
Ertrag und Nutzen der BZE II in Gegenwart und Zukunft

CHRISTIAN KÖLLING und ALFRED SCHUBERT

Die zweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) hat sich als groß angelegte bundesweite Inventur über einen langen Zeitraum erstreckt. Die ersten Abstimmungen in der zwischen Bund und Ländern eingerichteten Arbeitsgruppe reichen in das Jahr 1999 zurück. In den darauffolgenden Jahren wurden die Methoden harmonisiert und die Aufnahmeanleitung konzipiert. Die Anleitung erschien Anfang 2006 zum Beginn der Außenaufnahmen (BMELV 2006). Die Geländeaufnahmen fanden in den Jahren 2006 bis 2008 statt, danach folgte die Phase der Laboranalysen und ersten Auswertungen. In Bayern wurde die erste Auswertungsphase Mitte 2010 mit dem Erscheinen des Schwerpunkthefts LWF aktuell 78 abgeschlossen. Im weiteren Verlauf wurden die Daten zur Information an die Waldeigentümer der jeweiligen BZE II-Punkte und an den Bund zur länderübergreifenden Auswertung weitergegeben. Weitere Auswertungen folgten, die Ergebnisse sind in diesem vorliegenden Band niedergelegt.

Nun sind 15 Jahre seit den ersten Vorbereitungen zur BZE II vergangen. Verglichen mit der Langfristigkeit der forstlichen Produktion war es ein kurzer Zeitraum, verglichen mit dem Tempo der im Boden ablaufenden Veränderungen ebenfalls. Dennoch geht die BZE II als ein, in Hinblick auf Arbeits- und Finanzvolumen, sehr großes Projekt in die Geschichte der Forstverwaltung ein. Als Teil der Forstlichen Umweltbeobachtung (KÖLLING et al. 2006, 2013) haben Inventuren wie die BZE II fraglos ihren unverzichtbaren Platz im Portfolio der forstlichen Ressortforschungsanstalten. Die forstliche Umweltbeobachtung kann mittlerweile auf eine beeindruckende Tradition zurückblicken (KÖLLING et al. 2011). Trotz aller dieser für die BZE sprechenden Argumente ist dennoch die Frage berechtigt, ob der für die BZE II betriebene Aufwand auch durch einen entsprechenden Ertrag gerechtfertigt ist. Was können wir für Gegenwart und Zukunft auf die Habenseite verbuchen?

BZE II in Bayern: Was bleibt?

Der Wert einer Bodeninventur wie der BZE II bemisst sich nicht nur nach der Summe des ausgegebenen Geldes, der Menge der erhobenen Daten, den Seitenzahlen der Berichte und Publikationen sowie dem Neuigkeitswert der Ergebnisse. Er bemisst sich vielmehr danach, wie die Daten zur *Beschreibung und Bewertung* des gegenwärtigen Zustands der Waldböden beitragen, wie sie in Kombination mit Daten aus Intensiv-Monitoringprogrammen die *Erklärung* der Wirkungen der Bodeneigenschaften auf Vorkommen, Vitalität und Wachstum unserer Baumarten ermöglichen und wie sie, im Schritt vom Bekannten zum Unbekannten, die *Vorhersage* der Reaktion der Waldökosysteme auf verschiedene Umweltbedingungen erleichtern. In einem Bericht wie dem vorliegenden wird vor allem der erste Aspekt der Beschreibung und Bewertung bedient. Einzelne Ansätze für Erklärungen der Wirkungen der Bodeneigenschaften auf die Bäume finden sich allerdings auch darin.

