

KATHRIN BAUMANN, Wernigerode

Neuartige Veränderungen der Vegetation und der Libellenfauna in den Mooren des Harzes - Grenzen der Schutzmöglichkeiten eines Nationalparks

1. Einleitung

Im Nationalpark Harz befinden sich die einzigen Hochmoore Sachsen-Anhalts und die am besten erhaltenen Hochmoore Niedersachsens. Diese haben eine Ausdehnung von insgesamt 230 ha, wovon 220 ha zum FFH-Lebensraumtyp 7110* „Lebende Hochmoore“ gehören. Auf 65 % seiner Fläche hat dieser einen hervorragenden und auf 35 % einen guten Erhaltungszustand; damit sind die Hochmoore auch im europäischen Kontext von großer Bedeutung.

Ihren guten Zustand verdanken diese Gebirgsmoore den ungünstigen klimatischen Bedingungen und der schwierigen Zugänglichkeit. So war der Abbau von Torf kaum profitabel möglich und ist deshalb nur in wenigen Mooren vergleichsweise kleinflächig erfolgt. Auch von flächig wirksamen Entwässerungsmaßnahmen sind nur wenige Hochmoore betroffen; überwiegend finden sich allenfalls Randgräben unterhalb der Randgehänge und nur in wenigen Mooren auch Gräben im zentralen Moor. Seit den 1970er Jahren sind keine nennenswerten aktiven Beeinträchtigungen der Hochmoore mehr erfolgt. Spätestens seit Einrichtung der Nationalparke Hochharz (1990) und Harz (1994), die 2006 zum länderübergreifenden Nationalpark Harz fusioniert sind, ist die Unterhaltung sämtlicher Moorgräben eingestellt, zudem sind Gräben aktiv verschlossen worden. So wäre seitdem eine weitere Zustandsverbesserung der Moore zu erwarten, zumal weder großflächige Grundwasserabsenkungen noch Nährstoffeinträge aus umgebenden Flächen erfolgen.

Allerdings sind Hochmoore nicht nur durch unmittelbar wirksame Eingriffe gefährdet, sondern auch durch globale anthropogene Einflüsse (Klimawandel, atmosphärische Stickstoffdepositionen). Die intakten Hochmoore des Nationalparks sind deshalb hervorragende Untersuchungsobjekte für die Ermittlung der Auswirkungen derartiger globaler Einflüsse, da hier mögliche Veränderungen nicht auf lokale Störungen oder Vorschädigungen zurückzuführen sind.

Im Zuge vergleichender flächendeckender Vegetationskartierungen entstand bereits in der Vergangenheit der Eindruck, dass sich die Vegetation einiger Hochmoore im Verlauf der letzten Jahrzehnte tendenziell negativ – im Sinne einer regressiven Moorentwicklung – verändert hat (BAUMANN 2009: 239-240). Außerdem zeigten sich zuletzt Veränderungen bei der Höhenverbreitung und Abundanz der beiden Moorlibellenarten *Somatochlora alpestris* (Alpen-Smaragdlibelle) und *Somatochlora arctica* (Arktische Smaragdlibelle), bei denen ein Zusammenhang mit dem Klimawandel bestehen dürfte (BAUMANN 2016).

Hier soll der bisherige Kenntnisstand hinsichtlich der neuartigen Veränderungen von Vegetation und Libellenfauna in den Hochmooren des Harzes vorgestellt werden. Im Sinne des Tagungsmottos „Heile Welt Nationalpark?“ stellt sich die Frage, inwieweit Nationalparke als besonders wirkungsvolle Instrumente des Naturschutzes an die Grenzen ihrer Möglichkeiten stoßen, wenn globale Einflüsse wirksam werden.

2. Untersuchungsgebiet

Der Nationalpark Harz befindet sich im Zentrum des Harzes, dem nördlichsten zentraleuropäischen Mittelgebirge, das mit dem Brocken bis auf 1.141 m ü. NHN ansteigt. Aufgrund des sehr rauen Klimas wird bereits in einer Höhe von ca. 1.100 m ü. NHN die natürliche Waldgrenze erreicht (HERTEL & SCHÖLING 2011). Das langjährige Mittel der Lufttemperatur auf dem Brocken lag im Zeitraum von 1961-1990 bei 2,9 °C und von 1981-2010 bei 3,5 °C; in den vergangenen zehn Jahren (2008-2017) wurden Jahresmitteltemperaturen von 3,9 °C gemessen (Quelle: Deutscher Wetterdienst). Entscheidend für die Existenz der Moore sind die hohen Niederschlagsmengen des Harzes, die sich am Westabfall des Hochharzes auf durchschnittlich rund 1.400-1.900 mm/Jahr summieren. Die Sommerniederschläge im Harz haben zuletzt abgenommen (vgl. BAUMANN 2016); in den Bächen wurden bereits verringerte Abflussmengen festgestellt (LANGE 2013).



Abb. 1: Typisch für die Hochmoore des Harzes ist eine starke Wasserdynamik, die zu einer räumlichen und zeitlichen Abfolge verschiedener Vegetationstypen führt. Foto: K. Baumann.

