

Auswirkungen des Klimawandels auf Tagfalterzönosen des Weserberglandes und Märkischen Kreises (Sauerland)

Deutsche Bundesstiftung Umwelt fördert die Entwicklung von Anpassungsstrategien zum Erhalt durch den Klimawandel gefährdeter Arten

Von Benjamin T. HILL, Stefan BRUNZEL, Burkhard BEINLICH und Frank GRAWE

Einleitung

Der Klimawandel ist heute in weiten Teilen der Fachwelt und der Öffentlichkeit als akute Bedrohung für die Lebensgrundlagen des Menschen akzeptiert. Die unterschiedlichen Klimawandel-Szenarien unterscheiden sich im Wesentlichen im Ausmaß der zu erwartenden Temperaturerhöhungen für bestimmte Regionen und den sich daraus abzuleitenden Effekten (z. B. Niederschlagssummen oder -verteilung, Häufung von Starkregen, größere Häufigkeit von Stürmen, Meeresspiegelanstieg). In Europa wurde in den letzten 100 Jahren ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 0,95°C beobachtet (EEA 2004). Für Deutschland werden für die nächsten 50 Jahre eine weitere Temperaturzunahme vor allem im Winter, eine starke Zunahme der Winterniederschläge verbunden mit einer zunehmenden Hochwassergefährdung sowie ein Rückgang der Niederschläge und ein Anstieg trockenheißer Wetterlagen im Sommer bei gleichzeitiger Häufung von Starkniederschlagsereignissen prognostiziert (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, EEA 2004).

Die vielfältigen Auswirkungen dieser Klimaänderungen machen auch nicht vor der belebten Umwelt halt. Hierbei haben in den vergangenen Jahren zahlreiche bedeutende Studien belegt, dass erhebliche Veränderungen bei Arten und Lebensgemeinschaften ablaufen werden bzw. bereits zu beobachten sind (WALTHER et al. 2002, PARMESAN & YOHE 2003, THUILLER et al. 2005). Während hierbei in der Anfangsphase spektakuläre Neueinwanderungen bzw. Arealerweiterungen im Blickpunkt des Interesses lagen, mehren sich die Anzeichen, dass im erheblichen Ausmaß Areale schrumpfen und auch Arten ganz verschwinden (MALCOLM et al. 2006, THOMAS et al. 2006, SETTELE et al. 2008). LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) resümieren, dass klimainduzierte Artenverluste in naher Zukunft bedeutender sein werden als solche durch direkte Lebensraumverluste. Schätzungen für Deutschland gehen davon aus, dass zwischen 5 und 30 % der Arten aussterben könnten (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004), weltweit gelten je nach Szenario 15-37 % der Arten als vom Klimawandel bedroht (THOMAS et al. 2003).

In Deutschland hat aufgrund der zu erwartenden tief greifenden Änderungen eine ganze Reihe von betroffenen Akteuren begonnen, Anpassungsstrategien zu entwickeln. Zu nennen sind hierbei u. a. Wasserwirtschaft (KLIWA-Projekt – LUBW 2006), Tourismus sowie Land- und Forstwirtschaft (z.B. KLARA-Projekt – STOCK 2005, HÖLTERMANN & HIEMER 2006) als wichtigste Flächennutzer, die in ihren Produktionsabläufen stark von den aktuellen Standortfaktoren abhängen. Insbesondere einige Bundesländer haben sich durch sektorübergreifende Studien der Thematik angenommen (z. B. Bayerischer Klimaforschungsverbund 1999, GERSTENGARBE 2003, STOCK 2005, SMUL 2005).

Demgegenüber hat der Naturschutz die weit reichende Bedeutung des Klimawandels erst relativ spät erkannt. Die vergangenen Jahre standen im Zeichen des Aufbaus des europäischen ökologischen Netzwerkes NATURA 2000. Wenngleich von seiner Dimension her ein Meilenstein, stellt sich trotzdem die Frage, inwieweit die z. T. kleinen Schutzgebiete ihre Funktion auch in einigen Jahrzehnten in der stark fragmentierten Landschaft noch erfüllen können (vgl. LEUSCHNER & SCHIPKA 2004). IBISCH (2006) bezweifelt, ob klassische, konservierende

Schutzgebietskonzepte mangels Flexibilität noch eine Zukunft haben.

Erst in jüngerer Vergangenheit wird der Klimawandel auch im Hinblick auf Arten- und Biotopschutz vermehrt in verschiedenen Workshops diskutiert (BALZER et al. 2008, KORN & EPPLE 2006, KORN et al. 2005, 2006). Der aktuelle Wissensstand ist von LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) zusammengestellt worden. Als Hauptdefizite beim Wissensstand werden hier der Mangel an Forschungsarbeiten an schutzbedürftigen Arten, die fehlende Regionalisierung der Befunde und die fehlende Berücksichtigung von Monitoring-Daten genannt.

Obgleich in den vergangenen Jahren ein verstärktes Interesse an der Thematik „Klimawandel und Naturschutz“ zu erkennen ist (z. B. WITTIG & NAWRATH 2000), kann festgehalten werden, dass konkrete Lösungsvorschläge zum Erhalt der einzelnen Vorkommen von in hohem Maße bedrohten und nur sehr zerstreut auftretenden Arten, z. B. Kaltzeitrelikten mit borealer oder arktisch-alpiner Verbreitung oder submediterranen Arten und Lebensraumtypen (z. B. Kalk-Halbtrockenrasen), vollständig fehlen. In Zeiten sich rapide wandelnder Umweltbedingungen kommt aber gerade dem Schutz der disjunkt verbreiteten Einzel-Populationen eine besondere Bedeutung zu, um die genetische Variabilität der Arten zu erhalten und so eine mögliche Anpassung nicht zusätzlich zu erschweren. Dass solche klimainduzierten Einflüsse auf die genetische Variabilität bei Habitatspezialisten relativ schnell auftreten können, zeigen HILL et al. (2006).

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel der Lebensgemeinschaften der Kalk-Halbtrockenrasen

Welche Auswirkungen zeichnen sich nun für die Lebensgemeinschaften der Halbtrockenrasen in den nördlichen Mittelgebirgen aufgrund des zu erwartenden Klimawandels ab? Geht man von einer schlechteren



Abb. 1: Esparsetten-Widderchen (*Zygaena carniolica*) auf Dost (Foto: Frank GRAWE)



Abb. 2: Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*; Foto: Frank GRAWE)

Pflanzenverfügbarkeit der Niederschläge während der Vegetationsperiode bei gleichzeitig stärkerer Sonneneinstrahlung v. a. im Verlauf sommerlicher Hitzeperioden aus, sind v. a. negative Entwicklungen für die in den nördlichen Mittelgebirgen an ihrer nordwestlichen Verbreitungsgrenze gelegenen submediterranen Kalk-Halbtrockenrasen (Mesobromion BR.-BL. et MOOR 1938) zu erwarten (Abb. 3). Die Entwicklung dürfte hin zu xerophytischen Trockenrasen (Xerobromion BR.-BL. et MOOR 1938) gehen mit vermutlich fatalen Folgen für die angestammten charakteristischen Arten und somit für die gesamte Lebensgemeinschaft — wie folgende Überlegungen wahrscheinlich machen:



Abb. 3: Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion BR.-BL. et MOOR 1938) mit Dreizähligem Knabenkraut (*Orchis tridentata*; Foto: Frank GRAWE)

Die Arten der in den nördlichen Mittelgebirgen disjunkt verbreiteten Kalk-Halbtrockenrasen haben aufgrund der geringen Größe und der Verinselung der Flächen kaum Ausweichmöglichkeiten in weniger stark besonnte nordwest- bis ostexponierte Lagen oder in Bereiche mit tiefgründigerem Bodenprofil und damit besserer Wasserspeicherkapazität, denn thermisch weniger begünstigte Flächen sind nach Aufgabe der großflächigen Schaf- und Ziegenbeweidung Mitte des 20. Jh. vom Naturschutz aufgrund ihrer zunächst geringer eingeschätzten naturschutzfachlichen Wertigkeit vernachlässigt worden, so dass sie häufig der Sukzession anheim fielen. Die edaphisch günstigeren umliegenden Flächen unterliegen andererseits zumeist der intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung.

