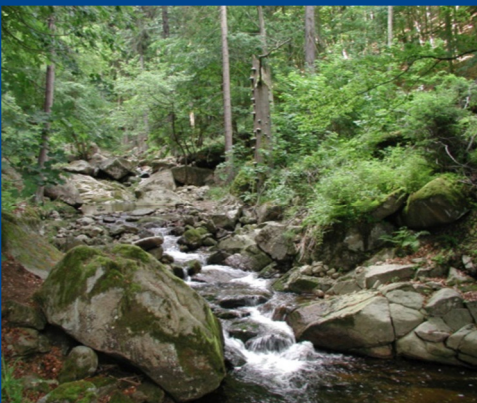




Janine Sybertz & Michael Reich (Hrsg.)

Tierarten im Klimawandel in Harz und Lüneburger Heide



Tierarten im Klimawandel in Harz und Lüneburger Heide

Ergebnisse eines Forschungsvorhabens *)

zusammengestellt und herausgegeben von

Janine Sybertz & Michael Reich

*) „Zukünftige Naturschutzkonzepte für Harz und Lüneburger Heide“,
Teilprojekt im Forschungsverbund "Klimafolgenforschung in Niedersachsen" (KLIFF)
im Verbundprojekt "Ökologische und gesellschaftliche Anpassungsstrategien für
Waldlandschaften an den Klimawandel - Modellregionen Harz und Heide" (KlimaWald)

Gefördert durch Mittel des
Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Hannover: Institut für Umweltplanung, 2018

Herausgeber: Institut für Umweltplanung
 Leibniz Universität Hannover
 Herrenhäuser Straße 2, 30419 Hannover
 www.umwelt.uni-hannover.de

Schriftleitung: Dr. Stefan Rüter

Titelbilder: oben: Fichtenwald mit Totholz im Nationalpark Harz (Foto: Michael Reich);
 Mitte: Heidelandschaft nahe Wilsede (Foto: Janine Sybertz);
 unten: Naturnaher Bachlauf im Nationalpark Harz (Foto: Michael Reich)

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Inhalt

Vorwort	5
SYBERTZ, J. & M. REICH Empfindlichkeit von Tierarten gegenüber den bis zum Ende des 21. Jahrhunderts erwarteten Klimaänderungen in den naturräumlichen Regionen „Harz“ und „Lüneburger Heide und Wendland“	7
SYBERTZ, J. Naturschutzfachliche Prioritäten zur Unterstützung der Anpassung von Tierarten an den Klimawandel in den naturräumlichen Regionen „Harz“ und „Lüneburger Heide und Wendland“	57

Vorwort

Von 2009 bis 2013 förderte das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur im Rahmen des Forschungsverbunds KLIFF „Klimafolgenforschung in Niedersachsen“ das Forschungsprojekt „Zukünftige Naturschutzkonzepte für Harz und Lüneburger Heide“. Ziel des Forschungsprojekts war es, vor dem Hintergrund des Klimawandels in Niedersachsen fachlich fundierte Konzepte zum Erhalt der biologischen Vielfalt bzw. zur Abmilderung der Folgen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt für die Naturräume Harz und Lüneburger Heide zu entwickeln.

Der vorliegende Band stellt die Ergebnisse des Forschungsprojekts bezogen auf die Fauna beider Naturräume vor. Diese Ergebnisse spiegeln den Wissens- und Datenstand zum damaligen Zeitpunkt wider und wurden bisher nur im Rahmen des Forschungsverbunds vorgestellt und in stark aggregierter Form publiziert. Die Veröffentlichung der damaligen Ergebnisse im Detail soll dazu dienen, diese für Dritte, z.B. für spätere Vergleiche insbesondere der artbezogenen Auswertungen, zugänglich zu machen.

Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die finanzielle Förderung. Weiterhin gilt unser besonderer Dank René Hertwig, Prof. Dr. Rüdiger Prasse und Prof. Dr. Michael Rode (Institut für Umweltplanung) für fachliches Feedback und anregende Diskussionen. Für die Bereitstellung der Verbreitungsdaten aus dem Artkataster danken wir dem NLWKN, insbesondere Herrn Thomas Herrmann. Bei Literaturrecherchen und Auswertungen innerhalb des Forschungsprojektes unterstützten uns Brigitte Grötzl, Ruth Tabea Klute und Katharina Niemann, beim Layout und beim Korrekturlesen Birte Neumann und Rebecca Lauterbach, denen wir hierfür herzlich danken. Weiterhin danken wir den Teilnehmern der Expertenbefragung sowie der Workshops im Rahmen des Forschungsprojekts für wertvolle Hinweise und hilfreiche Diskussionen.

Dr. Louise von Falkenhayn möchten wir für das Korrekturlesen der englischen Abstracts danken, Dr. Stefan Rüter für die Schriftleitung und redaktionelle Unterstützung bei der Herausgabe des Bandes.

DIE HERAUSGEBER

Umwelt und Raum	Band 10	57-91	Institut für Umweltplanung, Hannover 2018
-----------------	---------	-------	---

Naturschutzfachliche Prioritäten zur Unterstützung der Anpassung von Tierarten an den Klimawandel in den naturräumlichen Regionen „Harz“ und „Lüneburger Heide und Wendland“

Janine Sybertz

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist es eine wichtige Aufgabe des Naturschutzes, Anpassungsstrategien zu entwickeln und umzusetzen, die Arten das Überleben vor Ort oder die Abwanderung in neue geeignete Lebensräume ermöglichen. Es gibt bereits eine Reihe von Vorschlägen für solche naturschutzfachlichen Anpassungsstrategien - was für die Umsetzung in der Regel fehlt, ist eine hinreichende Konkretisierung von Maßnahmen für die regionale Ebene. Ziel dieser Studie war eine solche Konkretisierung für die beiden niedersächsischen naturräumlichen Regionen Harz und Lüneburger Heide und Wendland, um die Implementierung von Anpassungsstrategien in den regionalen Naturschutz zu fördern. Der Schwerpunkt lag dabei auf den Strategien „Reduzierung derzeitiger Stressoren“ zur Erhöhung der Resilienz von Arten vor Ort und „Schaffung von Biotopverbundstrukturen“ zur Unterstützung der Anpassung durch Wanderung.

Dazu wurden die deutschlandweit wichtigsten Gefährdungsursachen der in Harz und Lüneburger Heide potentiell klimaempfindlichen und naturschutzfachlich besonders relevanten Arten ermittelt und darauf aufbauend art- und lebensraumübergreifende Handlungsprioritäten für Maßnahmen in beiden Naturräumen abgeleitet. Darüber hinaus wurde analysiert, aus welchen Lebensräumen die Arten stammen, die besonders auf Biotopverbundmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel angewiesen sind, um daraufhin Empfehlungen zu geben, auf welche Lebensräume sich solche Maßnahmen prioritär konzentrieren sollten.

Für den Naturraum Harz wird als Anpassung an den Klimawandel vorgeschlagen, prioritär in Maßnahmen zur Verhinderung von Nährstoffeinträgen bzw. Eutrophierung zu investieren, gefolgt von Maßnahmen zur Erhöhung der Konnektivität in der Landschaft und zur Verringerung des Landschaftsverbrauchs, Maßnahmen zur Offenhaltung von Lebensräumen, Maßnahmen zur naturnahen Waldrandgestaltung bzw. Waldbewirtschaftung und Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Feuchtlebensräumen. Im Naturraum Lüneburger Heide sind in erster Linie Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Feuchtlebensräumen wichtig,

gefolgt von Maßnahmen zur Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzung, Maßnahmen zur Offenhaltung von Lebensräumen und Maßnahmen zur Erhöhung der Konnektivität in der Landschaft und zur Verringerung des Landschaftsverbrauchs.

Im Hinblick auf Biotopverbundmaßnahmen ist in beiden naturräumlichen Regionen der Schwerpunkt auf den Lebensraumtyp (trockenes) Offenland zu legen, in der Lüneburger Heide zusätzlich auch auf den Lebensraumtyp Gewässer. Generell ist eine Vergrößerung des Anteils naturschutzrechtlich geschützter bzw. gesicherter Fläche sinnvoll. Zur Beobachtung möglicher Veränderungen und zur Evaluation umgesetzter Maßnahmen wird die Einrichtung von Monitoringprogrammen empfohlen, deren Ergebnisse in ein adaptives Management einfließen. Da die Gefährdungsursachen einiger Arten und somit für sie geeignete Schutzmaßnahmen aufgrund unzureichender Daten zu ihrer Physiologie und Ökologie nicht hinreichend bekannt sind, besteht weiterhin ein erheblicher Bedarf für Grundlagenforschung.

1 Hintergrund

Auswirkungen des Klimawandels sind bereits für zahlreiche Artengruppen dokumentiert worden (vgl. PARMESAN & YOHE 2003) und gelten als große Bedrohung für die globale Biodiversität (SALA et al. 2000, THOMAS et al. 2004). Zwar hat es Klimaveränderungen im Laufe der Erdgeschichte immer wieder gegeben, im Gegensatz zu früheren Zeitaltern erschweren heute aber vor allem anthropogene Stressoren eine notwendige Anpassung der Arten (vgl. LAWLER 2009). Für den Naturschutz ist es daher eine wichtige Aufgabe, Anpassungsstrategien zu entwickeln und umzusetzen, die den negativen Effekten des Klimawandels entgegen wirken.

Es gibt bereits eine Reihe von wissenschaftlichen Empfehlungen, welche Anpassungsstrategien vor dem Hintergrund des Klimawandels naturschutzfachlich sinnvoll sind (vgl. HANNAH et al. 2002, HELLER & ZAVALA 2009, LAWLER 2009, MAWDSLEY et al. 2009). Bislang findet Klimaanpassung jedoch noch zu wenig Berücksichtigung in der naturschutzfachlichen Praxis (HANNAH et al. 2002, ZEBISCH et al. 2005). Viele Akteure sind unsicher, ob, wann und wie Maßnahmen ergriffen werden sollten. Zum einen resultieren diese Zweifel aus den Unsicherheiten über die Auswirkungen des Klimawandels selbst: wie genau wird sich das Klima verändern, wie werden Arten und Lebensräume darauf reagieren und wann werden diese Auswirkungen sichtbar (vgl. LAWLER et al. 2010, SMITH 1997)? Zum anderen ist vielen Praktikern unklar, wie Klimaanpassung konkret in Naturschutzmaßnahmen implementiert werden kann, da die in der wissenschaftlichen Literatur gegebenen Empfehlungen in der Regel eher unkonkret bleiben (vgl. BIESBROEK et al. 2010, HELLER & ZAVALA 2009, LAWLER 2009).

Naturschutzfachliche Anpassungsmaßnahmen vor dem Hintergrund des Klimawandels sollten das Anpassungspotential von Arten und ökosystemaren Prozessen stärken (HULME 2005). Eine

Anpassung von Arten an veränderte Umweltbedingungen kann dabei auf verschiedenen Wegen erfolgen: durch phänotypische oder genotypische Anpassung vor Ort, durch Wanderung in geeignete Gebiete oder durch eine Kombination beider Mechanismen (DANELL et al. 1999, SCHAEFER et al. 2008, VISSER 2008). Dementsprechend bieten sich dem praktischen Naturschutz verschiedene Ansatzpunkte für unterstützende Maßnahmen.

Damit Arten sich vor Ort an veränderte Umweltbedingungen anpassen können, sollte die Resilienz von Populationen erhöht werden (vgl. DODD et al. 2010, LAWLER 2009). Dazu ist es wichtig, derzeit auf die Arten wirkende Stressoren (wie z.B. Fragmentierung und Schadstoffeinträge in Habitats) zu minimieren und so die Verfügbarkeit und Qualität der von den Arten besiedelten Habitats zu verbessern (HELLER & ZAVALATA 2009, HODGSON et al. 2009, LAWLER 2009, MAWDSLEY et al. 2009).