In einer Höhenlage von 705-1.110 m ü. NHN liegt das Hochharzer Moorgebiet, in dem sich rund 30 völlig oder weitgehend intakte, überwiegend in Fichten-Moorwald eingebettete Hochmoore befinden. Bei diesen handelt es sich um typische Gebirgsmoore, die fast durchweg als soli-ombrogen einzustufen sind, da sie lokal von zuströmendem Mineralbodenwasser beeinflusst werden. Die hieraus resultierenden unterschiedlichen trophischen und hydrologischen Bedingungen sowie die natürlichen Reliefunterschiede des Untergrunds bedingen die Ausbildung eines vielfältigen Vegetationsmosaiks. Aus der Hanglage und den hohen Niederschlagsmengen resultiert eine starke Wasserdynamik, die durch natürliche Erosions- und Regenerationsprozesse immer wieder zu Vegetationsveränderungen führt. So sind die meisten Hochmoore durch eine räumliche und zeitliche Abfolge von wachsenden und stagnierenden Partien mit einer entsprechenden Vegetationsvielfalt gekennzeichnet (Abb. 1, 2).

Die wichtigste Pflanzengesellschaft der ombrotrophen Moorzentren ist das *Sphagnetum magellanicum*, das in Wachstums- und Stillstandskomplexen und dementsprechend in diversen unterschiedlichen Subassoziationen und Varianten auftritt. In den minerotrophen Randbereichen wachsen in erster Linie die *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft und *Molinia caerulea*-Dominanzbestände. Während erstere nur in gut wüchsigen Partien zu finden ist, können letztere auch in stagnierenden Bereichen entwickelt sein und bei abnehmender Vernässung aus der *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft hervorgehen. Eine ausführliche Beschreibung der Vegetation der Moore im Nationalpark Harz findet sich bei BAUMANN (2009).



Abb. 2: In einigen Mooren finden sich großflächige Hochmoor-Wachstumskomplexe, wie in diesem Teilbereich des Großen Roten Bruchs. Foto: K. Baumann.

3. Methodik

3.1 Vegetation

Im Sommer 2009 sind in vier Hochmooren im niedersächsischen Teil des Nationalparks insgesamt 80 Dauerquadrate (Plots) mit einer Größe von jeweils 2 x 2 m angelegt worden. Sie befinden sich ausschließlich in intakten, wenigstens schwach wachsenden Bereichen der Moore und repräsentieren sowohl ombrotrophe als auch minerotrophe Verhältnisse und damit ein breites Spektrum der vorhandenen Vegetationstypen. Die Aufnahme der Vegetation erfolgt seit 2009 in zweijährigem Turnus und jahreszeitlich jeweils so, dass jährweise unterschiedliche Artmächtigkeiten durch die phänologische Entwicklung vermieden werden. Der Deckungsgrad aller Arten wird nach einer modifizierten Londo-Skala in Prozentwerten geschätzt. Auf Basis der mittlerweile neun Kalenderjahre (2009-2017) und fünf Aufnahmejahre umfassenden Zeitreihe wurde für

jede einzelne Gefäßpflanzenart sowie für die Gesamtheit der Torfmoose je Plot ermittelt, ob der Deckungsgrad in diesem Zeitraum eine kontinuierliche Zu- oder Abnahme erfahren hat. „Kontinuierlich“ bedeutet hier, dass der Deckungsgrad in allen Untersuchungsjahren entweder ausschließlich zu- oder ausschließlich abgenommen und sich höchstens einmal in zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmejahren nicht verändert hat. Für Arten, die in eine Dauerfläche erst im Laufe der Untersuchungen eingewandert sind, gilt sinngemäß dasselbe, damit sie als „kontinuierlich zunehmend“ gewertet werden.

3.2 Libellen

In den Jahren 2000 bis 2015 erfolgte eine unsystematische Exuviensuche in 17 Hochmooren auf 730-1.000 m ü. NHN. An insgesamt 137 Tagen wurden in diesem Zeitraum 1.918 Exuvien von *Somatochlora alpestris* und 2.627 von *Somatochlora*

arctica aufgesammelt. Um mögliche Veränderungen der Abundanzen der boreo-alpin verbreiteten, „kälteliebenden“ *S. alpestris* und der weniger kältetoleranten *S. arctica* zu ermitteln, wurden Klassen der Jahre 2000-2010 und 2011-2015 gebildet. Die Häufigkeiten beider Arten wurden den Höhenstufen in 50 m-Intervallen zugeordnet und als Anteil (in Prozent) angegeben. Ein Vergleich der absoluten Exuvienzahlen in den beiden Zeiträumen ist aufgrund der seit 2011 intensivierten Kartiertätigkeit nicht möglich. In BAUMANN (2016) ist die Methodik ausführlicher beschrieben.

4. Ergebnisse

4.1 Vegetation

Vier der in den Plots insgesamt 20 vorhandenen Gefäßpflanzenarten zeigten kontinuierliche Veränderungen ihres Deckungsgrads auf mindestens 25 % der Plots mit Vorkommen der jeweiligen Art. Bei all diesen Arten war die Anzahl der Plots mit einer Zunahme des Deckungsgrads deutlich höher als die Anzahl der Plots mit einer Abnahme (Abb. 3).

