

Auswirkungen einer eingeschränkten Baumartenvielfalt

Der Wald muss zahlreiche, von der Gesellschaft geforderte Leistungen erfüllen: Beispielsweise Holzproduktion, Kohlenstoffspeicherung und eine hohe Biodiversität. Gleichzeitig limitieren vielerorts überhöhte Wildbestände durch selektiven Verbiss die mögliche Anzahl der Baumarten. Diese Einschränkungen können erhebliche Folgen für die Erbringung der Ökosystemleistungen haben.

TEXT: KAI BÖDEKER, THOMAS KNOKE



Foto: IFM Archiv

Abb. 1: Wald ist nicht nur ein Ort zur Holzproduktion, sondern soll auch vielfältige weitere Anforderungen erfüllen, die teilweise miteinander in Konflikt stehen.

In der forstwirtschaftlichen Praxis bestehen vielerorts Schwierigkeiten, einen vielfältigen Waldaufbau zu erreichen. Überhöhte Wildbestände machen den Anbau oder die natürliche Verjüngung der verbissemppfindlichen Baumarten unmöglich oder steigern die Kosten in nicht mehr tragbare Größenordnungen. Was bedeutet aber eine Einschränkung der Baumartenzahl zum einen konkret für Forstbetriebe und zum anderen für die zahlreichen Anspruchsgruppen, die ganz verschiedene Leistungen von

unseren Wäldern erwarten? Hierzu sollen im Folgenden einige Überlegungen skizziert werden, die mit Beispielkalkulationen, basierend auf Modellen, unteretzt werden. Diese Modelle wurden u. a. im Rahmen des BioWild-Projektes von Kolo et al. [1] an der TU München entwickelt.

Wird die Multifunktionalität auf Forstbetriebsebene behindert?

Wald ist nicht nur ein Ort zur Holzproduktion, sondern soll auch vielfältige

Schneller ÜBERBLICK

- » **Überhöhte Wildbestände** können die Anzahl an möglichen Baumarten im Wald verringern
- » **Eine verminderte Baumartenzahl** kann sowohl auf Bestandes- als auch auf der Betriebsebene die Bereitstellung verschiedener Ökosystemleistungen einschränken
- » **Je mehr Baumarten verwendet werden können**, umso höher fällt der unter Unsicherheit garantierte Beitrag des Waldbestandes zu allen Ökosystemleistungen aus



weitere Anforderungen erfüllen, die teilweise miteinander in Konflikt stehen. Es erscheint logisch, dass nur in einem vielfältigen Wald auch vielfältige Ansprüche realisiert werden können. Gleichzeitig ist die Anzahl an Baumarten ein zentraler Bestandteil der Vielfalt von Waldstrukturen. Wie aber kann man die Auswirkungen einer Beschränkung der möglichen Baumartenanzahl bewerten? Um dieser Frage auf den Grund zu gehen, benutzen wir ein Optimierungsprogramm zur Berücksichtigung von vier Zielsetzungen. Diese Zielsetzungen, vier Ökosystemleistungen, sind:

- Kohlenstoffspeicherung in der oberirdischen Baumbiomasse,
- Menge an produziertem Holz,
- Bereitstellung von Totholz zur Sicherung der Biodiversität,
- ökonomische Effizienz – Bodenrente.

Die Daten und der Optimierungsansatz wurden bei Knoke et al. [2] beschrieben. Das Verfahren wurde auch in einer Reihe von Artikeln in AFZ-DerWald dargestellt (z. B. von Knoke und Kienlein [3]).

Wir betrachten im Folgenden die Fläche eines Forstbetriebes, argumentieren also zunächst nicht auf der Bestandesebene. Den unterschiedlichen Baumarten werden dazu im Laufe der Optimierung einzelne Flächenanteile zugewiesen. Als Ergebnis soll dann beobachtet werden, welche Baumarten mit welchem Anteil zukünftig am Bestockungsaufbau beteiligt sein sollen, wobei wir die Anzahl möglicher Baumarten variieren.

„Je größer das Baumartenspektrum eines Waldbesitzenden ist, desto besser können vielfältige Anforderungen an den Wald erfüllt werden.“

KAI BÖDEKER

Für jedes unserer vier Zielkriterien werden Unsicherheitsszenarien in die Optimierung einbezogen. Die Unsicherheitsszenarien enthalten schlimmstmögliche Abweichungen von den erwarteten Beiträgen unserer Baumarten zu den Zielkriterien. Optimierungsziel ist es, eine Waldzusammensetzung zu entwerfen, die einen möglichst hohen Beitrag zu allen Zielkriterien garantiert, also auch unter Eintritt der schlimmstmöglichen Abweichungen. Dies bedeutet, dass immer der Beitrag einer Baumartenzusammensetzung zu dem Zielkriterium verbessert wird, welches unter allen Zielkriterien und Unsicherheitsszenarien am schlechtesten erfüllt wird. Wenn der maximale „Garantiebeitrag“ erreicht ist (dies ist ein Indexwert), stoppt die Flächenverteilung.