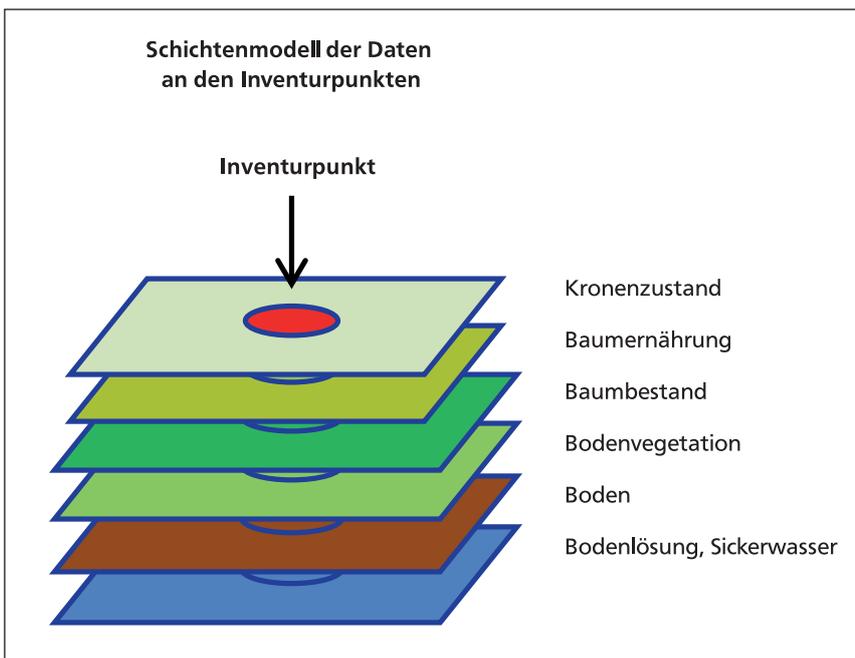
Der dritte Schritt, der Übergang hin zur Vorhersage des Verhaltens unserer Wälder bei unterschiedlichen Umweltbedingungen, ist eine anspruchsvolle Aufgabe, zu der die Ergebnisse der BZE II ganz wesentlich beitragen können. Vor allem der zweite und dritte Aspekt der BZE II, Erklärung und Vorhersage, werden die LWF und weitere Nutzer der Daten noch auf lange Zeit beschäftigen. Weit über das Projektende hinaus hält die Wirkung der Daten der BZE an. Diese Daten stellen eine stetig vorhandene Quelle der Erkenntnis und Material für eine Vielzahl möglicher Untersuchungen dar. An den archivierten Proben sind sogar neue, bislang nicht im Programm enthaltene Analysen möglich, falls entsprechende Fragestellungen dies erforderlich machen. Die Bäume auf den Flächen werden ohnehin jährlich im Rahmen der Kronenzustandserhebung begutachtet und in größeren Zeitabständen im Zuge der Bundeswaldinventur und der Zwischeninventuren „aufgemessen“. So gesehen stellt das BZE II-Netz eine permanente Infrastruktur dar, mit deren Hilfe abgestimmte und auf einander bezogene Daten erhoben und interpretiert werden.

Beschreibung und Bewertung

Viele wissenschaftliche Arbeit beschränkt sich allein auf das Beschreiben und Bewerten. „Wie ist der Stand der Dinge und wie ist er vor dem Hintergrund bestimmter Qualitätsnormen, Schwellen- und Grenzwerte zu bewerten?“, so lautet die erste Frage, die man an die Daten einer Inventur stellt. Dank der BZE II haben wir einen unverzerrten Schätzwert für den gegenwärtigen Zustand der Waldböden Bayerns erstmalig bis in den Unterboden und das Bodenausgangsmaterial hinein. Die beschreibenden und bewertenden Grundbotschaften der BZE II, die in den Beiträgen zum Boden und zur Waldernährung in diesem Band dargestellt sind, besitzen für sich genommen einen unschätzbaren Wert. Bei jedem neu hinzukommenden Beratungsfall können dessen Daten nun in einem gesamt-bayerischen Kontext interpretiert werden. Boden- und Ernährungsdiagnosen im Rahmen der Beratung der Waldbesitzer oder bei Gutachten und Planungsmaßnahmen können künftig in besserer Qualität erstellt werden, weil man Dank der BZE II weiß, auf welchem Abschnitt einer bayernweiten Skala der konkrete Fall liegt. Es kann dann die Frage nach ähnlichen Fällen im Datensatz der BZE II gestellt werden und es können hilfreiche Vergleiche gezogen werden. Die in der BZE II-Datenbank und in diesem Bericht dargestellten Fakten kommen durch die Anwendung im Beratungsalltag der LWF und der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mittelbar den Waldbesitzern zu Gute und tragen so zu einer guten Praxis und einer erfolgreichen Waldbewirtschaftung bei. Weiterhin dienen sie dazu, anstehende Entscheidungen zu fundieren und erleichtern das Verwaltungshandeln im Vollzug der Wald- und der Bodenschutzgesetze und sonstiger Regelwerke. So entfaltet sich der volle Wert der BZE II nach und nach in der Steigerung der Qualität der Daueraufgaben von Beratung und Hilfestellung für Waldbesitzer und Forstverwaltung.

