



Naturverjüngung in einer kleinen Lücke. Das Licht reicht gerade aus für die Lichtbaumart Föhre. Ausgesprochene Lichtbaumarten wie Birke oder Lärche konnten sich nicht verjüngen.

Foto: P. Ammann

# Welche Lückengrösse für die Verjüngung von Lichtbaumarten?

Für die Anpassung an den Klimawandel ist die nachhaltige Verjüngung einer breiten Baumartenpalette zentral. Das waldbauliche Vorgehen ist entscheidend, ob und in welchem Ausmass dies gelingt.

Von Peter Ammann, Martin Brüllhardt, Daniel Guggisberg und Pascal Junod\* | Dieser Artikel behandelt seit Langem bekanntes waldbauliches Grundlagenwissen. Neu ist die didaktische Aufbereitung mit schematischen Grafiken. Unsere Baumarten benötigen ein unterschiedliches Mass an Licht, um sich erfolgreich zu verjüngen. Gemäss verbreiteten waldökologischen Grundlagen können die Baumarten in fünf

Klassen des Lichtanspruchs eingeteilt werden. Diese sind in Abb. 2 farblich dargestellt. Um den fließenden Übergängen zwischen diesen Klassen besser gerecht zu werden, wurden die Klassen durch die Autoren gutachtlich nochmals unterteilt (linke und rechte Spalte pro Klasse). Ein Beispiel ist die Traubeneiche, welche wie die Stieleiche als Lichtbaumart eingestuft ist, jedoch bekanntlich mit etwas weniger Licht auskommt. Bei der Interpretation wichtig ist die Tatsache, dass Lichtbaumarten zwingend genügend Licht benötigen. Schattenbaumarten hingegen benötigen keinen Schatten, sie ertragen

ihn; sie können also auch mit viel Licht aufwachsen.

Die dargestellten Lichtansprüche beziehen sich nicht auf das Jungwuchsstadium, sondern gelten ab der Dickungsstufe. Im Jungwuchs kommen viele Baumarten mit weniger Licht aus. Hier sind z.B. Kirsche oder Walnuss zu nennen, deren Lichtbedarf stark zunimmt; sie sind zu Beginn Halbschattenbaumarten und danach ausgesprochene Lichtbaumarten. Birke oder Lärche hingegen benötigen schon als Keimling viel Licht. In diesem Zusammenhang ist auch die alte Faustregel erwähnenswert, wonach die

\*Peter Ammann, Pascal Junod und Martin Brüllhardt (Fachstelle Waldbau, BZW Lyss), Daniel Guggisberg (bis Ende 2023 Abteilung Wald Kt. Aargau)

Eiche in den ersten zehn Jahren pro Jahr ein Zehntel mehr Licht benötigt. Die Verwendung der Lichtansprüche ab Dickungsstufe ist wichtig, weil das Vorhandensein einer Baumart im Jungwuchs noch keine gesicherte Entwicklung bedeutet. Wenn junge Eichen oder Birken in kleinen Lücken zu schlank oder schief (Seitenlicht) aufwachsen, ist die Gefahr von Ausfällen aufgrund zu geringer Stabilität (Nassschnees Schäden) oder fehlender Vitalität sehr hoch.

**Lichtverfügbarkeit in Lücken**

In Abb. 3 wird gezeigt, bei welcher Lückengrösse welche Baumarten möglich sind. Die Farben entsprechen dem Lichtanspruch

*Es ist wichtig, die Baumartenvielfalt zu erhöhen.*

gemäss Abb. 2. Die Lücken wurden vereinfacht als Quadrate dargestellt mit einer Seitenlänge von 10 Metern (1 Are) bis 80 Metern (64 Aren). Der Flächenanteil, der für lichtbedürftigere Baumarten geeignet ist, steigt mit zunehmender Lückengrösse.

Entscheidend ist auch die Position innerhalb der Lücke; am Südrand der Lücken gelangt weniger Licht auf den Boden (nord-exponierter Saum, d.h. Beschattung durch den Altbestand). Zur Interpretation der Grafiken sind folgende Hinweise notwendig:  
 –Die Höhe der umgebenden Bestände spielt eine Rolle. Die angegebene Lückengrösse bezieht sich auf typische Verhältnisse im Schweizer Mittelland mit guten Böden und entsprechend grossen Baumhöhen (z.B. Standort 7a). Auf sauren und trockenen Böden (z.B. Standorte 1 oder 6a) genügen kleinere Lücken (Junod 2016).  
 –Es geht um initiale Lücken, welche auf allen Seiten von Altbestand umgeben sind.  
 –Die umgebenden Bestände sind geschlossen, d.h. es gibt kein nennenswertes zusätzliches Lichtangebot (diffuses Licht, Schirmstellung).  
 –Die Angaben gelten für flache Verhältnisse. An Südhängen genügen kleinere Lücken, an Nordhängen müssen sie entsprechend der Hangneigung grösser sein.  
 –Auch die Form und Ausrichtung von Lücken spielt eine Rolle. Eine optimale Situation kann die Lichtverfügbarkeit auch in etwas kleineren Lücken erhöhen.

