



[Laborgespräch I]

Wald für die Zukunft – Zukunft für den Wald

Wie entwickeln sich Böden und Klima in einer veränderten Welt?

Heiko Fritz ist neugierig. Deshalb ist er Forscher geworden. Engagiert ist er zudem, und er möchte beitragen zu einem sinnvollen Umgang des Menschen mit der Natur. Der Schutz des Menschen steht für ihn dabei stets im Vordergrund, auch mit Blick in eine sehr ferne Zukunft. Der junge Bodenkundler aus dem sächsischen Tharandt ist nämlich derzeit in zwei Regionen tätig, deren Böden möglicherweise Risiken bergen könnten. Wohlgerne könnten. Noch weiß niemand das genau – eben deshalb haben die Forscher sich dieser Fragen ja angenommen. Und es klingt überzeugend, wenn Fritz mit leuchtenden Augen sagt: »Ich bin wirklich gespannt, was ich in zwei Jahren dazu sagen werde.«

So viel Zeit ist allemal – und ganz sicher auch noch mehr. Akute Gefahren, davon sind die Experten überzeugt, gibt es weder in der Dübener Heide östlich von Leipzig und Bitterfeld noch im Dreiländereck der Oberlausitz, wo Deutschland an Tschechien und Polen stößt. Denn noch liegen die Schwermetalle aus der Flugasche, die aus den großen Braunkohle-Kraftwerken der DDR in beide Regionen geblasen wurde, fest und sicher in den Böden, gehalten und unschädlich gemacht von jenen basischen Stäuben, die in großer Menge mit ihnen gemeinsam niedergingen. Noch profitiert die Pflanzenwelt sogar mancherorts von den hohen Stickstoffeinträgen von einst, die aus der Düngemittelindustrie und der intensiv betriebenen Landwirtschaft stammten und das Nährstoffangebot in den Wäldern erhöhten. Doch was passiert, wenn die Bedingungen sich ändern? Wenn beispielsweise die Böden ganz allmählich saurer werden, weil statt der basischen Stäube von damals nun Säuren eingetragen werden? Oder wenn das Klima sich wandelt, wenn die Winter weniger kalt oder die Sommer heißer und trockener werden?

Fragen wie diese beschäftigen neben Heiko Fritz eine Reihe von Wissenschaftlern, die mit vereinten Kräften und aus ihrem jeweils spezifischen Blickwinkel die beiden Regionen



erkunden. Enforchange – »environment and forests under changing conditions« oder zu deutsch »Entwicklung von Waldbaustrategien unter Berücksichtigung sich ändernder Umweltbedingungen« – heißt der etwas sperrige Titel ihres Forschungsverbundes. Dahinter verbergen sich sehr bedeutsame und ganz praktische Fragen: Wie müssen wir mit den Wäldern umgehen, welche Bäume müssen wir heute pflanzen und fördern, damit unsere Kinder, Enkel und Urenkel stabile und ertragreiche Wälder vorfinden? Und eine lebenswerte Umwelt, in der die Wälder all ihre so genannten Wohlfahrtsfunktionen noch erfüllen können, in der sie sauberes Wasser und gesunde Luft liefern, Tieren und Pflanzen eine Heimat bieten und den Menschen einen Ort der Erholung.

Die alten Fragen der Forstwirtschaft, die nicht für heute und morgen plant, sondern für die übernächste Generation, bekommen damit eine neue Dimension. War solche Planung bislang schon schwierig genug, weil technische und wirtschaftliche Entwicklungen über so lange Zeiträume kaum vorherzusehen sind und niemand wirklich wissen kann, welches Holz die Enkel einmal brauchen oder bevorzugen werden, so wussten die Forstleute doch aus tradierter Erfahrung, welche Bäume wo besonders gut gedeihen. Doch was ist zu tun, wenn der Stoff- und Wasserhaushalt des Bodens sich ändert und dazu auch noch das Klima, all jene Faktoren mithin, die das Leben und Gedeihen von Pflanzen bestimmen? Kann man unter solchen Bedingungen überhaupt noch sinnvoll planen? Wie lässt sich wenigstens ein Mindestmaß an Sicherheit gewinnen, dass das, was wir heute pflanzen, auch in dreißig, sechzig oder gar hundert Jahren noch gedeiht?

