

### Klimawandel – Auswirkungen auf den Wald

*H. Maier*

Das Klima umfasst das gesamte Wettergeschehen eines sehr langen Zeitraums und wird in Form von statistischen Größen, z. B. Mittelwert, Standardabweichung oder Häufigkeit extremer Ereignisse ausgedrückt. Es ist ein wesentlicher Standortfaktor für das Pflanzenwachstum, denn es entscheidet über das Vorkommen und Gedeihen von Flora (und Fauna). Neben dem direkten Einfluss auf das Wachstum verändert das Klima auch andere Standortfaktoren, wie den Boden (Bodenfeuchte, Bodengenese etc.). Der Klimawandel führt damit direkt und indirekt zu veränderten Lebensbedingungen. Unter den Landnutzungsarten nimmt der Wald wegen seiner vielfältigen Funktionen, z. B. Schutz, Erholung und Rohstofflieferung, eine besondere Stellung ein, die er nur erfüllen kann, wenn die Baumarten mit den vorherrschenden Klimabedingungen zu Recht kommen. Dabei sind die Bäume aufgrund ihrer langen Lebenszeit von hundert Jahren und mehr darauf angewiesen, dass das Klima sich nicht zu schnell ändert, damit natürlichen Waldgesellschaften und die Forstwirtschaft genug Zeit für die Anpassung bleibt. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel rückt die Bedeutung des Waldes, insbesondere des Waldbodens, als wichtige Kohlenstoffsенке in den Mittelpunkt, die es zu erhalten gilt.

Für eine Beurteilung der Klimaänderung auf das Waldwachstum ist es zunächst wichtig, etwaige Veränderungen des Klimas (Klimamonitoring) in der jüngsten Vergangenheit zu ermitteln sowie künftige Klimaänderungen (Klimaprojektionen) abzuschätzen. In diesem Artikel werden deshalb Anzeichen des Klimawandels der letzten 100 Jahre sowie mögliche Veränderungen in den nächsten 50 bis 100 Jahren für Deutschland dargestellt und dabei die Folgen für das Baumwachstum erläutert.

PdN-BioS 1/58, S. 4

### Artenwechsel im Klimawandel – Wärmeliebende Insektenarten erobern durch Klimawandel und Globalisierung neue Lebensräume

*O. Schmidt*

Seit circa 10 bis 15 Jahren weiten bei uns heimische wärmeliebende Insektenarten Jahr für Jahr ihre Verbreitungsareale aus. Sie nutzen den durch den Klimawandel verursachten Temperaturanstieg, um in den wärmer gewordenen Gebieten immer weiter Fuß zu fassen. Auch immer mehr südländische Arten rücken zu uns vor. Sie profitieren ebenfalls von der globalen Erwärmung. Vielfach nutzen sie die Burgundische- oder die Mährische Pforte, um westlich oder östlich der Alpen nach Mitteleuropa einzuwandern. Eine weitere, wenn auch nicht geologische, Eintrittspforte für fremde Arten sind Flughäfen, Seehäfen oder Fernstraßen. Im Zuge des globalen Handels werden viele Tier- und Pflanzenarten als blinde Passagiere durch Schiffe, Flugzeuge, Autos oder Lastkraftwagen verschleppt und treten bei uns als „neue Arten“, sogenannte Neobiota, auf.

