

Gegen Pflanzenstress: "Molekulare Schalter"

Redaktion am 10. Juni 2005

Der Genetiker und Wittgensteinpreisträger Heribert Hirt präsentierte im Rahmen eines Vortrags mögliche Maßnahmen gegen die Auswirkungen des Klimawandels, die auch Pflanzen betreffen.

Auch wenn der Forschungszweig "Molekulare Signalübertragung in der Zelle" nach reiner Grundlagenforschung klingt, könnte diese relativ junge Wissenschaft schon bald der Klima-geplagten Landwirtschaft auf die Sprünge helfen. Das berichtete der Wittgensteinpreisträger des Jahres 2001, ao. Univ.-Prof. Dr. Heribert Hirt vom Department für Genetik der Universität Wien, bei einem Vortrag im Rahmen der "Wittgenstein-Research Highlights 2005" des FWF Donnerstagabend in Wien.

Molekulare Signalübertragung in der Zelle ist vergleichbar mit Nerven- oder Hormonsystemen von ganzen Organismen. Letztendlich geht es darum, dass ein Umweltreiz – etwa Stress durch Hitze, Kälte oder auch Trockenheit – zu einer Reaktion im Zellkern führt, dass etwa mehr Moleküle eines Anti-Stress-Faktors produziert werden.

Modellpflanze Ackerschmalwand

Wichtigste Modellpflanze für die Erforschung der Signalwege ist nach wie vor das unscheinbare Pflänzchen Ackerschmalwand oder Arabidopsis. Dank der bereits erfolgten Aufschlüsselung der gesamten Erbsubstanz sind die Arbeiten bei dieser Pflanze besonders beliebt. Häufig kommen die WissenschaftlerInnen zum Schluss, dass molekulare Mechanismen in Arabidopsis nicht viel anders ablaufen als beispielsweise im Menschen.

Welche Bedeutung die Signalübertragung in der Zelle hat, zeigt die Tatsache, dass etwa zehn Prozent der 25.000 Gene der Ackerschmalwand damit befasst sind. Je mehr die komplizierten Mechanismen bekannt werden, desto eher können ForscherInnen auch in sie eingreifen und bewusst steuern. So demonstrierte Prof. Hirt eine Möglichkeit, wie Ackerschmalwandpflänzchen durch entsprechende Manipulation völlig überraschendes Einfrieren im Klimaschrank überstehen, während die unbehandelten Pflanzen sofort eingingen. In den veränderten Pflanzen waren zuvor Substanzen gegen Kälte-Stress aktiviert worden.

Nutzpflanzen gegen Klimawandel präparieren

Ebenso könnten mit solchen Methoden landwirtschaftliche Nutzpflanzen besser auf den fortschreitenden Klimawandel präpariert werden, so Hirt. Für den Experten besteht kein Zweifel mehr, dass die Böden durch die Erwärmung auch trockener – und damit auch salzreicher – werden und viele Pflanzen dadurch erheblichen Stress erleiden, wodurch der Ertrag erheblich gemindert wird. (APA)

Pflanzen im Exil: Von Nordsibirien in die Alpen

Eszter Bokor (Redaktion) am 2. Juni 2005

Migration ist nicht nur ein menschliches Phänomen, auch Pflanzen können über weite Strecken wandern. Ihre Samen werden etwa von Wind oder Vögeln verbreitet, und wenn die Umweltbedingungen stimmen, bilden sich neue Populationen. In den

österreichischen Alpen leben einige höchst seltene arktische Pflanzenarten, bei denen sich die Frage stellte, woher und wann sie dorthin gelangten. Peter Schönswetter vom Department für Biogeographie der Universität Wien kam zu einem erstaunlichen Ergebnis.

Wenn wir an seltene Pflanzen in den Alpen denken, so fallen uns wohl zuerst Edelweiß und Enzian ein. Die wirklichen Raritäten sind jedoch eher unspektakulär aussehende Gewächse, die für die Wissenschaft so manche Überraschung bereithalten. Diese Pflanzen haben ihr Hauptverbreitungsgebiet in der Arktis, es finden sich jedoch auch in südlicheren Gebirgen, etwa den Alpen, versprengte Populationen. Mag. Dr. Peter Schönswetter vom Department für Biogeographie untersuchte im Rahmen eines Erwin-Schrödinger-Stipendiums fünf solcher seltenen arktisch-alpin verbreiteten Pflanzen, um ihre Einwanderungsgeschichte zu rekonstruieren. Im Zentrum stand die Frage, wie diese Pflanzen die Eiszeit überdauert haben: Dienten ihnen die Alpen als Refugium, haben sie also faktisch im "Exil" überlebt, oder siedelten sie sich erst nach dem Ende der Eiszeit hier an?

Einwanderung aus Nordsibirien

"Biogeografen untersuchen die Verbreitung von Lebewesen und interpretieren, warum ihre Verbreitung so ist wie sie ist. Bei der Frage, wie arktische Pflanzen in die Alpen gelangten, war die klassische Hypothese, dass sie über Skandinavien, dem geografisch nächstgelegenen Gebiet der Verbreitung, einwanderten", erklärt Dr. Schönswetter. Was jedoch auf den ersten Blick als nahe liegend erscheint, erwies sich im Laufe der Untersuchungen als falsch: Einige der seltenen Alpenpflanzen waren sogar aus dem nördlichen Sibirien in die Alpen eingewandert.

