

Waldinventuren – Antworten auf den Informationsbedarf

Waldinventuren sind fast so alt wie die Waldwirtschaft selbst. Aus den früheren Waldinspektionen entwickelten sich bereits Ende des 19. Jahrhunderts erste Stichprobeninventuren zur Erfassung des Holzvorrates [18]. Während Wälder in Finnland schon seit den 1920er-Jahren mithilfe von Stichproben systematisch inventarisiert werden [11], fand in Deutschland erstmals 1971 eine statistisch fundierte, großräumige Inventur im Bundesland Bayern statt [6]. Seit 1987 wird die deutsche Bundeswaldinventur durchgeführt, Ende 2014 wurden die Ergebnisse der dritten BWI veröffentlicht [2].



Foto: C. Paul

Abb. 1: Emeritus Prof. Dr. Eckhard Kennel



Foto: J. Pinto Montero

Abb. 2: Teilnehmer des Kolloquiums zu Ehren des 75. Geburtstages von Prof. Dr. Eckhard Kennel

Thomas Knoke

Im Laufe der Zeit hat sich der veränderte Informationsbedarf in einer Entwicklung weg von reinen Holzvorratsinventuren hin zu Mehrzweckinventuren, unter besonderer Betonung von ökologischen Aspekten, niedergeschlagen. Anlässlich des 75. Geburtstags von Prof. Dr. Eckhard Kennel (vgl. AFZ-DerWald 19/2010, S. 4, und AFZ-DerWald 20/2015, S. 53) wurde dieser Wandel im Rahmen eines Festkolloquiums am Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der TU München im Rahmen mehrerer Vorträge diskutiert. Ein kurzer Bericht über die Inhalte des Kolloquiums spannt den Rahmen für eine Reihe von sich anschließenden Beiträgen aus dem Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der TU München zum Thema „Waldinventuren im Wandel“.

Spätestens seit Veröffentlichung der Konvention zur Biologischen Vielfalt durch die Vereinten Nationen 1992 [20]

und der Publikation des „Millennium Ecosystem Assessment“ 2005 [13] spielt die Erfassung und das Management der Biodiversität unserer Wälder eine besondere Rolle. In Verbindung hiermit wird den vielfältigen Ökosystemleistungen des Waldes immer mehr Beachtung geschenkt [8]. Zudem sind biotische und abiotische Schäden mittlerweile zu einer festen Größe der Waldwirtschaft geworden. Dem sich ändernden Informationsbedarf (vgl. Abb. 3) müssen moderne Inventuren gerecht werden [10]. Hierbei gewinnt die Fernerkundung an Bedeutung, aber auch im Bereich der terrestrischen Inventur gibt es neuere Entwicklungen und Innovationen. Von Interesse ist zudem, wie mithilfe von Waldinventuren gewonnene Informationen in der praktischen Steuerung eines Forstbetriebes eingesetzt, aber auch wie solche Informationen durch wissenschaftliche Studien genutzt werden können. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen lieferten die Vorträge auf dem Festkolloquium „Waldinventuren im Wandel“ interessante Einblicke.

Informationsbedarf in einem Nationalpark

In seinem Vortrag zu Inventuren im Nationalpark Bayerischer Wald [5] zeigte Marco Heurich, Stellvertretender Leiter des Sachgebietes III „Ökologie, Zoologie, Naturschutzbiologie, Fernerkundung“ des Nationalparks, die aktuellen Möglichkeiten insbesondere der Fernerkundung auf. Im Nationalpark hat der Flächenanteil des vom Borkenkäfer befallenen Waldes im Laufe der Zeit einen Wert von 30 % erreicht. Resultat dieser Entwicklung ist ein stark fragmentierter, in vielen Teilen sehr heterogener Waldbestand, in dem terrestrische, auf Stichproben basierende Verfahren an ihre Grenzen stoßen. In einer solchen Situation sind Fernerkundungsverfahren von großem Interesse, welche vollflächige Erhebungen erlauben. Heurich konnte beeindruckend zeigen, wie insbesondere das Laserscanning aus der Luft eine Erfassung von Altbäumen und liegendem Totholz sowie ein Monitoring der Renaturierung von Forststraßen erlaubt. Mittlerweile können mithilfe

dieses Verfahrens sehr detaillierte Informationen auf der Ebene einzelner Bäume erfasst werden. Abgerundet wurde Heinrichs Vortrag durch ein Gesamtkonzept zur Inventur des Nationalparks Bayerischer Wald, welches ein ganzes Spektrum an Fernerkundungssensoren – von hyperspektralen Sensoren über Lidar zu Radar – mit terrestrischen Felddaten und Laboranalysen koppelt.