Die Möglichkeit für Arten, sich vor Ort an veränderte Umweltbedingungen anpassen, ist aber begrenzt und vor allem bei langlebigen Organismen mit langen Reproduktionszeiten eingeschränkt (BRADSHAW & HOLZAPFEL 2006, HOFFMAN & SGRÒ 2011). Es wird zudem befürchtet, dass die Geschwindigkeit der klimatischen Veränderungen die mögliche evolutionäre Anpassungsrate vieler Arten übersteigt, so dass auch Maßnahmen zur Unterstützung der Anpassung von Arten durch Wanderung notwendig sein werden (MACE & PURVIS 2008). Sehr häufig wird daher als weitere naturschutzfachliche Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel die Erhöhung der Konnektivität der Landschaft empfohlen, z.B. durch die Schaffung von Korridoren und die Beseitigung von Ausbreitungsbarrieren (HELLER & ZAVALATA 2009, LOSS et al. 2011, MAWDSLEY et al. 2009, VOS et al. 2008).

Eine hohe Konnektivität von Habitats kann auch den Austausch von Populationen und damit ihr genetisches Potential fördern (vgl. LOSS et al. 2011, MACE & PURVIS 2008) und so wiederum die Anpassung vor Ort begünstigen (vgl. PRIMACK 2008, VISSER 2008). Indirekt können sich aber auch Maßnahmen zur Steigerung der Habitatverfügbarkeit und –qualität positiv auf die Konnektivität der Landschaft auswirken und dadurch wiederum die Anpassung der Tierarten durch Wanderung unterstützen (HODGSON et al. 2009, vgl. auch HANNAH et al. 2002). Auch kann die Reduzierung bisheriger Stressoren indirekt die Anpassung von Arten durch Wanderung fördern, da stabile Populationen eher in der Lage sind, als Source-Populationen für die Ausbreitung einer Art in neue geeignete Lebensräume zu fungieren (vgl. DODD et al. 2010, HANNAH et al. 2002). Wichtig bei der Entwicklung naturschutzfachlicher Anpassungsmaßnahmen ist es, den Fokus auf die Landschaftsebene statt auf einzelne Arten zu legen (LAWLER 2009, OPDAM & WASCHER 2004).

Ziel dieser Studie ist es, diese eher allgemein gehaltenen Empfehlungen für Anpassungsmaßnahmen für zwei unterschiedliche naturräumliche Regionen in Niedersachsen - Harz und Lüne-

burger Heide und Wendland - zu konkretisieren und Handlungsprioritäten für den klimawandelbezogenen Naturschutz aufzuzeigen, um so die Implementierung von Klimaanpassung in die naturschutzfachliche Praxis zu stärken. Dazu wird ausgewertet, welche Stressoren derzeit auf die potentiell klimaempfindlichen Arten beider Regionen wirken können und welche Arten von Biotopverbundmaßnahmen als Anpassung an den Klimawandel profitieren, um darauf aufbauend sinnvolle Naturschutzmaßnahmen und Handlungsprioritäten vor dem Hintergrund des Klimawandels zu diskutieren.

2 Methodik

Für potentiell durch den Klimawandel gefährdete Tierarten (nach SYBERTZ & REICH 2018) wurden derzeitige Gefährdungsursachen (nach GÜNTHER et al. 2005) ausgewertet. Basierend darauf wurden artübergreifende, lebensraumbezogene Schutzmaßnahmen abgeleitet, um den Einfluss dieser Stressoren zu reduzieren und die Habitatverfügbarkeit und –qualität für die Arten zu erhöhen. Weiterhin wurde ermittelt, in welchen Lebensräumen besonders viele klimaempfindliche Arten vorkommen, die auf eine Anpassung durch Wanderung und damit auf überregionale Biotopverbundmaßnahmen angewiesen sind (nach REICH et al. 2012). Die Auswertungen sind auf Arten beschränkt, die gegenwärtig auf den niedersächsischen Roten Listen oder Vorwarnlisten stehen bzw. selten sind (Kategorien: 1, 2, 3, G, V, R) (Stand 2012: ALTMÜLLER & CLAUSNITZER 2010, GREIN 2005, KRÜGER & OLTMANNS 2007, LOBENSTEIN 2004, PODLOUCKY & FISCHER 1994). Diese Arten sind schon heute in besonderem Maße negativen Einflüssen ausgesetzt, die bereits zu Bestandsrückgängen geführt haben. Darüber hinaus sind sie aufgrund ihrer Gefährdung und/ oder Seltenheit naturschutzfachlich besonders relevant und aufgrund ihrer z.T. geringen Populationsgröße besonders anfällig für lokale Aussterbeereignisse und weniger flexibel in der Anpassung an Umweltveränderungen (PRIMACK 2008).

Als Untersuchungsgebiete dienen die beiden niedersächsischen naturräumlichen Regionen Harz und Lüneburger Heide und Wendland (nach NLÖ 1993), für die im Rahmen des Forschungsverbunds KLIFF („Klimafolgenforschung in Niedersachsen“, 2009-2013) naturschutzfachliche Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt werden sollten. Diese werden im weiteren Text als (Naturraum) Harz und (Naturraum) Lüneburger Heide bzw. Heide abgekürzt.

Die Einstufung einer Art als potentiell klimaempfindlich beruht auf den Ergebnissen der Empfindlichkeitsanalysen für Brutvögel, Amphibien, Reptilien, Tagfalter, Libellen und Heuschrecken für beide Naturräume (SYBERTZ & REICH 2018). Diese Empfindlichkeitsanalysen beziehen alle Arten mit ein, die auf den niedersächsischen Roten Listen geführt werden (Kategorien: 1, 2, 3, G, V, R) (Stand 2012: ALTMÜLLER & CLAUSNITZER 2010, GREIN 2005, KRÜGER & OLTMANNS 2007, LOBENSTEIN 2004, PODLOUCKY & FISCHER 1994).

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden solche Arten als potentiell klimaempfindlich bezeichnet, die in Bezug auf eines der bei SYBERTZ & REICH (2018) untersuchten Klimaänderungssignale eine erhöhte Empfindlichkeit aufweisen, also alle Arten, die einen Klima-Indexwert von mehr als 0,0 haben. Dies trifft auf 56 Arten im Naturraum Harz und 81 Arten im Naturraum Lüneburger Heide zu. Da viele Arten in beiden Naturräumen vorkommen, wurden insgesamt 97 verschiedene Arten im Hinblick auf ihre derzeitigen Gefährdungsursachen und ihre Angewiesenheit auf Biotopverbundmaßnahmen im Rahmen dieser Studie untersucht.

Die Angaben zu den derzeit auf die Arten einwirkenden Gefährdungsursachen entstammen der deutschlandweiten Analyse von GÜNTHER et al. (2005) und wurden dort in einer umfangreichen bundesweiten Expertenbefragung sowie einer begleitenden Literaturrecherche ermittelt und in einem Gefährdungsursachen-Katalog zusammengestellt, der insgesamt 229 verschiedene Gefährdungsursachen aus 18 Gefährdungsursachen-Komplexen enthält.

Für jede Experteneinschätzung und jede Literaturquelle wurde dort ein eigener Fragebogen pro Art ausgefüllt. Jeder Gefährdungsursache in Kombination mit jeder Art wurde bei GÜNTHER et al. (2005) ein synoptischer Häufigkeitswert (sHW) zugewiesen, der sich aus der Anzahl der Nennungen der Gefährdungsursache in den Fragebögen, der Anzahl der Bögen insgesamt sowie einem Korrekturfaktor errechnet, der die Verbreitung der Art und die Anzahl der Bögen berücksichtigt. Der sHW kann maximal einen Wert von 5,0 erreichen und spiegelt die Bedeutung der Gefährdungsursache für die betreffende Art wider, wobei ein hoher Wert einer hohen Bedeutung der Gefährdungsursache entspricht (ebd.).

Für 17 der 97 potentiell klimaempfindlichen Arten in Harz und Lüneburger Heide lagen keine Angaben zu Gefährdungsursachen bei GÜNTHER et al. (2005) vor. Dies betrifft die Arten Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*), Laubholz-Säbelschrecke (*Barbitistes serricauda*), Säbel-Dornschröcke (*Tetrix subulata*), Langfühler-Dornschröcke (*Tetrix tenuicornis*), Wiesen-Grashüpfer (*Chorthippus dorsatus*), Waldgrille (*Nemobius sylvestris*), Großer Sonnenröschenbläuling (*Aricia artaxerxes*), Silbergrüner Bläuling (*Polyommatus coridon*), Nierenfleck-Zipfelfalter (*Thecla betulae*), Blauer Eichenzipfelfalter (*Neozephyrus quercus*), Krickente (*Anas crecca*), Löffelente (*Anas clypeata*), Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), Wasserralle (*Rallus aquaticus*), Wiesenpieper (*Anthus pratensis*), Ringdrossel (*Turdus torquatus*) und Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*).

Für diese Arten wurden derzeitige Gefährdungsursachen aus Literaturangaben abgeleitet (BAUER et al. 2005a, BAUER et al. 2005b, BAUER & BERTHOLD 1996, DETZEL 1998, EBERT & RENNWALD 1991, GREIN 1995, GREIN 2010, HÖLZINGER 1987, HÖLZINGER 1999, HÖLZINGER 2001, LOBENSTEIN 2003, SETTELE et al. 1999) und den von GÜNTHER et al. (2005) abgegrenzten Gefährdungsursachen zugeordnet. Die Datengrundlage zur Ermittlung der Gefährdungsursachen

dieser zusätzlichen Arten beruht auf Literaturangaben aus artübergreifenden, zusammenfassenden Werken und nicht auf einzelnen Studien oder einer Expertenbefragung. Daher konnte die von GÜNTHER et al. (2005) entwickelte Methodik zur Ermittlung des sHW und damit der Bedeutung der Gefährdungsursachen für die Art auf diese Studie nicht übertragen werden ohne das Gesamtergebnis zu verfälschen. Als Näherung wurde für die zusätzlichen Arten daher wie folgt vorgegangen. Solchen Gefährdungsursachen, die bereits für andere Arten des Naturraums aufgeführt waren, wurde als sHW der durchschnittliche Wert für alle von dieser Gefährdungsursache betroffenen Arten in Harz und Heide zugewiesen. Für Gefährdungsursachen, die bisher nicht für den Naturraum aufgeführt waren, wurde pauschal ein sHW von 0,6 angenommen. Dieser Wert entspricht dem Durchschnitt aller sHW von Gefährdungsursachen potentiell klimaempfindlicher Arten in Harz und Heide.

Für die Ermittlung der wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen, die auf klimaempfindliche Arten in Harz und Lüneburger Heide einwirken, wurden sowohl die Summe der sHW herangezogen als auch die Anzahl der Nennungen von Gefährdungsursachen.

Zunächst wurden die deutschlandweit wichtigsten bzw. häufigsten Gefährdungsursachen für alle potentiell klimaempfindlichen Arten ermittelt (Klima-Indexwert $>0,0$ nach SYBERTZ & REICH 2018; Harz: $n=56$; Heide: $n=81$). Anschließend wurde dieselbe Auswertung noch einmal für besonders gefährdete oder besonders im Fokus des Naturschutzes stehende Untergruppen durchgeführt: Arten mit erhöhter Klimaempfindlichkeit (Klima-Indexwert $>0,5$; Harz: $n=23$; Heide: $n=32$), Arten mit geringem Anpassungspotential (Klima-Indexwert $>0,0$ und Anpassungs-Indexwert $>0,5$ nach SYBERTZ & REICH 2018; Harz: $n=27$; Heide: $n=34$) und Arten, die heute schon vom Aussterben bedroht sind (Klima-Indexwert $>0,0$ und Rote Liste Status 1; Harz: $n=17$, Heide: $n=23$).