Dr. Schönswetter untersuchte fünf ausgewählte arktisch-alpine Pflanzen mit einer genetischen Fingerprinting-Methode. Er verglich Populationen in den Alpen mit Proben aus der gesamten Arktis sowie aus Skandinavien und konnte so den "Stammbaum" der hier angesiedelten Gewächse erstellen. "Nur eine Art ist aus Skandinavien in die Alpen eingewandert. Bei den anderen Arten zeigten sich erstaunliche Verbindungen: Die nächsten Verwandten waren Populationen in Nordsibirien, die Alpen wurden also großteils aus Nordsibirien besiedelt, wie sich am Beispiel des Zwerg-Hahnenfuss zeigt", fasst Peter Schönswetter die Ergebnisse zusammen.

Ungelöstes Rätsel: Transportweg

Die Frage, wie genau diese Pflanzen den Weg von Sibirien in die Alpen schafften, bleibt weiterhin ungelöst. "Man kann die Besiedelung beschreiben, aber wie die Migration passiert ist, weiß man nicht. Vielleicht verbreitete der Wind die Samen, vielleicht waren es Vögel. So seltene *long-distance dispersals* lassen sich auch in der experimentellen Ökologie kaum rekonstruieren", erklärt der Pflanzenbiologe.

Genetische Untersuchungen für den Naturschutz

Die genetischen Untersuchungsergebnisse über die Alpenpopulationen werden u.a. verwendet, um einen effizienten Artenschutz für diese äußerst seltenen Pflanzen zu erreichen. Viele Populationen arktisch-alpiner Pflanzen sind bereits aufgrund von Beweidung und Tourismus ausgestorben oder werden heute durch den Bau von Skipisten, Staudämmen oder Straßen bedroht. "Genetische Untersuchungen können als Grundlage für Artenschutz dienen, weil Populationen mit einer großen genetischen Variabilität besonders schützenswert sind", erklärt Schönswetter.

Viele der alpinen Populationen sind sehr klein – von einer extrem seltenen Seggenart, der Schwarzroten Segge, fand Schönswetter eine Population von nur sieben Individuen. Damit zusammenhängend ist auch die genetische Variation verglichen mit Arten, deren Hauptverbreitungsgebiet in den Alpen ist, meistens sehr niedrig.

Überwintern in der Eiszeit

Nicht nur die Abstammung der arktisch-alpinen Pflanzen beschäftigte den Forscher, sondern auch

die Art und Weise, wie diese die Eiszeiten überstehen konnten. Während der Eiszeiten, die vor 1,7 Mio. Jahren begonnen hatten und vor etwa 10.000 Jahren zu Ende gingen, waren die Alpen von einer zusammenhängenden Eisschicht bedeckt, nur kleine Gebiete blieben unvergletschert. Interessanterweise kommen aber die meisten der seltenen arktisch-alpinen Arten in den Alpen nun nicht in diesen ehemals unvergletscherten Gebieten vor, sondern sind auf die zentralen Alpentile beschränkt, die während der Eiszeit von einem Eispanzer völlig bedeckt waren. Die neuen molekularen Daten deuten darauf hin, dass die Besiedelung der Alpen aus dem Flachland nördlich der Alpen erfolgte und die Pflanzen den zurückweichenden Gletschern ins Innere der Alpen folgten.

Sammeln ist Teamwork

Die Pflanzenproben aus den Alpen hatte Dr. Schönswetter großteils selbst gesammelt – eine durchaus sportliche Leistung, wenn man bedenkt, dass diese Gewächse nicht nur extrem selten sind, sondern sich noch dazu oft in schwer erreichbaren Gebieten wie Gipffluren ansiedeln. Noch schwieriger gestaltete sich das Sammeln eines ausreichenden Samplings aus der Arktis: Dank seines Stipendiums konnte Dr. Schönswetter ein Jahr am National Centre of Biosystematics der Universität Oslo arbeiten. Die dort angesiedelte Arbeitsgruppe teilte sich auf die gesamte Arktis von Spitzbergen über Sibirien bis Nordost-Kanada auf, um Pflanzen zu sammeln. Schönswetter selbst bereiste im Sommer 2004 die Taimyr-Halbinsel, den nördlichsten Teil von Sibirien, wo er unter schwierigen Umständen die nötigen Pflanzenproben sammelte.

Nächstes Ziel: Karpaten

Peter Schönswetter setzt seine bisher erworbene Expertise bei Fingerprinting-Untersuchungen auch in einem neuen Forschungsprojekt ein: Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes "INTRABIODIV" wird die Frage untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Artendiversität in einem Gebiet und der genetischen Diversität der Arten existiert. Bedeutet eine große Artenvielfalt also auch genetische Vielfalt innerhalb der jeweiligen Arten? Untersucht wird dies in den Alpen und Karpaten. (eb)

Mag. Dr. Peter Schönswetter von der Abteilung für Biogeographie der Pflanzen am Institut für Botanik erhielt ein einjähriges Erwin-Schrödinger-Stipendium des FWF für die Durchführung seines Projekts "Einwanderungsgeschichte arktischer Pflanzen in die Alpen". Er absolvierte in dieser Zeit einen Forschungsaufenthalt am National Centre of Biosystematics der Universität Oslo. Seine praktische Forschung war mit Ende 2004 abgeschlossen, die Publikation der Ergebnisse in internationalen Journalen wird bis Ende 2005 erfolgen.

