

Umgang mit Unsicherheiten und Risiken in der Forstplanung

Managemententscheidungen in der Forstwirtschaft haben starke Auswirkungen auf die Handlungsmöglichkeiten in der Zukunft. Eine Entscheidung für eine Baumart kann sich auf die Handlungsmöglichkeiten in den nächsten 50 bis 200 Jahren auswirken [5, 17]. Dadurch müssen bei einer Entscheidung viele Faktoren berücksichtigt werden, da sich Anpassungen an neue Gegebenheiten in der Regel nur mit erheblichem Aufwand und möglicherweise Verlusten realisieren lassen. Um dennoch qualifizierte Entscheidungen treffen zu können, ist es notwendig, Planungsunsicherheiten und potenzielle Risiken in den Entscheidungsprozess zu integrieren.

Horst Kolo, Thomas Knoke

Nachdem der Holzverkauf die Haupteinnahmequelle der Forstwirtschaft ist, sind die Preisentwicklungen der verschiedenen Sortimenten von entscheidender Bedeutung. Durch immer größere Holzverarbeitungsbetriebe mit größeren Einzugsgebieten und dem nationalen und internationalen Holzhandel sind Holzpreise nicht mehr durch lokale Verfügbarkeit bestimmt. Nichts Neues ist die Tatsache, dass Holzpreise nach Schadereignissen schnell abnehmen können, wobei der Preis vor allem bei großflächigen Sturmereignissen spürbar reagiert, aber weniger stark einbricht als beispielsweise nach den Stürmen „Vivian/Wiebke“ und „Lothar“ [51]. Holzpreise sind aber auch von anderen Faktoren abhängig, die oft nicht betrachtet werden. Beispielsweise steht der Rohholzpreisindex mit dem Bruttoinlandsprodukt (Abb. 1A) sowie mit dem weltweiten Bruttosozialprodukt (Abb. 1B) in direktem Zusammenhang [23, 51, 53].

Auch wenn Korrelationen keinen Kausalzusammenhang darstellen, zeigen die Korrelationskoeffizienten einen stark positiven Zusammenhang zwischen deutschem und weltweitem Bruttosozialprodukt und den Holzpreisen (0.86 bzw. 0.90). Das verdeutlicht, dass die Preise nicht nur von der inländischen Konjunktur beeinflusst werden, sondern auch von der weltweiten Wirtschaftslage.

Marktunsicherheit und ungewisse zukünftige Holzverwendung

Durch den großflächig betriebenen Waldumbau werden sich mittelfristig starke Änderungen bei der zum Verkauf stehenden Menge an Nadel- und Laubholz ergeben [49]. Im Moment ist die Holzindustrie auf die Nadelholzverarbeitung ausgelegt [25, 26, 37]. Wie sich die zukünftige stoffliche Verwendung verändert, ist noch nicht absehbar, aber es ist wahrscheinlich, dass die stoffliche Nutzung von Laubholz zunimmt. Auf der anderen Seite nimmt der Anteil erneuerbarer Energien ebenfalls stetig zu [12]. In Bayern werden beispielsweise 40 % der erneuerbaren Energieprodukte durch Holz erzeugt [36]. Dabei wird Laubholz immer noch anteilig viel stärker zur Energieerzeugung verwendet als Nadelholz. Deutschlandweit werden 38 % des Laubholzeinschlags energetisch genutzt, während nur 12 % des Nadelholzes direkt für Energieerzeugung verwendet werden [52]. Forstbetriebe setzen aber schon jetzt Laubbäume im vermehrten Maße zur Stabilisierung der Bestände ein.