Für jede dieser Auswertungen wurde die Rangfolge der Gefährdungsursachen nach Anzahl der Nennungen bzw. Summe des synoptischen Häufigkeitswerts ermittelt. Anschließend wurden über eine Berechnung des Mittelwerts über alle Ränge die 20 wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen für klimaempfindliche Arten in beiden Naturräumen bestimmt.

Auf Basis dieser wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen der Arten in beiden Naturräumen wurden Handlungsprioritäten für den klimawandelbezogenen Naturschutz formuliert, um den zuvor identifizierten „Haupt-Stressoren“ entgegenzuwirken. Die Ableitung dieser Handlungsprioritäten basiert auf einer Literaturanalyse, in der die für die klimaempfindlichen Arten empfohlenen Schutzmaßnahmen, die diesen Stressoren entgegenwirken können, identifiziert und soweit möglich artübergreifend zusammengefasst wurden (ausgewertete Quellen: ALTMÜLLER & CLAUSNITZER 2010, ARBEITSKREIS AMPHIBIEN UND REPTILIEN NORDRHEIN-WESTFALEN 2011, BAUER et al. 2005a, BAUER et al. 2005b, DETZEL 1998, EBERT & RENNWALD 1991, GREIN 2010,

GÜNTHER 1996, NLWKN 2009-2011, SETTELE et al 1999, STERNBERG & BUCHWALD 1999, STERNBERG & BUCHWALD 2000).

Um zu ermitteln, für welche Lebensräume bzw. für welche an diese Lebensräume gebundenen Arten die Schaffung von Biotopverbundstrukturen in den beiden Naturräumen besonders wichtig ist, wurden die Ergebnisse eines Forschungsprojekts von REICH et al. (2012) ausgewertet. In dieser Studie wurden europaweit Arten der faunistischen Artengruppen Vögel, Tagfalter, Amphibien und Reptilien identifiziert, die potentiell durch Arealverschiebungen infolge des Klimawandels in ihrem Bestand gefährdet sind und für die der überregionale Biotopverbund in Deutschland eine geeignete naturschutzfachliche Anpassungsstrategie darstellt. Die Grundlage zur Einschätzung der Gefährdung bildet hier die Auswertung von Modellierungen zur heutigen und zukünftigen Verbreitung von Arten und somit zur zukünftigen Verschiebung des Areals auf Basis ihrer (bio)klimatischen Hülle (ARAÚJO et al. 2006, ARAÚJO 2009, HUNTLEY et al. 2007, SETTELE et al. 2008).

Für die Ableitung von Empfehlungen zur Schwerpunktsetzung für Biotopverbundmaßnahmen wurden sowohl die in den Naturräumen potentiell klimaempfindlichen Arten als auch die nicht klimaempfindlichen gefährdeten Arten berücksichtigt. Hintergrund dafür ist, dass Arten, die in den beiden Naturräumen voraussichtlich nicht von negativen Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein werden, durchaus auf europäischer Ebene aufgrund großer Arealverschiebungen potentiell gefährdet sein können und damit auf die Schaffung von Wanderkorridoren auch in Deutschland bzw. in Harz und Lüneburger Heide angewiesen sind. Mittels Auswertung der Häufigkeit der Nennung von Lebensräumen wurden Prioritäten für den Biotopverbund in beiden Naturräumen ermittelt.

3 Ergebnisse

3.1 Derzeitige Gefährdungsursachen

Insgesamt haben GÜNTHER et al. (2005) für Tierarten in Deutschland 229 verschiedene Gefährdungsursachen identifiziert. Die nach den niedersächsischen Roten Listen gefährdeten und potentiell klimaempfindlichen Tierarten des Naturraums Harz sind davon potentiell von 206 dieser Gefährdungsursachen betroffen, die Tierarten des Naturraums Lüneburger Heide von 218. Zunächst wurden diese Gefährdungsursachen nach Komplexen zusammengefasst ausgewertet (s. Abb.1).

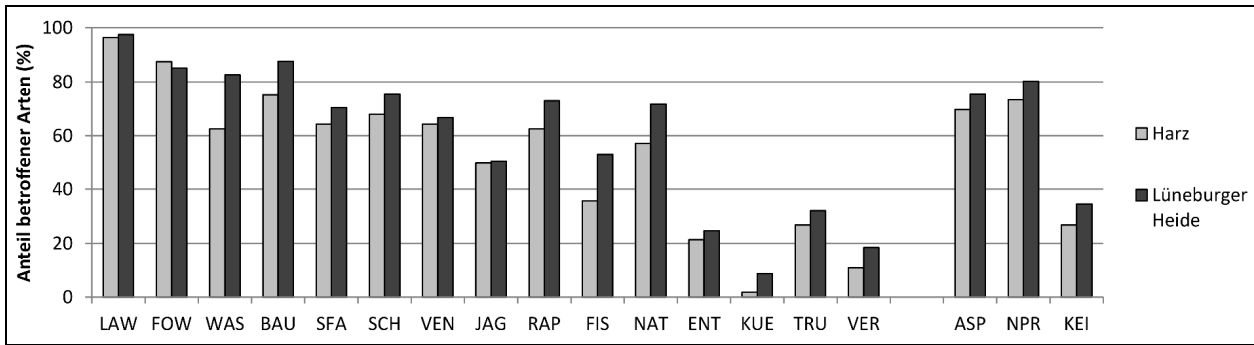


Abb. 1: Prozentualer Anteil potentiell klimaempfindlicher Arten in Harz und Lüneburger Heide, für die bei GÜNTHER et al. (2005) und nach eigenen Auswertungen mindestens eine Gefährdungsursache aus den dargestellten Gefährdungsursachen-Komplexen genannt wurde. Die nicht direkt anthropogenen Gefährdungsursachen sind auf der rechten Seite gesondert dargestellt. Abkürzungen der Komplexe: LAW = Landwirtschaft; FOW = Forstwirtschaft; WAS = Wasserbau, Wassernutzung, Maßnahmen der Gewässerunterhaltung, Schifffahrt; BAU = Bauliche Maßnahmen und Rohstoffgewinnung; SFA = Sport- und Freizeitaktivitäten, Tourismus; SCH = Schadstoff-, Nährstoff-, Licht- und Lärmeinflüsse; VEN = Verkehr und Energie; JAG = Jagd; RAP = Raum- und infrastrukturelle Veränderungen, Planung; FIS = Meeres- und Binnenfischerei, Teichwirtschaft; NAT = Naturschutzmaßnahmen; ENT = Direkte Entnahme und Beseitigung (nicht jagdliche, nicht fischereiliche Nutzung); KUE = Küstenschutz; TRU = Nutzung von Truppenübungsplätzen; VER = Verdrängung durch nicht heimische oder gentechnisch veränderte Organismen; ASP = Art- oder arealbezogene Spezifika, biologische Risikofaktoren; NPR = Natürliche Prozesse und Ereignisse, Klimaeinflüsse; KEI = Keine Gefährdungsursache erkennbar

Neben anthropogenen Gefährdungsursachen spielen auch nicht direkt anthropogene Einflüsse in beiden Naturräumen eine wichtige mögliche Rolle. So wurden für 70 % der Arten des Naturraums Harz und 75 % der Arten des Naturraums Lüneburger Heide mögliche Gefährdungsursachen aus dem Komplex „Artspezifische Risikofaktoren (ASP)“, zu dem eine natürliche Seltenheit oder spezifische Ansprüche der Art zählen, identifiziert und für 73 % der Arten im Harz und 80 % der Arten in der Lüneburger Heide Ursachen aus dem Komplex „Natürliche Prozesse (NPR)“, zu dem beispielsweise eine Gefährdung der Art durch Prädation oder durch Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen gehört.

Zu beachten ist, dass die genannten Gefährdungsursachen bzw. –komplexe deutschlandweiten Bezug haben und somit einzelne Ursachen oder Komplexe in Harz oder Lüneburger Heide nicht zwingend wirksam sind. Dies betrifft z.B. den Komplex „Küstenschutz (KUE)“, der der Vollständigkeit halber mit aufgeführt ist (vgl. Abb. 1).

Um Prioritäten für naturschutzfachliche Maßnahmen zu entwickeln, wurden die jeweils 20 wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen für klimaempfindliche Arten in Harz und Lüneburger Heide ermittelt. Diese werden im Folgenden als „wichtigste Gefährdungsursachen“ bezeichnet. Viele dieser wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen betreffen die Tierarten in beiden Naturräumen. Daher finden sich 13 von 20 Ursachen in beiden Top-20-Listen wieder, allerdings nicht unbedingt an gleicher Position (s. Tab. 1 und 2). Jeweils unter den ersten fünf Rängen und

damit in beiden Naturräumen als potentielle Gefährdungsursachen sehr wichtig sind „Diffuser Nährstoffeintrag“, „Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft“ und „Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen (außer Verbrachung)“, zu der z.B. die Verlandung von Gewässern und die Verbuschung bzw. das Aufkommen von Gehölzen zählt. Diese Gefährdungsursachen sind den Auswertungen zufolge die drei potentiell Wichtigsten für gefährdete und klimempfindliche Tierarten im Naturraum Harz. Im Naturraum Lüneburger Heide belegen sie die Ränge drei bis fünf. Neben der Eutrophierung durch diffuse Stoffeinträge sind für die Arten in beiden Naturräumen aber auch direkte Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlicher oder forstwirtschaftlicher Nutzung („Eutrophierung von Gewässern und Mooren“, „Düngung und Kalkung von Grünland [v.a. Frisch-, Feuchtwiesen und Magerrasen]“ sowie im Harz „Kalkung und Düngung“ von Wäldern und Forsten) als potentielle Gefährdungsursache zu nennen. Zusätzlich zur „Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft“ durch raum- und infrastrukturelle Veränderungen wirkt sich in beiden Naturräumen die „Zerschneidung von Biotopen und Landschaften durch Verkehrswegebau“ potentiell negativ aus.

Für die Arten im Naturraum Harz können die meisten der wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen (7 von 20) dem Gefährdungskomplex „Forstwirtschaft“ zugeordnet werden. Am bedeutsamsten ist dabei die Gefährdungsursache „Entfernung von Waldmantelgehölzen und Saumstrukturen“ mit dem damit einhergehenden Strukturverlust und fehlendem Übergang zum Offenland (vgl. GÜNTHER et al. 2005). Weiterhin können sich „Aufforstungen von Offenstandorten (v.a. von Frisch-, Feucht- und Nasswiesen, Lichtungen sowie Moorstandorten)“ negativ auf viele Arten auswirken sowie der „Ausbau bzw. die Versiegelung von Waldwegen und Holzabfuhrplätzen“, „Kalkung und Düngung“ und die „Umwandlung naturnaher Laubwälder in Nadelforste“.