Observed Global Climate - globale Klimadaten für die Forschung

Roland Dreger (Redaktion) am 1. Juli 2005

Zu einem "Standardwerk der modernen Klimaforschung" könnte das neue Handbuch "Observed Global Climate" laut Einschätzung der VerfasserInnen werden. Es wurde von der Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) und dem Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien (IMGW) am Donnerstag, den 30. Juni 2005, in Wien präsentiert.

Das Werk enthält Daten zu allen relevanten Haushaltsgrößen unseres Klimasystems – für Atmosphäre und Ozean ebenso wie für Land und Eis. "Sie sollen den Datenhintergrund für weitergehende Studien, beispielsweise die Überprüfung von globalen Klimamodellen, liefern", sagt der Herausgeber des Klimabandes, Prof. Dr. Michael Hantel vom IMGW und Mitglied der

Kommission für Reinhaltung der Luft der ÖAW. Der Band ist in der berühmten Landolt-Börnstein-Reihe des Springer-Verlags erschienen.

Haushaltsgrößen ermöglichen die Berechnung des Klimas

Das Klimasystem und seine Untersysteme – von den Eisschilden der Antarktis über die ozeanische Zirkulation bis hin zu einzelnen Gewitterwolken und dem Haushalt individueller Lebewesen – werden vom so genannten Haushaltsprinzip beherrscht. Verschiedenste Einflussgrößen wirken dabei eng zusammen. Sie müssen sich gegenseitig ausgleichen und ermöglichen erst die Berechnung der teilweise hoch komplexen Vorgänge. Ein anschauliches Beispiel ist der globale Wasserhaushalt mit seinem Zusammenspiel von Feuchte, Niederschlag, Abfluss, Verdunstung, Eisbildung, ozeanischem Transport oder atmosphärischen Wasserfluss – um nur einige der beteiligten Größen zu nennen.

Erstmals mit Daten auf DVD

Die standardisierten Daten in "Observed Global Climate" beruhen hauptsächlich auf Beobachtungen aus den Jahren 1991 bis 1995. Die Rohdaten sind mit modernen Rechenverfahren aufbereitet und als Monatsmittelwerte auf einem globalen Gitter, in Tabellen, Schnitte, Abbildungen und auf DVD zusätzlich als Animationen dargestellt. Mit der Erstellung der DVD wurde erstmals in der Landolt-Börnstein-Reihe auch den umfangreichen Datenmengen in der heutigen Klimaforschung Rechnung getragen. Die Gitterdaten können für Berechnungen direkt von der DVD in den Computer geladen werden.

Artikel von 24 internationalen ExpertInnen

Die einzelnen Artikel sind von 24 internationalen ExpertInnen verfasst, darunter Fachgrößen wie Philippe Huybrechts vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung oder Atsumu Ohmura von der ETH Zürich. Die Kommission für Reinhaltung der Luft der ÖAW hat das Projekt finanziell gefördert. Die Kosten für ein Handbuch betragen 6000 Euro. 120 Exemplare wurden aufgelegt.

Die Handbuchreihe Landolt-Börnstein

Landolt-Börnstein ist eine Handbuchreihe für physikalisch-chemische Daten aus den unterschiedlichsten Fachgebieten. Begründet wurde sie 1883 von den Naturwissenschaftlern Hans Landolt und Richard Börnstein. Heute umfasst der "Landolt-Börnstein" an die 300 Bände. (ro)

Michael Hantel (Hg.): Observed Global Climate, Landolt-Börnstein New Series (Group V: Geophysics), Vol. 6, 2005, Springer, Berlin, 2005, XXI + 567 Seiten, ISSN 0942-8003 (Geophysics), ISBN-10: 3-540-20206-4, ISBN-13: 978-3-540-20206-6.

Sibirische Ökosysteme beeinflussen den Klimawandel

Roland Dreger (Redaktion) am 23. März 2005

Die Tundra Sibiriens schwitzt. Ursache ist der globale Klimawandel. Und auswirken könnte sich dies auf den gesamten CO₂-Haushalt der Erde. Wie ÖkologInnen der Universität Wien herausfanden, steigt mit der Temperatur auch der Kohlendioxid-Ausstoß dieser arktischen Ökosysteme.

In den vergangenen drei Jahren untersuchte ein russisch-österreichisches ForscherInnenteam die Auswirkungen der Erderwärmung auf die sibirische Tundra. Leiter des von der Österreichischen

Akademie der Wissenschaften (ÖAW) finanzierten Projekts war der Ökologe ao. Univ.-Prof. Dr. Andreas Richter vom Department für Chemische Ökologie und Ökosystemforschung der Universität Wien.

Enorme Kohlenstoffquelle

In Sibirien sind die Zeichen des weltweiten Klimawandels besonders deutlich spürbar. Allein in den letzten 30 Jahren ist die Temperatur im Mittel um 3,5 Grad Celsius angestiegen. Vor allem die wärmeren und längeren Sommer bringen das arktische Ökosystem gehörig außer Takt. "In den arktischen Gebieten wurden in den letzten Jahrtausenden enorme Mengen an Kohlenstoff in den Böden akkumuliert", bemerkt Richter. "Erhöhte Temperaturen führen nun dazu, dass dieser Kohlenstoff verstärkt in Form von CO₂ an die Atmosphäre abgegeben wird." Ursache ist die höhere Aktivität der Mikroorganismen in den Permafrostböden.

