

Maß halten

Biomassenutzung kann Produktionskapital verzehren

Christian Kölling

Mit Holz und Biomasse werden bei der forstwirtschaftlichen Nutzung nicht nur die begehrten Verbindungen des Kohlenstoffs, sondern auch beigemischte Nährstoffe aus dem Wald entfernt. Aus den Erfahrungen der Vergangenheit wissen wir, dass übermäßige Nutzung die Bodenfruchtbarkeit empfindlich verringert. Es gibt daher einiges zu beachten, will man in den Zeiten verstärkten Nutzungswillens die Leistungsfähigkeit des Produktionskapitals Waldboden erhalten.

Es gibt gute ökonomische wie auch ökologische Gründe, möglichst viel Stammholz stofflich und andere Biomasse aus dem Wald thermisch zu nutzen. Hinzu kommt in vielen Fällen die Notwendigkeit, mit der Abfuhr bruttauglicher Kronen den Brutraum für Borkenkäfer zu verringern. Tatsächlich hat in den letzten Jahren die Nutzung von Biomasse im Wald stark zugenommen. Aber auch hier gibt es eine Kehrseite der Medaille. Die Biomasse, die den Wald verlässt, enthält nicht nur reine Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die rückstandsfrei zu CO₂ und Wasser verbrennen. Vielmehr sind die genutzten Waldprodukte unterschiedlich stark angereichert mit Mineralstoffen, die im verbauten Holz schlummern oder nach der Verbrennung als Asche im Ofen zurückbleiben.

Im ungenutzten und ungestörten Urwald befinden sich alle Nährstoffe im Kreislauf (Abbildung 2, links). Belastungen mit Luftschadstoffen, aber auch Holznutzungen brechen die normalerweise weitgehend geschlossenen Kreisläufe auf. Diese zusätzlichen Ein- und Austräge beeinflussen den Gesamthaushalt der Waldböden (Abbildung 2, rechts). In der Forstwirtschaft kommt es darauf an, die Ernteentzüge so zu steuern, dass die Nährstoffausgaben langfristig nicht über den Einnahmen liegen. Dies ist eine altbekannte und gut erforschte Tatsache (Kreutzer 1979; Ulrich 1981).

Grenzen des Zumutbaren – Kritische Werte für Basen und Phosphor

Von besonderer Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit ist der Basenhaushalt (Kölling, S. 21–24 in diesem Heft). Im Boden sollte stets ein ausreichender Vorrat austauschbaren Calciums, Magnesiums, Kaliums und Natriums vorhanden sein, um die Ernährung des aufstockenden Bestandes zu gewährleisten. Die bei der BZE ermittelten Basenvorräte reichen von wenigen Kilomol Ionenäquivalenten (kmol_c/ha) bis weit über 1.000 kmol_c/ha (Abbildung 4, Seite 24 in diesem Heft). Am schlechtesten sind flachgründige, steinige Böden und solche aus sauren silikatischen Ausgangsgesteinen bevorratet, die höchsten Werte finden wir auf tiefgründigen und basenreichen Standorten aus carbonatischen Substraten.



Abbildung 1: Mit einem Rückewagen wird Kronenmaterial aus dem Wald abtransportiert; eine besonders intensive Nutzungsform, die durchaus nicht jeder Standort verträgt.

Die entscheidende Frage ist nun, wie man die jeweiligen Basenvorräte im Blick auf die Intensität der Nutzung bewertet und welche Schwellenwerte man definiert. Nach einem Vorschlag des Arbeitskreises Standortserkundung (2003) haben Meiwes et al. (2008) den Quotienten des in der gesamten oberirdischen Biomasse gespeicherten Basenvorrats (Ca, Mg, Na und K) und der Gesamtsumme des austauschbaren Basenvorrats bis in einen Meter Tiefe zuzüglich des oberirdischen Biomassevorrats als Beurteilungskriterium vorgeschlagen. Als Schwellenwerte schlagen die Autoren 50 und 25 Prozent vor (siehe Kasten).

