

Auswirkungen des Klimawandels auf hessische Arten und Lebensräume

Liste potentieller Klimaverlierer



Auswirkungen des Klimawandels auf hessische Arten und Lebensräume

Liste potentieller Klimaverlierer

Impressum

ISSN 2512-9724

ISBN 978-3-89026-932-0

(Naturschutzskripte ; 3)

Auswirkungen des Klimawandels auf hessische Arten und Lebensräume – Liste potentieller Klimaverlierer

Autoren: Lisa Schwenkmezger

Redaktion: Lisa Schwenkmezger

Layout: Bettina Kammer (BK Grafik-Design)
Nadine Monika Fechner, Nadine Senkpiel (HLNUG)

Titelbilder: © H. Falkenhahn, B. v. Blanckenhagen, Sozietät Barth+Partner, C. Geske,

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 39-111
Telefax: 0611 69 39-555
E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Diese Broschüre wurde mit FSC-Zertifizierung gedruckt.

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

Vorwort	5
1 Einleitung	6
2 Material und Methoden	17
2.1 Identifizierung der potentiellen Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens	17
2.2 Identifizierung der vom Klimawandel potentiell beeinträchtigten Lebensraumtypen Hessens	20
3 Ergebnisse	22
3.1 Liste der potentiellen Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens	22
3.2 Liste der durch den Klimawandel potentiell beeinträchtigten Lebensraumtypen Hessens	34
4 Literatur	36
5 Anhang	43

Vorwort



Der Klimawandel betrifft jede und jeden von uns und hat Einfluss auf alle Lebensbereiche, auch auf Pflanzen und Tiere. Eine besonders wichtige Anpassungsstrategie von Pflanzen- und Tierarten an den Klimawandel ist das Ausweichen in klimatisch und ökologisch geeignete Gebiete.

Damit das Wandern der Arten überhaupt möglich ist, wird ein funktionaler Biotopverbund benötigt, der die verschiedenen Lebensräume miteinander vernetzt. In Hessen besteht der landesweite Biotopverbund insbesondere aus dem Netzwerk der geschützten FFH- und Vogelschutzgebiete sowie der nationalen Schutzgebiete. Hier entstehen Verbundachsen, auf denen sich Arten von Süden nach Norden oder vom Flachland in die Mittelgebirge bewegen können, um so kühlere oder feuchtere Gebiete zu erreichen. Die Vernetzung von Lebensräumen ermöglicht außerdem den Austausch von Individuen unterschiedlicher Populationen und dient damit der Aufrechterhaltung der genetischen Diversität, was wiederum die Anpassungsfähigkeit von Tier- und Pflanzenpopulationen gegenüber Umwelteinflüssen stärkt.

Eine prioritäre Maßnahme des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025 (IKSP) ist die „Erhaltung und Weiterentwicklung von Biotopverbundsystemen und Vermeidung weiterer Landschaftszerschneidungen“ (L 14). Als Grundlage für die Umsetzung dieser

Maßnahme war es zunächst wichtig, diejenigen Tier- und Pflanzenarten in Hessen zu identifizieren, deren Vorkommen durch die Folgen des Klimawandels potentiell beeinträchtigt werden. Gleiches gilt für Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Sie sind als natürliche Lebensräume von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen, ebenfalls Gegenstand der Maßnahme.

Die hier vorliegende Auswertung liefert mit den Listen „Potentielle Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens“ und „Durch den Klimawandel potentiell beeinträchtigte Lebensraumtypen Hessens“ die Grundlage für die prioritäre IKSP-Maßnahme. Zusätzlich dazu dient sie auch als Planungs- oder Bewertungswerkzeug für andere naturschutzfachliche Projekte und Untersuchungen in Hessen.

Weitere Informationen zum Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025 finden Sie auf der Homepage des HMUKLV unter: <https://umwelt.hessen.de/klima-stadt/hessische-klimaschutzpolitik/integrierter-klimaschutzplan-hessen-2025>. Informationen zu klimasensiblen und gefährdeten Arten und Lebensräumen stehen auf der Homepage des HLNUG <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz.html> zur Verfügung.

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes für Naturschutz,
Umwelt und Geologie



1 Einleitung

Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt

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 & BEIERKUHNEIN 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 Artengemeinschaften liefern. Demnach ist davon auszugehen, dass Artengemeinschaften fragmentiert und neu kombiniert werden. Zudem ist mit teilweisen Verlusten hochangepasster sensibler Arten und Arealausweitungen gewöhnlicher Arten zu rechnen.



Abb. 1: Der wärmeliebende Bienenfresser (*Merops apiaster*) aus dem Mittelmeerraum brütet inzwischen in vielen Regionen Deutschlands. © lucaar/Fotolia



Abb. 2: Durch die Klimaerwärmung kann die Europäische Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*) ihr Verbreitungsgebiet immer weiter nach Norden ausdehnen.
© T. Gibmeier

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 lange Zeit als verschollen galt und sich seit 2006 wieder in Hessen etabliert hat (Abb. 2).

Da sich für einen Großteil der Arten die klimatisch günstigen Gebiete polwärts bzw. in die höheren 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 Niederschlagsänderungen sowie die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen, Stürme und Dürreperioden erhebliche Konsequenzen für die Artenvielfalt (vgl. BEIERKUHNEIN & JENTSCH 2013 und STREITBERGER et al. 2016).

Längst zählt der Klimawandel zu den wichtigsten akuten Gefährdungsursachen der Biodiversität. THOMAS et al. (2004) warnten bereits vor einigen Jahren davor, dass bei einem moderaten Klimaszenario bis 2050 bereits 15 bis 37% der untersuchten rund 1 100 Arten aus verschiedensten Biomen der Erde zum Aussterben verurteilt sein werden. Für Deutschland wird ein Verlust von Tier- und Pflanzenarten in einer ähnlichen Größenordnung angenommen (DAS 2008, LEUSCHNER & SCHIPKA 2004). Einige wichtige Aspekte der Klimawandelauswirkungen auf die biologische Vielfalt werden im Folgenden dargestellt.

Der anthropogene Klimawandel zählt neben dem Landnutzungswandel zu den größten Bedrohungen der Biologischen Vielfalt und zu den wichtigsten Ursachen des Artensterbens.



Abb. 3: Eiszeitrelikte wie der Blauschillernde Feuerfalter (*Lycaena helle*) kommen heute nur noch zurückgezogen auf inselartigen, klimatisch kühleren Standorten vor. © H. Falkenhahn



Abb. 4: Berg-Mähwiesen (LRT 6520) wie diese in Herchenhain im Vogelsbergkreis gehören zu den vom Klimawandel bedrohten Lebensräumen. © D. Mahn



Abb. 5: Moorschutz ist Klimaschutz: Obwohl sie nur 3% der Erdoberfläche bedecken, sind Moore die effektivsten Kohlenstoffspeicher aller Landlebensräume. Moorgewässer, wie die des Burgwaldes, dienen außerdem als Lebensraum für viele seltene, oft kälteangepasste Arten. © C. Geske

Arealveränderungen

Veränderungen im Verbreitungsbild als Folge des Klimawandels wurden mittels statistischer Verbreitungsmodellierung 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). POMPE et al. (2011) modellierten die zukünftige Verbreitung von

845 Pflanzenarten in Deutschland, basierend auf unterschiedlichen Klima- und Landnutzungsszenarien. Unabhängig vom Klimaszenario wurde hierbei für einen Großteil der Arten eine Reduktion der aktuellen bioklimatischen Räume in Deutschland prognostiziert. Montan verbreitete und feuchtigkeitsliebende Arten, hierunter Arten der (alpinen) Hochstaudenfluren und Feuchtheiden, litten hierbei unter den größten Verlusten.



Abb. 6: Der Märzenbecher (*Leucojum vernum*) kommt in Hessen zerstreut vor, besonders aber in Auwäldern und feuchten Edellaubbaumwäldern, wie hier in einem quelligen Erlenwald im Hohen Vogelsberg. Solche Lebensräume sind durch klimabedingte Veränderungen des Wasserhaushalts potentiell bedroht. © D. Mahn



Abb. 7: Für die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) wird in Folge des Klimawandels eine starke Reduktion des Verbreitungsreals prognostiziert (nach REBELO et al. 2010). © J. Neumann/Fotolia

Für süd- und mitteleuropäische **Fledermausarten** konnten REBELO et al. (2010) mit Hilfe von Verbreitungsmodellierungen für zwei moderate IPCC-Klimaszenarien kaum negative Effekte auf die Verbreitungsareale feststellen. Einige Arten könnten ihr Verbreitungsgebiet mittelfristig sogar erweitern. Ein anderes Bild ergibt sich für Fledermausarten mit borealem Verbreitungsschwerpunkt, die auch unter den moderaten Klimaszenarien bereits Arealeinbußen erfahren würden. Allgemein zeigt sich: Je länger der betrachtete Prognosezeitraum und je extremer das zugrundeliegende Klimaszenario, umso schwerwiegender sind die Konsequenzen, auch für wärmeangepasste Arten.

Dass die Ausbreitungsfähigkeit einer Art bei diesen Prognosen einer der wichtigsten Faktoren ist, wird vor allem bei den Artengruppen der **Amphibien und Reptilien** deutlich. Während ARAÚJO et al. (2006) bei einer angenommenen uneingeschränkten Ausbreitung für einen Großteil der 108 untersuchten Reptilien und Amphibienarten in Europa eine Ausdehnung ihres Verbreitungsgebietes feststellen, werden für eine realistischere, stark eingeschränkte Ausbreitungsfähigkeit für fast alle Arten Arealverluste im Klimawandel prognostiziert. Für ausbreitungsschwache Arten erweist sich der sehr schnell voranschreitende anthropogene Klimawandel vor allem in einer stark fragmentierten Landschaft als große



Abb. 8 und 9: Amphibien sind durch ihre Lebensweise stark an Gewässer gebunden und besonders abhängig von einem funktionalen Biotopverbund. Vor allem ihre Reproduktionsgewässer sind durch die veränderten Niederschlagsmuster in Folge des Klimawandels von einer erhöhten Austrocknungsgefahr betroffen. (Abb. 8: Feuersalamander, *Salamandra atra*, © C. Geske, Abb. 9: Knoblauchkröte, *Pelobates fuscus*, © A. Malten)

Bedrohung und stellt auch den klassischen Naturschutz vor neue Aufgaben (vgl. auch ÅREVALL et al. 2018 und ALAGADOR et al. 2016).

Studien zeigen, dass selbst ausbreitungsstarke **Vogelarten** womöglich nicht in der Lage sein werden, den zu erwartenden Arealveränderungen zu folgen. So ermitteln HUNTLEY et al. (2007) eine durchschnittliche Überlappung der jetzigen und der modellierten Verbreitungsgebiete europäischer Vogelarten von lediglich rund 40%. Dabei wird von einer Verschiebung der Verbreitungsgebiete von ca. 5 km pro Jahr ausgegangen, was die bisher beobachteten Arealausweitungen vieler Vögel überschreiten würde (DEVIC-TOR et al. 2008, MASSIMINO et al. 2015).

Vernetzte Ökosysteme mit funktionierendem Biotopverbund sind im Klimawandel von besonders großer Bedeutung, um die Ausweichbewegungen und Arealveränderungen von Arten zu unterstützen. Mit der IKSP-Maßnahme L 14 „Erhaltung und Weiterentwicklung von Biotopverbundsystemen und Vermeidung weiterer Landschaftszerschneidungen“ werden deshalb speziell Biotopverbundmaßnahmen für potentielle Klimaverlierer finanziert.

Physiologische Änderungen

Der Klimawandel macht sich vor allem durch eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur, einer Umverteilung der Niederschlagsmengen mit einer Abnahme im Sommer und einer Zunahme im Winter, sowie häufigere Extremwetterereignisse bemerkbar (UBA 2006, IPCC 2013). Diese veränderten Bedingungen haben Einfluss auf die Stoffwechselprozesse der Organismen, den Reproduktionserfolg sowie Verhaltensweisen. Inwiefern eine Art von den Klimaänderungen beeinträchtigt wird oder sogar davon profitieren kann, hängt von den physiologischen Ansprüchen und der Anpassungsfähigkeit ab. Organismen, die sehr unterschiedliche Biotope besiedeln und ein breites Spektrum an Umweltbedingungen tolerieren, werden weniger Schwierigkeiten haben als stark spezialisierte Arten. Eurytopen und indifferenten Arten, die keine oder nur eine geringe Biotopbindung aufweisen, kann deshalb ein größeres Anpassungspotential im Klimawandel unterstellt werden als stenotopen Arten, deren Vorkommen an ganz bestimmte Biotope geknüpft ist.

Das höchste Risiko gilt für kalt-stenotope Arten, die zusätzlich noch eine starke Anpassung an kalte Umweltbedingungen besitzen (vgl. BEHRENS et al. 2009, RABITSCH et al. 2010). Insbesondere durch die zunehmenden **Dürreperioden** in den Sommermonaten werden auch viele trockenheitsempfindliche Arten negativ beeinflusst, da die Änderungen im Niederschlagsregime einen negativen Effekt auf die Habitatqualität feuchter Lebensräume haben (PETERMANN et al. 2007, POMPE et al. 2011). Einige Vögel des



Abb. 10: Das Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*) ist ein Brutvogel des Feuchtgrünlandes. Ähnlich wie viele andere Tier- und Pflanzenarten leidet der ehemals weit verbreitete Vogel an dem durch den Landnutzungswandel herbeigeführten Lebensraumschwund. Der Klimawandel kommt als zusätzliche Gefährdungsursache erschwerend hinzu. © mirkograul/Fotolia

Feuchtgrünlands gehören deshalb zu den potentiellen Verlierern des Klimawandels. Hinzu kommt hierbei die Gefahr der Nachwuchssterblichkeit bei erhöhten Niederschlagsraten und **Starkniederschlägen** während der Brutzeit (ÖBERG et al. 2015, RADFORD et al. 2001, RODRÍGUEZ & BUSTAMANTE 2003). Vor allem kleinere Stillgewässer können während der heißen Sommer immer häufiger trockenfallen. So besteht für Libellen und Amphibien beispielsweise ein erhöhtes



Abb. 11: Trotz seiner hervorragenden Anpasstheit an Sauerstoffmangel und das kurzzeitige Trockenfallen der Gewässergräben, in denen er vorkommt, können langanhaltende Dürreperioden die physiologischen Kapazitäten des Schlammepeitzgers (*Misgurnus fossilis*) ausreizen. © Rostislav/Fotolia

Austrocknungsrisiko ihrer Reproduktionsgewässer (OTT 2010, WALLS et al. 2013). Die Klimaerwärmung beeinflusst aber auch Fließgewässer und Seen und deren Lebensgemeinschaften. Mit steigenden Wassertemperaturen erhöht sich die Sauerstoffzehrung in Gewässern, weshalb vor allem kälteadaptierte Arten mit einer geringen Toleranz gegenüber **Sauerstoffdefiziten** gefährdet sind (z. B. DAUFRESNE et al. 2004, KOOP 2007, MOHSENI et al. 2003).

Obwohl die Habitatqualität von Libellen unter den Klimawandelfolgen leiden könnte, haben die verlängerten Vegetationsperioden einen positiven Effekt auf die Entwicklungsgeschwindigkeit einiger Vertreter dieser Artengruppe. So wurde beobachtet, dass sie durch die Erwärmung statt einer Generation im Jahr mehrere Generationen ausbilden können (OTT 2010). Dass die Klimaerwärmung auch negative Auswirkungen auf Libellen haben kann, zeigen McCauley et al. (2018) in ihrer Mesokosmos-Studie. Eine künstliche Temperaturerhöhung um +2,5 °C und +5 °C im Vergleich zur Umgebungstemperatur führte hierbei zu einer erhöhten Larvalsterblichkeit und beeinflusste sogar die Morphologie der Libellen. Bei +5 °C besaßen adulte Libellen verhältnismäßig kleinere Flügel, was eine reduzierte Flugleistung bedeutet. Die Untersuchungen liefern demnach Hinweise auf eine Verbindung zwischen der Umgebungstemperatur während der Larvalentwicklung und der Ausbreitungskapazität adulter Libellen.

Grundsätzlich hängt die Aktivität wechselwarmer Organismen wie Insekten, Amphibien und Reptilien maßgeblich von der Umgebungstemperatur ab. Mögliche positive Effekte der Erwärmung auf Entwicklungs- und Wachstumsprozesse dieser Arten sind daher plausibel. Auch bei Tagfaltern kann es aufgrund der wärmeren Temperaturen häufiger zu einer zweiten Generation im Jahr kommen. Vor allem monophage Tagfalter stehen aber immer häufiger vor dem Problem, dass ihre Nektar- oder Raupenfutterpflanzen aufgrund extremer **Trockenheit** nicht ausreichend entwickelt sind, oder bereits früh verblühen, was zu massivem Nahrungsmangel führen kann (BEINLICH et al. 2012, BLANCKENHAGEN & LANGE 2015, WENZEL 2018).

Die Klimaprognosen sagen nicht nur wärmere Sommer, sondern auch mildere Winter voraus. **Mildere Wintertemperaturen** können vor allem Winterschlaf haltende Tiere beeinflussen. Um den ungüns-

tigen Bedingungen durch Kälte und Nahrungsmangel im Winter zu entgehen, versetzen sich beispielsweise kleinere Säugetiere in einer Art Energiesparmodus und senken ihre Körpertemperatur drastisch ab. Milde Temperaturen führen dabei zu häufigerem Aufwachen, was den Energieverbrauch der Tiere steigert (z. B. PRETZLAFF & DAUSMANN 2012, TURBILL 2008). Negative Auswirkungen erhöhter Wintertemperaturen auf Wachstums- und Reproduktionsraten wurden auch für andere überwinterrnde Arten wie Amphibien- oder Tagfalterarten nachgewiesen (READING 2007, STUHLREHER et al. 2014).

Inwiefern sich mögliche negative und positive physiologische Auswirkungen des Klimawandels auf Arten gegenseitig verstärken oder dämpfen ist noch unzureichend erforscht. Vor allem auf Ökosystemebene sind solche additiven Effekte sehr schwer vorhersehbar.



Abb. 12: Wechselfeuchte Pfeifengraswiese (LRT 6410) mit Beständen des Breitblättrigen Knabenkrautes (*Dactylorhiza majalis*). Viele potentielle Klimaverlierer unter den Tier- und Pflanzenarten kommen in solchen klimasensiblen Lebensräumen vor.
© D. Mahn

Phänologische Auswirkungen und Änderungen biotischer Interaktionen

Wichtige Faktoren, um die Klimasensibilität einer Art abzuschätzen (nach RABITSCH et al. 2010):

- Biotopbindung
- (Thermische) ökologische Amplitude
- Ausbreitungsfähigkeit
- Arealgröße
- Vorkommen in klimawandelsensiblen Zonen
- Vermehrungsrate
- Aktuelle Bestandssituation und Gefährdungsstatus

Phänologie bezieht sich auf den Zeitpunkt bestimmter Entwicklungserscheinungen in der Natur und beschreibt, wie diese Ereignisse durch jahreszeitliche Klimaveränderungen beeinflusst werden. Der Einfluss des Klimawandels ist hierbei deutlich erkennbar und wird beispielsweise durch Änderungen der **Pflanzenphänologie** sichtbar. So verschieben sich die Eintrittstermine der phänologischen Jahreszei-

ten: Frühling und Sommer beginnen bereits deutlich früher im Jahr und halten auch länger an, wodurch die Vegetationsphase verlängert und die Vegetationsruhe (Spätherbst und Winter) verkürzt wird. In Hessen reduzierte sich die Vegetationsruhe in manchen Gebieten im Zeitraum 1981–2010 gegenüber 1951–1980 um mehr als 4 Wochen (HLNUG, Fachzentrum Klimawandel und Anpassung 2017).