– Es gibt auf der Fläche noch keine fortgeschrittene Vorverjüngung von Schattenbaumarten («vom Dunkel ins Licht»).

Die Grafiken zeigen, dass unter den genannten Verhältnissen z.B. Folgendes möglich ist:

- Hagebuche, Spitzahorn oder Bergahorn ab 4 Aren
- Douglasie, Edelkastanie oder Elsbeere ab 9 Aren
- Föhre, Traubeneiche oder Stieleiche ab 16 Aren
- Lärche, Birke, Kirsche oder Nussbaum ab 25 Aren

Allerdings gilt dies nur für einen jeweils kleinen Flächenanteil innerhalb der Lücken, nämlich im nördlichen (südexponierten) Teil der Lücken, bei grösseren Lücken auch im Zentrum. Ein grosser Teil der kleinen Lücken wird durch Schatten- oder Halbschattenbaumarten verjüngt werden. Bei der grössten dargestellten Lücke von 64 Aren hingegen ist der für Lichtbaumarten geeignete Flächenanteil bereits recht gross.

**Verjüngungseffizienz von Lichtbaumarten**

Je nach praktiziertem Waldbau wird mit verschiedenen Lückengrössen gearbeitet. Im

Schatten-Baumarten		Halbschatten-Baumarten		Halblicht-Baumarten		Licht-Baumarten		Ausgespr. Licht-Baumarten	
Eib	SLi	Habu	BAh	Dgl	Wey	Fö	As	FEi	Bi
Bu	WLi	Fi	SAh	Eb	Es	TEi	SEi	Mb	Ki
Ta			FAh	SchAh	Ar	ZEi	Sp	REi	Nb
			BUI	EKa		HAp	VBe	Wei	SEr
						HBi			Lä

Abbildung 2: Lichtbedarf von ausgewählten Baumarten (verändert nach Bugmann 2023)

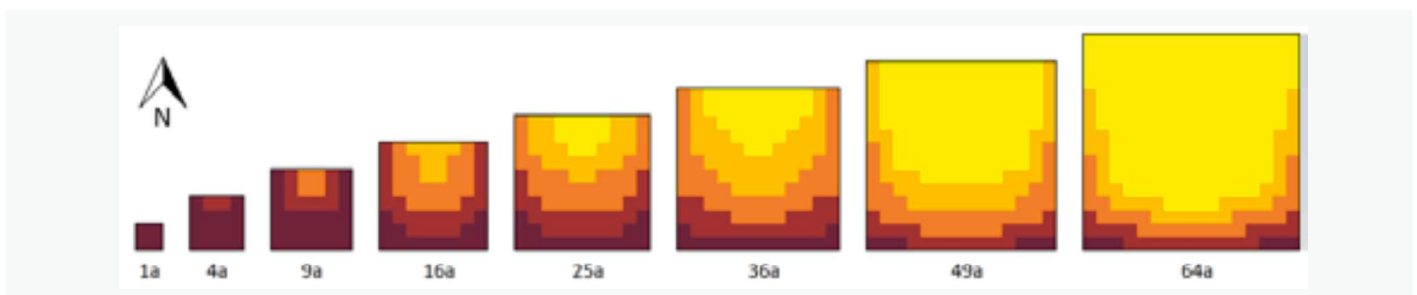


Abbildung 3: Lichtverfügbarkeit in Abhängigkeit der Lückengrösse und der Position innerhalb der Lücke (verändert nach Roussel (1972) und Modrow et al. (2020))

Femelschlag sind Lücken unterschiedlicher Grösse möglich, im Dauerwald gibt es meist kleine Lücken (Einzelbaum-Ernte bis Gruppen). Abb. 4 zeigt dreimal eine Bestandesfläche von 4 Hektaren, auf welcher jeweils 66 Aren (ca.  $\frac{1}{6}$  der Fläche) mit verschiedenen grossen Lücken verjüngt wird. Im Beispiel oben sind auf 50% der Fläche Eichen (als Beispiel) möglich. Im mittleren Beispiel ist dies auf 25% der Fläche möglich. Im unteren Dauerwald-Beispiel mit vielen kleinen Lücken sind gar keine Lichtbaumarten und damit Eichen möglich. Bei einer insgesamt gleich grossen Jungwaldfläche kann mit zunehmender Lückengrösse also auf einem grösseren Anteil der Fläche eine breite Palette an Baumarten verjüngt werden. Dies bezeichnen wir als Verjüngungseffizienz von Lichtbaumarten.