Für die Arten im Naturraum Lüneburger Heide entstammen die meisten der wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen (8 von 20), darunter auch die beiden wichtigsten, dem Gefährdungskomplex „Landwirtschaft“. An erster Stelle steht dabei die „Trockenlegung von Feuchtgrünland und Kleingewässern“, an zweiter Stelle die „Eutrophierung von Gewässern und Mooren“ durch Düngereinträge und diffuse Stoffeinträge. Weitere mögliche negative Einflüsse der Landwirtschaft betreffen den Umbruch von Grünland- oder Moorstandorten („Innutzungsnahme von Mooren“, „Umwandlung von Grünland in Äcker“) und eine für die Arten ungünstige bzw. zu intensive Bewirtschaftung („Düngung und Kalkung von Grünland (v.a. Frisch-, Feuchtwiesen und Magerrasen), „Wiesenbewirtschaftung“). Aber auch die Nicht-Bewirtschaftung von Flächen („Brachfallen genutzter Frisch-, Feucht-, Nasswiesen“) kann eine Reihe von Arten der Lüneburger Heide gefährden.

Tab. 1: Wichtigste potentielle Gefährdungsursachen für klimaempfindliche Arten im Naturraum Harz absteigend nach Bedeutung

Gefährdungsursache absteigend nach Bedeutung (mit Angabe des übergeordneten Gefährdungskomplexes)	Ø Rang	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen
Diffuser Nährstoffeintrag (Schadstoff-, Nährstoff-, Licht- und Lärmeinflüsse)	2,00	5	1	1	1	1	1	4	2
Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen (außer Verbrachung) (Natürliche Prozesse und Ereignisse, Klimaeinflüsse)	3,13	2	3	3	2	4	2	3	6
Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft (Raum- und infrastrukturelle Veränderungen, Planung)	3,13	3	1	4	5	7	3	1	1
Entfernung von Waldmantelgehölzen und Saumstrukturen (Forstwirtschaft)	7,75	1	18	2	8	3	18	2	10
Zerschneidung von Biotopen und Landschaften durch Verkehrswegebau (Verkehr und Energie)	7,88	12	6	13	8	10	5	7	2
Spezifische, komplexe Ansprüche oder enge Einnischung (Art- oder arealbezogene Spezifika, biologische Risikofaktoren)	9,00	20	4	11	8	13	5	9	2
Aufforstung von Frisch-, Feucht- und Nasswiesen (Forstwirtschaft)	9,63	11	8	8	8	9	3	12	18
Aufforstung von Lichtungen (Forstwirtschaft)	9,88	14	15	5	2	8	9	16	10
Entwässerung und Aufforstung von Moorstandorten (Forstwirtschaft)	10,00	7	10	9	20	2	12	6	14
Ausbau, Versiegelung von Waldwegen, Holzabfuhrplätzen (Forstwirtschaft)	11,25	13	15	12	8	12	12	8	10
Trockenlegung von Feuchtgrünland und Kleingewässern (Landwirtschaft)	13,38	4	6	22	25	14	12	10	14
Fehlende Pflege (Naturschutzmaßnahmen)	13,88	26	10	20	8	17	5	19	6

Gefährdungsursache absteigend nach Bedeutung (mit Angabe des übergeordneten Gefährdungskomplexes)	Ø Rang	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen
Eutrophierung von Gewässern und Mooren (Landwirtschaft)	14,38	8	22	15	25	5	9	13	18
Straßenbau (Verkehr und Energie)	14,50	22	8	16	5	28	18	17	2
Kalkung und Düngung (Forstwirtschaft)	17,00	25	18	17	8	18	8	28	14
Natürliche Seltenheit (Art- oder arealbezogene Spezifika, biologische Risikofaktoren)	17,75	34	15	27	2	25	9	22	8
Düngung und Kalkung von Grünland (v.a. Frisch-, Feuchtwiesen und Magerrasen) (Landwirtschaft)	17,88	6	14	6	16	21	34	20	26
Umwandlung naturnaher Laubwälder in Nadelholzforste (Forstwirtschaft)	19,75	15	33	7	25	16	31	5	26
Grundwasserabsenkung (Wasserbau, Wassernutzung, Maßnahmen der Gewässerunterhaltung, Schifffahrt)	20,63	10	10	38	32	24	12	21	18
Brachfallen genutzter Frisch-, Feucht-, Nasswiesen (Landwirtschaft)	21,00	16	29	10	25	11	18	18	41
Bebauung (Siedlung, Gewerbe, Industrie) (Bauliche Maßnahmen und Rohstoffgewinnung)	21,13	23	10	35	5	38	18	30	10
Aufforstung bis dicht an das Biotop (Forstwirtschaft)	21,63	35	18	32	8	26	12	34	8
Umwandlung von Grünland in Äcker (Landwirtschaft)	23,38	9	4	28	16	50	25	37	18
Abtorfung von Mooren (Bauliche Maßnahmen und Rohstoffgewinnung)	26,25	18	38	24	32	6	25	14	53

Tab. 2: Wichtigste potentielle Gefährdungsursachen für klimaempfindliche Arten im Naturraum Lüneburger Heide absteigend nach Bedeutung

Gefährdungsursache absteigend nach Bedeutung (mit Angabe des übergeordneten Gefährdungskomplexes)	Ø Rang	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen
Trockenlegung von Feuchtgrünland und Kleingewässern (Landwirtschaft)	1,63	1	1	2	1	1	2	2	3
Eutrophierung von Gewässern und Mooren (Landwirtschaft)	3,75	3	6	1	1	5	3	4	7
Diffuser Nährstoffeintrag (Schadstoff-, Nährstoff-, Licht- und Lärmeinflüsse)	4,25	10	2	7	4	2	1	6	2
Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen (außer Verbrachung) (Natürliche Prozesse und Ereignisse, Klimaeinflüsse)	5,00	9	5	6	9	4	3	1	3
Grundwasserabsenkung (Wasserbau, Wassernutzung, Maßnahmen der Gewässerunterhaltung, Schifffahrt)	5,25	2	2	3	3	6	7	10	9
Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft (Raum- und infrastrukturelle Veränderungen, Planung)	5,25	8	2	5	4	12	7	3	1
Innutzungsnahme von Mooren (Landwirtschaft)	5,63	5	7	4	4	3	5	8	9
Entwässerung und Aufforstung von Moorstandorten (Forstwirtschaft)	10,88	12	16	8	18	10	13	5	9
Spezifische, komplexe Ansprüche oder enge Einnischung (Art- oder arealbezogene Spezifika, biologische Risikofaktoren)	11,38	19	9	12	8	15	7	14	7
Fehlende Pflege (Naturschutzmaßnahmen)	13,50	23	10	25	18	13	5	11	3
Grundwasserabsenkung (Trinkwasser) (Wasserbau, Wassernutzung, Maßnahmen der Gewässerunterhaltung, Schifffahrt)	14,13	18	11	20	9	19	10	17	9
Natürliche Seltenheit (Art- oder arealbezogene Spezifika, biologische Risikofaktoren)	14,25	20	20	11	4	17	13	15	14

Gefährdungsursache absteigend nach Bedeutung (mit Angabe des übergeordneten Gefährdungskomplexes)	Ø Rang	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Rote-Liste-1-Art Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Summe sHW	Klima-Indexwert > 0,0 Anpassungs-Indexwert > 0,5 Rang nach Anzahl Nennungen
Düngung und Kalkung von Grünland (v.a. Frisch-, Feuchtwiesen und Magerrasen) (Landwirtschaft)	15,13	7	14	14	12	9	21	20	24
Zerschneidung von Biotopen und Landschaften durch Verkehrswegebau (Verkehr und Energie)	15,38	15	14	30	15	22	15	9	3
Bebauung (Siedlung, Gewerbe, Industrie) (Bauliche Maßnahmen und Rohstoffgewinnung)	16,88	13	8	28	9	26	15	22	14
Umwandlung von Grünland in Äcker (Landwirtschaft)	17,13	4	11	13	18	18	29	25	19
Wiesenbewirtschaftung (Landwirtschaft)	18,88	6	24	17	25	7	24	24	24
Brachfallen genutzter Frisch-, Feucht-, Nasswiesen (Landwirtschaft)	20,00	14	25	22	29	8	11	19	32
Straßenbau (Verkehr und Energie)	23,13	35	17	26	15	39	21	23	9
Art lebt an Arealgrenze (Art- oder arealbezogene Spezifika, biologische Risikofaktoren)	26,88	31	28	9	15	43	36	34	19
Häufige Grabenräumung, Grabenfräsen (Landwirtschaft)	27,38	21	20	10	15	37	24	55	37
Entfernung von Waldmantelgehölzen und Saumstrukturen (Forstwirtschaft)	38,63	27	68	39	64	21	64	7	19

Insgesamt sind Entwässerungen und Grundwasserabsenkungen aber auch die Innutzungnahme bzw. Zerstörung von Feuchtlebensräumen durch Land- oder Forstwirtschaft für klimaempfindliche Arten im Naturraum Lüneburger Heide als sehr bedeutsame mögliche Gefährdungsursachen zu sehen (vgl. Tab. 2). Entwässerungen und Grundwasserabsenkungen spielen auch bei den Arten des Harzes eine mögliche Rolle (vgl. Tab. 1), aber in geringerem Ausmaß als bei den Arten der Lüneburger Heide.

Neben Einflüssen aus Land- und Forstwirtschaft tritt auch der allgemeine Flächenverbrauch und die damit verbundene Zerstörung von Biotopen für die Arten beider Naturräume als mögliche Gefährdungsursache in Erscheinung: für die Arten im Naturraum Lüneburger Heide als „Bebauung (Siedlung, Gewerbe, Industrie)“, für die Arten im Naturraum Harz als „Straßenbau“ sowie „Tourismus und Freizeitinfrastruktur“.

Für die Arten beider Naturräume spielen, wie bereits bei der Analyse der Gefährdungskomplexe (vgl. Abb. 1) sichtbar wird, neben möglichen anthropogenen Gefährdungsursachen auch biologische Risikofaktoren eine Rolle, die keinen direkten anthropogenen Einflüssen unterliegen. Dazu zählen „Spezifische, komplexe Ansprüche oder enge Einnischung“ einer Art und ihre „Natürliche Seltenheit“. Auch die „Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen“ ist als natürlicher Prozess anzusehen, dem aber durch naturschutzfachliche Pflegemaßnahmen oder anderweitige Nutzung entgegengewirkt werden kann. Dementsprechend ist auch „Fehlende Pflege“ von Seiten des Naturschutzes für die Arten in beiden Naturräumen als wichtige mögliche Gefährdungsursache anzusehen.

3.2 Möglichkeiten zur Mitigation dieser Gefährdungsursachen

Im Folgenden werden art- und lebensraumübergreifende Prioritäten für naturschutzfachliche Klimaanpassungsmaßnahmen vorgestellt, die den thematisch gruppierten möglichen Gefährdungsursachen für jeden Naturraum zugeordnet sind. Die Maßnahmen wurden auf Basis der Literaturanalyse zu empfohlenen Schutzmaßnahmen für die potentiell klimaempfindlichen Arten abgeleitet. Sie sind absteigend nach ihrer Bedeutung auf Grundlage des Ranges der ihr zugeordneten Gefährdungsursachen aufgeführt. Weiterhin sind konkrete Beispiele zur Umsetzung angegeben.