Abb. 13: Der Klimawandel dreht an den Stellschrauben der phänologischen Uhr: Vor allem der Frühling beginnt heute bereits deutlich früher und auch die Obstblüte verfrüht sich infolge der Erwärmung. © C. Geske



Abb. 14 und 15: Die Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) mitsamt Exuvie kurz nach der Emergenz (Abb. 14). Eine mobile Art mit recht hohem Wärmebedarf, für die aufgrund des Klimawandels jedoch starke Rückgänge in Deutschland prognostiziert werden (nach JAESCHKE et al. 2014). © B. v. Blanckenhagen und C. Geske

Tiere reagieren darauf mit einer früher einsetzenden **Aktivitätsphase**. Tagfalter und Libellen verlängern ihre Flugphasen und können bereits früher im Jahr beobachtet werden (OTT 2010, HASSALL et al. 2007). In ihrer Studie gehen ROY & SPARKS (2001) davon aus, dass durch eine Klimaerwärmung von 1 °C die Erstbeobachtung von Schmetterlingen um 2–10 Tage nach vorne verlegt wird. Für Libellen wurde mittels Mesokosmos-Experimenten gezeigt, dass eine Temperaturerhöhung von 5 °C die Emergenz von Libellenlarven um bis zu einem Monat früher stattfinden lässt (McCAULEY et al. 2018).

Durch die Verschiebung der Vegetationsperioden erwachen einige Arten früher aus ihrem Winterschlaf und beginnen auch schon früher mit der Aufzucht ihrer Jungen. Somit übt der Klimawandel beispielsweise einen Einfluss auf die **Höhlenkonkurrenz** zwischen Vögeln, Kleinsäugetern und Insekten aus (SCHERBAUM-HEBERER et al. 2011).

Einen besonders gut zu beobachtenden Effekt hat der Klimawandel auf die Phänologie von Zugvögeln. **Zugvogelarten** sind während ihres gesamten Jahreszyklus auf geeignete Bedingungen angewiesen: an ihren Brutplätzen, in den Überwinterungsgebieten und entlang ihrer Migrationsrouten. Der Klimawandel kann hier in allen drei Phasen eingreifen und den Zyklus aus dem Takt bringen, was Zugvögel besonders angreifbar macht. Es gibt immer mehr Hinweise darauf, dass vor allem Langstreckenzieher negativ beeinflusst werden, beispielsweise dadurch, dass sich ihre Ankunft im Brutgebiet und die Hauptverfügbarkeit ihrer Nahrung zeitlich nicht mehr überschneiden.



Abb. 16: Ohne geeignete Wirtsfische kann sich die Bachmuschel (*Unio crassus*) nicht vermehren. Aufgrund ihrer sessilen Lebensweise ist sie auch bei Ausbreitungsbewegungen maßgeblich auf die Wirtsfische angewiesen. © C. Dümpelmann



Abb. 17: Der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris teleius*) macht es sich nicht einfach: Nicht nur, dass sich die Raupen ausschließlich von den Blüten des Großen Wiesenknopfs (*Sanguisorba officinalis*) ernähren, sie sind zudem darauf angewiesen, als Larven von einer bestimmten Knotenameisen-Art eingesammelt und in deren Nester getragen zu werden, wo sie sich als Dank parasitisch von der Ameisenbrut ernähren. © A. Lange

Da sich die große Mehrheit der Vögel hauptsächlich von Insekten ernährt, die sich bedingt durch die Temperaturänderungen und den verfrühten Vegetationsbeginn bereits früher entwickeln, sind vor allem solche Vögel bedroht, die ihr Zugverhalten nicht an den Klimawandel anpassen (BOTH et al. 2006, HOWARD et al. 2018, MÖLLER et al. 2008).

Vor allem stark spezialisierte Arten sind durch solche räumlichen oder zeitlichen Desynchronisationen biotischer Interaktionen gefährdet. Dazu gehören beispielsweise auch monophage Insektenarten, die auf eine spezielle Nahrungsressource angewiesen sind, oder Arten mit einem parasitierenden Lebensstadium (vgl. Abb. 16 und 17). Eine Entkopplung dieser Nahrungs- und Reproduktionsbeziehungen infolge phänologischer Veränderungen kann schnell zum lokalen Aussterben der Spezialisten führen (vgl. KERTH et al. 2014).

Die Auswirkungen der Klimawandelfolgen auf Arten und Lebensräume zu bestimmen ist aufgrund vielfältiger Wechselwirkungen und der Unsicherheit von Klimaprognosen schwierig und häufig noch sehr ungenau. Zudem kommt es durch verbesserte Modelle, Untersuchungen und neue Beobachtungen ständig zu neuen Erkenntnissen. Die vorliegende Auswertung stellt deshalb kein abgeschlossenes Werk dar, sondern wird weiterführend angepasst und bearbeitet werden.

2 Material und Methoden

2.1 Identifizierung der potentiellen Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens

Die Liste wurde auf Grundlage der Arbeit von STREITBERGER et al. (2016) erstellt. Hier wurden im Rahmen eines F + E-Vorhabens im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz neun verschiedene wissenschaftliche Studien ausgewertet und die Ergebnisse in einer Metaanalyse zusammengeführt. Als Ergebnis liefert die Studie eine Auswahl gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, für die in den ausgewerteten Studien Hinweise auf einen negativen Einfluss des Klimawandels vorliegen (vgl. Anhang 6.2 von STREITBERGER et al. 2016).

In der hier erstellten Liste liegt der Fokus auf den **naturschutzfachlich relevanten Arten**. Die Artenauswahl orientiert sich an der Metastudie von STREITBERGER et al. (2016), wurde allerdings noch erweitert (vgl. hierzu Abb. 18 und Abb. 19).

In einem ersten Bearbeitungsschritt wurden aus dieser Auswahl sämtliche Arten selektiert, die in Hessen vorkommen bzw. von denen nach 1990 noch ein rezentes Vorkommen in Hessen bekannt war oder ist.

Anschließend wurden solche Arten, bei denen es in der Literaturlauswertung von STREITBERGER et al. (2016) zu widersprüchlichen Aussagen bezüglich der Klimasensibilität kam, mittels Expertenbefragung und einer weiterführenden Literaturrecherche noch einmal gesondert bewertet, um eine genaue Einstufung vornehmen zu können (s. Anhang 1). Die Gesamtbewertung dieser „umstrittenen Arten“ stellt hierbei eine begründete Experteneinschätzung dar. Solche Arten, für die eine erhöhte Bedrohung durch den Klimawandel wahrscheinlich ist, wurden in die Liste der potentiellen Klimaverlierer aufgenommen.

Ergänzend zu der Artenauswahl von STREITBERGER et al. (2016) wurden die Arten der Hessen-Liste, die im Rahmen der Hessischen Biodiversitätsstrategie erarbeitet wurde, auf potentielle Klimaverlierer geprüft. Die Hessen-Liste enthält FFH-Arten, Nationale Verantwortungsarten des Bundesprogramms zur Biologischen Vielfalt (BBV-Arten) sowie weitere Hessen-Arten für deren Erhaltung Hessen eine besondere Verantwortung hat (vgl. Anhang 2).

Auswahl der Artengruppen:

Farn- und Blütenpflanzen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere, Libellen, Heuschrecken, Laufkäfer und Sandlaufkäfer, Tagfalter und Widderchen, Mollusken des Binnenlandes

Auswahl gefährdeter Arten, die sich mindestens einer der folgenden Kategorien zuordnen lassen:

- stark gefährdete oder vom Aussterben bedrohte Art nach der Roten Liste (RL 1 und 2)
- gefährdete Art (RL 3) mit nationaler Verantwortlichkeit zum weltweiten Erhalt der Art
- Art des Anhangs II oder IV der FFH-Richtlinie
- Art des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie

Auswahl gefährdeter Arten, für die durch die folgenden Studien Hinweise auf einen negativen Einfluss des Klimawandels vorliegen:

Behrens et al. (2009), Hanspach et al. (2013), Jaeschke et al. (2014), Kerth et al. (2014), Kreft & Ibisch (2013), Pompe et al. (2011), Rabitsch et al. (2010), Schlumprecht et al. (2010), Trautmann et al. (2013)

Abb. 18: Konzept der Metastudie von STREITBERGER et al. 2016 (verändert nach STREITBERGER et al. 2016)

Die Beurteilung erfolgte erneut auf Grundlage von Literaturrecherche und Expertenmeinungen. Die Einschätzung der hessischen Farn- und Blütenpflanzen beruhte vor allem auf Expertenmeinungen des HLNUG (Abt. Naturschutz) sowie den Untersuchungsergebnissen von ZIZKA et al. (2014) und BEHRENS et al. (2009) (vgl. Anhang 2). Die Beurteilung der Vogelarten wurde von der Staatlichen Vogelenschutzstelle für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland durchgeführt.

Nach dem gleichen Schema wurden die Arten des Anhangs V der FFH-Richtlinie auf potentielle Klimaverlierer geprüft (ebenfalls in Anhang 2 enthalten).

In wenigen Ausnahmefällen wurden Arten, die weder zur Artenauswahl von STREITBERGER et al. (2016) zählten (vgl. Abb. 18) noch bei der Ergänzung der Liste betrachtet wurden (vgl. Abb. 19 Schritt 2), trotzdem als potentielle Klimaverlierer in die Liste aufgenommen, wenn deren Klimasensibilität laut Experteneinschätzung hoch ist (vgl. Anhang 2).

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurden diejenigen potentiellen Klimaverlierer in der Liste mit einem „+“ gekennzeichnet, die besonders von Biotopverbundmaßnahmen profitieren. Solche, für die Biotopverbundmaßnahmen eine deutlich untergeordnete Rolle spielen oder sogar kontraproduktiv sind, wurden mit einem „-“ gekennzeichnet (vgl. Tabelle 3 Spalte „BV“).

Grundsätzlich profitiert jede Art, die über eine gewisse Mobilität verfügt oder durch passive Verbreitung von mobilen Arten abhängig ist, von einem Biotopverbund. Für die Angabe in der Liste der potentiellen Klimaverlierer (Tab. 3) wurden dabei jedoch Abstufungen gemacht. Beispielsweise spielen Verbundmaßnahmen für manche Arten eine eher untergeordnete Rolle, da sie natürlicherweise ein sehr geringes Ausbreitungsvermögen besitzen oder aufgrund ihrer schlechten Bestandssituation kaum Potential für Ausbreitungsvorgänge aufweisen. Ausnahmen bestehen zum Beispiel, wenn durch die geringe Mobilität einer Art, die in Metapopulationen lebt, kleinräumige Trittsteine nötig sind, um den lokalen Verbund wiederherzustellen.

Ein extremes Beispiel für den Fall, wo Biotopverbund sogar kontraproduktiv ist, stellt der Steinkrebs dar. Aufgrund der enormen Gefahr, die von einer Infektion mit dem Krebspesterreger ausgeht, ist sein Überleben von der Isolation abhängig. In Tabelle 3 ist die Art deshalb mit einem „-“ in der Spalte „BV“ gekennzeichnet.

Die Auswahl erfolgte mit Hilfe von Expertenwissen über die Verbundabhängigkeit der Arten und deren Bestandssituation in Hessen, Literaturangaben (z. B. REICH et al. 2012, BURKHARDT et al. 2010) sowie einer Auswertung der bestehenden Artenhilfskonzepte (verfügbar auf der Homepage des HLNUG: <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/tiere-und-pflanzen/artenhilfskonzept.html>). Die Klimaverlierer Hessens, welche besonders von Biotopverbundmaßnahmen profitieren können, stellen prioritäre Zielarten der L 14-Maßnahme dar.

Für Pflanzen bezieht sich klassischer Biotopverbund im Wesentlichen auf ihre Bestäuber und mobilen Ausbreitungsvektoren (Insekten, Schafe, Rinder etc.). Während Fraß und Tritt von Weidetieren in Hütetaltung mit räumlichen Ortsveränderungen in früheren Zeiten der (Kultur-) Landschaftsentwicklung eine wichtige Funktion als Ausbreitungsvektor besaß, liefert die Weidetierhaltung heute nur noch einen marginalen Beitrag zum Biotopverbund von Pflanzenarten. Im Rahmen von L 14 sollten die Pflanzenarten demnach über die dazugehörigen Lebensraumtypen bearbeitet werden. Es erfolgte daher keine Einstufung bezüglich der Effektivität von Biotopverbundmaßnahmen für Pflanzenarten und auch keine Kennzeichnung in der Liste der potentiellen Klimaverlierer (vgl. Tab. 3).

Um eine Verknüpfung zwischen der Liste „Potentielle Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens“ und den vom Klimawandel potentiell beeinträchtigten Lebensraumtypen (LRT) zu schaffen, wurden den Arten (wenn möglich) die LRTen zugeordnet, in denen sie vorkommen. Die Zuordnung erfolgte auf Grundlage von Experteneinschätzungen des HLNUG und Literaturrecherche. Da es sich hierbei nicht zwangsläufig um die Hauptlebensräume der Arten handelt, kann bei einer Aufwertung eines LRTs deshalb auch nicht automatisch von einem Synergie- oder Mitnahmeeffekt für die zugeordnete Art ausgegangen werden. In der Liste wird deshalb eine Unterscheidung zwischen „Hauptvorkommen“ und „potentiellem Lebensraum“ gemacht. Die Abgrenzung der Lebensraumtypen ist sehr spezifisch und durch das Vorkommen spezieller Pflanzengesellschaften definiert. Eine exakte Zuordnung zu Tierarten ist deshalb schwierig und manchmal auch nicht sinnvoll bzw. nicht möglich. In diesen Fällen wurden hierzu keine Angaben gemacht.



Abb. 19: Methodische Bearbeitungsschritte der Liste der potentiellen Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens.

2.2 Identifizierung der vom Klimawandel potentiell beeinträchtigten Lebensraumtypen Hessens

Die Bewertung der 45 in Hessen vorkommenden Lebensraumtypen erfolgte auf Grundlage der Sensitivitätsanalysen von PETERMANN et al. (2007) und BEHRENS et al. (2009) sowie Expertenmeinungen des HLNUG (Abt. Naturschutz). Kam es zwischen den Expertenmeinungen und den Ergebnissen der Studien zu abweichenden Einschätzungen, waren die Expertenmeinungen für die Einstufung der LRTs aufgrund der spezifischen, auf die Situation in Hessen ausgerichteten Expertenkenntnisse für die Endbewertung ausschlaggebend. Eine zusätzliche Beurteilung fand in solchen Fällen statt, in denen die beiden ausgewerteten Studien konträre Ergebnisse lieferten. Die Beurteilung dieser „umstrittenen“ Lebensraumtypen ist dem Anhang 3 zu entnehmen.

PETERMANN et al. (2007) untersuchten in ihrer Studie die Auswirkungen des Klimawandels auf alle 93 in Deutschland vorkommenden Lebensraumtypen (s. Anhang I der FHH-Richtlinie (92/43/EWG)). Als Beurteilungsgrundlage dienten hierbei die Kriterien (vgl. auch Tab. 1):

- Regenerierbarkeit
- Horizontale und vertikale Verbreitung
- Flächenrückgang
- Einfluss von Neophyten
- Qualitative Gefährdung
- Abhängigkeit von Grund- und Oberflächenwasser
- Risiken einer Landnutzungsveränderung
- Schlechter Erhaltungszustand
- Artbezogene Risikoanalyse

Dabei wurden die Lebensraumtypen hinsichtlich jeder Kategorie einzeln bewertet und im Ergebnis den Gruppen „hoch“, „mittel“ und „keine bzw. niedrig“ zugeordnet, wobei „hoch“ eine hohe und „keine bzw. niedrig“ eine vernachlässigbare Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels bedeutet (vgl. PETERMANN et al. 2007).

Die Empfindlichkeitsanalyse der Lebensraumtypen Nordrhein-Westfalens durch BEHRENS et al. (2009) wurde anhand von fünf Einzelkriterien beurteilt:

- Änderungen des Wasserhaushalts
- Änderungen des Nährstoffhaushalts
- Veränderte biotische Interaktionen
- Änderungen des Störungsregimes
- Arealveränderungen

Die Bewertung der Einzelparameter erfolgte nach den Kategorien in Tabelle 2. Die Gesamtbewertung ergab sich dabei, anders als bei PETERMANN et al. (2007), jedoch nicht über eine systematische Verrechnung der Einzelbewertungen, sondern stellt eine begründete Experteneinschätzung dar.

Tab. 1: Zuordnung der Sensitivitätsstufen von PETERMANN et al. (2007).

Quellenangaben: CD: BALZER & SSYMANK (2005); RL: Rote Liste Biotope von RIECKEN et al. (2006); FFH-Handb.: SSYMANK et al. (1998); BfN: eigene Abschätzung der Autoren aus verschiedenen Daten/Kenntnissen des BfN.

Sensitivität		Qualitative Gefährdung	Regenerierbarkeit	Arealgrenzen	Auf Hochlagen beschränkt	Tendenz Fläche	Invasion (Neobiota)	GW- bzw. Oberflächenwasserabhängigkeit
1	gering	bis 3, *	B (X)	keine, geschlossen	planar, kollin vorhanden	Zunahme oder gleichbleibend; bis 3, *, T=,+	keine	keine
2	mittel	bis 2, R	S	keine, fragmentiert	nur ab Montanstufe	mittlere Rückgänge; bis 2, R; T=	eine Art	nur best. Ausbildungen
3	hoch	bis 1	N, K	vorhanden oder disjunkte Teilareale	nur subalpin und alpin	starke Rückgänge; bis 1; T -	mehrere Arten	abhängig
Quelle:		CD/RL	RL	FFH-Handb.	CD	BfN/RL	KOWARIK 2005	BfN/RL

Tab. 2: Bewertungskategorien der Einzelparameter von BEHRENS et al. (2009).

Kategorie	Erläuterung
0	indifferent, kein Einfluss des Klimawandels laut Szenario zu erwarten oder positive und negative Einflüsse gleichen sich aus
+	leicht positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
++	stark positiver Einfluss des Klimawandels laut Szenario
-	leicht negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario
—	stark negativer Einfluss des Klimawandels laut Szenario
?	keine Bewertung möglich, Datengrundlage nicht ausreichend

3 Ergebnisse

3.1 Liste der potentiellen Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens

Die Literaturrecherche und Expertenbefragung resultierte in einer Auswahl von 234 Arten, für die es Hinweise für eine erhöhte Gefährdungsdiskposition 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. 21).