Allerdings ist bei der Planung noch nicht absehbar, welche Absatzmärkte zukünftig überhaupt existieren. Damit ist auch eine ökonomische Entscheidung schwer. Auch eine zukünftige vermehrte stoffliche Nutzung kann zu höheren Preisen beim Laubholz führen. Der bundesweit angestrebte Ausbau erneuerbarer Energien kann als direkter Nutzungskonkurrent ebenfalls für eine größere Nachfrage nach Holz sorgen und damit die Preise erhöhen, aber auch die Absatzchancen verbessern. Eine Möglichkeit, sich viele Optionen zu erhalten, sind Mischbestände. Berücksichtigt man biotische und abiotische Schäden sowie Preisschwankungen, können Mischbestände höhere Beträge, bei gleichem Risiko, erwirtschaften [21, 29, 47]. Auch eine diverse Altersstruktur lässt es zu, das Risiko zu verringern und gleichzeitig den Einschlagzeitpunkt dem Markt anzupassen.

Unsicherheit der Planungsziele

Durch die vergleichsweise sehr langen Produktionszeiten in der Forstwirtschaft ergeben sich weitere Quellen der Unsicherheit. Rückblickend wurden die Bestände, die jetzt erntereif sind, vor mehreren Jahrzehnten gepflanzt. Innerhalb einer Umtriebszeit hat sich jedoch nicht nur die Umwelt stark verändert. Auch die waldbaulichen Leitlinien unterliegen einem Wandel. Wagenknecht et al. [56] geben beispielsweise als Pflanzzahl für Fichte 6.670 Pflanzen pro Hektar an. Aktuelle Waldbauempfehlungen bewegen sich im Bereich bis 3.300 Pflanzen pro Hektar [7, 33]. Auch die angestrebten Umtriebszeiten sind kürzer. Ging man früher von Umtriebszeiten von 80 bis 100 Jahren bei

Schneller Überblick

- Zahlreiche Unsicherheiten beeinflussen die Planung in der Forstwirtschaft
- Die Wirkung von veränderten Marktbedingungen, der zukünftigen Holzverwendung und von Unsicherheiten bezüglich der Planungsziele und der Klimawandel lassen sich noch nicht einschätzen
- Neben negativen Effekten der Unsicherheiten ergeben sich aber auch Chancen für neue Baumarten und Absatzwege

der Fichte aus, wird die Verjüngung jetzt auf labilen Standorten bereits im Alter 50 eingeleitet [5]. Ebenfalls geändert hat sich das waldbauliche Vorgehen. Waren vor wenigen Jahrzehnten Kahlschläge mit anschließender Pflanzung die Regel, wird jetzt auf dauerwaldartige Strukturen und Naturverjüngung gesetzt [6]. Neben diesen in allen Wäldern unsicheren Zielen kommt es durch den Strukturwandel der Waldbesitzer zu einer weiteren Unwägbarkeit. Im Zuge von Erbschaft und Veräußerung nimmt die Anzahl „urbaner Waldbesitzer“ zu. Damit verbunden ist manchmal auch eine Änderung des Bezugs der neuen Besitzer zum Wald und eine Änderung der Zielsetzung des neuen Besitzers [32]. Beides kann einen Bruch in der ursprünglichen Planung verursachen.

Klimawandel

Der Klimawandel birgt eine weitere Quelle der Unsicherheit in der Forstplanung. In Mitteleuropa wird eine höhere mittlere Temperatur in allen Jahreszeiten prognostiziert. Außerdem wird erwartet, dass die Niederschläge zunehmen. Sie sollen jedoch vor allem in der Zeit der Vegetationsruhe steigen [8, 19]. Es wurde auch gezeigt, dass sich die Vegetationszeiten und die Höhenzonierung der Arten verschieben werden [35, 39]. Dadurch wird sich die Baumarteneignung ändern. Besonders auf Grenzstandorten werden zukünftig andere Baumarten gewählt werden müssen.

