

Klimawandel und biologische Vielfalt

N2

LISA SCHWENKMEZGER

Die Vorhersage von Klimawandelauswirkungen auf die biologische Vielfalt hat sich in den letzten Jahren zu einem aktiven Forschungsfeld entwickelt. Aufgrund der komplexen ökologischen Wechselwirkungen bei biologischen Systemen sind die Effekte jedoch schwer abzuschätzen und werden teilweise nur unzureichend verstanden. Allerdings existieren deutliche Belege über die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf bestimmte Teilaspekte. Gegenwärtig sind die Folgen des anthropogenen Klimawandels auf allen Kontinenten und in den Ozeanen nachweisbar. Sie führen zu Veränderungen der Physiologie, Phänologie, des Verhaltens und der geographischen Verbreitung von Arten und beeinflussen Interaktionen von Artgemeinschaften. Der Klimawandel hat somit weitreichende Auswirkungen auf ganze Ökosysteme (BELLARD et al. 2014, IPCC 2002 & 2018, PARMESAN 2006).

Zwangsläufig lassen sich Auswirkungen aus den Veränderungen der Klimazonen und damit auch der Vegetationszonen ableiten. Wie einschneidend diese Auswirkungen auf die biologische Vielfalt sein werden, hängt maßgeblich davon ab, mit welcher Geschwindigkeit sie eintreten. Bei einer Temperaturerhöhung von 1 °C ist von einer Verschiebung der Vegetationszonen um etwa 200–300 Kilometer

in Richtung der Pole bzw. um 200 Höhenmeter auszugehen (JENTSCH & BEIERKUHNLEIN 2003). Nach den Vorhersagen des IPCC (2002) kann es in den gemäßigten Breiten je nach Klimaszenario zu einer Verlagerung der Klimazonen um bis zu 1 200 km nach Norden kommen. In Europa existieren mittlerweile Felduntersuchungen und Modellberechnungen, die erste wichtige Hinweise zu den Konsequenzen der Klimaerwärmung für Lebensräume und Artgemeinschaften liefern. Demnach ist davon auszugehen, dass Artgemeinschaften fragmentiert und neu kombiniert werden. Zudem ist mit teilweisen Verlusten hochangepasster sensibler Arten und Arealausweitungen gewöhnlicher Arten zu rechnen.

Aber auch Zuwanderungen wärmeliebender Arten etwa aus dem Mittelmeerraum sind bereits heute feststellbar. Ein Paradebeispiel für die nordwärts gerichtete Ausbreitung mediterraner Arten in Deutschland ist der Bienenfresser, ein auffallend farbenfroher Vogel aus dem Mittelmeerraum, der seit einigen Jahren wieder vermehrt in Deutschland brütet, nachdem er in den 80er Jahren als ausgestorben galt (Abb. 1). Ein weiteres imposantes Beispiel ist die Europäische Gottesanbeterin, eine Fangschreckenart, die seit 2006 reproduktive Vorkommen in Hessen hat und sich in den letzten Jahren stark ausbreitet (Abb. 2).



Abb. 1: Klimagewinner: Bienenfresser (*Merops apiaster*)
© Fotolia/lucaar



Abb. 2: Klimagewinner: Europäische Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*) in Heppenheim © Tom Gibmeier

Da sich für einen Großteil der Arten die klimatisch günstigen Gebiete polwärts bzw. in höhere Lagen verschieben, sind in Hessen vor allem die Mittelgebirgslagen betroffen. Die hier vorkommenden Arten und Lebensräume sind an kühleres Klima angepasst, teilweise handelt es sich auch um isolierte Eiszeitrelikte (Abb. 3). Eine Vertikalverschiebung ist für diese montanen Arten und Lebensräume nicht mehr möglich, weshalb das Aussterberisiko bei fortschreitendem Klimawandel in diesen Gebieten besonders hoch ist. Eine dänische Untersuchung bestätigt zudem, dass sich der Klimawandel vor allem auf stark spezialisierte Arten auswirken wird (THOMSEN et al. 2015). Für Arten mit einer starken Habitatbindung, die an ihre Lebensräume spezifische Ansprüche stellen und solche, die durch ihre kleinen Populationsgrößen bereits jetzt gefährdet sind, wird das Aussterberisiko besonders hoch sein (BEHRENS et al. 2009, SCHLUMPRECHT et al. 2010).