Naturraum Harz:

1. Maßnahmen zur Verhinderung von Nährstoffeinträgen/ Eutrophierung

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Diffuser Nährstoffeintrag (SCH)*“, „*Eutrophierung von Gewässern und Mooren (LAW)*“, „*Kalkung und Düngung (FOW)*“, „*Düngung und Kalkung von Grünland (v.a. Frisch-, Feuchtwiesen und Magerrasen) (LAW)*“)

Beispiele: Anlage von Uferrandstreifen/ Pufferzonen zu intensiv genutzten Gebieten für Gewässer, Moore und andere sensible Lebensräume; Vermeidung von Kalkeinträgen in Moore und andere sensible Lebensräume bei Bekalkung von Wäldern; ggf. Entschlammung von durch Eutrophierung verlandeten Gewässern; ggf. Aushagerung von Fettwiesen; Förderung von extensiver Landbewirtschaftung, auch auf überregionaler Ebene

2. Maßnahmen zur Erhöhung der Konnektivität in der Landschaft und zur Verringerung des Landschaftsverbrauchs

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft (RAP)*“, „*Zerschneidung von Biotopen und Landschaften durch Verkehrswegebau (VEN)*“, „*Straßenbau (VEN)*“, „*Tourismus und Freizeitinfrastruktur (SFA)*“)

Beispiele: Sicherung bestehender Vorkommen der wertgebenden Arten und Korridore sowie Schutz vor Fragmentierung und Überbauung; Schaffung geeigneter Korridore und Trittsteinbiotope zur Anbindung isolierter Populationen, je nach Anspruch der Arten z.B. durch Neuanlage oder Sanierung von Teichen und Gräben oder durch Anlage von Brach- und Extensivflächen, extensiv genutzten Randstreifen sowie Wiederaufnahme einer artgerechten Bewirtschaftung zu stark verbrauchter Flächen im Sinne eines Biotopverbundes

3. Maßnahmen zur Offenhaltung von Lebensräumen

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen (außer Verbrachung) (NPR)*“, „*Aufforstung von Frisch-, Feucht- und Nasswiesen (FOW)*“, „*Aufforstung von Lichtungen (FOW)*“, „*Entwässerung und Aufforstung von Moorstandorten (FOW)*“, „*Fehlende Pflege (NAT)*“)

Beispiele: Keine Aufforstung von naturschutzfachlich wertvollem Offenland; Sukzession in Offenland durch geeignete Pflegemaßnahmen (Mahd, Beweidung, Entkusselung usw.) oder geeignete Nutzungen (extensive Bewirtschaftung) entgegenwirken; Förderung der Dynamik von Lebensräumen (Zulassen von Rutschungen etc.); ggf. Schaffung von Pionierlebensräumen durch Abschieben von Oberboden; Erhalt lichter Waldformen und offener Waldstandorte; Pflegemaßnahmen an Still- und Fließgewässern (extensive, naturverträgliche Entkrautung/ Räumung von Gräben, Entschlammung von Stillgewässern)

4. Maßnahmen zur naturnahen Waldrandgestaltung/ Waldbewirtschaftung

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Entfernung von Waldmantelgehölzen und Saumstrukturen (FOW)*“, „*Aufforstung von Lichtungen (FOW)*“, „*Ausbau, Versiegelung von Waldwegen, Holzabfuhrplätzen (FOW)*“, „*Kalkung und Düngung (FOW)*“, „*Umwandlung naturnaher Laubwälder in Nadelholzforste (FOW)*“)

Beispiele: Erhalt naturnaher Laubwälder; Umwandlung nicht standortgerechter Nadelholz- in standorttypische Laubholzbestände; Erhalt und Förderung lichter Waldformen und offener Waldstandorte; Schaffung und Pflege naturnaher, struktur- und krautreicher Waldsäume und Erhöhung des Grenzlinienanteils im Wald; Erhalt und Förderung von Alt- und Totholz; keine Neuversiegelung unbefestigter Waldwege, ggf. Entsiegelung bzw. Rückbau des Wegenetzes

5. Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Feuchtlebensräumen

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Aufforstung von Frisch-, Feucht- und Nasswiesen (FOW)*“, „*Entwässerung und Aufforstung von Moorstandorten (FOW)*“, „*Trockenlegung von Feuchtgrünland und Kleingewässern (LAW)*“, „*Grundwasserabsenkung (WAS)*“)

Beispiele: Schutz der verbliebenen Moore und Feuchtwiesen; Renaturierung degradierter Hochmoore; Wiedervernässung von Feuchtwiesen und Niedermooren; Verhinderung von Grundwasserabsenkungen und Drainagen; Rückbau von Entwässerungsanlagen; Verzicht auf Meliorationsmaßnahmen und Aufforstungen von Moor- und Wiesenstandorten; Erhalt, Pflege und Neuanlage von temporären und permanenten Gewässern

Naturraum Lüneburger Heide:

1. Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Feuchtlebensräumen

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Trockenlegung von Feuchtgrünland und Kleingewässern (LAW)*“, „*Grundwasserabsenkung (WAS)*“, „*Innutzungsnahme von Mooren (LAW)*“, „*Entwässerung und Aufforstung von Moorstandorten (FOW)*“, „*Grundwasserabsenkung (Trinkwasser) (WAS)*“, „*Aufforstung von Frisch-, Feucht- und Nasswiesen (FOW)*“, „*Umwandlung von Grünland in Äcker (LAW)*“, „*Verfüllung von Kleingewässern (LAW)*“)

Beispiele: Schutz der verbliebenen Moore und Feuchtwiesen; kein Torfabbau; kein weiterer Grünlandumbruch; Renaturierung degradierter Hochmoore; Wiedervernässung von Feuchtwiesen und Niedermooren; Verhinderung von Grundwasserabsenkungen und Drainagen; Rückbau von Entwässerungsanlagen; Verzicht auf Meliorationsmaßnahmen und Aufforstungen von Moor- und Wiesenstandorten; Sicherung von Retentionsflächen; Erhalt, Pflege und Neuanlage von temporären und permanenten Gewässern

2. Maßnahmen zur Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzung

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Eutrophierung von Gewässern und Mooren (LAW)*“, „*Diffuser Nährstoffeintrag (SCH)*“, „*Düngung und Kalkung von Grünland (LAW)*“, „*Umwandlung von Grünland in Äcker (LAW)*“, „*Wiesenbewirtschaftung (LAW)*“)

Beispiele: Förderung von extensiver Landbewirtschaftung mit geringeren Düngergaben; Erhalt bzw. Wiederherstellung von (feuchten) Grünlandflächen; Rückumwandlung von Acker in Grünland; zeitlich und räumlich differenzierte Mahd von Flächen in Abhängigkeit von den Ansprüchen der wertgebenden Arten; Anlage von Uferrandstreifen/ Pufferzonen für Gewässer, Moore und andere sensible Lebensräume in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten; Aushagerung von Fettwiesen

3. Maßnahmen zur Offenhaltung von Lebensräumen

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Sukzession in nicht genutzten Lebensräumen (außer Verbrachung) (NPR)*“, „*Entwässerung und Aufforstung von Moorstandorten (FOW)*“, „*Fehlende Pflege (NAT)*“, „*Aufforstung von Frisch-, Feucht- und Nasswiesen (FOW)*“, „*Brachfallen genutzter Frisch-, Feucht- und Nasswiesen (LAW)*“)

Beispiele: Keine Aufforstung von naturschutzfachlich wertvollem Offenland; Sukzession in Offenland durch geeignete Pflegemaßnahmen (Mahd, Beweidung, Entkusselung, Plaggen usw.) oder geeignete Nutzungen (extensive Bewirtschaftung, ggf. auch Freizeitnutzungen wie Motocross) entgegenwirken; Förderung der Dynamik von Lebensräumen (Zulassen von Rut-

schungen etc.); ggf. Schaffung von Pionierlebensräumen durch Abschieben von Oberboden; Pflegemaßnahmen an Still- und Fließgewässern (extensive, naturverträgliche Entkrautung/ Räumung von Gräben, Entschlammung von Stillgewässern)

4. Maßnahmen zur Erhöhung der Konnektivität in der Landschaft und zur Verringerung des Landschaftsverbrauchs

(zugeordnete Gefährdungsursachen: „*Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft (RAP)*“, „*Zerschneidung von Biotopen und Landschaften durch Verkehrswegebau (VEN)*“, „*Bebauung (Siedlung, Gewerbe, Industrie) (BAU)*“)

Beispiele: Sicherung bestehender Vorkommen der wertgebenden Arten und Korridore sowie Schutz vor Fragmentierung und Überbauung; Schaffung geeigneter Korridore und Trittsteinbiotoppe zur Anbindung isolierter Populationen, je nach Anspruch der Arten z.B. durch Neuanlage oder Sanierung von Teichen, Gräben o.ä. in unzerschnittenen Gewässerverbundsystemen oder durch Anlage von Brach- und Extensivflächen, extensiv genutzten Randstreifen sowie Wiederaufnahme einer artgerechten Bewirtschaftung zu stark verbrachter Flächen im Sinne eines Biotopverbundes

Die Gefährdungsursachen „Natürliche Seltenheit“ und „Spezifische, komplexe Ansprüche oder enge Einnischung“ wurden in beide Maßnahmenkataloge nicht mit einbezogen, da sie nicht direkt anthropogenen Einflüssen unterliegen. Arten, die durch diese Ursachen gefährdet sind, werden allerdings indirekt durch eine Vielzahl der aufgeführten Maßnahmen begünstigt.

3.3 Handlungsprioritäten für Biotopverbundmaßnahmen

Von den nach den niedersächsischen Roten Listen gefährdeten Tierarten sind nach Auswertung der Daten von REICH et al. (2012) 16 Arten des Naturraums Harz und 31 Arten des Naturraums Lüneburger Heide besonders auf überregionale Biotopverbundmaßnahmen zur möglichen Anpassung an den Klimawandel angewiesen (s. Tab. 3 und Tab. S1 im Anhang).

Die meisten dieser Arten sind sowohl im Harz als auch in der Lüneburger Heide dem Lebensraumtyp Offenland zuzuordnen, wobei in beiden Naturräumen die Arten des trockenen Offenlands, gefolgt von Offenland-Generalisten, den größten Anteil bilden. In den Lebensraumtypen Gewässer und Wälder sind im Harz nur wenige Arten auf einen überregionalen Biotopverbund zur Anpassung an den Klimawandel angewiesen.

Im Naturraum Lüneburger Heide ist neben dem Offenland ein weiterer Schwerpunkt für einen überregionalen Biotopverbund im Lebensraumtyp Gewässer zu sehen, dem ein knappes Drittel der auf Biotopverbundmaßnahmen angewiesenen Arten zuzuordnen ist. Der Lebensraumtyp Wald ist wie auch im Naturraum Harz nur mit wenigen Arten vertreten. Für diesen Lebensraum-

typ sind Biotopverbundmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in beiden Naturräumen daher nicht als prioritär anzusehen.

Tab. 3: Anzahl von Arten der niedersächsischen Roten Listen (1, 2, 3, G, V, R), die nach REICH et al. (2012) aufgrund von Arealverschiebungen infolge des Klimawandels potentiell in Europa gefährdet und besonders auf einen Biotopverbund in Deutschland angewiesen sind mit Angabe der Ansprüche an Lebensraumtyp und Feuchte des Lebensraumes; Mehrfacheinstufungen der Arten zu Lebensraumtypen möglich.

Lebensraumtyp/ Feuchte des Lebensraums	Anzahl Arten	
	Naturraum Harz	Naturraum Lüneburger Heide
Gesamt	16	31
Gewässer	4	10
Offenland	10	19
Offenland -trocken	5	10
Offenland -frisch	2	2
Offenland -feucht	2	3
Offenland -Generalist	3	6
Wald	4	4
Wald -trocken	0	1
Wald -frisch	2	0
Wald -feucht	2	1
Wald -Generalist	2	2

Der Schwerpunkt für überregionale Biotopverbundmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sollte in beiden Naturräumen auf den Lebensraumtyp (trockenes) Offenland gelegt werden, wobei in der Lüneburger Heide ein weiterer Schwerpunkt auf Biotopverbundmaßnahmen im Lebensraumtyp Gewässer liegen sollte.

