

Literatur

Karte Niedersächsisches Bergland:

Quelle: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karte_Niedersaechsisches_Bergland.jpg

uselang=de#file. Stand: 18.7.2013, Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

Geologische Übersichtskarte 1:200 000 (GÜK 200), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, Stand Juli 2013.

Aldinger, E. et al., 2005: Beschreibung der waldökologischen Naturräume. In: Waldökologische Naturräume Deutschlands. Mitteilungen der Vereins für Forstliche Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung, 43 (2005), S. 193.

Ellenberg, H., 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., 1996.

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1996): Waldentwicklung Solling. Fachgutachten, Heft 5, S. 149

Otto, H.-J., 1991: Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die niedersächsischen Landesforsten, Bd. 2. Aus dem Walde, 43 (1991)

Paar, U., Evers, J., Dammann, I., König, N., Schulze, A., Ullrich, T., Eichhorn, J. (2013): BZE Bericht Hessen, in Bearbeitung

Ziele des forstlichen Umweltmonitorings in der Waldökosystemforschung

Johannes Eichhorn

Nature is a mutable cloud which is always and never the same.

(Natur ist eine wandelbare Wolke, immer gleich und doch immer unterschiedlich)

Ralph Waldo Emerson, 1841

Kontinuität und Wandel: Zeittakte im forstlichen Umweltmonitoring

Für das forstliche Umweltmonitoring, die Dauerbeobachtung des Waldes, ist Zeit nicht nur ein Messintervall. Vielmehr ist Zeit auch der Maßstab des zeitlichen Verlaufs von Ereignissen und die Grundlage für Bewertungen von Kontinuität oder Wandel. Die Wahrnehmung von Zeit wird definiert als die Fähigkeit, eine Dauer bestimmter Abläufe von Vorgängen richtig abzuschätzen und einzuordnen. Wie wissenschaftliche Ergebnisse zeigen, ist die zeitliche Wahrnehmung eng mit persönlicher und emotionaler Empfindung verknüpft - etwa durch Momente der Freude oder der Sorge. Lange Zeiträume, die die Phase zeitlicher Empfindungen übersteigen, bleiben abstrakt und sind daher nur schwer einzuordnen (HILDEBRAND, 2006).

Mit welchen Zeiträumen beschäftigen wir uns in der forstlichen Umweltkontrolle? Modelle und die Beschreibung von Variabilitäten sowie Abläufen von Prozessen in Waldökosystemen nutzen in der Regel Daten in hoher zeitlicher Auflösung. So werden Veränderungen der Witterung auf Versuchsflächen, wie die Windgeschwindigkeit sekundenweise erfasst und in 15-Minuten-Werten aggregiert dargestellt. Dagegen erfordert eine Bewertung der Veränderung von Waldökosystemen oft lange Zeiträume. Als Bezugsgröße für Klimaveränderungen und deren Wirkungen findet die Klimanormalperiode Anwendung. Sie wird gegenwärtig als 30-jähriger Zeitraum 1961-90 definiert. In den Sozialwissenschaften ist der Begriff des Generationenabstandes üblich (POHLMANN, 1997). Er wird als Durchschnitt der Altersdifferenz einer nachfolgenden Generation zur einer vorhergehenden verstanden. Der Generationenabstand von Waldbäumen umfasst im bewirtschafteten Wald eine Zeitspanne von etwa 100 Jahren. Die Verwendung dieser Zeitspanne stellt eine wichtige Perspektive für forstliche Umweltveränderungen dar, die nachfolgend erläutert wird.

Ländlicher Versorgungswald und forstliche Standorte

Im 18. Jahrhundert - vor nur drei Baumgenerationen - war Wald als Versorgungswald essentieller Bestandteil des ländlichen Lebens. Die Produktion von Holz war im Vergleich zur Nutzung anderer Güter aus dem Wald eher nachrangig. Im Einzelnen kompensierte die Waldweide die zu geringe Offenlandweide, die Eichelschweinemast das knappe Schweinefutter, die Waldstreunutzung das fehlende Stroh, die Futterlaubgewinnung den

Heuengpass und der Waldfeldbau den Mangel an Ackerfläche und Dünger. Köhlerei produzierte Holzkohle als Hochtemperatur-Energiequelle (STUBER und BÜRGI, 2000). Waldgüter sicherten den Bedarf der Landwirtschaft für die Ernährung der Bevölkerung in Zeiten der Überbrückung im Winter und Frühling, wenn der Heuvorrat aufgebraucht und das Gras noch nicht aufgetrieben war (IRNIGER, 1991). Die historische Bedeutung der landwirtschaftlichen Nutzungen im ländlichen Versorgungswald kann kaum überschätzt werden.

