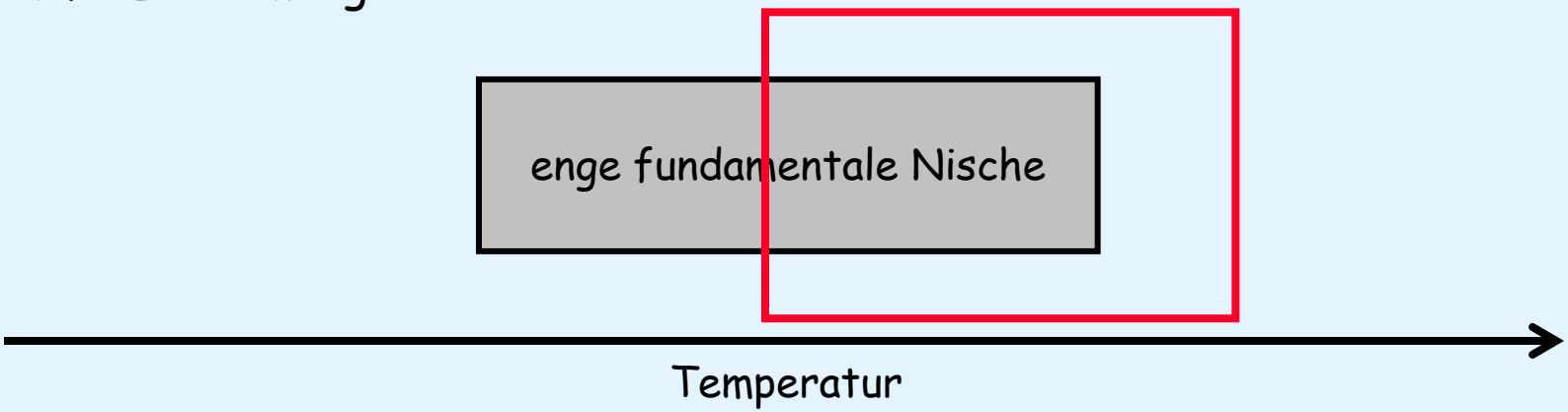


Phänotypische Plastizität, oder: Ist die Nische breit genug ?

Ohne Erwärmung

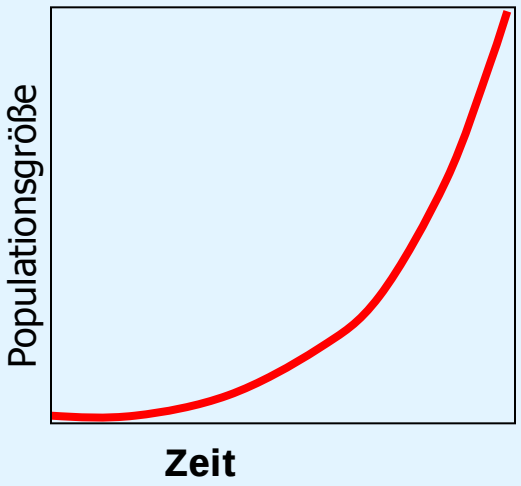


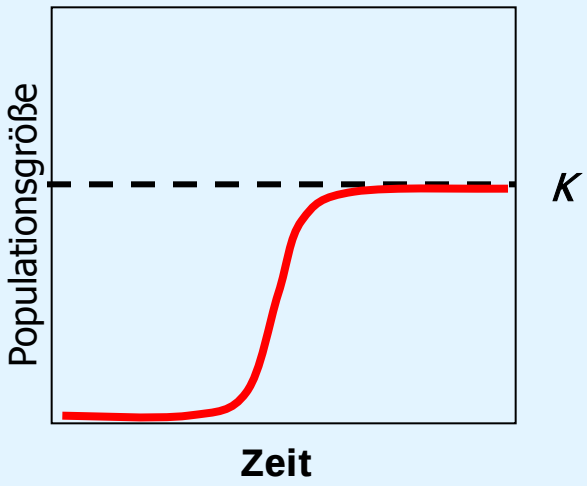
Mit Erwärmung



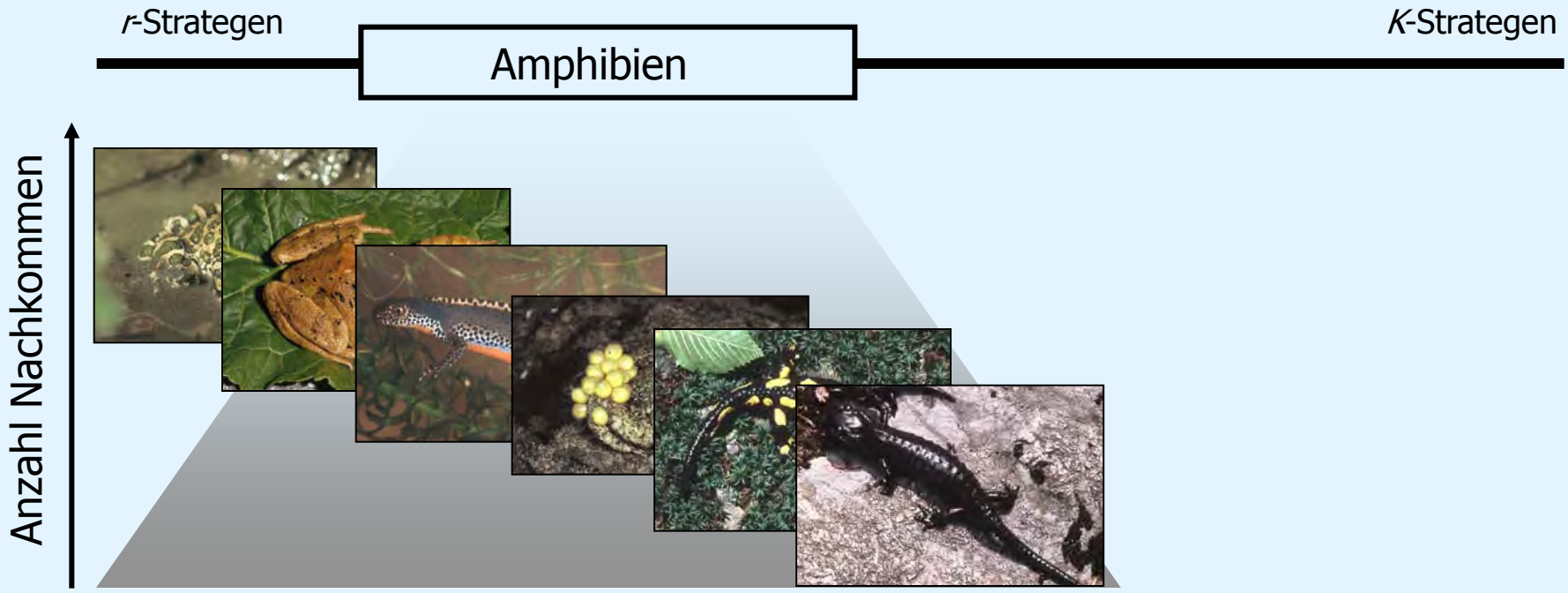
Das *r*–*K*– Kontinuum

r-Strategen — Amphibien — *K*-Strategen





Das *r*–*K*– Kontinuum

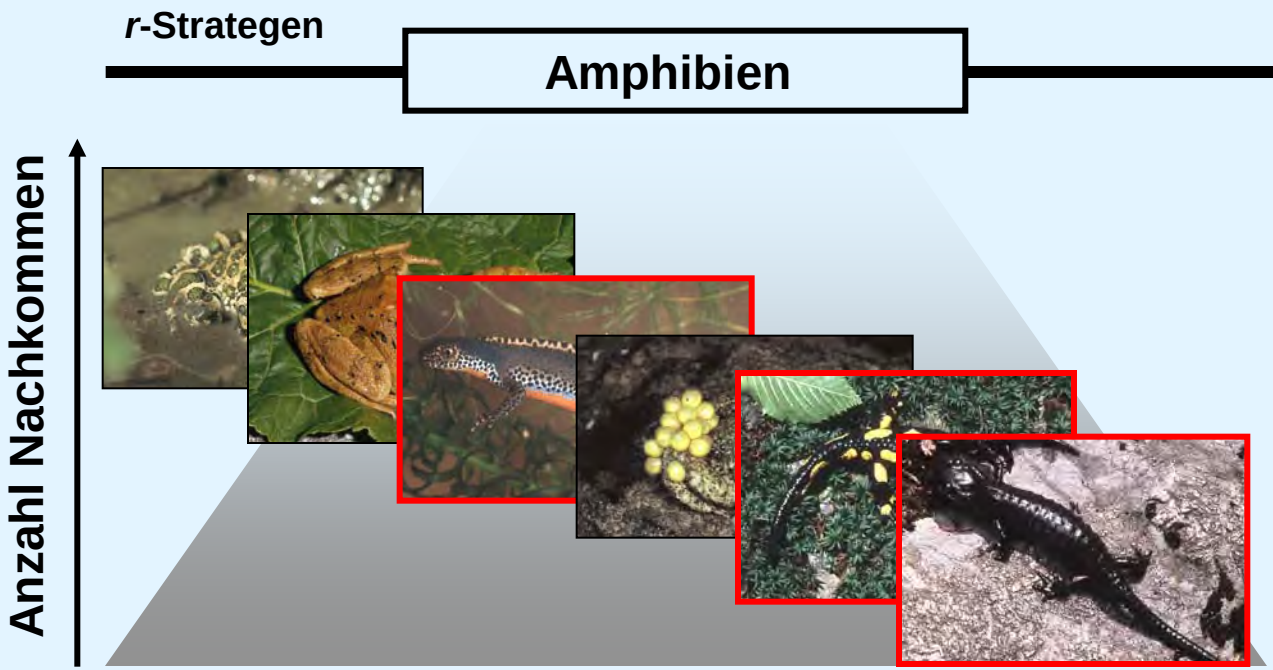


Das *r*–*K*– Kontinuum

Amphibien besitzen eine hohe phänotypische Plastizität (auch innerhalb einer Art).

- Dies erlaubt die Reaktion auf Veränderungen ohne genetische Anpassung …
- und ist eine der Grundlagen für den evolutiven Erfolg der Amphibien (z.B. Heterochronie).

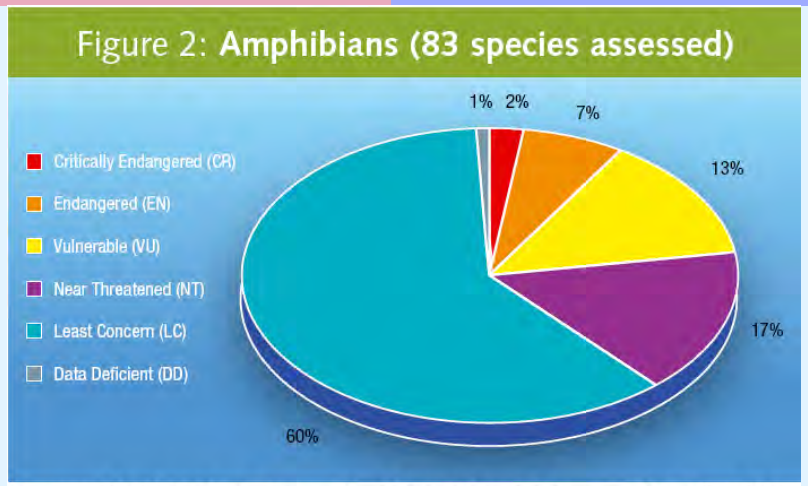
Das *r*–*K*– Kontinuum



Sind Schwanzlurche als relative *K*-Strategen generell (z.B. durch Klima-veränderungen) eher gefährdet als Froschlurche ?

Frösche *vs.* Salamander *

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100



Source: IUCN 2009. European Red List of Amphibians and Reptiles. http:/

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Vergleich der Arealgrößen

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100
großes Areal	25	6	13	19	37
mittleres Areal	36	20	46	16	31
kleines Areal	37	20	43	17	32

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Endemiten

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100
Endemiten	58	32	70	26	50
Inselendemiten	17	9	20	8	15

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Inselendemiten

Euproctus (2)

Speleomantes (5)

Salamandra (1)

Lyciasalamandra (1)

Alytes (1)

Hyla (1)

Discoglossus (2)

Pelophylax (2)

Bufo (2)

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Lebensraumspezialisten

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100
Bachlaicher	14	11	24	3	6
Gebirgsarten	18	15	33	3	6

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Lebensraumspezialisten

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100
Bachlaicher	14	11	24	3	6
Gebirgsarten	18	15	33		

Rana (3)

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Lebensraumspezialisten

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	
Bachlaicher	14	11	24	3	

Salamandrina (2)

Salamandra (4)

Euproctus (2)

Calotriton (2)

Chioglossa (1)

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Besondere Reproduktionsstrategien

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100
Brutfürsorge	13	7	15	5	10
Viviparie	18	14	30	0	0

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Besondere Reproduktionsstrategien

	Summe	Urodela	%	Anura	%
N Arten	98	46	100	52	100
Brutfürsorge	13	7	15	5	10
Viviparie	18				

Hydromantes (7)

Alytes (5)

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *
Besondere Reproduktionsstrategien

	Summe	Urodela	%	Anu
N Arten	98	46	100	52
Brutfürsorge	13	7	15	
Viviparie	18	14	30	

Hydromantes (1?)