PdN-BioS 1/58, S. 11

### Forstschädlinge profitieren vom Klimawandel – Klimaerwärmung stellt die Waldschützer vor neue Herausforderungen

*Th. Immler*

Die Veränderungen, deren Ursachen im Klimawandel liegen, lassen sich aus heutiger Sicht nur schwer abschätzen. Waldschutzrisiken werden allerdings mit Sicherheit eine frühzeitig auftretende und deutlich spürbare Folge sein. Bei einer Erwärmung um +2 Grad erwartet uns für Süddeutschland ein Klima, das dem von Ungarn entspricht. Die meisten Baumarten werden dann Probleme mit einem neuen Gleichgewicht zwischen Schädling und Baum bekommen. Die Widerstandskraft der Bäume sinkt, wenn sie aus ihrem optimalen Klimabereich herausgedrängt werden. Die Vitalität verschiedener Schädlinge steigt umgekehrt an. Mehr Wärme und Trockenheit im Sommer verbessern die Flugbedingungen der Schädlinge, die Befallsintensität und Ausbreitung nimmt zu. Witterungsextreme, wie die immer häufiger auftretenden Orkane, wirken auf das bis dahin intakte Waldgefüge schlagartig als starke Störung ein und bieten dem Borkenkäfer hervorragende Möglichkeiten zur Massenvermehrung durch viel Brutmaterial und aufgerissene wärmebegünstigte Bestandesränder. Schädlinge, die im intakten Gleichgewicht bisher eine untergeordnete „sekundäre“ Rolle spielen, folgen. Vermehrt muss mit einem Zusammenspiel verschiedener Schädlinge, besonders auch mit pilzlichen Schaderregern gerechnet werden. Positive Veränderungen könnte es in den nächsten Jahrzehnten für die Fichten- und Kiefernwälder in Süddeutschland bei den heute dort möglichen nadelfressenden Schädlingen geben.

PdN-BioS 1/58, S. 7

### Naturgefahren in den Alpen – Wo der Rhein entspringt – Sind Naturgefahren auf dem Vormarsch?

*F. Binder*

In den Alpen, der „Geburtsstätte“ des Rheins, besteht von jeher eine Bedrohung durch Naturgefahren, wie Hochwasser, Muren oder Lawinen. Die Klimaänderung verstärkt diese Problematik, denn der Alpenraum ist davon in besonderer Weise betroffen. In vielen Fällen sind die Auswirkungen auch über die Gebirgsregionen hinaus spürbar. Mit der Zunahme von Naturgefahren steigt der Schutzbedarf der Alpenbewohner. Intakte Gebirgswälder können diese Erfordernisse erfüllen und das Schadensrisiko verringern. Dazu müssen sie je nach Naturgefahr bestimmte Anforderungsprofile aufweisen. So sollten beispielsweise im Lawinenschutzwald die immergrünen Nadelbaumarten Fichte und Tanne mit einem hohen Anteil vertreten sein. Eine nadelholzreiche Bestockung stellt unter bestimmten Voraussetzungen (Baumanzahl, Mehrstufigkeit) ein geeignetes Instrument dar, um ein Abreißen der Schneedecke, die Grundvoraussetzung für eine Lawinenbildung, zu verhindern. Im bayerischen Alpenraum übernimmt diese Funktion vorwiegend die auf der Fläche dominierende Fichte. Leider ist gerade diese Baumart von der prognostizierten Temperaturerhöhung am stärksten betroffen. Niederschlagsarmut während der Vegetationszeit, Zunahme von Stürmen und eine Arealausdehnung ihres Feindes mit dem Namen Buchdrucker bis in die höheren Lagen führen derzeit schon zu Vitalitätseinbußen und vermehrten Ausfällen. Ergebnis dieser Entwicklung sind verlichtete Wälder bis hin zu Kahlflecken, in denen sich die Verjüngung nur schwer etablieren kann. Denn auch wenn Freiflächen im Regelfall günstige Bedingungen für das Ankommen und die Entwicklung der Verjüngung bieten, können natürliche Einflüsse (Schneebewegung, Schneeschimmel, ...) und eine hohe Zahl an Reh-, Rot- und Gamswild die Entwicklung der jungen Bäume gefährden. Herausforderung wird bleiben, unsere Schutzwälder rechtzeitig auf die zu erwartende Situation vorzubereiten.