»Bisher werden vor allem Zustände, also statische Eigenschaften, als Grundlage für die Planungen genutzt«, sagt Franz Makeschin, bei dem die Fäden von Enforchange zusammenlaufen. Für künftige Planungen müsse man aber die gravierenden Veränderungen von Böden und Klima berücksichtigen, also zu einer dynamischen Betrachtungsweise kommen – soweit dies eben möglich sei. Für den Bodenkundler aus Leidenschaft bieten Böden dazu ideale Voraussetzungen. Sie sind gleichsam ein Gedächtnis der Erdgeschichte, ein schier unerschöpfliches Archiv, wenn man darin zu lesen versteht. »Bodenprofile verraten mir, wie die Erde hier vor tausenden von Jahren ausgesehen hat, ob es Wüsten gab oder Wälder« begeistert sich Makeschin, zerreibt ein paar Erdkrümel zwischen den Fingern und riecht daran. Nicht nur die Schichtenfolge und die Farbe, auch die Struktur und der Geruch des Bodens sind für den Kundigen von Bedeutung. Für die Analyse der Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit kommen Zahlenwerte hinzu, die hier seit rund einem halben Jahrhundert gemessen und aufgezeichnet wurden.

Auch deshalb wählten die Wissenschaftler die Dübener Heide und Oberlausitz als ihr »Labor«: Beide Regionen haben sich unter dem Einfluss des wirtschaftenden Menschen im zwanzigsten Jahrhundert nicht nur stark gewandelt, sondern es gibt auch eine ganze Reihe von Daten aus dieser Zeit. Oftmals wurden sie allerdings unter ganz anderen Aspekten erhoben oder mit ganz anderen Instrumenten als heute. So galt es als erstes, diese Zahlen zusammenzuführen und zu prüfen, was davon noch nutzbar ist. Damit wenigstens in Zukunft alle von demselben reden, hat man sich zudem auf bestimmte Stellen geeinigt, an denen alle Disziplinen ihre Messungen durchführen. »Natürlich ist das immer ein Kompromiss«, sagt Heiko Fritz. Denn schon hundert, ja schon zehn Meter weiter könne die Situation ganz anders sein. Von oben sieht man das dem Boden nicht an – es sei denn, man versteht genug von der Vegetation, die schon gewisse Rückschlüsse zulässt auf das, was unter ihren Wurzeln zu finden ist. Gemeinsam haben Vegetationskundler und Bodenkundler deshalb exemplarische Messpunkte ausgewählt, in unterschiedlichen Abständen zu zwei ehemaligen Kraftwerken als den wichtigsten Ursachen der Belastung.

Beteiligt waren ferner die Meteorologen. Denn nicht nur das Geschehen unter den Wurzeln, sondern auch das über den Kronen der Bäume prägt die Entwicklung eines Waldes. Und er selber prägt wiederum das so genannte Mikroklima und den Wasserhaushalt – und damit die weitere Entwicklung des Bodens: Je nachdem, wie viel Wasser die Bäume verdunsten, wie viel Sonne sie zum Boden durchlassen oder wie viel Schatten sie dem Unterwuchs geben, hat ihr Nachwuchs bessere oder schlechtere Chancen, spenden sie ihrer Umgebung Wasser



oder entziehen es ihr. Angesichts solcher komplexer Verhältnisse dürften die Wissenschaftler nur im Verbund zu sinnvollen Ergebnissen kommen, die aus der Analyse der Vergangenheit Schlüsse auf Entwicklungen der Zukunft zulassen. Aus der gemessenen Entwicklung an einzelnen Punkten Prognosen für ganze Regionen abzuleiten, ist ein weiteres Bravourstück, für das neben einiger Erfahrung große Rechner und verlässliche Modelle nötig sind.

Im zweiten Jahr dieser Arbeiten zeichnen sich erste Ergebnisse ab: So wurden nach den Messungen von Heiko Fritz die potentiell toxischen Schwermetalle, die mit der Flugasche aus den Kraftwerken auf die Böden gelangten, nicht so weit verteilt, wie man zuvor annahm. Mit zunehmendem Abstand von den Kraftwerken nimmt ihre Konzentration vielmehr relativ schnell ab. Entgegen der ursprünglichen These der Forscher ist der Einfluss der Flugaschen nicht in einem Umkreis von 30 Kilometern um die Kraftwerke messbar, sondern nur 8 bis maximal 15 Kilometer von ihnen entfernt. Dort indes sind Schwermetalle in erheblichen Konzentrationen nachweisbar, werden bislang dank der basischen Stäube allerdings noch fest an die Partikel des Bodens gebunden und richten deshalb vorerst keinen Schaden an. Und noch in einem anderen Punkt scheinen die Böden gegenwärtig in gewisser Weise von der Flugasche zu profitieren, die dort über viele Jahrzehnte abgelagert wurde: Unter dem Einfluss ihrer Basen verhalten sich die organischen Substanzen im Boden weniger hy-



drophob als üblich, weisen Wasser also weniger stark ab. So sind die Böden leichter zu benetzen, Regenwasser dringt besser in sie ein und steht den Pflanzen damit schneller und in größerer Menge zur Verfügung.

