



Waldböden – Boden des Jahres 2024

Der Waldboden in Deutschland ist ein komplexes und sensibles System, das sowohl zahlreiche Funktionen erfüllt als auch erheblichen Risiken ausgesetzt ist. Durch eine nachhaltige Bewirtschaftung und gezielte Schutzmaßnahmen können die Potenziale des Waldbodens optimal genutzt und negative Einflüsse minimiert werden. Kontinuierliche Forschungs- und Anpassungsmaßnahmen sind unerlässlich, um die Funktionen des Waldbodens als Basis unserer Waldökosysteme zu erhalten und zu fördern.

TEXT: JAN EVERS, FRANK JACOB, PETER HARTMANN



Abb. 1: Waldboden in unseren Händen

Der Waldboden ist vom Kuratorium „Boden des Jahres“ am Weltbodentag (5. Dezember) zum Boden des Jahres 2024 gekürt worden und folgt dem Ackerboden als Boden des Jahres 2023. Ziel der jährlichen Ausrufung zum Boden des Jahres ist es, das Bewusstsein für Böden in der breiten Bevölkerung zu stärken und ihre Funktionen im Naturhaushalt aufzuzeigen. Denn unsere Böden sind eine wichtige, begrenzte und schützenswerte natürliche Ressource. Der Waldboden stellt das Fundament unserer Wälder dar. Nur gesunde Waldböden tragen stabile Waldökosysteme und sichern eine nachhaltige und naturnahe Waldwirtschaft.

„Ein bewusster Umgang mit dem Waldboden ist entscheidend, um Wälder und deren vielfältige Funktionen zu erhalten.“

JAN EVERS

Vielfältige Funktionen

Neben der Kohlenstoffspeicherung und der Bewahrung einer hohen Biodiversität erfüllen Waldböden viele weitere wichtige ökologische Funktionen im Naturhaushalt. Zu nennen sind hier Wasser- und Nährstoffspeicher, Filter- und Pufferfunktionen sowie Lebens- und Wurzelraum. Neben den Mooren ist der Wald als Landschaftselement der größte Kohlenstoffspeicher in Deutschland, ungefähr die Hälfte der Kohlenstoffvorräte von Wäldern ist dabei im Waldboden gespeichert. Waldböden liefern vielerorts nachhaltig sauberes Trinkwasser und tragen in der Fläche zu einem effektiven Hochwasserschutz bei.

Ein Drittel der Landesfläche in Deutschland besteht aktuell aus Waldböden, insgesamt sind das 11,4 Mio. ha. Damit sind Waldböden allein schon wegen ihres Flächenanteils zentrales Element im Naturhaushalt. Waldböden in Deutschland finden sich überwiegend dort, wo es für die landwirtschaftliche Nutzung oder menschliche Besiedlung zu arm, zu trocken oder zu nass, zu steil oder zu steinig ist. Wenn man bedenkt, dass Deutschland früher bis auf wenige Regionen (z. B. die Marschen an der Küste oder die Moore) komplett bewaldet war, finden alle Landnutzungen auf ehemaligem Waldboden statt. Historische Wälder wurden intensiv genutzt: Brennstoff, Baustoff, Rodung, Waldweide, Streunutzung, Köhlerei, Glashütten und Erzgewinnung. Die Spuren und Folgen dieser Nutzung finden sich bis heute wieder und sind im Gelände gut sichtbar. Der Waldboden als Archiv bietet daher wertvolle Informationen zur Archäologie und Erforschung menschlicher Kulturgeschichte.

Foto: J. Evers

Typische Eigenschaften

Jeder Waldbesuch führt über den Waldboden, mal sandig, lehmig, steinig oder auch sumpfig. Mehr abseits von Wegen geht es über herabgefallenes Laub, Nadelreste, Zweige, Zapfen und dem, was davon übrig ist. Die Försterinnen und Förster nennen dies Auflagehumus. Er liegt dem Mineralboden auf, besteht aus Pflanzenteilen und organischer Feinsubstanz und ist je nach Standort und seinen Bedingungen unterschiedlich mächtig. Der Auflagehumus ist typisch für den Wald und seine Böden. Er kann sich ausbilden, weil Waldböden im Unterschied zu landwirtschaftlichen Böden kaum bearbeitet werden und der Auftrag von Laub- und Nadelstreu recht hoch ist. Allein das ist ein Alleinstellungsmerkmal unserer Waldböden. Der Humus ist locker, weich und gut durchwurzelt, von Pilzmyzel durchzogen und sehr belebt: Käfer, Regenwürmer, Milben, Asseln, Springschwänze und Milliarden von Kleinstlebewesen. Daher findet man auch in einer Handvoll Waldhumus mehr Lebewesen, als es Menschen auf der Welt gibt.