Erklärung

Weil bei der BZE II verschiedene am gleichen Punkt erhobene Datenschichten zu Böden, Bodenvegetation und Bäumen in der Art eines „Sandwiches“ aufeinander liegen (Abbildung 1), kann man mit wenig Aufwand Beziehungen zwischen den Schichten herstellen. Auch im vorliegenden Band findet man solche Untersuchungen von Beziehungen zwischen diesen einzelnen erhobenen Merkmalen. Anders als bei der Beschreibung und Bewertung werden bei der *Erklärung* theoretische Vorstellungen wie zum Beispiel das Prinzip von Ursache und Wirkung (Kausalprinzip) oder das Modell von Dosis und Antwort (Dose-Response) verwendet. Dieser, über die bloße Beschreibung hinausgehende, zusätzliche Aufwand wird zumeist mit zusätzlichen hochwertigen Erkenntnissen belohnt. Nach einer erfolgreichen Erklärung wissen wir nicht nur, *dass* Böden und Bäume bestimmte Eigenschaften haben, sondern auch, *warum* dies so ist.



*Abbildung 1:
Schichtenmodell der BZE II-Daten:
An einem Punkt werden in
verschiedenen Schichten möglichst
viele Daten gemeinsam erhoben,
um Beziehungen zwischen den
Datenebenen aufdecken und
Modelle ableiten zu können.*

Anhand des BZE II-Datensatzes können Ernährungsstörungen der Waldbäume auf besondere Bodeneigenschaften zurückgeführt werden. Das Aufdecken dieser Zusammenhänge führt dann unmittelbar zur Therapie der Ernährungsstörungen. Die gezielte Veränderung der Bodeneigenschaften, z. B. im Rahmen einer Kalkungsmaßnahme, ist dann erfolgversprechend, wenn die beobachteten Mängel durch die belegte Beziehung zwischen Ursache und Wirkung erklärt werden konnten. Wirkt sich die Stickstoffsättigung auf den Ernährungszustand der Waldbäume aus, so hilft diese Erkenntnis, die Größenordnung des Problems einzuschätzen, und zeigt den Handlungsbedarf auf. Einer der interessantesten Erklärungsversuche betrifft den Zusammenhang von Ernährungszustand und Baumwachstum und -vitalität. Der Modellvorstellung nach sollten Bäume auf günstigen Böden besser ernährt sein und dementsprechend besser wachsen und vitaler sein als solche auf ungünstigen Böden. Im vorliegenden Band finden sich Ansätze, diese Zusammenhänge zu erklären. Die vorliegenden Daten lassen aber nur ein begrenztes Maß an Erklärung der Beziehung zwischen *Boden und Ernährung* zu. Als weitere Beziehung wird in diesem Band das Verhältnis von Bodeneigenschaften zu dem Vorkommen von Arten der Bodenvegetation untersucht und dargestellt. Trotz vielversprechender Ansätze zu treffenden Erklärungsmustern ist das Feld der allgemeingültigen wissenschaftlichen Erklärung der im Wald auftretenden Phänomene noch nicht abschließend beackert.

Gerade der vielschichtige Datensatz der BZE II erlaubt die anhaltende Beschäftigung mit den Zusammenhängen zwischen den einzelnen Datenebenen. Ursache-Wirkungsmodelle und Dosis-Antwortmodelle erregen nicht nur akademisches Interesse, sondern können direkt dazu beitragen, Wälder richtig, das heißt erfolgreich zu bewirtschaften. Nützliche Einwirkungen können aufgrund der Modellergebnisse gefördert, schädliche Einwirkungen vermindert werden. So reichen gute und verlässliche Erklärungsmodelle weit in die forstliche Praxis hinein und beweisen hier ihre Nützlichkeit. Im günstigsten Fall werden durch ein Erklärungsmodell Naturgesetze aufgedeckt und quantifiziert. Dann hat das Modell den Stempel genereller Gültigkeit und kann mit großen Erfolgchancen überall angewandt werden. Laufende und künftige Projekte an der LWL, aber auch von anderen Institutionen durchgeführte Vorhaben, besitzen mit dem BZE II-Datensatz nun das erforderliche Material, um zuverlässige und für die Praxis brauchbare Erklärungsmodelle zu entwickeln und neues Licht in die *Black Box* der Beziehungen zwischen Boden und Baum zu werfen.