Im gesamten Kollektiv der BZE entfallen 71 Prozent auf Standorte mit einem Biomasse-Quotienten unter 25 Prozent, 16 Prozent liegen zwischen 25 und 50 Prozent und 13 Prozent der BZE-Inventurpunkte liegen über dem 50-Prozent-Schwellenwert (Abbildung 3). Wie zu erwarten ist, liegen die problematischen Standorte mit hohen Quotienten vorwiegend in den von Natur aus armen Silikatgebirgen (Spessart, Vorrhön, Odenwald und ostbayerische Grenzgebirge).

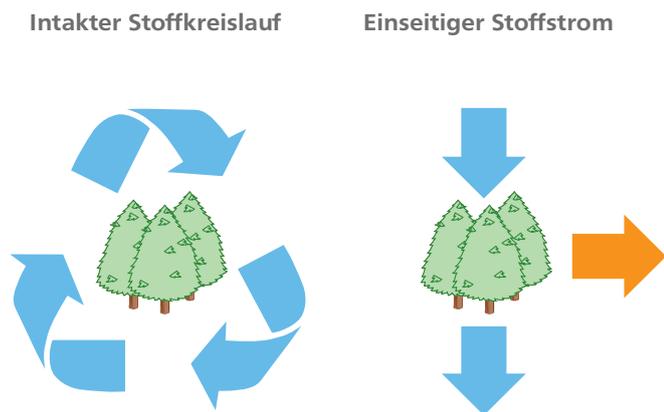


Abbildung 2: Zwei Extreme: Geschlossener, selbstregulierter Stoffkreislauf (links) und einseitiger, extern von Stoffeinträgen und Nutzungen bestimmter Stoffstrom (rechts)

Berechnung des Biomasse-Quotienten

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Vorrat Bestand} & & \text{Vorrat Bestand} \\
 + \text{Vorrat Boden} & \rightarrow & \text{Gesamter Vorrat} \\
 \hline
 = \text{Gesamter Vorrat} & & = \text{Biomasse-Quotient}
 \end{array}$$

Umso größer der Biomasse-Quotient ist, umso größer ist das Risiko, dass die Biomassennutzung die Bodenfruchtbarkeit gefährdet. Als mittleren Vorrat des Bestandes verwendeten wir in den Berechnungen des Biomasse-Quotienten »Basen« den Wert von 60 kmolc/ha (Glatzel 1991), für den Biomasse-Quotienten »Phosphor« einen mittleren Phosphorvorrat von 30 kg/ha (Meiwes et al 2008).

Biomasse-Quotient »Basen«

- < 25 %: geringes Risiko von Übernutzungen
- 25 bis 50 %: mittleres Risiko von Übernutzungen
- > 50 %: erhöhtes Risiko von Übernutzungen

Biomasse-Quotient »Phosphor«

- < 1 %: geringes Risiko von Übernutzungen
- 1 % bis 10 %: mittleres Risiko von Übernutzungen
- > 10 %: erhöhtes Risiko von Übernutzungen

Neben den Basen spielt auch der Nährstoff Phosphor in Wäldern eine wichtige Rolle. Daher haben wir vergleichbar zu den Überlegungen zum »Biomasse-Quotient Basen« auch einen »Biomasse-Quotient Phosphor« ermittelt. Von Meiwes et al. (2008) übernahmen wir den Schwellenwert von zehn Prozent, bewerteten ihn neu und ergänzten ihn mit einer weiteren Schwelle von einem Prozent (siehe Kasten). Wie bei Meiwes et al. (2008) liegen dabei die Gesamtgehalte an Phosphor zu Grunde. Wenn man die genannten Schwellenwerte auf den BZE-Datensatz anwendet, fallen ungefähr zwei Drittel der Waldböden Bayerns in die Kategorie unter einem Prozent, etwa ein Drittel in die Kategorie zwischen einem und zehn Prozent und lediglich zwei Prozent in die Kategorie über zehn Prozent (Abbildung 4). In den Berechnungen ist nach Meiwes