Ungefähr die Hälfte der potentiellen Klimaverlierer sind auch Arten der Hessen-Liste, für deren Erhalt Hessen eine besondere Verantwortung trägt. Die Verteilung der Artengruppen ist Abbildung 20 zu entnehmen.

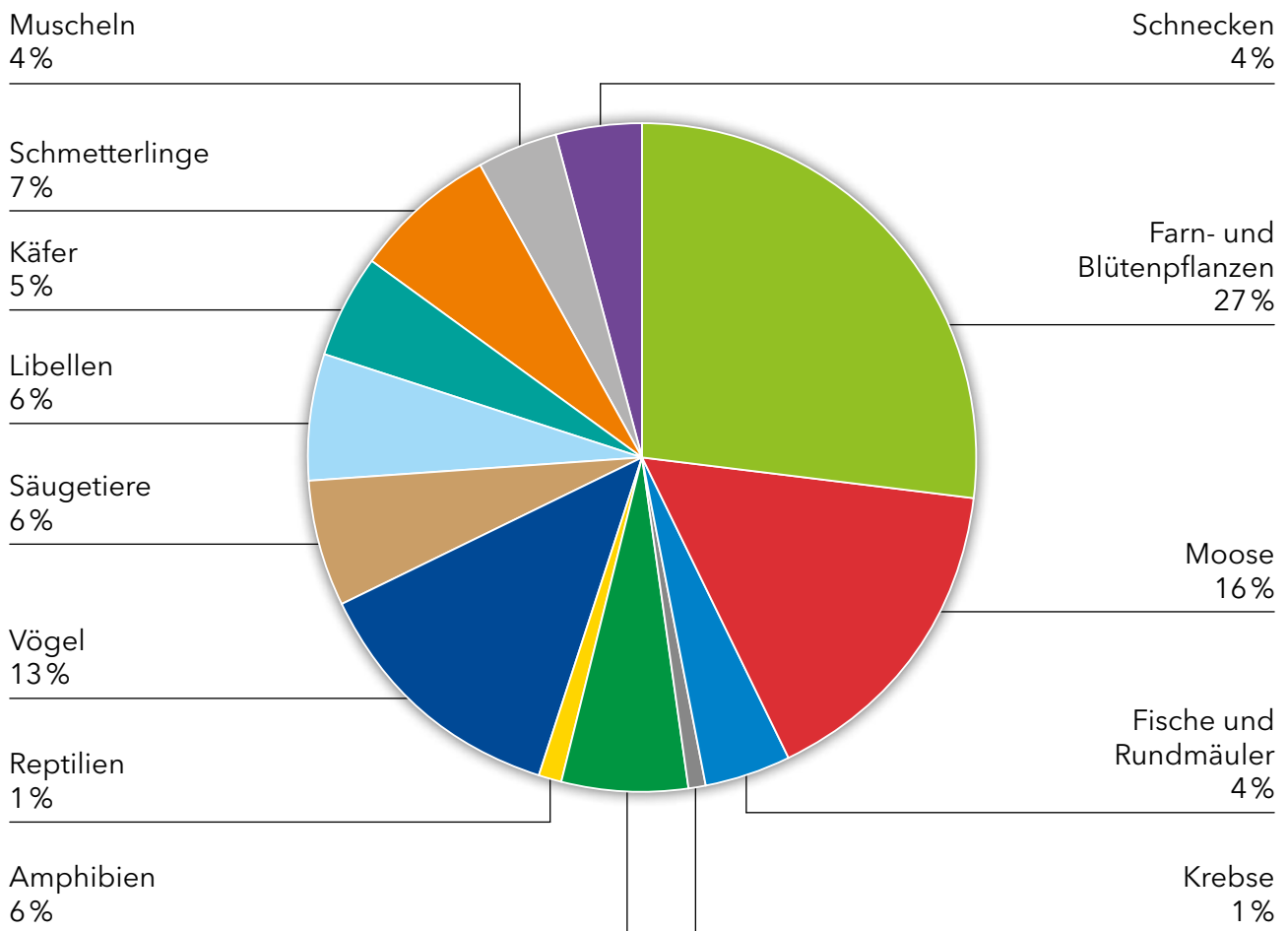


Abb. 20: Anteile der bearbeiteten Artengruppen an den potentiellen Klimaverlierern in Hessen.

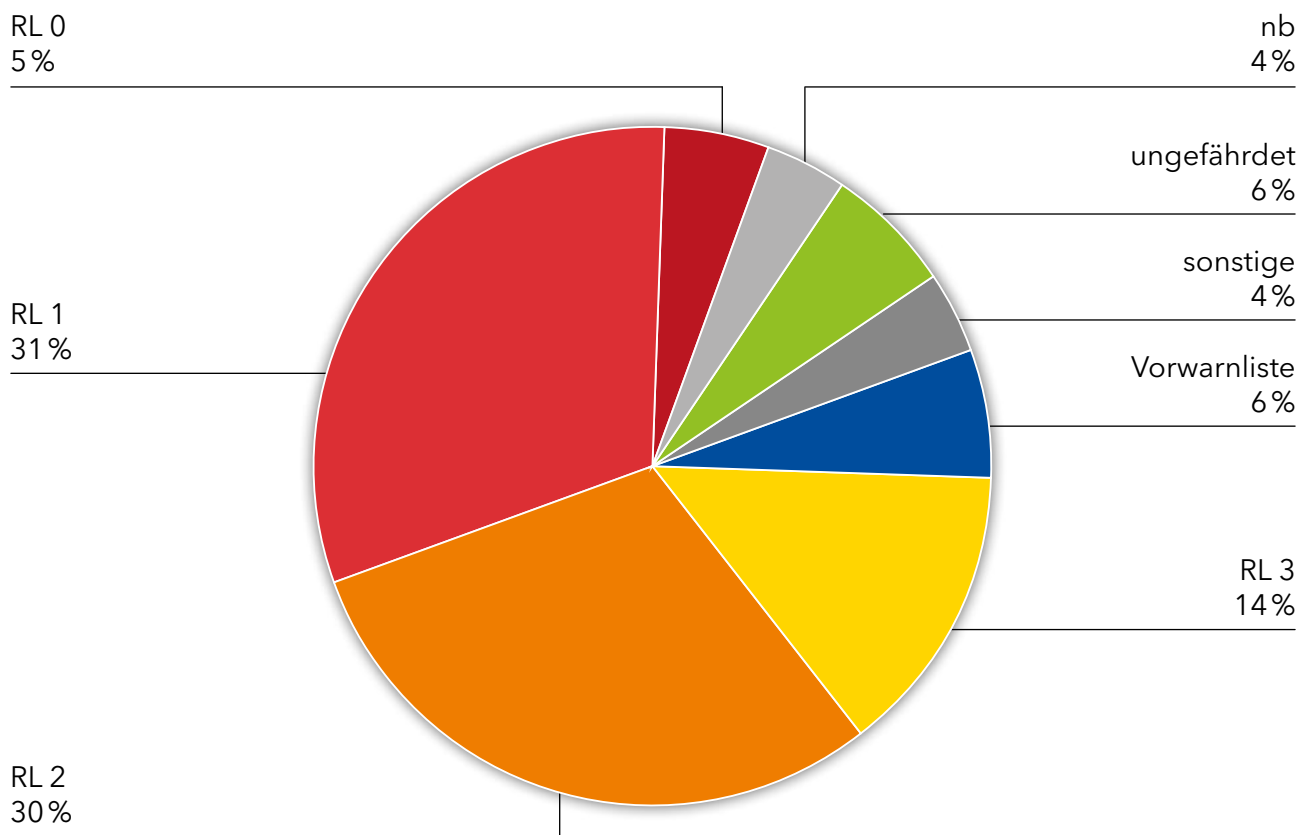


Abb. 21: Aktueller Gefährdungsstatus der potentiellen Klimaverlierer nach den Roten Listen Hessens.

Tab. 3: Potentielle Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens.

Betrachtet wurden Arten der Roten Liste (RL 3 mit nationaler Verantwortlichkeit), FFH-Arten, sowie Arten der Hessenliste (HL). Die Angaben zum Biotopverbund (BV) beziehen sich nur auf die Tierarten der Liste: Es wird unterschieden zwischen Arten, die besonders von einem Biotopverbund profitieren (+) und Arten, für die ein Biotopverbund von deutlich untergeordneter Bedeutung ist (-), unter Berücksichtigung der Bestandssituation in Hessen. Arten ohne Angabe in der Spalte BV können ebenfalls von Biotopverbundmaßnahmen profitieren, jedoch sind diese nicht prioritär. Die Angabe der Lebensraumtypen (LRT) beschränkt sich auf die in der Liste der vom Klimawandel potentiell beeinträchtigten Lebensraumtypen aufgeführten LRTen (vgl. Tab. 4). Hierbei wird zwischen Hauptvorkommen der Art (LRT Code in schwarz) und potentiell Lebensraum (LRT Code in grau) unterschieden. RL-Kategorien: 0=ausgestorben oder verschollen, 1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G=Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R=extrem selten, V=Vorwarnliste, D=Daten unzureichend, *=ungefährdet, nb=nicht bestimmt. Es sind nur Arten enthalten, von denen nach 1990 noch ein rezentes Vorkommen in Hessen bekannt war.

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
Farn- und Blütenpflanzen									
<i>Agrostemma githago</i>	Gewöhnliche Kornrade	0	.	.	.	.
<i>Centunculus minimus</i>	Zwerggauchheil	1	.	.	.	.
<i>Arnica montana</i>	Echte Arnika	2	.	.	x	.	x		4030, *6230
<i>Blasmus compressus</i>	Platthalm-Quellried	1	.	.	.	.	x		7230, *1340
<i>Botrychium matricariifolium</i>	Ästiger Rautenfarn	1	.	.	.	.	x		*6230
<i>Bromus racemosus</i>	Traubige Trespe	V	.	.	.	.	x		6510
<i>Campanula baumgartenii</i>	Lanzettblättrige Glockenblume	3	.	.	.	.	x		6520
<i>Carex diandra</i>	Draht-Segge	1	.	.	.	.	x		3160, 7140, 7230
<i>Carex hartmanii</i>	Hartmans Segge	3	.	.	.	.	x		6410, 6440
<i>Carex hostiana</i>	Saum-Segge	2	.	.	.	.	x		6410, 7230, *6230
<i>Carex hordeistichos</i>	Gersten-Segge	1	.	.	.	.	x		*1340
<i>Carex lepidocarpa</i>	Schuppenfrüchtige Gelbsegge	2	.	.	.	.	x		*7220, 7230
<i>Carex limosa</i>	Schlamm-Segge	1	.	.	.	.	x		3160, 7120, 7140, *91D0
<i>Selinum dubium</i>	Brenndolde	2	.	.	.	.	x		6410, 6440
<i>Cochlearia pyrenaica</i>	Pyrenäen-Löffelkraut	1	.	.	.	.	x		6430, *7220, 7230
<i>Coeloglossum viride</i>	Grüne Hohlzunge	2	.	.	.	.	x		*6210
<i>Crepis mollis</i>	Weichhaariger Pippau	2	.	.	.	.	x		*6230, 6410, 6510, 6520
<i>Cypripedium calceolus</i>	Europäischer Frauenschuh	2	x	x	.	.	x		9150, *6210
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Breitblättriges Knabenkraut	3	.	.	.	.	x		6410, 6510, 6520, 7140, 7230
<i>Diphysastrum complanatum</i>	Gewöhnlicher Flachbärlapp	1	.	.	x	.			4030

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Diphasiastrum issleri</i>	Isslers Flachbärlapp	0	.	.	x	.			*6230
<i>Diphasiastrum oellgaardii</i>	Oellgaards Flachbärlapp	1	.	.	x	.			*6230
<i>Diphasiastrum tristachyum</i>	Zypressen-Flachbärlapp	1	.	.	x	.			*6230
<i>Diphasiastrum zeilleri</i>	Zeillers Flachbärlapp	1	.	.	x	.			
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblättriger Sonnentau	2	.	.	.	.	x		3160, 7120, 7140
<i>Dryopteris cristata</i>	Kammfarn	2	.	.	.	.	x		7140, *91D0
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	Armbütige Sumpfbirse	1	.	.	.	.			6410, 7140, *7220, 7230
<i>Epipogium aphyllum</i>	Blattloser Widerbart	2	.	.	.	.	x		
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Schmalblättriges Wollgras	3	.	.	.	.			*91D0, 3160, 7140, 7230
<i>Eriophorum latifolium</i>	Breitblättriges Wollgras	2	.	.	.	.			7230
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Moor-Wollgras	3	.	.	.	.			7120, 7140, *91D0
<i>Euphrasia frigida</i>	Nordischer Augentrost	2	.	.	.	.	x		*6230, 6410, 6510, 6520
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	Lungen-Enzian	1	.	.	.	.	x		*6230, 6410, 6440
<i>Gratiola officinalis</i>	Gnadenkraut	0	.	.	.	.	x		6440
<i>Herminium monorchis</i>	Einknollige Honigorchis	2	.	.	.	.	x		6210, 6410, 7230
<i>Pilosella lactucella</i>	Geöhrttes Mausohrhabichtskraut	2	.	.	.	.	x		*6230, 6410, 6510, 6520
<i>Huperzia selago</i>	Tannenbärlapp	2	.	.	x	.			8150, 8220, 9110, *9180
<i>Hypochaeris maculata</i>	Geflecktes Ferkelkraut	2	.	.	.	.			6210, *6230, 6520
<i>Iris spuria</i>	Wiesen-Schwertlilie	2	.	.	.	.	x		6410, 6440
<i>Leucojum vernum</i>	Märzenbecher	3	.	.	.	.	x		9130, 9160, *9180, *91E0
<i>Lilium martagon</i>	Türkenbundlilie	*	.	.	.	.	x		6430, 6520, 9130, 9150, 9170, *9180
<i>Lycopodiella inundata</i>	Sumpf-Bärlapp	1	.	.	x	.	x		3130, 3160, 7140
<i>Lycopodium annotinum</i>	Sprossender Bärlapp	V	.	.	x	.			4030, 9110, *9180, *91D0
<i>Lycopodium clavatum</i>	Keulen-Bärlapp	3	.	.	x	.			4030, *6230

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Wald-Wachtelweizen	R	.	.	.	.	x		9110, 9130
<i>Oenanthe peucedanifolia</i>	Haarstrang-Wasserfenchel	2	.	.	.	.	x		6410, 6510
<i>Pilularia globulifera</i>	Pillenfarn	1	.	.	.	.	x		3130
<i>Polystichum braunii</i>	Brauns Schildfarn	1	.	.	.	.	x		*9180
<i>Pseudorchis albida</i>	Gewöhnliche Weißzüngel	1	.	.	.	.	x		*6230, 6520
<i>Ranunculus hederaceus</i>	Efeu-Wasser-Hahnenfuß	1	.	.	.	.	x		3260
<i>Rhinanthus glacialis</i>	Begrannter Klappertopf	2	.	.	.	.			*6230, 6510, 6520
<i>Sagina nodosa</i>	Knotiges Mastkraut	1	.	.	.	.
<i>Salix daphnoides</i>	Reif-Weide (Letztes Vorkommen in Hessen 2004)	nb	.	.	.	.
<i>Sedum villosum</i>	Sumpf-Fetthenne	1	.	.	.	.	x		
<i>Serratula tinctoria</i>	Färberscharte	2	.	.	.	.	x		*6230, 6410, 6440, 6510, 6520
<i>Taraxacum sect. Palustria</i>	Sumpf-Löwenzahn	nb	.	.	.	.	x		*1340, 6410, 7230
<i>Thesium pyrenaicum</i>	Wiesen-Leinblatt	3	.	.	.	.	x		*6230, 6520
<i>Trifolium spadiceum</i>	Moor-Klee	2	.	.	.	.			*6230, 6410, 6520
<i>Trollius europaeus</i>	Trollblume	3	.	.	.	.	x		6410, 6430, 6520
<i>Utricularia bremii</i>	Bremis Wasserschlauch	1	.	.	.	.			3160, 7140
<i>Utricularia minor</i>	Kleiner Wasserschlauch	0	.	.	.	.			3130, 3140, 3160, 7120, 7140, 7230
<i>Veronica acinifolia</i>	Drüsiger Ehrenpreis	1	.	.	.	.	x		
<i>Wahlenbergia hederacea</i>	Moorglöckchen	2	.	.	.	.	x		
<i>Woodsia ilvensis</i>	Südlicher Wimperfarn	1	.	.	.	.	x		8220

Moose

<i>Anthoceros neesii</i>	Nees' Hornmoos	1	.	.	.	.	x		
<i>Buxbaumia viridis</i>	Grünes Koboldmoos	0	x	.	.	.			
<i>Dicranum viride</i>	Grünes Besenmoos	3	x	.	.	.	x		9110, 9130, 9160, *9180
<i>Notothylas orbicularis</i>	Kugel-Hornmoos	2	x	.	.	.	x		
<i>Sphagnum affine</i>	Benachbartes Torfmoos	2	.	.	x	.			7120, 7140

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Sphagnum angustifolium</i>	Schmalblättriges Torfmoos	3	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum balticum</i>	Baltisches Torfmoos	1	.	.	x	.			7120, 7140
<i>Sphagnum capillifolium</i> var. <i>capillifolium</i>	Hain-Torfmoos	V	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum capillifolium</i> var. <i>tenerum</i>	Zartes Hain-Torfmoos	D	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum centrale</i>	Zentriertes Torfmoos	3	.	.	x	.			*91D0
<i>Sphagnum compactum</i>	Dichtes Torfmoos	2	.	.	x	.			7120
<i>Sphagnum contortum</i>	Gedrehtes Torfmoos	1	.	.	x	.			3160, 7140
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	Spieß-Torfmoos	2	.	.	x	.			3160, 7120, 7140
<i>Sphagnum auriculatum</i>	Gezähneltes Torfmoos	V	.	.	x	.			
<i>Sphagnum inundatum</i>	Amphibisches Torfmoos	D	.	.	x	.			3160
<i>Sphagnum fallax</i>	Trägerisches Torfmoos	V	.	.	x	.			3160, 7140, *91D0
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Gefranstes Torfmoos	*	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum flexuosum</i>	Verbogenes Torfmoos	3	.	.	x	.			3160, 7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum fuscum</i>	Braunes Torfmoos	1	.	.	x	.			7120, 7140
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	Girgensohns Torfmoos	*	.	.	x	.			*91D0
<i>Sphagnum magellanicum</i>	Magellans Torfmoos	2	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum majus</i>	Großes Torfmoos	0	.	.	x	.			3160, 7120, 7140
<i>Sphagnum molle</i>	Weiches Torfmoos	1	.	.	x	.			7120
<i>Sphagnum obtusum</i>	Stumpfbältriges Torfmoos	1	.	.	x	.			3160, 7120, 7140
<i>Sphagnum palustre</i>	Sumpftorfmoos	*	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum papillosum</i>	Warziges Torfmoos	3	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	Löffelblatt-Torfmoos	1	.	.	x	.			3160
<i>Sphagnum quinquefarium</i>	Fünfzeiliges Torfmoos	2	.	.	x	.			*91D0
<i>Sphagnum riparium</i>	Ufertorfmoos	1	.	.	x	.			7120, 7140