Da das genaue Ausmaß des Klimawandels und der damit verbundenen Umweltänderungen noch nicht abschätzbar sind, ist eine langfristige Planung schwer. Um das Risiko für Forstbetriebe zumindest zu verkleinern, gibt es bereits verschiedene Ansätze. Waldstrukturen können in der jetzigen Form beispielsweise auch mit erhöhtem Risiko beibehalten werden, Wälder können aber auch alternativ durch waldbauliche Interventionen angepasst werden oder man lässt das Ökosystem sich selbst anpassen [10]. Die Baumarteneignung kann auf verschiedene Weise abgeschätzt werden. Sogenannte Klimahüllen vergleichen jetzige Verbreitungsgebiete und deren Klima mit dem prognostizierten Klima. Liegt das zukünftige Klima nicht im Bereich der jetzigen Verbreitungsgrenzen, gilt die Art zukünftig als ungeeignet [30]. Ein anderer Ansatz

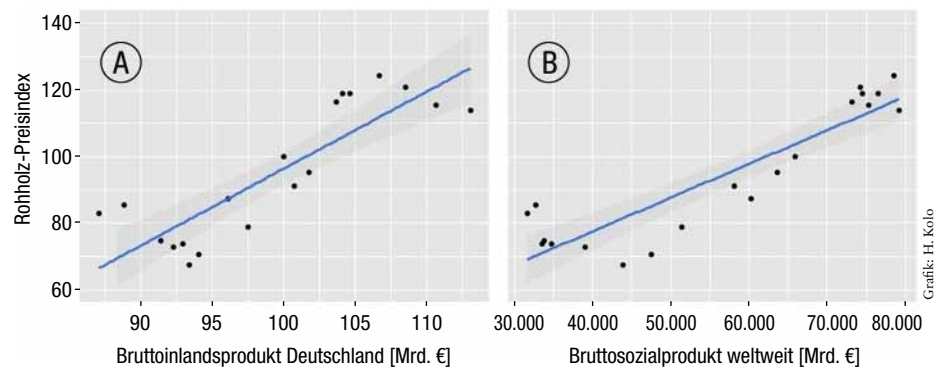


Abb. 1: Korrelation des Rohholzpreisindex mit (A) deutschem Bruttoinlandsprodukt und (B) weltweitem Bruttosozialprodukt (preisbereinigt)

sucht Gebiete, in denen schon jetzt das zukünftige Klima herrscht, um geeignete Arten zu identifizieren [11]. Allerdings sind solche Betrachtungen weiterhin mit Unsicherheit behaftet, da weder die zukünftigen Klimabedingungen, die Auswirkungen einer geänderten Bewirtschaftung noch die Anpassungsfähigkeit der Bäume bekannt sind [10].

Im Zuge des Klimawandels ändern sich nicht nur die allgemeinen Wuchsbedingungen der Bäume. Die Prognosen zeigen auch, dass Witterungsextreme häufiger und stärker auftreten [8, 38, 44]. Zusätzlich sollen Niederschläge vermehrt als Starkregen auftreten [44]. Damit wird auf Böden mit schlechter Wasserspeicherkapazität das pflanzenverfügbare Wasser während der Vegetationszeit weniger. Bezieht man beides in die Überlegung mit ein, ergeben sich wichtige Aspekte für die Planung. Pflanzen, die schon jetzt auf einem Standort wasserlimitiert sind, können je nach lokalen Gegebenheiten nur noch bedingt eingesetzt werden. Soll eine Baumart trotzdem beibehalten werden, können hier unter Umständen Provenienzen aus Gebieten, in denen bereits jetzt längere Trockenperioden vorkommen, Abhilfe schaffen. Auf gut drainierten Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität wird es zukünftig noch wichtiger, so zu wirtschaften, dass die Humusaufgabe als Wasserspeicher erhalten und gefördert wird. Gezieltes Einbringen bodenverbessernder Arten kann helfen, die Wasserspeicherkapazität zu erhöhen. Ebenfalls prognostiziert werden häufigere und stärkere Stürme [27, 34]. Albrecht et al. [1] zeigen, dass neben der Reduktion der Flächenanteile gefährdeter Baumarten auch eine Begrenzung der Wuchshöhe der Bestände das Risiko reduzieren kann.

Dies kann durch eine Verringerung des Zieldurchmessers bzw. der Produktionszeit oder einer Reduktion der Entnahmemenge bei Durchforstungen verwirklicht werden.