Der Übergang vom Auflagehumus zum Mineralboden ist meistens fließend. Bei nährstoffreichen Standorten wie z. B. Kalkgesteinen, Basalt oder Mergel werden Pflanzenreste durch Bodenorganismen innerhalb kurzer Zeit zersetzt und durch Regenwürmer in den Boden eingearbeitet, es findet sich nur eine geringmächtige Auflage. Diese Humusform wird Mull genannt. Auf stark sauren Standorten ist die Zersetzung deutlich verlangsamt. Hier können sich daher mächtige Humusauflagen ausbilden, die teilweise auch scharf vom Mineralboden abgegrenzt sind. Bioturbation, also die Durchmischung des Bodens durch Bodenlebewesen, findet kaum statt. Diese Humusform wird Rohhumus genannt (Abb. 2). Auf den meisten Waldstandorten findet sich jedoch die Humusform Moder. Im Vergleich zum Mull läuft hier die Zersetzung langsamer, ist aber schneller als beim Rohhumus. Welche Humusformen sich im Wald ausbilden, hängt vor allem von den Ausgangsgesteinen im Mineralboden, der Temperatur, dem Wasserhaushalt, der Durchlüftung und der Zusammensetzung der Streu ab.

Unterhalb des Auflagehumus beginnt der Mineralboden, der in seiner ober-



Foto: H. Buberl

Abb. 2: Waldböden haben meist eine Streuauflage, die je nach Standort nur gehemmt abgebaut wird – hier ein sogenannter Rohhumus mit relativ geringer Umsetzungsrate.

ten Schicht meistens sehr humos ist. Dies ist typisch für den Waldboden. Eine Bodenbearbeitung oder Düngung wird im Wald selten durchgeführt. So kommt es durch die Bioturbation der Bodenlebewesen und die intensive Durchwurzlung zu einer Durchmischung der mineralischen Komponente mit dem organischen Material aus der anfallenden Streu und ihren Zersetzungsprodukten. Dies geschieht vorwiegend im Oberboden bis in eine Bodentiefe von etwa 30 cm. In tieferen Bodenschichten nehmen die Kohlenstoffgehalte deutlich ab.

Im Oberboden mit Auflagehumus befinden sich bezogen auf 90 cm Bodentiefe im Bundesmittel drei Viertel der Kohlenstoffvorräte.

Grundsätzlich entstehen auch Waldböden aus Verwitterung und Verlagerung der jeweils anstehenden geologischen Ausgangssubstrate und bilden ein Gemisch aus Mineralboden, Luft und Wasser sowie organischen Bestandteilen. Die Mineralverwitterung, der Niederschlag und das Grundwasser sowie die Zersetzung organischer Substanz führen Nährstoffe zu, die von den Baumwurzeln aufgenommen werden und durch die Streu und absterbende Wurzelmasse wieder zurückgeführt werden. Durch die zahlreichen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse entwickeln und verändern sich Waldböden ständig, sie sind offene und poröse Systeme. Waldböden entwickeln sich sehr langsam: Als Faustregel werden etwa 100 Jahre veranschlagt für die Bildung von einem Zentimeter Waldboden. Alte Waldstandorte können somit mehrere Tausend Jahre alt sein.

Jeder Waldboden hat sich nach den spezifischen Bedingungen des Standortes entwickelt und ist damit einzigartig. Unterschiedliche Ausgangsgesteine, Klimafaktoren, Geländere relief sowie der Einfluss von Wasser, Vegetation, Mensch und Zeit bringen eine enorme Vielfalt an Waldböden hervor. Von den periglacial geprägten Landschaften des Norddeutschen Tieflandes, den Lössböden

Schneller ÜBERBLICK

- » **Im Waldboden ist im Mittel genauso viel Kohlenstoff gespeichert wie in den Bäumen**
- » **Die Waldböden sind ebenso vielfältig wie ihre Funktionen**
- » **Eine klimaangepasste Baumartenwahl ist vom Wasserspeichervermögen der Böden abhängig**
- » **Waldböden sind eine endliche Ressource, die empfindlich auf Veränderungen reagieren**



und Mittelgebirgen, der anschließenden süddeutschen Schichtstufenlandschaft bis hin zum Alpenvorland und den Alpen bietet Deutschland geologisch ein sehr breites Spektrum. Mit den Geschiebemergeln, Sanden und Beckentonen, Lösslehmen, silikatarmen Gesteinen wie Buntsandstein, Grauwacke und Granit, reicheren Gesteinen wie Kalkstein, Basalt oder Diabas, den Sedimentgesteinen wie Tonschiefer oder sehr alten Gesteinen wie z. B. Gneis im Schwarzwald und Erzgebirge sind auch die Ausgangsgesteine sehr verschieden. Je nach Bodenbildungsprozessen, die das Material umwandeln, verlagern oder durchmischen, über Frostsprengung zerkleinern, chemisch verwittern oder lösen und über Anreicherung von organischer Substanz und Bioturbation Kohlenstoff einbinden, entstehen verschiedene Bodentypen unter Wald.