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Sphagnum rubellum</i> var. <i>rubellum</i>	Rötliches Torfmoos	2	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum rubellum</i> var. <i>subtile</i>	Feines Torfmoos	D	.	.	x	.			7120, 7140, *91D0
<i>Sphagnum russowii</i>	Russows Torfmoos	*	.	.	x	.			7140, *91D0
<i>Sphagnum squarrosum</i>	Sparriges Torfmoos	V	.	.	x	.			7140, *91D0
<i>Sphagnum subnitens</i>	Glanz-Torfmoos	1	.	.	x	.			7140, 7230
<i>Sphagnum subsecundum</i>	Einseitwendiges Torfmoos	2	.	.	x	.			3160, 7140
<i>Sphagnum tenellum</i>	Zartes Torfmoos	1	.	.	x	.			7120, 7140
<i>Sphagnum teres</i>	Rundliches Torfmoos	2	.	.	x	.			3160, 7140, 7230
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	Warnstorfs Torfmoos	1	.	.	x	.			7230

Fische & Rundmäuler									
<i>Alosa alosa</i>	Maifisch	0	x	.	x	.			
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Schneider	3	.	.	.	.	x		3260
<i>Carassius carassius</i>	Karassche	1	.	.	.	.	x		
<i>Cottus gobio</i>	Groppe	*	x	.	.	.			3260
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	*	x	.	.	.			3260
<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	2	x	.	.	.	x	+	
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	*	x	.	.	.			3260, 3270
<i>Salmo salar</i>	Lachs	0	x	.	x	.		+	3260
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	3	.	.	x	.			
<i>Krebse</i>									
<i>Astacus astacus</i>	Edelkrebse	nb	.	.	x	.	x	-	3260
<i>Austropotamobius torrentium</i>	Steinkrebse	nb	x	.	x	.	x	-	3260

Amphibien									
<i>Alytes obstetricans</i>	Geburtshelferkröte	2	.	x	.	.	x	+	
<i>Bombina variegata</i>	Gelbbauchunke	2	x	x	.	.	x	+	
<i>Epidalea calamita</i>	Kreuzkröte	3	.	x	.	.	x	+	
<i>Bufotes viridis</i>	Wechselkröte	2	.	x	.	.	x	+	
<i>Hyla arborea</i>	Laubfrosch	2	.	x	.	.	x	+	3150
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte	2	.	x	.	.	x	+	3150
<i>Pelophylax lessonae</i>	Kleiner Wasserfrosch	3	.	x	.	.		+	

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Pelophylax ridibundus</i>	Seefrosch	V	.	.	x	.		+	3150
<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch	1	.	x	.	.	x		
<i>Rana dalmatina</i>	Springfrosch	V	.	x	.	.	x	+	
<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch	V	.	.	x	.		+	
<i>Salamandra salamandra</i>	Feuersalamander	*	.	.	.	.		+
<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	V	x	x	.	.		+	

Reptilien									
<i>Emys orbicularis</i>	Sumpfschildkröte	1	x	x	.	.	x	+	
<i>Vipera berus</i>	Kreuzotter	1	.	.	.	.	x	+	
<i>Vögel</i>									
<i>Aegolius funereus</i>	Raufußkauz	*	.	.	.	x	x	+	9110, 9130
<i>Anas querquedula</i>	Knäkente	1	.	.	.	.	x	+	3150
<i>Anthus pratensis</i>	Wiesenpieper	1	.	.	.	.	x	+	*6230, 6510, 6520
<i>Anthus trivialis</i>	Baumpieper	2	.	.	.	.	x	+	*91D0, 9190, 7120, 4030
<i>Asio flammeus</i>	Sumpfohreule	0	.	.	.	x		+	7230, 7120, 6510
<i>Charadrius dubius</i>	Flussregenpfeifer	1	.	.	.	.	x	+	3270
<i>Ciconia ciconia</i>	Weißstorch	V	.	.	.	x	x	+	6510
<i>Ciconia nigra</i>	Schwarzstorch	3	.	.	.	x	x	+	9110, 9130, 9160, 91F0, *91E0
<i>Circus aeruginosus</i>	Rohrweihe	3	.	.	.	x	x	+	3150, 3130
<i>Crex crex</i>	Wachtelkönig	1	.	.	.	x	x	+	6510, 6440, 6520
<i>Dendrocopos medius</i>	Mittelspecht	*	.	.	.	x	x	+	91F0, 9190, 9160, 9130, 9110
<i>Dryocopus martius</i>	Schwarzspecht	*	.	.	.	x	x	+	9130, 9110, 91F0
<i>Galerida cristata</i>	Haubenlerche	1	.	.	.	.	x	+	
<i>Gallinago gallinago</i>	Bekassine	1	.	.	.	.	x	+	6510; 7230
<i>Glaucidium passerinum</i>	Sperlingskauz	*	.	.	.	x	x	+	*91d0, *9180
<i>Hippolais icterina</i>	Gelbspötter	3	.	.	.	.		+	91f0, *91e0
<i>Jynx toquilla</i>	Wendehals	1	.	.	.	.	x	+	4030
<i>Lanius excubitor</i>	Raubwürger	1	.	.	.	.	x	+	4030, 7230, 6520, *6230
<i>Limosa limosa</i>	Uferschnepfe	1	.	.	.	.		+	6510
<i>Locustella naevia</i>	Feldschwirl	V	.	.	.	.		+	6440, 7230

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Milvus milvus</i>	Rotmilan	V	.	.	.	x	x	+	9130, 9110, 6510, 6520
<i>Numenius arquata</i>	Großer Brachvogel	1	.	.	.	.	.	+	6510
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Steinschmätzer	1	.	.	.	.	x	+	8220, 8210, 8150
<i>Perdix perdix</i>	Rebhuhn	2	.	.	.	.	x	+	6510, 4030
<i>Pernis apivorus</i>	Wespenbussard	3	.	.	.	x	x	+	91f0, 9190, 9130, 911d, 6520, 4030
<i>Picus canus</i>	Grauspecht	2	.	.	.	x	x	+	9130, 9110
<i>Podiceps nigricollis</i>	Schwarzhalstaucher	1	.	.	.	.	x	+	3150, 3140
<i>Porzana porzana</i>	Tüpfelralle	1	.	.	.	x	x	+	3150, 3140
<i>Saxicola rubetra</i>	Braunkehlchen	1	.	.	.	.	x	+	6510, 7230, 6520, *6230
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zwergtaucher	3	.	.	.	.	x	+	3150, 3140
<i>Vanellus vanellus</i>	Kiebitz	1	.	.	.	.	x	+	6510

Säugetiere									
<i>Barbastella barbastellus</i>	Mopsfledermaus	1	x	x	.	.	x	+	9110, 9130, 9160, *9180
<i>Eptesicus nilssonii</i>	Nordfledermaus	1	.	x	.	.	.	+	9110, 9130, *9180
<i>Muscardinus avellanarius</i>	Haselmaus	D	.	x	.	.	x	+	*91E0, 9110, 9130, 9160, *9180
<i>Myotis bechsteinii</i>	Bechsteinfledermaus	2	x	x	.	.	x	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Myotis brandtii</i>	Große Bartfledermaus	2	.	x	.	.	.	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Myotis dasycneme</i>	Teichfledermaus	0	x	x	.	.	.	+	3150, 3160
<i>Myotis mystacinus</i>	Kleine Bartfledermaus	2	.	x	.	.	.	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Neomys anomalus</i>	Sumpfspitzmaus	2	.	.	.	.	x	+	*91D0, *91E0, 3150, 3160, 6410, 6430, 7230
<i>Nyctalus leisleri</i>	Kleiner Abendsegler	2	.	x	.	.	.	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	3	.	x	.	.	.	+	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Rauhautfledermaus	2	.	x	.	.	x	+	
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Mückenfledermaus	nb	.	x	.	.	.	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Zwergfledermaus	3	.	x	.	.	.	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Plecotus auritus</i>	Braunes Langohr	2	.	x	.	.	x	+	9110, 9130, 9160, *9180, 9190
<i>Vespertilio murinus</i>	Zweifarbelfledermaus	2	.	x	.	.	x	+	

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen

Libellen

<i>Aeshna juncea</i>	Torf-Mosaikjungfer	3	.	.	.	.			3160, 7140
<i>Coenagrion hastulatum</i>	Speer-Azurjungfer	3	.	.	.	.			3130, 3160, 7120, 7140
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Helm-Azurjungfer	1	x	.	.	.		+	3260
<i>Cordulegaster bidentata</i>	Gestreifte Quelljungfer	2	.	.	.	.	x		3140, 3260, *7220
<i>Gomphus flavipes</i>	Asiatische Keiljungfer	nb	.	x	.	.		+	3270
<i>Lestes virens</i>	Kleine Binsenjungfer	3	.	.	.	.			3130, 3160
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	Östliche Moosjungfer	0	.	x	.	.			3130
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer	nb	.	x	.	.	x	+	3130
<i>Leucorrhinia dubia</i>	Kleine Moosjungfer	3	.	.	.	.			7140, 7120, 3160
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Große Moosjungfer	1	x	x	.	.	x	+	7140, 7120, 3160
<i>Leucorrhinia rubicunda</i>	Nördliche Moosjungfer	1	.	.	.	.	x		7120, 7140, 3160
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Flussjungfer	0	x	x	.	.		+	3260
<i>Somatochlora arctica</i>	Arktische Smaragdlibelle	2	.	.	.	.	x		7140, 7230
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	Gefleckte Smaragdlibelle	1	.	.	.	.	x		7230
<i>Sympetrum danae</i>	Schwarze Heidelibelle	V	.	.	.	.			7140, 3160

Käfer

<i>Bembidion azurescens</i>	Azurblauer Ahlenlaufkäfer	2	.	.	.	.			3190, 3260, 3270
<i>Bembidion striatum</i>	Gestreifter Ahlenlaufkäfer	2	.	.	.	.			3260, 3270
<i>Bembidion velox</i>	Grünflecken-Ahlenlaufkäfer	2	.	.	.	.			3260, 3270
<i>Callistus lunatus</i>	Mondfleck-Laufkäfer	2	.	.	.	.			6210, 4030, *6230
<i>Cucujus cinnaberinus</i>	Scharlachkäfer	nb	x	x	.	.			91F0, *91E0
<i>Cymindis macularis</i>	Makel-Nachtlaufkäfer	1	.	.	.	.			4030
<i>Elaphrus aureus</i>	Erzbrauner Narbenlaufkäfer	1	.	.	.	.			*91E0
<i>Elaphrus uliginosus</i>	Schiff-Narbenlaufkäfer	2	.	.	.	.			6440, 6430, 6410

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
<i>Limonicus violaceus</i>	Veilchenblauer Wurzelhals-schnellkäfer	nb	x	.	.	.	x	+	9110, 9130
<i>Olisthopus rotundatus</i>	Sand-Glattfußläufer	2	.	.	.	.			6210
<i>Osmoderma eremita</i>	Eremit	2	x	x	.	.	x	+	9160, 9190, 91F0

Schmetterlinge									
<i>Boloria aquilonaris</i>	Hochmoor-Perlmutterfalter	R	.	.	.	.
<i>Boloria eunomia</i>	Randring-Perlmutterfalter	2	.	.	.	.
<i>Boloria euphrosyne</i>	Silberfleck-Perlmutterfalter	1	.	.	.	.
<i>Euphydryas aurinia</i>	Skabiosen-Schneckenfalter	1	x	.	.	.	x	+	*6230, 6410, 6510, 6520
<i>Gortyna borelii lunata</i>	Haarstrang-Wurzeleule	nb	x	x	.	.	x	+	6410, 6440
<i>Jordanita globulariae</i>	Flockenblumen-Grünwiderchen	G	.	.	.	.
<i>Limenitis populi</i>	Großer Eisvogel	2	.	.	.	.
<i>Lycaena alciphron</i>	Violetter Feuerfalter	1	.	.	.	.	x		
<i>Lycaena helle</i>	Blauschillernder Feuerfalter	1	x	x	.	.	x	+	6520, 6430
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter	2	.	.	.	.	x		
<i>Lycaena virgaureae</i>	Dukaten-Feuerfalter	2	.	.	.	.	x		
<i>Phengaris arion</i>	Thymian-Ameisenbläuling	2	.	x	.	.	x	+	
<i>Phengaris nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	3	x	x	.	.		+	6410, 6440, 6510
<i>Phengaris rebeli</i>	Kreuzenzian-Ameisenbläuling	R	.	.	.	.	x		6210
<i>Phengaris teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	2	x	x	.	.		+	6410, 6440, 6510
<i>Parnassius mnemosyne</i>	Schwarzer Apollo	1	.	x	.	.	x	+	6520
<i>Polyommatus dorylas</i>	Wundklee-Bläuling (Letzter Nachweis in Hessen 2003)	1	.	.	.	.

FFH									
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL	II	IV	V	VSR	HL	BV	Lebensraumtypen
Muscheln									
<i>Anodonta cygnea</i>	Große Teichmuschel	2	.	.	.	.	x		
<i>Margaritifera margaritifera</i>	Flussperlmuschel (Letzter Nachweis in Hessen 2006)	1	x	.	x	.		-	3260
<i>Pisidium amnicum</i>	Große Erbsenmuschel	2	.	.	.	.
<i>Pseudanodonta complanata</i>	Abgeplattete Teichmuschel	1	.	.	.	.	x		3260
<i>Sphaerium rivicola</i>	Fluss-Kugelmuschel	2	.	.	.	.
<i>Unio crassus</i>	Bachmuschel	1	x	x	.	.	x	+	3260
<i>Unio tumidus</i>	Aufgeblasene Flussmuschel	2	.	.	.	.			3260
<i>Unio pictorum</i>	Malermuschel	3	.	.	.	.	x		3260
Schnecken									
<i>Anisus spirorbis</i>	Gelippte Tellerschnecke	2	.	.	.	.
<i>Bythinella compressa</i>	Rhön-Quellschnecke	R	.	.	.	.	x	-	
<i>Bythinella dunkeri</i>	Dunkers Quellschnecke (Letzter Nachweis in Hessen 2005)	3	.	.	.	.		-
<i>Cochlicopa nitens</i>	Glänzende Glattschnecke	1	.	.	.	.
<i>Helix pomatia</i>	Weinbergschnecke	*	.	.	x	.		-	
<i>Helicopsis striata</i>	Gestreifte Heideschnecke (Letzter Nachweis in Hessen 2002)	1	.	.	.	.
<i>Vertigo angustior</i>	Schmale Windelschnecke	3	x	.	.	.			
<i>Vertigo moulinsiana</i>	Bauchige Windelschnecke	1	x	.	.	.			
<i>Viviparus viviparus</i>	Gemeine Flussdeckelschnecke (Letzter Nachweis in Hessen 2002)	2	.	.	.	.

3.2 Liste der durch den Klimawandel potentiell beeinträchtigten Lebensraumtypen Hessens

Für 31 Lebensraumtypen von insgesamt 45, die in Hessen vorkommen, wird von einer erhöhten Gefährdungsdiskposition 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.

Tab. 4: Vom Klimawandel potentiell beeinträchtigte Lebensraumtypen Hessens

Angegeben ist das Natura-Kürzel des Lebensraumtyps (Code) und die Kennzeichnung prioritärer Lebensraumtypen nach FFH-Richtlinie (P).

Code	P	Name des Lebensraumtyps nach Anhang I der FFH-Richtlinie	Gebräuchliche Kurzbezeichnung (BfN)
1340	*	Salzwiesen im Binnenland	Binnenland-Salzstellen
3130		Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoeto-Nanojuncetea	Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer mit Strandlings- oder Zwergbinsen-Gesellschaften
3140		Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen	Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche kalkhaltige Stillgewässer mit Armleuchteralgen
3150		Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions	Natürliche und naturnahe nährstoffreiche Stillgewässer mit Laichkraut oder Froschbiss-Gesellschaften
3160		Dystrophe Seen und Teiche	Dystrophe Stillgewässer
3190		Gipskarstseen auf gipshaltigem Untergrund	Gipskarstseen auf gipshaltigem Untergrund
3260		Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitans und des Callitricho-Batrachion	Fließgewässer mit flutender Wasservegetation
3270		Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des Chenopodion rubri p.p. und des Bidention p.p.	Flüsse mit Gänsefuß- und Zweizahn-Gesellschaften auf Schlammbänken
4030		Trockene europäische Heiden	Trockene Heiden
6210	(*)	Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia)(* besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen)	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien (*orchideenreiche Bestände)
6230	*	Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden	Artenreiche Borstgrasrasen
6410		Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (Molinion caeruleae)	Pfeifengraswiesen
6430		Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe	Feuchte Hochstaudenfluren
6440		Brenndolden-Auenwiesen (Cnidion dubii)	Brenndolden-Auenwiesen
6510		Magere Flachland-Mähwiesen (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)	Magere Flachland-Mähwiesen

Code	P	Name des Lebensraumtyps nach Anhang I der FFH-Richtlinie	Gebräuchliche Kurzbezeichnung (BfN)
6520		Berg-Mähwiesen	Berg-Mähwiesen
7120		Noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore	Renaturierungsfähige degradierte Hochmoore
7140		Übergangs- und Schwingrasenmoore	Übergangs- und Schwingrasenmoore
7220	*	Kalktuffquellen (Cratoneurion)	Kalktuffquellen
7230		Kalkreiche Niedermoore	Kalkreiche Niedermoore
8150		Kieselhaltige Schutthalden der Berglagen Mitteleuropas	Silikatschutthalden der kollinen bis montanen Stufe
8210		Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation	Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation
8220		Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation	Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation
9110		Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum)	Hainsimsen-Buchenwald
9130		Waldmeister-Buchenwald (Asperulo-Fagetum)	Waldmeister-Buchenwald
9160		Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder
9180	*	Schlucht- und Hangmischwälder (Tilio-Acerion)	Schlucht- und Hangmischwälder
9190		Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit Quercus robur	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandböden mit Stieleiche
91D0	*	Moorwälder	Moorwälder
91E0	*	Auenwälder mit Alnus glutinosa und Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)	Erlen-Eschen- und Weichholzaunenwälder
91F0		Hartholzaunenwälder mit Quercus robur, Ulmus laevis, Ulmus minor, Fraxinus excelsior oder Fraxinus angustifolia (Ulmenion minoris)	Hartholzaunenwälder

4 Literatur

Grundlage der Liste „Potentielle Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens“

STREITBERGER, M., ACKERMANN, W., FARTMANN, T., KRIEDEL, J., RUFF, A., BALZER, S., NEHRING, S. (2016): Artenschutz unter Klimawandel: Perspektiven für ein zukunftsfähiges Handlungskonzept. – Naturschutz und biologische Vielfalt 147: 323 S. + 42 S. Anhang.