Echte Trockenrasenarten, beispielsweise zahlreiche Kennarten des *Xerobrometum erecti* (BR.-BL. 1915), des *Teucrio botryos-Melicetum ciliatae* (VOLK 1937) oder des *Caricetum humilis* (KLIKA 1929) kommen in der näheren Umgebung nicht vor (die nächstgelegenen Trockenrasengebiete in Thüringen oder Mainfranken sind etwa 200 km entfernt!), so dass ein nennenswerter Artenaustausch — traditionell erfolgte der Austausch von Diasporen durch die Schafherden der Wanderschäfer, eine Weideform, die heute nicht mehr existent ist — nicht stattfinden kann. Die Arten der Trockenrasen haben daher unter den gegebenen Bedingungen auch langfristig keine Möglichkeit, sich auf den Flächen zu etablieren. Auch bei den Arten der Halbtrockenrasen ist nur noch ein sehr eingeschränkter Austausch möglich, was den Erhalt gut ausgestatteter Flächen zusätzlich erschwert.

Von der oben angesprochenen Verdrängung dürften v. a. Arten bedroht sein, die vorzugsweise die etwas frischeren Magerrasenausprägungen besiedeln (z. B. *Orchis morio*, *Antennaria dioica*; Abb. 4, Abb. 2).

So konnte in den trockenwarmen Sommern 2003 und 2005 beispielsweise beobachtet werden, dass sowohl Bestände des Deutschen Enzians (*Gentianella germanica*; Abb. 5), als auch des hinsichtlich der Wasserversorgung etwas anspruchsloseren Kreuz-Enzians (*Gentiana cruciata*; Abb. 6) in Knospe bzw. Blüte vertrockneten und nicht zum Fruchten kamen. Das extrem trockene Frühjahr des Jahres 2007 führte in weiten Bereichen zum Ausbleiben der Orchideenblüte.

Besonders betroffen sein könnten auch diejenigen Arten, die vorzugsweise wechsellückige Standorte besiedeln. Die Verdrängung zahlreicher Pflanzenarten des Mesobromion wird auch den Ausfall der Schmetterlingsarten nach sich ziehen, denen sie als Raupenfutterpflanze dienen. Genannt seien z. B. *Maculinea rebeli* (*Gentiana crutiata*; Abb. 6 und 7), *Plebejus argus* (*Lotus corniculatus*) oder *Zygaena viciae* (ebenfalls auf *Lotus corniculatus*).



Abb. 4: Kleines Knabenkraut (*Orchis morio*; Foto: ...)

Diese Überlegungen sowie die Beobachtungen konkreter Arealverschiebungen bei etlichen Tagfalterarten im Sauerland (Märkischer Kreis) (vgl. BRUNZEL & ELLIGSEN 1999, BRUNZEL et al. 2008) waren Anlass, gemeinsam mit dem dortigen Naturschutzzentrum in Lüdenscheid einen Förderantrag zu dieser Problematik auszuarbeiten und bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt einzureichen. Als weitere Kooperationspartner konnten das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK), das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Halle, die Hochschule OWL in Höxter – Fachbereich Landschaftsarchitektur sowie der Lepidopterologe Heinrich BIERMANN aus Bad Driburg gewonnen werden.