4 Diskussion

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Studie stellen einen ersten Schritt dar, um die allgemein gehaltenen naturschutzfachlichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel für die naturräumlichen Regionen Harz und Lüneburger Heide zu konkretisieren. Die dabei dargestellten Maßnahmen und Handlungsoptionen sind keine Neuentwicklungen im Rahmen der Klimaanpassung, sondern sind Teil des Standard-Werkzeugkastens zum Schutz von Arten und Lebensräumen sowie der Biodiversität im Allgemeinen (vgl. auch LAWLER 2009, MAWDSLEY et al. 2009).

Da Entscheidungen über naturschutzfachliche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel unter Unsicherheiten getroffen werden müssen, ist es sinnvoll, zunächst bei bekannten Problemen mit bekannten Lösungen anzusetzen und auf Strategien zu bauen, die gegenwärtig sinnvoll sind und versprechen auch unabhängig vom konkreten Ausmaß klimatischer Änderungen robust zu sein (HODGSON et al. 2009). Sowohl die Reduzierung von Stressoren als auch die Erhöhung

der Konnektivität von Habitaten gelten als solche robuste Anpassungsmaßnahmen (LAWLER et al. 2010, vgl. auch HODGSON et al. 2009) und können daher als „no-regret“-Maßnahmen im Sinne von WILLOWS & CONNELL (2003) bezeichnet werden.

Beide Anpassungsmaßnahmen weisen, wie bereits in Kapitel 1 dargelegt, Synergien in vielerlei Hinsicht auf (HODGSON et al. 2009, LOSS et al. 2011). Da für die potentiell klimaempfindlichen Arten beider Naturräume Fragmentierung und Isolation in der offenen Landschaft sowie Zerschneidung von Biotopen und Landschaften durch Verkehrswegebau wichtige mögliche Gefährdungsursachen sind, kommt einer Unterschützstellung oder Entwicklung unzerschnittener Biotopverbundstrukturen nicht nur zur Anpassung von Arten durch Wanderung sondern auch im Hinblick auf die Reduzierung derzeit wirkender Stressoren eine wichtige Bedeutung zu. In beiden Naturräumen liegt dabei ein besonderer Fokus für Biotopverbundmaßnahmen als Anpassungsstrategie an den Klimawandel auf dem Lebensraumtyp Offenland. Auch einige der wichtigsten potentiellen Gefährdungsursachen beziehen sich auf die fehlende Offenhaltung von Lebensräumen infolge von natürlicher Sukzession, fehlender Nutzung und daran anschließender Verbrachung, aber auch infolge von Aufforstungen. Hier lassen sich dementsprechend Synergieeffekte zwischen einer naturschutzfachlich angestrebten Offenhaltung bestimmter Lebensräume und dem Schutz bzw. der Entwicklung von Biotopverbundstrukturen nutzen.

Viele der für die potentiell klimaempfindlichen Arten in Harz und Heide wichtigsten möglichen Gefährdungsursachen sind nutzungsbezogen – sei es aufgrund zu intensiver oder aufgrund von fehlender Nutzung. Für den Naturschutz ist es also von entscheidender Bedeutung, zur Umsetzung seiner Ziele die Abstimmung und Kooperation mit anderen Landnutzern zu suchen - auch deshalb, weil der Naturschutz mit eigenen Mitteln seine Ziele nur auf sehr begrenzter Fläche umsetzen kann. Die Notwendigkeit der fachübergreifenden Abstimmung und Kooperation mit anderen Landnutzern wird sich im Zuge des Klimawandels vermutlich noch verstärken, da zukünftig Flächen- oder Ressourcenkonkurrenzen sowie Auswirkungen durch eine Veränderung der Landnutzung noch deutlicher zutage treten können. Als Beispiele seien an dieser Stelle der vermehrte Flächenverbrauch für erneuerbare Energien aus Biomasse und der vermutlich steigende Bewässerungsanspruch der Landwirtschaft mit entsprechenden negativen Auswirkungen auf Feuchtgebiete genannt (vgl. DODD et al. 2010, OLESEN & BINDI 2002), was vor allem für die klimaempfindlichen Arten im Naturraum Lüneburger Heide derzeitige Gefährdungsursachen noch verstärken könnte.

Neben den in den Kapiteln 3.2 und 3.3 aufgeführten Maßnahmen sind drei weitere generelle Punkte naturschutzfachlich in Bezug auf die Anpassung an Auswirkungen des Klimawandels essentiell:

1. Mehr Fläche schützen

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist es aus wissenschaftlicher Sicht sinnvoll mehr Fläche unter Schutz zu stellen, um klimabedingte Auswirkungen auf Arten und Lebensräume abzumildern (HANNAH 2008, HELLER & ZAVALA 2009, MAWDSLEY et al. 2009), da heutige Schutzsysteme unter Einwirkung des Klimawandels möglicherweise ihren Schutzzweck nicht in dem Maße erfüllen können wie ursprünglich erhofft (HODGSON et al. 2009). Hier gilt es, vor allem standörtlich heterogene sowie vom Menschen wenig beeinflusste Gebiete zu schützen, da diese – unabhängig von möglichen klimabedingten Veränderungen – aus Naturschutzsicht wertvoll bleiben (HANNAH 2008, HODGSON et al. 2009). Da der Klimawandel vermutlich die Konkurrenz um Flächen mit anderen Nutzungen verstärken wird, ist eine effiziente und zielgerichtete Schutzgebietsplanung notwendig (HELLER & ZAVALA 2009).

2. Monitoring und adaptives Management

Ausprägung und Auswirkungen des Klimawandels sind nur bedingt prognostizierbar und Arten und Ökosysteme können auf für uns unvorhergesehene Weise darauf reagieren (vgl. HULME 2005, LAWLER et al. 2010). Sowohl zur Kontrolle von bereits durchgeführten Klimaanpassungsmaßnahmen als auch als Frühwarnsystem für Veränderungen von Artengemeinschaften und Lebensräumen ist daher die Etablierung von umfangreichen Monitoringprogrammen sinnvoll. Die Erkenntnisse aus diesen Monitoringprogrammen müssen wiederum in die Naturschutzplanung einfließen. Dazu bedarf es eines adaptiven Managements, in dem Ziele und Maßnahmen zyklisch überprüft und falls notwendig angepasst werden (vgl. HANNAH et al. 2002, LAWLER et al. 2010).

3. Stärkung der Grundlagenforschung

Neben der Etablierung von Monitoringprogrammen muss vor allem die Grundlagenforschung gestärkt werden, um die Physiologie und Ökologie der Arten im Zusammenspiel mit klimatischen Veränderungen besser verstehen zu können, da hier weiterhin zahlreiche Kenntnislücken bestehen. Für einige Arten reichen selbst ohne Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels die ökologischen Kenntnisse nicht aus, um Gefährdungsursachen hinreichend benennen oder geeignete Schutzmaßnahmen ableiten zu können (vgl. z.B. GÜNTHER et al. 2005).

Die Auswertung der Gefährdungsursachen der Arten hat deutschlandweiten Bezug und kann daher auch Gefährdungsursachen umfassen, die die Arten lokal bzw. regional nur bedingt betreffen. Die Auswertung zeigt also nicht unbedingt, wodurch die Arten im Naturraum tatsächlich, sondern eher wodurch sie potentiell am meisten bedroht sind. Da sich diese Studie für die Ableitung von Maßnahmen aber auf die artübergreifend wichtigsten Gefährdungsursachen in den Naturräumen konzentriert, ist davon auszugehen, dass grundlegende Gefährdungsdispositionen vor dem Hintergrund des Klimawandels hinreichend erfasst sind. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind als Zusammenstellung zu verstehen, aus der die Wahl der lokal sinnvollsten und wichtigsten Maßnahmen den Handlungsträgern vor Ort obliegt.

In dieser Studie wurden artübergreifende Handlungsprioritäten und Maßnahmen identifiziert. Manche der potentiell klimaempfindlichen Arten bedürfen aber sehr spezieller Maßnahmen, die sich von diesen eher groben Kategorien nicht fassen lassen. Auch müssen auf lokaler Ebene potentielle Zielkonflikte zwischen dem Schutz verschiedener Arten bzw. zwischen naturschutzfachlichen und ökonomischen Anforderungen an Bewirtschaftungsabläufe abgewägt werden. Die hier aufgezeigten Handlungsprioritäten und Maßnahmen sind daher lediglich als erster Konkretisierungsschritt für Anpassungsmaßnahmen im Naturraum anzusehen.

Im Rahmen dieser Studie wurden nur durch den Klimawandel potentiell gefährdete Arten berücksichtigt. Die diskutierten Maßnahmen stellen demzufolge Maßnahmen dar, die vor dem Hintergrund des Klimawandels einer zusätzlichen Priorisierung bedürfen. Sie stellen derzeitige naturschutzfachliche Prioritäten und Maßnahmen für Arten, die aufgrund anderer nicht-klimatischer Ursachen gefährdet sind, nicht in Frage.

Danksagung

Die Studie wurde im Rahmen des Forschungsverbunds KLIFF, „Klimafolgenforschung in Niedersachsen“ (2009-2013), vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur gefördert. Für fachliches Feedback danke ich René Hertwig und Michael Reich (Institut für Umweltplanung). Birte Neumann und Rebecca Lauterbach möchte ich für Unterstützung beim Layout und beim Korrekturlesen danken, Dr. Louise von Falkenhayn für das Korrekturlesen der englischen Zusammenfassung.

5 Quellenverzeichnis

- ARBEITSKREIS AMPHIBIEN UND REPTILIEN NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.), 2011: Handbuch der Amphibien und Reptilien Nordrhein-Westfalens. Bielefeld: Laurenti-Verlag.
- ALTMÜLLER, R. & H.-J. CLAUSNITZER, 2010: Rote Liste der Libellen Niedersachsens und Bremens - 2. Fassung, Stand 2007. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs 30, Nr. 4 (4/10): 209-260, Hannover.
- ARAÚJO, M. B.; THUILLER, W. & PEARSON, R.G., 2006: Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. In: Journal of Biogeography 33: 1677-1688.
- ARAÚJO, M. B., 2009: Biodiversity and Global Change Lab. – URL: <http://www.biochange-lab.eu/>. (03.04.2010)
- BAUER, H.-G. & BERTHOLD, P., 1996: Die Brutvögel Mitteleuropas. Bestand und Gefährdung. Wiesbaden: AULA.
- BAUER, H.-G., BEZZEL, E., FIEDLER, W., 2005a: Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Nonpasseriformes. 2. Aufl., Wiebelsheim: Aula-Verlag.
- BAUER, H.-G., BEZZEL, E., FIEDLER, W., 2005b: Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Passeriformes. 2. Aufl. Wiesbaden: AULA.
- BIESBROEK, G. R.; SWART, R. J.; CARTER, T. R.; COWAN, C.; HENRICH, T.; MELA, H.; MORECROFT, M. D. & REY, D., 2010: Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies. In: Global Environmental Change 20: 440–450.
- BRADSHAW, W. E., & HOLZAPFEL, C. M., 2006: Evolutionary response to rapid climate change. In: Science 312 (5779): 1477-1478.
- DANELL, K., HOFGAARD, A., CALLAGHAN, T. V., BALL, J. P., 1999: Scenarios for animal responses to global change in Europe's cold regions: an introduction. In: HOFGAARD, A., BALL, J. P., DANELL, K., CALLAGHAN, T. V. (Hrsg.): Animal responses to global change in the north. 8-15, Kopenhagen : Munksgaard International, 1999
- DE BRUIN, K.; DELLINK, R. B.; RUIJS, A.; BOLWIDT, L.; VAN BUUREN, A.; GRAVELAND, J.; DE GROOT, R. S.; KUIKMAN, P. J.; REINHARD, S.; ROETTER, R. P.; TASSONE, V. C.; VERHAGEN, A.; VAN IERLAND, E. C., 2009. Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. In: Climatic Change 95: 23–45.
- DETZEL, P., 1998: Die Heuschrecken Baden-Württembergs. Stuttgart: Ulmer.