Zentrale Quellen der Liste „Durch den Klimawandel potentiell beeinträchtigte Lebensraumtypen Hessens“

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.

PETERMANN, J., BALZER, S., ELLWANGER, G., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietsystem Natura 2000. – In: BALZER, S., DIETRICH, M. & BEINLICH, B. (Hrsg.): Natura 2000 und Klimaänderungen. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg, S. 127–148.

Zentrale Quellen der Studie von STREITBERGER et al. (2016)

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.

Kurzbeschreibung:

BEHRENS et al. (2009) führten Empfindlichkeitsanalysen für Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen durch. Als Grundlage für ihre Prognosen dienten Klimaprojektionen, die mit Hilfe des regionalen statistischen Klimamodells STAR für das Land NRW erstellt wurden.

Die Empfindlichkeitsanalyse der **Tierarten** basierte auf den Faktoren Ausbreitungspotenzial, Vektor (im Falle einer passiven Ausbreitung) und Verbundabhängigkeit, sowie einer Kurzbewertung zum Einfluss des Klimawandels auf die Arten im Hinblick auf folgende Kriterien: Temperaturveränderung, Niederschlagsveränderung, Lebensraum, Areal und Lebenszyklus.

Die Empfindlichkeitsanalyse der **Farn- und Blütenpflanzen** basierte auf drei Hauptkriterien: Ellenberger-Zeigerwerte für Temperatur und Feuchte und dem Arealtyp. In einem ersten „Screening“ wurden somit potentiell klimasensitive Arten detektiert. Arten, welche bei allen drei Hauptkriterien im mittleren Toleranzbereich liegen, wurden als nicht klimasensitiv eingestuft und bei der Bewertung nicht weiter betrachtet. In einem zweiten Schritt wurden für die ausgewählten, potenziell klimasensitiven Arten zwei weitere Kriterien in die Bewertung einbezogen: Zum einen die Permeabilität der Landschaft anhand des Kriteriums Stickstoff (Ellenberg-Zeigerwert), zum anderen das Mobilitätspotenzial einer Art anhand der Ausbreitungsfähigkeit und Lebensstrategie.

In der Gesamtbewertung geben BEHRENS et al. (2009) einen negativen, neutralen oder positiven Effekt des Klimawandels auf die untersuchten Arten an. Die Bewertung stellt eine begründete Experteneinschätzung dar.

HANSPACH, J., KÜHN, I., KLOTZ, S. (2013): Risikoabschätzung für Pflanzenarten, Lebensraumtypen und ein funktionelles Merkmal. – 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: 71–85.

Kurzbeschreibung:

HANSPACH et al. (2013) verwendeten statistische Modelle um die Vorkommenswahrscheinlichkeit von 634 Pflanzenarten in Schutzgebieten in Deutschland zu ermitteln (1961–90 versus 2041–55). Damit wurden sowohl relative Arealveränderungen der Schutzgebiete, als auch

relative Artengewinne und -verluste berechnet. Die Berechnungen erfolgten auf der Grundlage von zwei Szenarien mit zwei unterschiedlichen Modellalgorithmen (Generalisierte Lineare Modelle = GLM, Generalisierte Additive Modelle = GAM):

- Szenario 1: kühl-feucht, +2,4 °C,
- Szenario 2: warm-trocken, +2,7 °C

Die Umweltdaten, die zur Kalibrierung der Modelle verwendet wurden, umfassten Klimavariablen, Boden- und Landnutzungsbedingungen.

JAESCHKE, A., REINEKING, B. & BEIERKUHNLEIN, C. (2014): Potenzielle Verbreitungsänderungen von Tierarten der FFH-Richtlinie im Klimawandel. – In: BEIERKUHNLEIN, C., JENTSCH, A., REINEKING, B., SCHLUMPRECHT, H., ELLWANGER, G. (Hrsg.) (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes. Naturschutz und Biologische Vielfalt 137: 71–211. Kurzbeschreibung:

Die potentielle Verbreitungsänderung in Europa wurde für 55 Arten der Anhänge II, IV und V der FFH-Richtlinie ausgehend von der aktuellen Verbreitung der Arten modelliert. Für jede Einzelart wurde eine Ensemble-Modellierung durchgeführt, die neun unterschiedliche Modellalgorithmen vereint. Die Ergebnisse beruhen auf dem Klimamodell HadCM3 und drei unterschiedlichen IPCC-Emissionsszenarien (Stand 2007: „Fourth Assessment Report“, hier nur die Angabe des durchschnittlich prognostizierten Temperaturanstiegs bis 2100: B1: +1,8 °C, A2: +3,4 °C, A1F1: +4,0 °C). Die Modellierungen decken die Zeiträume 2021–2050, 2051–2080 und 2071–2100 ab.

KERTH, G., BLÜTHGEN, N., DITTRICH, C., DWORSCHAK, K., FISCHER, K., FLEISCHER, T., HEIDINGER, I., LIMBERG, J., OBERMAIER, E., RÖDEL, M.-O. & S. NEHRING (2014): Anpassungskapazität naturschutzfachlich wichtiger Tierarten an den Klimawandel. Naturschutz und Biologische Vielfalt 139: 514 S.

Kurzbeschreibung:

In Anlehnung an RABITSCH et al. (2010) wurden 50 Hochrisiko-Tierarten identifiziert, die nach den Beurteilungskriterien ökologische Amplitude, Dispersionsfähigkeit, Klimawandel-Sensitivität der Zone, Vermehrungsrate und Rote-Liste-Status einer besonders hohen Bedrohung durch den Klimawandel ausgesetzt sind. Für diese 50 Arten wurde eine Literaturstudie durchgeführt und deren Anpassungspotential und Reaktionsmöglichkeiten im Hinblick auf die Klimawandelfolgen beschrieben.

KREFT, S. & P.L. IBISCH (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.

Anmerkung:

Die Beurteilung der Artengruppe der Vögel für die Liste der potentiellen Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens wurde durch die Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland durchgeführt. Da die Studie von KREFT & IBISCH (2013) für die Metaanalyse von STREITBERGER et al. (2016) ausgewertet wurde, wird sie hier aus Gründen der Vollständigkeit trotzdem aufgeführt.

POMPE, S., S. BERGER, J. BERGMANN, F. BADECK, J. LÜBBERT, S. KLOTZ, A.-K. REHSE, G. SÖHLKE, S. SATTNER, G.-R. WALTHER, I. KÜHN (2011): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. BfN-Skript 304: 1–98.

Kurzbeschreibung:

Für 845 Arten modellierten POMPE et al. (2011) die potentiellen Verbreitungsareale in Deutschland, basierend auf mehreren Klima-, Boden- und Landnutzungsvariablen. Es wurden Unter-

schiede zwischen den potentiell klimatisch geeigneten Gebieten für zwei Referenzperioden quantifiziert (1961–90 versus 2051–80), mit drei unterschiedlichen Modellalgorithmen (Generalisierte Lineare Modelle = GLM, Generalisierte Additive Modelle = GAM, Random Forest = RF) und für drei alternative Landnutzungs- und Klimaszenarien (SETTELE et al. 2005, SPANGENBERG et al. 2007, verändert nach POMPEL et al. 2011):

- SEDG (Sustainable European Development Goal):
Das Szenario entspricht dem IPPC-Szenario B1 (ca. +2 °C, Stand 2007: "Fourth Assessment Report"). Hierbei wird eine nachhaltige Entwicklung in Sozio-Ökonomie, Energie- und Umweltpolitik angestrebt. Mit dem Ziel einer „gesunden“ Umwelt wird auch die Stabilisierung der „Treibhausgas“-Emissionen fokussiert.
- BAMBU (Business As Might Be Usual):
Das Szenario entspricht dem IPPC-Szenario A2 (ca. +3 °C, Stand 2007: "Fourth Assessment Report"). Es beruht auf der Fortführung aktueller politischer Strategien und Entscheidungen, die auf europäischer Ebene schon getroffen aber national gegenwärtig nicht unbedingt implementiert sind. Der Erhalt von Artenvielfalt fokussiert sich auf den Schutz von Flächen (u. a. Natura 2000).
- GRAS (Growth Applied Strategy):
Das Szenario entspricht dem IPPC-Szenario A1FI (ca. +4 °C, Stand 2007: "Fourth Assessment Report"). Es ist durch ökonomischen Liberalismus gekennzeichnet. Deregulierung, freier Handel, Wachstum und Globalisierung sind Ziele politischer Entscheidungen. Die Umweltpolitik handelt reaktiv anstatt vorsorglich. Artenvielfalt ist kein Schwerpunkt in der Umweltpolitik.

RABITSCH, W., WINTER, M., KÜHN, E., KÜHN, I., GÖTZL, M., ESSL, F., GRUTTKER, H. (Hrsg.) (2010): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt 98: 265 S.

Kurzbeschreibung:

RABITSCH et al. (2010) führten für insgesamt 513 Arten, darunter streng geschützte Arten nach Bundesartenschutzverordnung, Arten der An-

hänge II und IV der FFH-Richtlinie sowie Arten, für die Deutschland eine hohe Verantwortung besitzt, eine Klimasensitivitätsanalyse durch.

Die Klimasensitivitätsanalyse stellt eine Punktebewertung auf der Grundlage von 8 ordinal bewerteten Einzelkriterien dar: Biotopbindung, ökologische Amplitude, Migrationsfähigkeit, Arealgröße, aktuelle Bestandssituation, Vorkommen in klimasensiblen Zonen, Vermehrungsrate und Rote Liste-Status.

SCHLUMPRECHT, H., BITTNER, T., JAESCHKE, A., JENTSCH, A., REINEKING, B., BEIERKUHNEIN, C. (2010): Gefährdungsdiskussion von FFH-Tierarten Deutschlands angesichts des Klimawandels. Eine vergleichende Sensitivitätsanalyse. Naturschutz und Landschaftsplanung 42(10): 293–303.

Kurzbeschreibung:

Die Studie liefert eine Einschätzung der zusätzlichen Gefährdungsdiskussion für alle 157 FFH-Tierarten (Anhänge II, IV und V) im Klimawandel. Diese Einschätzung bezieht sich auf eine definierte Datenbasis zu den ökologischen Eigenschaften der Arten und stellt demnach auch eine Sensitivitätsanalyse dar. Die Ermittlung der Gefährdungsdiskussion erfolgte auf der Grundlage unterschiedlicher ökologischer Eigenschaften der untersuchten Arten: Beurteilung der biogeographischen Eigenschaften, der grundlegenden biologischen Eigenschaften und der physiologischen Anpassungskapazität. Die Gefährdungsdiskussion wurde zudem in Bezug zum aktuellen Rote Liste-Status und FFH-Anhangsstatus der Arten sowie der Klimasensitivität ihrer Habitate bewertet.

TRAUTMANN, S., LAUBE, I., SCHWAGER, M., BÖHNING-GAESE, K. (2013): Sind Vögel vom Klimawandel gefährdet? – Modellierung des Klimawandels auf Vögel. – 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: 103–121.

Anmerkung:

s. KREFT & IBISCH (2013)

Sonstige Quellen

- ALAGADOR, D., CERDEIRA, J. O., ARAÚJO, M. B. (2016): Climate change, species range shifts and dispersal corridors: an evaluation of spatial conservation models. *Methods in Ecology and Evolution* 7: 853–866.
- 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.
- ÅREVALL, J., EARLY, R., ESTRADA, A., WENNERGREN, U., EKLÖF, A. C. (2018): Conditions for successful range shifts under climate change: The role of species dispersal and landscape configuration. *Biodiversity Research* 24: 1598–1611.
- BALZER, S., SSYMANK, A. (2005): Natura 2000 in Deutschland. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 14.
- 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.
- BLANCKENHAGEN, B., LANGE, A. (2015): Bundesstichprobenmonitoring 2015 zur Erfassung der Ameisenbläulingsarten (*Maculinea arion*, *M. nausithous* und *M. teleius*; Arten der Anhänge II und/oder IV der FFH-Richtlinie) in Hessen. Gutachten (*M. arion*). Andreas C. Lange & Alexander Wenzel GbR und Büro für ökologische Gutachten Benno v. Blanckenhagen. Im Auftrag des Landes Hessen vertreten durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Überarbeitete Fassung, Stand: Februar 2017.
- BOTH, C., BOUWHUIS, S., LESSELLS, C. M., VISSER, M. E. (2006): Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441: 81–83.
- BEINLICH, B., LOHR, M., BRUNZEL S., GRAWE F., PLAGGE, D., SCHWEIGER, O., KÜHN, I. (2012): Entwicklung von Anpassungsstrategien seitens des Naturschutzes zum Erhalt hochgradig durch den Klimawandel gefährdeter Lebensgemeinschaften. Abschlussbericht, Borgentreich.
- BURKHARDT, R., FINCK, P., LIEGL, A., RIECKEN, U., SACHTELEBEN, J., STEIOF, K., ULLRICH, K., (2010): Bundesweit bedeutsame Zielarten für den Biotopverbund. Zweite, fortgeschriebene Fassung. Verlag W. Kohlhammer 11: 460–469.
- DAUFRESNE, M., ROGER, M., CAPRA, H., LAMOUREUX, N. (2004): Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhone River: Effects of climatic factors. *Global Change Biology* 10: 124–140.
- DAS (2008) – Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Beschluss des Bundeskabinetts am 17.12.2008. Berlin, 78 S.
- DEVICTOR, V., JULLIARD, R., COUVERT, D., JIGUET, F. (2008): Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proc. R. Soc. B* 275: 2743–2748.
- DREHWALD, U. (2004): Grünes Gabelzahnmoos (*Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb.). Artensteckbrief. – Im Auftrag von Hessen-Forst FENA. Stand: 2005.
- DREHWALD, U. (2014): *Buxbaumia viridis* (Lam. ex DC.) Moug. & Nestl. Grünes Koboldmoos. Artensteckbrief. – Im Auftrag von Hessen-Forst FENA. Stand: 2015.
- DREHWALD, U., TEUBER, D., WOLF, T. (2007): Die Bestandssituation der Moosarten des Anhangs V der FFH-Richtlinie in Hessen. Teil I: Die seltenen und sehr seltenen Arten der Gattung *Sphagnum*. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von Hessen-Forst, Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA)., 65 S. und Anhang. Überarbeitete Fassung, Stand: Juni 2008.
- DREHWALD, U., TEUBER, D., WOLF, T. (2008): Die Bestandssituation der Moosarten des Anhangs V der FFH-Richtlinie in Hessen. Teil II: *Leucobryum glaucum* und die häufigeren Arten der Gattung *Sphagnum* sowie Ergänzungen zu den seltenen und sehr seltenen Arten der Gattung *Sphagnum*. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von Hessen-Forst, Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA)., 166 S. und Anhang. Überarbeitete Fassung, Stand: Oktober 2010.
- FILZ, K. J., SCHMITT, T. (2015): Niche overlap and host specificity in parasitic *Maculinea* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae) as a measure for potential extinction risks under climate change. *Organisms Diversity & Evolution* 15: 555–565.
- FLEISCHER, T., GAMPE, J., SCHEUERLEIN, A., KERTH, G. (2017): Rare catastrophic events drive population dynamics in a bat species with negligible senescence. *Scientific Reports* 7:7370.

- GRAITSON, E., BARBRAUD, C., BONNET, X. (2018): Catastrophic impact of wild boars: insufficient hunting pressure pushes snakes to the brink. *Animal Conservation*. Doi:10.1111/acv.12447.
- HASSALL, C., THOMPSON, D.J. (2008): The effects of environmental warming on Odonata: a review. *International Journal of Odonatology* 11 (2): 131–153.
- HLNUG (2017) – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Fachzentrum Klimawandel und Anpassung (Hrsg.): Land und Forstwirtschaft im Klimawandel. Stand: April 2017.
- HOWARD, C., STEPHENS, P.A., TOBIAS, J.A., SHEARD, C., BUTCHART, S.H.M., WILLIS, S.G. (2018): Flight range, fuel load and the impact of climate change on the journeys of migrant birds. *Proc. R. Soc. B* 285: 20172329.
- HUCK, S. (2007): Artensteckbrief für den Keulen-Bärlapp (*Lycopodium clavatum* L.) – Im Auftrag von Hessen Forst FENA. Überarbeitete Fassung, Stand: August 2009.
- HUCK, S. (2007): Artensteckbrief für den Sprossenden Bärlapp (*Lycopodium annotinum* L.) – Im Auftrag von Hessen Forst FENA. Überarbeitete Fassung, Stand: August 2009.
- HUCK, S. (2007): Artensteckbrief für den Tannen-Bärlapp *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Martens) – Im Auftrag von Hessen Forst FENA. Überarbeitete Fassung, Stand: August 2009.
- HUCK, S. (2007): Artensteckbrief für den Sumpf-Bärlapp (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub) – Im Auftrag von Hessen Forst FENA. Überarbeitete Fassung, Stand: August 2009.
- HUCK, S., SONNBERGER, M. (2007): Gesamthessische Situation der Flachbärlappe der Gattung *Diphasiastrum* Holub (Arten des Anhangs V der FFH-Richtlinie). Verbreitung, Gefährdung und Zustandsbewertung vor dem Hintergrund der Berichtspflichten an die Europäische Kommission. – Im Auftrag von Hessen Forst FENA. Überarbeitete Fassung, Stand: August 2009.
- HUNTLEY, B., GREEN, R.E., COLLINGHAM, Y.C., WILLIS, S.G. (2007): A climatic atlas of European breeding birds. Barcelona, 521 S.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C., RODRIGUES, L. (2005): Bat migration in Europe. A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28: 180 Seiten. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg.
- IPCC (2002): Climate Change and Biodiversity. H Gitay, A Suárez, RT.Watson, DJ Dokken (Hrsg.). Geneva, Schweiz, 85 S.
- IPCC (2013): Summary for Policymakers. – In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 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 [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (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.
- JAESCHKE, A., BITTNER, T., REINEKING, B., BEIERKUHNLEIN, C. (2013): Can they keep up with climate change? – Integrating specific dispersal abilities of protected Odonata in species distribution modelling. *Insect Conservation and Diversity* 6: 93–103.
- JÄHNIG, S., HAASE, P., DOMISCH S., FRÜH, D., SUDERMANN, A. (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Qualität hessischer Fließgewässer. Auftraggeber: Fachzentrum Klimawandel Hessen im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie. Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung. Abschlussbericht, Gelnhausen.
- KOOP, J.H.E., BERGFELD, T., KELLER, M. (2007): Einfluss von extremen Niedrigwasser-Ereignissen und gleichzeitigen „Hitzeperioden“ auf die Ökologie von Bundeswasserstraßen. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 5: 202–209.

