

Wenn es dem deutschen Wald zu warm wird

Das Projekt »Wald der Zukunft« untersucht Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel



1 Die Zerreiche (*Quercus cerris*), hier ein Exemplar im Palmengarten der Stadt Frankfurt, wirft im Herbst alle Blätter ab und kann so den kalten Temperaturen im Winter problemlos trotzen.

boden und abgesenkten Grundwasserspiegeln ist dieses Phänomen bereits jetzt zu beobachten. Vor allem nach dem Extremsommer 2003 kam es dort zu einer erheblichen Schädigung der Eichenwälder. Bei einer zukünftigen Häufung solcher Sommerbedingungen wird es zu immensen Ausfällen in der Baumschicht kommen.

Die Beschaffenheit des Bodens und seine Fähigkeit, Wasser zu speichern, hängen eng mit der auf ihm wachsenden Vegetation zusammen. Sterben die Bäume allmählich ab, erreicht den Boden mehr Sonnenstrahlung, so dass der ohnehin schon trockene Boden das Wasser noch schlechter halten kann. So wird auch die Existenz des verbleibenden Baumbestandes bedroht, und es kommt zu einem sich aufschaukelnden Versteppungseffekt. Steppenregionen können zwar aufgrund der großen Biomasseproduktion schnell und effektiv Kohlendioxid fixieren. Sie haben aber im Gegensatz zu Wäldern den Nachteil, dass sie durch ihre kurze Vegetationsperiode das Treibhausgas nicht über Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte speichern können. So gelangt Kohlendioxid rasch wieder in die Atmosphäre, wo es den Klimawandel weiter beschleunigt.

Roteichen schmecken anders

Ein Eichensterben und die folgende Versteppung solcher Areale wären jedoch nicht nur aus Klimaschutzgründen oder forstwirtschaftlicher Sicht folgeschwer, sondern würde auch ein massives Problem für Tierarten darstellen, deren Überleben an das Vorhandensein von Eichen gekoppelt ist. Das Projekt »Wald der Zu-

von Vera Holland

Was bedeutet Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft unter den Bedingungen des Klimawandels? Aktuellen Klimaszenarien zufolge werden in Mitteleuropa in den kommenden 50 bis 100 Jahren die heißen und niederschlagsarmen Sommer immer häufiger.

Besonders das Ökosystem Laubwald wird von diesen Klimaveränderungen stark betroffen sein. Im Projekt »Wald der Zukunft« untersuchen Botaniker, Zoologen und Forstwissenschaftler aus verschiedenen Forschungsinstituten seit 2008, ob in Südeuropa heimische Eichen-Arten in unseren Breiten Fuß fassen können. Eine wesentliche Frage ist hierbei, ob sie unsere kalten Winter ertragen.

Teufelskreis der Versteppung von Waldgebieten

Der in Mitteleuropa dominierende Waldbildner ist die Rotbuche (*Fagus sylvatica*). Sie gilt als trockenempfindlich (Backes und Leuchner 2000), weshalb davon auszugehen ist, dass sie bei zunehmender Sommertrockenheit auf jetzt bereits leicht trockenen Flächen den toleranteren mitteleuropäischen Eichen weichen wird. Aber auch Eichen können auf den besonders trockenen Flächen künftig Probleme beim Aufwuchs bekommen. An einigen Standorten in Südhessen mit Sand-



2 Die Korkeiche (*Quercus suber*) ist eine immergrüne Eiche, die aus dem Mittelmeerraum stammt und gegen Trockenheit unempfindlicher ist als heimische Arten. Dieser Baum wächst ebenfalls im Palmengarten.

Die Spanische Eiche (*Quercus x hispanica*) ist ein Hybrid aus Zerreiche und Korkeiche. Sie wirft im Winter nur einen Teil ihrer Blätter ab und ist somit ein attraktiver, grüner Blickfang in dieser Zeit.



arten können sie aber aufgrund ihrer sehr unterschiedlichen Blattzusammensetzung unseren einheimischen Baumarten gegenüber nicht in ausreichendem Maß als Nahrungsquelle nutzen. Aktuelle Studien über Fraßpräferenzen von Bodentieren (Laubdestruenten) an den mediterranen Arten und Untersuchungen zur Besiedlung der Bäume mit einheimischen Insektenlarven zeigen dagegen erste positive Ergebnisse. Eine Eingliederung mediterraner Eichenarten in das bestehende ökologische System sollte somit möglich sein.

Übersteht die Spanische Eiche den deutschen Winter?