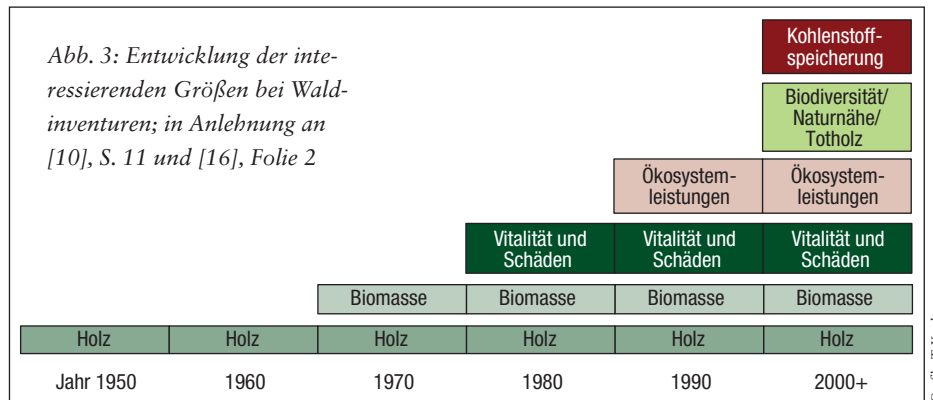
Perspektiven für terrestrische Inventuren

Der Vortrag von Arne Nothdurft [16], Leiter des Instituts für Waldwachstum an der Universität für Bodenkultur in Wien, war auf Innovationen im Bereich von terrestrischen Inventuren ausgerichtet. Dabei ging es zunächst um die Vermeidung möglicher Verzerrungen (systematischer Fehleinschätzungen) im Rahmen der Auswertung von Sechs- bzw. n-Baum-Stichproben. Im Rahmen der originellen Verbesserung des Auswerteverfahrens kamen Verfahren aus der Unternehmensforschung, wie z. B. das „Simulierte Abkühlen“ [12] zum Einsatz. Große Rechnerleistungen erleichtern solche Anwendungen. Verbesserungen beim Zählen seltener Einzelbäume (Habitatbäume) bildeten den nächsten Abschnitt des interessanten Vortrags, womit sicherlich ein sehr aktueller Informationsbedarf angesprochen wurde. Schließlich ging Nothdurft darauf ein, wie sich Vorhersagen zur Veränderung von Bonitäten im Rahmen des Klimawandels bewerkstelligen lassen. Der Vortrag wurde mit folgendem Fazit geschlossen: Waldinventuren lassen exakte Rückschlüsse zu, sie ermöglichen Weitblick statt Stillstand und eröffnen Perspektiven zur räumlich-zeitlichen Intensivierung durch besseres Verständnis der sich ändernden Produktionsgesetzmäßigkeiten.

Waldinventuren zur Steuerung großer Forstbetriebe

Reinhardt Neft, Mitglied des Vorstandes der Bayerischen Staatsforsten (BaySF), stellte in seinem Vortrag [14] dar, welche Rolle Waldinventuren für einen großen öffentlichen Forstbetrieb spielen. Die gesamte Fläche der bayerischen Staatsforste ist durch quantitative Stichprobeninventuren abgedeckt, diese Inventuren sind außerhalb des Hochgebirges überwiegend als permanente Stichprobeninventuren

Abb. 3: Entwicklung der interessierenden Größen bei Waldinventuren; in Anlehnung an [10], S. 11 und [16], Folie 2



Quelle: T. Knoke

gehalten, wodurch sehr exakte Zuwachsschätzungen möglich sind. Wichtige Ergänzungen der klassischen Inventurinformationen stellen die Erfassung von Biotopbäumen und der Mortalität dar. Mithilfe ihrer modernen Waldinventuren kann die BaySF ihre Fortschritte beim Waldumbau eindrucksvoll belegen. So nehmen Verjüngungsbestände im Jahr 2015 die doppelte Fläche wie im Jahre 2005 ein, bei einem von 34 % auf 43 % gestiegenen Anteil der Fläche mit gesicherter Vorausverjüngung. Der Vorrat der Buche ist seit 1999 jedes Jahr um 380.000 Kubikmeter angestiegen. In seinen Ausblick schloss Neft die zukünftig möglicherweise stärkere Nutzung der Potenziale der Fernerkundung ein.