Auch die Gefahr durch biotische Schäden wird steigen. Höhere Temperaturen, längere Vegetationsperioden und warme Temperaturen im Frühling begünstigen die Entwicklung und Vermehrung von Schadinsekten [48, 57]. Auch der prognostizierte Rückgang kalter Tage ($< 5\text{ °C}$) [44] fördert die Insektenpopulation [z. B. 3, 16]. Mögliche Strategien zur Vermeidung von großflächigen Schäden durch Insekten können zum einen eine Reduktion des Anteils der gefährdeten Baumart sein [18, 58] und zum anderen eine dem Standort besser angepasste Baumart sein [4].

Neben Gefahren durch Insekten ist auch zu erwarten, dass einige Pathogene stark vom Klimawandel profitieren. Halimasch und manche Phytophthora-Arten werden vom Trockenstress der Bäume im Sommer begünstigt. Phytophthora wird auch durch feuchte, milde Winter gefördert. Es ist auch möglich, dass bisher unbekannt oder harmlose Pilze infolge des Klimawandels zu Schäden führen [15]. Es gibt zudem Hinweise, dass es zu einer Verschiebung der Verbreitungsgrenzen mancher Pathogene in bisher wenig oder nicht befallene Regionen kommen wird [9, 13, 14]. Um den Gefahren zu begegnen, kann gezielte Züchtung die genetische Vielfalt und die Krankheitsresistenz steigern [54].

Auch invasive Arten werden zukünftig eine große Rolle spielen. Zum einen verschieben sich auch hier, bedingt durch den Klimawandel, die Verbreitungsgebiete. Gleichzeitig fördert der internationale Handel das Risiko, fremde Arten einzuschleppen. Besonders Arten mit einem

breiten Wirtsspektrum können zukünftig für Schäden sorgen. Prominente Beispiele dafür sind der Citrusbockkäfer, der Asiatische Laubholzbockkäfer, *Phytophthora ramorum* und der Kiefernholznematode [15, 40]. Durch die natürlich langen Reproduktionszyklen ist es Bäumen kaum möglich, schnell auf diese neuen Schädlinge zu reagieren. Umso wichtiger ist hier eine große genetische Diversität innerhalb der Arten, die eine Anpassung überhaupt ermöglicht.

Neben den oben beschriebenen möglichen Anpassungen und Maßnahmen zeigt die Forschung, dass sich Mischbestände besonders eignen, um dem unbekanntem Risiko durch Folgen des Klimawandels zu begegnen. Gemischte Bestände zeigen neben der erwähnten ökonomischen Flexibilität auch, dass sie besonders auf schwierigen Standorten Vorteile beim Wachstum bringen können [z. B. 45]. Es zeigt sich außerdem, dass gemischte Bestände auch die Ausfallwahrscheinlichkeit insgesamt verringern können [20, 42]. Es gibt ebenfalls Hinweise, dass Mischbestände besser gegen abiotische Extremereignisse ([22, 46]) und gegen biotische Schäden ([22, 24]) geschützt sind.

Mögliche positive Effekte des Klimawandels

Neben den beschriebenen erhöhten Risiken ergeben sich durch den Klimawandel auch Chancen. Durch die Verschiebung der Artverbreitungsgrenzen kann sich auch eine bessere Eignung heimischer Baumarten ergeben. Profitieren werden dabei besonders wärmeliebende Arten wie Eichen [30]. Dies beschränkt sich nicht nur auf heimische Arten. Auch der Anbau fremdländischer Baumarten kann durch höhere Durchschnittstemperaturen und längere Vegetationsperioden möglich werden [31, 59]. Neben der generellen Eignung der Arten ist in manchen Regionen eine Zuwachssteigerung zu erwarten, da die Vegetationsperiode länger wird [43]. Analog zu schlechteren Bedingungen für manche Baumarten ist es auch denkbar, dass manche Parasiten durch den Klimawandel beeinträchtigt werden. Dabei spielen viele Faktoren eine Rolle. Witterungsextreme können sich negativ auf alle Stadien der Herbivoren auswirken. Die mildereren Winter können sich negativ auf Insekten mit obligatorischer Diapause

auswirken oder Insekten, die unter Schnee überwintern, benachteiligen.

