



# Verjüngungsinventuren

Großflächige Verjüngungsinventuren sind in vielen Ländern Standard, so zum Beispiel in den USA, in Schweden und in Österreich. Doch auch in Deutschland werden in einigen Bundesländern solche Inventuren durchgeführt, beispielsweise in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen (Landesbetrieb) und in Bayern. Gleichwohl wird die Aussagekraft von Verjüngungsinventuren – je nach Lage der Interessen – immer wieder infrage gestellt.

TEXT: KAI BÖDEKER, THOMAS KNOKE, CHRISTIAN AMMER

Der Wald verjüngt sich – die Regeneration des Waldes ist einer der beeindruckendsten und landschaftsprägendsten natürlichen Prozesse in allen klimatischen Zonen. Der Prozess der natürlichen Verjüngung von Bäumen in Wäldern stellt ein willkommenes Geschenk der Natur dar, das gegebenenfalls durch Pflanzungen ergänzt werden kann. Nach der Bundeswaldinventur 2012 befinden sich etwa 10 % der Waldfläche in Deutschland dauerhaft in der Verjüngungsphase. Inzwischen dürfte dieser Anteil weiter gestiegen sein, da auf den zwischen 2018 und 2020 entstandenen Schädflächen, die etwa eine halbe Million Hektar umfassen, die Wiederbegründung von Wald vielerorts angelaufen ist [1]. Bei einer klassischen Forstbetriebsinventur, die ihren Fokus insbesondere auf den adulten Hauptbestand richtet, wird die Verjüngung in der Regel nur qualitativ beschrieben; im Falle Deutschlands bedeutet das, dass mindestens 1,7 Mio. ha Waldboden unzureichend erfasst werden. Die daraus resultierenden Wissenslücken können Verjüngungsinventuren schließen.

## „Warum sollte überhaupt die Verjüngung inventarisiert werden?“

Die Waldschäden der letzten Jahre führen uns vor Augen, vor welchen großen Herausforderungen die deutsche Forstwirtschaft steht. Sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis besteht Konsens darüber, dass diesen Herausforderungen nur begegnet werden kann, wenn unsere Wälder resilienter gegenüber klimabedingten Störungen werden. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist eine Vielfalt an Baumarten sowie eine vielfältige Bestandesstruktur. Diese Vielfalt muss bereits in der Verjüngungsphase



Abb. 1: Durchführung des bayerischen Forstlichen Gutachtens zur Situation der Waldverjüngung 2021

gesichert werden. In diesem Zusammenhang sind Verjüngungsinventuren geeignete Instrumente, um die Zusammensetzung, Verteilung und Wuchsdynamik der Waldverjüngung zu erfassen. Die aus der Inventur abgeleiteten Informationen sind hilfreich, um einem unvorteilhaften Verjüngungsverlauf entgegenwirken zu können. Denkbare Szenarien sind beispielsweise, dass die konkurrenzstarke Buche andere Baumarten verdrängt, auf einer kahlgefallenen vormaligen Fichtenfläche ergänzende Baumarten fehlen oder der Verbissdruck durch Schalenwild keine (gemischte) Verjüngung zulässt. Schalenwildverbiss kann jedoch nicht nur die Abundanz der Verjüngung, sondern auch die Holzqualität beeinträchtigen. Deshalb stellt Wildverbiss eine wichtige Erhebungsgröße bei Verjüngungsinventuren dar. Verjüngungsinventuren liefern also unverzichtbare Informationen für die Planung, Entscheidungen und Kontrolle der Forstwirtschaft.

Um zu dieser Informationsquelle zu werden, müssen Inventuren in regelmäßigen, dem Verjüngungswachstum entsprechenden Zeitabständen durchgeführt werden. Ein Beispiel hierfür ist das 1987 etablierte, bayerische „Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung“, dem eine Inventur in einem dreijährigen Turnus zugrunde liegt und das auf Aufnahmen in einem 1.200-m-Raster beruht. Das Gutachten fokussiert auf die Verjüngung zwischen 20 cm und der lokalen maximalen Verbisshöhe. Erhoben werden die Baumart (Abundanzen), Höhe (zur Ableitung von Wachstums- und Verbissprognosen) und der Leit- und Seittriebverbiss (Qualität). Auf Grundlage der betreffenden Daten wird ein Vegetationsgutachten verfasst, in dem unter anderem jagdliche Handlungsempfehlungen formuliert werden.

Informationen über Waldverjüngung sind nicht nur für Forstbetriebe nützlich, sie bieten auch von staatlicher Sei-

te ein bisher unerschlossenes Potenzial zur Überprüfung der sachgerechten Verwendung von Fördergeldern, z. B. für eine Einbringung standortsgemäßer Baumarten.

Unabhängig von den vielfältigen Möglichkeiten, Informationen aus Verjüngungsinventuren zu nutzen, entspringt die Kritik daran zumeist ihrer Anwendung auf wild- und jagdbezogene Fragen. Im Folgenden werden wir einige Argumente beleuchten, anhand deren die aus Verjüngungsinventuren abgeleiteten Informationen zum Einfluss des Wildes auf die Verjüngung hinterfragt werden.

### „Das fehlende Licht, nicht das Wild, hemmt die Verjüngung.“

In den meisten Wäldern Mitteleuropas ist Licht eine knappe Ressource, die das Wachstum der Verjüngung nach der Etablierung limitiert [2]. Vor diesem Hintergrund werden der Verlust lichtbedürftiger Baumarten und/oder ein langsames Verjüngungswachstum mit mangelnder Lichtverfügbarkeit in Verbindung gebracht. Allerdings ist die Verjüngungsentwicklung häufig auch bei völlig ausreichenden Strahlungsbedingungen gehemmt bzw. verschwinden Mischbaumarten aus der Verjüngung [3, 4, 5]. Daher ist es notwendig, den potenziell limitierenden Effekt des Lichtangebots von den Wirkungen des Wildes zu trennen.

Ein Beispiel für diesen Ansatz hat das „BioWild-Projekt“ entwickelt (bzw. seine Fortführung unter dem Akronym WiWaldI). Dort wurden in fünf Bundesländern 248 jeweils 100 m<sup>2</sup> große Weisergatter etabliert und die darin befindliche krautige und holzige Vegetation über sechs Jahre hinweg jährlich erfasst. Zahlreiche Standortparameter zu Klima, Boden, Lichtverfügbarkeit und der Fragmentierung des Waldes, bis hin zu Aktivitäten der Jagdausübenden und zum Wildverbiss, wurden im Rahmen der Untersuchungen zusätzlich erhoben. Mittels eines komplexen statistischen Modells gelang es Bödeker et al. [4], die genannten Kenngrößen nach ihrer Wichtigkeit für das Wachstum der Waldverjüngung zu klassifizieren. Auffallend war, dass unabhängig vom Waldgebiet und von dem dort herrschenden Jagdregime stets der Wildverbiss die für das Wachstum der Verjüngung wichtigste Variable war.

## „Waldverjüngungsinventuren sind für die Planung und Steuerung resilienter Wälder in Forstbetrieben eine wertvolle Informationsquelle.“

**KAI BÖDEKER**

Insbesondere bei der Verjüngung von Licht- und Halbschattenbaumarten wie Bergahorn, Esche oder Vogelbeere war der Verbiss wichtiger als das Lichtangebot.

Beim bayerischen Vegetationsgutachten wird der Wildverbiss quantifiziert, indem die Anzahl der verbissenen und unverbissenen Bäumchen ermittelt wird, woraus sich ein Verbissprozent errechnen lässt. Die Aussagefähigkeit des Verbissprozents, welches den jährlichen relativen Leittriebverbiss beziffert, wird allerdings häufig mit folgendem Argument bezweifelt:

### „Es kommt auf die Stückzahl der unverbissenen Bäumchen an, die dem Äser entwachsen, nicht auf das Verbissprozent.“

Zur Beurteilung der Eignung des Verbissprozents für Aussagen zum Zustand der Waldverjüngung muss man sich zunächst die Wirkung von selektivem Wildverbiss auf die Verjüngung vor Augen führen. Das Verbeißen des Terminaltriebs eines Bäumchens stellt zunächst nur einen Biomasseverlust dar. Wiederholter Verbiss vermindert das Wachstum des verbissenen Bäumchens allerdings und damit auch dessen Konkurrenzfähigkeit im Kampf mit Baumarten, die durch Verbiss nicht beeinträchtigt werden, um knappe Ressourcen, wie das Licht. Langfristig kann die so geminderte Konkurrenzkraft ein ernsthaftes Handicap darstellen und zum Absterben des Individuums bzw. zu dem Verlust der Baumart führen und damit die Homogenisierung des Waldes voran-