Darauf deuten zumindest die ersten Ergebnisse der Hydrogeologen hin, die hier Fragen nachgehen, die für die Vegetation ebenso bedeutsam wie für das Grundwasser sind. Denn wie viel von dem lebensnotwendigen Wasser für die Pflanzen tatsächlich verfügbar ist und in welcher Menge und Qualität es dem Grundwasser zufließt, hängt entscheidend von der Struktur und den physikalischen Eigenschaften der Böden ab, von der Korngröße und damit ihrer Oberfläche etwa. »Die Körnchen eines Fingerhuts voll Sand beispielsweise«, erläutert der Kieler Bodenkundler Rainer Horn, der die Untersuchungen zur Bodenphysik leitet, »haben eine Oberfläche von gerade einmal sechs Quadratzentimetern, ein Fingerhut voll Ton hingegen bringt es auf etwa tausend Quadratmeter« – ein Unterschied, der für alle Vorgänge im Boden von ausschlaggebender Bedeutung ist. Für Pflanzen zählen schließlich nur die Nähr- oder Schadstoffe, die im Wasser gelöst und somit für sie erreichbar sind. Was hingegen fest an die Oberflächen der Bodenpartikel gebunden ist, kann den Pflanzen weder schaden noch nutzen und auch nicht ins Grundwasser gelangen. Was spielt sich an den Oberflächen ab? Das ist für Horn die spannende Frage. Entscheiden doch die Wechselwirkungen von

Oberflächen, Wasser und Stofftransport in den Böden letztlich über Wohl und Wehe erwünschter und unerwünschter Substanzen. Und auch hier deuten sich Überraschungen an. Ausgegangen waren die Forscher von der These, dass die ohnehin schlechte Benetzbarkeit der Waldböden unter dem Einfluss der Flugasche weiter abnimmt. Das Gegenteil scheint der Fall zu sein. Die basischen Anteile der Flugasche verringern offenbar die so genannte Benetzungshemmung der Waldböden, so dass das Wasser leichter auch in feine Poren eindringen kann und den Pflanzen in größerer Menge zur Verfügung steht. Doch was bedeutet das für die Auswaschung von Schwermetallen? Wie lange werden sie noch von den Huminstoffen des Bodens festgehalten und an sie gebunden bleiben? Und was passiert, wenn die Böden künftig saurer werden? Allein die Menge der Substanzen, die sich aus Bodenproben extrahieren lassen, sagt darüber wenig. Ohne Zweifel, so hebt Horn hervor, liefern solche Zahlen erste Anhaltspunkte für mögliche Gefahren. Doch um sie wirklich einschätzen zu können, muss man die Funktion der Böden verstehen, muss wissen, wo welche Substanzen zugänglich sind, miteinander reagieren, von Pflanzen aufgenommen oder ins Grundwasser ausgewaschen werden können. Solchen Fragen geht der Doktorand Peter Hartmann unter anderem an Bodenzylindern nach, die er mit aller Behutsamkeit an den Probeflächen entnimmt, ohne das Bodengefüge zu stören. Benetzbarkeit und Perkolations sind seine Schlagworte. Die ersten Messungen zur Benetzbarkeit der Bodenoberflächen im Verlauf des Jahres und den Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die er mit großer Sorgfalt erfasst und zum Teil auch online am Computer in seinem Büro abrufen kann, deuten auf ein interessantes Wirkgeflecht der Interaktionen hin. »Warten wir noch ein Jahr, dann werden wir ganz neue Ergebnisse über alle Bodenprofile haben«, verspricht sein Doktorvater Rainer Horn voll Zuversicht. »Dann werden wir besser einschätzen können, wo welche Gefahren lauern, welche Mengen wann und mit welcher Intensität ins Grundwasser gelangen und wie viel Zeit uns noch bleibt.«

Für solche Einschätzung sind natürlich auch jene Daten erforderlich, die Prognosen über die erwarteten Änderungen der Temperatur, der Niederschläge und deren Verteilung im Jahresverlauf zulassen – die Erkenntnisse der Meteorologen mithin. Auch sie haben in diesem Projekt bereits erste Ergebnisse zu verzeichnen. Dabei ist für Christian Bernhofer inzwischen »völlig klar, dass sich die Klimaänderung allenfalls noch bremsen, aber nicht mehr aufhalten lässt«. Man sollte sie also unter realistischen Vorgaben so gut wie möglich kennen, um die richtige Wahl treffen zu können, wenn man beispielsweise so langlebige Pflanzen wie Bäume pflanzt. Deshalb entwickelt die Arbeitsgruppe um Bernhofer aus gängigen Klima- und Wettermodellen und den Messdaten der Vergangenheit Szenarien für konkrete Standorte. Dabei stoßen die Wissenschaftler immer wieder auch auf eine Problematik, die allen – ja von Menschen er-