6-fach höherer CO₂-Ausstoß

Kohlendioxid (CO₂) ist zum großen Teil mitverantwortlich für den Treibhauseffekt der Erdatmosphäre. Eine erhöhte CO₂-Produktion in der Arktis könnte so unsere Erde in Zukunft noch zusätzlich einheizen, viel mehr als bisher angenommen. Von den ÖkologInnen durchgeführte Erwärmungsexperimente machen die Auswirkungen einer steigenden Temperatur deutlich. In den letzten drei Jahren konnte so ein sechsfach höherer CO₂-Ausstoß durch Mikroorganismen gegenüber nicht erwärmten Kontrollflächen festgestellt werden. Ein geringfügig höheres Wachstum der Pflanzen konnte diesen Effekt nur minimal verringern. Denn Pflanzen fixieren CO₂ und bauen so organisches Material auf, wobei Sauerstoff freigesetzt wird.

Ausblick in die Zukunft

Für diese Erwärmungsexperimente dienten einfache, oben offene Plexiglaskammern mit etwa einem Meter Durchmesser. Eine Temperaturerhöhung von zwei Grad gegenüber der Umgebung war damit direkt an der Bodenoberfläche möglich. "Ein durchaus realistisches Szenario für die nächsten 20, 30 Jahre", so Richter.

Tundra Sibiriens ist anders

Noch können die WissenschaftlerInnen nicht sagen, ob sich mit einer weiteren Erwärmung dieser Trend zum CO₂-Überschuss auch längerfristig fortsetzt, "dazu ist die Untersuchungsdauer viel zu kurz", betont Richter. Was für ihn und sein Team allerdings jetzt schon feststeht: Die Ökosysteme in Sibirien verhalten sich ganz anders als beispielsweise jene in Alaska und im Norden Europas oder als jene in wärmeren Regionen der Erde.

Entkopplung von C- und N-Freisetzung

So konnte erstmals eine Entkopplung der Freisetzung von Stickstoff und Kohlenstoff nachgewiesen werden. "Das Verhältnis von freigesetztem Stickstoff zu Kohlenstoff ist völlig anders als das des Ausgangsmaterials in den Böden hier", erklärt Richter das doch sehr überraschende Ergebnis, "zudem ändert sich dieses Verhältnis mit zunehmender Bodentiefe": In den obersten Bodenschichten wird fast ausschließlich Kohlenstoff freigesetzt und praktisch kein Stickstoff. In den tieferen Schichten ist es genau umgekehrt.

Umkehrung erst in einigen Jahrzehnten?

Wenig Stickstoff bedeutet zugleich aber geringeres Pflanzenwachstum. Besonders für die nährstoffarmen Tundrenböden stellt dies einen entscheidenden, wachstumslimitierenden Faktor dar. "Es ist so durchaus möglich, dass in den nächsten Jahren auch weiterhin mehr CO₂ produziert als gebunden wird", meint Richter. Erst im Laufe von einigen Jahrzehnten könnte sich dies durch ein erhöhtes Pflanzenwachstum wieder umkehren – abhängig davon, ob sich die Temperatur weiter sukzessive erhöht.

Wenige Arbeiten über Sibirien

Wie die WissenschaftlerInnen betonen, steht die Forschung im russischen Teil der Arktis noch ganz am Anfang. Die bisherigen wissenschaftlichen Aktivitäten konzentrierten sich vorrangig auf die Tundragebiete der USA, Kanada und Europa. Und was an Forschung bislang hier geleistet wurde, verschwand größtenteils unauffindbar in den russischen Archiven.

Arbeitsbedingungen: spartanisch bis abenteuerlich

Die Arbeitsbedingungen für das zehnköpfige russisch-österreichische ForscherInnenteam im weitgehend menschenleeren Teil Sibiriens beschreibt Richter als spartanisch bis abenteuerlich. Auch der Umgang mit den regionalen Behörden gestaltete sich alles andere als einfach – trotz bilateralem Forschungsabkommen. Dennoch hofft der Ökologe, seine Arbeit hier in den nächsten Jahren fortsetzen zu können. Denn nur längerfristige Untersuchungszeiträume ermöglichen realistische Prognosemodelle auch für die fernere Zukunft, so Richter. (ro)

Das Projekt "Globale Klimaerwärmung und Arktische Ökosysteme: Zusammenhang von Nährstoffzyklen und Ökosystem-Produktivität" wurde von der ÖAW finanziert und von 2001 bis 2005 durchgeführt. Mitfinanziert wurde es vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. Es war Teil des internationalen Rahmenprogramms GCTE (Global Change and Terrestrial Ecosystems), das zum Ziel hatte, die weltweiten Auswirkungen des Klimawandels auf terrestrische Ökosysteme zu untersuchen.

Vogelzugforschung (2): Klimawandel beeinflusst Zugvögel

Roland Dreger (Redaktion) am 13. September 2004

Zugvögel reagieren äußerst sensibel und schnell auf sich verändernde äußere Einflüsse. Inwieweit sich der stetige Klimawandel auf das zeitliche Zugverhalten und die Flugroute der Vögel auswirkt, wollen nun Wiener OrnithologInnen in einem vom Lebensministerium finanzierten Forschungsprojekt untersuchen.