et al. (2008) ein Wert von 30 Kilogramm pro Hektar als Phosphorvorrat in der Biomasse eingesetzt. Weitere Analysen sind notwendig, um diese vorläufigen Schwellenwerte abzusichern. Als problematisch erweist sich, dass in Waldböden der größte Teil der im Gesamtaufschluss ermittelten Phosphorvorräte in immobilen Fraktionen vorliegt, die die Pflanzen kaum erreichen können. Ein schärferes Bild ergäbe sich vermutlich, wenn wir anstelle der Gesamtgehalte z. B. die zitronensäurelösliche Fraktion des Phosphors verwenden würden, da sie die nachlieferbare Phosphormenge besser widerspiegelt. Die dafür nötigen Aufschlüsse sind aber bisher nicht im Programm der BZE enthalten.

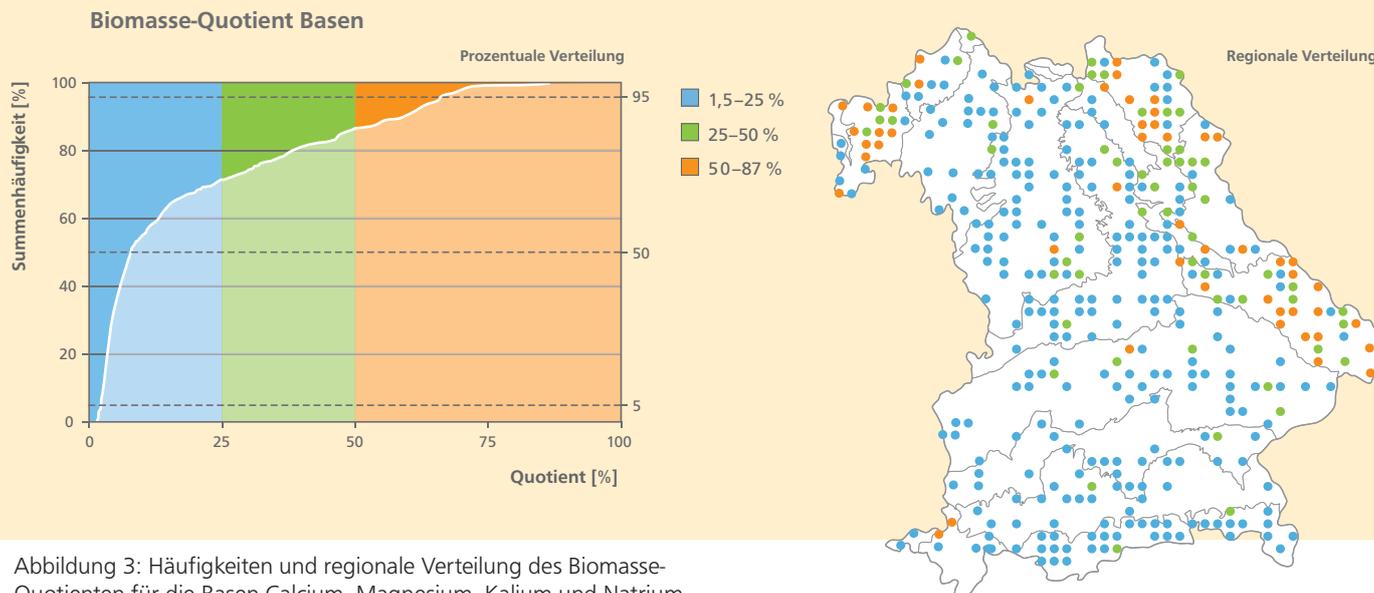


Abbildung 3: Häufigkeiten und regionale Verteilung des Biomasse-Quotienten für die Basen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium

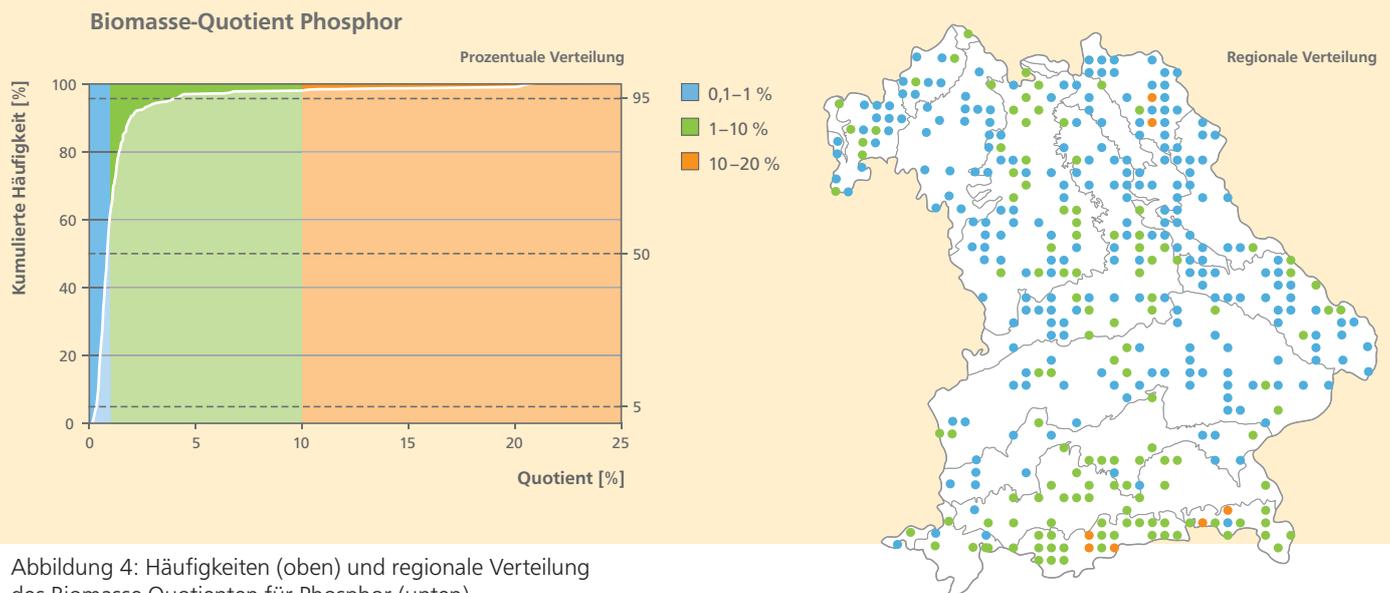


Abbildung 4: Häufigkeiten (oben) und regionale Verteilung des Biomasse-Quotienten für Phosphor (unten)

Maß und Mitte

Die beiden bewerteten Biomasse-Quotienten der Basen einerseits und des Phosphors andererseits lassen sich nach dem Minimumprinzip kombinieren. Die Überschreitung des jeweils geringeren Schwellenwertes entscheidet für die Zuordnung zu den Risiko-Klassen der Biomassequotienten. Für Bayern ergibt sich die in Abbildung 5 dargestellte Häufigkeitsverteilung. Bezogen auf die vorhandenen Basen- und Phosphorvorräte ist auf über 50 Prozent der Waldfläche Zurückhaltung bei der Biomassenutzung angezeigt, um langfristig keine Nährstoffverluste zu erleiden. In der Klasse des mittleren Risikos (41 Prozent der Waldfläche) ist eine Holznutzung in vollem Umfang möglich, die Nutzung der übrigen Biomasse sollte gesteuert werden. In der Klasse des hohen Risikos (15 Prozent der Waldfläche) sollte man im Interesse der dauerhaften Erhaltung der Produktionskraft des Waldbodens auf die Nutzung von Ästen, Reisig und Blättern besser verzichten. Hier sollte auch das Reisig nach der Ernte im Bestand verteilt verbleiben und nicht als Armierung der Rückegassen dienen. Die Option, die besonders nährstoffreiche Rinde als Ernterückstand im Wald zu belassen, besteht im Gegensatz zu früher faktisch nicht mehr, da kaum mehr Holz im Bestand entrindet wird.