Gegenstand und Ziele des Projekts

Grundannahme des Projektes ist, dass sich die prognostizierten klimatischen Veränderungen besonders negativ auf Falterarten auswirken, die eine boreo-alpine bzw. eine kontinentale bis submediterrane Verbreitung aufweisen und nicht zu heiße sowie niederschlagsarme Verhältnisse bevorzugen. Hierzu zählen auf der einen Seite Bewohner mooriger Lebensräume, auf der anderen Seite Tagfalter der Kalk-Halbtrockenrasen. Viele dieser Arten besitzen außerdem nur ein geringes Ausbreitungsvermögen und werden voraussichtlich nicht in der Lage sein, den zunehmend schnellen Änderungen der standörtlichen Bedingungen zu folgen. Insbesondere stark spezialisierte Arten, die zumeist nur noch kleine, isolierte Habitatsinseln besiedeln, sind hiervon in hohem Maße betroffen.



Abb. 7: Kreuzenzian-Ameisenbläulings (*Maculinea rebeli*, *Glaucopsyche r.*) auf Kreuz-Enzian (*Gentiana cruciata*; Foto: Frank GRAWE).

Will man diese Tiere und ihre Futterpflanzen auch mittel- bis langfristig erhalten, sind umfangreiche Anstrengungen erforderlich. Hierzu zählt neben der aktiven Ansiedlung in Gebieten mit längerfristigem Potenzial das aktive Management der bestehenden (Rest-)Vorkommen. Grundsätzlich stellt sich hierbei die Frage, ob und unter welchen Bedingungen sich solche Populationen durch geeignetes Management auch bei den zu erwartenden klimatischen Veränderungen erhalten lassen. Um dies abschätzen und modellieren zu können, werden detaillierte, schon über längeren Zeitraum vorliegende Monitoring-Daten aus dem Märkischen Kreis bzw. dem Kreis Höxter ausgewertet, denn ohne Rückgriff auf längerfristige Datenreihen sind klimatisch bedingte Effekte kaum von anderen Einflussfaktoren zu trennen.

Frank GRAWE)



Abb. 5: Deutscher Enzian (*Gentianella germanica*; Foto: Frank GRAWE)



Abb. 6: Kreuz-Enzian (*Gentiana cruciata*) mit Eihüllen des Kreuzenzian-Ameisenbläulings (*Maculinea rebeli*, *Glaucopsyche r.*) auf den Kalktriften bei Willebadessen im Kreis Höxter (Foto: Frank GRAWE).

Im Rahmen von drei aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten sollen die Auswirkungen der prognostizierten Klimaerwärmung auf konkrete Vorkommen von hoch bedrohten Arten bzw. ihrer Lebensräume am Beispiel der Tagfalter dargestellt und mögliche Lösungsvorschläge zu deren Erhalt aufgezeigt und erprobt werden.

Im Rahmen des ersten Arbeitsschritts werden für die beiden Naturräume Weserbergland (Kreis Höxter) und Sauerland (Märkischer Kreis) vorliegende Tagfalter-Monitoringdaten (vgl. BRUNZEL et al 2008) unter Berücksichtigung der jeweils relevanten Futterpflanzen mit der tatsächlichen Klimaentwicklung der letzten 20 Jahre in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse dienen der Abschätzung der konkret auf den Untersuchungsflächen zu erwartenden klimainduzierten Veränderungen. Weiterhin dienen sie zur Validierung der Modellierungsergebnisse. Parallel dazu werden die konkret zu bearbeitenden Zielarten für das Arten-Management herausgearbeitet (vgl. Arbeitsschritt 3) und die möglichen klimatischen Schlüsselparameter für den Erhalt dieser Arten ermittelt.

Im zweiten Arbeitsschritt wird anhand regionalisierter vom PIK erarbeiteter Klimamodelle in mehreren Szenarien die Auswirkung auf die lokalen Populationen der betrachteten Zielarten durch das UFZ modelliert. Unter Berücksichtigung der verschiedenen in Frage kommenden Anpassungsstrategien werden dann Aussterbewahrscheinlichkeiten der einzelnen Vorkommen errechnet.