Besonders bei Kurzstreckenziehern wie etwa Grasmücken oder Rotkehlchen ist bereits jetzt eine Tendenz zu erkennen: Die Vögel ziehen immer weniger weit oder verbleiben überhaupt das ganze Jahr über an einem Ort. Um mehr über Veränderungen im Zugverhalten herauszufinden, will man in den nächsten Jahren aktuelle und auch länger zurückreichende Aufzeichnungen von WissenschaftlerInnen, AmateurInnen und von "BirdLife Österreich" mit Klima- und Wetterdaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik vergleichen. Geleitet wird das Projekt von Univ.-Prof. Dr. Hans Winkler, Wissenschaftler am Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung der ÖAW und am Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Wien.

Veränderungen innerhalb weniger Generationen

"Vögel sind wahrscheinlich die flexibelsten Wirbeltiere überhaupt", bemerkt Winkler, "die auch Säugetiere weit in ihrer evolutiven Flexibilität übertreffen." Aus Studien am deutschen Max-Planck-Institut für Ornithologie weiß man etwa, dass sich bei ihnen populationsgenetische Veränderungen innerhalb weniger Generationen vollziehen können. "Wir können also davon ausgehen, dass es durch den Klimawandel Veränderungen gibt und dass diese zudem sehr schnell geschehen."

"Flugplan" ändert sich

Schon jetzt zeigen sich Auswirkungen im Brutverhalten und in den An- und Abflugzeiten der Vögel. Zudem scheint es, dass sich durch den steigenden Kontrast zwischen dem Klima im Osten

Österreichs zu dem im Westen das Verhalten der dort lebenden Populationen immer stärker unterscheidet. Winkler: "Rauchschwalben hier im Osten verhalten sich anders als in Tirol oder Vorarlberg. In machen Gebieten kommen die Vögel früher nach Österreich zurück, in manchen später." Kommen die Vögel früher zum Brüten, wirkt sich das meist positiv auf den Bruterfolg aus.

Konsequenzen auf Nahrungsangebot

Probleme könnten sich dadurch in Punkto Nahrungsangebot ergeben. Die Flugzeiten sind meist sehr genau mit den Lebenszyklen von Insekten synchronisiert. Insekten reagieren jedoch völlig anders als Wirbeltiere auf Temperaturschwankungen. Beispielsweise haben sich Blaumeisen sehr genau an den Zyklus von Raupen angepasst, die auf Eichen vorkommen. Ändert sich in dem Zusammenspiel etwas, ergeben sich dadurch ein geringeres Futtersvorkommen für die Jungtiere und ein erhöhter Selektionsdruck.

Einflussfaktor Wind

Und nicht nur Änderungen der Temperatur, auch veränderte Windrichtungen können das Zugverhalten von Vögeln beeinflussen. "Bei europäischen Flamingos hat sich gezeigt, dass sie in das Gebiet, in dem sie ihren ersten Winter verbringen, immer wieder zurückkehren", erläutert Winkler. Welches Gebiet sie im ersten Winter aussuchen, hängt jedoch stark von der zu der Zeit im Jahr vorherrschenden Windrichtung am Flug dorthin ab. Ähnliches konnte bei anderen Zugvögeln wie den Säbelschnäblern festgestellt werden.

Zukunftsprognose

Diese Änderungen im Zugverhalten der Vögel sind nur sehr schwer einem einzelnen Faktor zuzuordnen, meint Winkler, es handelt sich dabei um ein sehr komplexes und dynamisches System. Selbst die Flugroute der Vögel ist eine der entscheidenden Einflussgrößen, da sich der Klimawandel in unterschiedlichen Regionen unterschiedlich stark auswirkt. Weshalb sich WissenschaftlerInnen derzeit noch sehr zurückhalten, was Zukunftsprognosen betrifft. Nur eines ist sicher: Es wird sich weiterhin etwas verändern und unter den Vögeln wird es dadurch sowohl Verlierer als auch Gewinner geben. (ro)

Alpine Vegetation: Indikator für Klimawandel

Roland Dreger (Redaktion) am 26. August 2004

Die Vegetation in unseren Alpen verändert sich - langsam und beinahe unbemerkt. ÖkologInnen der Universität Wien ist es nun gelungen, diese Veränderungen in ein mathematisches Modell zu fassen. Damit werden erstmals realistische Zukunftsprognosen möglich.

Das im Fachmagazin "Journal of Ecology" veröffentlichte Modell ist Resultat eines Forschungsprojekts, das im Auftrag der Stadt Wien und des Wissenschaftsministeriums durchgeführt wurde. Im Quelleinzugsgebiet von Hochschwab, Rax und Schneeberg untersuchten die WissenschaftlerInnen den Einfluss des globalen Klimawandels auf die äußerst sensible alpine Vegetation und damit auf den Trinkwasserhaushalt in den nordöstlichen Kalkalpen.

An den Grenzen den Lebens

"Wenn sich irgendwo etwas abspielt, dann müssen wir es dort sehen - an der Temperaturgrenze des Lebens", konstatiert der Leiter der Abteilung Vegetationsökologie des Instituts für Ökologie und Naturschutz, o. Prof. Mag. Dr. Georg Grabherr. Über zehn Jahre lang erforschten der Ökologe und seine KollegInnen in über 1500 Meter Seehöhe die Charakteristika regionaler Pflanzen, deren

Verbreitung oder Resistenz gegenüber eindringenden Arten und die Auswirkungen einer sich verändernden Temperatur. Die Ergebnisse flossen gemeinsam mit Daten moderner Geoinformationssysteme und detaillierten Klimamodellen in ein statistisches Modell ein - das weltweit erste und komplexeste seiner Art.

Bisherige Annahmen widerlegt

Das Modell widerlegt klar einfache Annahmen, nach denen ein Anstieg der Temperatur im gleichen Ausmaß auch zu einem Höherwandern der alpinen Pflanzen führt. "Starke Veränderungen setzen hier nur sehr zögerlich ein", bemerkt Grabherr, "da die bestehende Vegetation zum Teil hohe Resistenzen gegenüber Eindringlingen aufweist." So vollzieht sich die Verbreitung der Arten langsamer und zudem komplexer, als vielfach angenommen: Ein Temperaturanstieg hat ein Auflösen der gegenwärtigen Zonenanordnung zur Folge. Je nach Vorhandensein von Hindernissen, Korridoren oder Fluchtnischen bewegt sich die Vegetation nicht Zone für Zone nach oben, resümiert der Ökologe die durchaus überraschenden Ergebnisse.

Anstieg der Biodiversität

Ergebnisse, die durch Untersuchungen am 3497 Meter hohen Schrankogel in den Tiroler Alpen betätigt werden. Seit 1994 werden hier Artenvielfalt und Temperatur über beinahe den gesamten Gipfelbereich mit einer Auflösung von nur einem Quadratmeter penibel aufgezeichnet. Die Daten wurden mit jenen von 30 weiteren Gipfeln der Gletscherregion in den Zentralalpen und mit zum Teil bis in das 19. Jahrhundert zurückgehenden Aufzeichnungen verglichen. Resultat des Vergleiches war ein deutlicher Anstieg der Pflanzenarten in dieser Hochgebirgsregion im Laufe der letzten 50 bis 100 Jahre. Wobei die nachrückenden Pflanzen vor allem jene Arten gefährden, deren Lebensraum auf die höchsten Lagen beschränkt ist.

Erste Aufzeichnungen 1835

Die ersten bekannten Aufzeichnungen über die Artenvielfalt alpiner Pflanzen stammen vom Schweizer Oswald Heer aus dem Jahre 1835. Bei der Erstbesteigung des 3411 Meter hohen Piz Linard in den Schweizer Alpen notierte der pflanzenkundige Pfarrer damals als Erster die Arten der Gipfelregion. Über 300 weitere Aufzeichnungen sind bis in die 1950er Jahre bekannt. Nur 30 davon konnten jedoch zu einem strengen wissenschaftlichen Vergleich herangezogen werden. Zu lückenhaft und uneinheitlich waren die Angaben. Das weitgehende Fehlen vergleichbarer Langzeitdaten und uneinheitliche Untersuchungsparameter unter den WissenschaftlerInnen gaben im Jahre 2000 dann auch den Startschuss für eine europaweite Forschungsinitiative.

GLORIA-Europe

Mit 1,35 Millionen Euro finanzierte die EU das Klimaforschungsprojekt GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments), dessen erste Phase vor kurzem ausgelaufen ist. Von 18 Gebirgsregionen in Europa wurden erstmals nach standardisierten Aufnahmevorschriften Daten über Biodiversität, Temperatur und zahlreiche Umwelteinflüsse gesammelt. "So besitzen wir heute vergleichbare Daten aus unterschiedlichen Höhen von allen wichtigen Gebirgen in Europa", bemerkt Grabherr, Leiter und mit seinen Mitarbeitern Mag. Dr. Michael Gottfried, Dr. Harald Paul und Ass.-Prof. Mag. Dr. Karl Reiter Erfinder von GLORIA. "Basierend auf diesen Daten können wir beispielsweise die Gefahren einer möglichen Ausrottung von bestimmten Arten ermitteln." Momentan sind die WissenschaftlerInnen am Ausarbeiten solcher Szenarien. In zehn Jahren ist eine Wiederholung des Projekts geplant. "Dann werden wir sehen, ob unsere Modelle richtig waren."

GLORIA-Worldwide

Das Projekt hat mittlerweile weltweit Schule gemacht - so ist man derzeit auf der Suche nach finanziellen Mitteln für GLORIA-Worldwide. Forschungsgruppen aus zahlreichen Ländern haben sich schon jetzt daran beteiligt - darunter aus den USA, China, Neuseeland oder Australien. Demnächst sollen Japan und Russland dazustoßen. "Praktisch ein Viertel aller Pflanzenarten sind allein in Europa alpine Arten, wenn sich dort etwas verändert, haben wir einen gewaltigen Verlust an Biodiversität", lässt Grabherr an der Wichtigkeit dieser Forschung keinen Zweifel. "Und allein in den

letzten zehn Jahren hat sich schon Gewaltiges getan." Brisante Daten dazu sollen im Herbst in der Fachpresse veröffentlicht werden. (ro)

Literaturhinweise:

Dullinger St., Dirnböck Th. and Grabherr G.: Modelling climate change-driven treeline shifts: relative effects of temperature increase, dispersal and invasibility. **Journal of Ecology** 2004. 92, 241–252.