Eckhard Kennel als Mentor der modernen Waldinventur

Franz Brosinger vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten machte in seinem Vortrag [1] die Rolle von Eckhard Kennel als Wegbereiter für forstliche Inventuren in Bayern und Deutschland deutlich. Dabei wurde Kennels Einfluss auf Großrauminventuren, die Kronenzustandserhebung (ehemals Waldschadensinventur) und auf das Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung besonders hervorgehoben. So lässt sich beispielsweise mithilfe der Großrauminventuren ein Anstieg der bayerischen Laubwaldfläche von 22 % (1971) auf 36 % (2012) belegen [21]. Die Ergebnisse der Kronenzustandserhebung stoßen weiterhin auf große Aufmerksamkeit in den Medien. Sie bilden eine fundierte Datengrundlage zur Erstellung von sich verlagernden Überlebenskurven der Waldbäume im Klimawandel. Das Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung ist ein echtes Erfolgs-

modell und belegt im langjährigen Trend eine leicht rückläufige Entwicklung der Verbissbelastung. Im Ausblick hob auch Franz Brosinger die Möglichkeiten der Fernerkundung hervor, insbesondere vor dem Hintergrund der Erfassung der Vitalität von Waldbeständen.

Nutzung von Inventur-Informationen

Um aktuelle Studien zur Nutzung von Inventur-Informationen am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung ging es dann im Vortrag von Thomas Knoke und Thomas Schneider [9]. Wie nützlich die Daten aus den von Eckhard Kennel konzipierten Inventuren sein können, wurde anhand der Modellierung des Überlebens der Fichte im Klimawandel (in Rein- und Mischbeständen) gezeigt [15]. Diese Modellierung war nur mit Daten der Waldzustandserhebung aus den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Bayern möglich. Die Ergebnisse zeigen klar, dass die Fichte in Mischbeständen vor allem in einem wärmeren und trockeneren Klima wesentlich höhere Überlebenswahrscheinlichkeiten erreicht als in Reinbeständen. Weitere Beispiele zur Nutzung von Inventurdaten schlossen die Verwendung von Zuwachsmessungen an Einzelbäumen aus Betriebsinventuren zur ökonomischen Modellierung einer naturnahen Waldwirtschaft [19] und die Simulation des bayerischen Holzangebotes bei verschiedenen Ölpreisentwicklungen anhand der Daten der Bundeswaldinventur ein [4]. Zudem konnten Ansätze zur flächigen Schätzung des Holzvorrates [22] und von Flächenveränderungen durch Sturmwurf [3] mithilfe von Satellitendaten gezeigt werden. Der Ausblick des Vortrags befasste sich mit internationalen Themen, wie den



Abb. 4: Dr. Marco Heurich informiert über die Möglichkeiten der Fernerkundung für die Waldinventur.



Abb. 5: Studenten des internationalen Studienganges Sustainable Resource Management an der Studienfakultät Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement der TUM bekommen eine Einführung in Grundlagen der Waldinventur.

Triebkräften des Landnutzungswandels in Äthiopien [7] und der Rolle des Waldes in umfassenden Landnutzungssystemen [17].

Fazit

Die Veranstaltung zeigte neben den beachtlichen Fortschritten im Bereich der Inventurtechnik noch einige Herausforderungen, wie z. B. die bislang nur unvollständig mögliche Unterscheidung von Baumarten mithilfe der Fernerkundung. Zudem werden die Möglichkeiten der Fernerkundung von der forstlichen Praxis

immer noch sehr zurückhaltend genutzt. Auch existieren bisher kaum Ansätze und Bestrebungen, die mittlerweile in großem Umfang vorliegenden Inventurdaten zur Bewertung der Kosten und Nutzen von Naturschutzleistungen einzusetzen. Dies würde zu einer deutlich verbesserten Transparenz und sicherlich zu einer Versachlichung der Diskussionen beitragen. Dennoch wurde deutlich, dass moderne Waldinventuren Antworten auf hochaktuelle Fragen geben und dass die Waldinventur aus wissenschaftlicher Sicht ein sehr lebendiger und innovativer Bereich

der Forstwissenschaft ist. Diese Feststellung soll auch in den folgenden Beiträgen des Fachgebietes für Waldinventur und nachhaltige Nutzung noch einmal beispielhaft bestätigt werden.