dachten – Modellen innewohnt: Lässt sich mit Hilfe solcher Modelle Unerwartetes überhaupt erkennen? Man muss es wenigstens versuchen, ist Bernhofer überzeugt – und weiß doch, dass für die Deutung auch Erfahrung und Intuition nötig ist. Bislang kann er relativ sicher sagen, dass die Wetterlagen der Zukunft anders verteilt sein werden als heute. So dürfte es künftig im Sommer weniger Westwetter geben. »Die bisher gemessenen Trends entsprechen schon ganz gut dem, was man erwartet«, sagt Bernhofer: Wärmere Winter mit höheren Niederschlägen und heißere Sommer mit weniger Regen. Im ohnehin trockenen Mitteldeutschland werden durch den Niederschlagsschatten der Gebirge die Niederschläge im Sommer besonders stark zurückgehen, allerdings ohne, dass sie im Winter entsprechend zunehmen. Noch trockener wird es mithin dort werden, noch weniger Wasser für die Vorratshaltung zur Verfügung stehen. Dass sie lange Trockenheit ertragen, dürfte für die Bäume und Wälder der Zukunft dort deshalb wichtiger sein, als dass sie unter hohen Schneelasten nicht zusammenbrechen.

Natürlich muss man weiter differenzieren: Wer Wälder für die Zukunft anlegen will, muss für den konkreten Standort die Entwicklung des Klimas und der Böden zugleich in den Blick nehmen – und die Wechselwirkungen zwischen Boden, Klima und Pflanzendecke. Ist doch für die Entwicklung junger Pflanzen, aber auch für das Geschehen in den Böden letztlich das kleinräumige Bestandesklima von entscheidender Bedeutung. Wie viel Licht und Niederschlag dringt überhaupt bis zum Boden durch? Wie entwickelt sich die Verdunstung der Pflanzen bei zunehmender Trockenheit? Was bedeutet dies für den künftigen Nachschub an

Ansprechpartner Prof. Dr. Christian Bernhofer, Peter Hartmann, Prof. Dr. Rainer Horn, Prof. Dr. Franz Makeschin, Heiko Fritz [v. l. n. r.]



Grundwasser? Und für die Prozesse im Boden und das Auswaschen von Schadstoffen? Einfach faszinierend findet es Christian Bernhofer, immer aufs Neue festzustellen, wie eng all diese Prozesse miteinander verzahnt sind. Und er, der ursprünglich einmal Biologie studieren wollte, freut sich daran, jetzt gemeinsam mit Biologen, Bodenkundlern und Hydrogeologen fachübergreifende Fragen zu stellen – und zu lösen.

Wie eine Gruppe von Detektiven wirken die Forscher tatsächlich mitunter, wenn sie gemeinsam über Plausibilitäten und Wechselwirkungen diskutieren. Zum Ziel kommen sie nur, wenn jeder seine Beobachtungen und sein spezifisches Wissen beiträgt. Und so ist Heiko Fritz nicht nur gespannt, was er selber in zwei Jahren wird sagen können, sondern auch auf das, was die anderen sagen. Erst so kann schließlich ein Bild entstehen, das denen, die heute handeln müssen, ein gewisses Maß an Sicherheit verleiht. Damit die Folgen alter Sünden rechtzeitig erkannt und mögliche Gefahren begrenzt werden können. Und damit es auch unter veränderten Bedingungen in Zukunft noch Wälder gibt, die ausreichend Holz liefern können und dazu sauberes Wasser und gesunde Luft, die Tieren und Pflanzen eine Heimat bieten und den Menschen einen Ort der Erholung.

Impressum ■ **Herausgeber** Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Leipzig **Ansprechpartner** Andreas Werntze, MSc. | UFZ, andreas.werntze@ufz.de Prof. Dr. Christian Bernhofer | TU Dresden, christian.bernhofer@forst.tu-dresden.de Peter Hartmann | CAU Kiel, p.hartmann@soils.uni-kiel.de Prof. Dr. Rainer Horn | CAU Kiel, rhorn@soils.uni-kiel.de Prof. Dr. Franz Makeschin | TU Dresden, makesch@forst.tu-dresden.de Heiko Fritz | TU Dresden, fritz@forst.tu-dresden.de **Autor/Redaktion** Dr. Caroline Möhring, Juni 2007 **Gestaltung** Metronom | Agentur für Kommunikation und Design GmbH, Leipzig **Nächstes Laborgespräch** Juli / August 2007