Salamandra (6/3)

Lyciasalamandra (7)

* Europa und die Circum-Mediterranen Gebiete

Frösche *vs.* Salamander *

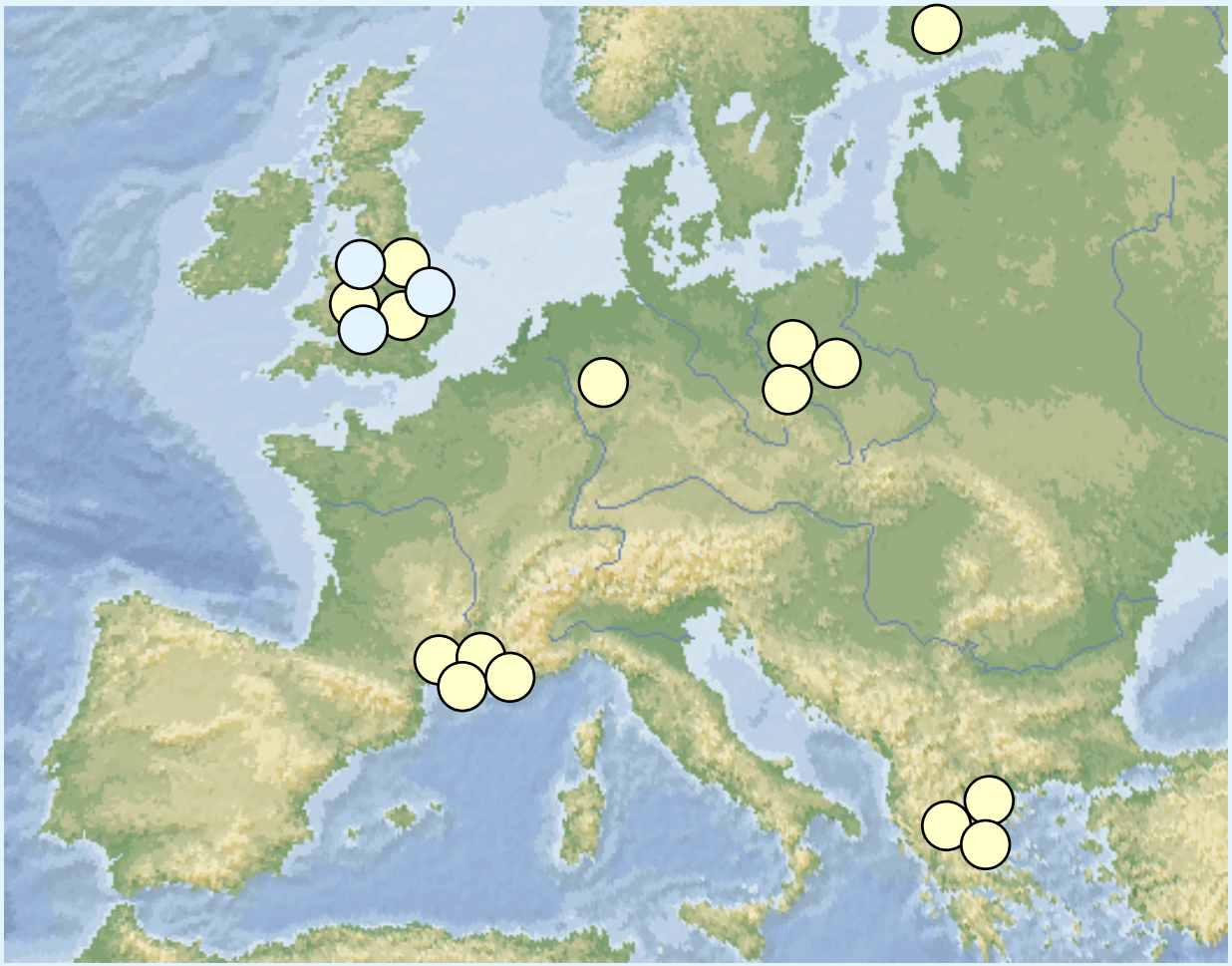
Bei Salamandern finden wir …

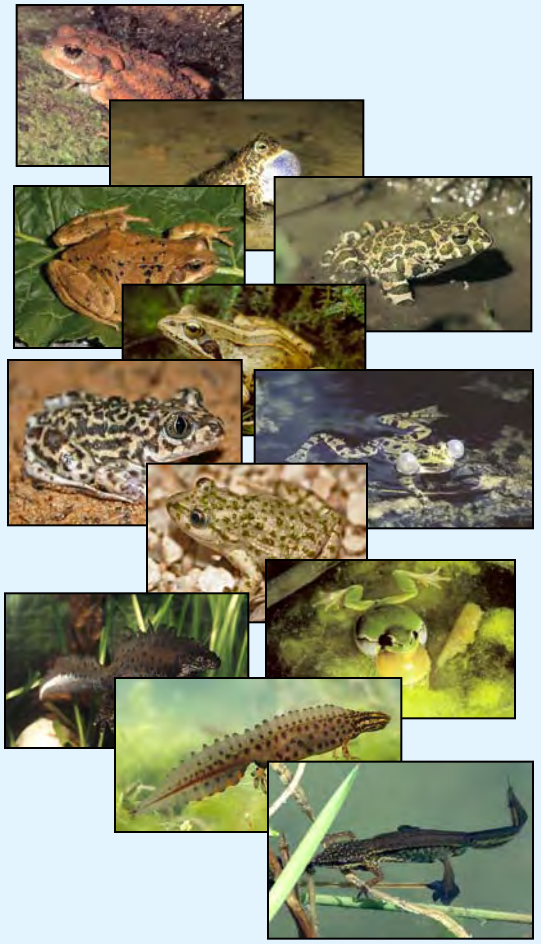
- Mehr Arten mit kleinen Verbreitungsarealen
  → empfindlicher gegenüber Klimaschwankungen ?
- Geringfügig mehr Endemiten, insb. auf Inseln
- Mehr Habitatspezialisten (Gebirgsarten und Bachbewohner)
  → empfindlicher gegenüber Klimaschwankungen ?
- Spezialisiertere Fortpflanzungsstrategien
  → empfindlicher gegenüber Klimaschwankungen ?
- Geringere Mobilität
  Vermindertes Ausbreitungsvermögen → kaum Reaktionspotential ?
- Geringere genetische Variabilität
  → Verminderte Adaptationsfähigkeit ? Inzuchtdepression ?

Sind Salamander als „Spezialisten" stärker durch den Klimawandel gefährdet ?

Frösche *vs.* Salamander

Oder doch nicht …?





nach Henle et al. (im Druck), ergänzt

Frösche *vs.* Salamander
Oder doch nicht …?

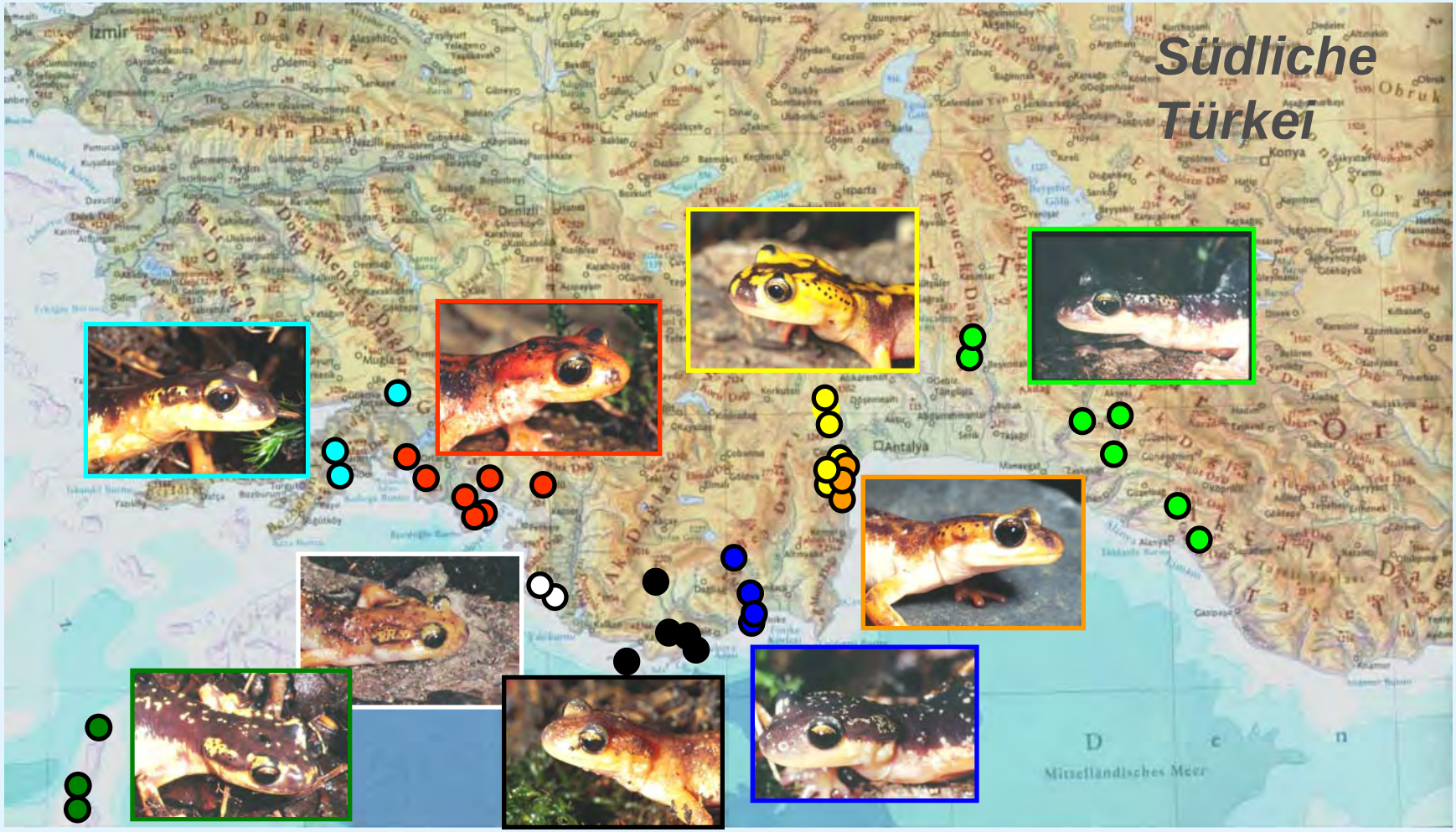
- Nur weniger spezialisierte Arten (Generalisten) zeigen bislang Reaktionen auf den Klimawandel
  → sind Habitatspezialisten weniger empfindlich ?
  → besitzen Habitatspezialisten eine geringere Plastizität ?
  → sind Generalisten einfach nur besser untersucht ?

Salamander und Klimawandel
Lehren aus der Vergangenheit

oder: Wie überleben Habitatspezialisten ?

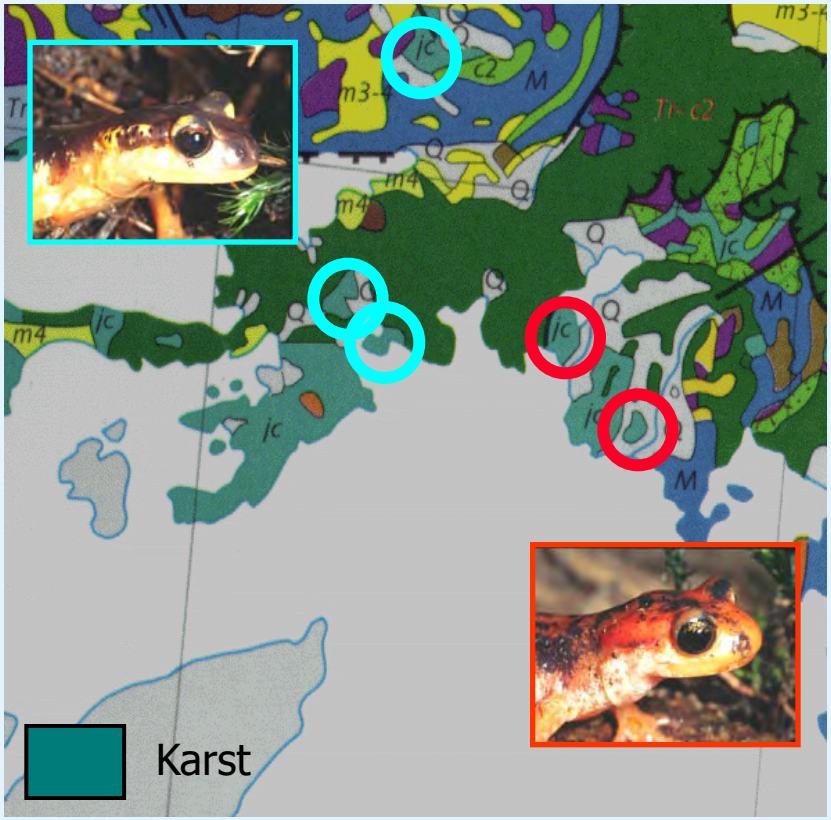
Gattung *Lyciasalamandra*

Verbreitung

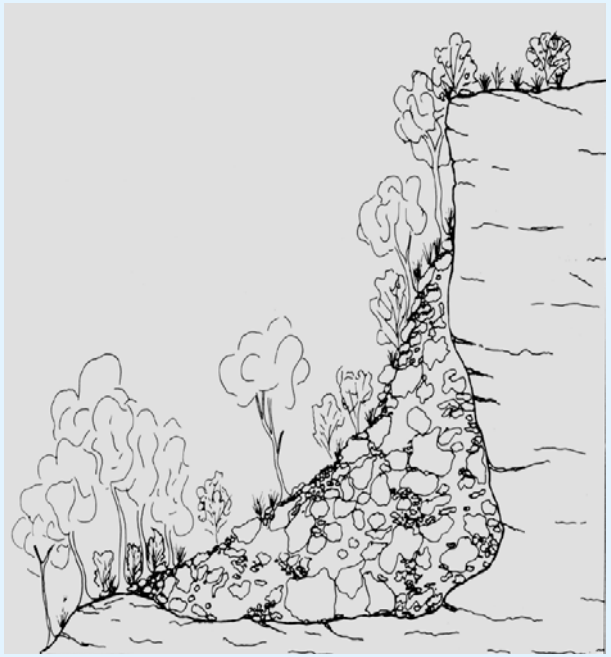


aus Veith et al. (2001)

Der Lebensraum

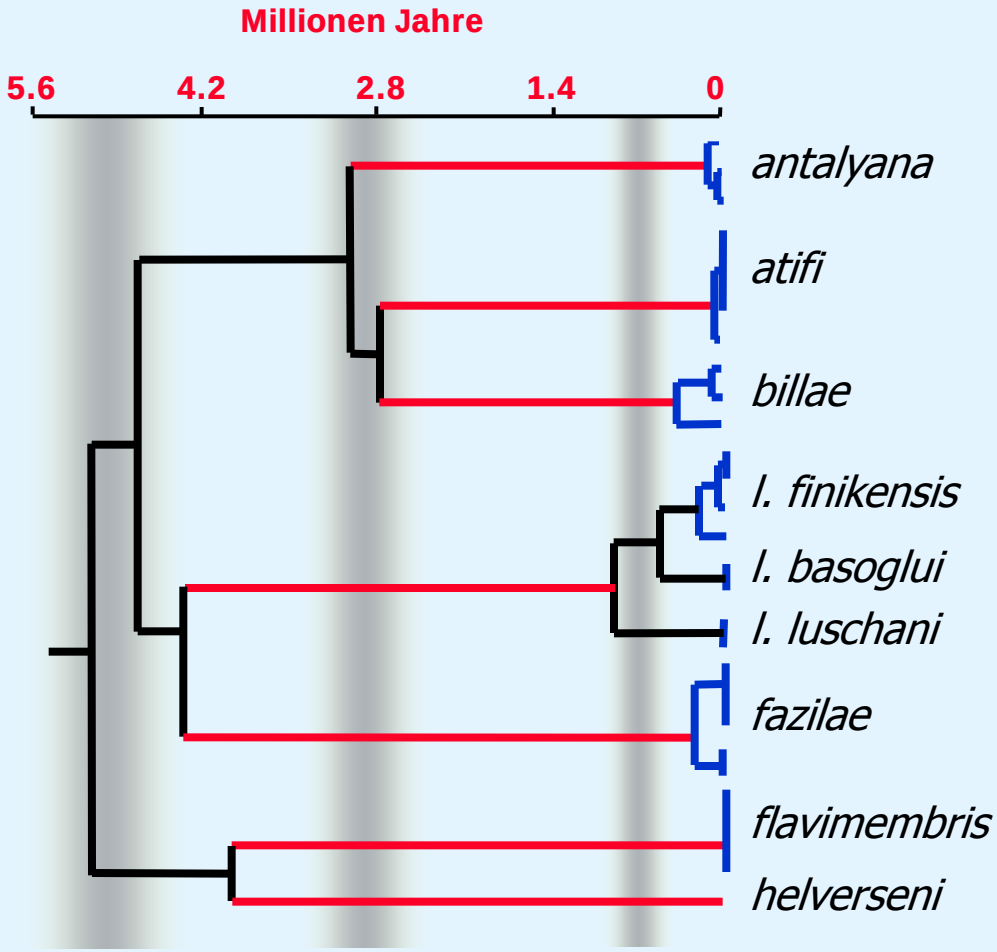


Geologische Karte (Region Marmaris)



nach Veith et al. (2001)

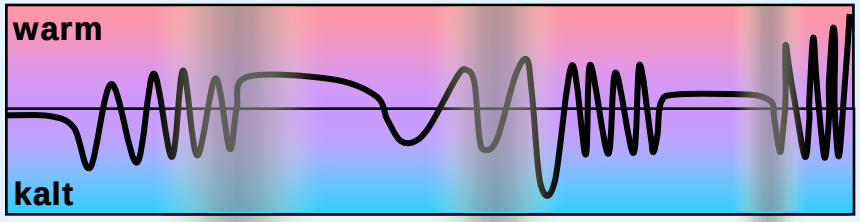
Molekulargenetische Analysen ...



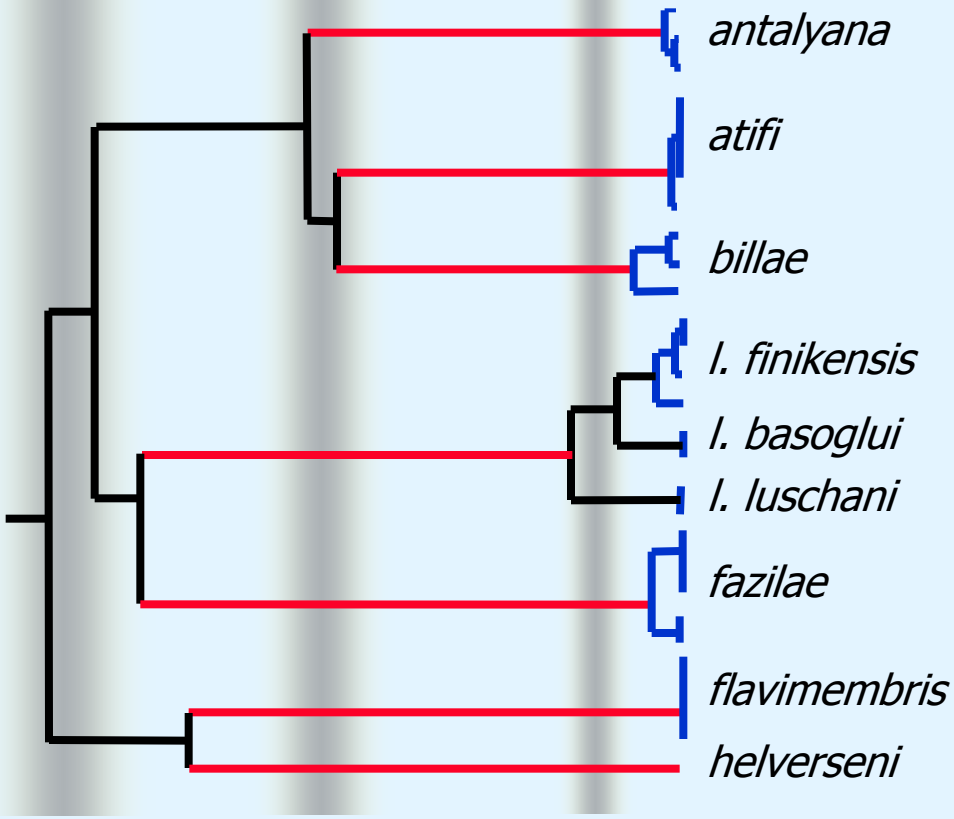
- Sieben gut differenzierte Linien (Arten)
- Spätere Aufspaltungen sind relativ jung.
- 1 *D* ~ 14 MJ (amphibienspezifisch)
- Triggerten die Klimaoszillationen die Artbildung ?

aus Veith *et al.* (2008).

... und die Evolution im Laufe der Zeit



Klimaoszillationen



- Sieben gut differenzierte Linien (Arten)
- Spätere Aufspaltungen sind relativ jung.
- 1 *D* ~ 14 MJ (amphibienspezifisch)
- Triggerten die Klimaoszillationen die Artbildung ?

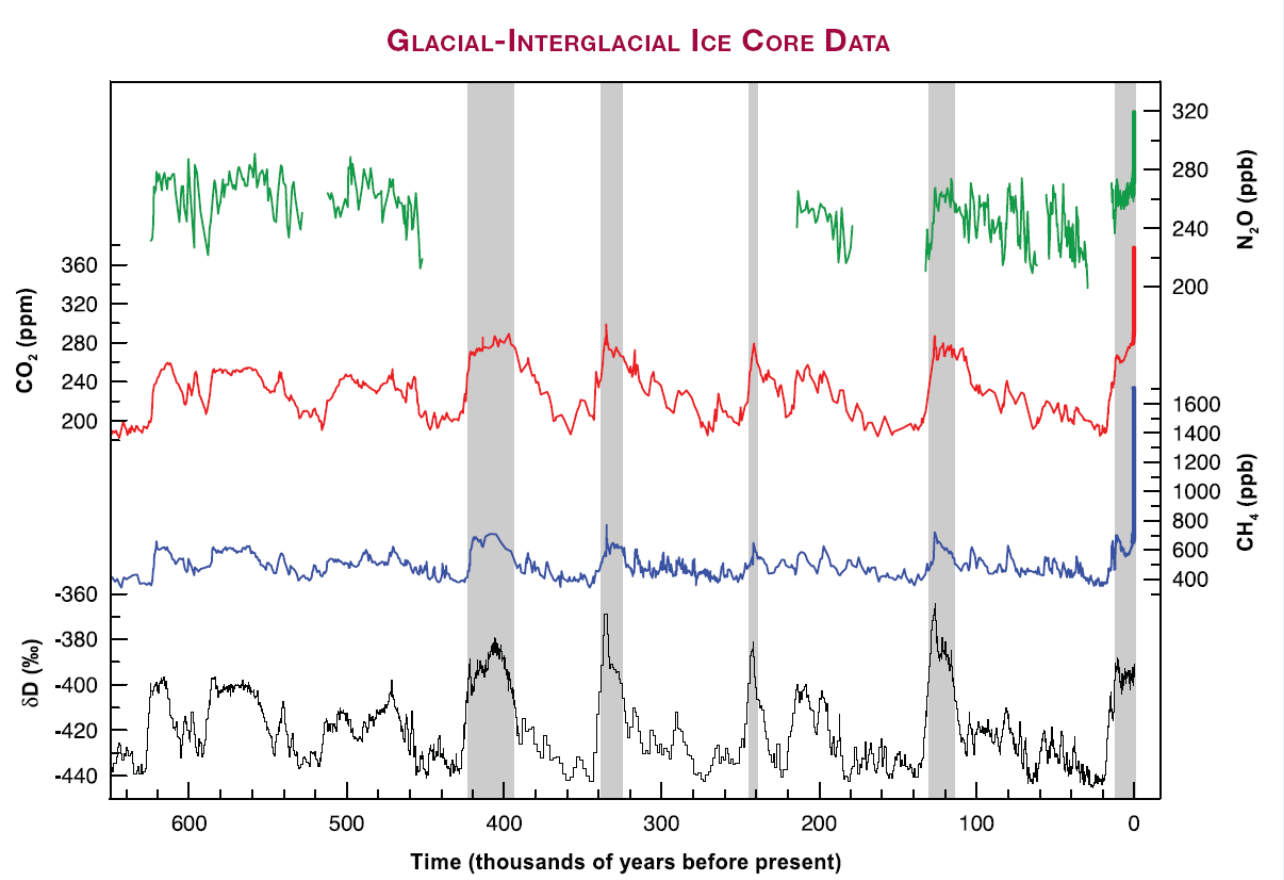
aus Veith *et al.* (2008).

Was uns die genetischen Daten noch sagen.

- Mehrere sehr alte Arten (2,5 - 4 Millionen Jahre)
- Nahezu jede Population besitzt ihre eigenen Haplotypen
  → hochgradige Isolation!
- Isolation → Inzucht → genetische Verarmung → Verlust der Anpassungsfähigkeit ?

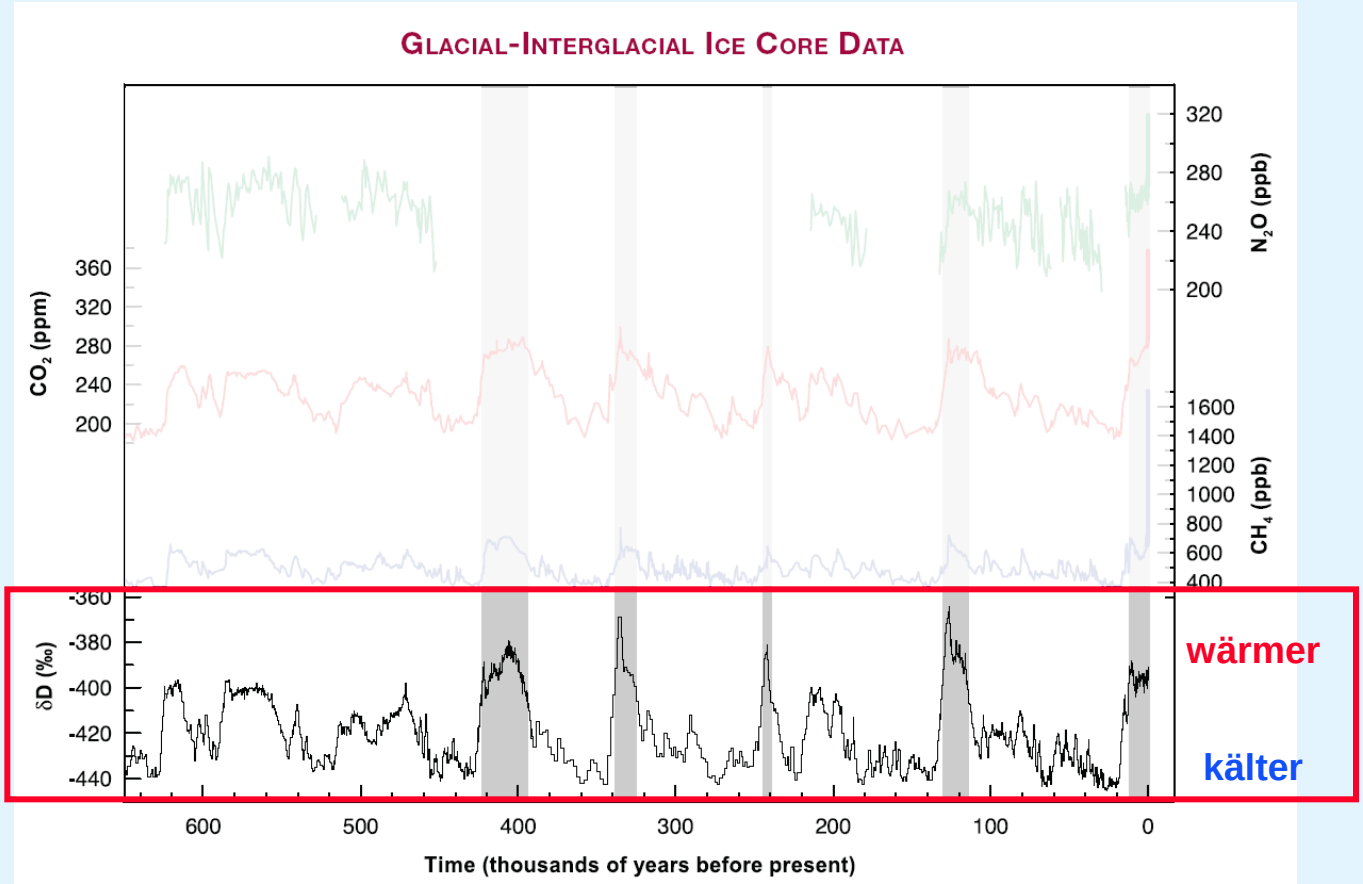
Aber was ist daran im Kontext des aktuellen Klimawandels denn so besonderes ?