Die mit Abstand stärksten Veränderungen zeigte *Calluna vulgaris* (Besenheide). Sie kam im Jahr 2009 in 33 % und 2017 bereits in 43 % aller Plots vor. In 88 % der von ihr 2017 besiedelten Plots hat ihr Deckungsgrad kontinuierlich zu- und nur in 6 % abgenommen; war diese Art in einer Dauerfläche erst einmal vorhanden, zeigte sie also sehr häufig eine kontinuierliche Zunahme. Betrachtet man die einzelnen Vegetationstypen, war die Zunahme in der *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft (100 %) und im *Sphagnetum magellanicum* (88 %) sehr deutlich. In den *Molinia caerulea*-Dominanzbeständen spielt diese Art grundsätzlich kaum eine Rolle.

Trichophorum cespitosum (Rasige Haarsimse) trat 2017 in 53 % der Plots auf und war damit die relativ häufigste der vier betrachteten Gefäßpflanzen. In eine Fläche ist sie seit 2009 neu eingewandert. Ihr Deckungsgrad nahm in 33 % der besiedelten Plots kontinuierlich zu und nur in 5 % ab, d.h. diese Art zeigte tendenziell eine Zunahme, neigte aber weniger stark zur Ausbreitung als *Calluna vulgaris*. Die deutlichsten Ausbreitungstendenzen hatte sie in der *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft (44 %) und im *Sphagnetum magellanicum* (36 %), aber auch in den *Molinia caerulea*-Dominanzbeständen nahm sie häufiger zu als ab.

In 49 % der Plots wurde in allen Jahren *Andromeda polifolia* (Rosmarinheide) festgestellt. Sie ist die einzige der vier Arten, deren Mächtigkeit in keinem Fall rückläufig war. Dagegen hat ihr Deckungsgrad in 46 % der besiedelten Plots kontinuierlich zugenommen, wobei diese Tendenz im *Sphagnetum magellanicum*, wo die Art ohnehin ihren Schwerpunkt hat, am deutlichsten ausfiel (50 %).