Neben der Verschiebung der Vegetationszonen haben insbesondere die Temperatur- und Niederschlags-

änderungen sowie die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen, Stürme und Dürreperioden erhebliche Konsequenzen für die Artenvielfalt. Zu den vielfältigen direkten Effekten zählen vor allem physiologische Auswirkungen, phänologische Veränderungen wie zum Beispiel ein früherer Blühbeginn oder ein verändertes Zugverhalten von Vögeln sowie Arealverschiebungen in Richtung der Pole oder in die Höhenlagen. Folglich kann es zur räumlichen oder zeitlichen Entkopplung von Fortpflanzungs- oder Nahrungsbeziehungen und somit zur Desynchronisation von Artengemeinschaften kommen.

Auch indirekte Effekte des Klimawandels sind aus naturschutzfachlicher Sicht teilweise negativ zu bewerten, wie etwa klimawandelbedingte Landnutzungsänderungen und der Ausbau erneuerbarer Energien.

Neben dem Landnutzungswandel zählt der anthropogene Klimawandel daher zu den wichtigsten akuten Gefährdungsursachen der Biodiversität.

Klimawandelauswirkungen auf Tier- und Pflanzenarten begründet abschätzen

Die meisten Studien, die sich mit den Auswirkungen der Klimawandelfolgen auf Arten beschäftigen, verwenden Artverbreitungsmodellierungen mittels Klimahüllen („Bioclimatic Envelopes“). Mit Hilfe

unterschiedlicher Einflussgrößen kann damit die potentielle zukünftige Verbreitung einer Art unter verschiedenen Klimawandelszenarien berechnet werden. Neben Klimavariablen können dabei auch



Abb. 3: Potentieller Klimaverlierer: Grasfrosch (*Rana temporaria*) © Michael Jünemann



Abb. 4: Potentieller Klimaverlierer: Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) © Benno v. Blanckenhagen

weitere wichtige Einflussgrößen berücksichtigt werden, wie beispielsweise Bodenparameter, Landnutzung, biotische Interaktionen oder die artspezifische Ausbreitungsfähigkeit, die allesamt eine wichtige Rolle bei der Verbreitung einer Art spielen können.

Veränderungen im Verbreitungsbild als Folge des Klimawandels wurden vornehmlich für gut untersuchte Artengruppen wie Gefäßpflanzen, Säugetiere, Vögel, Tagfalter, Fledermäuse sowie Amphibien und Reptilien durchgeführt (z. B. POMPE et al. 2011, LEVINSKY et al. 2007, HUNTLEY et al. 2007, SETTELE et al. 2008, REBELO et al. 2010, ARAÚJO et al. 2006, JAESCHKE et al. 2014).

So wird beispielsweise für den Grasfrosch (*Rana temporaria*, Abb. 3), der in Hessen in der Mitte seines geschlossenen Verbreitungsgebietes flächendeckend vorkommt, ein drastischer Verlust von bis zu 85 % der Vorkommen in Europa projiziert (JAESCHKE et al. 2014). Auf Deutschland und auch Hessen könnte somit zukünftig eine größere Verantwortung zum Erhalt des Grasfrosches zukommen.

Weitere naturschutzfachlich relevante Arten in Hessen mit projizierten Arealverlusten in den oben genannten Studien sind beispielsweise

- der Kleine Wasserfrosch (*Pelophylax lessonae*),
- die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*),
- die Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*, Abb. 4),

- der Dunkle und Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris nausithous* und *P. teleius*),
- die Arnika (*Arnica montana*),
- der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*).

Neben der Nutzung von Artverbreitungsmodellen verwenden viele Studien den Ansatz der Klimasensibilitätsanalyse um die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten zu untersuchen. Solche Analysen beurteilen die Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit von Arten an den Klimawandel anhand bestimmter Kriterien (z. B. BEHRENS et al. 2009, KREFT & IBISCH 2013, RABITSCH et al. 2010, SCHLUMPRECHT et al. 2010). Klimasensibilitätsanalysen bieten den Vorteil, dass sie auch für weniger bekannte Artengruppen mit einer unzureichenden Datenlage zum aktuellen Verbreitungsareal und ohne hohen Modellierungsaufwand durchgeführt werden können.

Folgende Faktoren sind unter anderem wichtig, um die Klimasensibilität einer Art abzuschätzen:

- **Ökologische (thermische) Amplitude:** Wie gut kommt die Art mit unterschiedlichen Temperaturbedingungen zurecht? Ist sie eher an kalte oder warme Umweltbedingungen angepasst?
- **Biotoptbindung:** Ist das Vorkommen an spezielle Biotope geknüpft oder kann ein breites Spektrum an Lebensräumen besiedelt werden?
- **Migrationsfähigkeit:** Handelt es sich um eine ausbreitungsstarke Art, die große Distanzen zu-



Abb. 5: Potentieller Klimaverlierer: Schwarzer Apollo (*Parnassius mnemosyne*) © Andreas Lange



Abb. 6: Potentieller Klimaverlierer: Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) © AdobeStock/bennytrapp

rücklegen und neue Lebensräume erschließen kann oder ist sie eher ortstreu und wenig mobil? Können neue Gebiete ohne Hilfe erreicht werden oder ist die Art auf Transportmedien angewiesen (Wind, Wasser, Tiere, Mensch)?

- **Verbundabhängigkeit:** Werden bestimmte, durchgehende Biotopstrukturen für die Ausbreitung benötigt oder genügen vereinzelte „Trittsteine“?
- **Klimasensibilität der Lebensräume:** Ist die Art an Lebensräume gebunden, die ebenfalls durch den Klimawandel bedroht sind (z. B. wasserabhängige Lebensräume wie Feuchtwiesen, Moore oder montane Lebensräume wie Bergmähwiesen)?
- **Gefährungsgrad:** Gilt die Art bereits als gefährdet? Wie ist die Bestandsituation der Art (Rote Liste Art)?

Zu den Hochrisikoarten gehören demnach vor allem Spezialisten mit einer engen ökologischen Nische, die an kühlere Umweltbedingungen angepasst sind. Dazu zählen beispielsweise monophage Insektenarten wie der Blauschillernde Feuerfalter (*Lycaena helle*) dessen Raupen sich in Mitteleuropa ausschließlich an Schlangenknoterich (*Polygonum bistorta*)

entwickeln und der Schwarze Apollo (*Parnassius mnemosyne*, Abb.5), der auf Lerchensporn-Bestände (*Corydalis spec.*) als einzige Raupenfutterpflanze angewiesen ist. Diese Tagfalter kommen in Hessen nur noch isoliert in kleinen Metapopulationen in den höheren Mittelgebirgslagen vor. Da sie sehr empfindlich auf zufallsgesteuerte Umwelteinflüsse reagieren, sind sie vor allem im Klimawandel auf die Verknüpfung ihrer Habitate angewiesen. Das Aussterberisiko ist bei solchen Arten sehr hoch.

Weitere naturschutzfachlich relevante Arten in Hessen, die laut Klimasensibilitätsanalysen als Hochrisikoarten im Klimawandel eingestuft werden, sind beispielsweise

- die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*, Abb.6),
- der Moorfrosch (*Rana arvalis*)
- die Rhön-Quellschnecke (*Bythinella compressa*),
- die Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*),
- der Lachs (*Salmo salar*),
- der Veilchenblaue Wurzelhalsschnellkäfer (*Limoniscus violaceus*).

Liste potentieller Klimaverlierer in Hessen

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzplans (IKSP) wurden die Tier- und Pflanzenarten sowie Lebensraumtypen identifiziert, die durch den Klimawandel potentiell einer erhöhten Gefährdung ausgesetzt sind. Dabei lag der Fokus auf den naturschutzfachlich relevanten Arten und Lebensräumen. Die Auswertung liefert die Grundlage für die prioritäre IKSP-Maßnahme L 14 „Erhaltung und Weiterentwicklung von Biotopverbundsystemen und Vermeidung weiterer Landschaftszerschneidungen“.

Durch Literaturrecherche und Expertenbefragung wurden 234 Arten identifiziert, für die es Hinweise auf eine erhöhte Gefährdungsdiskussion durch die Folgen des Klimawandels gibt. Davon sind 73 Arten (31 %) bereits jetzt vom Aussterben bedroht (RL 1) und 70 Arten (30 %) gelten als stark gefährdet (RL 2) (vgl. Abb. 8). Ungefähr die Hälfte der potentiellen Klimaverlierer sind auch Arten der Hessen-Liste, für deren Erhalt Hessen eine besondere Verantwortung trägt. In Abbildung 7 ist die Verteilung der Artengruppen dargestellt.

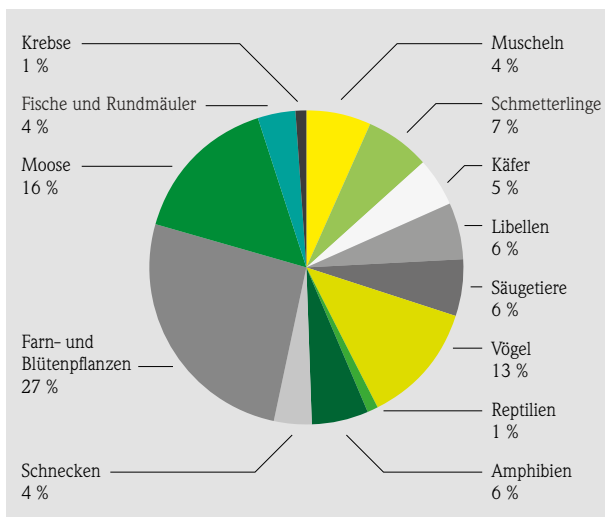


Abb. 7: Anteile der bearbeiteten Artengruppen an den potentiellen Klimaverlierern in Hessen

Bezüglich der Lebensraumtypen wird für 31 von insgesamt 45, die in Hessen vorkommen, von einer erhöhten Gefährdungsdiskussion durch die Folgen des Klimawandels ausgegangen. Dazu gehören vor allem Lebensraumtypen, die eine hohe Grundwasser- bzw. Oberflächenwasserabhängigkeit besitzen oder auf die Höhenlagen beschränkt sind. Von den 9 prioritären Lebensräumen Hessens, für die besonders strenge Schutzvorschriften gelten, gehören 7 zu den potentiellen Klimaverlierern.

Die Publikation mit den vollständigen Listen „Potentielle Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens“ und „Durch den Klimawandel potentiell beeinträchtigte Lebensraumtypen Hessens“ kann auf unserer Homepage (<https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/klimawandel-und-biologische-vielfalt>) heruntergeladen werden.

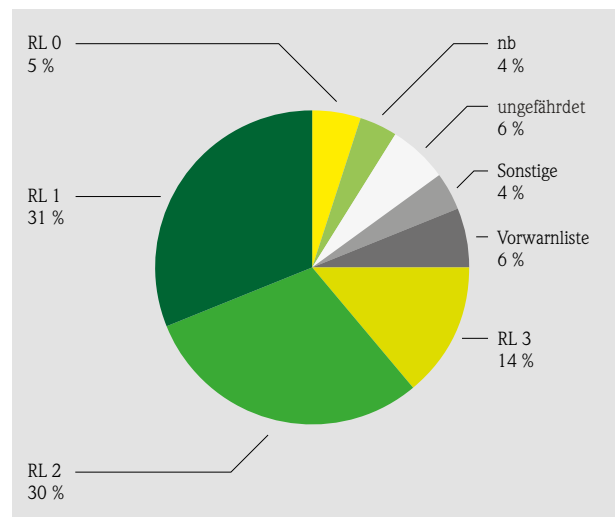


Abb. 8: Aktueller Gefährdungsstatus der potentiellen Klimaverlierer nach den Rote Listen Hessens