PdN-BioS 1/58, S. 13

### Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel – Antworten auf 20 häufig gestellte Fragen

C. Kölling, M. Konnerth und O. Schmidt

Die Forstwirtschaft zählt zu den am meisten vom Klimawandel betroffenen Wirtschaftszweigen. Das liegt daran, dass Forstwirtschaft unter freiem Himmel betrieben wird und in besonderem Maße umweltgebunden ist. Des Weiteren operiert die Forstwirtschaft mit langlebigen Organismen, den Bäumen, die ihr Erntealter erst nach etwa 100 Jahren erreichen und damit eine Temperaturerhöhung von mehreren Grad innerhalb ihres Lebenszyklus erfahren. Zu guter Letzt sind die Waldbäume ortsgebunden, es gibt keine Möglichkeit, eine forstliche Produktionsstätte an einen günstigeren Ort zu verlagern. Die Anpassung an den Klimawandel muss daher proaktiv schon jetzt erfolgen, weil die heute gepflanzten Bäume mit den veränderten Klimabedingungen im Jahr 2100 zurechtkommen müssen. Das Denken in langen Zeiträumen ist eine Besonderheit der Forstwirtschaft, dennoch treten im Zusammenhang mit der Klimawandelanpassung auch hier viele Fragen auf. Welche Bestände sollen angepasst werden? Welches sind die Bäume der Zukunft? Wann und in welchem Umfang muss man überhaupt tätig werden? Wo liegt die Grenze zwischen panischem Aktionismus und besonnenem proaktiven Handeln?

PdN-BioS 1/58, S. 17

### Die Klimahüllen unserer Baumarten – Temperatur und Niederschlag entscheiden über die zukünftige Verbreitung unserer Waldbäume

C. Kölling

Waldbaumarten kommen in ihren Verbreitungsgebieten unter bestimmten klimatischen Konstellationen vor. Durch die im Verbreitungsgebiet realisierten Kombinationen von Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme werden sogenannte Klimahüllen gebildet, die den klimatischen „Wohlfühlbereich“ der Baumarten abbilden. Die Klimahüllen der Baumarten kann man mit den klimatischen Bedingungen bestimmter Regionen vergleichen. So bekommt man eine Vorstellung davon, ob sich die Baumart in der Region wohlfühlt und ob ihr Anbau Erfolg versprechend ist. Das gleiche Verfahren kann man aber auch auf die in der Region zukünftig herrschenden Klimabedingungen anwenden. Dabei wird deutlich, dass sich regional durch den Klimawandel die Übereinstimmung zwischen den klimatischen Ansprüchen einiger Baumarten und den in der Region zukünftig herrschenden Bedingungen verschlechtert. Diese Baumarten werden künftig nicht mehr mit Erfolg angebaut werden können, weil außerhalb der Klimahülle mit deutlich erhöhtem Risiko zu rechnen ist. Sie müssen im Rahmen des klimagerechten Waldumbaus durch angepasste Baumarten ersetzt werden.

PdN-BioS 1/58, S. 22

### Die Zukunft hat schon begonnen – Unterwegs zu Wäldern im Klimawandel

C. Kölling und G.-R. Walther

Wenn vom Klimawandel und seinen Auswirkungen auf alle Bereiche des Lebens geredet wird, dann entsteht häufig der Eindruck, als würde es sich um ein Ereignis der ferneren Zukunft handeln. Die Sorge darum scheint dann nicht so dringlich, die Angelegenheiten des Tagesgeschäfts gehen vor. Im forstlichen Bereich kann diese Sorglosigkeit schnell zu fatalen Folgen führen, sind doch Wälder hochgradig vom Klima abhängige Ökosysteme. Bei einer scheinbar optimistischen und das Problem vertagenden Haltung übersieht man die Tatsache, dass wir bereits mitten im Wandel stecken. Ein erstes halbes Grad globaler Erwärmung haben wir schon überschritten. Um die Auswirkungen dieses bereits abgelaufenen Klimawandels in den Wäldern zu entdecken, muss man sich allerdings auf die Reise machen und etwas näher hinschauen. Dann erkennt man die Zeichen der Zeit bereits jetzt. Klimawandel ist keine Zukunfts-, sondern eine Gegenwartsfrage. An mehreren Beispielen aus aller Welt kann man demonstrieren, dass Wälder in Randsituationen schon jetzt empfindliche Reaktionen auf die schon eingetretenen Veränderungen des Klimas zeigen.