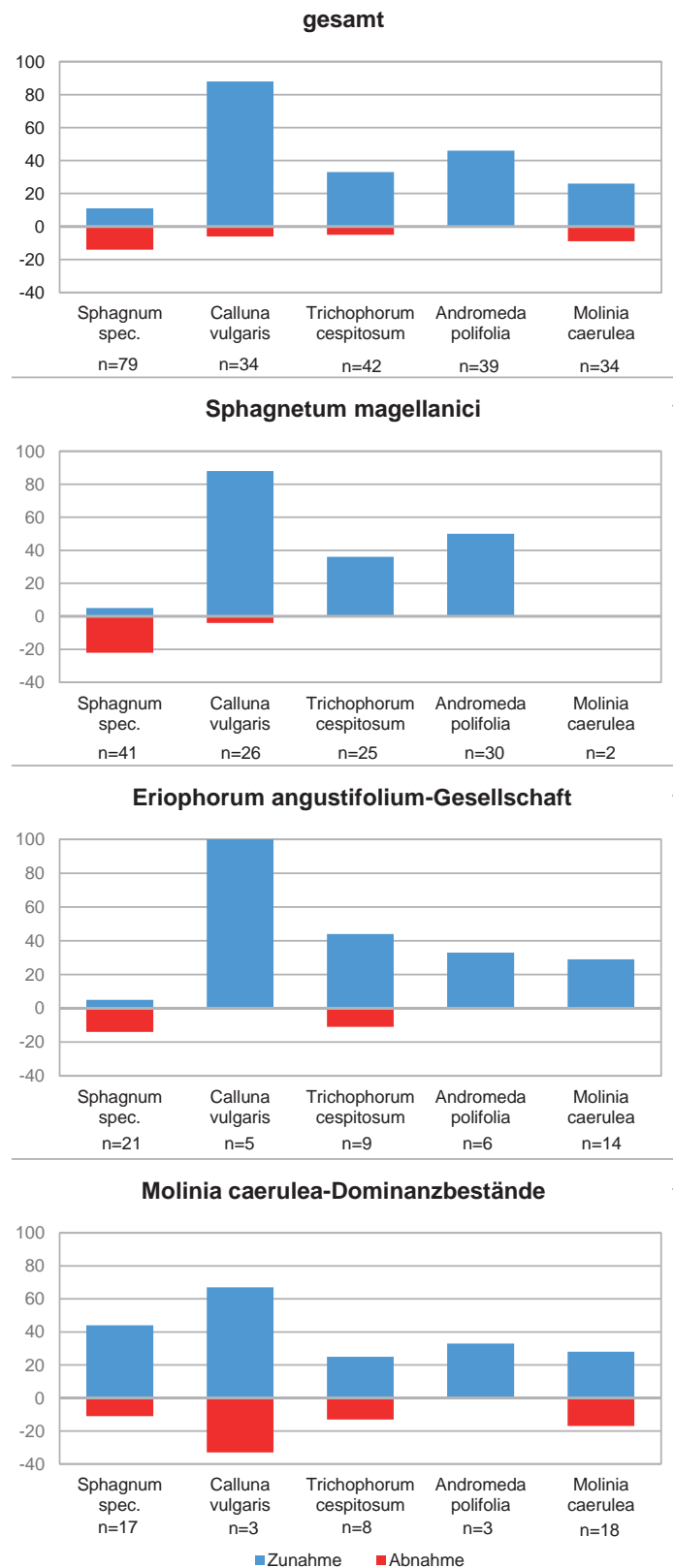


Abb. 3: Anteil der Dauerflächen, in denen der Deckungsgrad der jeweiligen Art bzw. Artengruppe eine kontinuierliche Zunahme oder Abnahme zeigte, differenziert nach den drei wichtigsten Vegetationstypen. Bezugsgröße ist jeweils die Anzahl der Plots mit Vorkommen der jeweiligen Art/Artengruppe. Die blauen Balken zeigen den Anteil der Plots mit zunehmenden Deckungsgraden (positive Werte), die roten Balken den Anteil der Plots mit abnehmenden Deckungsgraden (negative Werte). Die Differenzen zu 100 % ergeben sich jeweils aus dem Anteil der Plots ohne kontinuierliche Veränderung des Deckungsgrads.

Molinia caerulea (Pfeifengras) kommt nur in den soligen beeinflussten Randbereichen der Hochmoore vor und fehlt dementsprechend im *Sphagnetum magellanici* vollständig, tritt aber in der *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft hochstet und in den *Molinia caerulea*-Dominanzbeständen zudem faziesbildend auf. In der *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft hat ihr Deckungsgrad in keinem Fall ab- aber in 29 % kontinuierlich zugenommen. Dagegen gab es innerhalb der *Molinia caerulea*-Dominanzbestände Entwicklungen in beide Richtungen, wobei eine Zunahme etwas häufiger war (28 %) als eine Abnahme (17 %).

Der Gesamtdeckungsgrad der in 99 % der Plots vorkommenden Torfmoose zeigte in 14 % aller Plots eine Zunahme und in 18 % eine Abnahme. Im *Sphagnetum magellanici* gingen die Torfmoose tendenziell zurück, denn hier war in 22 % der Plots eine Abnahme und nur in 5 % eine Zunahme zu beobachten. Etwas abgeschwächt zeigte sich diese Tendenz in der *Eriophorum angustifolium*-Gesellschaft (14 % Abnahme, 5 % Zunahme). In den *Molinia caerulea*-Dominanzbeständen nahm der Deckungsgrad der Torfmoose dagegen deutlich häufiger zu (44 %) als ab (11 %).

4.2 Libellen

Im Zeitraum von 2000-2010 wurden an 56 Untersuchungstagen 459 Exuvien von *Somatochlora alpestris* und 363 Exuvien von *Somatochlora arctica* gefunden; dies entspricht einem Verhältnis 56:44. Die insgesamt deutlich zeitaufwändigeren Aufsammlungen an 81 Tagen im Zeitraum von 2011-2015 erbrachten 1.459 Exuvien von *S. alpestris* und 2.264 von *S. arctica*; daraus ergibt sich ein Verhältnis von 39:61. Überwogen im Zeitraum von 2000-2010 also noch die Exuvien von *S. alpestris*, hatte sich das Verhältnis von 2011 bis 2015 deutlich zu Gunsten von *S. arctica* verschoben.

Betrachtet man die Exuvienfunde in den verschiedenen Höhenlagen, ergibt sich folgendes Bild (Abb. 4): In beiden Zeiträumen nahm der Anteil der Exuvien von *S. alpestris* mit ansteigender Höhenlage zu. Von 2000-2010 kamen beide Arten in Hochmooren aller Höhenlagen vor, allerdings überwog *S. arctica* von 700-749 m ü. NHN und *S. alpestris* oberhalb von 849 m ü. NHN; dazwischen, von 750-849 m ü. NHN, waren beide Arten ähnlich

häufig. Im Zeitraum von 2011-2015 wurden in den Hochmooren von 700-749 m ü. NHN keine *alpestris*-Exuvien gefunden, von 750-849 m ü. NHN hatte *S. alpestris* nur geringe Anteile von 12-15 % und erst ab 900 m ü. NHN waren ihre Anteile höher als die von *S. arctica*. Letztere spielte von 2000-2010 in diesen beiden obersten Höhenstufen mit jeweils 7 % kaum eine Rolle, hatte aber von 2011-2015 mit Anteilen von 29 % (900-949 m ü. NHN) bzw. 14 % (ab 950 m ü. NHN) deutlich zugenommen. Insgesamt zeigte sich also eine relative Abnahme von *S. alpestris*, die allerdings mit ansteigender Höhenlage kontinuierlich geringer ausfällt.

5. Diskussion

5.1 Vegetation

Die in den vergangenen neun Jahren beobachtete tendenzielle Zunahme der Gefäßpflanzen *Calluna vulgaris*, *Trichophorum cespitosum*, *Andromeda polifolia* und *Molinia caerulea* sowie die tendenzielle Abnahme der Gesamtdeckung der Torfmoose scheinen in ihrer Kombination für eine Austrocknung der Hochmoore zu sprechen.

