

DIE FALLSTUDIE ZIERENBERG: EIN BUCHENWALDÖKOSYSTEM IN DER PHASE EINER STICKSTOFFÜBERSÄTTIGUNG

Waldökosysteme sind vernetzte Lebensräume. Um sie zu charakterisieren, besteht die Möglichkeit einer Einordnung nach Waldgesellschaften. Als Waldgesellschaften werden nach der Artenzusammensetzung natürliche, annähernd gleichartige Ökosysteme verstanden. Diese sind in pflanzenökologischer Sicht durch die Standortmerkmale Klima, Vegetation und Boden sowie die Standortelemente Wuchszone, Klimafeuchte, Geländewasserhaushalt und Trophie definiert und werden als "Forstlicher Standort" beschrieben (HAFEA, 1985).

Waldökosysteme erscheinen nach dieser Einordnung als relativ statische Gebilde. Dies ist jedoch nicht der Fall. Es zeigt sich, daß in allen Organisationsebenen der Waldökosysteme Prozesse zu erkennen sind, die entweder selbststeuernd oder anthropogen gesteuert auftreten und zu einer Dynamik in Regelkreisläufen führen. Als Beispiel selbststeuernder Prozesse sind Veränderungen der Bestandesstruktur in Abhängigkeit von Licht, Temperatur und Feuchte zu nennen. Daneben wirken anthropogen gesteuerte Prozesse verändernd: Eingriffe des Menschen wie etwa die Streuentnahme früherer Zeiten oder die Deposition von Luftverunreinigungen übersteigen vielfach das Selbstregulationsvermögen der Systeme. Dabei wird die Schwere der Veränderungen häufig erst beim Vergleich nachfolgender mit früheren Waldgenerationen deutlich.

Zur Charakterisierung dynamischer Veränderungen in Waldökosystemen dient die Quantifizierung des Stoffhaushaltes von Waldökosystemen. Anthropogene Stoffeinträge verändern die chemischen und biologischen Lebensumstände für Fauna und Flora im Ökosystem. Stoffdepositionen entfalten ihre Wirkung direkt über die Assimilationsorgane, in bedeutenderem Umfang jedoch über die Bodenfestphase, Bodenlösung und Rhizosphäre.

Fließgleichgewichte des Stoffhaushaltes

Veränderungen durch Stoffeinträge sind am Fließgleichgewicht von Neubildung und Abbau organischer Substanz quantifizierbar (ULRICH 1989). Pho-

tosynthese, Ionenaufnahme und Wachstum tragen zur Neubildung bei. Zum Abbau zählen Atmung, Zersetzung und Mineralisierung. Halten sich Neubildung und Abbau die Waage, so sind die Waldökosysteme in einem stabilen Zustand. Abweichungen von diesem Fließgleichgewicht zeigen dagegen mittelfristige Veränderungstendenzen der Ökosysteme an. Als anschauliches Beispiel für die Bilanzierung des Stoffhaushaltes kann die private Kontoführung dienen. Halten sich Einnahmen und Ausgaben die Waage, so ist der Kontoausstand ausgeglichen. Überwiegen dagegen langfristig die Ausgaben, so zeigt dies eine negative Veränderung des Haushaltes auf. Ähnlich wie in dem Beispiel findet auch in der Waldökosystemforschung der Vergleich von Einträgen zu Austrägen als grundlegende Meßgröße Verwendung. Überwiegt der Eintrag, so tritt eine Vorratsmehrung des betreffenden Stoffes ein. Überwiegt dagegen der Austrag, so zeigt sich ein Vorratsabbau. Ein vor allem in Norddeutschland leider großflächig verbreitetes Beispiel für Vorratsabbau ist in den Nährstoffverlusten der Waldböden in Folge anthropogener Säureinträge zu sehen.

Die durch Abweichungen vom Fließgleichgewicht der Stoffhaushaltsgleichung erkennbaren, schwerwiegenden Veränderungen von Waldökosystemen haben dazu geführt, daß das Forschungszentrum Waldökosysteme Göttingen unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h.c. Ulrich in Zusammenarbeit mit dem Bundesforschungsministerium und anderen Einrichtungen seit 1989 einen Forschungsschwerpunkt zu Stabilitätsbedingungen von Waldökosystemen begründet hat (ULRICH et al., 1991). Im Rahmen eines Fallstudienkonzeptes werden in ausgewählten Waldökosystemen Ein- und Austräge von Stoffen erfaßt und Stoff-Flüsse bilanziert. Bisher fanden als Fallstudien vor allem basenarme Ökosysteme Berücksichtigung. Mit der Fallstudie Zierenberg wird seit Mai 1989 erstmalig ein basenreiches Buchenwaldökosystem auf Basalt interdisziplinär untersucht. Sie ist zudem integriert in die Untersuchungen der "Waldökosystemstudie Hessen" mit deren Hauptmeßstationen "Witzenhausen", "Grebenaue", "Frankenberg", "Königstein", "Spessart" und "Fürth/Odenwald". Diese sind nach einem ähnlichen Fallstudienkonzept konzipiert.