- LEUSCHNER, C., SCHIPKA, F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Abschlussbericht eines F+E-Vorhabens zur Erstellung einer Literaturstudie (FKZ: 80383010), im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn. BFN-Skripten 115, 35 S.
- 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.
- LUNDY, M., MONTGOMERY, I., RUSS, J. (2010): Climate change-linked range expansion of Nathusius' pipistrelle bat, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839). *Journal of Biogeography* 37 (12): 2232–2242.
- MASSIMINO, D., JOHNSTON, A., PEARCE-HIGGINS, J. W. (2015): The geographical range of British birds expands during 15 years of warming. *Bird Study*, 62 (4): 523–534.
- MCCAULEY, S. J., HAMMOND, J. I., MABRY, K. (2018): Simulated climate change increases larval mortality, alters phenology, and affects flight morphology of a dragonfly. *Ecosphere* 9 (3): e02151. 10.1002/ecs2.2151.
- MOHSENI, O., STEFAN, H. G., EATON J. G. (2003): Global warming and potential changes in fish habitat in U.S. streams. *Climatic Change* 59: 389–409.
- MØLLER, A. P., RUBOLINI, D., LEHIKONEN, E. (2008): Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 105: 16195–16200.
- ÖBERG, M., ARLT, D., PÄRT, T., LAUGEN, A. T., EGGERS, S., LOW, M. (2014): Rainfall during parental care reduces reproductive and survival components of fitness in a passerine bird. *Ecology and Evolution* 5 (2): 345–356.
- OTT, J. (2010): Dragonflies and climatic changes – recent trends in Germany and Europe. *Bio-Risk* 5: 253–286.
- PARMESAN, C. (2006): Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 637–669.
- PRETZLAFF, I., DAUSMANN, K. H. (2012): Impact of Climatic Variation on the Hibernation Physiology of *Muscardinus avellanarius*. – In: T. Ruf et al. (Hrsg.): *Living in a Seasonal World*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- RABITSCH, W., ESSL, F. (2013): Gewässer: Steigende Temperatur und geändertes Abflussverhalten. – In: ESSL, F., RABITSCH, W. (Hrsg.): *Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz*
- RADFORD, A. N., MCCLEERY, R. H., WOODBURN, R. J. W., MORECROFT, M. D. (2001): Activity patterns of parent Great Tits *Parus major* feeding their young during rainfall. *Bird Study*, 48 (2): 214–220.
- READING, C. J. (2007): Linking global warming to amphibian declines through its effect on female body condition and survivorship. *Oecologia* 151: 125–131.
- 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.
- REICH, M., RÜTER, S., PRASSE, R., MATTHIES, S., WIX, N., ULLRICH, U. (Hrsg.) (2012): *Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel? Naturschutz und Biologische Vielfalt* 122: 170 Seiten. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg.
- RENAULT, D., VERNON, P., VANNIER, G. (2005): Critical thermal maximum and body water loss in first instar larvae of three Cetoniidae species (Coleoptera). *J Thermal Biol* 30: 611–617.
- RIECKEN, U., FINCK, P., RATHS, U., SCHRÖDER, E., SSYMANK, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Zweite fortgeschriebene Fassung 2006. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 34: 318 S.
- RODRÍGUEZ, C., BUSTAMANTE, J. (2003): The effect of weather on lesser kestrel breeding success: can climate change explain historical population declines? *Journal of Animal Ecology* 72: 793–810.
- ROY, D. B., SPARKS, T. H. (2001): Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology* 6: 407–416.
- 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., VLIAGENTHART, A., WYNHOFF, I., SCHWEIGER, O. (Hrsg.) (2008): *Climatic risk atlas of European butterflies* (p. 710). Sofia-Moscow (Pensoft), 710 S.

- SCHERBAUM-HEBERER, C., KOPPMANN-RUMPF, B., DUKOVA, S., JANKA, H. & SCHMIDT, K.-H. (2011): Einfluss des Klimawandels auf die Höhlenkonkurrenz zwischen Vögeln, Kleinsäugetern und Insekten. Abschlussbericht im Rahmen des Forschungsvorhabens INKLIM-A des Fachzentrums Klimawandel Hessen.
- SHERWIN, H. A., MONTGOMERY, W. I., LUNDY, M. G. (2012): The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review*.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000: BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 560 S.
- STUHLBREHER, G., HERMANN, G., FARTMANN, T. (2014): Cold-adapted species in a warming world – an explorative study on the impact of high winter temperatures on a continental butterfly. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 151: 270–279.
- THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., DE SIQUEIRA, M. F., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON, A. T., PHILLIPS, O. L., WILLIAMS, S. E. (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427 (8): 145–148.
- 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.
- TURBILL, C. (2008): Winter activity of Australian tree-roosting bats: influence of temperature and climatic patterns. *Journal of Zoology* 276: 285–290.
- WALLS, S. C., BARICHIVICH, W. J., BROWN, M. E. (2013): Drought, Deluge and Declines: The Impact of Precipitation Extremes on Amphibians in a Changing Climate. *Biology* 2: 399–418.
- WELTZIN, J. F., BRIDGHAM, S. D., PASTOR, J., CHEN, J., HARTH, C. (2003): Potential effects of warming and drying on peatland plant community composition. *Global Change Biology* 9: 141–151.
- WENZEL, A. (2018): Landesmonitoring 2018 zur Erfassung des Skabiosen-Schneckenfalters *Euphydryas aurinia* (Art des Anhangs II der FFH-Richtlinie) in Hessen. Planungsbüro Wenzel. Im Auftrag des Landes Hessen vertreten durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Überarbeitete Fassung, Stand: November 2018.
- WILSON, R. J., MACLEAN, I. M. D. (2011): Recent evidence for the climate change threat to Lepidoptera and other insects. *J Insect Conserv* 15: 259–268.
- ZIZKA, G., MÜLLER, C., GREGOR, T., SCHMIDT, M. (2014): Stark bedrohte Pflanzenarten in Hessen – Arealanalyse und Klimawandel. Senckenberg Forschungszentrum Biodiversität und Klima. Auftraggeber: Fachzentrum Klimawandel Hessen im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Frankfurt/Main.

Rote Liste Quellen

Farn- und Blütenpflanzen: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Hessens, 5. Fassung. Stand 2019

Moose: Rote Liste der Moose Hessens, 1. Fassung. Stand 04/2013.

Fische & Rundmäuler: Rote Liste der Fische und Rundmäuler Hessens (Pisces & Cyclostomata), 4. Fassung Stand 09/2013.

Amphibien & Reptilien: Rote Liste der Reptilien und Amphibien Hessens, 6. Fassung. Stand 11/2010.

Vögel: Rote Liste der bestandsgefährdeten Brutvogelarten Hessens, 10. Fassung. Stand 05/2014.

Säugetiere: Rote Liste der Säugetiere, Reptilien und Amphibien Hessens. Stand 09/1996.

Libellen: Rote Liste der Libellen Hessens, 1. Fassung. Stand 09/1995

Käfer: Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Hessens, 1. Fassung. Stand 11/1997. Rote Liste der Blatthorn- und Hirschkäfer Hessens, Stand 09/2002.

Schmetterlinge: Rote Liste (Gefährdungseinschätzung) der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Hessens, 3. Fassung. Stand 04/2009, Ergänzungen 01/2009. Rote Liste der Widderchen (Lepidoptera: Zygaenidae) Hessens, 1. Fassung. Stand 10/1995.

Schnecken & Muscheln: Rote Liste der Schnecken und Muscheln Hessens, 3. Fassung. Stand 10/1995.

5 Anhang

Anhang 1: Einschätzung der Klimasensibilität „umstrittener Arten“

Die Einschätzung erfolgte auf Grundlage der angegebenen Literatur und Expertenmeinungen. Die Farbgebung der Literaturangaben indiziert die von den Autoren prognostizierte positive (grün) oder negative (rot) Auswirkung des Klimawandels auf die jeweilige Art. Ein „geringes Risiko“ wird ebenfalls in grün dargestellt. Die Farbgebung wird nur auf die zentralen

Quellen der Studie von STREITBERGER et al. (2016) angewandt (vgl. Literaturverzeichnis). Details zu diesen Studien sind ebenfalls im Literaturverzeichnis angegeben. Der rote Kreis ● in der Spalte „Einschätzung HLNUG“ weist darauf hin, dass von einer erhöhten Gefahr durch den Klimawandel ausgegangen wird.

Name	Literaturangaben	Einschätzung HLNUG
<i>Chenopodium urbicum</i> – Straßen-Gänsefuß	<p>BEHRENS et al. (2009) gehen von einem positiven Effekt des Klimawandels auf <i>C. urbicum</i> aus.</p> <p>POMPE et al. (2011) prognostizieren eine geringe Zunahme der potentiell klimatisch geeigneten Gebiete für Szenario 1 und 2 (+ 6.1 % und + 5.3 %) und einen potentiellen Verlust des Areal für Szenario 3 (- 1.3 %).</p> <p>Bei HANSPACH et al. (2013) sind potentielle Verluste der Art in Schutzgebieten für Szenario 1 geringfügig höher als die Gewinne. Für Szenario 2 wird ein Gewinn prognostiziert (bis zu 17 %).</p>	Aufgrund der ökologischen Ansprüche der Art werden aus botanischer Sicht kaum Auswirkungen des Klimawandels auf das Vorkommen der Pflanze in Hessen erwartet.
<i>Conringia orientalis</i> – Gewöhnlicher Ackerkohl	<p>BEHRENS et al. (2009) gehen von einem positiven Effekt des Klimawandels auf <i>C. orientalis</i> aus.</p> <p>POMPE et al. (2011) prognostizieren eine leichte Abnahme der potentiell klimatisch geeigneten Gebiete für alle drei Szenarien (- 4.3 %, - 5.3 %, - 11.2 %).</p>	Aufgrund der ökologischen Ansprüche der Art werden aus botanischer Sicht kaum Auswirkungen des Klimawandels auf das Vorkommen der Pflanze in Hessen erwartet.
<i>Diphasiastrum tristachyum</i> – Zypressen-Flachbärlapp	<p>POMPE et al. (2011) prognostizieren eine Zunahme der potentiell klimatisch geeigneten Gebiete für Szenario 1 und 2 (+ 14.5 % und + 19.7 %) und einen potentiellen Arealverlust für Szenario 3 (- 14.7 %).</p> <p>HANSPACH et al. (2013) prognostizieren bis zu 80 % Verlust an potentiellen Vorkommen in Schutzgebieten für Szenario 2.</p>	● Die Standortansprüche der Art deuten auf eine Klimasensibilität hin.
<i>Salix daphnoides</i> – Reif-Weide	<p>POMPE et al. (2011) prognostizieren eine Zunahme der potentiell klimatisch geeigneten Gebiete für alle drei Szenarien (+ 41.4 %, + 26.4 %, + 30.9 %).</p> <p>HANSPACH et al. (2013) prognostizieren bis zu 74 % Verlust an potentiellen Vorkommen in Schutzgebieten für Szenario 1 und bis zu 89 % Verlust für Szenario 2.</p>	● Eine zusätzliche Gefährdung durch den Klimawandel ist aufgrund des Hauptvorkommens in klimasensiblen Habitaten (Bruch- und Auenwälder) anzunehmen.

Name	Literaturangaben	Einschätzung HLNUG
<i>Bombina variegata</i> – Gelbbauchunke	<p>BEHRENS et al. (2009) gehen aufgrund einer möglichen Arealausdehnung von einem positiven Effekt des Klimawandels auf <i>B. variegata</i> aus. Sie schreiben jedoch auch, dass die Art wegen fehlender Lebensräume kaum davon profitieren wird.</p> <p>JAESCHKE et al. (2014) geben an, dass die Verbreitung der Gelbbauchunke in Zukunft stabil zu bleiben scheint und tendenziell zunehmen könnte. Unter der Annahme einer uneingeschränkten Ausbreitung würde sich das Verbreitungsgebiet der Art in Europa mehr als verdoppeln, in Deutschland würde sich das Gebiet auf den Norden ausdehnen. Bei einer realistischeren Annahme von keiner oder nur sehr geringer Ausbreitung werden nur wenige Verluste projiziert.</p> <p>KERTH et al. (2014) sehen <i>B. variegata</i> vor allem durch potentiell veränderte Regenfallmuster und erhöhte Temperaturen zusätzlich durch den Klimawandel bedroht. Die Klimaerwärmung gefährdet ihrer Meinung nach vor allem die Laichgewässer. Zudem könnten extreme Hitzetage auch das physiologische Limit der Kaulquappen überschreiten.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem mittleren Gefährdungsrisiko der Art durch den Klimawandel aus.</p> <p>Laut REICH et al. (2012) wird die in Deutschland prognostizierte Arealausdehnung keinen Effekt haben, da das Norddeutsche Tiefland bereits jetzt ein klimatisch geeignetes Areal für die Gelbbauchunke darstellt, von ihr jedoch nicht besiedelt wird. Sie gehen demnach davon aus, dass die Unke auch in Zukunft keine geeigneten Lebensräume im Norden finden wird.</p>	<p>● Die Aussagen der Arealmodelle sind für diese Art rein theoretisch und aufgrund von Lebensraum-mangel und limitierter Ausbreitung durch Landschaftsfragmentierung zu vernachlässigen. Lange Dürreperioden stellen eine erhöhte Gefahr für wichtige Teillebensräume, vor allem Laichgewässer, dar. Trotz der Anpassung an zeitweiliges Trockenfallen der Habitate kann davon ausgegangen werden, dass ein zu langes Trockenfallen, insbesondere kleiner Laichgewässer, nicht toleriert werden kann.</p>
<i>Hyla arborea</i> – Laubfrosch	<p>JAESCHKE et al. (2014) prognostizieren einen positiven Effekt auf das Verbreitungsgebiet der Art infolge der Klimaerwärmung.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem niedrigen Gefährdungsrisiko der Art durch den Klimawandel aus.</p> <p>BEHRENS et al. (2009) sehen eine negative Beeinträchtigung des Laubfrosches durch die Klimaveränderung, da die Art wichtige Teillebensräume verlieren wird.</p>	<p>● Ähnlich wie für <i>B. variegata</i> können lange Dürreperioden eine erhöhte Gefahr für wichtige Teillebensräume, vor allem Laichgewässer, darstellen.</p>
<i>Coronella austriaca</i> – Schlingnatter	<p>BEHRENS et al. (2009) gehen davon aus, dass <i>C. austriaca</i> deutlich von der Erwärmung profitieren kann und zählen die Art deshalb zu den Klimagewinnern.</p> <p>JAESCHKE et al. (2014) prognostizieren bei einer realistischen Annahme von keiner oder sehr geringer Ausbreitung (extrem stationäre Art) einen deutlichen Arealverlust in Europa (bis zu -54 %, 2051–2080), vor allem in der atlantischen biogeographischen Region sowie im Süden Europas. In Deutschland würden sich die Verluste auf den Norden und Nordosten beschränken. Als Ursachen werden vor allem die prognostizierte geringere Wasserverfügbarkeit und Dürregefahr im Sommer angegeben.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem mittleren Gefährdungsrisiko der Art durch den Klimawandel aus.</p>	<p>Die Hauptdefizite der Schlingnatterhabitate in Hessen sind eine starke Sukzession und der damit verbundene Mangel an offenen, sonnenbeschienen Teilflächen. Hinzu kommt die Landschaftszerschneidung und mangelnde kleinflächige Strukturiertheit. Direkte, auf den Klimawandel zurückzuführende Nachteile sind in Hessen zunächst nicht erkennbar.</p>

Name	Literaturangaben	Einschätzung HLNUG
<p><i>Emys orbicularis</i> – Sumpfschildkröte</p>	<p>BEHRENS et al. (2009) gehen aufgrund eines möglichen Arealgewinns und höherer Populationsgrößen von einer stark positiven Reaktion von <i>E. orbicularis</i> auf den Klimawandel aus. Trotzdem geben sie in ihrer Gesamtbewertung an, dass die Art aufgrund des Fehlens geeigneter Lebensräume davon nicht profitieren wird.</p> <p>SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer hohen Gefährdungsdiskposition von <i>E. orbicularis</i> aus.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) sehen <i>E. orbicularis</i> durch die Folgen des Klimawandels als stark bedroht an („Hohes Gefährdungsrisiko“).</p>	<p>● Der Klimawandel kann in Hessen durchaus positive Effekte für <i>E. orbicularis</i> mit sich bringen. Längere Wärmeperioden und Niederschlagsarmut im Sommer sind für eine erfolgreiche Reproduktion förderlich und schaffen potentiell neue, klimatisch begünstigte Areale. Trotzdem kann eine mögliche Arealausdehnung aufgrund der Fragmentierung kaum realisiert werden, zudem kann die zusätzliche Gefährdung der Lebensräume von <i>E. orbicularis</i> eine erhöhte Bedrohung für die Art bedeuten.</p>
<p><i>Myotis bechsteinii</i> – Bechsteinfledermaus</p>	<p>JAESCHKE et al. (2014) prognostizieren eine Zunahme des potentiellen Verbreitungsgebietes für <i>M. bechsteinii</i> in Deutschland. Mögliche Abnahmen in der Verbreitung beschränken sich vorwiegend auf Osteuropa.</p> <p>KERTH et al. (2014) sehen <i>M. bechsteinii</i> vor allem durch Lebensraumverluste und eine verringerte Fitness der Weibchen durch den Klimawandel bedroht. Der Verlust von Quartieren in Folge eines stärkeren Nutzungsdrucks auf Wälder, z. B. durch Gewinnung von „Energie“-Holz (SHERWIN et al. 2013), kann als indirekte Auswirkung des Klimawandels angesehen werden. Die verringerte Fitness ist laut KERTH et al. (2014) eine Folge erhöhter Sommertemperaturen, die zu einem Anstieg der Körpergrößen von Weibchen und somit zu schlechteren Überlebenschancen führen.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem mittleren Gefährdungsrisiko der Art durch den Klimawandel aus.</p> <p>FLEISCHER et al. (2017) zeigen in ihrer Studie, dass die Mortalität weiblicher Bechsteinfledermäuse maßgeblich von seltenen Extremereignissen bestimmt wird. Extreme Wetterereignisse, wie sie der Klimawandel in erhöhter Frequenz mit sich bringt, würden somit ein hohes Risiko für <i>M. bechsteinii</i> darstellen.</p> <p>SHERWIN et al. (2012) geben für <i>M. bechsteinii</i> den höchsten in ihrer Studie verwendeten Risikofaktor an („near threatened“ laut IUCN, International Union for Conservation of Nature).</p> <p><i>M. bechsteinii</i> zählt unter den Fledermäusen zu den stationären Arten, die zwischen Sommer- und Winterquartieren nur wenige Kilometer zurücklegen (HUTTERER et al. 2005). Sie ist wenig wanderfreudig und besitzt somit ein geringes Ausbreitungspotential.</p> <p>Es gibt Hinweise, dass die Wochenstuben verstärkt in den wärmebegünstigten Regionen vorkommen und nur selten in Mittelgebirgen über 400 m ÜNN, weshalb sich der Lebensraum bei einer Klimaerwärmung vergrößern würde. Eine Bedrohung würde bestehen, wenn der Klimawandel zu erheblichen Dürrephasen in der Zeit der Jungenaufzucht führt (Matthias Simon, Büro für Landschaftsökologie, schriftliche Mitteilung).</p> <p>Die Bechsteinfledermaus könnte als thermophile Art potentiell von der prognostizierten Klimaerwärmung in Form einer Arealausdehnung profitieren, dies wird sie aufgrund fehlender Lebensräume jedoch kaum realisieren können. Das Trockenfallen kleiner Tümpel und vor allem die erhöhte Energieholznutzung könnten sich hingegen negativ auf die Art auswirken (Dr. Markus Dietz, Institut für Tierökologie und Naturbildung, schriftliche Mitteilung).</p>	<p>● Es gibt deutliche Hinweise auf negative Effekte des Klimawandels auf <i>M. bechsteinii</i>. Diese übersteigen wohlmöglich die potentiell positiven Auswirkungen auf das Verbreitungsgebiet (die höchstwahrscheinlich nicht realisiert werden können).</p>