Allgemein gilt, dass andauernde starke Nutzung von Biomasse dem Waldboden große Mengen Streu als für die Humusbildung notwendiges Ausgangsmaterial entzieht (Kölling et al. 2007). Waldböden können nur dann »funktionieren«, wenn die Anlieferung neuer Streu den ständigen Abbau von Humus laufend wieder ausgleicht. Bei normaler Holznutzung verlassen 60 bis 65 Prozent des in der Umtriebszeit gespeicherten Kohlenstoffs den Wald und stehen für die Humusbildung nicht mehr zur Verfügung. Humus ist aber für den Waldboden ein wichtiges Fruchtbarkeitsmerkmal. Am Humus hängt zu großen Teilen sowohl die Wasser- als auch die Nährstoffverfügbarkeit (Schubert, S. 11–14 in diesem Heft).

Um sich eine breite Palette zukünftiger Nutzungsmöglichkeiten zu erhalten, ist es daher wichtig, sich über Art und Menge der Biomassenutzung Gedanken zu machen. Die Folgen einer Übernutzung des Nährstoffkapitals der Waldböden kann man bis heute an den Auswirkungen der Streunutzung beobachten. Anhaltende übermäßige Biomassenutzung führt früher oder später zu Mindererträgen. Düngungen zum Ausgleich der Übernutzungen sind keine echte Lösung des Problems. Zum einen sind Düngungen teuer, zum anderen können sie kaum die langsame stetige Freisetzung der Nährstoffe aus der Streu ersetzen. Völlig unmöglich ist es, mit Hilfe technischer Maßnahmen die Humusverluste auszugleichen. Hier gibt es zum teilweisen Verbleib der Ernterückstände im Bestand keine Alternative.

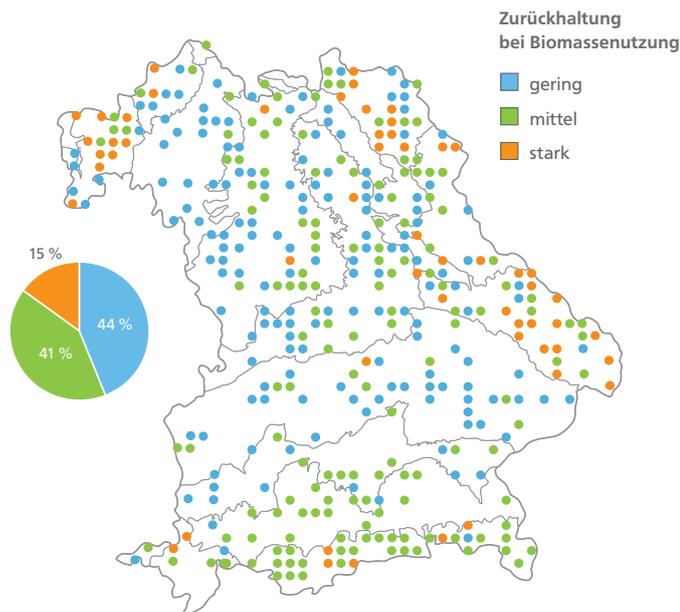


Abbildung 5: Häufigkeit und regionale Verteilung der drei Klassen der Biomassenutzungsmöglichkeiten in Bayern, Kriterium ist die Schonung der Bodenvorräte an Basen und Phosphor.

Die halbe Wahrheit?