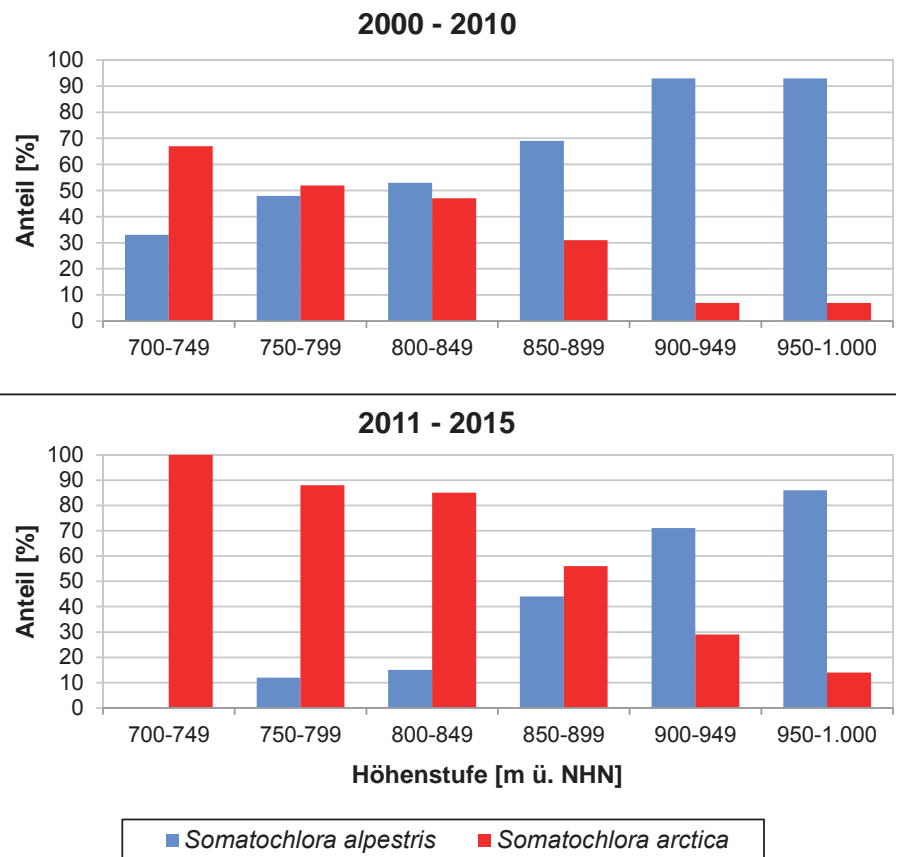


Abb. 4: Vergleich des Anteils der Exuvien von *Somatochlora alpestris* und *Somatochlora arctica* in Hochmooren der unterschiedlichen Höhenlagen in den Zeiträumen von 2000-2010 und 2011-2015.

Calluna vulgaris ist eine in gewissen Grenzen moortolerante Art, die ihren deutlichen Schwerpunkt allerdings auf frischen bis trockenen, nährstoffarmen Mineralböden hat, wo sie großflächige Dominanzbestände ausbilden kann. In den Hochmooren des Harzes ist sie ein typischer Vertreter in den von der Dauerflächenuntersuchung nicht abgedeckten Hochmoor-Stillstandskomplexen, in denen sie höchstet und typischerweise mit Deckungsgraden >25 % auftritt. In den Hochmoor-Wachstumskomplexen kann sie zwar vorkommen, erreicht aber keine so hohen Deckungsgrade; in stark wüchsigen Partien mit geschlossenen Torfmoosdecken fehlt sie hier ebenso wie in den entsprechenden Bereichen von Übergangs- und Niedermoorkomplexen. Die jetzt festgestellte Entwicklung – Zunahme des Deckungsgrads in 88 % und Abnahme in nur 6 % der von *Calluna* besiedelten 34 Plots – fällt so deutlich aus, dass zufällige oder lokale Veränderungen z.B. infolge natürlicher wasserdynamischer Prozesse nicht hauptverantwortlich sein können. Vielmehr ist es äußerst wahrscheinlich, dass die Art von großflächig wirksamen Veränderungen (Austrocknung, verbesserte Nährstoffversorgung) profitiert, die auf globale Einflüsse zurückgehen.

Wie *Calluna vulgaris* ist auch *Trichophorum cespitosum* eine zur Dominanzbildung neigende Art, die jedoch recht eng an Moore gebunden ist und im Übrigen nur in Feuchtheiden auftreten kann; auf nicht vernässten Böden fehlt sie. Auch ihr Deckungsgrad hat in den Hochmooren häufiger zu- als abgenommen, wenn auch längst nicht so häufig wie der von *Calluna vulgaris*. In Hochmoor-Stillstandskomplexen tritt *Trichophorum cespitosum* höchstet und in einigen Mooren auch mit hohen Deckungsgraden auf. Wenn die Art aktuell in eigentlich wachsenden Moorbereichen zunimmt, spricht dies für eine verstärkte Austrocknung.

Andromeda polifolia ist eine an Moore gebundene, normalerweise nicht zur Dominanzbildung neigende Art mit einem klaren Schwerpunkt in Hochmooren und selteneren Vorkommen in Übergangsmooren. In den deutlich soligen beeinflussten Randbereichen der Hochmoore des Harzes fehlt sie weitestgehend. Die kontinuierliche Deckungsgradzunahme in 46 % der besiedelten Plots (beim gleichzeitigen Fehlen von Plots mit einer Abnahme) ist ebenso überraschend wie das Ausmaß der Artmächtigkeit: In 44 % der besiedelten Plots bedeckt *Andromeda* mittlerweile 20-45 % und ist dann die dominierende Art der Krautschicht. Möglicherweise wird auch diese Entwicklung durch die Abnahme der Vernässung begünstigt.

In gestörten Mooren des norddeutschen Tieflands ist *Molinia caerulea* eine typische und sich ausbreitende Art, die von Austrocknung und/oder Nährstoffeinträgen profitiert. Insofern erscheint es erstaunlich, dass *Molinia* in den untersuchten Hochmooren des Harzes keine klare Entwicklungstendenz zeigt. Das nach wie vor vollständige Fehlen im *Sphagnetum magellanicum* der ombrotrophen Hochmoorzentren könnte als gutes Zeichen in Bezug auf die aktuellen Auswirkungen von atmosphärischen Nährstoffeinträgen interpretiert werden. Ihre in den minerotrophen Randbereichen der Hochmoore von Plot zu Plot unterschiedlichen Entwicklungstendenzen sind vermutlich auf natürliche wasserdynamische Prozesse zurückzuführen, die je nach Örtlichkeit zu einer verstärkten Vernässung (Abnahme) oder einer reduzierten Wasserzufuhr (Zunahme) führen.

Die Entwicklung der Deckungsgrade der **Torfmoose** kann unmittelbar mit dem Wasserregime zusammenhängen, aber auch von der Entwicklung der Krautschicht beeinflusst werden. Diesbezüglich den stärksten Einfluss hat *Molinia caerulea*, weil sich die

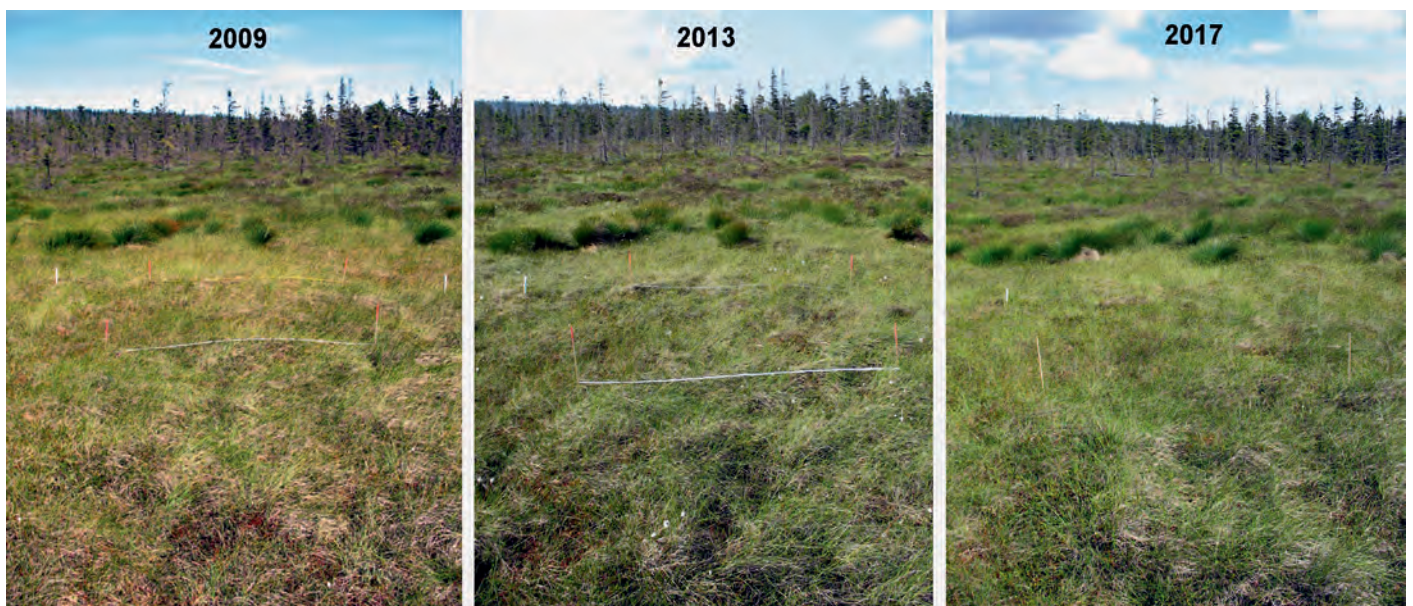


Abb. 5: Vergleich der Dauerfläche S25 in den Jahren 2009, 2013 und 2017 (von links nach rechts): Auf den ersten Blick sind keine Unterschiede erkennbar, doch im Detail zeigt sich u.a., dass *Calluna vulgaris* in die Fläche eingewandert ist. Foto: K. Baumann.