Entwicklung der Temperatur in den letzten 650.000 Jahre



Gemessen anhand des Anteils des $\delta^{18}O$-Isotops (aus: Climate Change 2007)

Entwicklung der Temperatur in den letzten 650.000 Jahre



Gemessen anhand des Anteils des $\delta^{18}O$-Isotops (aus: Climate Change 2007)

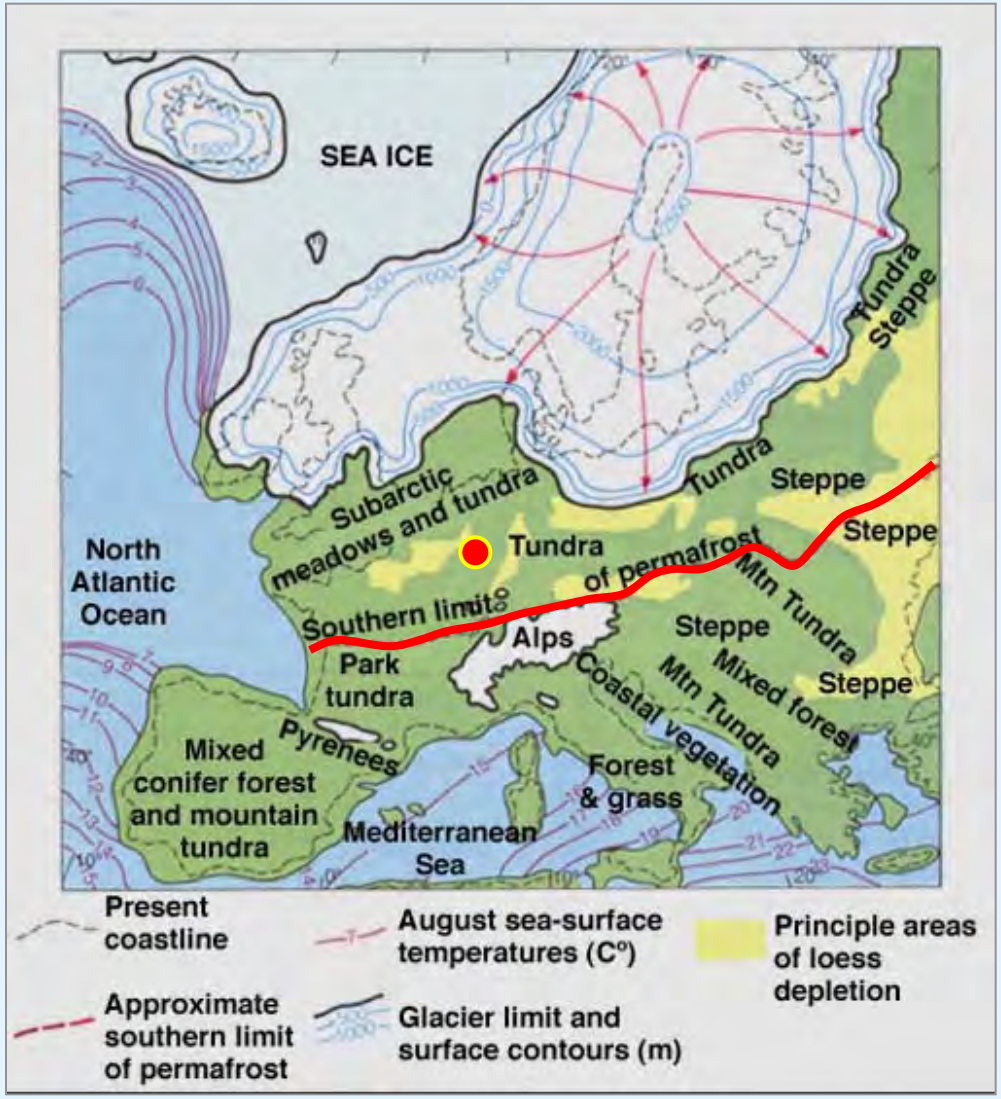
Entwicklung der Temperatur in den letzten 650.000 Jahre

- Seit dem mittleren Pliozän vor ca. 3-2,5 Mio. Jahren gab es mehr als 50 Abkühlungen.
- Es gab „Blöcke" von Klimaoszillationen, die meist von einer besonders starken Eiszeit eingeleitet wurden.
- Temperaturwechsel von bis zu 10°C vollzogen sich oft in kurzer Zeit (z.B. Erwärmung nach einigen Eiszeiten in ca. 50 Jahren).

1957

2007

Das Wissen um „Eiszeiten“



Mitteleuropa während des Würm-Glazials vor 30.000 Jahren

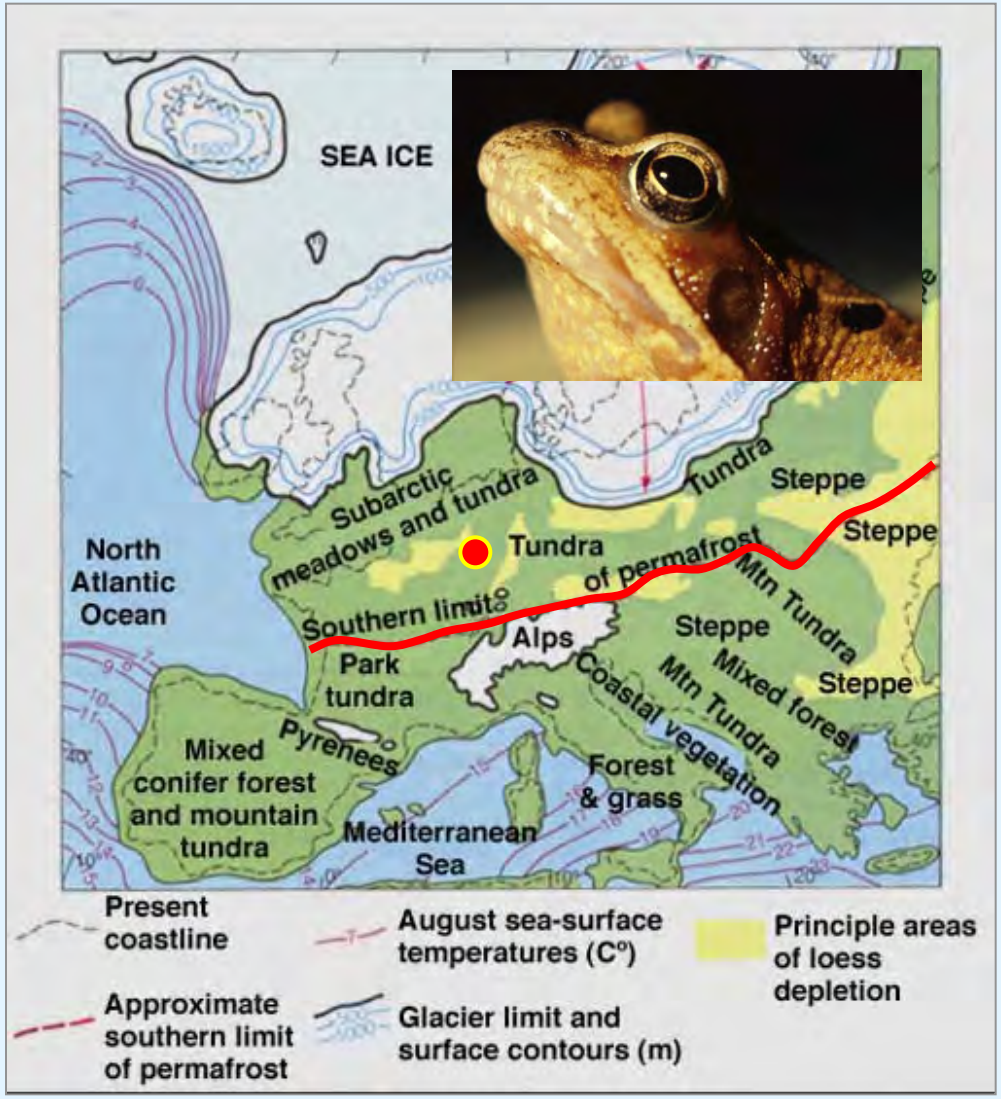
Kälte

Trockenheit

Stärkere Winde

Ein Blick zurück ...

Das Wissen um „Eiszeiten“



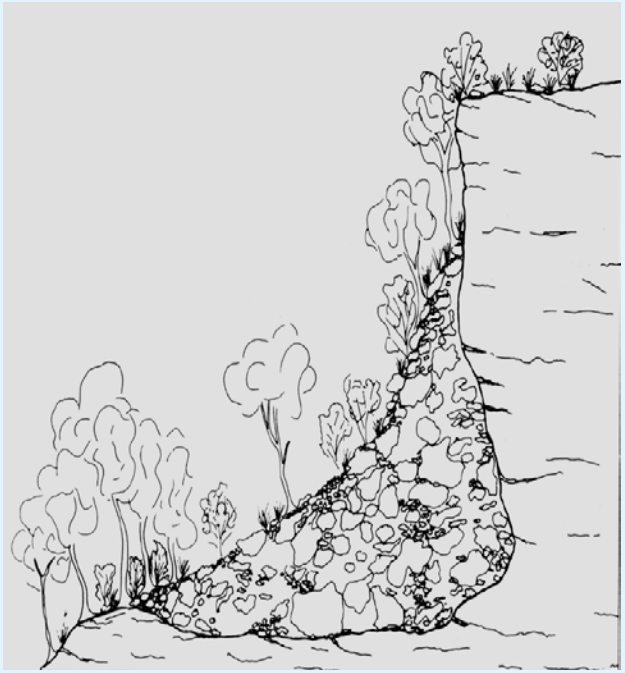
Mitteleuropa während des Würm-Glazials vor 30.000 Jahren

Der Grasfrosch war vermutlich die einzige Amphibienart, die in den Permfrostbereichen lebensfähig war (Holmann 1998; Rage und Rocek 2003)

Die übrigen Arten lebten südlich des Permafrosts, meist im Bereich mediterraner Refugien.

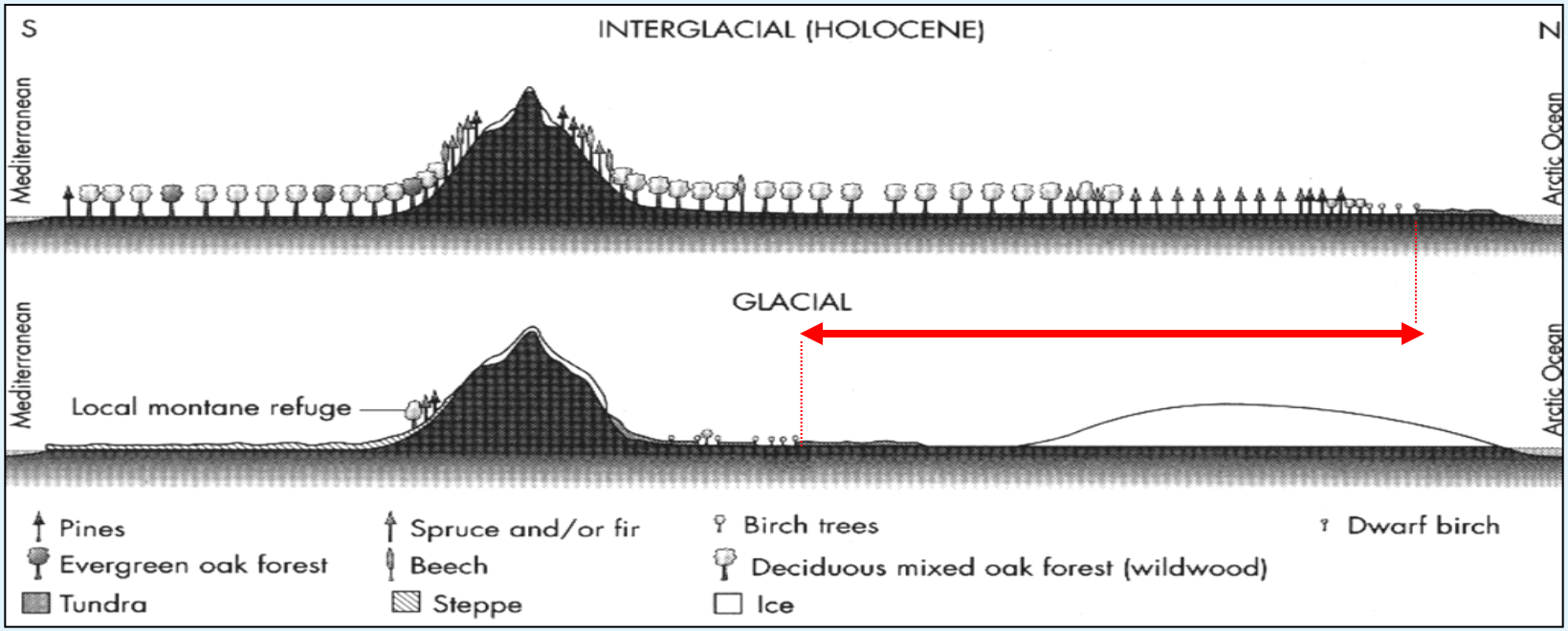
Wo hat die Gattung die zahlreichen Klimaschwankungen überlebt ?

- Selbst die Festlandpopulationen waren während der pliozänen und pleistozänen Klimaschwankungen auf „Karstinseln" gefangen.
- Ausnutzung der Lückensysteme im Karst.
- Grobe Populationsschätzungen weisen auf lokal extrem hohe Individuendichten hin (5.000-10.000 Ind./ha; Polymeni et al. 1995, Veith et al. 2001)
  → hohes Nahrungsangebot im Lückensystem
- Selbst extremste Klimaschwankungen wurden über lange Zeiträume „auf dem Punkt" überlebt → hochgradige Spezialisierung als Überlebensstrategie.