- DODD, A.; HARDIMAN, A.; JENNINGS, K., & WILLIAMS, G., 2010: Protected Areas and Climate Change. Reflections from a Practitioner's Perspective. *Utrecht Law Review* 6(1): 141-148.
- EBERT, G.; RENNWALD, E., 1991: Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 2: Tagfalter II. Stuttgart: Ulmer.
- GREIN, G., 1995: Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken. 2. Fassung, Stand 01.01.1995. - *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 02/95.
- GREIN, G., 2005: Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken. 3. Fassung, Stand 01.05.2005. - *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 01/05.
- GREIN, G., 2010: Fauna der Heuschrecken (Ensifera & Caelifera) in Niedersachsen - Datenstand 31.10.2008, unter Mitarbeit von A. HOCHKIRCH, K. SCHRÖDER & H.-J. CLAUSNITZER. - *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* H. 46, 183 S.
- GÜNTHER, R. (Hrsg.), 1996: Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- GÜNTHER, A.; NIGMANN, U. & ACHTZIGER, R., 2005: Analyse der Gefährdungsursachen von planungsrelevanten Tiergruppen in Deutschland zur Ergänzung der bestehenden Roten Listen gefährdeter Tierarten. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, Naturschutz und Biologische Vielfalt 21: 19-605.
- HANNAH, L.; MIDGLEY, G. F., & MILLAR, D., 2002: Climate change-integrated conservation strategies. In: *Global Ecology and Biogeography* 11(6): 485-495.
- HANNAH, L., 2008: Protected areas and climate change. In: *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134: 201-212.
- HECKENROTH, H. & LASKE, V., 1997: Atlas der Brutvögel Niedersachsens 1981 - 1995 und des Landes Bremen. Hannover: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie.
- HELLER, N. E. & ZAVALETA, E. S., 2009: Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. In: *Biological Conservation* 142: 14-32.
- HODGSON, J. A.; THOMAS, C. D.; WINTLE, B. A. & MOILANEN, A., 2009: Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology* (46): 964-969.

- HOFFMANN, A. A. & SGRÒ, C. M., 2011: Climate change and evolutionary adaptation. In: *Nature* 470 (7335): 479-485.
- HÖLZINGER, J. (Hrsg.), 1987: Die Vögel Baden-Württembergs (Avifauna Baden-Württembergs). Band 1: Gefährdung und Schutz. Teil 2: Artenschutzprogramm Baden-Württemberg, Artenhilfsprogramme. Stuttgart: Ulmer.
- HÖLZINGER, J. (Hrsg.), 1999: Die Vögel Baden-Württembergs. Band 3.1: Singvögel 1. Passeriformes – Sperlingsvögel. Alaudidae (Lerchen) – Sylviidae (Zweigsänger). Stuttgart: Ulmer.
- HÖLZINGER, J. (Hrsg.), 2001: Die Vögel Baden-Württembergs. Band 2.2: Nicht-Singvögel 2. Tetraonidae (Rauhfußhühner) – Alcidae (Alken). Stuttgart:Ulmer.
- HULME, P. E., 2005: Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? In: *Journal of Applied Ecology* 42: 784–794.
- HUNTLEY, B., GREEN, R. E., COLLINGHAM, Y. C., WILLIS, S. G., 2007: A climatic atlas of European breeding birds. Barcelona: Lynx.
- KRÜGER, T. & B. OLTMANN, 2007: Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel - 7. Fassung, Stand 2007. - *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 27, Nr. 3 (3/07): 131-175.
- LAWLER, J. J., 2009: Climate change adaptation strategies for resource management and conservation planning. In: *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162: 79-98.
- LAWLER, J. J.; TEAR, T. H.; PYKE, C.; SHAW, M. R.; GONZALEZ, P.; KAREIVA, P.; HANSEN, L.; HANNAH, L.; KLAUSMEYER, K.; ALDOUS, A.; BIENZ, C. & PEARSALL, S., 2008: Resource management in a changing and uncertain climate. In: *Frontiers in Ecology and the Environment* 8(1): 35-43.
- LEMOINE, N., BAUER, H.-G., PEINTINGER, M., BÖHNING-GAESE, K., 2007: Effects of Climate and Land-Use Change on Species Abundance in a Central European Bird Community. In: *Conservation Biology* 21 (2): 495-503.
- LOBENSTEIN, U., 2003: Die Schmetterlingsfauna des mittleren Niedersachsens. Bestand, Ökologie und Schutz der Großschmetterlinge in der Region Hannover, der Südheide und im unteren Weser-Leine-Bergland. Hannover: Naturschutzbund Landesverband Niedersachsen

- LOBENSTEIN, U., 2004: Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Großschmetterlinge mit Gesamtartenverzeichnis, 2. Fassung, Stand 1.8.2004. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 24, Nr. 3 (3/04): 165-196, Hildesheim.
- LOSS, S. R.; TERWILLIGER, L. A. & PETERSON, A. C., 2011: Assisted colonization: Integrating conservation strategies in the face of climate change. In: Biological conservation 144: 92-100.
- MACE, G. M. & PURVIS, A., 2008: Evolutionary biology and practical conservation: bridging a widening gap. In: Molecular Ecology 17: 9-19.
- MAWDSLEY, J. R.; O'MALLEY, R. & OJIMA, D. S., 2009: A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. In: Conservation Biology 23(5): 1080-1089.
- NLÖ (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE) (Hrsg.), 1993: Kartographische Arbeitsgrundlage für faunistische und floristische Erfassungen – Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. H. A/5.
- NLWKN, 2009: Daten des Artenerfassungsprogramms des NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) - Tier- und Pflanzenartenschutz - Stand: 19.08.09.
- NLWKN (Hrsg.), 2009: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. Teil 1: Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Grauspecht (*Picus canus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2010: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. Teil 2: Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Schwarzstorch (*Ciconia nigra*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011a: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Moorfrosch (*Rana arvalis*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011b: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Er-

- haltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011c: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen. – Rotbauchunke (*Bombina bombina*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011d: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Reptilienarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Kreuzotter (*Vipera berus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011e: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Kreuzkröte (*Bufo calamita*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011f: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Springfrosch (*Rana dalmatina*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011g: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011h: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Laubfrosch (*Hyla arborea*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011i: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Gelbbauchunke (*Bombina variegata*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011j: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien- und Reptilienarten in Niedersachsen. – Amphibienarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhal-

- tungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Wechselkröte (*Bufo viridis*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011k: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Tüpfelsumpfhuhn (*Porzana porzana*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011l: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Kornweihe (*Circus cyaneus*) (Brut- und Gastvogelart). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011m: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Rohrdommel (*Botaurus stellaris*) (Brut- und Gastvogelart). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011n: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Rohrweihe (*Circus aeruginosus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011o: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Knäkente (*Anas querquedula*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011p: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Weißstorch (*Ciconia ciconia*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011q: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Birkhuhn (*Tetrao tetrix*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011r: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs-

- und Entwicklungsmaßnahmen – Wiesenweihe (*Circus pygargus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011s: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Wachtelkönig (*Crex crex*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011t: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Löffelente (*Anas clypeata*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011u: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Kiebitz (*Vanellus vanellus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011w: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011v: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Großer Brachvogel (*Numenius arquata*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011x: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Bekassine (*Gallinago gallinago*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011y: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Rohrschwirl (*Locustella luscinioides*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011z: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs-

- und Entwicklungsmaßnahmen – Trauerseeschwalbe (*Chlidonias niger*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011aa: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Sandregenpfeifer (*Charadrius hiaticula*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011ab: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Sumpfhöhreule (*Asio flammeus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011ac: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Rotschenkel (*Tringa totanus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011ad: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011ae: Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. – Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Uferschnepfe (*Limosa limosa*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011af: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Vogel-Azurjungfer (*Coenagrion ornatum*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011ag: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Grüne Mosaikjungfer (*Aeshna viridis*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011ah: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Lun-

genenzianbläuling (*Maculinea alcon ssp. alcon*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011ai: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011aj: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Plumpschrecke (*Isophya kraussi*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011al: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Zweipunkt-Dornschröcke (*Tetrix bipunctata*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011am: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Maulwurfsgrielle (*Gryllotalpa gryllotalpa*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011ao: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011ap: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

NLWKN (Hrsg.), 2011aq: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Skabiosen-Schneckenfalter (Goldener Schneckenfalter) (*Euphydryas aurinia*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.

- NLWKN (Hrsg.), 2011as: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Westliche Dornschrecke (*Tetrix ceperoi*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- NLWKN (Hrsg.), 2011at: Vollzugshinweise zum Schutz von Wirbellosenarten in Niedersachsen. – Wirbellosenarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Schwarzfleckiger Ameisenbläuling (*Maculinea arion*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff.
- OLESEN, J. E. & BINDI, M., 2002: Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. In: European Journal of Agronomy 16: 239-262.
- OPDAM, P. & WASCHER, D., 2004: Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. In: Biological conservation 117(3): 285-297.
- PARMESAN, C. & YOHE, G., 2003: A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. In: Nature (421): 37-42.
- PODLOUCKY, R. & C. FISCHER, 1994: Rote Listen der gefährdeten Amphibien und Reptilien in Niedersachsen und Bremen - 3. Fassung, Stand 1994. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 14, Nr. 4 (4/94): 109-120, Hannover.
- PRIMACK, R. B., 2008: A Primer of Conservation Biology. 4th edition. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- REICH, M.; RÜTER, S.; PRASSE, R.; MATTHIES, S.; WIX, N. & ULLRICH, K., 2012: Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel? Naturschutz und Biologische Vielfalt 122. Bonn – Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- SALA, O. E.; CHAPIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M. & WALL, D. H., 2000: Global biodiversity scenarios for the year 2100. In: Science 287(5459): 1770-1774.
- SCHAEFER, H.-C., JETZ, W., BÖHNING-GAESE, K., 2008: Impacts of climate change on migratory birds: community reassembly versus adaptation. In: Global Ecology and Biogeography (17): 38-49.

- SETTELE, J.; FELDMANN, R.; REINHARDT, R., 1999: Die Tagfalter Deutschlands. Stuttgart: Ulmer.
- SETTELE, J.; KUDRNA, O.; HARPKE, A.; KÜHN, I.; VAN SWAAY, C. et al., 2008. Climatic Risk Atlas of European Butterflies. Moscow: Pensoft.
- SMITH, J.B., 1997: Setting priorities for adapting to climate change. In: *Global Environmental Change* 7 (3): 251-264.
- STERNBERG, K.; BUCHWALD, R., 1999: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). Stuttgart: Eugen Ulmer.
- STERNBERG, K.; BUCHWALD, R., 2000: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera), Literatur. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- SYBERTZ, J. & REICH, M. 2018: Empfindlichkeit von Tierarten gegenüber den erwarteten Klimaänderungen in den naturräumlichen Regionen „Harz“ und „Lüneburger Heide und Wendland“. *Umwelt und Raum Bd. 10*: 7-56, Institut für Umweltplanung, Hannover.
- THOMAS, C. D.; CAMERON, A.; GREEN, R. E.; BAKKENES, M.; BEAUMONT, L. J.; COLLINGHAM, Y. C.; ERASMUS, B. F. N.; FERREIRA DE SIQUEIRA, M.; 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. In: *Nature* 427(6970): 145-148.
- VISSER, M. E., 2008: Keeping up with a warming world; assessing the rate of adaptation to climate change. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275 (1635): 649-659.
- VOS, C. C.; BERRY, P.; OPDAM, P.; BAVECO, H.; NIJHOF, B.; O'HANLEY, J.; BELL, C.; KUIPERS, H., 2008: Adapting landscapes to climate change: examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. In: *Journal of Applied Ecology* 45: 1722–1731.
- WILLOWS, R. & CONNELL, R. (Hrsg.), 2003: *Climate Adaptation: Risk, Uncertainty and Decision-Making*, UKCIP Technical Report (UK Climate Impacts Programme, Oxford).
- ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, D., HASSE, C., FRITSCH, U., CRAMER, W., 2005: *Klimawandel in Deutschland*. Dessau: Umweltbundesamt.