Gleichwohl entstanden durch diese Waldinanspruchnahme Veränderungen der Standorte und des Stoffhaushalts, die teilweise bis heute nachwirken. Langjährige Nutzungen der Waldstreu entnahmen beispielsweise bis zu 2.000 kg N/ha (KREUTZER, 1972). Derartige Eingriffe lassen sich bis heute in Stickstoffbilanzen nachweisen. Schäden durch Weide im Wald bewirkten für forstliche Böden und Standorte oft lang anhaltende Bodenverdichtung und Erosionen mit Spätfolgen für den Jungwuchs und den Baumzuwachs (GROSSMANN, 1927).

Die große Zahl devastierter Standorte führte nach 1800 zu einem Umdenken in der Landnutzung. An die Stelle von Calluna-Heiden auf den übernutzten und verarmten Standorten des bäuerlichen Versorgungswaldes trat erfolgreich eine systematische Aufforstung und Bewirtschaftung. So entstanden großflächig Nadelwälder. Die Anbaumethode wurde durch die forstliche Reinertragslehre und den steigenden Holzbedarf infolge der Industrialisierung und des Bevölkerungswachstums unterstützt. Die neue Waldstruktur veränderte und verbesserte vielerorts die forstlichen Standorteigenschaften des ländlichen Versorgungswaldes. Mit großflächig reinen Nadelwäldern in Altersklassenwäldern entstand ein neuer Waldaufbau, aber auch eine neue Qualität von Risiken. Zu den Risiken zählten insbesondere eine langsame Zersetzung von Nadelstreu, Insekten, Stürme und Bodenfreilagen; Situationen in der Bestandesentwicklung mit verändernder Folge für Humus, Mineralboden und Standort.

Säureeintrag und forstliche Standorte

Um 1970 – vor einer halben Baumgeneration – erreichte die Belastung der Wälder durch die aus der Nutzung fossiler Energieträger emittierten Luftschadstoffe Schwefel und Stickstoff ihren Höhepunkt.

ULRICH und KHANNA (1979) wiesen auf Grundlage zehnjähriger Messreihen zum Stoffhaushalt von Wäldern im Solling nach, dass in einer, als Reinluftgebiet ausgewiesenen Region, fernab von Siedlungen und Industrie, hohe atmogene Säure- und Stickstoffbelastungen aus der Luft auftraten. Diese Einträge führten nachweisbar zu einer fortlaufenden Versauerung der Böden unter Freisetzung toxisch wirkender Substanzen, zur Verarmung der Böden an den Nährstoffen Magnesium, Calcium und Kalium bei gleichzeitiger Stickstoff-Eutrophierung der Waldökosysteme (BEESE, 1992). Die sich daraus ergebenden stofflichen Veränderungen der Waldstandorte fanden nicht nur in der forstlichen Wissenschaft und Verwaltung sondern auch in weiten Teilen der Gesellschaft Beachtung.

Die Reaktionsmuster der Böden auf Stoffeinträge unterschieden sich auf verschiedenen Standorten vor allem nach ihrem chemischen und biologischen Ausgangszustand. ULRICH (1981) beschrieb diese Muster als Puffersysteme. Er entwickelte zudem ein methodisches Konzept von Untersuchungsverfahren und Kriterien zur Bewertung der Versauerung und ihrer Folgen in Waldökosystemen (ULRICH et al., 1984).

Wesentlich geprägt durch die Ergebnisse der Waldökosystemforschung in Göttingen fand Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre eine politische Entscheidungsfindung zu Gunsten besserer Luftqualität statt. Die Genfer Luftreinhalte Konvention der Vereinten Nationen CLRTAP (1979) und die Großfeuerungsanlagen-Verordnung (1979; heute: Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 2001) bewirkten den drastischen Rückgang der SO₂-Emissionen. Ein verändertes waldbauliches Grundverständnis im Sinne eines an natürliche Prozesse angenäherten Waldbaus in Verbindung mit Bodenschutzkalkungen half den Wäldern in einer Zeit hoher Säureeinträge. Mit dem Nachlassen der Säureeinträge stellte sich eine Entlastung der Boden- und Standorteigenschaften ein. Nachwirkungen der hohen Säureeinträge zeigen sich allerdings bis heute in bodenchemischen Prozessen des Schwefel- und Säurehaushalts der Waldböden.

Parallel dazu wurde 1983 von SCHÖPFER, HRADETZKY (1983) sowie GÄRTNER (1987) maßgeblich das Konzept der bundesweiten, flächenrepräsentativen Waldzustandserhebung (WZE) entwickelt, die den Blick auf die Vitalität von Waldbäumen, den Einfluss biotischer Schadfaktoren und auf Absterbeerscheinungen lenkte. Das Verfahren fand Anfang der 90er Jahre mit der Bodenzustandserhebung und ihrer Wiederholung 2007 eine wesentliche Ergänzung.

In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts richtete sich das forstliche Augenmerk auf langjährig hohe Stickstoffeinträge. In früheren Zeiten war Stickstoff stets Minimumfaktor der Waldentwicklung, frühe Wald- und Streunutzungen verarmten die forstlichen Standorte weiter an diesem Element. Im 20. Jahrhundert stiegen jedoch die Stickstoffeinträge aus der Verbrennung fossiler Energie und der intensiven Landwirtschaft regelmäßig an und erreichten um 1970 maximale Werte. In den nachfolgenden Jahrzehnten sind Reduktionen der zu hohen Einträge nachweisbar. Stickstoff hat in Wäldern eine Zweigesichtigkeit. Er fördert das Wachstum, verändert aber gravierend eine Vielzahl standörtlicher Bedingungen (EICHHORN, 1995).

Forstliches Umweltmonitoring

Das im Solling entwickelte Stoffhaushaltskonzept von Ulrich und die Methodik einer Erfassung des Baum-, Wald- und Bodenzustandes (WZE und BZE) sind die wesentlichen Grundlagen des heutigen Forstlichen Umweltmonitoringsystems in Deutschland und des ICP Forests auf europäischer Ebene. Das Forstliche Umweltmonitoring bietet im Kontext der Bundeswaldinventur und weiterer naturschutzfachlicher Erhebungen zeitlich und räumlich differenziert wesentliche Informationen zum Umweltaspekt der Waldentwicklung.

Grundlage des forstlichen Umweltmonitorings ist heute ein gekoppeltes System aus

- Übersichtserhebungen auf einem systematischen Raster (Level I: im Regelfall 8 km x 8 km)
- intensivem Umweltmonitoring (Level II) an ausgewählten Waldstandorten sowie
- experimentellen Untersuchungen zu Waldernährung und Bodenschutzkalkung (Level III)

Die Erforschung der Waldökosysteme zeigt die Notwendigkeit, Wälder als Ganzes zu sehen. Messbereiche im forstlichen Umweltmonitoring umfassen daher den Kronenzustand, biotische Einflussfaktoren, den Bodenzustand, das Baumwachstum, Elementgehalte von Blättern und Nadeln, die Bodenvegetation, den Eintrag von Luftschadstoffen in den Wald (Deposition), Säure- und Elementgehalte im Boden und im Sickerwasser, die Streu, die Luftqualität sowie meteorologische und phänologische Daten.



Typisches Wiesental im Solling (Foto: Kai Conrad)

Die Monitoringverfahren sind methodisch im ICP-Forests-Handbuch (Manual ICP Forests, 2010) und für chemische Analysen in dem Handbuch des Gutachterausschusses Forstliche Analytik (KÖNIG et al., 2009) beschrieben.

Die Dauerbeobachtung des Stoffhaushalts im Solling begann 1966, die Zeitreihen blicken heute auf eine Länge von fast 50 Jahren zurück. Die Buchen- und die Fichtenfläche des Sollings sind europaweit die intensiven Monitoringflächen mit den längsten, sehr gut dokumentierten Zeitreihen. Die Solling-B1-Fläche (Buche) erfüllt heute zudem als Core Plot die nach europäischem Standard höchsten Mess-Anforderungen im forstlichen Umweltmonitoring. Insgesamt zählen heute 19 Flächen zum Bestand des intensiven Monitorings an der NW-FVA, darunter auch die international renommierten Buchenflächen Göttinger Wald und Zierenberg (EICHHORN, 1995; MEESENBURG und BRUMME, 2009).

Der Aufwand für den langfristigen Betrieb der Messtechnik und die Sicherung der Datenqualität sind hoch. Dabei braucht Erkenntnisgewinn oft einen langen Atem.

Mit der Länge der Zeitreihen steigt ihr Wert. Die langen Zeitreihen des forstlichen Umweltmonitorings in Nordwestdeutschland, insbesondere 50 Jahre Messungen im Solling und 30 Jahre Waldzustandserhebung stehen für großen Erkenntnisgewinn und Entscheidungshilfe für die Trägerländer der NW-FVA.

Als wesentliche Ziele der forstlichen Umweltkontrolle sind gegenwärtig zu nennen:

- Dokumentation von Veränderungen in Waldökosystemen in Raum und Zeit
Erfassung räumlicher und zeitlicher Variabilität von Waldökosystemzuständen unter verschiedenen Standort- und Baumartbedingungen. Dazu zählen: Luftschadstoffe, Witterungsextreme, biotisch bedingte Störungen, forstlichen Nutzungsformen sowie veränderte gesellschaftlicher Ansprüche
- Verbessertes Verständnis natürlicher Prozesse in bewirtschafteten Waldökosystemen
Dazu zählen: Wasserhaushalt, Stoffhaushalt, Nährstoffhaushalt, ökophysiologische Reaktionsmuster in Bezug auf Resilienzeigenschaften von Waldökosystemen
- Erforschung von Bedingungen und Förderung der nachhaltigen Waldproduktivität (Holz)
Insbesondere: Beiträge zur Produktivität der Wälder, Standort-Leistungs-Funktionalität Standort-Risiko-Funktionalität, Nutzungsformen bei verschiedenen Nährstoff-Szenarien und unterschiedlichen Klimaszenarien, Definition von Bewertungskriterien
- Quantifizierung des Kohlenstoffspeichers Wald
- Entscheidungshilfe für waldpraktische und forstpolitische Fragen sowie Umsetzung mit Partnern
- Weiterentwickelter Informationstransfer
Messflächen des forstlichen Umweltmonitorings werden zu einer Informationsplattform verschiedener Wissenschaftsdisziplinen, an denen mit Partnern skalenübergreifend Fragen der Umsetzung von Erkenntnissen zu erarbeiten sind.

Fazit: Dynamik der forstlichen Standorte

Der Forstliche Standort ist definiert als die „Gesamtheit der für das Wachstum der Waldbäume wichtigen Umweltbedingungen, wie sie im Gelände durch Lage, Klima und Boden“ bestimmt wird (Forstliche Standortaufnahme; 2003).

Die Waldgeschichte allein der letzten drei Baumgenerationen (im 18. Jahrhundert und davor: ländlicher Versorgungswald; im 19. Jahrhundert: altersklassenweiser Nadelholzanbau; im 20. und 21. Jahrhundert: Säure- und Stickstoffeintrag sowie beginnender Klimawandel) verdeutlicht eine doch sehr rasche Aufeinanderfolge von gravierenden Einflüssen auf die forstlichen Standortseigenschaften.

Ein wesentliches Ziel der forstlichen Umweltkontrolle in der Waldökosystemforschung ist es, diese Veränderungen zahlenmäßig in Raum und Zeit abzubilden. Daraus ergibt sich auch die Notwendigkeit, Standortbedingungen als Grundlage forstlichen Handelns in Zukunft präziser zu fassen und zu klassifizieren. Waldmanagement kann nur erfolgreich sein, wenn es über eine qualitativ hochwertige, naturale Waldinformation verfügt, in der ökosystemare Veränderungen dynamisch abbildbar sind.

In Anlehnung an Ralph Waldo Emerson (1841): *Der forstliche Standort ist wie eine wandelbare Wolke, immer gleich und doch immer unterschiedlich.*

Literatur

- Arbeitskreis Standortkartierung (2003): Forstliche Standortaufnahme. 6. Aufl. 352 pp.
Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (2001)
(auch: Grossfeuerungs Anlagen-VO)
- Beese, F. (1992): Umweltbelastungen und Standort AGF-Umweltvorsorge: Boden, Wasser, Luft. Bonn. Forst und Holz 46, 3–12.
- Eichhorn, J. (1995): Stickstoffsättigung und ihre Auswirkungen auf das Buchenwaldökosystem der Fallstudie Zierenberg. Habilitationsschrift. Ber. D. Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A, Bd. 124
- Emerson, R.W. (1841) Circles. books.google.com
- Gärtner, E.J. (1987): Beobachtungseinrichtungen des hessischen Untersuchungsprogrammes „Waldbelastungen durch Immissionen - WDI“ (Konzeption und Aufbau). For. Ber. Hess. Forstl. Versuchsanstalt. Bd. 1, 110 pp.
- Grossmann, H. (1927): Die Waldweide der Schweiz. ETH Zürich - Dissertation, 123 S.
- Hildebrand, E. (2006). Die zeitliche Ordnung biologischer Prozesse und unsere subjektive Zeitempfindung. Gemessene Zeit-gefühlte Zeit: Tendenzen der Beschleunigung, Verlangsamung und subjektiven Zeitempfindens;[Matreier Gespräche zur Kulturrethologie 2004], 79.
- Imniger, M. (1993): Wald und Waldnutzung im Umbruch des 18. Jahrhunderts. Geographica Helvetica (1993) Nr. 2
- König, N., Blum, U., Symossek, F., Bussian, B., Ellinghaus, R., Furtmann, K., Gärtner, A., Gutwasser, F., Hauenstein, M., Kiesling, G., Klingenberg, U., Klinger, T., Möller, A., Nack, T., Reichelt, L., Schimming, C., Stahn, M., Trefz-Malcher, G., Utermann, J. und Wies, K.: (2009): Handbuch Forstliche Analytik (4. Ergänzung 2009)
- Kreutzer, K. (1972): Über den Einfluß der Streunutzung auf den Stickstoffhaushalt von Kiefernbeständen (Pinus silvestris L.) - Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1972 – Springer
- Manual ICP Forests (2010): <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
- Meesenburg, H.; Brumme, R. (2009): General Description of Study Sites. In: Brumme, R.; Khanna, P. K. (Eds.): Functioning and Management of European Beech Ecosystems, Ecological Studies 208, 7-11
- Pohlmann, F. (1997). Zur Bevölkerungsentwicklung während der Industrialisierung. In: Die europäische Industriegesellschaft (pp. 121-142). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schramm (2012): Zeit online. „Wie wir ticken“. DIE ZEIT vom 6.12.2012 Nr. 50
- Schöpfer W. und Hradetzky J. (1984): Analyse der Bestockungs- und Standortmerkmale der terrestrischen Waldschadenserhebung Baden-Württemberg 1983. Mitt. FVA Bad.-Württbg., H. 110, 148 S.
- Stuber, M. und Bürgi, M. (2000): Hüeterbueb und Heitisträhl. Traditionelle Formen der Waldnutzung in der Schweiz 1800 bis 2000. Bern, 2011, in: H-Soz-u-Kult
- Ulrich, B. und Khanna, P. K. (1979): Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen des Sollings. Schr. Forstl. Fakultät Univ. Göttingen. 58, 291 S.
- Ulrich, B. (1981): Zur Stabilität von Waldökosystemen. Forstarchiv, 52. 165-170
- Ulrich, B., Meiwes, K. J., König, N. und Khanna, P.K. (1984). Untersuchungsverfahren und Kriterien zur Bewertung der Versauerung und ihrer Folgen im Waldboden. Forst- und Holz 11, 279-286

Hauptergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE II)

Jan Evers und Uwe Paar

Zu den Übersichtserhebungen (Level I) im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings gehören die Bodenzustandserhebungen.

In der Zeit zwischen 2007 und 2009 fand in den Wäldern der Trägerländer der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) statt. Sie folgt der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I), die in den Jahren 1991 bis 1993 durchgeführt wurde. Die BZE-Daten aus Schleswig-Holstein standen für diese Auswertung noch nicht zur Verfügung.

Die bundesweit systematische Stichprobeninventur der BZE zum Zustand der Waldböden als integraler Bestandteil des forstlichen Umweltmonitorings gibt ein umfassendes und flächendeckendes Bild hinsichtlich des aktuellen Zustandes und der Veränderungen der Waldökosysteme und der Erfüllung der Waldbodenfunk-