Name	Literaturangaben	Einschätzung HLNUG
<p><i>Myotis mystacinus</i> – Kleine Bartfledermaus</p>	<p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem niedrigen Gefährdungsrisiko aus.</p> <p>BEHRENS et al. (2009) gehen von einer leicht negativen Reaktion der Art auf den Klimawandel aus. Als Hauptgrund hierfür wird der Rückgang der Nahrungsverfügbarkeit (Mücken) aufgrund von Sommertrockenheit angegeben.</p> <p>Mit Ausnahme des „worst-case“-Szenarios A1FI prognostizieren REBELO et al. (2010) für <i>M. mystacinus</i> unter 28 untersuchten Fledermausarten den größten Arealgewinn bis 2090 (IPCC-Szenarien A2, B1 und B2, bis zu +72%).</p> <p>Nach SHERWIN et al. (2012) ist bei <i>M. mystacinus</i> nicht von einer erhöhten Gefährdung durch den Klimawandel auszugehen („least concern“ laut IUCN, International Union for Conservation of Nature).</p>	<p>● Da die kleine Fledermausart stark von dem Mückenangebot abhängig ist, stellt die Sommertrockenheit eine erhöhte Bedrohung dar. Vor allem das Austrocknen kleiner Wasserstellen im Wald kann zu einem erheblichen Rückgang der Nahrungsverfügbarkeit im Jagdgebiet führen.</p>
<p><i>Pipistrellus nathusii</i> – Rauhaufledermaus</p>	<p>SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer niedrigen Gefährdungsdiskposition von <i>P. nathusii</i> aus.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) geben ein niedriges Gefährdungsrisiko für <i>P. nathusii</i> an.</p> <p>BEHRENS et al. (2009) gehen von einer leicht negativen Reaktion der Art auf den Klimawandel aus. Als Hauptgrund hierfür wird der Rückgang der Nahrungsverfügbarkeit (Mücken) aufgrund von Sommertrockenheit angegeben.</p> <p>Laut SHERWIN et al. (2012) ist bei <i>P. nathusii</i> nicht von einer erhöhten Gefährdung durch den Klimawandel auszugehen („least concern“ laut IUCN, International Union for Conservation of Nature).</p> <p>LUNDY et al. (2010) prognostizieren eine durch den Klimawandel herbeigeführte Verdopplung des potentiellen Areals für <i>P. nathusii</i> im Vereinigten Königreich. Auch für ganz Europa sagen sie eine Arealausdehnung der sehr mobilen Art voraus.</p> <p><i>P. nathusii</i> zählt zu den Langstreckenziehern die regelmäßig über 1 000 km zwischen Wochenstubenhabitaten und Winterquartieren zurücklegen (HUTTERER et al. 2005).</p>	<p>● <i>P. nathusii</i> kommt in Hessen nur als Gast vor. Es sind keine Wochenstuben bekannt. Ob sich das im Zuge des Klimawandels ändern könnte ist jedoch unklar. Da die kleine Art stark von dem Mückenangebot abhängig ist, stellt die Sommertrockenheit eine erhöhte Bedrohung dar. Die erhöhte Energieholznutzung könnte sich ebenfalls negativ auswirken, da die Rauhaufledermaus in ihrem Lebensraum einen hohen Anteil an stehendem Totholz benötigt.</p>
<p><i>Pipistrellus pipistrellus</i> – Zwergfledermaus</p>	<p>SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer niedrigen Gefährdungsdiskposition von <i>P. pipistrellus</i> aus.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) geben ein niedriges Gefährdungsrisiko für <i>P. pipistrellus</i> an.</p> <p>BEHRENS et al. (2009) gehen von einer leicht negativen Reaktion der Art auf den Klimawandel aus. Als Hauptgrund hierfür wird der Rückgang der Nahrungsverfügbarkeit (Mücken) aufgrund von Sommertrockenheit angegeben. Zudem ist laut BEHRENS et al. (2009) die zunehmende Einwanderung der möglichen Konkurrenzart <i>P. khulii</i> aus dem Süden ebenfalls auf Klimaveränderungen zurückzuführen.</p> <p>Laut SHERWIN et al. (2012) ist bei <i>P. pipistrellus</i> nicht von einer erhöhten Gefährdung durch den Klimawandel auszugehen („least concern“ laut IUCN, International Union for Conservation of Nature).</p>	<p>● Ähnlich wie <i>M. mystacinus</i> ist die kleine Art stark von dem Mückenangebot abhängig ist, weshalb die Sommertrockenheit eine erhöhte Bedrohung darstellt.</p>

Name	Literaturangaben	Einschätzung HLNUG
<p><i>Vespertilio murinus</i> – Zweifarbfledermaus</p>	<p>SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer niedrigen Gefährdungsdiskposition von <i>V. murinus</i> aus.</p> <p>BEHRENS et al. (2009) gehen aufgrund von starken Arealregressionen von einer stark negativen Reaktion der Art auf den Klimawandel aus.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für <i>V. murinus</i> an.</p> <p>REBELO et al. (2010) prognostizieren einen starken Rückgang der borealen Art für alle vier modellierten Klimaszenarien (A1FI, A2, B1, B2) für den Zeitraum 2050 – 2090 (bis zu -78 %).</p> <p>Laut SHERWIN et al. (2012) ist bei <i>V. murinus</i> nicht von einer erhöhten Gefährdung durch den Klimawandel auszugehen („least concern“ laut IUCN, International Union for Conservation of Nature).</p> <p><i>V. murinus</i> zählt zu den Langstreckenziehern die regelmäßig über 1 000 km zwischen Wochenstubenhabitaten und Winterquartieren zurücklegen (HUTTERER et al. 2005).</p>	<p>● <i>V. murinus</i> kommt in Hessen nur als Gast vor. Es sind keine Wochenstuben bekannt und es kann davon ausgegangen werden, dass der Klimawandel dazu beiträgt, dass es hier auch in Zukunft keine Fortpflanzungskolonien geben wird. Da sich Hessen an der westlichen Verbreitungsgrenze der Art befindet wäre es möglich, dass <i>V. murinus</i> durch eine Arealverschiebung ganz aus Hessen verschwinden wird.</p>
<p><i>Ophiogomphus cecilia</i> – Grüne Flussjungfer</p>	<p>BEHRENS et al. (2009) geben einen leicht positiven Effekt des Klimawandels auf <i>O. cecilia</i> an.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem niedrigen Gefährdungsrisiko aus.</p> <p>SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer hohen Gefährdungsdiskposition von <i>O. cecilia</i> aus.</p> <p>JAESCHKE et al. (2014) projizieren einen starken Rückgang der aktuellen Verbreitung in Deutschland, da hier die westliche Verbreitungsgrenze der Art liegt, welche sich Richtung Osten verschieben würde.</p> <p>In einem Projekt der Senckenberg Gesellschaft zum Einfluss des Klimawandels auf die biologische Qualität hessischer Fließgewässer wird von einer zunehmenden Eutrophierung ausgegangen, von der vor allem die Makrophyten profitieren werden (bis hin zur starken Verkräutung). Damit sei auch eine Abnahme der ökologischen Qualität verbunden (JÄHNIG & HAASE 2010).</p>	<p>● Die negativen Effekte des Klimawandels auf den Lebensraum übersteigen die potentiell positiven Auswirkungen. Die Larven von <i>O. cecilia</i> sind auf ein sandig-kiesiges Substrat der Gewässersohle angewiesen, mit sehr geringem Makrophytenbewuchs und einer guten Gewässerqualität. Durch den Klimawandel könnten Eutrophierungseffekte gefördert werden, was auch mit einer Abnahme der ökologischen Gewässerqualität einher geht.</p>
<p><i>Euphydryas aurinia</i> – Skabiosen-Schneckenfalter</p>	<p>JAESCHKE et al. (2014) erwarten einen positiven Einfluss des Klimawandels auf <i>E. aurinia</i>, aufgrund des Potentials, sowohl Feucht- als auch Trockenstandorte zu besiedeln. Während in Deutschland neue potentielle Areale entstehen, sind andere europäische Länder, darunter vor allem Frankreich, von großen Verluste betroffen. Dies könnte laut JAESCHKE et al. (2014) eine erhöhte Verantwortung für Deutschland beim Erhalt dieser Art bedeuten.</p> <p>KERTH et al. (2014) sehen keine unmittelbare, klimatisch bedingte Gefährdung der Art, da sie eine relativ breite ökologische Nische, sowie ein recht hohes Dispersionsverhalten aufweist. Als indirekte Folge des Klimawandels wird die Gefahr durch den Grünlandumbruch im Zuge des Ausbaus der Bioenergie genannt.</p> <p>RABITSCH et al. (2010) gehen von einem mittleren Gefährdungsrisiko der Art durch den Klimawandel aus.</p> <p>SETTELE et al. (2008) stufen den Goldenen Schneckenfalter in die niedrigste der in ihrer Studie verwendeten Risikokategorien ein, die besagt, dass der Klimawandel höchstens ein potentielles Risiko für die Art darstellt. Grund dafür sei der Umstand, dass das aktuelle Verbreitungsgebiet kaum auf klimatische Faktoren zurückzuführen sei.</p>	<p>● In Hessen existieren nur noch zwei Inselvorkommen von <i>E. aurinia</i>, eins davon in einem vom Klimawandel potentiell gefährdeten Feuchtstandort. Zudem stören langanhaltende Trockenheitsperioden die Entwicklung der Raupenfutterpflanzen, was zu massivem Nahrungsmangel für die Raupen führen kann.</p>

Anhang 2: Begründete Ergänzung der Liste „Potentielle Klimaverlierer der Tier- und Pflanzenarten Hessens“

Die Tabelle enthält alle, aufgrund der angegebenen Literaturnachweise oder Expertenmeinungen, durch den Klimawandel potentiell beeinträchtigte Arten der

Hessen-Liste sowie weitere (FFH-)Arten, die in der Studie von STREITBERGER et al. (2016) nicht berücksichtigt oder anders eingestuft wurden.

Name	Literaturangaben und Expertenmeinungen
Schmetterlinge	
<i>Boloria aquilonaris</i> – Hochmoor-Perlmutterfalter	BEHRENS et al. (2009) gehen von einer leicht negativen Reaktion des Klimawandels auf die Art aus, da sie an oligotrophe Hoch- und Übergangsmoore gebunden ist, welche stark klimasensible Lebensräume darstellen. Zudem ist <i>B. aquilonaris</i> auf winterkalte Gebiete oder Kaltluftsenken angewiesen.
<i>Boloria eunomia</i> – Randring-Perlmutterfalter	<i>B. eunomia</i> hat ähnliche Habitatsansprüche wie der potentielle Klimaverlierer <i>Lycaena helle</i> . Die Art ist ebenfalls spezialisiert auf den Schlangenknöterich als Raupenfutterpflanze und kommt nur noch in den kühleren Höhenlagen im Vogelsberg vor. Von einer erhöhten Gefährdungsdiskposition durch die Folgen des Klimawandels ist deshalb auszugehen (K.-H. Möller, Regierungspräsidium Gießen, schriftliche Mitteilung).
<i>Gortyna borelii lunata</i> – Haarstrang-Wurzeleule	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an.
<i>Lycaena alciphron</i> – Violetter Feuerfalter	SETTELE et al. (2008) stufen die Klimagefährdung der Art als hoch ein. BEHRENS et al. (2009) prognostizieren einen stark negativen Effekt des Klimawandels auf die boreo-montane Art, hauptsächlich aufgrund der milden Winter.
<i>Lycaena hippothoe</i> – Lilagold-Feuerfalter	SETTELE et al. (2008) stufen die Klimagefährdung der Art als hoch ein. BEHRENS et al. (2009) prognostizieren einen stark negativen Effekt des Klimawandels auf die boreo-montane Art, weil sie an winterkalte Klimate gebunden ist. Teillebensräume der Art (Flachmoore, Zwischenmoore) sind vom Klimawandel stark gefährdete Lebensraumtypen (BEHRENS et al. 2009, PETERMANN et al. 2007, WELTZIN et al. 2003).
<i>Lycaena virgaureae</i> – Dukaten-Feuerfalter	SETTELE et al. (2008) stufen die Klimagefährdung der Art als hoch ein. BEHRENS et al. (2009) prognostizieren einen stark negativen Effekt des Klimawandels auf die boreo-montane Art, weil sie an winterkalte Klimate gebunden ist.
<i>Phengaris arion</i> – Thymian-Ameisenbläuling	SETTELE et al. (2008) sehen ein erhöhtes Risiko für <i>M. arion</i> durch den Klimawandel. BLANCKENHAGEN & LANGE (2015) beobachteten in den Jahren 2015 und 2016 starke Bestandseinbrüche in unterschiedlichen <i>M. arion</i> Habitaten. Als Hauptursache wurde die extrem trockene Witterung im Frühjahr und Sommer in zahlreichen Regionen Hessens genannt. Laut BLANCKENHAGEN & LANGE (2015) führte dies zu verschlechterten Eiablagebedingungen aufgrund mangelnder blühender Thymuspflanzen, sowie einer weniger erfolgreichen Larvalentwicklung in den Ameisennestern. Vermehrtes Auftreten solcher Witterungsextreme können ihrer Meinung nach zum Aussterben der Art auch in Habitaten mit hervorragender Habitatstruktur führen. Generell ist die Art aufgrund des hochspezialisierten Lebenszyklus mit starker Abhängigkeit von der Wirtspflanze und -Ameise potentiell sehr anfällig für die Folgen des Klimawandels (FILZ & SCHMITT 2015).
<i>Phengaris rebeli</i> – Kreuzenzian-Ameisenbläuling	BEINLICH et al. (2012) schreiben, dass sich die heutigen Temperaturen im westlichen Weserbergland bereits am oberen Rand der Sommer-Klimanische der Art befinden. Sie erwarten negative Trends der Bestandsituation unter allen modellierten Szenarien. Zudem beobachteten sie deutliche Auswirkungen der extrem trocken-heißen Witterung in den Frühjahren 2010 und 2011 auf die Raupenfutterpflanze <i>Gentiana cruciata</i> . Vor allem auf südlich exponierten Standorten vertrockneten dort die meisten Pflanzen vor der Blüte, so dass zur Flugzeit der Falter kaum noch geeignete Pflanzen für die Eiablage vorhanden waren. Generell ist die Art aufgrund des hochspezialisierten Lebenszyklus mit starker Abhängigkeit von der Wirtspflanze und -Ameise potentiell sehr anfällig für Änderungen der Umweltbedingungen (FILZ & SCHMITT 2015).

Name	Literaturangaben und Expertenmeinungen
Libellen	
<i>Aeshna juncea</i> – Torf-Mosaikjungfer	BEHRENS et al. (2009) gehen aufgrund der klimasensiblen Lebensräume dieser Art von einer leicht negativen Reaktion aus.
<i>Coenagrion hastulatum</i> – Speer-Azurjungfer	BEHRENS et al. (2009) gehen aufgrund der klimasensiblen Lebensräume dieser Art von einer leicht negativen Reaktion aus.
<i>Coenagrion mercuriale</i> – Helm-Azurjungfer	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an.
<i>Lestes virens</i> – Kleine Binsenjungfer	<i>L. virens</i> ist in Hessen die seltenste Lestiden-Art, die in klimasensiblen Lebensräumen vorkommt. Sie bevorzugt Moorgewässer, was eine erhöhte Bedrohung durch den Klimawandel wahrscheinlich macht (K.-H. Möller, Regierungspräsidium Gießen, schriftliche Mitteilung).
<i>Sympetrum danae</i> – Schwarze Heidelibelle	Als Art, die überwiegend in Moorgewässern vorkommt und deren Bestand stark rückläufig ist, ist eine erhöhte Bedrohung durch den Klimawandel wahrscheinlich (K.-H. Möller, Regierungspräsidium Gießen, schriftliche Mitteilung).
<i>Gomphus flavipes</i> – Asiatische Keiljungfer	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an.
<i>Leucorrhinia caudalis</i> – Zierliche Moosjungfer	JAESCHKE et al. (2013) prognostizieren einen Rückgang der lückenhaften Vorkommen von <i>L. caudalis</i> in Mitteleuropa. Im Norden Deutschlands würden hingegen neue Areale entstehen. <i>L. caudalis</i> könnte vor allem durch eine ungünstige Entwicklung ihrer Lebensräume negativ durch den Klimawandel beeinträchtigt werden (SCHLUMPRECHT et al. 2010: „mittlere zusätzliche Gefährdung“).
Käfer	
<i>Cucujus cinnaberinus</i> – Scharlachkäfer	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an. SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer hohen Gefährdungsdiskposition für den Scharlachkäfer aus.
<i>Limoniscus violaceus</i> – Veilchenblauer Wurzelhalsschnellkäfer	RABITSCH et al. (2010) geben ein hohes Risiko für die Art an.
<i>Osmoderma eremita</i> – Eremit	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an. WILSON & MACLEAN (2011) gehen aufgrund seiner Umweltansprüche von einem negativen Effekt auf <i>O. eremita</i> durch den Klimawandel aus. Erste Larvenstadien von <i>O. eremita</i> reagieren in Laborexperimenten sehr sensitiv auf eine Erhöhung der Lufttemperatur (RENAULT et al. 2005).
Säugetiere	
<i>Muscardinus avellanarius</i> – Haselmaus	Mildere Winter können eine Gefahr für die Winterschlaf haltende Haselmaus sein. Ein häufigeres Erwachen bedeutet Energieverluste, was dazu führen kann, dass die Fettreserven bereits vorzeitig aufgebraucht sind. Erwacht die Haselmaus zu früh aus ihrem Winterschlaf ist die Gefahr groß, dass sie verhungert (PRETZLAFF & DAUSMANN 2012, S. Jokisch, HLNUG, mündliche Mitteilung).
<i>Nyctalus leisleri</i> – Kleiner Abendsegler	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an.
<i>Nyctalus noctula</i> – Großer Abendsegler	REBELO et al. (2010) prognostizieren für die Art sehr große Arealverluste unter fast allen Szenarien (bis zu -25 % bis 2050 und -94 % bis 2090).
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> – Mückenfledermaus	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Risiko für die Art an.
<i>Plecotus auritus</i> – Braunes Langohr	REBELO et al. (2010) prognostizieren für die Art große Arealverluste unter fast allen modellierten Szenarien (bis zu -20 % bis 2020 und -90 % bis 2090).