Die Frage, die Wissenschaftler im Fachbereich Biowissenschaften derzeit beschäftigt, bezieht sich auf die Anpassung der südeuropäischen Eichen an hiesige winterliche Bedingungen. Können die ausgewählten mediterranen Arten lange Frostperioden überstehen und wenn ja, wie? Welche Schutzmechanismen greifen auf biochemischer Ebene? Ein Taxon, das in der Studie untersucht wird, ist die Spanische Eiche (*Quercus x hispanica*), ein Hybrid aus der immergrünen Kork-

kunft« hat den Anspruch, dieser potenziellen Bedrohung der Biodiversität in unseren Wäldern durch den Klimawandel entgegenzuwirken, den forstwirtschaftlichen Nutzen solcher Flächen für kommende Generationen zu bewahren und einen möglichst artenreichen Wald als Erholungsgebiet zu erhalten. Aus diesen Gründen wird nach alternativen Baumarten gesucht, die das bestehende Ökosystem so geringfügig wie möglich beeinträchtigen und unter den vorhergesagten Klimabedingungen gedeihen können.

Um den vorhandenen Tier- und Pflanzenarten das Überleben zu ermöglichen, darf sich das bestehende Umfeld nicht zu schnell oder stark verändern. Aus diesem Grund fiel die Wahl auf mediterrane, unseren Eichen nahe verwandte Arten, die voraussichtlich im Zuge des Klimawandels ohnehin langfristig einwandern werden. Die momentan von Forstwirten oft bevorzugten Arten, Roteiche (*Quercus rubra*) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), stammen aus Nordamerika und sind nach Meinung vieler Forstwissenschaftler an das prognostizierte Klima angepasst. Heiße, trockene Sommer und auch sehr kalte Winter stellen für sie keinerlei Probleme dar. Viele unserer einheimischen Tier-

Was ist Nachhaltigkeit?

Nachhaltigkeit ist ein heute geradezu inflationär benutzter Begriff, der in so unterschiedlichen Fachgebieten wie Finanzpolitik, Wirtschaft und Wissenschaft auftaucht. Obwohl die ihn verwendenden Disziplinen nicht unterschiedlicher sein könnten, meinen sie oft das Gleiche. »Die Gemeinsamkeit der Nachhaltigkeitsdefinitionen ist der Erhalt eines Systems bzw. bestimmter Charakteristika eines Systems, sei es die Produktionskapazität des sozialen Systems oder des lebenserhaltenden ökologischen Systems. Es soll also immer etwas bewahrt werden zum Wohl der zukünftigen Generation«, schrieb 1999 Bernd Klauer in der Zeitschrift für angewandte Umweltforschung. Nachhaltigkeit beschreibt demnach die Nutzung eines regenerierbaren Systems in der Form, dass dieses System in seinen wesentlichen Eigenschaften erhalten bleibt und sein Bestand auf natürliche Weise regeneriert werden kann. Bei der Nutzung sollen sowohl ökologische, ökonomische sowie soziale Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Seine Wurzeln hat der Begriff in der Forstwirtschaft, wo die Idee der nachhaltigen, generationsübergreifenden Nutzung der Wälder bereits 1560 in der kursächsischen Forstordnung formuliert wurde.

Procter & Gamble Nachhaltigkeitspreis

Das amerikanische Unternehmen Procter & Gamble fördert seit 1972 Nachwuchswissenschaftler der Goethe-Universität, die einen Beitrag zu Innovationen im Bereich des Umweltschutzes leisten. Damals noch unter dem Namen Umweltschutzpreis, wird er heute als P & G Nachhaltigkeitspreis verliehen. Er besteht aus einem mit 3000 Euro dotierten Hauptpreis für herausragende Dissertationen und einem Förderpreis (1500 Euro) für Diplomarbeiten. Im Jahr 2010 wurde der Hauptpreis erstmals auf zwei Diplomarbeiten mit sehr unterschiedlichen Themenansätzen aufgeteilt. [siehe auch Joel Fourier, »Kleine Tiger« Peru, Seite 52]

eiche (*Quercus suber*) und der Laub werfenden Zerreiche (*Quercus cerris*). Die Bäume sind semi-immergrün, das heißt, sie verlieren im Winter nur einen Teil ihrer Blätter, während die andere Hälfte bis zum Neuaustrieb im Frühling am Baum verbleibt. Im Gegensatz zur Zerreiche und anderen einheimischen Bäumen, die der Kälte im Winter trotzen, indem sie ihre Blätter abwerfen, müssen diese Pflanzen die harschen Außentemperaturen tolerieren können. Ein wichtiger Indikator für die Fitness der Eichen bei Frost und Kälte ist die sogenannte Quantenausbeute des Photosystems II. Dieser Parameter beschreibt die Fähigkeit des Photosyntheseapparates, sichtbares Licht in biochemische Energie umzuwandeln. Im Idealfall liegt er bei einer Ausbeute von 80 Prozent. Gemessen wird die Quantenausbeute über die Eigenschaft des Blattes, einen geringen Teil des sichtbaren Lichtes in rotes Fluoreszenzlicht umzuwandeln (Chlorophyllfluoreszenz). Dieser Anteil kann



4 Blätter der Zerreiche *Quercus cerris*.

5 Blätter der Korkeiche *Quercus suber*.

6 Blätter der Spanischen Eiche *Quercus x hispanica*.



7 Nachwuchswissenschaftlerinnen bei Chlorophyllfluoreszenz- und Gaswechsellmessungen im Botanischen Garten der Goethe-Universität.

durch ein Fluorometer bestimmt werden und steht so für weitere Berechnungen zur Verfügung.