treiben. Verbissbedingte Höhenwachstumsverluste bei steigendem Verbissdruck innerhalb einer Baumartenpopulation verlaufen nicht gleichmäßig, sondern zeigen vielmehr einen abrupten Verlauf, wenn ein bestimmter Schwellenwert des Verbisses überschritten wird (Bödeker et al. [4] und Abb. 2). Die Baumartengruppe „andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer“ (wie Bergahorn) erreicht in der Beispielanalyse ihren Verbisschwellenwert bei ca. 10 %. Nach dem Überschreiten dieses Schwellenwertes sinkt abrupt der jährliche Höhenzuwachs und damit auch die Wahrscheinlichkeit, diese Baumartengruppe zu gleichen Anteilen im adulten Bestand wie in der Verjüngungsschicht zu finden.

Die Quantifizierung von Verbiss über ein relatives Maß, wie das Verbissprozent, eignet sich also, um den Verlust des Höhenwachstums und damit auch die erhöhte Wahrscheinlichkeit für Mortalität abzubilden. Ferner lässt sich basierend auf dem Verbissprozent auch die Anzahl unverbissener Individuen in der Zukunft prognostizieren, sodass die Verjüngung nicht jährlich beprobt werden muss und Inventurkosten eingespart werden können [6]: Wenn beispielsweise auf einer zu verjüngenden Fläche 1.000 Ulmen stehen, die zu 50 % verbissen sind, so sind zum ersten Aufnahmejahr 500 Indivi-

## Schneller ÜBERBLICK

- » Etwa 15 % der deutschen Waldfläche stehen in Verjüngung
- » Verjüngungsinventuren erfassen die Zusammensetzung und Wachsdynamik der Waldverjüngung sowie den Einfluss von Wildtieren
- » Wildverbiss hat in Deutschland zumeist den größten Einfluss auf die Entwicklung der Verjüngung
- » Auf Basis dieser Verbissinformationen lässt sich ein objektives Wildtiermanagement erfolgreich implementieren



duen verbissen. Bei in etwa gleichbleibendem Verbissdruck ist es im darauffolgenden Jahr mit dem Wissen aus dem Vorjahr gemäß einer Bernoulli-Kette wahrscheinlich, dass insgesamt 750 Individuen Verbiss erlitten haben:

500 Bäumchen jeweils einmal (in Jahr 1 oder in Jahr 2) und 250 Bäumchen zweifach. Im Jahr darauf sind insgesamt 875 Pflanzen verbissen, 125 davon dreifach. Würde man also nur die Anzahl der unverbissenen Bäumchen

bei einer Verjüngungsinventur erheben, ohne daraus das Verbissprozent zu berechnen, so würde bei dieser reinen Zustandsgröße das Prognosepotenzial des Verbissprozents fehlen.

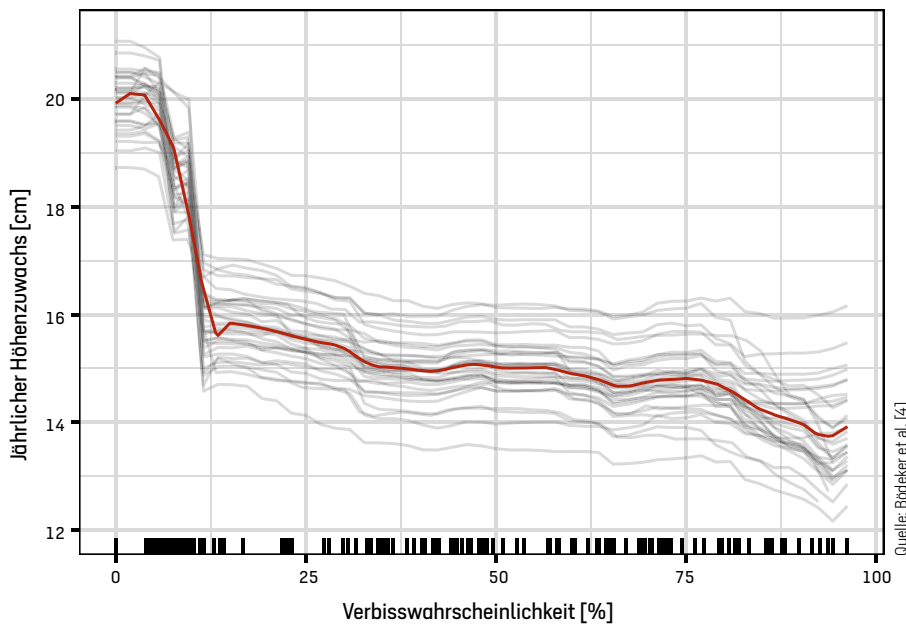
Die Aussagekraft des Verbissprozents lässt sich allerdings mit statistischen Methoden verfeinern. So erhält man über ein sogenanntes logistisch gemischtes Modell die Verbisswahrscheinlichkeit. Diese lässt sich ähnlich wie das Verbissprozent interpretieren, nur dass es Unsicherheiten und Extremwerte bei ungenügender Datenlage statistisch durch Konfidenzintervalle darstellen und ausgleichen kann [7].

Ein weiterer Vorteil der Verbisswahrscheinlichkeit ist, dass man Veränderungen, beispielsweise zwischen Aufnahmejahr A und B, mit statistischer Sicherheit erfassen kann; wenn also im Jahr A zwei von drei Weißtannen verbissen wurden und im Jahr B eine von dreien, so ließe sich aufgrund des geringen Stichprobenumfangs mittels der Verbisswahrscheinlichkeit keine statistisch signifikante Differenz feststellen, während das Verbissprozent eine Veränderung nahelegt [8].

Um die Veränderung des Verbisses sicher ansprechen zu können, ist allerdings nicht nur der Stichprobenumfang, sondern auch das gleichmäßige Vorkommen der beprobten Baumart(en) bzw. die Stichprobendichte entscheidend. Je ungleichmäßiger eine Baumart über eine Fläche verteilt ist, desto engmaschiger muss auch das Stichprobennetz sein.

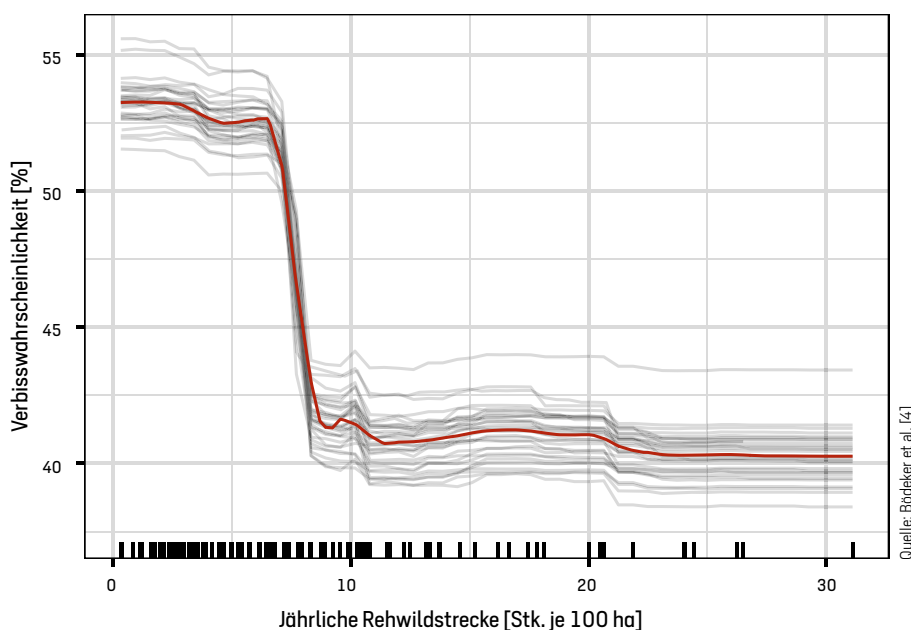
Auf manchen beprobten Flächen kann die Zahl der erfassten Mischbaumarten gering ausfallen oder diese können ganz fehlen, sodass gesicherte statistische Aussagen über die Verbissituation schwierig sind. In der Praxis hat es sich in solchen Fällen beim bayerischen Verfahren bewährt, die quantitative Erhebung mit einer gutachterlichen Expertise ortskundiger Personen zu ergänzen, da eine maßgebliche Erhöhung der Stichprobendichte meist nicht praktisch umsetzbar ist. Gerade dieser Teil des Vegetationsgutachtens wird allerdings regelmäßig kritisiert. Es ist daher empfehlenswert, transparent darzulegen, in welchen Fällen der Stichprobenumfang zu gering ist und eine qualitative Einschätzung der Verbissituation notwendig ist, um die Nachvollziehbarkeit und Vertrauenswürdigkeit des erzielten Ergebnisses zu gewährleisten.