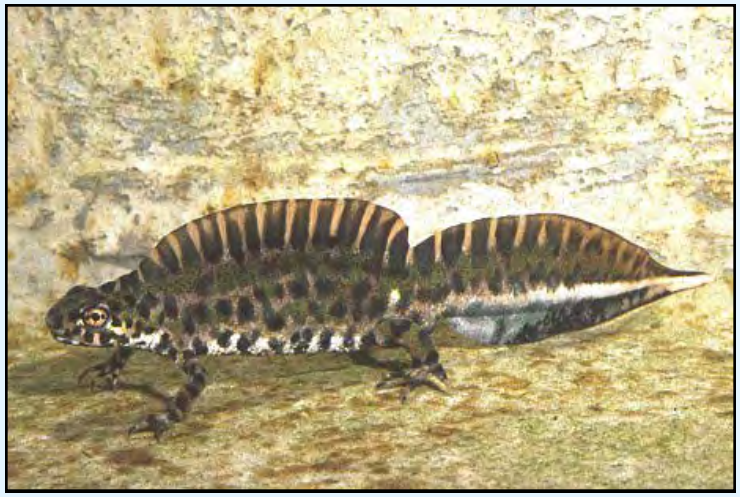


Die prinzipiellen Reaktionen von Populationen auf Klimaveränderung

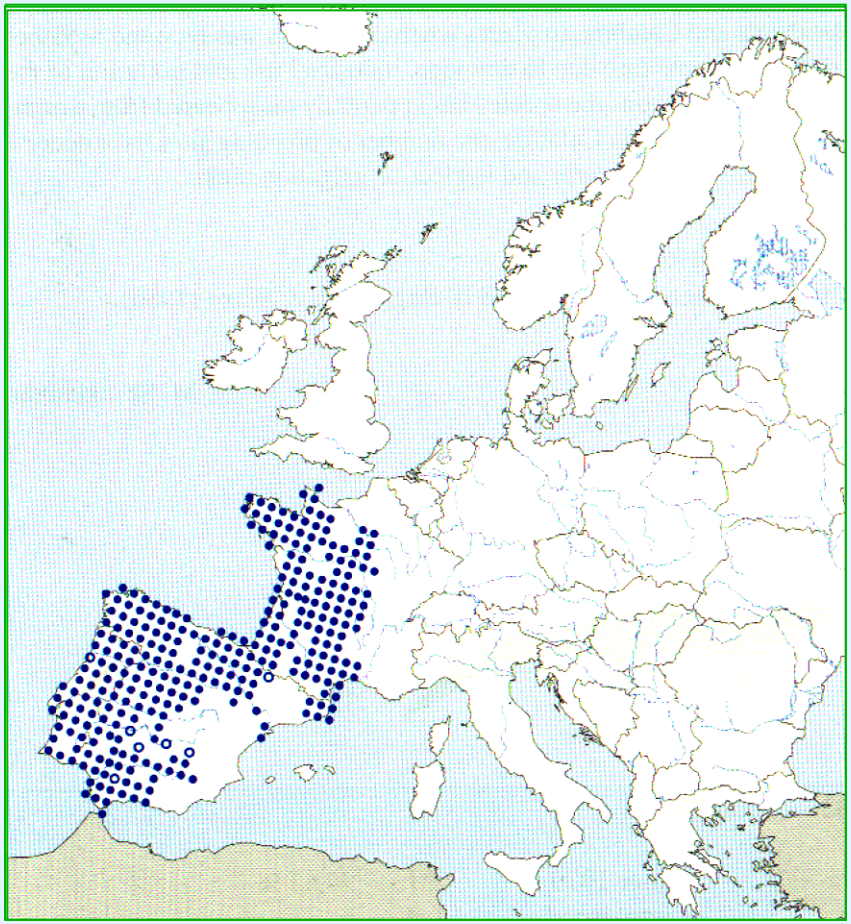
1. Auswanderung (horizontale geographische Reaktion)



Arealexpansion – eine Reaktion von Populationen auf Erwärmung



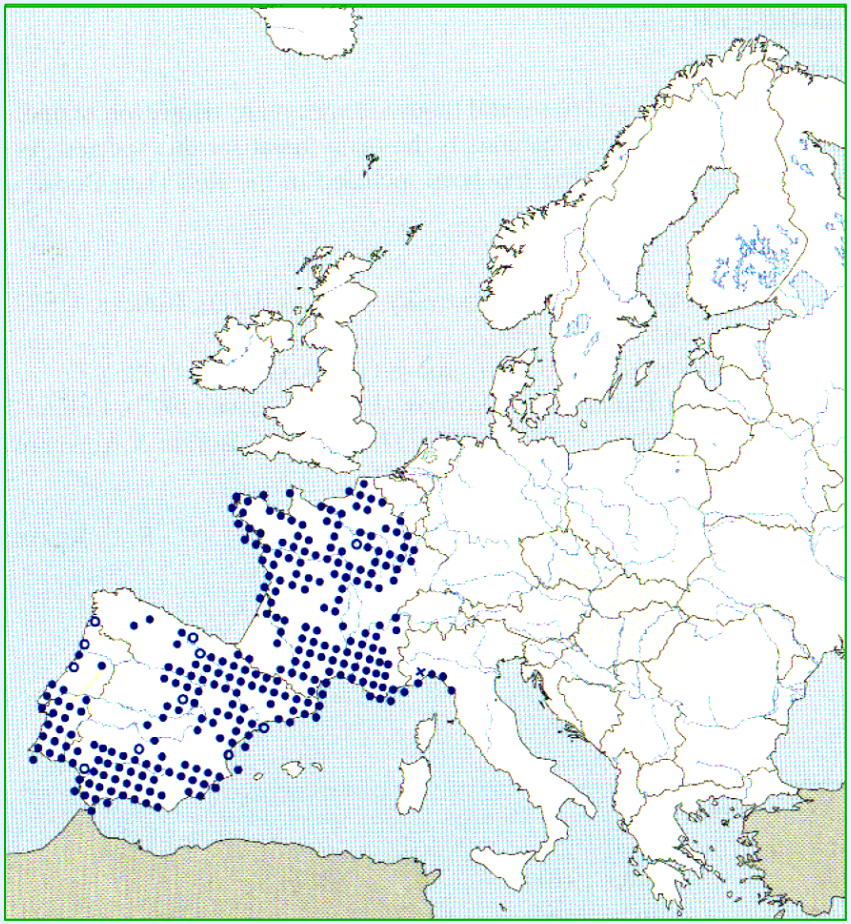
Marmormolch



aus Gasc *et al.* (1997)

Arealexpansion – eine Reaktion von Populationen auf Erwärmung

Schlammtaucher

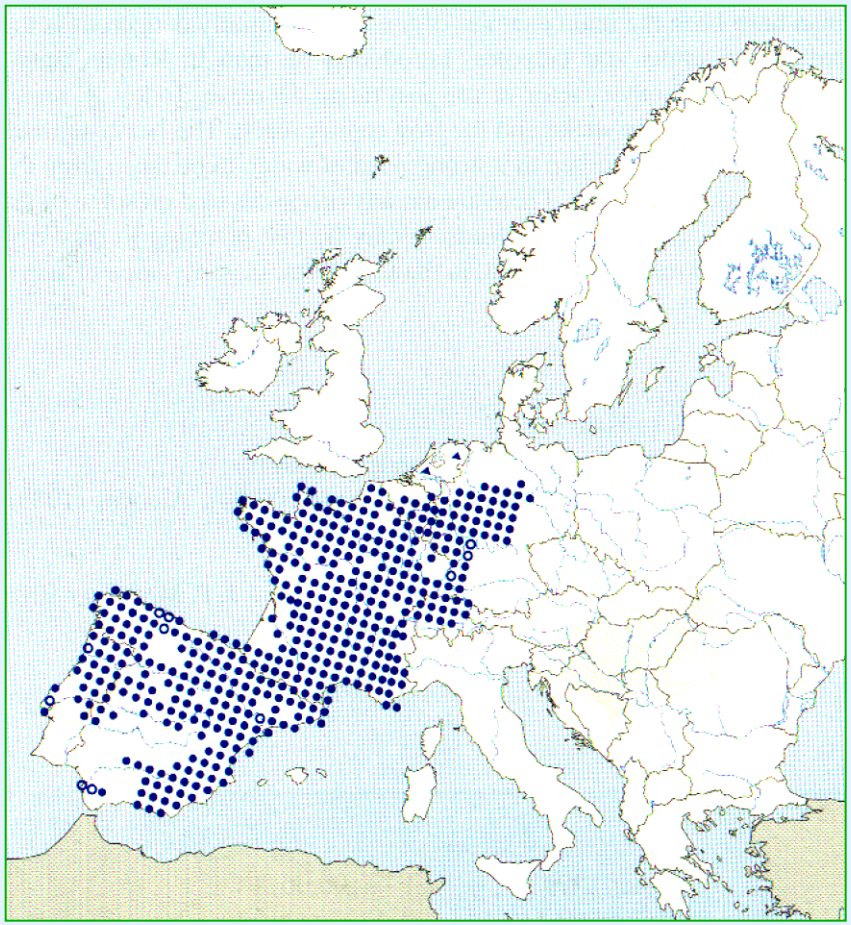


aus Gasc *et al.* (1997)

... und die anderen Arten ?

Arealexpansion – eine Reaktion von Populationen auf Erwärmung

Geburtshelferkröte

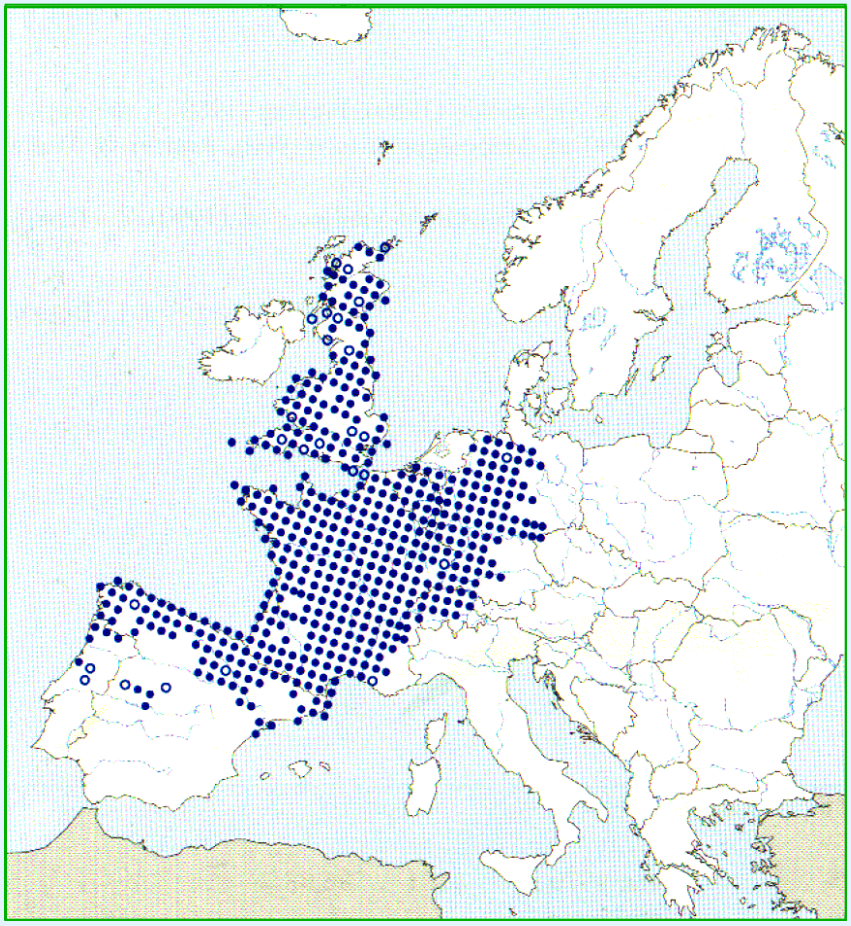


aus Gasc *et al.* (1997)

... und die anderen Arten ?

Arealexpansion – eine Reaktion von Populationen auf Erwärmung

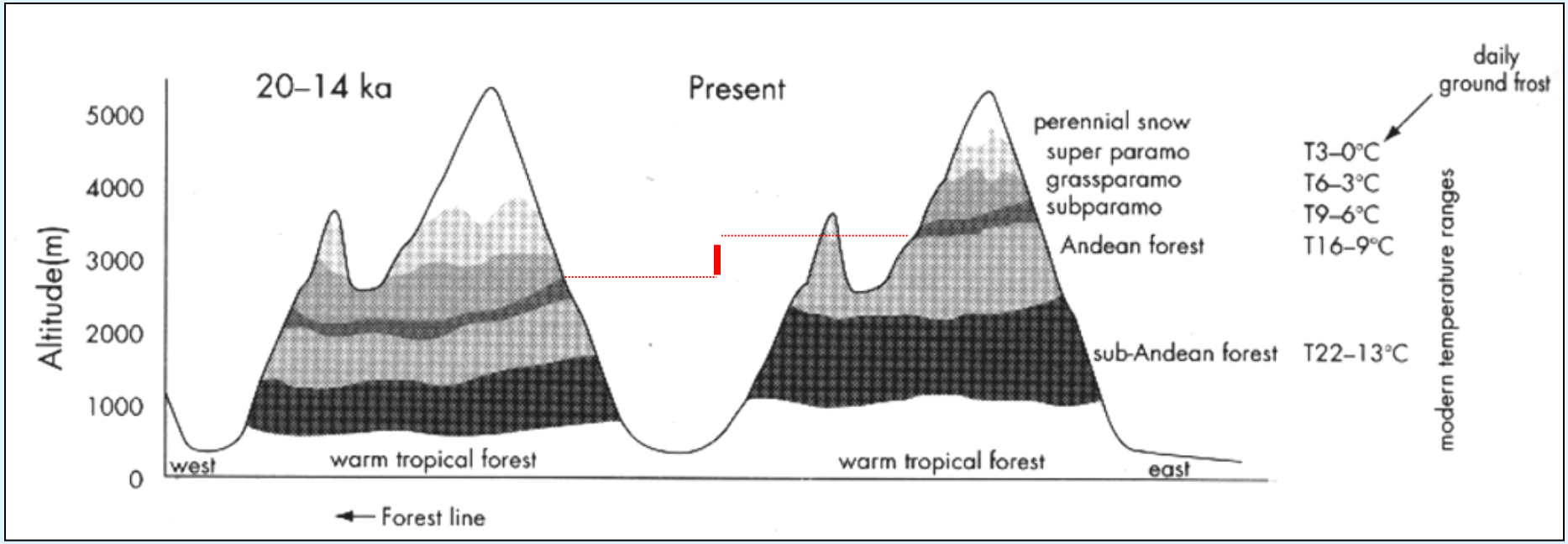
Fadenmolch



aus Gasc *et al.* (1997)

Die prinzipiellen Reaktionen von Populationen auf Klimaveränderung

1. Auswanderung (vertikale geographische Reaktion)



Die prinzipiellen Reaktionen von Populationen auf Klimaveränderung

1. Auswanderung (geographische Reaktion)
2. Toleranz „on the spot" (phänotypische Plastizität)
3. Anpassung (evolutive Reaktion)
4. Extinktion (keine Reaktion)

Die prinzipiellen Reaktionen von Populationen auf Klimaveränderung

1. Auswanderung (geographische Reaktion)
2. Toleranz „on the spot" (phänotypische Plastizität)
3. Anpassung (evolutive Reaktion)
4. Extinktion (keine Reaktion)

Angesichts des Überlebens vieler Arten scheinen die Optionen 1 und 2 in der Tat bestanden zu haben !