Stickstoff als belastender Faktor von Waldökosystemen

Bedeutung für die forstliche Praxis

Für die Hessischen Wälder stellen die anthropogenen Stickstoffeinträge einen wesentlichen Standortsfaktor dar. Noch vor wenigen Jahren galt Stickstoff als der das Wachstum der Bäume am meisten begrenzende Faktor. In letzter Zeit ist jedoch infolge angestiegener anthropogener Einträge eine deutliche Sättigung zahlreicher Waldökosysteme mit Stickstoff erkennbar. Sichtbar wird dies in an der vielfach blaugrünen Nadelfarbe von Nadelbäumen, zeitlich

vergleichenden Nadelanalysen und der Zunahme stickstoffliebender Pflanzen wie Brennessel, Weidenröschen oder Holunder. Die Ausbreitung einer stickstoffliebenden Bodenvegetation trägt dazu bei, daß insbesondere bei gut nährstoffversorgten, frischen Standorten erhebliche Probleme bei der Verjüngung von Waldbeständen bestehen. Stickstoffgesättigte Ökosysteme besitzen häufig nur begrenzte Speichermöglichkeiten für weitere Stickstoffeinträge. Stickstoffüberschüsse und Nitratausträge sind ein wesentlicher Faktor bei der Versauerung der Wälder, die durch Auswaschungen anderer Nährstoffe begleitet werden. Nitratausträge führen darüber hinaus zu Belastungen des Trinkwassers. Einer Überversorgung der Bäume mit Stickstoff kommt zudem durch Nährstoffkonkurrenz eine besondere Beachtung als möglicher Schadfaktor im Erscheinungsbild der Waldschäden zu. Stickstoff scheint sich danach in zahlreichen Waldökosystemen vom Nährstoff zum Schadstoff zu wandeln.

Humusvorratsabbau

In der Regel sind die mit der Deposition eingetragenen, beziehungsweise mit dem Sickerwasser aus dem System ausgetragenen Stickstoffmengen deutlich niedriger als die in Boden und Bestand gespeicherten N-Gehalte. Würde in humusreichen Waldböden der Abbau von organischen Humusbestandteilen gegenüber dem Aufbau stark überwiegen, also das Gleichgewicht der Stoffhaushaltsgleichung in Richtung Zersetzung verschoben, so würde das Waldökosystem mit Stickstoff "überschwemmt"; ein Prozeß, der als Humusdisintegration bezeichnet wird. Veränderungen am Humuskörper können möglicherweise durch Säureeinträge induziert werden. Nach ULRICH (1984) können infolge von saurer Deposition und freien Al³⁺-Ionen in der Bodenlösung Störungen bei der Repolimerisation von Stickstoffverbindungen auftreten. Ein derartiger Humusvorratsabbau oder Humusdisintegration des Mineralbodenhumus führt über verstärkte Nitrat- und Basenausträge zu einer Versauerung der Waldökosysteme. Die Phase der Humusdisintegration wird daher als Anfangsphase einer Ökosystemdestabilisierung verstanden. Die Fallstudie Zierenberg wurde mit der Zielsetzung begonnen, diesen Fragenkomplex zu bearbeiten. Zugleich tragen die Untersuchungen dazu bei, Entscheidungshilfen für die Bewirtschaftung stickstoffbelasteter Wälder zu erarbeiten.

Erste Ergebnisse der Fallstudie Zierenberg

Die Fallstudie Zierenberg untersucht ein basenreiches Buchenwaldökosystem auf Basalt (EICHORN, 1991). Der sehr gut wüchsige, 145-jährige Buchenaltbestand liegt in etwa 450 m Höhe über NN in nordöstlicher Exposition. Der Boden ist tief humos. Die Bodenvegetation wird durch flächig vorkommende,

mannshohe Brennessel unter geschlossenem Kronendach dominiert. Vegetationskundliche Untersuchungen ergeben Zusammenhänge des Brennesselwachstums mit dem Nitratgehalt des Bodens.