Vorhersage

Bei dem Begriff der Vorhersage denken viele von uns an die Wetternachrichten und an die mit den Prognosen verbundenen großen Unsicherheiten. In der Wissenschaft unterscheiden wir zwischen echten Vorhersagen (engl. *Forecasts*), die sich in die Zukunft richten, und Prädiktionen (engl. *Predictions*), die primär weniger etwas über die Zukunft, sondern eher etwas über Wenn-Dann-Beziehungen aussagen: „Wenn der Boden fruchtbar ist, wächst der Baum.“ Bei der Prädiktion schließt man vom Bekannten auf das Unbekannte. Ein schönes Beispiel für eine gelungene Prädiktion ist die Vorhersage von Kennwerten der Baumernährung aus Bodenkennwerten. Wenn es gelingt, diese Beziehung in einem Dosis-Antwortmodell allgemeingültig zu erklären, dann kann das Modell in einem weiteren Schritt auch auf all diejenigen Fälle angewandt werden, in denen zwar Bodendaten vorliegen, die Ernährungsdaten aber fehlen. Wenn wir an den 372 Punkten der BZE II die Beziehung vom Boden zum Baum hinsichtlich der Ernährung modellhaft beschreiben können, dann können wir diese Gesetzmäßigkeit für die Vorhersage auf der Restfläche zwischen den Inventurpunkten nutzen. Hier kann das Modell dazu dienen, für große Flächen die unbekannte Größe Baumernährung vorherzusagen, indem man sich auf ein geprüftes Modell, verbunden mit der aus Karten bekannten Größe Bodenqualität, stützt. Der Sinn einer solchen Übung leuchtet unmittelbar ein, schließlich möchte man nicht nur über die Fläche der 372 BZE II-Punkte Bescheid wissen, sondern über alle möglichen, über Bayern verstreuten Waldflächen. Es werden ja im Alltagsgeschäft wohl kaum die Inventurpunkte selbst, sondern vor allem die übrigen, nicht so gut erfassten Wälder betrachtet. Das Verfahren der Vorhersage in die Fläche nennt man auch Regionalisierung.

Ein Beispiel für eine gelungene Regionalisierung ist die Kalkungskulisse von 2010, die auf einer aus den BZE II-Daten abgeleiteten Beziehung der Baumernährung zu den Bodeneigenschaften beruht (Abbildung 2). Dieses Modell wurde dann auf Bodenkarten angewandt, um alle Bereiche zu identifizieren, in denen die Bodeneigenschaften so ungünstig sind, dass bei den Bäumen mit Ernährungsstörungen zu rechnen ist. Diese Bereiche wurden in der Karte rot markiert und als Bereiche definiert, in denen eine Kalkung möglich und finanziell

förderfähig ist. Auch im neuen Standortinformationssystem BaSIS der Forstverwaltung wurde mit verschiedenen Verfahren der Prädiktion gearbeitet, um für die gesamte Waldfläche Bayerns Standorteigenschaften und vor allem das Anbaurisiko der Baumarten vorherzusagen (Abbildung 3). Es versteht sich fast von selbst, dass für dieses mittlerweile weitgehend abgeschlossene Vorhaben auch der BZE II-Datensatz eine wichtige Quelle war. Weitere Arbeiten sind auf dem Weg, um auch die deutschen und europäischen Datensätze der Bodeninventuren im Wald, hinsichtlich der Beziehungen zwischen Bodenqualität, Klimacharakter und Baumartenwachstum und -gedeihen zu inspizieren und die darin verborgenen Gesetzmäßigkeiten für Vorhersagen im Klimawandel nutzbar zu machen. Mit den Anbaurisikokarten wird indes nicht der Klimawandel selbst vorhergesagt, sondern lediglich das Wirkungsgeflecht zwischen Boden, Klima und Baum modellhaft beschrieben und auf mögliche oder sogar wahrscheinliche Klimaszenarien angewandt. „Wenn sich die Temperatur um 2 °C erhöht und der Niederschlag um 100 mm abnimmt, dann wird der Bestand um 1 fm/a weniger zuwachsen“: so könnte das Ergebnis eines auf das Problem des Klimawandels zugeschnittenen Vorhersagemodells aussehen.