Krajick K.: Climate change: All downhill from here? **Science** 12 March 2004; 303: 1600-1602 [DOI: 10.1126/science.303.5664.1600] (in News Focus)

Burga C., Klötzli F., Grabherr G. (Hrsg.): Gebirge der Erde. Landschaft, Klima, Pflanzenwelt. Stuttgart: Ulmer Verlag 2004

Nentwig W., Bacher S., Beierkuhnlein C., Brandl R., Grabherr G.: Ökologie. Spektrum Heidelberg: Akademischer Verlag 2003

Schwermetalle stressen Pflanzen – unterschiedlich

Redaktion am 20. September 2004

Auch bei Pflanzen gilt: Stress ist nicht gleich Stress: Schwermetalle können bei Pflanzen sehr unterschiedliche Reaktionen auslösen, fanden WissenschaftlerInnen vom Institut für Mikrobiologie und Genetik mit Unterstützung des Wissenschaftsfonds FWF nun heraus.

Widrige Umweltbedingungen verursachen für Pflanzen enormen Stress. Als sesshafte Lebewesen sind sie allerdings diesen Umständen bedingungslos ausgeliefert. Damit sie trotzdem wachsen und gedeihen können, haben sie ein umfassendes Portfolio an Stressreaktionen entwickelt. Wie fein die Pflanzen dabei differenzieren können, belegen die Arbeiten von Univ.-Prof. Heribert Hirt und Dr. Claudia Jonaks Team vom Institut für Mikrobiologie und Genetik am Campus Vienna Biocenter. Die Ergebnisse, die im Oktober in der Fachzeitschrift "Plant Physiology" veröffentlicht werden, sind eine wichtige Grundlage für das Verständnis, wie Pflanzen mit zunehmenden Schwermetallkonzentrationen in den Böden fertig werden und wie diese Fähigkeit eventuell nutzbringend eingesetzt werden kann.

Schwermetalle im Boden

In der Natur kommen Schwermetalle in geringen Konzentrationen im Boden vor und stellen so keine Schwierigkeit für Pflanzen dar. Hohe Konzentrationen, wie sie zunehmend durch Umweltbelastungen auftreten, wirken hingegen toxisch. Hirt und seine Co-AutorInnen verglichen nun erstmals die genauen Reaktionen von Pflanzen auf hohe Konzentrationen verschiedener Schwermetalle. "Bereits unsere ersten Messungen zeigten, dass die Schwermetalle die Aktivierung von vier verschiedenen Enzymen hervorrufen, die eine ganz zentrale Rolle bei pflanzlichen Stressreaktionen haben. Diese Enzyme sind so genannte MAPKs", erklärte Prof. Hirt. MAPKs ist die Abkürzung für "mitogen-activated protein kinases", eine Klasse von molekularen Schaltern, die von zentraler Bedeutung für die Steuerung der Expression von Genen sind.

Schwermetalle aktivieren Enzyme unterschiedlich schnell

Eine interessante Entdeckung machte das Team, als es die Aktivitäten der Enzyme im Detail analysierte. Dabei stellte sich heraus, dass unterschiedliche Schwermetalle zwar die gleichen vier Enzyme aktivieren, jeweils aber mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. So erfolgte durch Kupfer

eine Aktivierung sehr schnell; durch Cadmium aber im Verhältnis dazu deutlich langsamer. "Die Aktivierung einzelner MAPKs durch Kupfer erfolgte bereits nach fünf bis zehn Minuten, während vergleichbare Effekte durch Cadmium erst 20 Minuten später verursacht wurden. Diese Differenz ist zwar für die Fähigkeit der Pflanze, mit dem Stress fertig zu werden, nicht so ausschlaggebend, deutet aber darauf hin, dass unterschiedliche Stressreaktionen stattfinden", erläuterte Hirt die Ergebnisse.

Dazu gibt es auch eine Hypothese, die von den Wiener WissenschaftlerInnen derzeit überprüft wird. Ihre Grundlage ist die Tatsache, dass sowohl Kupfer als auch Cadmium zur Produktion von schädlichen Sauerstoffradikalen in der Pflanze führen. Kupfer führt zu einer sofortigen Produktion von Sauerstoffradikalen, weil es an verschiedenen Stoffwechselprozessen der Pflanzen beteiligt ist. Bei Cadmium setzt die Schädigung später ein, weil es nur über Umwege wirkt.

Diese Forschungen zum besseren Verständnis der Pflanzenreaktionen auf hohe Schwermetallkonzentrationen können wichtige Bedeutung für unsere Umwelt haben und könnten zu neuen Anwendungen führen: Die Züchtung von Pflanzen, welche auch auf Böden, die mit Schwermetallen belastet sind, besser gedeihen, aber auch Phytoremediation: eine Technik, bei der Pflanzen die Schwermetalle aus dem Boden binden und auf diese Weise belastete Regionen langsam wieder säubern. (mh)

EU-Projekt auf der Spur zellulärer Mechanismen

Roland Dreger (Redaktion) am 17. August 2004

Auch Pflanzen leiden unter Stress - Stress durch Salz, Schwermetalle oder Trockenheit. Den Einfluss dieser Faktoren auf das Zellwachstum und weitere grundlegende intrazelluläre Prozesse untersuchen WissenschaftlerInnen der Universität Wien im Rahmen des mit 1,5 Millionen Euro dotierten EU-Projekts TIPNET (Tip-Growth In Plants: From Nucleus to Expanding Tip).