Die prinzipiellen Reaktionen von Populationen auf Klimaveränderung

1. Auswanderung (geographische Reaktion)
2. Toleranz „on the spot" (phänotypische Plastizität)
3. Anpassung (evolutive Reaktion)
4. Extinktion (keine Reaktion)

Angesichts des Überlebens vieler Arten scheinen die Optionen 1 und 2 in der Tat bestanden zu haben !

Können wir (und die Amphibienarten) dem Klimawandel gelassen entgegen sehen ?

Ist Arealverschiebung wirklich eine Option ?

heutige potentielle Verbreitung

pot. Verbreitung 2050 unbegrenzte Ausbreitung

pot. Verbreitung 2050 keine Ausbreitung

Pelobates fuscus

aus Araujo *et al.* 2006

Ist Arealverschiebung wirklich eine Option ?

- Artenareale werden sich verschieben, aber ...

Ist Arealverschiebung wirklich eine Option ?

- Artenareale werden sich verschieben.
- Das Fehlen von Optionen (mangelnde Permeabilität der Landschaft) wird Dispersal und damit die Besiedlung neuer geeigneter Lebensräume erschweren.

Ist Arealverschiebung wirklich eine Option ?

- Artenareale werden sich verschieben.
- Das Fehlen von Optionen (mangelnde Permeabilität der Landschaft) wird Dispersal und damit die Besiedlung neuer geeigneter Lebensräume erschweren.
- Einige Arten werden daher besonders Anfällig für den Klimawandel sein (verändert nach Dormann 2007):
  - starke Bindung an spezielle Lebensräume
  - begrenzte Verbreitung

Alytes muletensis

Zwischenbilanz

- Über die potentiellen Auswirkungen des Klimawandels auf Amphibien können wir derzeit nur spekulieren.
- Der Klimawandel wird sicherlich zu weiteren Veränderungen in der Zusammensetzung und der Funktionalität von Lebensgemeinschaften führen.
- Die prognostizierte Klimaveränderung wird auch zu Arealverschiebungen führen (einige Arten gehen, andere Arten kommen).
- Die verminderte Permeabilität unserer Kulturlandschaft wird für ausbreitungsschwache Arten zunehmend zum Problem.
- Nicht der Amphibienschutz im Speziellen, sondern der Naturschutz allgemein steht vor der Herausforderung, hierauf konzeptionell zu reagieren.

Der *Status Quo* im Naturschutz

- *„Inventories ... form the basic building blocks for biodiversity conservation because, if you do not know what biodiversity you have, how can you start to conserve it or recognise when it is changing?"*

  (Europarat, Juli 2007)

Der *Status Quo* im Naturschutz

- Natura 2000:
  Gebiete der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-Richtlinie, vom 21. Mai 1992, 92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (vom 2. April 1979, 79/409/EWG).

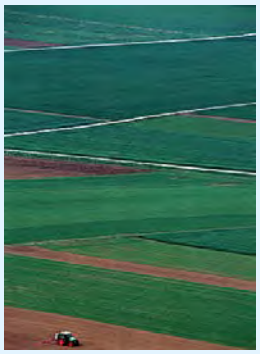
http://www.natura2000-rlp.de/

Der *Status Quo* im Naturschutz

Zur Verbesserung der ökologischen Kohärenz von Natura 2000 sollen sich die Mitgliedstaaten gemäß Artikel 3, Absatz 3 der FFH-Richtlinie bemühen die Erhaltung und ggf. Schaffung der in Artikel 10 genannten Landschaftselemente zu erreichen.

http://www.bfn.de/

Der *Status Quo* im Naturschutz



Zur Verbesserung der ökologischen Kohärenz von Natura 2000 sollen sich die Mitgliedstaaten gemäß Artikel 3, Absatz 3 der FFH-Richtlinie bemühen die Erhaltung und ggf. Schaffung der in Artikel 10 genannten Landschaftselemente zu erreichen.

Hierunter wird die Förderung "verbindender Landschaftselemente" unter Berücksichtigung von funktionalen Aspekten der Kohärenz wie z. B. Wanderung, Ausbreitung und Genaustausch über das Netz der gemeldeten Natura 2000-Gebiete hinaus verstanden.

http://www.bfn.de/

Die Folgen für den Naturschutz:

- Wir können **nicht** davon ausgehen, dass alle wertstellenden Zielarten unserer Schutzgebiete auch in der Zukunft in diesen vorkommen werden.

Neue Managementoptionen ?

Die drei Grundtypen des Managements unter Klimawandel
(nach Scott und Lemieux 2003):

- *Statisches Management:*
  Fortführung des derzeitigen Managements und Schutz von Arten und Habitaten unter Beibehaltung bestehender Schutzgebiete, Schutzgebietsgrenzen und Schutzprioritäten.

Entspricht einer konsequente Umsetzung von Natura 2000.

Die drei Grundtypen des Managements unter Klimawandel
(nach Scott und Lemieux 2003):

- *Passives Management:*
  Akzeptanz und Förderung einer ökologischen Reaktion und Zulassen evolutiver Prozesse (z.B. Ausbreitung).

  Natura 2000 bezieht auch die Landschaftsmatrix mit ein
  (Forderung nach Kohärenz → Korridore).

Die drei Grundtypen des Managements unter Klimawandel
(nach Scott und Lemieux 2003):

- *Adaptives Management:*
  Aktives Management der Schutzgebiete; Maßnahmen zur Habitatoptimierung; Erhöhung der Konnektivität der Landschaftsmatrix.

  Auch dies ist mit Natura 2000 möglich
  (→ konsequente Umsetzung der Monitoringpflicht;
  Erstellung und Umsetzung von Managementplänen).

Die drei Grundtypen des Managements unter Klimawandel
(nach Scott und Lemieux 2003):

- *Adaptives Management:*
  Aktives Management der Schutzgebiete; Maßnahmen zur Habitatoptimierung; Erhöhung der Konnektivität der Landschaftsmatrix.

  Auch dies ist mit Natura 2000 möglich
  (→ konsequente Umsetzung der Monitoringpflicht;
  Erstellung und Umsetzung von Managementplänen).

All diese Konzepte basieren auf einem statischen Schutzregime,
also auf „harten" Schutzgebietsgrenzen.

„Weiche" Schutzgebietsgrenzen → die vierte Option ?

- *„However, little would be worse than in 50 years time having a network of sites that were protecting very little!"*

  (Europarat, Juli 2007)

Dynamisierte Schutzgebiete ?

„Weiche" Schutzgebietsgrenzen → die vierte Option ?

„Das NATURA 2000-Gebietssystem stellt … den Ansatz bereit, in dem durchaus auch Veränderungen von Lebensräumen und Dynamik, infolge von Art- und Areal-veränderungen, möglich sind.

Allerdings ist auch das Schutzregime der Richtlinien selbst im Hinblick auf den Klimawandel zu dynamisieren."

Klimabericht RLP 2007, S. 91

Dynamisierte Schutzgebiete ?

Im Laufe der Jahre (Dekaden) würden die Schutzgebietsgrenzen den sich ändernden Verbreitungsarealen der Pflanzen- und Tierarten angepasst (→ „wandernde" Schutzgebiete).

Dies ist nur möglich, wenn ...

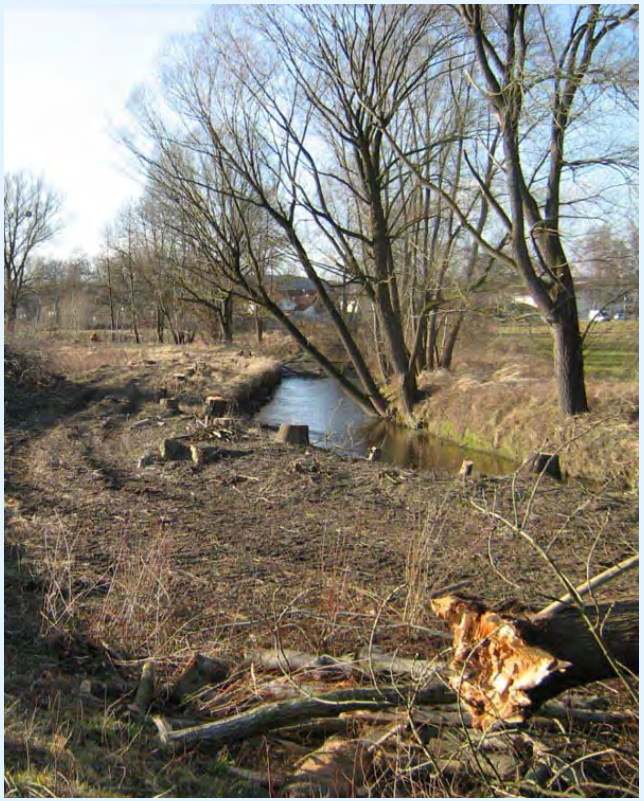
... ausreichend schützenswerte Habitate auch außerhalb bestehender Schutzgebiete existieren, die bei Bedarf dem Netzwerk hinzugefügt werden können.

Dynamisierte Schutzgebiete ?

Im Laufe der Jahre (Dekaden) würden die Schutzgebietsgrenzen den sich ändernden Verbreitungsarealen der Pflanzen- und Tierarten angepasst (→ „wandernde" Schutzgebiete).

Dies ist nur möglich, wenn ...

... die Aufweichung der Schutzgebietsgrenzen nicht dazu führt, dass unter dem Druck soziologischer und ökonomischer Zwänge die Qualität der Schutzgebiete vermindert wird.



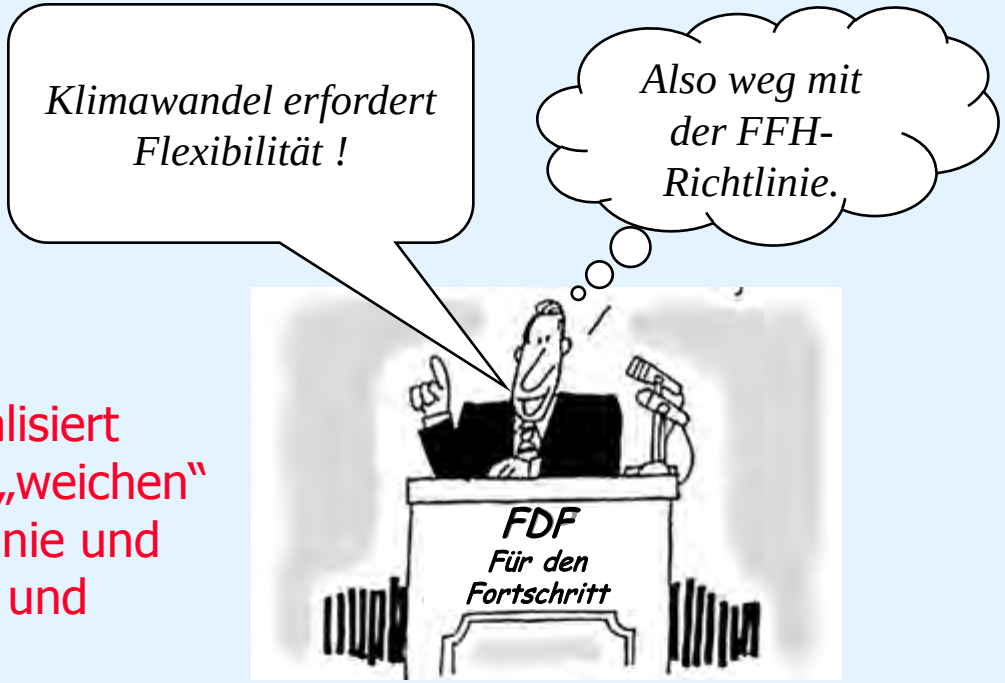
Dynamisierte Schutzgebiete ?

Im Laufe der Jahre (Dekaden) würden die Schutzgebietsgrenzen den sich ändernden Verbreitungsarealen der Pflanzen- und Tierarten angepasst (→ „wandernde" Schutzgebiete).

Dies ist nur möglich, wenn ...

... die gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden, um solch ein dynamisches Schutzregime zu etablieren.

Dynamisierte Schutzgebiete ?



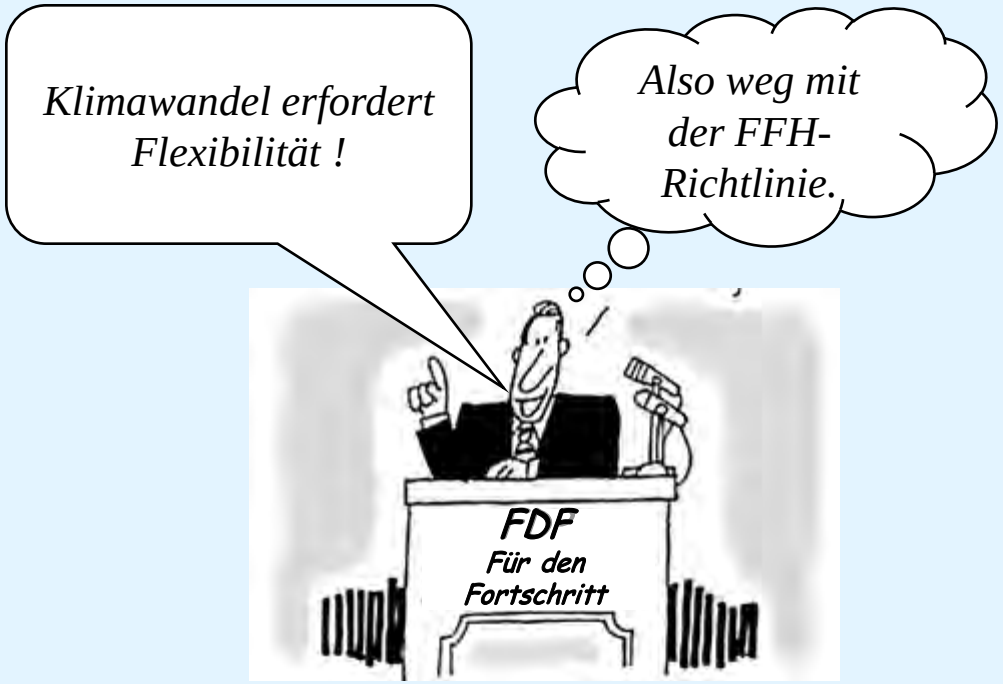
Der Klimawandel könnte instrumentalisiert werden, um über das Werkzeug der „weichen“ Schutzgebietsgrenzen die FFH-Richtlinie und andere Errungenschaften des Natur- und Artenschutzes auszuhebeln.