Im Folgenden untersuchen wir nun, wie gut oder schlecht unser Ziel mit ei-

ner, zwei, drei, vier, fünf oder sechs Baumarten erreicht werden kann. Wir ziehen die Baumarten Buche, Eiche, Kiefer, Douglasie, Fichte und Tanne in Betracht. Dies ist natürlich nur ein Beispiel. Es ist aber davon auszugehen, dass bei anderen Baumartenkombinationen und unter anderen Wachstumsbedingungen ähnliche Resultate erwartet werden können.

Der garantierte Beitrag einer Baumartenzusammensetzung zu den vier Zielsetzungen hängt letztlich davon ab, welche Baumarten genau gemischt werden. Es geht also nicht nur um die Vielfalt, sondern auch um die Identität der Baumarten. Wenn nur zwei bis fünf Baumarten zur Auswahl standen, wurden alle möglichen Kombinationen der betrachteten Baumarten gebildet (rote Punkte in Abb. 2) und deren Ergebnisse gemittelt (schwarze Quadrate in Abb. 2). Wir sehen eine sehr klare Tendenz, wenn wir den Beitrag zu den Ökosystemleistungen bei unterschiedlicher Anzahl verfügbarer Baumarten im Mittel betrachten: Mit zunehmender Anzahl möglicher Baumarten steigt auch der garantierte Beitrag (hier als Indexwert) zu den vier Ökosystemleistungen (Abb. 2).

Was bedeutet ein Baumartenverlust auf Bestandesebene?

Für die Bestandesebene verwenden wir ein Beispiel mit maximal drei Baumarten (Fichte, Tanne und Buche), die wie im früheren Beispiel zufällig miteinander kombiniert wurden. Die Informationen zu diesem Beispiel wurden mit dem Optimierungsansatz aus einer Publikation von Knoke et al. [4] hergeleitet, wobei der Einfachheit halber ein gleichaltriger Bestandesaufbau unterstellt wurde. Als Zielkriterien wurden verwendet:

- die Kohlenstoffspeicherung in der oberirdischen Baumbiomasse,
- die Menge an geerntetem Holz,
- die Summe an Nettoeinnahmen und
- der Bodenertragswert.

In Abb. 3 erkennen wir einen ähnlichen Zusammenhang wie auf der Betriebsebene (dargestellt in Abb. 2). Je mehr Baumarten wir zur Verfügung haben, umso höher sind die garantierten Beiträge zu den Zielkriterien. Diese garantierten Beiträge fallen für die bestandes-

WAS IST EIN GARANTIERTER BEITRAG?

Der garantierte Beitrag ist ein relativer Wert. Unsere Zielkriterien haben alle unterschiedliche Einheiten und müssen daher normiert (relativiert) werden, um miteinander verglichen werden zu können. Somit muss auch der Garantiebeitrag ein relativer Wert sein. Schauen wir uns beispielsweise in der Abb. 2 den höchsten garantierten Beitrag (oberster roter Punkt) bei vier möglichen Baumarten an: Dieser Beitrag beschreibt, dass bei der hier gewählten Baumartenkombination der Beitrag der Baumartenmischung zu jeder betrachte-

ten Ökosystemleistung mindestens 26 % beträgt. Die 26 % beziehen sich auf die Differenz zwischen dem maximal (100 %) und dem minimal möglichen Beitrag (0 %). Damit markiert der garantierte Beitrag die unterste, unter allen Umständen erreichte Grenze aller Ökosystemleistungen und Unsicherheitsszenarien. Alle weiteren Ökosystemleistungen (Zielsetzungen) kann der Forstbetrieb besser, keinesfalls jedoch schlechter, bereitstellen. Bei nur zwei Baumarten beträgt der höchste garantierte Beitrag jedoch nur noch 8 %.

Beitrag der Anzahl der Baumarten auf Betriebsebene



Abb. 2: Garantierter Beitrag zu den vier Zielen bei unterschiedlicher Anzahl an verfügbaren Baumarten. Zur Auswahl standen Buche, Eiche, Kiefer, Douglasie, Tanne, Fichte und Buche.