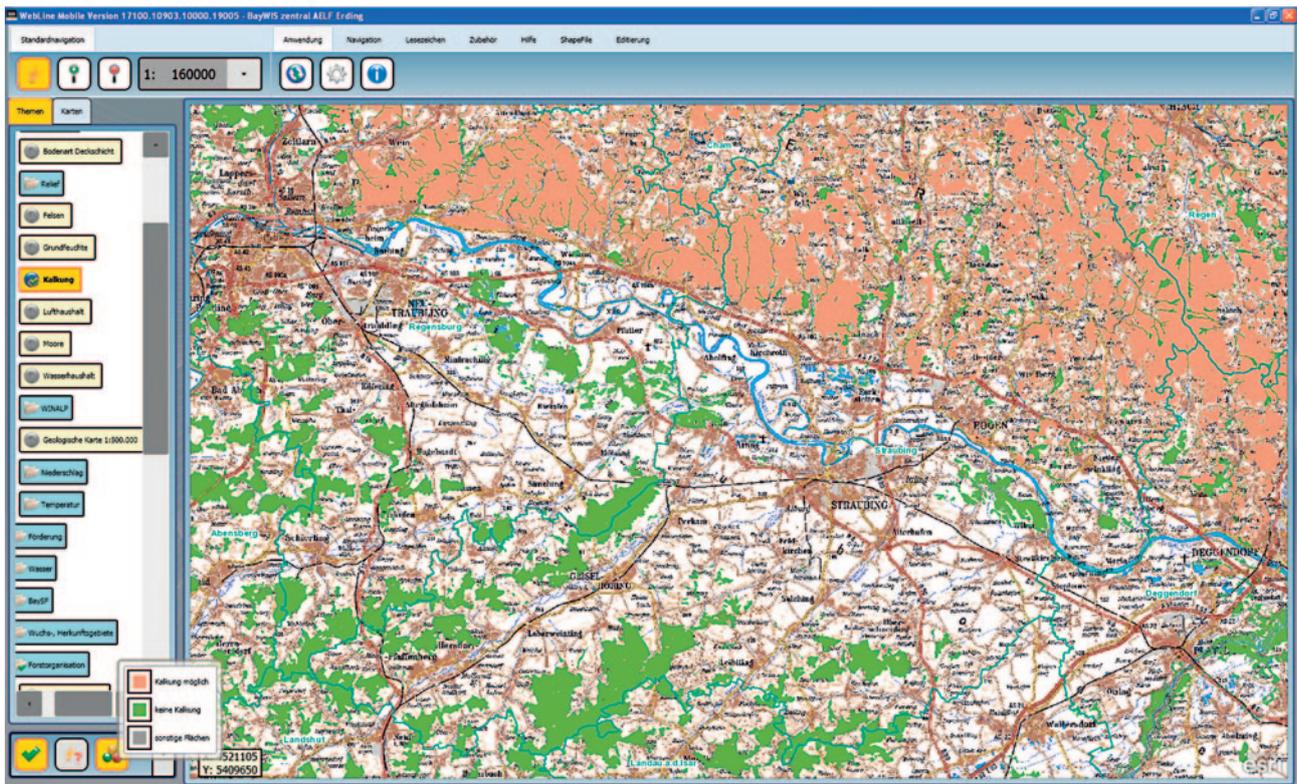


Abbildung 2: Kalkungskulisse der Forstverwaltung (2010), ein Ergebnis der Vorhersage mit Hilfe der aus BZE II-Daten abgeleiteten Modelle.