## Abhängigkeit des Verjüngungszuwachses von der Verbisswahrscheinlichkeit



**Abb. 2:** Mittlerer jährlicher Zuwachs der Verjüngung „andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer“ in Abhängigkeit von der Verbisswahrscheinlichkeit

## Abhängigkeit der Verbisswahrscheinlichkeit von der Rehwildstrecke



**Abb. 3:** Verbisswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der jährlichen Rehwildstrecke je 100 ha für die Baumartengruppe „andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer“

Nicht selten führt die Verjüngungsinventur bzw. das Errechnen der Verbisswahrscheinlichkeit zur Schlussfolgerung, dass die Verbissbelastung tolerable Grenzwerte übersteigt. In der Regel ist mit diesem Befund die Empfehlung verbunden, intensiver in die Wildbestände einzugreifen. Auch wenn viele Beispiele aus der forstlichen Praxis nahelegen, dass eine gesteigerte Jagd Wildverbiss deutlich absenken kann, wird ein kausaler Zusammenhang zwischen Abschuss und Verjüngungserfolg wiederholt infrage gestellt:

### „Mit Jagd bekommt man den Wildverbiss nicht in den Griff.“

Zahlreiche forstwissenschaftliche Autoren wie Ramirez et al. [9] und Hothorn & Müller [10] beobachteten, dass eine intensivierte Jagd den Wildverbiss erheblich mindern kann. Im Rahmen des BioWild-Projekts stellten Bödeker et al. [4] beispielsweise fest, dass eine gesteigerte Rehwildstrecke zu einer schlagartigen Reduktion der Verbisswahrscheinlichkeit bei bevorzugt verbissenen Baumarten, wie dem Bergahorn, führte (Abb. 3). Die Rehwildstrecke hatte demnach nicht

#### Literaturhinweise:

[1] THONFELD ET AL. (2022). A First Assessment of Canopy Cover Loss in Germany's Forests after the 2018–2020 drought years. *Remote Sens.*, 14(3). [2] ANNIGHÖFER, P. (2018). Stress relief through gap creation?. *For. Ecol. Manag.*, 415. [3] AMMER, C. (1996). Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *For. Ecol. Manag.*, 88(1). [4] BÖDEKER ET AL. (2023). Abrupt height growth setbacks show overbrowsing of tree saplings, which can be reduced by raising deer harvest. *Sci. Rep.*, 13(1). [5] KUPFERSCHMID ET AL. (2014). Light availability and ungulate browsing determine growth, height and mortality of *Abies alba* saplings. *For. Ecol. Manag.*, 318. [6] CLASEN ET AL. (2015). What factors affect the survival of tree saplings under browsing, and how can a loss of admixed tree species be forecast? *Ecol. Model.*, 305. [7] KNOKE ET AL. (2008). Verbissgutachten zeichnen realistisches Bild. *LWF aktuell*, 62, 50–52. [8] BÖDEKER ET AL. (2021). Determining Statistically Robust Changes in Ungulate Browsing Pressure as a Basis for Adaptive Wildlife Management. *Forests*, 12(8). [9] RAMIREZ ET AL. (2023). Top-down and bottom-up forces explain patch utilization by two deer species and forest recruitment. *Oecologia*, 201(1). [10] HOTHORN, T., & MÜLLER, J. (2010). Large-scale reduction of ungulate browsing by managed sport hunting. *For. Ecol. Manag.*, 260(9).