Name	Literaturangaben und Expertenmeinungen
Fische	
<i>Alburnoides bipunctatus</i> – Schneider	Das Hyporhithral könnte sich bachaufwärts verlagern und an Ausdehnung verlieren. BEHRENS et al. (2009) gehen deshalb von einem leicht negativen Effekt auf <i>A. bipunctatus</i> aus.
<i>Alosa alosa</i> – Maifisch	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an.
<i>Cottus gobio</i> – Groppe	BEHRENS et al. (2009) gehen von einer stark negativen Reaktion von <i>C. gobio</i> auf den Klimawandel aus. Hauptgrund hierfür ist der Verbreitungsschwerpunkt der Art im Rhithral in sauerstoffreichen, kalten Gewässern. RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an.
<i>Rhodeus amarus</i> – Bitterling	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an.
Muscheln	
<i>Anodonta cygnea</i> – Große Teichmuschel	BEHRENS et al. (2009) gehen von einer negativen Reaktion des Klimawandels auf <i>A. cygnea</i> aus, hauptsächlich durch die Hypertrophierung von Still- und/oder Fließgewässern.
<i>Unio pictorum</i> – Malermuschel	BEHRENS et al. (2009) gehen aufgrund erhöhter Wassertemperaturen von einer negativen Reaktion des Klimawandels auf <i>U. pictorum</i> aus.
Krebse	
<i>Astacus astacus</i> – Edelkrebs	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an. Laut KERTH et al. (2014) ist nicht damit zu rechnen, dass sich die Gefährdungsdisposition der Art aufgrund der hohen Plastizität gegenüber Temperaturerhöhungen durch die Klimaerwärmung ändert. Die geringe genetische Varianz, sowie die stark eingeschränkte Mobilität stellen jedoch große, langfristige Probleme für natürliche Anpassungsprozesse im Klimawandel dar.
<i>Austropotamobius torrentium</i> – Steinkrebs	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an. SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer vergleichsweise hohen Gefährdungsdisposition für <i>A. torrentium</i> aus.
Amphibien	
<i>Alytes obstetricans</i> – Geburtshelferkröte	SCHLUMPRECHT et al. (2010) geben für <i>A. obstetricans</i> eine hohe Gefährdungsdisposition an.
<i>Bufo viridis</i> – Wechselkröte	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an.
<i>Pelophylax ridibundus</i> – Seefrosch	SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer vergleichsweise hohen zusätzlichen Gefährdungsdisposition für <i>P. ridibundus</i> aus.
<i>Rana dalmatina</i> – Springfrosch	RABITSCH et al. (2010) geben ein mittleres Gefährdungsrisiko für die Art an.
<i>Rana temporaria</i> – Grasfrosch	SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer vergleichsweise mittleren zusätzlichen Gefährdungsdisposition für <i>R. temporaria</i> durch den Klimawandel aus. Die Modellprojektionen von JÄESCHKE et al. (2014) weisen auf einen starken Rückgang des Verbreitungsgebietes der Art in Europa hin. Auch in Deutschland wird nach ihren Berechnungen ein Großteil der derzeit geeigneten Flächen für <i>E. temporaria</i> verschwinden.
<i>Salamandra salamandra</i> – Feuersalamander	Langanhaltende Trockenheitsperioden gefährden (Teil-) Lebensräume des Feuersalamanders. 2018 führte die Trockenheit zum Austrocknen kompletter Bachoberläufe im Vogelsberg, die als Laichgewässer für den Feuersalamander dienen (Prof. Dr. Ziemek, Institut für Biologiedidaktik der Universität Gießen, mündliche Mitteilung).

Name	Literaturangaben und Expertenmeinungen
<i>Triturus cristatus</i> – Kammmolch	<p>SCHLUMPRECHT et al. (2010) gehen von einer vergleichsweise mittleren zusätzlichen Gefährdungsdiskposition für <i>T. cristatus</i> durch den Klimawandel aus.</p> <p>Ähnlich wie bei anderen Amphibienarten unterliegen auch die Laichgewässer des Kammmolches einer erhöhten Austrocknungsgefahr im Zuge der klimatischen Veränderungen durch den Klimawandel.</p>
Reptilien	
<i>Vipera berus</i> – Kreuzotter	<p>Aktuelle Beobachtungen aus 2018 haben gezeigt, dass bei starker Sommertrockenheit das Nahrungsangebot von jungen Kreuzottern (u. a. junge Amphibien nach der Metamorphose) infolge des Austrocknens der Gewässer geringer wird (Dr. M. Kuprian, HMUKLV, schriftliche Mitteilung). Wesentlich stärker ins Gewicht fallen allerdings die hohen Wildschweinbestände gerade im Spessart und in Osthessen. Aktuelle Untersuchungen aus Belgien (Graitson et al. 2018) haben gezeigt, dass hohe Wildschweinbestände in der Lage sind, Kreuzotterpopulationen auszulöschen. Wildschweine wiederum können von den milderen Wintern profitieren, vor allem durch ein besseres Nahrungsangebot, höhere Reproduktionsraten und ausfallende Wintersterblichkeit (Dr. M. Kuprian, HMUKLV, schriftliche Mitteilung).</p>
Farn- und Samenpflanzen	
<i>Centunculus minimus</i> – Zwerggauchheil	<p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (feucht-nasse Stellen auf Äckern und Waldlichtungen) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Bromus racemosus</i> – Traubige Trespe	<p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Feuchtwiesen) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Campanula baumgartenii</i> – Lanzettblättrige Glockenblume	<p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (montane Waldwiesen) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Carex diandra</i> – Draht-Segge	<p>BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.</p> <p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Sumpfbereiche) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Carex hartmanii</i> – Hartmans Segge	<p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Feuchtwiesen) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Carex hordeistichos</i> – Gersten-Segge	<p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (nasse Salzwiesen) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Carex hostiana</i> – Saum-Segge	<p>BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.</p> <p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (nasse Standorte) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Carex lepidocarpa</i> – Schuppenfrüchtige Gelbsegge	<p>BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.</p> <p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (nasse Standorte) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Selinum dubium</i> – Brenndolde	<p>Die Habitate von <i>S. dubium</i> und somit auch die Art selbst, sind laut ZIZKA et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Das hessische Verbreitungsgebiet ist auf wechselfeuchtes Grünland der Oberrheinebene beschränkt. Die Entwicklung dieses Grünland-Typs dürfte durch eine Erwärmung des Klimas potentiell rückläufig sein. Der Schutz der verbliebenen, sehr kleinflächigen Bestände sollte hohe Priorität haben.“</p>
<i>Coeloglossum viride</i> – Grüne Hohlzunge	<p>Restvorkommen der Art gibt es in Hessen nur noch in montanen Magerrasen, die zu den klimasensiblen Lebensräumen zählen (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>
<i>Dactylorhiza majalis</i> – Breitblättriges Knabenkraut	<p>BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.</p> <p>Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Feucht- und Nasswiesen) (B. E. Frahm-Jaues, HLNUG, schriftliche Mitteilung).</p>

Name	Literaturangaben und Expertenmeinungen
<i>Drosera rotundifolia</i> – Rundblättriger Sonnentau	<i>D. rotundifolia</i> ist eine stark spezialisierte Art, die in hochgradig klimasensiblen Lebensräumen vorkommen (PERTERMANN et al. 2007). Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Moore) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Dryopteris cristata</i> – Kammfarn	Die Habitate von <i>D. cristata</i> und somit auch die Art selbst, sind laut ZIZKA et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Als Pflanze von Kalkmagerrasen sollte die Art aus botanischer Sicht durch eine Erwärmung des Klimas begünstigt werden. Allerdings besiedelt die Pflanze eher frische Böden und ist deshalb in Hessen extrem selten. Wechselfrische Kalkmagerrasen, bereits heute ein sehr seltener Biotoptyp, dürften bei einer Erwärmung des Klimas weiter zurückgehen.“ Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Moore) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Eriophorum angustifolium</i> – Schmalblättriges Wollgras	BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.
<i>Eriophorum latifolium</i> – Breitblättriges Wollgras	BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.
<i>Eriophorum vaginatum</i> – Moor-Wollgras	BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.
<i>Gentiana pneumonanthe</i> – Lungen-Enzian	Die Habitate von <i>G. pneumonanthe</i> und somit auch die Art selbst, sind laut ZIZKA et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Das hessische Verbreitungsgebiet ist auf wechselfeuchtes Grünland der Oberrheinebene beschränkt. Derartiges Grünland dürfte durch eine Erwärmung des Klimas potentiell rückläufig sein. Der Schutz der verbliebenen, sehr kleinflächigen Bestände sollte hohe Priorität haben.“
<i>Gratiola officinalis</i> – Gnadakraut	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Feuchtwiesen) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, mündliche Mitteilung).
<i>Herminium monorchis</i> – Einknollige Honigorchis	Die Habitate von <i>H. monorchis</i> und somit auch die Art selbst, sind laut ZIZKA et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Als Pflanze von Kalkmagerrasen sollte die Art aus botanischer Sicht durch eine Erwärmung des Klimas begünstigt werden. Allerdings besiedelt die Pflanze eher frische Böden und ist deshalb in Hessen extrem selten. Wechselfrische Kalkmagerrasen, bereits heute ein sehr seltener Biotoptyp, dürften bei einer Erwärmung des Klimas weiter zurückgehen.“
<i>Pilosella lactucella</i> – Geöhrttes Mausohrhabichtskraut	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (wechselfeuchtes bis nasses Grünland) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Iris spuria</i> – Wiesen-Schwertlilie	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (wechselfeuchte bis wechsellückene Wiesen) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Leucojum vernum</i> – Märzenbecher	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Feuchtwiesen, Auen- und Schluchtwäldern) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Lilium martagon</i> – Türkenbundlilie	Vorkommen der Art befinden sich in Hessen (teilweise) in klimasensiblen Lebensräumen (in höhergelegenen Kalkbuchenwäldern, Bergmähwiesen, Schluchtwälder mit feucht-kühlem Mikroklima) (D. Mahn, HLNUG, mündliche Mitteilung).
<i>Lycopodium spec.</i> – Bärlappe	Die Bärlappgewächse der Liste haben ihr (Haupt-)Vorkommen in klimasensiblen Lebensräumen. Sie wachsen auf montanen Borstgrasrasen, in Heiden oder Schlucht- und Hangmischwäldern. <i>Lycopodiella inundata</i> und <i>Lycopodium annotinum</i> kommen auch in Moorwäldern, Übergangs- und Schwinggrasemooren und dystrophen Stillgewässern vor (HUCK & SONNBERGER 2007, HUCK 2007, D. Mahn, HLNUG, schriftliche Mitteilung)
<i>Melampyrum sylvaticum</i> – Wald-Wachtelweizen	BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.

Name	Literaturangaben und Expertenmeinungen
<i>Oenanthe peucedanifolia</i> – Haarstrang-Wasserfenchel	Die Habitate von <i>O. peucedanifolia</i> und somit auch die Art selbst, sind laut ZIZKA et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Die Pflanze besiedelt wechselfeuchtes Grünland in Südhessen. Dieser Biotoptyp dürfte durch eine Erwärmung des Klimas deutlich zurückgehen. Bestehende großflächige Gebiete wie der Mönchsbruch sollten hydrologisch stabilisiert werden.“
<i>Pitularia globulifera</i> – Pillenfarn	BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an. Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (nasse Standorte) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, mündliche Mitteilung).
<i>Sedum villosum</i> – Sumpf-Fetthenne	Von einer direkten Beeinträchtigung von <i>S. villosum</i> durch sommerliche Trockenheit ist aufgrund der Sukkulenz nicht auszugehen. Allerdings gibt es ganz offensichtlich einen indirekten negativen Effekt des Klimawandels, da durch die Verlängerung der Vegetationsperiode an Quellstandorten die wüchsige Konkurrenzvegetation begünstigt wird, wodurch Keimung und Aufwachsen der Jungpflanzen beeinträchtigt sind (U. Barth, Projekt „Erhaltungskulturen heimischer Pflanzenarten“, Botanischer Garten Frankfurt am Main, schriftliche Mitteilung).
<i>Serratula tinctoria</i> – Färberscharte	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Pfeifengraswiesen) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Taraxacum sect. Palustris</i> – Sumpf-Löwenzahn	Die Habitate von <i>T. sect. Palustris</i> und somit auch die Art selbst, sind laut ZIZKA et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Die Pflanze ist auf Feuchtgrünland angewiesen und dürfte aus botanischer Sicht durch den Klimawandel beeinträchtigt werden. Allerdings ist die Weiterführung extensiver Grünlandnutzung von Feuchtstandorten der ausschlaggebende Faktor für das weitere Vorkommen der Pflanze in Hessen.“
<i>Thesium pyrenaicum</i> – Wiesen-Leinblatt	BEHRENS et al. (2009) geben einen stark negativen Einfluss des Klimawandels auf die Art an.
<i>Trollius europaeus</i> – Trollblume	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (Feucht- und Bergwiesen) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, mündliche Mitteilung).
<i>Utricularia bremii</i> – Bremis Wasserschlauch	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (subatlantische Moortümpel) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Utricularia minor</i> – Kleiner Wasserschlauch	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (atlantische Moortümpel) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Veronica acinifolia</i> – Drüsiger Ehrenpreis	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (feuchte Standorte) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Wahlenbergia hederacea</i> – Moorglöckchen	Die Habitate von <i>W. hederacea</i> und somit auch die Art selbst, sind laut Zizka et al. (2014) vom Klimawandel bedroht: „Diese ausgeprägt atlantische Pflanze befindet sich im Rest ihres natürlichen hessischen Areals im Mönchsbruchgebiet wegen der Austrocknung dieses Bereiches kurz vor dem Erlöschen. Aus botanischer Sicht dürfte der Klimawandel, bei sonst gleichbleibenden Bedingungen, das Verschwinden des Moosglöckchens herbeiführen.“
Moose	
<i>Anthoceros neesii</i> – Nees' Hornmoos	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (feuchte Äcker) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Buxbaumia viridis</i> – Grünes Koboldmoos	Die Art wächst vorwiegend in höheren und niederschlagsreicheren Lagen, wo meist feuchte Stellen auf Totholz besiedelt werden, die ganz oder teilweise in Bächen liegen (DREHWALD 2014). Die veränderten Niederschlagsmuster und längeren Trockenperioden durch den Klimawandel könnten eine erhöhte Bedrohung für <i>B. viridis</i> darstellen.
<i>Dicranum viride</i> – Grünes Besenmoos	<i>D. viride</i> kommt in klimasensiblen Wald-Lebensräumen auf basenreichem Untergrund vor (u. a. Hainsimsen- und Waldmeister-Buchenwälder, Eichen-Hainbuchenwälder, Schlucht- und Hangmischwälder) (DREHWALD 2004, D. Mahn, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Notothylas orbicularis</i> – Kugel-Hornmoos	Das Hauptvorkommen der Art befindet sich in Hessen in klimasensiblen Lebensräumen (feuchte Äcker) (B. E. Frahm-Jaundes, HLNUG, schriftliche Mitteilung).
<i>Sphagnum spec.</i> – Torfmoose	Die Arten der Gattung <i>Sphagnum</i> sind aufgrund ihrer Lebensraumsprüche als klimasensibel einzustufen. Torfmoose brauchen ausreichend Feuchtigkeit an ihren Wuchsorten und kommen hauptsächlich in Mooren vor (DREHWALD et al. 2007 & 2008, D. Mahn, HLNUG, schriftliche Mitteilung).

Anhang 3: Einschätzung der Klimasensitivität umstrittener Lebensraumtypen

Aufgeführt sind lediglich solche LRTen, die in den beiden angegebenen Studien unterschiedlich bewertet wurden, oder bei denen die Expertenmeinungen (Spalte „Einschätzung HLNUG“) von den Untersuchungsergebnissen der Studien abwichen. Der rote Kreis ● in der Spalte „Einschätzung HLNUG“ weist

darauf hin, dass von einer erhöhten Gefahr durch den Klimawandel ausgegangen wird. Angegeben ist das Natura-Kürzel des Lebensraumtyps (Code) und die Kennzeichnung prioritärer Lebensraumtypen nach FFH-Richtlinie (P).

Code	P	Kurzbezeichnung (BfN)	Petermann et al. (2007)	Behrens et al. (2009)	Einschätzung HLNUG
1340	*	Binnenland-Salzstellen	mittlere Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer
3270		Flüsse mit Gänsefuß- und Zweizahn-Gesellschaften auf Schlammhängen	mittlere Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer
4030		Trockene Heiden	mittlere Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer aufgrund Schwerpunkt-vorkommen in höheren Gebirgslagen
40A0		Subkontinentale peripannonische Gebüsche	mittlere Sensitivität	-	kein Klimaverlierer
6110	*	Basenreiche oder Kalk-Pionierassen	mittlere Sensitivität	leicht positiv	kein Klimaverlierer
6120	*	Subkontinentale basenreiche Sandrasen	mittlere Sensitivität	-	kein Klimaverlierer
6210	(*)	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien (* orchideenreiche Bestände)	hohe Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer, da auch einige frische- und feuchteliebende Arten
6510		Magere Flachland-Mähwiesen	mittlere Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer, da auch einige feuchtegeprägte Standorte
8150		Silikatschutthalden der kollinen bis montanen Stufe	mittlere Sensitivität	stark positiv	● mengenmäßig könnte der LRT zunehmen, die Qualität jedoch gleichzeitig stark abnehmen (Artenausstattung: vor allem bedeutsame alpine Arten natürlicher montaner Basaltblockhalden)
8160	*	Kalkschutthalden der kollinen bis montanen Stufe	mittlere Sensitivität	stark positiv	kein Klimaverlierer
8210		Kalkfelsen mit Felsspaltvegetation	mittlere Sensitivität	stark positiv	● mengenmäßig könnte der LRT zunehmen, die Qualität jedoch gleichzeitig stark abnehmen (Artenausstattung: kühl-feuchte Sonderstandorte mit klimasensiblen Pflanzenarten)
8220		Silikatfelsen mit Felsspaltvegetation	mittlere Sensitivität	stark positiv	● mengenmäßig könnte der LRT zunehmen, die Qualität jedoch gleichzeitig stark abnehmen (Artenausstattung)
8230		Silikatfelsen mit Pionierassen	mittlere Sensitivität	stark positiv	kein Klimaverlierer
9190		Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandböden mit Stieleiche	mittlere Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer, da es auch feuchte Ausprägungen mit Pfeifengrasbeständen gibt
91F0		Hartholzauenwälder	hohe Sensitivität	leicht positiv	● Klimaverlierer



Hessisches Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie
Für eine lebenswerte Zukunft



Biodiversität
in Hessen