Durch höhere CO₂-Konzentrationen und leichten Wasserstress erhöht sich die Abwehrkraft von Bäumen. Dadurch werden die Anzahl der Parasiten und die Entwicklungsgeschwindigkeit verringert. Durch Letzteres verlängert sich die Zeit, in denen natürliche Feinde der Parasiten bestandsreduzierend eingreifen können. Die früher beginnende Vegetationsperiode kann die durch Koevolution entwickelte zeitliche Koppelung von Wirt und Parasit verschieben [41]. Es ist auch möglich, dass manche Pilzarten durch die Verschiebung der Niederschläge in den Winter weniger Schäden verursachen. Unabhängig davon können sich auch Chancen auf dem Absatzmarkt ergeben. Die Klimaziele sehen eine deutliche Reduktion des CO₂-Ausstoßes vor. Bisher ist der Markt für CO₂-Speicherung in Europa nicht flexibel genug, um kleinen oder mittleren Forstbetrieben den Absatz von CO₂-Zertifikaten zu ermöglichen. Dies kann sich durch die Verschärfung des Klimawandels ändern und würde dadurch eine zusätzliche Einkommensquelle eröffnen. Um den Ausstoß von CO₂ zu verringern, ist auch eine Steigerung der energetischen Nutzung von Holz möglich. Eine gesteigerte Nachfrage kann dazu führen, dass bisher nicht wirtschaftlich verwertbare Sortimente verkauft werden können. Dadurch können schon die ersten Durchforstungen wirtschaftlich rentabel werden.

Zusammenfassung

Anhand der beschriebenen Effekte kann man zeigen, dass zukünftig Risiken deutlich stärker in die Planung einbezogen werden müssen. Es wird auch deutlich, dass viele Risikofaktoren nahtlos ineinandergreifen. Zum Beispiel führen höhere Wintertemperaturen und vermehrter Niederschlag im Winter zur stärkeren Anfälligkeit für Sturmschäden [55]. Zusammen mit höheren Temperaturen und geringerem Niederschlag während der Vegetationszeit, was zu Trockenstress führt, begünstigt das die Vermehrung und Ausbreitung von Schädlingen und begünstigt den Befall. Sowohl das größere Angebot als auch die geringere Holzqualität nach einem Schadereignis drücken dann den Holzpreis. Obwohl noch nicht vollständig abzusehen ist, welche Folgen der Klima-

wandel mit sich bringt, ist eine generelle Tendenz absehbar. Seidl et al. [50] zeigen für Europa, dass Schäden durch Insekten und Pathogene zunehmen, während die Auswirkungen von Wind und Dürre von den lokalen Gegebenheiten abhängen. Die oben erläuterten Maßnahmen gegen einzelne Gefahren können schlecht verallgemeinert werden. Allerdings wird deutlich, dass eine Mischung von Baumarten und eine diverse Altersstruktur immer vorteilhaft scheinen [2, 15, 28, 47]. Baumartmischungen führen zu höherer Stabilität, einer größeren Flexibilität und zu geringerer Anfälligkeit gegen Pathogene. Eine hohe genetische Variabilität innerhalb der Arten hilft ebenfalls, Anpassung möglich zu machen. Die teilweise negativ konnotierte Einbringung von Gastbaumarten kann helfen, Wälder an das erwartete Klima anzupassen.

Literaturhinweise:

können bei den Autoren angefordert werden. Sie finden sie auch auf forstpraxis.de im Downloadbereich und können sie bei Bedarf herunterladen.

Horst Kolo,
horst.kolo@tum.de,
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
an der Professur für Waldinventur
und nachhaltige Nutzung an der
Technischen Universität München.
Prof. Dr. Thomas Knoke ist Leiter
dieser Professur.