nur einen klaren Einfluss auf die Häufigkeit des Wildverbisses, sondern war im statistischen Modell auch einflussreicher als andere Variablen wie z. B. die Fragmentierung des Waldes oder der Abstand zu Wanderwegen. Interessanterweise konnte diese Beobachtung jedoch nur in Projektregionen gemacht werden, die sich das explizite Ziel gesetzt hatten, den Wildverbiss zu reduzieren. Die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Projektregionen legen nahe, dass die Rehwildstrecke den Wildverbiss nicht per se beeinflusst. Was ist damit gemeint? Zum einen ist es essenziell, dass die Bejagungsintensität fokussiert in den Gebieten, in denen Veränderungen angestrebt werden, von Anfang an erhöht ist – und nicht nur zufällig in vereinzelt Jahren. Dies erfordert den klaren Willen der Jagdausübenden, den Wildeinfluss zu regulieren. Analysiert man Daten von Jagdausübenden, die keine klare Zielsetzung zur Regulierung verfolgen, so deuten zufällig hohe Abschusszahlen nicht auf einen Regulierungseffekt hin, sondern vielmehr auf einen sehr hohen Wildbestand. Zum anderen haben die Waldbesitzerinnen und -besitzer mit dem Ziel, den Wildverbiss zu verringern, eng mit ihren Jagdausübungsberechtigten kooperiert und ihre waldbaulichen Ziele klar kommuniziert. Es scheint, dass in diesen Regionen die Kommunikation ein wichtiger Schlüssel für die Erklärungskraft der Rehwildstrecke ist. Beispielsweise kann durch Absprache von stark frequentierten Einständen die Rehwildstrecke erhöht werden. Dies verkleinert die Gesamtpopulation, sollte die Abschussrate über der Reproduktionsrate liegen. Ein lokal erhöhter Jagddruck kann auf Schwerpunktflächen der Verjüngung zudem zu Vermeidungseffekten und damit zur Verminderung der Verbissbelastung beitragen [9].

### Folgerungen und Ausblick

Verjüngungsinventuren sind eine nur selten ausgeschöpfte Informationsquelle für die Forstbetriebsleitung, die zukunftsrelevante Informationen liefert: von der Baumartenzusammensetzung der Verjüngung, ihrer Vitalität und Qualität bis hin zu wichtigen Indizien für das Wildtiermanagement. Es stellt sich also weniger die Frage, ob man eine Verjüngungsinventur durchführen sollte,

sondern vielmehr, wie solche Inventuren ausgestaltet werden sollten. Staatliche Inventuren, wie die dem bayerischen Vegetationsgutachten zugrunde liegende, sind meist präzise genug, um einen Überblick über den Zustand der lokalen Verjüngung zu bekommen, die Jagd danach auszurichten und so den Wald der Zukunft zu gestalten. Bei einer von der öffentlichen Hand finanzierten Datenerhebung und den darauf aufbauenden Plänen des Wildtiermanagements ist eine maximale (Daten-)Transparenz angebracht. Die dadurch geschaffene Basis kann dazu beitragen, das Vertrauen der Jagdausübenden in die Aussagekraft des Gutachtens zu erhöhen und damit die dazu geführten Debatten zu versachlichen.

In sehr heterogenen Forstbetrieben stoßen die landesweiten Verjüngungsinventuren gelegentlich an ihre Grenzen, da in diesen Fällen das Stichprobenetz zu weitmaschig ist. Denkbar wäre dort, wie auch in Gegenden ohne Verjüngungsinventuren, ein betriebsinternes, ausschließlich auf Verjüngungshotspots, wie Käferschadflächen, konzentriertes und somit kostengünstiges Verjüngungsmonitoring zu etablieren. Dies kann dazu beitragen, auf diesen besonders relevanten Flächen das Aufwachsen der Bäumchen ohne Zaunschutz sicherzustellen.

Am Ende ist es entscheidend, dass aus den gesammelten Daten nicht nur die richtigen Schlüsse gezogen, sondern dass die gewonnenen Erkenntnisse auch in die Tat umgesetzt werden.



**Kai Bödeker**

[kai.boedeker@tum.de](mailto:kai.boedeker@tum.de)

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung an der Technischen Universität München, die von **Prof. Dr. Thomas Knoke** seit 2005 geleitet wird. **Prof. Dr. Christian Ammer** leitet die Abteilung für Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen, der Georg-August-Universität Göttingen.