PdN-BioS 1/58, S. 24

### Waldnaturschutz in Zeiten des Klimawandels – Neue Herausforderungen für den Erhalt der Biodiversität

S. Müller-Kroehling, H. Walentowski und H. Bußler

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt in den Wäldern Deutschlands ist ein anspruchsvolles Ziel. Die sich immer deutlicher abzeichnende Klimaveränderung stellt dieses Ziel vor eine weitere Herausforderung. In erster Linie ist es das Klima, das die Verbreitungsareale aller Arten steuert. Für die Region gemäßigter Laubwälder, wie in Mitteleuropa, könnten Modellierungen zufolge im schlimmsten Falle fast ein Viertel der Arten aussterben. Durchschnittliche Temperaturerhöhungen um mindestens 2 °C, erhöhte potenzielle Verdunstung, abnehmende Sommerniederschlagsmengen, Vertikalverschiebung der Höhenstufen um 350 m nach oben betreffen alle Waldlebensraumtypen, aber ganz besonders jene, die gegenüber Wassermangel, Hitzeperioden und Eutrophierung besonders empfindlich sind.

Ganz besonders kritisch wird es jedoch für die Arten jener Lebensräume, die als relikte Arten kälterer Klimaperioden zu verstehen sind. Diese Arten, die besonders die offenen Moore, Moorwälder sowie Schluchtwälder und Blockhalden kennzeichnen, sind oftmals sehr ausbreitungsschwach und an eine ganzjährig hohe Kältesumme ihrer Lebensräume angepasst. Diese „Sonderstandorte“ tragen im Verhältnis zu ihrer relativ geringen Fläche mit einem deutlich überproportionalen Anteil zur heimischen Artenvielfalt bei. Gehen die prägenden Standortbedingungen verloren, von denen viele mit dem Kleinklima und dem Wasserhaushalt zusammenhängen, riskieren wir daher auch den Verlust von besonders viel Artenvielfalt. Für diese Lebensräume sind Maßnahmen zur Wiederherstellung eines naturnahen Wasserhaushalts daher von höchster Dringlichkeit.

Auch für die „Normalstandorte“ kann jedoch keine Entwarnung gegeben werden. Montane Arten der Buchenwälder können auf ihren isolierten Vorkommen im Hügelland und in den flacheren Mittelgebirgen dort in Bedrängnis kommen, wo ihnen ein Ausweichen in höhere Lagen nicht möglich ist.

Es gibt zwar neben den Verlierern auch nicht wenige Gewinner einer Klimaerwärmung. Daraus jedoch ein „Nullsummenspiel“ für die Artenvielfalt zu konstruieren, wäre falsch: Gewinnen werden ausbreitungsstarke und überwiegend in südlichen Gefilden weitverbreitete Arten. Zu den Verlierern zählen hingegen relativ viele endemische Arten und Unterarten, für deren weltweiten Erhalt wir in Mitteleuropa eine besondere Verantwortung haben. Für alle betroffenen Lebensräume müssen die Möglichkeiten der „Ausweichmigration“ verbessert werden, also Wanderkorridore und Habitatverbund geschaffen werden, damit die Arten soweit möglich den sich ändernden Umweltbedingungen folgen können.

PdN-BioS 1/58, S. 29

### Weihenstephaner Erklärung zu Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel – Gemeinsame Erklärung der Bayerischen Staatsregierung und der forstlichen Verbände und Vereine in Bayern

O. Schmidt

Angesichts der Herausforderungen durch den Klimawandel bündelt Bayern alle Kräfte, um Wald und Forstwirtschaft auf die Risiken der zu erwartenden Veränderungen, aber auch die möglichen Chancen vorzubereiten. Dies haben die bayerische Staatsregierung und 20 forstliche Verbände und Vereine mit der Unterzeichnung einer gemeinsamen „Weihenstephaner Erklärung“ bekräftigt. Die Erklärung ist ein Signal der Einigkeit und des Aufbruchs und geht über bisherige Positions- und Strategiepapiere weit hinaus – durch ihren ganzheitlichen Ansatz, durch die konkreten Strategien und Maßnahmen, durch die Betonung des Prinzips von Solidarität und Eigenverantwortung, aber auch durch die große Breite der Allianz.