Pigmente schützen vor zu viel Licht

In der Arbeit wurde gezeigt, dass sowohl der Hybrid als auch die Elternart *Quercus suber* auch unter harten Winterbedingungen im Rhein-Main-Gebiet erfolgreich überwintern können. Bei starken Frösten schützen sich die Pflanzen, indem sie den Photosyntheseapparat reversibel »ausschalten«, dabei sinkt die Quantenausbeute auf 20 Prozent ab. Sobald die Temperaturen zu Beginn des Frühlings wieder milder werden, können die Bäume ihre photosynthetische Arbeit wieder im selben Maße wie zuvor aufnehmen, und die Quantenausbeute steigt wieder an. Das verschafft ihnen einen Vorteil

Literatur

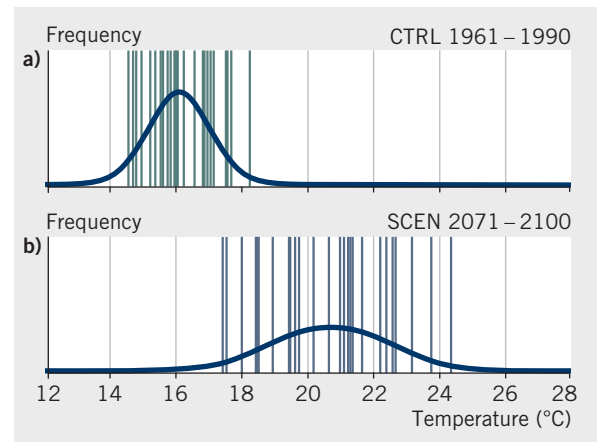
Schär C., Vidale P. L., Lüthi D., Frei C., Häberli C., Liniger M. A., Appenzeller C. (2004) *The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves* Nature, 427: 332–336.

Klauer B. (1999) *Was ist Nachhaltigkeit und wie kann man eine nachhaltige Entwicklung erreichen?* Zeitschrift für angewandte Umweltforschung 12, 86–97.

Backes K., Leuschner C. (2000) *Leaf water relations of competitive Fagus sylvatica and Quercus petraea trees during 4 years differing in soil drought* Canadian Journal of Forest Research, 30: 335–346.

gegenüber heimischen Arten, die erst wieder neue Blätter austreiben müssen. Ein weiterer Schutzmechanismus, der mit der Abnahme der Photosyntheseaktivität einhergeht, ist die Akkumulation von Schutzpigmenten (Zea- und Antehraxanthin). Je kälter es wird, desto mehr Schutzpigmente häufen die Pflanzen an, damit der Anteil der Lichtenergie, der durch die kalten Temperaturen nicht zur Photosynthese genutzt werden kann, in Wärme umgewandelt und abgestrahlt wird. Für die Pflanzen ist es entscheidend, diese überschüssige Lichtenergie unschädlich zu machen, da es sonst durch eine Überenergetisierung der Photosysteme zu Bildung reaktiver Sauerstoffspezies kommen kann, die die Pflanzen stark schädigen können.

Weitere, bereits begonnene Forschungen in bestehenden Freilandanlagen Südhessens sollen nun zeigen, ob das Projekt dazu beitragen kann, auch unter praktischen Bedingungen die heimischen Habitate der an den Lebensraum »Eiche« gebundenen Tiere und anderer Organismen zu schützen. Fällt diese Evaluati-on positiv aus, bestünde die Chance, die mediterranen



8 Temperaturamplituden a) Klimaamplitude für die Jahre 1961–1990 b) Prognose für die Klimaamplitude 2071–2100 (Schär et al. 2004).

Bäume punktuell in bestehende Wälder auf problematischen Trockenstandorten einzubringen und somit nicht nur der Nachhaltigkeit Rechnung zu tragen, sondern vor allem etwas für den Umweltschutz und gegen die Folgen des Klimawandels zu tun. ♦

Die Autorin

Diplom-Biologin Vera Holland, 26, studierte Biologie an der Goethe-Universität mit dem Schwerpunkt Ökophysiologie. Dieses Teilgebiet der Biologie beschäftigt sich mit Aspekten physikalischer und biochemischer Funktionsweisen von Organismen in direktem Bezug zu artrelevanten Umweltbedingungen. Für ihre Arbeit »Untersuchungen zur Photosynthese von Eichenhybriden (*Quercus x hispanica*) und ihrer Elternarten im Winterhalbjahr« wurde sie mit dem Procter & Gamble Nachhaltigkeitspreis ausgezeichnet. Die Diplomarbeit stammt aus dem Projekt »Wald der Zukunft« des Biodiversität und Klima-Forschungszentrums Frankfurt (BiK-F), das seit 2008 im Rahmen der Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlicher-ökonomischer Exzellenz (LOEWE) gefördert wird. Hier ist es Teil des Projektbereichs »Anpassung und Klima«.

veron17@gmx.de