Literatur

- ARAÚJO, M.B., THUILLER, W., PEARSON, R.G. (2006): Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* 33: 1712–1728.
- BEHRENS, M., FARTMANN, T., HÖLZEL, N. (2009): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW), Projektbericht, 288 S.
- BELLARD, C., BERTELSMEIER, C., LEADLEY, P., THUILLER, W., COURCHAMP, F. (2014): Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol. Lett.* 15 (4): 365–377.
- HUNTLEY, B., GREEN, R.E., COLLINGHAM, Y.C., WILLIS, S.G. (2007): A climatic atlas of European breeding birds. Barcelona, 521 S.
- IPCC (2002): Climate Change and Biodiversity. GITAY, H., SUÁREZ, A., WATSON, R.T., DOKKEN, D.J., (Hrsg.). Geneva, Schweiz, 85 S.
- IPCC (2018): Summary for Policymakers. – In: Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P., PÖRTNER, H.O., ROBERTS, D., SKEA, J., SHUKLA, P.R., PIRANI, A., MOUFOUMA-OKIA, W., PÉAN, C., PIDCOCK, R., CONNORS, S., MATTHEWS, J.B.R., CHEN, Y., ZHOU, X., GOMIS, M.I., LONNOY, E., MAYCOCK, T., TIGNOR, M., WATERFIELD, T. (Hrsg.). World Meteorological Organization, Geneva, Schweiz, 32 S.
- JENTSCH, A. & BEIERKUHNLEIN, C. (2003): Global climate change and local disturbance regimes as interacting drives for shifting altitudinal vegetation patterns. *Erdkunde* 57: 216–231.
- KREFT, S. & IBISCH, P.L. (2013): Indexbasierte Analyse der Sensitivität gegenüber Klimawandel am Beispiel deutscher Brutvögel. – In: VOHLAND, K., BADECK, F., BÖHNING-GAESE, K., ELLWANGER, G., HANSCH, T.W., IBISCH, P., KLOTZ, S., KREFT, H., KÜHN, I., SCHRÖDER, E., TRAUTMANN, S., CRAMER, W., (Hrsg.): Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 129: 153–176.
- LEVINSKY, I., SKOV, F., SVENNING, J.C., RHABEK, C. (2007): Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation* 16: 3803–3816.
- PARMESAN, C. (2006): Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 637–669.
- POMPE, S., BERGER, S., BERGMANN, J., BADECK, F., LÜBBERT, J., KLOTZ, S., REHSE, A.K., SÖHLKE, G., SATTLER, S., WALTHER, G.R., KÜHN, I. (2011): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. *BfN-Skript* 304: 1–98.
- RABITSCH, W., WINTER, M., KÜHN, E., KÜHN, I., GÖTZL, M., ESSL, F., GRUTTKE, H. (Hrsg.) (2010): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 98: 265 S.
- REBELO, H., TARROSO, P., JONES, G. (2010): Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology* 16: 561–576.
- SCHLUMPRECHT, H., BITTNER, T., JAESCHKE, A., JENTSCH, A., REINEKING, B., BEIERKUHNLEIN, C. (2010): Gefährdungsdiskussion von FFH-Tierarten Deutschlands angesichts des Klimawandels. Eine vergleichende Sensitivitätsanalyse. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42(10): 293–303.
- SETTELE, J., KUDRNA, O., HARPKE, A., KÜHN, I., VAN SWAAY, C., VEROVNIK, R., WARREN, M., WIEMERS, M., HANSPACH, J., HICKLER, T., KÜHN, E., VAN HALDER, I., VELING, K., Vliegenthart, A., WYNHOFF, I., SCHWEIGER, O. (Hrsg.) (2008): Climatic risk atlas of European butterflies (p. 710). Sofia-Moscow (Pensoft), 710 S.
- THOMSEN, P.F., JØRGENSEN, P.S., BRUUN, H.H., PEDERSEN, J., RIIS-NIELSEN, T., JONKO, K., SŁOWINSKA, I., RAHBEK, C., KARSHOLT, O. (2015): Resource specialists lead local insect community turnover associated with temperature – analysis of an 18-year full-seasonal record of moths and beetles. *Journal of Animal Ecology* 85: 251–261.