Dynamisierte Schutzgebiete ?

„Das NATURA 2000-Gebietssystem stellt dazu (Anm.: zum Kohärenzgedanken) *den Ansatz bereit, in dem durchaus auch Veränderungen von Lebensräumen und Dynamik, infolge von Art- und Areal-veränderungen, möglich sind.*

Allerdings ist auch das Schutzregime der Richtlinien selbst im Hinblick auf den Klimawandel zu dynamisieren."

Klimabericht RLP 2007, S. 91



Dynamisierte Gesetzgebung ?

Utrecht Law Review

published by igitur

Adaptation to climate change
Legal challenges for protected areas

An Cliquet, Chris Backes, Jim Harris & Peter Howsam*

1. Problem-setting and the scope of this article

Climate change will not only have negative effects on human beings, but will also put additional pressure on biodiversity. Measures taken to reduce the causes of climate change are taken on a global level within the United Nations Framework Convention on Climate Change[1] and the

Cliquet et al. (2009)

- *Nature conservation legislation has a rather static character ...*
- [die Festlegung von Schutzgebieten] *... is linked to existing values at the moment of designation.*
- *[The need for changing nature conservation policy ...] ... should not be abused to undermine or weaken nature conservation policy.*

Dynamisierte Gesetzgebung ?

Utrecht Law Review

published by igitur

Adaptation to climate change
Legal challenges for protected areas

An Cliquet, Chris Backes, Jim Harris & Peter Howsam*

1. Problem-setting and the scope of this article

Climate change will not only have negative effects on human beings, but will also put additional pressure on biodiversity. Measures taken to reduce the causes of climate change are taken on a global level within the United Nations Framework Convention on Climate Change[1] and the

Cliquet et al. (2009)

- *The idea of an ‚Ecosystem Framework Directive' should be explored.*
- *The question is whether a directive aiming at protecting and developing ecosystem services could substantially amend the difficulties which we encounter with current policy and legislation.*

Was den Menschen wirklich bewegt!

ZECKENZEITUNG
Das Informationsmedium rund um das Thema Zecken – in Zusammenarbeit mit mosquito®
AUSGABE 2008

Klimawandel macht die Zecke winteraktiv

Durch die milden Winter lässt die Zecke ihre klassische Ruhephase aus – Experten fürchten Erkrankungswelle.

Zecken mögen den Klimawandel. In der Saison 2006/2007 beobachteten Forscher erstmals in Deutschland während des gesamten Winters aktive Zecken. Aufgrund des warmen Winters 2007/2008 können Experten auch keine Entwarnung für dieses Jahr geben und raten zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen. Mit der steigenden Gefahr von Zeckenstichen breiten sich auch von den Blutsaugern übertragene, gefährliche Erkrankungen wie z. B. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) oder Borreliose aus. Experten warnen vor einer Erkrankungswelle – denn noch viel zu wenige Menschen schützen sich vor Zeckenstichen oder sind sich der Gefahr, die von Zecken ausgeht, überhaupt bewusst. Gleichzeitig berichten Wissenschaftler, dass sich zunehmend neue gefährliche Zeckenarten bei uns ausbreiten. Schildzecken sind in Mitteleuropa auf dem Vormarsch und die aggressive Auwaldzecke bedroht mit ihrem Biss vor allem Hunde und sogar den Menschen.

DIE ENTWICKLUNG DER GLOBALEN ERWÄRMUNG FÜR DEUTSCHLAND

Die Durchschnittstemperatur in Deutschland hat sich in den letzten Jahren um 0,5 °C erhöht, so dass es nun viel mehr Plätze gibt, an denen Zecken überleben können. Konnten Wanderer noch vor einigen Jahren oberhalb von 800 Metern Höhe sorglos durch Büsche streifen, lauern die Tiere inzwischen schon in rund 1.100 Metern Höhe. Auf diese Weise steigt auch das Risiko für die Bevölkerung, sich mit Krankheitserregern zu infizieren, die bei einem Stich von den achtbeinigen Parasiten übertragen werden.

Die kalte Jahreszeit gilt als klassische Ruhephase der Tiere. Bedingt durch das milde Wetter finden sowohl Zecken als auch ihre Hauptwirte wie z. B. Mäuse ideale Überlebens- und Nahrungsverhältnisse vor. Die Zahl der FSME-Erkrankungen, die im Jahr 2006 mit 546 Fällen einen Rekordwert erreicht hatten, sank 2007 auf 236. Dennoch rechnen Experten langfristig mit einer Zunahme der Infektionen, denn der Klimawandel begünstigt die Ausbreitung der Tiere. Lesen Sie weiter » auf Seite 2

Arten-(Amphibien)schutz trotz Klimawandel !

Grasfrosch
(Rana temporaria)
„Vom Aussterben bedroht“
Rote Liste gefährdeter Tierarten Deutschlands
in der Fassung vom 30.01.2060

Fallbeispiel 3: Bestandsbedrohende Pathogene
Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatides*)

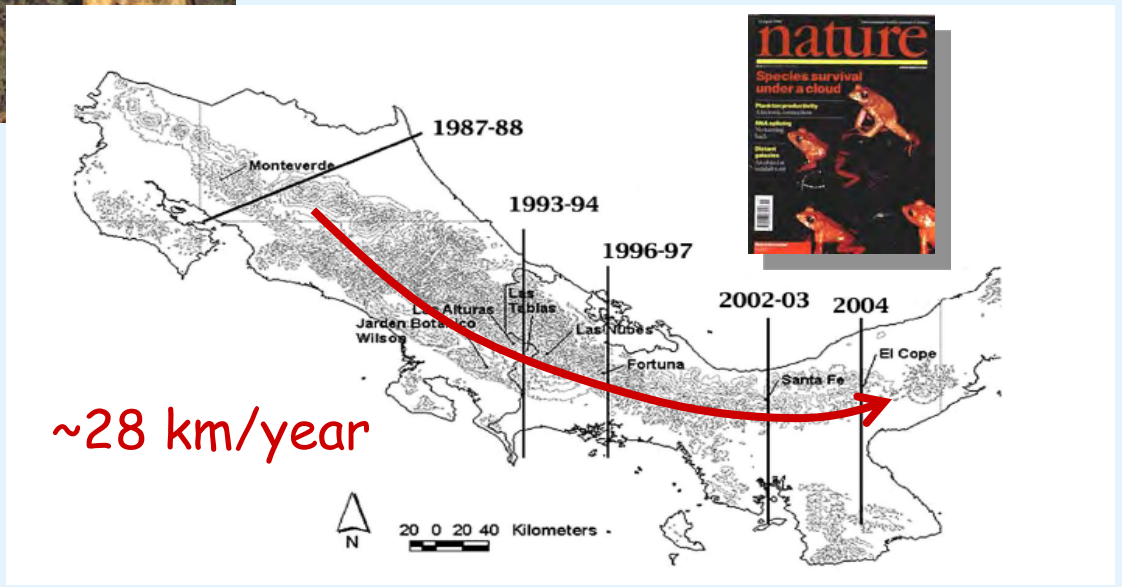
Querschnitt durch die Haut eines befallenen Frosches

- Ursprung wahrscheinlich in Afrika.
- Verbreitung durch den Krallenfrosch.
- Heute fast weltweit verbreitetes Amphibienpathogen.
- Identifiziert als Ursache von Amphibien-Massensterben in vielen Teilen der Welt.
- Breitet sich auch in Europa aus.
- Erste Nachweise bei toten Amphibien auch in Rheinland-Pfalz (Grünfrösche, Geburtshelferkröte).

Fallbeispiel 3: Bestandsbedrohende Pathogene
Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatides*)

Massensterben in den USA

Rasante Ausbreitung in Mittelamerika



Fallbeispiel 3: Bestandsbedrohende Pathogene
Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatides*)

Diversity **2009**, *1*, 52-66; doi:10.3390/d1010052

OPEN ACCESS

diversity

ISSN 1424-2818

www.mdpi.com/journal/diversity

Article

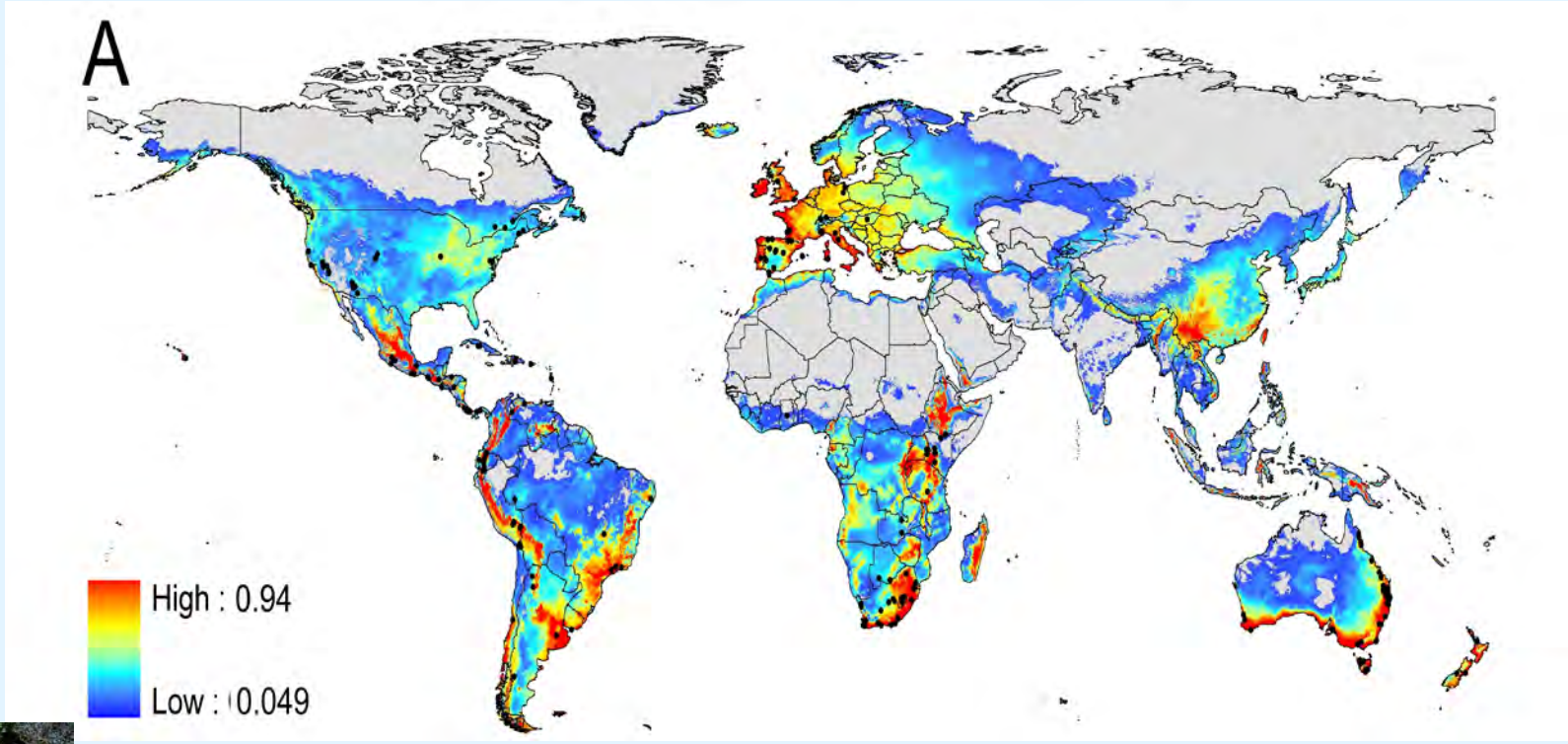
Global Amphibian Extinction Risk Assessment for the Panzootic Chytrid Fungus

Dennis Rödder [1,2,*], Jos Kielgast [1,3], Jon Bielby [4,5], Sebastian Schmidtlein [6], Jaime Bosch [7], Trenton W.J. Garner [4], Michael Veith [1], Susan Walker [8], Matthew C. Fisher [8] and Stefan Lötters [1]

[1] Department of Biogeography, Trier University, Am Wissenschaftspark 25-27, D-54296 Trier, Germany; E-Mails: joskielgast@hotmail.com (J.K.); veith@uni-trier.de (M.V.); loetters@uni-trier.de (S.L.)