abgestorbenen langen Triebe großflächig auf die Torfmoose legen und deren Wachstum deutlich hemmen. Umgekehrt können sich Torfmoose ausbreiten, wenn Vitalität und Deckungsgrad von *Molinia* abnehmen. Erstaunlicherweise ist die Zunahme von Torfmoosen in neun von insgesamt 14 Fällen in *Molinia caerulea*-Dominanzbeständen erfolgt, obwohl nur auf drei dieser Plots eine kontinuierliche Abnahme des Pfeifengrases erfolgt ist. Allerdings ist auf weiteren Plots eine (im Sinne der o.g. Definition nicht kontinuierliche) Rückgangstendenz von *Molinia* festgestellt worden, die sich bereits auf die Torfmoose ausgewirkt haben könnte. Am häufigsten wurde ein Rückgang der Torfmoose im *Sphagnetum magellanicum* festgestellt (22 % der Plots); da hier *Calluna vulgaris* und *Trichophorum cespitosum* am stärksten zugenommen haben, könnte dies sowohl auf direkte Konkurrenz (Überwachsen) als auch auf die unmittelbaren Auswirkungen einer zunehmenden Austrocknung zurückzuführen sein.

Im Vergleich der unterschiedlichen Vegetationstypen ist das *Sphagnetum magellanicum* am stärksten von allen Veränderungen betroffen. Da dieser im ombrotrophen Moorzentrum entwickelte Vegetationstyp nur von Regenwasser gespeist wird, erscheint es logisch, dass sich hier veränderte Niederschlagsmengen und atmosphärische Nährstoffdepositionen stärker auswirken als in den durch einströmendes Mineralbodenwasser ohnehin besser versorgten Randbereichen.

Im Freilandniederschlag eines soligenen Hangmoores im Nationalpark Harz wurden Stickstoffeinträge von ca. 30 kg ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt (BÖHLMANN 2004); in ähnlichen Dimensionen dürften die N-Einträge auch in den untersuchten Hochmooren liegen. Bereits 5-10 kg ha⁻¹ a⁻¹ gelten als kritische Schwelle für Auswirkungen auf die Moorvegetation (TOMASSEN et al. 2004), ab ca. 18 kg ha⁻¹ a⁻¹ sind Torfmoose N-gesättigt und der Stickstoff wird auch für Phanerogamen verfügbar (LAMERS et al. 2000). Es ist deshalb anzunehmen, dass die aktuellen N-Einträge zu Vegetationsveränderungen in den Hochmooren des Harzes führen. Gleichzeitig könnten sich auch die im Zuge des Klimawandels abnehmenden Sommerniederschläge auswirken. Welcher Einfluss welche Veränderung bedingt, muss zunächst offen bleiben.

5.2 Libellen

Die boreo-alpin verbreitete *Somatochlora alpestris* ist innerhalb Deutschlands ausschließlich eine Gebirgsart (BAUMANN & BROCKHAUS 2015), wogegen *Somatochlora arctica* auch im Tiefland verbreitet ist und innerhalb der Gebirge eine Höhenlimitierung zeigt (BAUMANN et al. 2015). Im Hochharzer Moorgebiet überlappen sich die Vorkommen beider Arten, die sehr ähnliche Habitatansprüche haben und sich häufig syntop in Schlenken reproduzieren.

Die im Vergleich der beiden Zeiträume 2000-2010 und 2011-2015 zuletzt festgestellten höheren Exuvienzahlen beider Arten dürften primär methodisch bedingt sein (s.o.) und sagen nichts über tatsächliche Veränderungen aus. Maßgeblich sind die relativen Abundanzverschiebungen zwischen beiden Arten, die in den tieferen Lagen deutlicher ausfallen als in den Hochlagen und deshalb höchstwahrscheinlich auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Dieser wirkt sich in verschiedener Hinsicht auf die beiden Arten aus: Die weniger kältetolerante *S. arctica* profitiert vermutlich in erster Linie von der ansteigenden Lufttemperatur, die die Aktivität der Imagines fördert und eine zunehmende Besiedlung der Moore der Hochlagen ermöglicht. Tatsächlich hat oberhalb von 900 m ü. NHN nicht nur der relative Anteil der *arctica*-Exuvien zugenommen, sondern einige Moore dieser Höhenlage sind überhaupt erst im Verlauf der vergangenen zehn Jahre besiedelt worden (vgl. BAUMANN 2016). Der Klimawandel wirkt sich jedoch auch auf die Larvalgewässer aus, die häufiger und länger austrocknen und sich stärker erwärmen. Da die Larven beider Arten eine gewisse Toleranz gegenüber vorübergehender Austrocknung zeigen, ist diese vermutlich nicht ausschlaggebend für die Abundanzverschiebungen. Interessant ist in dem Zusammenhang eine weitere Beobachtung in der jüngeren Zeit (vgl. BAUMANN 2016): Exuvien von *S. alpestris* wurden in den unteren und mittleren Höhenlagen immer seltener in den einst regelmäßig von der Art besiedelten typischen Schlenken (Abb. 7) gefunden, sondern sie konzentrierten sich zuletzt in dauerhaft oder wenigstens langanhaltend durchflossenen schlenkenartigen Gewässern innerhalb natürlicher Abflussrinnen oder seit langem verfallener Gräben. Da junge *alpestris*-Larven weder anhaltend hohe Temperaturen noch starke Temperaturschwankungen vertragen und die Mortalität bei konstant niedrigen bis



Abb. 6: Alpen-Smaragdlibelle (*Somatochlora alpestris*). Foto: K. Baumann.