Anhang

Tab. S1: Arten der niedersächsischen Roten Listen (1, 2, 3, G, V, R) in den Naturräumen Harz und Lüneburger Heide, die nach REICH et al. (2012) aufgrund von Arealverschiebungen infolge des Klimawandels potentiell in Europa gefährdet und besonders auf einen Biotopverbund in Deutschland angewiesen sind mit Angabe der Ansprüche an Lebensraumtyp und Feuchte des Lebensraumes (W=Wald, O=Offenland, G=Gewässer; tro=trocken, fri=frisch, feu=feucht, gen=Generalist). Potentiell klimaempfindliche Arten nach SYBERTZ & REICH (2018) sind hervorgehoben.

Art	Status nach Roter Liste Niedersachsen ¹⁾	Vorkommen im Naturraum Harz ²⁾	Vorkommen im Naturraum Lüneburger Heide ²⁾	Indexwert Empfindlichkeit nach Klimaänderungssignalen (SYBERTZ & REICH 2018)	Indexwert Empfindlichkeit nach Anpassungspotential (SYBERTZ & REICH 2018)	Biotopverbund: Anspruch an Lebensraumtyp / Feuchte des Lebensraumes (REICH et al. 2012)
Vögel						
Kornweihe (<i>Circus cyaneus</i>)	2	0	1	0,3	0,3	O-gen
Wiesenweihe (<i>Circus pygargus</i>)	2	0	1	0,5	0,5	O-gen
Haselhuhn (<i>Tetrastes bonasia</i>)	1	1	0	0,7	1,0	W-gen
Birkhuhn (<i>Tetrao tetrix</i>)	1	0	1	0,5	1,0	O-fri, O-feu
Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>)	1	0	1	0,0	0,5	G
Uhu (<i>Bubo bubo</i>)	3	1	0	0,0	0,3	O-gen
Ziegenmelker (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	3	0	1	0,0	0,5	O-tro, W-tro
Bienenfresser (<i>Merops apiaster</i>)	R	0	1	0,0	0,5	O-tro
Grauspecht (<i>Picus canus</i>)	1	1	0	0,3	0,3	W-fri, W-feu
Brachpieper (<i>Anthus campestris</i>)	1	0	1	0,0	0,8	O-tro
Ringdrossel (<i>Turdus torquatus</i>)	1	1	0	1,0	0,5	O-fri, O-feu, W-fri, W-feu
Rohrschwirl (<i>Locustella luscinioides</i>)	3	0	1	1,0	0,5	G
Drosselrohrsänger (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	1	0	1	0,3	0,8	G
Sperbergrasmücke (<i>Sylvia nisoria</i>)	3	0	1	0,0	0,3	O-gen
Ortolan (<i>Emberiza hortulana</i>)	1	0	1	0,0	0,5	O-tro
Amphibien						
Rotbauchunke (<i>Bombina bombina</i>)	1	0	1	0,3	1,0	G
Gelbbauchunke (<i>Bombina variegata</i>)	1	1	1	0,7	0,8	G
Wechselkröte (<i>Bufo viridis</i>)	1	0	1	0,3	0,3	G
Springfrosch (<i>Rana dalmatina</i>)	2	0	1	0,3	1,0	G
Kleiner Wasserfrosch (<i>Rana lessonae</i>)	2	1	1	0,5	0,5	G

Art	Status nach Roter Liste Niedersachsen ¹⁾	Vorkommen im Naturraum Harz ²⁾	Vorkommen im Naturraum Lüneburger Heide ²⁾	Indexwert Empfindlichkeit nach Klimaänderungssignalen (SYBERTZ & REICH 2018)	Indexwert Empfindlichkeit nach Anpassungspotential (SYBERTZ & REICH 2018)	Biotopeverbund: Anspruch an Lebensraumtyp / Feuchte des Lebensraumes (REICH et al. 2012)
Feuersalamander (<i>Salamandra salamandra</i>)	3	1	1	0,5	1,0	G
Seefrosch (<i>Rana ridibunda</i>)	3	1	1	0,0	0,3	G
Tagfalter						
Malven-Würfelfalter (<i>Carcharodus alceae</i>)	1	0	1	0,0	0,0	O-tro
Sonnenröschen-Würfelfalter (<i>Pyrgus alveus</i>)	1	0	1	0,0	0,8	O-tro
Violetter Feuerfalter (<i>Lycaena alciphron</i>)	1	0	1	0,0	0,5	O-gen
Magerrasen-Perlmutterfalter (<i>Boloria dia</i>)	1	1	1	0,0	0,3	O-tro
Kleiner Schillerfalter (<i>Apatura ilia</i>)	1	0	1	0,0	0,3	W-feu
Braunaug (<i>Lasiommata maera</i>)	1	1	0	0,3	0,3	O-tro
Rundaugen-Mohrenfalter (<i>Erebia medusa</i>)	1	1	0	0,3	0,3	O-gen
Eisenfarbiger Samtfalter (<i>Hipparchia statilinus</i>)	1	0	1	0,0	0,5	O-tro
Tintenfleck-Weißling (<i>Leptidea sinapis</i>)	2	1	1	0,0	0,0	O-fri, O-feu
Schlüsselblumen-Würfelfalter (<i>Hamearis lucina</i>)	2	1	1	0,7	0,8	O-gen, W-gen
Silbergrüner Bläuling (<i>Polyommatus coridon</i>)	2	1	0	0,3	1,0	O-tro
Rostbraunes Wiesenvögelchen (<i>Coenonympha glycerion</i>)	2	0	1	0,3	0,8	O-gen
Rotbraunes Ochsenauge (<i>Pyronia tithonus</i>)	2	0	1	0,0	0,3	W-gen
Mattscheckiger Dickkopffalter (<i>Thymelicus acteon</i>)	3	1	1	0,0	0,5	O-tro
Resedafalter (<i>Pontia daplidice</i>)	3	1	1	0,0	0,0	O-tro
Spiegelfleck-Dickkopffalter (<i>Heteropterus morpheus</i>)	V	0	1	1,0	0,8	O-feu

1) Gefährdungseinstufung nach PODLOUCKY & FISCHER (1994), LOBENSTEIN (2004), GREIN (2005), KRÜGER & OLTMANN (2007) und ALTMÜLLER & CLAUSNITZER (2010); 1: Vom Aussterben/Erlöschen bedroht; 2: Stark gefährdet; 3: Gefährdet; G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes; R: Extrem selten; V: Vorwarnliste;

2) Vorkommen im Naturraum: 0= Art kommt nicht vor; 1= Art kommt vor; für Amphibien und Tagfalter im Zeitraum 1980-2009 nach Daten des NLWKN - Tier- und Pflanzenartenschutz - Stand: 19.08.09; für Brutvögel im Zeitraum 1981-1995 nach Auswertung von HECKENROTH & LASKE (1997)

Summary

Priorities for nature conservation measures to facilitate the adaptation of species to climate change within the “Harz” and “Lüneburger Heide und Wendland” (Lower Saxony) ecoregions

In light of climate change, reducing non-climatic stressors and increasing habitat connectivity are two strategies often recommended for nature conservation to mitigate climate change induced impacts on species. This study aims at specifying these rather coarse strategies and developing and prioritizing climate change related conservation measures for the “Harz” and “Lüneburger Heide und Wendland” ecoregions. Therefore, non-climatic stressors currently affecting potential climate-sensitive species are identified. Additionally, the habitat preferences of potential climate-sensitive species, which benefit most from an increased habitat connectivity, are analyzed.

Within the “Harz” ecoregion, conservation measures for reducing eutrophication are of greatest importance for climate change adaptation, followed by measures for increasing habitat connectivity and reducing land consumption, measures for the preservation of open landscapes, measures for a nature-oriented forest management and measures for maintaining and promoting wetlands. Within the “Lüneburger Heide und Wendland” ecoregion, conservation measures for maintaining and promoting wetlands are of most importance for climate change adaptation, followed by measures for the extensification of agriculture, measures for the preservation of open landscapes, as well as measures for increasing habitat connectivity and reducing land consumption. In both ecoregions, most potential climate-sensitive species, which benefit from an increased habitat connectivity, live in (dry) open land. Within the “Lüneburger Heide und Wendland” ecoregion, additional emphasis on measures for increasing habitat connectivity should be put on waterbodies. Additionally, increasing the amount of protected areas, together with establishing monitoring programs and adaptive management, are recommended as supplementary adaption strategies to address climate change impacts.

Autorin

Janine Sybertz
Institut für Umweltplanung
Leibniz Universität Hannover
Herrenhäuserstr. 2
30419 Hannover
Email: sybertz@umwelt.uni-hannover.de

Umwelt und Raum

Schriftenreihe Institut für Umweltplanung

Leibniz Universität Hannover

Bislang in der Schriftenreihe erschienen:

- Band 1: Reich, M. & S. Rüter (Hrsg.)
Energiepflanzenanbau und Naturschutz
Cuvillier, 2010, 165 Seiten
ISBN 978-3-86955-473-0
- Band 2: Reich, M. & S. Rüter (Hrsg.)
Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft
Cuvillier, 2011, 244 Seiten
ISBN 978-3-86955-606-2
- Band 3: Urban, B., C. v. Haaren, H. Kanning, J. Krahl & A. Munack
Methode zur Bewertung der Biodiversität in Ökobilanzen am Beispiel biogener Kraftstoffe
Cuvillier, 2011, 210 Seiten
ISBN 978-3-86955-697-0
- Band 4: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (Hrsg.)
Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen
Cuvillier, 2011, 457 Seiten
ISBN 978-3-86955-753-3
- Band 5: Stowasser, A.
Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau
Cuvillier, 2011, 404 Seiten
ISBN 978-3-86955-795-3
- Band 6: Werpup, A.
Biotoptypenbasierte Gehölzansaatn – Eine Begrünungsmethode zur ingenieurbiologischen Sicherung von oberbodenlosen Verkehrswegeböschungen
Cuvillier, 2013, 253 Seiten
ISBN 978-3-95404-409-2

- Band 7: Behr, O., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt, M. Nagy, I. Niermann, M. Reich & R. Simon (Hrsg.)
Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II)
2016, 369 Seiten
DOI: <http://dx.doi.org/10.15488/263>
- Band 8: Bredemeier, B., M. Schmehl, M. Rode, J. Geldermann & C. v. Haaren
Biodiversität und Landschaftsbild in der Ökobilanzierung von Biogasanlagen
2017, 75 Seiten
DOI: <https://doi.org/10.15488/3862>
- Band 9: Wix, N., M. Rode & M. Reich (Hrsg.)
Blühstreifen - Biodiversität und produktionsintegrierte Kompensation
2018, 322 Seiten
DOI: <http://dx.doi.org/10.15488/3683>