Risikoabschätzung durch ökologische Nischenmodellierung

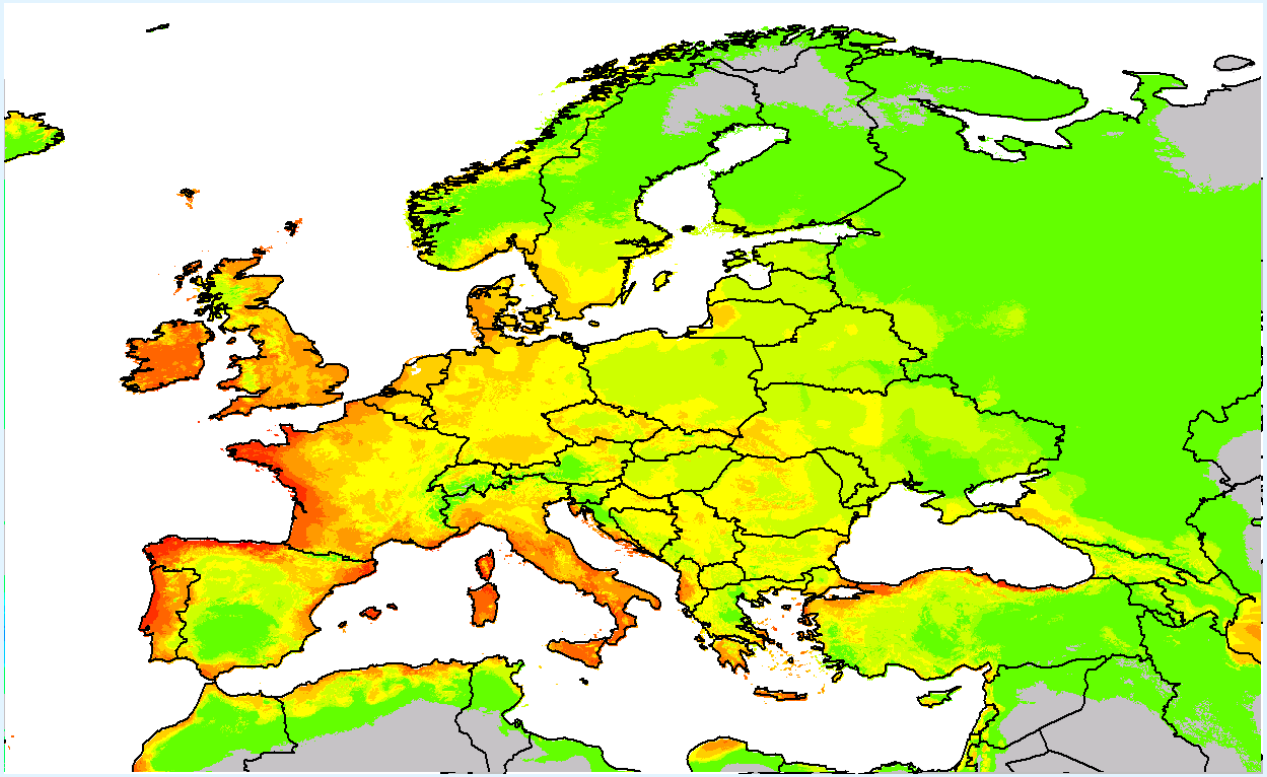
Fallbeispiel 3: Bestandsbedrohende Pathogene
Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatides*)



Durchschnittliches Befallsrisiko mit dem Amphibienchytridpilz

Rödder et al. (2009): Diversity

Fallbeispiel 3: Bestandsbedrohende Pathogene
Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatides*)

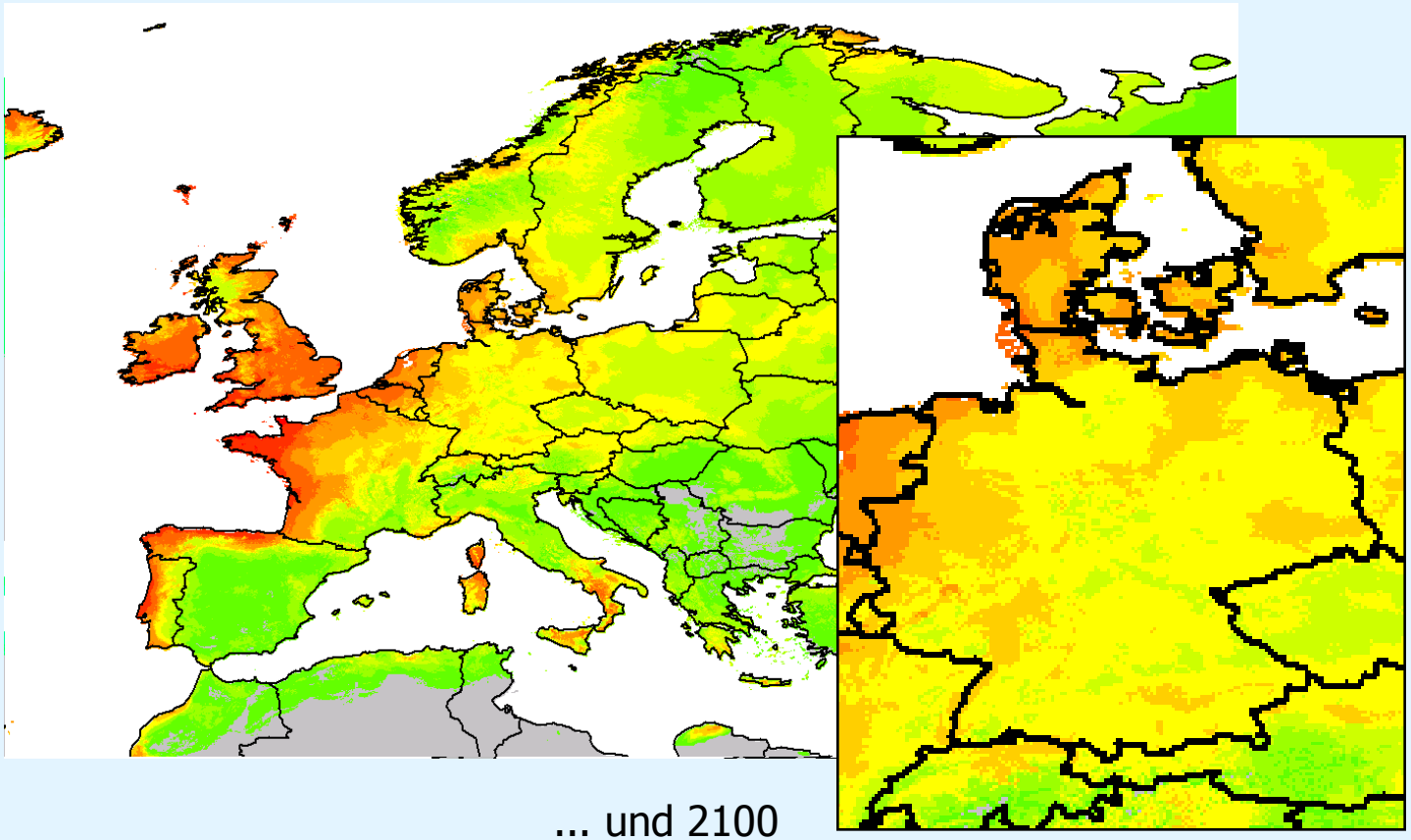


Vorkommenswahrscheinlichkeit des Amphibienchytridpilzes heute ...

Rödder et al. (2009): Diversity

Fallbeispiel 3: Bestandsbedrohende Pathogene

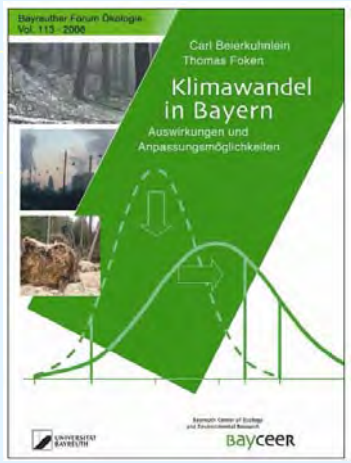
Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatides*)

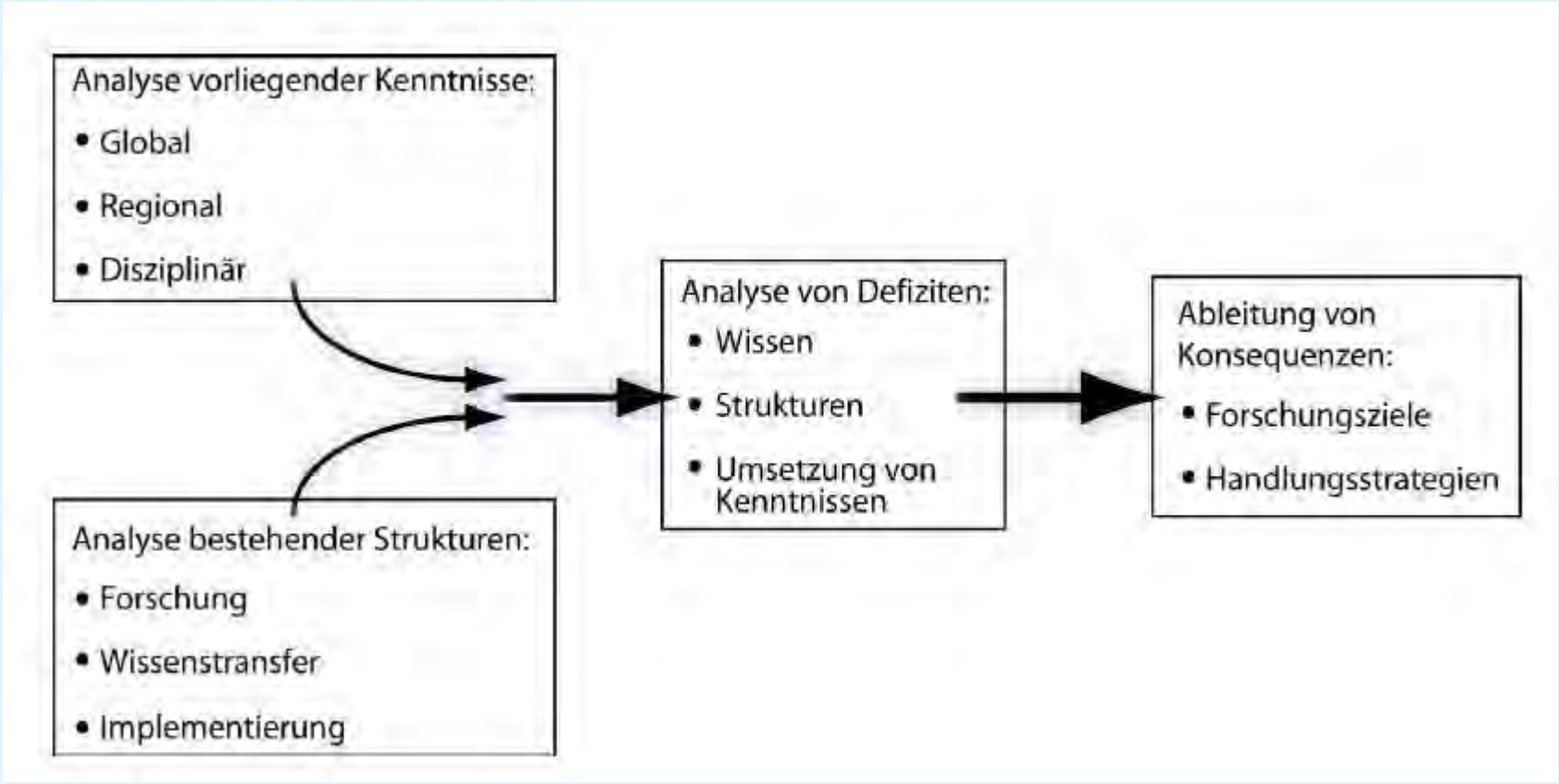


... und 2100

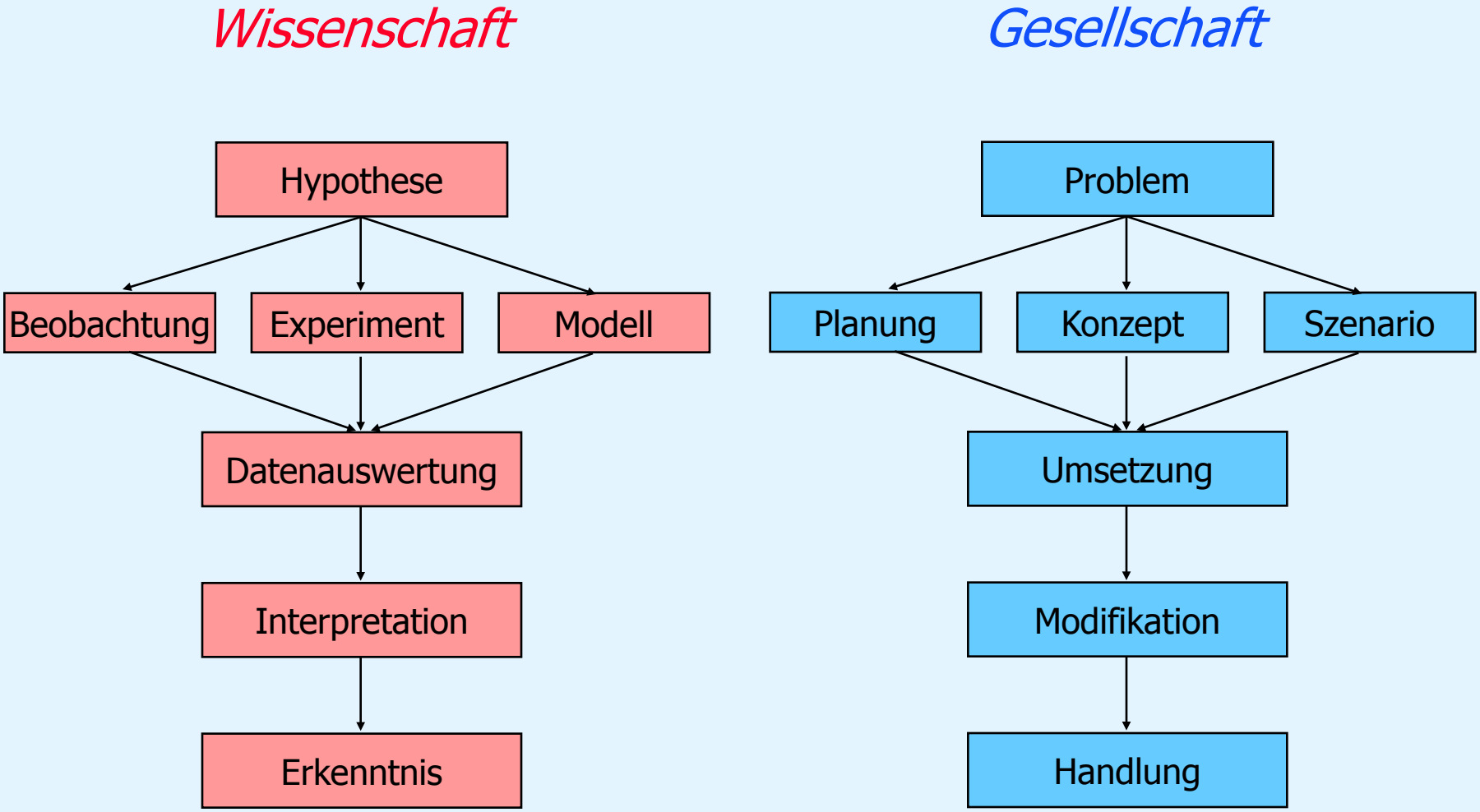
Rödder et al. (2009): Diversity

Änderungen durch Klimawandel
Welche Optionen haben wir ?





Änderungen durch Klimawandel
Welche Optionen haben wir ?



nach Beierkuhnlein (2008)