Die in Deutschland am häufigsten vorkommenden Bodentypen im Wald sind:

- Braunerde
- Pseudogley
- Gley,
- Parabraunerde
- Podsol

Diese Böden werden in loser Folge per Steckbrief mit den wichtigsten Eigenschaften in kommenden Beiträgen in AFZ-DerWald vorgestellt.



Foto: J. Kreiselmeier/Thünen-Institut

Die Aktion „Boden des Jahres 2024 – Waldböden“ ist eine Initiative des Thünen-Instituts für Waldökosysteme und des Kuratoriums Boden des Jahres der bodenkundlichen Fachverbände DBG, BVB und ITVA.

Grundvoraussetzungen

Die nachhaltige und naturnahe Waldwirtschaft richtet sich nach den von Natur aus gegebenen Bedingungen. Nur mit Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Waldböden kann ein langfristiger Walderhalt sichergestellt werden.

Forstliche Standortskartierung

Grundlage für den langfristigen Walderhalt ist die forstliche Standortskartierung, die flächig die erforderlichen Informationen zum Waldboden in Bezug auf Nährstoff- und Wasserversorgung liefert. Vor dem Hintergrund des Klimawandels sind fundierte Informationen zum Wasserspeichervermögen der Waldböden bedeutend, um eine möglichst klimaangepasste Baumartenwahl in Hinblick auf das zukünftige Klima umsetzen zu können. Hier ist aktuell die forstliche Standortskartierung mit ihren Baumartenempfehlungen sehr gefordert, vor allem wenn große Schädflächen wieder in Bestockung überführt werden sollen.

Forstliches Umweltmonitoring

Neben der Standortskartierung ist das forstliche Umweltmonitoring ein wichtiges Instrument, länderübergreifend den Zustand und die Veränderung von Waldböden zu erfassen und zu bewerten. Langjährige Untersuchungen belegen, dass die atmosphärischen Säureeinträge seit dem Beginn der Industrialisierung neben einer Versauerung auch eine erhebliche Verarmung der Waldböden an Nährstoffen wie Calcium, Magnesium und Kalium verursacht. Dies kann die Bodenfruchtbarkeit langfristig reduzieren, wenn diese essenziellen Nährstoffe verknappen. Bäume wachsen dann nicht optimal und sind anfälliger für Krankheiten und Schädlinge. Zusätzlich führen Stickstoffeinträge zu einer deutlichen Eutrophierung und weiteren Versauerung von Waldböden. Die Säureeinträge sind mittlerweile aufgrund der Luftreinhaltepolitik zurückgegangen, die Stickstoffeinträge sind jedoch vielerorts immer noch zu hoch und führen zu einer Schädigung der Ökosysteme. Um den Waldboden vor zunehmender Versauerung und Basenverarmung zu schützen, sind großflächig Kompensationskalkungen durchgeführt worden. Zusätzlich sind vor allem aus Industrie und Schädlingsbekämpfung organisch persistente Schadstoffe und Ewigkeitschemikalien (PFAS) in den Waldböden gelangt und haben sich dort angereichert. Hier ist mit langfristigen negativen Auswirkungen auf die Bodenökologie zu rechnen, eindeutige Risikobewertungen gibt es jedoch noch nicht.

Waldbewirtschaftung

Neben Säure- und Schadstoffeinträgen, Basenverarmung und Eutrophierung kann intensive Bewirtschaftung mit zu schweren Maschinen Waldböden langfristig schaden. Verdichtungen beeinträchtigen die Wasser- und Luftdurchlässigkeit der Waldböden, hemmen das Wurzelwachstum der Bäume sowie die biologische Aktivität.

Bodenzustandserhebung

Eine entscheidende Grundlage zur Bewertung des Zustands und der Veränderung unserer Waldböden ist die Bodenzustandserhebung im Wald. Diese wird etwa alle 15 Jahre durchgeführt und wird nun seit 2022 bis Ende 2024 als zweite Wiederholungsinventur auf fast 2.000 Punkten in allen Bundesländern gleichzeitig durchgeführt. Ergebnisse zum Zustand und zur Veränderung des Waldbodens können erst nach Fertigstellung und Auswertung der umfangreichen Analysen erwartet werden.

Folgerungen

Waldböden sind die wichtigste Grundlage für die Existenz unserer Waldökosysteme – und sie sind eine endliche Ressource, die empfindlich auf Veränderungen reagiert. Ein bewusster Umgang mit dem wertvollen Ökosystem Waldboden ist daher entscheidend, um die Gesundheit unserer Wälder langfristig zu sichern und ihre vielfältigen Funktionen auch zukünftig zu erhalten.



Dr. Jan Evers
jan.evers@nw-fva.de

ist Inventurleiter der BZE an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) in Göttingen. **Frank Jacob** ist Inventurleiter der BZE am Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft in Graupa (Sachsen). **Dr. Peter Hartmann** ist Inventurleiter der BZE an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg.