

# Pionierbaumarten im Klimawandel – standörtliche und waldbauliche Aspekte

Welche waldbaulichen Rollen können Pionierbaumarten unter sich rasch wandelnden Klima- und Standortbedingungen übernehmen?

**Wolfram Rothkegel, Ottmar Ruppert und Hans-Joachim Klemmt**

Viele Förstergenerationen sahen bei strenger Verfolgung der Bodenreinertragslehre die natürlich aufkommende Sukzession aus »Weichlaubhölzern« als Plage auf dem Weg zum schulmäßig erziehbaren Forst. Aber auch nach der Ära der Bodenreinertragslehre rückte man noch bis in die 1970er Jahre hinein den unliebsamen Begleitern der Kahlfleichen mit vielen Geräten und sogar Chemie zu Leibe. Doch langsam kommen die Pioniere aus dem Ruch der lästigen Begleiterscheinungen in die Sichtweise der Duldung und vielleicht auch des positiven Nutzens, wie es bei unseren anderen Waldbäumen üblich ist. Spätestens nach Häufung der katastrophengebunden Kahlfleichen und der in den Trockenjahren verstärkt auftretenden Anwuchsprobleme wird der Wert von Pionieren neu gesehen.

**1** Pioniere mit vielen Möglichkeiten: ehemalige Windwurffläche mit reichhaltiger Naturverjüngung aus Aspe, Birke, Vogelbeere und unterständiger Fichte. Der Waldbesitzer kann jetzt entscheiden, die Pflege macht's dann: Energieholzerzeugung – Vorwald oder Qualitätsholzerzeugung  
Foto: W. Rothkegel, LWF



»Als Pionierart wird eine Pflanzenart bezeichnet, die besondere Anpassungen an die Besiedlung neuer, noch vegetationsfreier Gebiete besitzt [...]. Zur erfolgreichen Kolonisation werden Arten durch besondere Anpassungen in Physiologie und Lebenszyklus befähigt« (wikipedia, 2020). Nach Burschel und Huss (1997) sind viele unserer Baumarten in besonderer Weise den Lebensbedingungen angepasst, wie sie in bestimmten Entwicklungsphasen der Sukzession herrschen. Baumarten, die in frühen Sukzessionsstadien vorkommen, werden als Pionierbaumarten bezeichnet und weisen folgende Eigenschaften aus:

- nahezu jährliche Fruktifikation und Bildung großer Mengen durch Wind,

- Wasser oder Tiere verbreiteter Samen von früher Jugend an
- geringe Schattentoleranz
- Härte gegenüber den extremen Bedingungen der Freifläche wie Frösten, starker Einstrahlung und Wind
- außerordentlich schnelles Jugendwachstum, frühe Kulmination des Zuwachses, nicht sehr große Akkumulation an Biomasse
- meist geringe Lebensdauer

Mayer (1992) führt als weitere Charakteristika von Pionierbaumarten deren geringe Konkurrenzkraft und deren große standörtliche Anspruchslosigkeit an. Burschel und Huss (1997) zählen als wichtige, kurzlebige Pioniere Birken, Aspe, Erle, Weiden und Vogelbeere auf.

Als langlebige Pioniere bezeichnen sie die Lärche und Kiefer. Eine wichtige, nicht-heimische Pionierbaumart ist darüber hinaus die Robinie, die seit circa 400 Jahren in Europa angebaut wird (Vitkova 2017). Die erstgenannten Laubbaumarten werden aufgrund ihrer Holzeigenschaften auch häufig unter dem Begriff »Weichlaubhölzer« zusammengefasst, wobei mittlerweile dieser Begriff selbst wiederum in ökologischem und waldbaulichen Kontext verwendet wird. Die aufgezählten Eigenschaften, insbesondere die Härte gegenüber Extrembedingungen, führen zu Überlegungen, ob nicht unsere Waldökosysteme durch die stärkere Beteiligung von Pionierbaumarten im Klimawandel profitieren werden, beziehungsweise ob diese nicht generell zur Lösung waldbaulicher Probleme bei der Bewirtschaftung unserer Wälder beitragen könnten.

## Standörtliche Überlegungen

Betrachtet man verschiedenste Definitionen für die Begriffe Pionierarten oder Pionierbaumarten, so findet man fast regelmäßig den Begriff der Anpassung. »Ohne Anpassung ist für Bäume kein Überleben möglich« (Roloff 2004). Bei keiner anderen Gruppe von Lebewesen ist Optimierung und zugleich Anpassung so wichtig wie bei den Bäumen, wegen ihrer extrem langen Generationszeiten (Langlebigkeit) sowie ihrer Immobilität. Der Begriff Anpassung umfasst dabei verschiedene Aspekte, er kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Innere Anpassung umfasst im weiteren Sinn die Auswahl und Weitergabe des Genmaterials, welches möglichst optimal auf die herrschenden Lebensbedingungen abgestimmt ist. Äußere Anpassung umfasst nach Roloff (2004) hingegen Aspekte der Ökologie, Morphologie, Anatomie und Physiologie. Die angeführte genetische Anpassung kann auch als Verfeinerung der aufgezählten Facetten der äußeren Anpassung angesehen werden.

**2 Frost, starke Sonneneinstrahlung, Wind und Trockenheit können Pionierbaumarten wie dieser Vogelbeere wenig anhaben. Ihre Pioniereigenschaften sollten und müssen wir in unserem waldbaulichen Handeln mehr als bisher berücksichtigen.**

Foto: W. Rothkegel, LWF



In der Wissenschaft wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten in mehreren Studien die Anpassung von Waldbäumen insbesondere an Trockenheit häufig im Zusammenhang mit der optimalen Aufteilungstheorie bzw. der allometrischen Aufteilungstheorie untersucht (Gedroc et al. 1996; McCarthy et al. 2007). Hier nach steuern Pflanzen die Biomasseproduktion primär in die Pflanzenteile, welche die am meisten limitierenden Ressourcen erschließen können. Zwar ist in der wissenschaftlichen Diskussion noch nicht endgültig geklärt, ob eine allometrische Komponente bei der Steuerung der Biomasseproduktion mitwirkt oder gar bedeutsamer ist als die reine Verteilung in die Organe, die am besten in der Lage sind, wachstumsbegrenzende Ressourcen zu erschließen (Guo et al. 2016). Doch zeigen die Ergebnisse übereinstimmend, dass Anpassung entsprechende Zeit benötigt. Bäume sind generell in der Lage, sich mehr oder weniger gut an ein begrenztes Ressourcenangebot anzupassen. Bei der Anpassung an Trockenheit spielt hier insbesondere die Ausbildung des Wurzelsystems eine wichtige Rolle. Meier und Leuschner (2007) konnten beispielsweise zeigen, dass Buchen entlang eines zunehmenden Trockenheitsgradienten in Norddeutschland ihre Biomasseproduktion von den oberirdischen Pflanzenteilen hin zu Wurzeln bzw. Feinwurzeln verlagern und so der klimatischen und edaphischen Trockenheit entgegenwirken.

Wie eingangs angeführt, besitzen Pionierbaumarten die Eigenschaft, mit begrenzten Ressourcen gut umgehen zu können. Sie verlagern früh ihre Biomasseproduktion in oberirdische Pflanzenteile und investieren nur die nötigen Ressourcen in eine »Lebenssicherungsstrategie«. Wie zum Beispiel eine Studie aus Nordeuropa gezeigt hat (Johansson 2007), besitzen Sandbirken auf guten Standorten eine geringere Wurzelbiomasse als auf etwas ungünstigeren Standorten. Studien zum Sproß-Wurzel-Verhältnis in Abhängig-

keit vom Standort sind leider sehr selten, da sie kostenintensiv und aufwendig zu realisieren sind. Für mitteleuropäische Waldverhältnisse ermöglichen die vorliegenden Studien für Pionierbaumarten derzeit kein vergleichendes Bild. Dennoch ist auch bei uns davon auszugehen, dass auf ungünstigen Standorten auch diese Baumartengruppe intensiver ausgeprägte Wurzelsysteme besitzen und sich ggf. auch oberirdisch, morphologisch auf ungünstigere Lebensbedingungen eingestellt haben. Diese »in situ-Anpassung« dürfte auch zukünftig Bäumen helfen, langanhaltende und stark ausgeprägte Trockenheitsphänomene, wie wir sie in den letzten Jahren mehrfach beobachten mussten, zu überstehen (Kijowska-Oberc et al. 2020).

Trotz dieser Eigenschaften und Anpassungsmöglichkeiten kommt es wie bei vielen Baumarten infolge extremer Witterungsereignisse wie Trockenheit und Hitze (z. B. 2015, 2018, 2019) auch bei Pionierbaumarten zu Schäden und Ausfällen. Auf Grund der hohen Verjüngungsdichte und Verjüngungsfreudigkeit können diese jedoch in jungen Bestandsaltern zum Teil kompensiert werden.

#### Waldbau mit Pionieren

Durch die eben vorgestellten Eigenschaften von Pionierbaumarten und den zunehmend schwieriger werdenden Bedingungen für das waldbauliche Handeln – vor allem in der kritischen Phase der Kulturbegründung – ergeben sich neue Überlegungen und Herangehensweisen im waldbaulichen Vorgehen und dem Einsatz von Pionieren.

#### Vielfalt und Vielzahl für waldbaulichen Einsatz

Die Mengen an Früchten und Samen, die das »Füllhorn« der Natur Jahr für Jahr über den Wald austreut, übersteigt um ein Vielfaches das, was wir künstlich an Saatgut oder gar mit Pflanzen ausbringen können. Die sich einstellende Sukzession bietet eine hohe Vielfalt und ist meist, wenn der Verbissdruck gering ist oder die Fläche geschützt wird, mehr als zahlreich innerhalb kurzer Zeit auf der Fläche vorhanden. Selbst in sich verlichtenden Fichtenbeständen ist unter günstigen Bedingungen bezüglich Verbiss ein Verjüngungsansatz mit Mischbaumarten zur häufig sehr starken Fichtennaturverjüngung festzustellen. Dies sind gute Ausgangslagen für sehr unterschiedliche waldbauliche Zielsetzungen, Herangehensweisen und eine naturnahe Umsetzung.

#### Bodendeckung und anschließende Einbindung in gezielte Bewirtschaftung

Eine Möglichkeit, auf ein Schadereignis zu reagieren, ist, die Sukzession auf der geräumten oder auch nur teilweise geräumten Fläche komplett sich selbst zu überlassen. Dies ist kostengünstig in der Etablierung und kann bei rechtzeitiger und punktueller Pflege in eine geregelte und zielgerichtete Bewirtschaftung mit geringem Aufwand führen. Eine gezielte Verjüngung auf gewünschte und weitere geeignete Baumarten folgt erst in der nächsten Generation bzw. kann im Zuge der Bewirtschaftung eingeleitet werden. Mit dieser Vorgehensweise werden die betroffenen Waldflächen schnell wieder bestockt und somit in Produktion gebracht. Von Vorteil ist die zügige Deckung auch für den Boden, da eine schnelle Umsetzung der organischen Substanz, die Auswaschung von Nitrat und somit Nährstoffverluste vermieden oder gemindert werden. Eine umfassende Regeneration der Fläche wird dadurch auf natürliche Weise ermöglicht.

#### Vorwald zur späteren Begründung von Schattbaumarten

Dabei werden die aufkommenden Pionierbaumarten so gepflegt, dass aus ihnen ein später zur Lichtsteuerung und zum Frostschutz nutzbarer Schirm entsteht. Je nach einzubringenden Schattbaumarten (z. B. Tanne, Buche) und ihrer Entwicklung kann der Schirm genutzt

**3 Eine gründliche Analyse der vorhandenen und zu erwartenden Naturverjüngung/Sukzession ist eine wichtige Maßnahme. Dabei ist eine Markierung der Pflanzen hilfreich.**

Foto: W. Rothkegel, LWF

bzw. nachgelichtet werden. Einzelne gute Schaftformen der Vorwaldbäume können zusätzlich früh und zügig zur Qualitätsholznutzung dimensioniert werden.

### Grundgerüst zur truppweisen Einbringung von Schlussbaumarten

In Lücken ohne oder mit nur wenigen Pionierbaumarten können die gewünschten Baumarten in Trupps, Klumpen oder Neldern gepflanzt werden. Diese kleinflächigen Einbringungen sollten zum Wiederauffinden in der Pflege gut markiert sein. In der Pflege müssen an ihren Rändern die Pioniere so zurückgedrängt werden, dass sich die Baumarten darin ohne Beeinträchtigung entwickeln können.

### Zeitweise Beteiligung der Pioniere in der Phase der Qualifizierung

Bei qualitativ weniger geeigneten Wuchsformen der Pioniere können diese und auch zahlreiche der verholzenden Sträucher als Unter- und Zwischenstand für die Qualitätserziehung der Zielbäume genutzt werden. Werden Zielbäume zur Dimensionierung konsequent in der Krone freigestellt, fällt in der Regel genug Licht durch das Kronendach, um zum Beispiel Vogelbeere, Traubenkirsche und Haselnuss mitwachsen zu lassen und für die Schaftpflege zu nutzen. Diese Integration ist ökologischer, günstiger und einfacher, als Buchen und Linden künstlich flächig zu unterbauen. Die Gefahr, dass sie später in die Kronen der Lichtbaumarten einwachsen und mit diesen konkurrieren, besteht ebenfalls nicht.

### Vom »Pionier« zum »Furnier«

Eine besonders attraktive waldbaulich-ökonomische Möglichkeit der Pioniernutzung ist die gezielte Mischungsbeteiligung der Pionierbaumarten mit dem Anspruch, daraus Qualitätsholz zu erzeugen. Voraussetzung ist die standörtliche Eignung mit passfähigem klimatischen Anbaurisiko, wobei letzteres bei den zu erwartenden relativ kurzen Umtriebszeiten momentan noch eine weniger große



Rolle spielt. Bei der Auswahl von Optionen und später Kandidaten in der Pflege werden die Pioniere beteiligt und später in das Kollektiv der Zielbäume übernommen. Bei gezielter Förderung der Pioniere erreichen sie früh verwertbare Dimensionen und hinterlassen nach Entnahme Entwicklungsraum für die beteiligten Schlussbaumarten. Mit einer gezielter Pflege besteht auch die Möglichkeit über Qualifizierungsmaßnahmen wie Formschnitt und Astung in kurzer Zeit Wertholz zu erzeugen.

### Voraussetzungen für eine Beteiligung von Pionierbaumarten

Damit ein Waldbau mit Pionieren tatsächlich gelingt, sind jedoch ein paar Punkte zu berücksichtigen. So könnten die Wilddichte und der Wildverbiß unter Umständen eine wichtige Rolle spielen, und man sollte sich über die Dynamik der Sukzession und insbesondere die Höhenwuchsdynamik, die in den Pionierbaumarten steckt, sehr wohl im Klaren sein.

### Wald-Wild-Verhältnis

Wie groß sind die Chancen, dass sich Sukzession aus Pionieren einstellt? Hierzu ist relativ früh und wiederholt die Betrachtung von Verjüngungsansätzen notwendig. Ab der Keimzeit April bis Juni werden die Entwicklungen auf der Fläche beobachtet. Welche Baumarten keimen? Wie viele etablieren sich? Wie entwickeln sie sich? Parallel können Zu-

stand und Entwicklung von Weiserpflanzen (Brombeere, Weidenröschen etc.) Erkenntnisse liefern. Sichere Beobachtung der Entwicklung mit Ausschaltung des Wildeinflusses ermöglicht der Bau von Weiserzäunen. Im Zweifelsfall bietet flächiger Zaunschut gegenüber Einzelschutz die größere Chance zur flächigen Beteiligung von Pionieren.

### Zu Beginn: Geduld und Ruhe bewahren

Es ist immer sinnvoll, Flächen nicht sofort nach einer Katastrophe flächig zu bepflanzen. In Abhängigkeit von der Entwicklung der Begleitflora kann ein bis drei Jahre abgewartet werden, ob und wie sich Sukzession entwickelt; eine sorgfältige und genaue Analyse der Ausgangssituation sollte erfolgen (Abbildung 3). Außerdem kann man in Ruhe darauf aufbauend die Ziele und Maßnahmenplanungen für den Folgebestand überlegen. Je nach Dichte und Verteilung der Naturverjüngung und Sukzession können dann noch ergänzende Kulturmaßnahmen durchgeführt werden: flächig, kleinflächig, truppweise. Dieses Vorgehen vermeidet, dass bei schnell durchgeführten flächigen Pflanzungen später aufkommende Sukzession als kulturhinderlich beseitigt werden muss. Damit spart der Waldbesitzer Pflanzen und Pflanzkosten und kann das Ausfallrisiko in Grenzen halten.

### Später schnell, kontinuierlich und konsequent sein zur Erzeugung von Qualitätsholz

Bei Pionieren kulminieren Höhen- und Dickenwachstum früher als bei Schlusswaldbaumarten. Deshalb müssen zur Dimensionierung vorgesehene gute Schaftformen sehr früh entsprechend freigestellt werden. Astfreie Schaftlängen von vier bis sechs Metern reichen aus, um bei einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von etwa 14 cm mit der Dimensionierung zu beginnen. Gegebenenfalls kann man durch Astung nachqualifizieren oder auch dynamisch vorseilend einzelne stärkere Äste in der Krone entnehmen. Da die erwarteten Kronendurchmesser der Pioniere bei etwa 8–12 m liegen, sollte dies auch mindestens der Abstand zwischen Pionier-Zielbäumen und Schlussbaumarten sein. Hilfreich ist dabei auch die einfache Faustzahl für den Mindestabstand zum nächsten Zielbaum: Ziel-BHD der Zielbäume  $\times 25$  – zum Beispiel: Ziel-BHD: 50 cm  $\times 25 = 12,5$  m (Spiecker & Spiecker 1988).

Bei konsequenter und dauerhafter Freistellung der Kronen können bei »Birke, Aspe, Vogelbeere & Co.« bereits im Alter

von 40 bis 60 Jahren gut verwertbare Dimensionen erreicht werden. Die bei der Nutzung entstehenden Freiräume stehen dann den zu dimensionierenden Schlussbaumarten zur Verfügung.

### Zusammenschau

Eingangs dieses Beitrages haben wir die Frage (der Forstpraxis) gestellt, ob nicht unsere Wälder durch die stärkere Beteiligung von Pionierbaumarten im Klimawandel gestärkt werden könnten beziehungsweise ob diese nicht generell zur Lösung der Probleme unserer Wälder beitragen könnten. In der Zusammenschau standörtlicher und waldbaulicher Aspekte kann erstere Teilfrage eindeutig mit »Ja« beantwortet werden. Pionierbaumarten können den Waldaufbau im Klimawandel aus verschiedenen Gesichtspunkten heraus positiv beeinflussen. Zudem ist der Aspekt der Biodiversität aufwendend zu beachten. Pioniere stellen allerdings kein generelles Mittel oder Allheilmittel zur Lösung der Probleme unserer Wälder dar. Insbesondere mit zunehmender Standortgüte sollte ihr Anteil bemessen gehalten werden.

### Zusammenfassung

Pionierbaumarten zeichnen sich durch eine Reihe von Eigenschaften aus, die sie im Zuge des Klimawandels und der damit verbundenen waldbaulichen Herausforderungen neu bewerten lassen. Ihr Reaktionsvermögen, ihre Robustheit und ihre Dynamik kann durch gezielte und steuernde waldbauliche Eingriffe in verschiedenen waldbaulichen Ausgangssituationen sinnvoll genutzt werden, um aus suboptimalen oder schwierigen Situationen zukunftsfähige Waldstrukturen zu entwickeln. Ein Geschenk der Natur, welches durch gezieltes kontinuierliches und konsequentes Handeln entwickelt werden kann. Jedoch sind auch hier die Grenzen zu beachten, sie sind ein Teil der Lösung waldbaulicher Probleme, keine Allheilmittel.

### Literatur

- Burschel, P.; Huss, J. (1997): Grundriss des Waldbaus: ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Parey, 487 S.
- Gedroc, J.J.; McConnaughay, K.D.M.; Coleman, J.S. (1996): Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both? *Functional Ecology*, 10, S. 44–50
- Guo, H.; Xu, B.; Wu, Y.; Shi, F.; Wu, C.; Wu, N. (2016): Allometric partitioning theory versus optimal partitioning theory: the adjustment of biomass allocation and internal C–N balance to shading and nitrogen addition in *Fratillria unibracteata* (Liliaceae). *Pol. J. Ecol.* 64: S. 189–199
- Hein, S.; Spiecker, H. (2009): Controlling Diameter Growth of Common Ash, Sycamore and Wild Cherry. In: Spiecker, H.; Hein, S.; Makonnen–Spiecker, K.; Thies, M. (Hrsg.): *Valuable Broadleaved Forests in Europe*. Brill, Leiden. S. 123–148
- Johansson, T. (2007): Biomass production and allometric above- and below-ground relations for young birch stands planted at four spacings on abandoned farmland. *Forestry*, Vol. 80, No. 1, 2007. doi:10.1093/forestry/cpl049
- Kijowska–Oberc, J.; Staszak, A. M.; Kaminski, J.; Ratajczak, E. (2020): Adaptation of Forest Trees to Rapidly Changing Climate. *Forests* 2020, 11, 123; doi:10.3390/f11020123
- Mayer, H. (1992): *Waldbau auf soziologisch–ökologischer Grundlage*. 4. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, 522 S.
- McCarthy, M.C.; Enquist, B.J. (2007): Consistency between an allometric approach and optimal partitioning theory in global patterns of plant biomass allocation. *Functional Ecology*, 21, S. 713–720
- Meier, I.C.; Leuschner, C. (2008): Belowground drought response of European beech: fine root biomass and carbon partitioning in 14 mature stands across a precipitation gradient. *Global Change Biology*, Volume 14, Issue 9, S. 2081–2095, https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01634.x
- Spiecker, M.; Spiecker, H. (1988): *Erziehung von Kirschenwertholz*. AFZ–Der Wald 20. S. 562–565
- Roloff, A. (2004): *Bäume – Phänomene der Anpassung und Optimierung*. ecomed, 276 S.
- Vitkova, M.; Müllerova, J.; Sadlo, J.; Pergl, J. (2017): Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management* 384: S. 287–302, DOI: 10.1016/j.foreco.2016.10.057

### Autoren

Wolfram Rothkegel und Ottmar Ruppert sind die beiden in der Bayerischen Forstverwaltung verantwortlichen Waldbauratgeber. Sie sind Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Dr. Hans-Joachim Klemmt leitet die Abteilung »Boden und Klima« der LWF. Kontakt: Wolfram.Rothkegel@lwf.bayern.de; Ottmar.Ruppert@lwf.bayern.de; Hans-Joachim Klemmt@lwf.bayern.de



4 **Wiederbewaldung einer Schadfläche: Von den ursprünglich gepflanzten Ahornheistern (mit Fege-schutzspiralen) sind nach sieben Jahren noch rund 800 Stk./ha vorhanden, gleichzeitig haben sich etwa 4.600 Stk./ha Birken, Aspen und Weiden etabliert. Das Arbeiten »mit der Natur« wäre von Beginn an sinnvoller gewesen.**

Foto: W. Rothkegel, LWF