In einer ersten Untersuchungsphase wird der Ökosystemzustand des heutigen Altbestandes durch seinen Stoffhaushalt beschrieben. Die Daten belegen für den Untersuchungsbestand eine Phase beginnender Stickstoffsättigung. Neben Boden und Bestand als langfristige Speicher für Stickstoff sind die temporären Speicher Bodenvegetation (mannshohe Brennessel) und interner Kreislauf zu erkennen (Kronendachanreicherung).

Die Untersuchungsfläche stellt ein "topographisches Wassereinzugsgebiet" für eine unterhalb liegende Quelle dar. Seit 1965 stieg die Nitratkonzentration dieser Quelle regelmäßig an. Im Untersuchungsbestand sind Hinweise einer beginnenden Humusdisintegration, die sich in einem Voraussellen des Humusabbaus im Vergleich zur Bildungsrate von Humus zeigt.

Die Speicherkapazität des Waldökosystems für Stickstoff erscheint nach den vorliegenden Meßergebnissen als weitgehend erschöpft. Wenn das System weiterhin durch hohe Stickstoffeinträge sowie künftig noch verstärkten Humusvorratsabbau belastet wird, so ist mit einem Anstieg der Nitratausträge zu rechnen. In derartig instabilen Ökosystemzuständen können auch Temperatur- und Niederschlagsschwankungen, Versauerungsschübe oder Änderungen in der Bestandesstruktur sowie andere äußere Einflüsse ansteigende NO_3 -Austräge begünstigen. Da hohe Nitratausträge stets mit Nährstoffverlusten aus dem Waldökosystem verbunden sind, ist dies der Anfang einer zum Ungünstigen hin gerichteten Ökosystemveränderung.

Trotz hoher Basensättigung des Bodens zeigt der Bestand auffallend hohe Blattverluste, die Verzweigungsstruktur der Buchen ist dagegen recht günstig. Im Mittel der Jahre 1989 bis 1991 hatten jeweils etwa 30 % der Buchen starken Fruchtbehang. Biochemische Untersuchungen zum Metabolismus der Blattorgane werden ergänzt durch Arbeiten zur Entschlackungsdynamik der Buchen sowie durch Analysen des bauminternen Mineralstoffhaushaltes. Wurzeluntersuchungen umfassen Zustandinventuren, röntgenmikroanalytische Untersuchungen der Wurzelspitzen und Rhizosphären, sowie Arbeiten zur Wirkung von Schwermetallen auf das Wurzelwachstum der Altbuchen.

Tierökologische Schwerpunkte umfassen Untersuchungen zum Einfluß der Bodentiere auf die Zersetzung der Brennessel und des Waldbingelkrautes, die Verteilung der Regenwürmer, der Gastropoden sowie der Makroarthropoden. Weitere Themen sind die Populationsdynamik und Biomasse der Protozoen,

Abundanz, Biomasse und trophische Gruppen freilebender Nematoden sowie Untersuchungen zur Belastungen wirbelloser Tiere durch Schwermetalle.

Eine erfolgsversprechende Bearbeitung der Fragestellung verlangt ein interdisziplinäres Zusammenarbeiten verschiedener Disziplinen. Gegenwärtig arbeiten 15 Forschungsinstitute der Universitäten Göttingen und Mainz, der Gesamthochschule Kassel, der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt und der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt gemeinsam an dieser Fragestellung.

LITERATUR

- EICHORN, J., 1991 (Hrsg.): Fallstudie Zierenberg: Streß in einem Buchenwald-ökosystem in der Phase einer Stickstoffübersättigung. Forschber. Hess. Min. Landesentw., Wohnen, Landw., Forsten u. Naturschutz. 119 S.
- HAFEA, 1985: Hessische Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten; Staatsanz. Land Hessen Nr. 32/1985.
- ULRICH, B., 1989: In: 3. Bericht des Forschungsbeirates Waldschäden/Luftverunreinigungen der Bundesregierung und der Länder; Kernforschungszentrum Karlsruhe.
- , 1984: Stability and Destabilization of Central European Forest; in: J.H. Coolley & F.B. Golley (Hrsg.): Trends in Ecological research for the 1980s. (Plenum Publishing Corporation).
- , 1991 (Hrsg.): Beitrag zur Tagung der Ökosystemforschungszentren vom 24. - 26.10.1990; in: Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, B. Bd. 22.

Anschrift des Verfassers:

Johannes Eichhorn
Hess, Forstl. Versuchsanstalt
Prof. Oelke-Str. 6
3510 Hann.-Münden

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturschutz in Nordhessen](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [12_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Eichhorn Johannes

Artikel/Article: [Die Fallstudie Zierenberg: Ein Buchenwaldökosystem in der Phase einer Stickstoffübersättigung 15-19](#)