Insgesamt zehn Partnerinstitute aus acht europäischen Ländern arbeiten an diesen Fragestellungen mit den Methoden der Zellbiologie, der Molekularbiologie sowie der Genetik. Von den gewonnenen Erkenntnissen profitieren könnten neben der Wissenschaft vor allem Landwirtschaft, Gartenbau oder Umweltschutz. Koordiniert wird das Forschungs- und Trainingsnetzwerk von ao. Univ.-Prof. Dr. Irene Lichtscheidl vom Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Wien. Als zweites österreichisches Institut ist das Institut für Mikrobiologie und Genetik der Universität Wien beteiligt.

Wurzelhaar als Modell

Als Modellsysteme für ihre Untersuchungen dienen den WissenschaftlerInnen Wurzelhaare und so genannte Pollenschläuche in Blüten. Diese fast immer einzelligen Gebilde wachsen lediglich an ihrer Spitze (Spitzenwachstum - engl. tip-growth) und können Längen bis zu mehreren Zentimetern erreichen. Ihre im Vergleich zu "normalen" Zellen überdurchschnittliche Größe und ihr zum Teil rasantes Wachstum machen sie zum idealen Untersuchungsobjekt für grundlegende intrazelluläre Mechanismen.

Spitzenwachstum kein Einzelfall

Einer dieser universellen Prozesse ist etwa das Spitzenwachstum dieser Zellen, das man in nahezu allen lebenden Organismen vorfindet, wie Irene Lichtscheidl erklärt. "Wir finden ihn bei Bakterien, bei tierischen Zellen, wenn man beispielsweise an eine Nervenzelle denkt, oder auch bei Pilzen."

Wurzelhaare lassen so einfache Rückschlüsse auf Prozesse in ganz "gewöhnlichen" Zellen zu. Weshalb man sich im Rahmen von TIPNET im Speziellen auf das Wachstum in den Spitzen von Wurzelhaaren oder Pollenschläuchen konzentriert.

Salz stört Wachstum

Während Pollenschläuche durch ihr rasantes Wachstum auffallen, sind Wurzelhaare wahre Meister der Anpassung, wie erste Ergebnisse zeigen. Diese fadenförmigen, hauchdünnen Ausstülpungen der äußeren Zellschicht der Pflanzenwurzeln dienen vor allem der Vergrößerung der Wurzeloberflächen und der Nährstoffaufnahme. Schon eine leicht erhöhte Salzkonzentration in der Umgebung dieser Zellen kann diese Nährstoffaufnahme und ihren Wachstumsprozess durch eine Verringerung des osmotischen Drucks im Inneren jedoch empfindlich stören.

Anpassung als Überlebensstrategie

Wie man nun herausfand, gelingt es den Pflanzen, sich nach einer kurzen Anpassungsphase darauf einzustellen. "Es sieht ganz danach aus", so Lichtscheidl, "dass die Pflanze hier die Möglichkeit hat, mehr Zucker oder andere osmotisch wirksame Substanzen einzulagern, sodass der Zellsaft insgesamt osmotisch aktiver ist." Was durch Messungen des osmotischen Wertes in den Zellen bestätigt werden konnte.

Kupfer als Pflanzengift

Eine weitere Frage, die sich die WissenschaftlerInnen stellten, war die Reaktion der Zellen auf gewisse Schwermetalle. Schwermetalle sind einerseits Mikronährstoffe, andererseits wirken sie in größeren Mengen extrem toxisch auf Pflanzen. Eines der größten Pflanzengifte ist Kupfer. Wie sich nun zeigte, setzt durch die Einwirkung von Kupfer eine verstärkte Bildung von Kallose an den Wurzelhaarspitzen ein. Kallose ist ähnlich der Zellulose, jedoch amorph und fester. Die gebildete Kallosose an der Spitze stoppt das Wachstum der Wurzelhaarzelle für eine gewisse Zeit. Dies allerdings nur so lange, vermuten die ForscherInnen, bis eine Adaption des Zellsaftes den Druck in der Zelle anwachsen lässt und unterhalb der Kuppe erneut eine Spitze durchbricht. Der Vorgang wiederholt sich und es entsteht in Folge ein verzweigtes knorpeliges Gebilde.

Antwort auf Stress

"Diese Kallosebildung hat man auch in normalen Zwiebelzellen nach Kupferbehandlung gefunden", ergänzt Prof. Irene Lichtscheidl. "Es scheint ein allgemeiner Stressresponse von Pflanzenzellen zu sein - auch bei Verletzungen oder mechanischem Druck." Ähnliche Mechanismen kennt man von anderen Zellen, wenn sie beispielsweise Angriffen durch einen Pilz ausgesetzt sind. Die Zellen begehen richtiggehend Selbstmord und schotten sich von den Nachbarzellen durch eine dicke Wand ab, um ein Übergreifen des Pilzes zu verhindern.

Unbekannte Signalprozesse

In der zweiten Halbzeit des auf drei Jahre anberaumten Projektes wollen sich die WissenschaftlerInnen nun verstärkt den Signalprozessen in den Wurzelhaarzellen zuwenden. Signalprozesse beispielsweise, die bei Stressbelastung ablaufen. Wie signalisiert etwa ein Wurzelhaar der Pflanze: 'Hier ist es trocken' oder 'Hier ist es zu salzig, Wachstum in eine andere Richtung wäre vorteilhafter'? Dabei handelt es sich um grundlegende und universelle Prozesse, betont Lichtscheidl, über die bisher noch sehr wenig bekannt ist. (ro)