Beitrag der Anzahl der Baumarten auf Bestandesebene

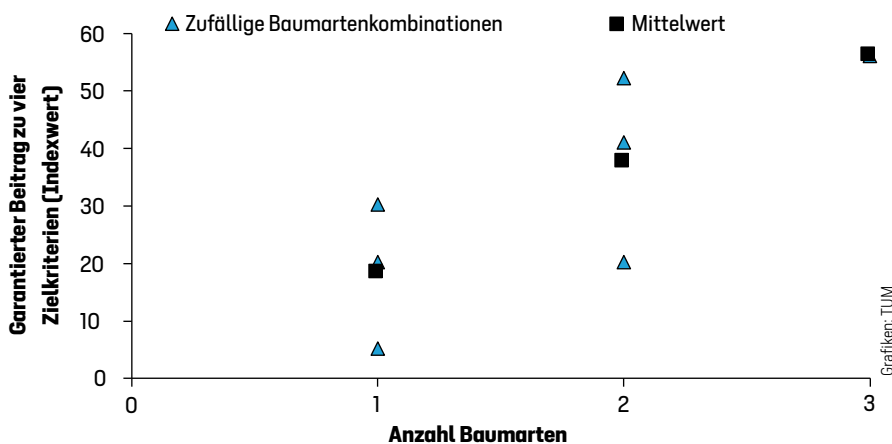


Abb. 3: Garantierter Beitrag zu vier Zielkriterien bei unterschiedlicher Anzahl an verfügbaren Baumarten auf der Bestandesebene. Zur Auswahl standen Tanne, Fichte und Buche.

weise Betrachtung etwas höher aus als für das Beispiel auf der Betriebsebene. Dies liegt daran, dass in der Studie von

Literaturhinweise:

[1] KOLO, H.; KINDU, M.; KNOKE, T. (2020): *Optimizing forest management for timber production, carbon sequestration and groundwater recharge*, *Ecosystem Services*, Bd. 44, S. 101147, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.ecoser.2020.101147. [2] KNOKE, T.; MESSERER, K.; PAUL, C. (2017): *The Role of Economic Diversification in Forest Ecosystem Management*, *Current Forestry Reports*, Bd. 3, Nr. 2, S. 93–106, Juni 2017, doi: 10.1007/s40725-017-0054-3. [3] KNOKE, T.; KIENLEIN, S. (2020): „Multifunktionale und robuste forstliche Optimierung“, *AFZ-Der Wald*, Nr. 75. [4] KNOKE, T.; KINDU, M.; JARISCH, J.; GOSLING, E.; FRIEDRICH, S.; BÖDEKER, K.; PAUL, C. (2020): *How considering multiple criteria, uncertainty scenarios and biological interactions may influence the optimal silvicultural strategy for a mixed forest*, *Forest Policy and Economics*, Bd. 118, S. 102239, Sept. 2020, doi: 10.1016/j.forpol.2020.102239.

Knoke et al. [4] ein weiter entwickeltes Unsicherheitsmodell verwendet wurde als bei Knoke et al. [2].

Sobald ein überhöhter Wildbestand das Baumartenportfolio auf Bestandesebene um eine Baumart schmälert, sinkt der über die möglichen Baumartenkombinationen gemittelte garantierte Beitrag um etwa 18 %. Dieser drastische Effekt kann bei dem Verlust einer Baumart eines Portfolios aus wesentlich mehr Baumarten deutlich geringer ausfallen. Auch kommt es hier natürlich wieder auf die Identität der Baumarten an. Die Ergebnisse können damit bei anderen Kombinationen von Baumarten auch anders ausfallen. Wir halten jedoch den grundsätzlichen Effekt, der bei einer Einschränkung der Baumartenzahl auftritt, für generalisierbar.

Wenngleich die finanziellen Konsequenzen von Wildverbiss von manchen

Seiten als weniger wichtig betrachtet werden, so können diese erhebliche Größenordnungen annehmen und für die Waldbesitzenden durchaus relevant sein. In unserer Studie ergaben sich als optimale Mischungsanteile 31,1 % für die Fichte, 42,0 % für die Tanne und 26,9 % für die Buche, wenn alle vier Zielkriterien bestmöglich unter Unsicherheit erfüllt werden sollen.

In Gebieten, in denen die Buche dominiert, macht ihre Konkurrenzstärke in Kombination mit überhöhten Wildbeständen jegliche Beimischung weiterer Baumarten unmöglich. Dies hat schwerwiegende Konsequenzen nicht nur aus finanzieller Sicht, sondern auch für bestimmte Ökosystemleistungen, wie z. B. die Kohlenstoffspeicherung. Im Vergleich zu dem optimierten Mischbestand würden wir bei einer Beschränkung allein auf Buche rechnerisch jedes Jahr knapp 100 €/ha verlieren. Reine Buche erzielt in diesem Falle ein negatives finanzielles Ergebnis, die Menge an produziertem Holz sinkt auf um die 50 %, die Einnahmen fallen auf 32 % und die Kohlenstoffspeicherung reduziert sich auf 62 % der Werte im optimierten Bestand mit drei Baumarten.

Festzuhalten bleibt insgesamt, dass sich derselbe generelle Zusammenhang sowohl auf der Betriebsebene als auch auf der Bestandesebene zeigt: Je mehr Baumarten verwendet werden können, umso höher fällt der unter Unsicherheit garantierte Beitrag des Waldbestandes zu allen Ökosystemleistungen aus, wobei aber nicht vergessen werden darf, dass es nicht allein auf die Zahl, sondern auch auf die Identität der Baumarten ankommt.



Kai Bödeker

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.