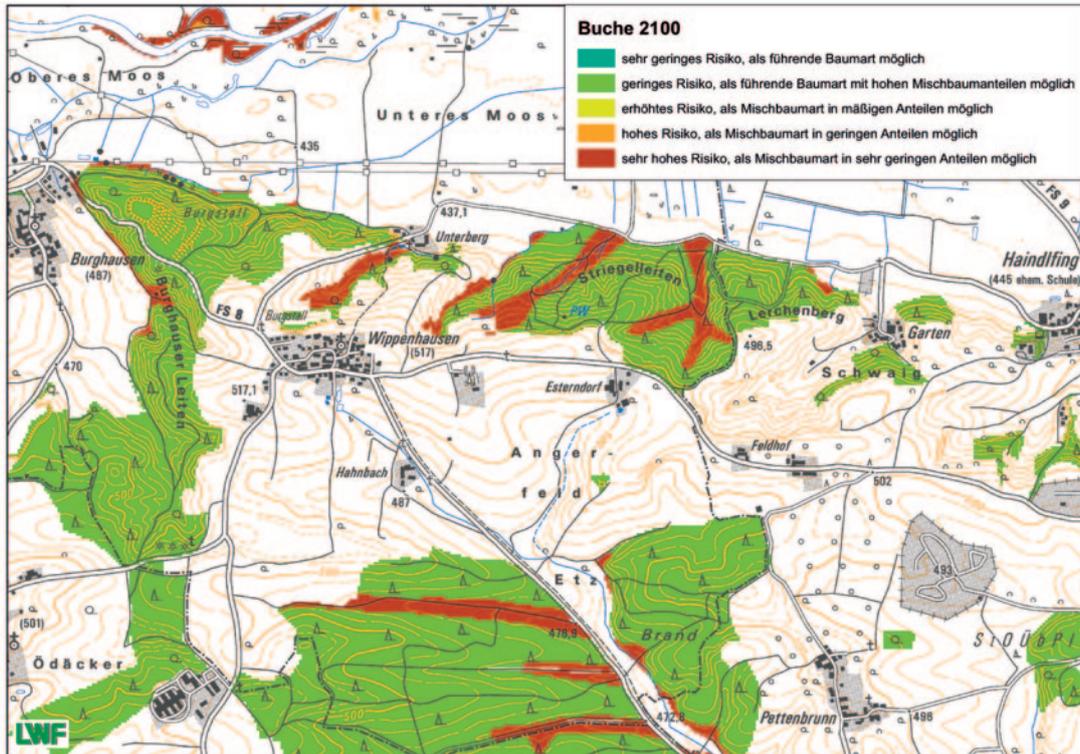


Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Bayerischen Standortinformationssystem BaSIS: Anbauriskokarte für die Baumart Buche für das Jahr 2100 als Beispiel einer räumlichen Vorhersage (Prädiktion).

Weitere Schritte

Die abgeschlossene BZE II gibt uns die Chance, die Verhältnisse im Wald zunächst zutreffend zu beschreiben und zu bewerten. Anschließend eröffnet sie die Gelegenheit, Muster zu erkennen, Gesetzmäßigkeiten aufzudecken und quantitativ zu beschreiben. In der Königsdisziplin der Vorhersage kann der Schritt vom Bekannten und Gemessenen hin zum Unbekannten und Wahrscheinlichen gelingen. Alle diese Übungen sind kein Selbstzweck der Wissenschaft, sondern dienen vorrangig dem Schutz der vielfältigen Funktionen von Wäldern und Böden sowie der erfolgreichen Bewirtschaftung der Wälder in krisenreichen Zeiten. Über Informationssysteme und die Beratung gelangen die BZE II-Ergebnisse zum Waldbesitzer und seinem Wald. Dann sind die Informationen vor Ort endgültig angekommen und tragen dazu bei, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und die zu den jeweiligen Boden- und Klimabedingungen optimal passenden Baumarten auszuwählen. Die BZE II und die aus ihren Daten abgeleiteten Erkenntnisse können in den kommenden Jahren die Grundlage für einen ganzen Strauß von neuartigen, interessanten und für die Forstwirtschaft wichtigen Projekten bilden. Insofern gilt der Satz: „Nach der BZE ist vor der Erkenntnis“. Die Geschichte der BZE II wird in Praxis und Wissenschaft fortgesetzt werden, der Grundstock ist gelegt.