In dem hier anhand der Daten der BZE dargestellten Ansatz, der auf der Schonung der Vorräte austauschbarer Basen und Phosphor sowie auf der Pflege der Humusvorräte beruht, bleibt bei der Beurteilung des Basenhaushalts die nachschaffende Kraft der Böden ausgespart. Aus der Verwitterung der Minerale gewinnt der Boden laufend Basen hinzu und kann deshalb unter bestimmten Voraussetzungen Verluste kompensieren. Ebenso enthalten Niederschlag und Stäube Basen. Auch Verluste auf Grund von Auswaschung sind hier nicht berücksichtigt. So wünschenswert es sein mag, sich mittels genauer Bilanzierung der Ein- und Austräge der Schwelle der nachhaltigen Biomasse zu nähern (Ettl et al. 2007; Göttlein et al. 2009; Weis et al. 2009), so unbefriedigend ist im Moment noch die Bestimmung der Raten der einzelnen Prozesse des Stoffhaushalts. Mit fortschreitender Erkenntnis kommt man hier künftig sicher zu einer verbesserten Bestimmung der Schwellenwerte für eine nachhaltige Biomassenutzung. Vorräte und Raten hängen jedoch vermutlich oft zusammen, auch bei verbesserter Datenlage wird sich wahrscheinlich kein grundsätzlich anderes Bild über die für eine Biomassenutzung kritischen Standorte ergeben.

Vom Punkt zur Fläche

Punktkarten wie in Abbildung 8 sind hilfreich, wenn man sich aus der Vogelperspektive über Problemregionen der Biomassenutzung informieren will. Dem Wirtschaftler vor Ort helfen sie herzlich wenig bei der Entscheidung, welche Mengen er hier und jetzt nachhaltig nutzen kann, ohne die Substanz anzugreifen. Es ist daher vorgesehen, die notwendige Berücksichtigung der Basen- und Nährstoffvorräte bei der Biomassenutzung in die gegenwärtig an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft entwickelten neuen Standortskarten (»Karten für die Zukunft«) zu integrieren (Kölling, S. 7–8 in diesem Heft). Das Ergebnis wären dann flächenscharfe Informationen auf Bestandesebene. Wenn auch gegenwärtig noch die lokalen Informationen fehlen, legen die Stichprobenergebnisse der BZE allerdings nahe, bereits heute nach dem Vorsorgeprinzip Zurückhaltung zu üben, wenn Zweifel über die Höhe des nachhaltig möglichen Nutzungspotentials bestehen.

Literatur

- Arbeitskreis Standortserkundung (2003): *Forstliche Standortaufnahme: Begriffe, Definitionen, Kennzeichnungen, Erläuterungen*. Hrsg.: Arbeitskreis Standortserkundung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. IHW-Verlag, Eching bei München, 352 S.
- Ettl, E.; Weis, W.; Göttlein, W. (2007): *Holz verbrennt, Asche bleibt. Konsequenzen für die stoffliche Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung in Bayern*. AFZ/Der Wald 32, S.74–77
- Göttlein, A.; Ettl, R.; Weis, W. (2009): *Approaches for the assessment of nutrient sustainability for different intensities of forest utilization*. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 128: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp128-12.pdf>, S. 467–467
- Glatzel, G (1991): *The impact of historic land use and modern forestry on nutrient relations of Central European forest ecosystems*. Fertilizer Research 27, S. 1–8
- Kölling, C.; Göttlein, A.; Rothe, A. (2007): *Energieholz nachhaltig nutzen. Biomassenutzung und Nährstoffentzug*. LWF aktuell 61, S. 32–36
- Kreutzer, K. (1979): *Ökologische Fragen zur Vollbaumernte*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 98, S. 298–308
- Meiwes, K.J.; Asche, N.; Block, J.; Kallweit, R.; Kölling, C.; Raben, G.; v. Wilpert, K. (2008): *Potenziale und Restriktionen der Biomassenutzung im Wald*. AFZ/Der Wald 63, S. 598–603
- Ulrich, B. (1981): *Destabilisierung von Waldökosystemen durch Biomassenutzung*. Forstarchiv 52, S. 199–203
- Weis, W.; Göttlein, A.; Rothe, A.; Kölling, C.; Häusler, W.; Seifert, T. (2009): *The impact of site characteristics on the nutritional sustainability of wood production and harvesting*. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 128: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp128-12.pdf>, S. 482–482

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de