PdN-BioS 1/58, S. 33

**Kompetenzen und Kontexte****Lernort Museum – Das FIES-Projekt des Bremer Überseemuseums***U. Fehnker*

Die Vermittlung von Sachkompetenzen gehört zu den Ansprüchen aller schulischen Unterrichtsfächer. Daneben sollen auch Sozial-, Methoden-, Personal- und Präsentationskompetenzen vermittelt werden. Das FIES-Projekt ebnet hier mit Zeit und Unterstützung einen Weg, die Anforderungen zu integrieren und sich in Ruhe entwickeln zu lassen. Hinter der Abkürzung FIES verbirgt sich „Forschen in eigener Sache“. Hier werden die Jugendlichen zur Eigeninitiative herausgefordert, die durch fachkundige Experten unterstützt werden soll. So werden sie nicht nur auf der inhaltlichen Ebene, sondern vor allem im Bereich der methodischen und sozialen Kompetenzen zu bemerkenswerten Entwicklungsschritten motiviert.

PdN-BioS 1/58, S. 35

**Tier-Oberflächen-Interaktion – Ein handlungsorientierter Ansatz zur Erforschung der Hafteigenschaften von Insekten***M. Wüller, P. Hüttermann, W. Baumgartner und J. Bohrmann*

Am Beispiel der Interaktion von Insekten und Oberflächen wird gezeigt, dass es mit verhältnismäßig einfachen Mitteln möglich ist, aktuell in der Forschung interessierende Themen in der Schule praktisch zu behandeln: Biologische, physikalische und mathematische Unterrichtsinhalte finden gepaart mit experimentellen Untersuchungen Anwendung und führen selbst bei Verwendung von „Spielzeug“ zu Ergebnissen, die sich nicht zu verstecken brauchen. Schüler beschreiten den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, indem sie – je nach Unterrichtsziel – das Versuchsgerät mit entwickeln und/oder die gewonnenen Messwerte fach- und sachgerecht auswerten. Der Versuchsaufbau wurde im Rahmen einer Staatsexamensarbeit entwickelt, die kürzlich beim NRW-Landeswettbewerb ExaMedia als beste fachdidaktische Staatsexamensarbeit im Bereich „Neue Medien“ ausgezeichnet wurde.

PdN-BioS 1/58, S. 37

**Eugenik, Rassenhygiene und Neoeugenik – Teil 7: Reproduktionsmedizin und Klonierung – Fortpflanzungshilfe oder Aufartung?***F. Züllicke*

Die Möglichkeit der Klonierung von Menschen ist für die Medien hochspekulativ. Der Beitrag geht von der Präsentation des Klonschafs Dolly im Februar 1977 aus und erörtert die verschiedenen Versuche, die an Wirbeltieren und auch am Menschen durchgeführt wurden. Auch in der Literatur gibt es interessante Auseinandersetzungen mit diesem Thema, wobei die Frankenstein-Geschichte von *Mary Shelley* aus dem Jahr 1818 sicher zu den bekanntesten Erscheinungen zählt. Die Ethik setzt sich in diesem Zusammenhang vor allem mit der Frage auseinander, wo die Grenzen des menschlichen Forschungsdrangs überschritten werden.

PdN-BioS 1/58, S. 41

**Gedenktage 2009***D. Rux*

Folgende Wissenschaftler werden anlässlich eines Gedenktages im Jahr 2009 vorgestellt: *Charles Darwin, Jakob Henle, Jean Senebier, Felix Anton Dohrn, Gerhard Schramm, Hans Stubbe.*

PdN-BioS 1/58, S. 44