Literaturhinweise:

[1] BROSINGER, F. (2015): Der Impetus von Eckhard Kennel: Wegbereiter für forstliche Inventuren in Bayern und Deutschland. <http://waldinventur.wzw.tum.de/fileadmin/kennel2015/Brosinger.pdf>. [2] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/BMEL_Wald_Broschuere.pdf. [3] ELATAWNEH, A.; WALLNER, A.; MANAKOS, I.; SCHNEIDER, T.; KNOKE, T. (2014): Forest cover database updates using multi-seasonal RapidEye data – Storm event assessment in the Bavarian Forest national park. *Forests*, 5, S. 1284-1303. [4] HÄRTL, F.; KNOKE, T. (2014): The influence of the oil price on timber supply. *Forest Policy and Economics*, 39, S. 32-42. [5] HEURICH, M. (2015): Fernerkundung – Neue Möglichkeiten für Wald- und Biodiversitätsinventuren. <http://waldinventur.wzw.tum.de/fileadmin/kennel2015/Heurich.pdf>. [6] KENNEL, E. (1973): Bayerische Waldinventur 1970/1971 Inventurabschnitt I: Großrauminventur, Aufnahme und Auswertungsverfahren. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 11. [7] KINDU, M.; SCHNEIDER, T.; TEKETAY, D.; KNOKE, T. (2015): Drivers of land use/land cover changes in Munesa-Shashemene landscape of the south-central highlands of Ethiopia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, Beitrag Nr. 452. [8] KNOKE, T. (2013): Ökosystemleistungen und Forstplanung. *AFZ-DerWald*, 68 Jg., Nr. 21, S. 4-6. [9] KNOKE, T.; SCHNEIDER, T. (2015): Informationsgewinnung für Computer gestützte Simulationen. <http://waldinventur.wzw.tum.de/fileadmin/kennel2015/Knoke-Schneider.pdf>. [10] LUND, H. G. (1998): IUFRO Guidelines for Designing Multipurpose Resource Inventories. IUFRO World Series Vol. 8, 216 S. [11] MAKONEN-SPIECKER, K. (2006): Ergebnisse der 10. finnischen Waldinventur: Der jährliche Zuwachs beträgt 97 Millionen Kubikmeter. <http://www.metla.fi/tiedotteet/2006/2006-06-14-vmi-de.htm>. [12] METROPLOIS, N.; ROSENBLUTH, A. W.; ROSENBLUTH, M. N.; TELLER, A. H. (1953): Equation of state calculations by fast computing machines. *The Journal of Chemical Physics*, 21, S. 1087-1092. [13] Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and human well-being – synthesis. Washington, D. C., World Resources Institute. [14] NEFT, R. (2015): Waldinventur als Basis für die Steuerung des Unternehmens Bayerische Staatsforsten. <http://waldinventur.wzw.tum.de/fileadmin/kennel2015/Neft.pdf>. [15] NEUNER, S.; ALBRECHT, A.; CULLMANN, D.; ENGELS, F.; GRIESS, V. C.; HAHN, W. A.; HANEWINKEL, M.; HÄRTL, F.; KÖLLING, C.; STAUPENDAHL, K.; KNOKE, T. (2015): Survival of Norway spruce remains higher in mixed stands under a dryer and warmer climate. *Global Change Biology*, 21, S. 935-946. [16] NOTHDURFT, A. (2015): Perspektiven für die Waldinventur. <http://waldinventur.wzw.tum.de/fileadmin/kennel2015/Nothdurft.pdf>. [17] PAUL, C.; KNOKE, T. (2015): Between land sharing and land sparing – what role remains for forest management and conservation? *International Forestry Review*, 17, S. 210–230. [18] RHODY, B. (1982): Ein kombiniertes Inventurverfahren mit photogrammetrischen und terrestrischen permanenten Stichproben für Intensiv- und Großrauminventuren. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 101, S. 36-48. [19] ROESSIGER, J.; FICKO, A.; CLASEN, C.; GRIESS, V. C.; KNOKE, T. (2016): Variability in growth of trees in uneven-aged stands displays the need for optimizing diversified harvest diameters. *European Journal of Forest Research*, 135, S. 283-295. [20] United Nations (1992): Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>. [21] Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2015): Waldbericht 2015. http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/waldschutz/dateien/waldbericht_2015_web.pdf. [22] WALLNER, A.; ELATAWNEH, A.; SCHNEIDER, T.; KNOKE, T. (2015): Estimation of forest structural information using RapidEye satellite data. *Forestry*, 88, S. 96-107.

Prof. Dr. Thomas Knoke,
knoke@forst.wzw.tum.de, ist
Leiter des Fachgebietes für Wald-
inventur und nachhaltige Nutzung
an der Technischen Universität
München.