Abb. 7: In den typischen Schlenken der Hochmoore mittlerer Lagen reproduzierte sich *Somatochlora alpestris* in jüngster Zeit immer seltener, wogegen die Situation von *S. arctica* hier unverändert erschien. Foto: K. Baumann.

mittleren Temperaturen am geringsten ist (STERNBERG 1990), ist anzunehmen, dass die Larven in den typischen Schlenken mit fortschreitendem Klimawandel zunehmend Probleme haben. So erscheint es logisch, dass der Reproduktionserfolg in den durchflossenen Gewässern mit ihren niedrigeren und weniger stark schwankenden Temperaturen am größten ist. Da dieser Gewässertyp im Vergleich zu den typischen Schlenken relativ selten ist und in manchen Hochmooren sogar vollständig fehlt, lässt sich die relative Abnahme von *S. alpestris* gut erklären. Hierzu passt auch, dass in den soligenen Hangmooren mit ihren durchweg durchflossenen, kühleren Gewässern bislang kein Rückgang dieser Art zu verzeichnen war (BAUMANN 2016).

5.3 Zusammenfassende Bewertung

Die höhenabhängigen Abundanzverschiebungen zwischen *S. alpestris* und *S. arctica* sind mit größter Wahrscheinlichkeit auf den Klimawandel zurückzuführen. Bei den festgestellten Veränderungen der Vegetation ist ebenfalls von globalen Einflüssen auszugehen, doch lässt sich nicht differenzieren, inwiefern die Temperaturerhöhung und/oder die verringerten Sommerniederschläge bzw. die hohen atmosphärischen Stickstoffdepositionen verantwortlich sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Summe dieser Faktoren die Ausbreitung insbesondere von *Calluna vulgaris*, aber auch von *Trichophorum cespitosum* und *Andromeda polifolia* fördert und direkt oder indirekt auch für den Rückgang der Torfmoose verantwortlich ist. Fest steht, dass bei derartigen globalen Einflüssen die Grenzen der Schutzmöglichkeiten eines Nationalparks erreicht bzw. überschritten sind. Die intakten Hochmoore sind – ebenso wie die gestörten Moore nach dem Verschluss alter Gräben – durch großflächiges Zulassen der natürlichen Dynamik bestmöglich geschützt. Das Wasserregime intakter Gebirgsmoore wäre aufgrund der Hanglage ohnehin nicht sinnvoll steuerbar, so dass durch aktive Maßnahmen kein Einfluss auf den Wassermangel oder auf die Wassertemperaturen genommen werden könnte.

6. Literatur

BAUMANN, K. (2009): Entwicklung der Moorvegetation im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz 4, 243 S.

BAUMANN, K. (2014): Verbreitung und Einnischung der Libellen in den intakten Mooren des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz 11: 136-159.

BAUMANN, K. (2016): Veränderungen von Höhenverbreitung und Abundanz von *Somatochlora alpestris* und *Somatochlora arctica* im Harz unter dem Einfluss des Klimawandels (Odonata: Corduliidae). Libellula 35 (1/2): 43-64.

BAUMANN, K. & BROCKHAUS, T. (2015): *Somatochlora alpestris* (Selys, 1840). Libellula Supplement 14: 234-237.

BAUMANN, K., BROCKHAUS, T., CLAUSNITZER, H.-J. & OTT, J. (2015): *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840). Libellula Supplement 14: 238-241.

BÖHLMANN, N. (2004): Wasser- und Stickstoffhaushalt eines soligenen Hangmoores im Hochharz am Beispiel des Ilsemoores. UFZ-Bericht 21.

HERTEL, D. & SCHÖLING, D. (2011): Below-ground response of Norway spruce to climate conditions at Mt. Brocken (Germany) – A re-assessment of Central Europe's northernmost treeline. Flora 206: 127-135.

LAMERS, L.P.M., BOBBINK, R. & ROELOFS, J.G.M. (2000): Natural nitrogen filter fails in raised bogs. Global Change Biology 6: 583-586.

LANGE, A. (2013): Hydrologische Untersuchungen im Westharz mit Blick auf ein sich änderndes Klima. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz 10: 5-9.

STERNBERG, K. (1990): Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen ihrer Moorbinding. Dissertation, Fakultät für Biologie, Universität Freiburg.

TOMASSEN, H.B.M., SMOLDERS, A.J.P., LIMPENS, J., LAMERS, L.P.M. & ROELOFS, J.G.M. (2004): Expansion of invasive species on ombrotrophic bogs: desiccation or high N deposition? Journal of Applied Ecology 41: 139-150.

Anschrift der Autorin:
Dr. Kathrin Baumann
Nationalparkverwaltung Harz
Lindenallee 35
38855 Wernigerode
baumann@nationalpark-harz.de