Im dritten Arbeitsschritt werden dann konkrete Managementmaßnahmen umgesetzt, die ein Überleben der Vorkommen auch unter sich ändernden klimatischen Gegebenheiten sicherstellen sollen. Die Auswirkungen der Maßnahmen werden bis 2013 jährlich, danach in mehrjährigem Turnus im Rahmen eines Monitorings- und Evaluierungsprogramms überprüft.

Seitens der DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt werden die ersten vier Jahre des Projektes einschließlich der Maßnahmenumsetzung gefördert. Das Monitoring über den Förderzeitraum hinaus wird ehrenamtlich weitergeführt.

Projektbeginn war März 2008. Das erste Jahr diente neben Geländeerhebungen vor allem dem Zusammentragen der aus den beiden Regionen vorliegenden umfangreichen Falterdaten. Diese werden zurzeit ausgewertet. Ein erstes Zwischenergebnis stellen erste Entwürfe von Verbreitungskarten der tagfliegenden Schmetterlinge für den Kreis Höxter dar, aus der auch die Veränderungen der Falterfauna in den letzten 100 Jahren hervorgehen. Diese Verbreitungskarten sollen in den nächsten Jahren in dieser Schrift sowie auf der derzeit in Konzeption befindlichen Projekt-Homepage www.klimawandel-projekte.de veröffentlicht werden. Aktuell werden weiterhin erste Maßnahmen im Rahmen der Anpassungsstrategien im Gelände umgesetzt.



Abb. 8: Mädesüß-Scheckenfalter (*Brenthis ino*; Foto: Frank GRAWE)

Die Projektpartner danken der DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt für die großzügige Förderung.

Literatur:

- BALZER, S., M. DIETERICH & B. BEINLICH (2007): Natura 2000 und Klimaänderungen. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 173 S.
- BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND (1999): Klimaänderungen in Bayern und ihre Auswirkungen, Abschlussbericht des Bayerischen Klimaforschungsverbundes, München, November 1999.
- BRUNZEL, S. & H. ELLIGSEN (1999): Change of species set and abundance along a short time gradient: the impact of weather conditions on the conservation of butterflies. *Contrib. Entomol.* 49: 447-461.
- BRUNZEL, S., M. BUSSMANN & H. OBERGRUBER (2008): Deutliche Veränderungen von Tagfalterzönosen als

- Folge von Ausbreitungsprozessen: Erste Ergebnisse eines Monitorings über 17 Jahre. *Natur und Landschaft* 6/2008: 280-287.
- EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2004): Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment. (EEA Report, 2/04).
- GERSTENGARBE, F.-W., F. BADECK, F. HATTERMANN, V. KRYSANOWA, W. LAHMER, P. LASCH, M. STOCK, F. SUCKOW, F. WECHSUNG & P. C. WERNER (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK-Report No. 83, 6/2003, Potsdam, 79 S. + Anhang.
- HILL, J.K., C.L. HUGHES, C. DYTHAM & J.B. SEARLE (2006): Genetic diversity in butterflies: Interactive effects of habitat fragmentation and climate-driven range expansion. *Biol. Lett.* 22: 152-154.
- HÖLTERMANN, A. & J.D. HIEMER (2006, Red.): Wald, Naturschutz und Klimawandel. Ein Workshop zur Zukunft des Waldes vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. BfN-Skripten 185, Bonn-Bad Godesberg, 161 S.
- IBISCH, P.L. (2006): Klimawandel und Schutzgebiets-GAP-Analyse – aktuelle Diskussion. In: KORN, H., R. SCHLIEP & J. STADLER (Red.): Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland II. Ergebnisse und Dokumentation des 2. Workshops. BfN-Skripten 180: 20-21.
- KORN, H., R. SCHLIEP & J. STADLER (2005, Red.): Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland. Ergebnisse und Dokumentation des Auftaktworkshops. BfN-Skripten 131, Bonn – Bad Godesberg, 77 S.
- KORN, H., R. SCHLIEP & J. STADLER (2006, Red.): Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland II. Ergebnisse und Dokumentation des 2. Workshops. BfN-Skripten 180, Bonn – Bad Godesberg, 67 S.
- KORN, H. & C. EPPEL (2006, Bearb.): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. BfN-Skripten 148, Bonn – Bad Godesberg, 27 S.
- LEUSCHNER, C. & M. SCHIPKA (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. BfN-Skripten 115, Bonn – Bad Godesberg, 35 S.
- LUBW (2006): KLIWA – Klimaveränderung und Wasserwirtschaft. Unser Klima verändert sich. Folgen – Ausmaß – Strategien. Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Süddeutschland. Broschüre, 18 S..
<http://www.kliwa.de/index.php?pos=ergebnisse/broschuere/>
- MALCOLM, J.R., LIU, C., NEILSON, R.P., HANSEN, L. & L. HANNAH (2006): Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conserv. Biol.* 20 (2): 538-48.
- PARMESAN, C. & G. YOHE (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- SETTELE, J., O. KUDRNA, A. HARPKE, I. KÜHN, C. VAN SWAAY, R. VEROVNIK, M. WARREN, M. WIEMERS, J. HANSPACH, T. HICKLER, E. KÜHN, I. VAN HALDER, K. VELING, A. VLIAGENTHART, I. WYNHOFF & O. SCHWEIGER (2008): Climatic Risk Atlas of European Butterflies. – *Biorisk* 1 (Special Issue), Pensoft, Sofia, 710 S.
- SMUL – SÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2005): Klimawandel in Sachsen – Sachstand und Ausblick. Dresden, 111 S.
- STOCK, M. (2005, Hrsg.): KLARA. Klimawandel – Auswirkungen, Risiko, Anpassungen. PIK-Report No. 99, 7/2005, Potsdam, 199 S.
- THOMAS, C.D., A. CAMERON, R.E. GREEN, M. BAKKENES, L.J. BEAUMONT, Y.C. COLLINGHAM, B.F. ERASMUS, M.F. DE SIQUEIRA, A. GRAINGER, L. HANNAH, L. HUGHES, B. HUNTLEY, A.S. VAN JAARSELD, G.F. MIDGLEY, L. MILES, M.A. ORTEGA-HUERTA, A.T. PETERSON, O.L. PHILLIPS, & S.E. WILLIAMS (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- THOMAS, C.D., A.M. FRANCO & J.K. HILL (2006): Range retractions and extinction in the face of climate warming. *Trends Ecol. Evol.* 21 (8): 415-416.
- THUILLER, W., S. LAVOREL, M.B. ARAUJO, M.T. SYKES & I.C. PRENTICE (2005): Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102: 8245-8250.

WALTHER, G.R., E. POST, P. CONVEY, A. MENZEL, C. PARMESAN, T.J. BEEBEE, J.M. FROMENTIN, O. HOEGH-GULDBERG & F. BAIRLEIN (2002): Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-95.

WITTIG, R. & S. NAWRATH (2000): Welche Pflanzenarten und -gesellschaften Hessens sind bei einer globalen Temperaturerhöhung gefährdet? Vorschläge für ein Biomonitoring. Geobot. Kolloquium 15: 59-69.

Anschriften der Verfasser:

Benjamin T. HILL,
Dr. Burkhard BEINLICH,
Frank GRAWE
Landschaftsstation im Kreis Höxter
Zur Specke 4
34434 Borgentreich
hill@landschaftsstation.de
beinlich@landschaftsstation.de
grawe@landschaftsstation.de

Dr. Stefan BRUNZEL
Naturschutzzentrum Märkischer Kreis e.V.
Grebbecker Weg 3
58509 Lüdenscheid
brunzel@staff.uni-marburg.de