#### Faktor Zeit und die Erweiterung von Lücken

Bis hierher ging es um die Verjüngungseinkleitung mit Lücken, d.h. um den Beginn der Verjüngung innerhalb einer Verjüngungseinheit. Der Faktor Zeit wurde dabei noch ausgeklammert. Ebenfalls ging es bisher nur darum, was innerhalb der Lücke passiert. Mit jeder Lücke wird aber auch die Verjüngung im umgebenden Bestand eingeleitet (Seitenlicht, Innensaum). Dabei spielt es eine grosse Rolle, ob Nebenbestand das Seitenlicht abfängt (Vorhang-Effekt, z.B. klebastige Buchen) oder ob ein Hallenwald mit hoch angesetzten Kronen das Seitenlicht weit hereinlässt. Falls eine Lücke ohne Erweiterung bestehen bleibt, wird man auch rund um die Lücke herum Schattenbaumarten verjüngen. Somit ist auch in diesem Fall die Verjüngungseffizienz für Lichtbaumarten insgesamt gering. Der mosaikartige Waldbau schafft mit Lücken bis rund einer halben Hektare Grösse zwar Nischen für Lichtbaumarten, wird aber trotzdem zu einem erheblichen Anteil Schattenbaumarten fördern (Abb. 5, links).

Hier kommt die Erweiterung der Lücken bzw. der Zeitfaktor ins Spiel. Wenn die Lücken erweitert werden, kann mit wenig zusätzlicher Fläche viel Licht geschaffen werden. Die Vergrösserung der Lücke («Umrändelung») profitiert vom bereits vorhandenen Licht der ersten Lücke, solange dort die Verjüngung noch klein ist. In Abb. 5 (rechts) wurde eine 15 Meter breite Umrändelung realisiert; die Fläche vergrössert sich dadurch von 16 auf 49 Aren. Bei zeitnaher Erweiterung von Lücken, z.B. nach fünf Jahren, steigen die Chancen für Lichtbaumarten, die Verjüngungseffizienz für Lichtbaumarten ist hoch. Auch im

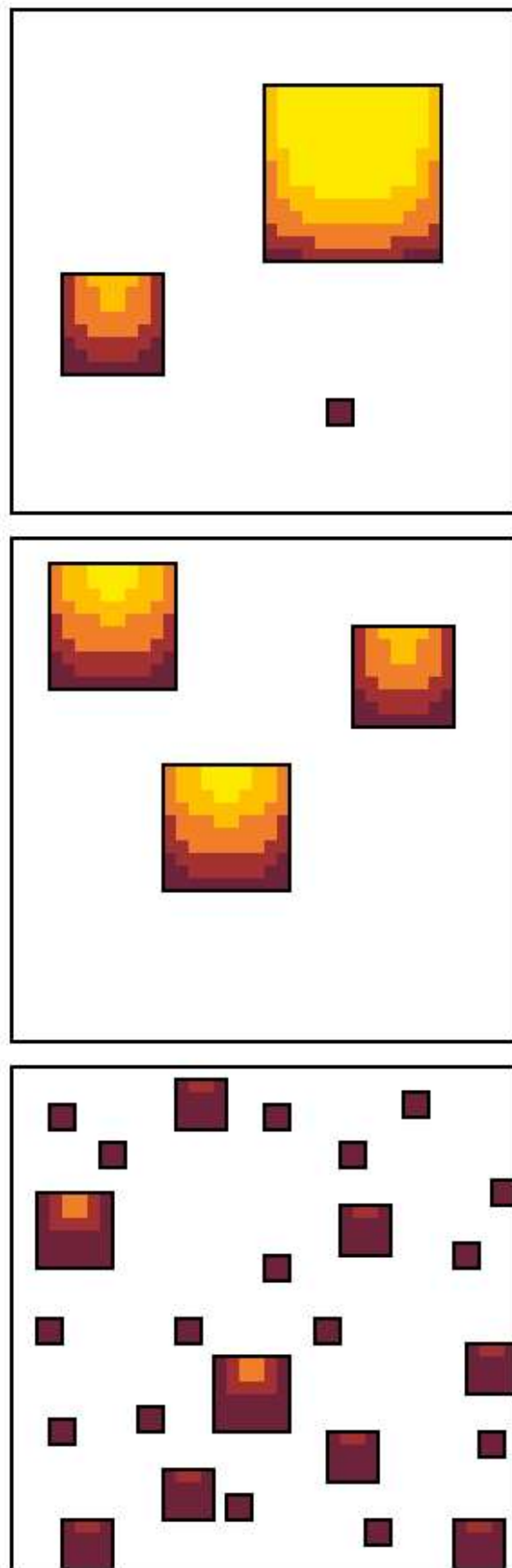


Abbildung 4: Verjüngungseffizienz von Lichtbaumarten



Abbildung 5: Effekt (gutachtlich) der zeitlich variierten Erweiterung von Lücken auf die Möglichkeiten der Verjüngung von Lichtbaumarten

initialen Teil der Verjüngung verbessert sich das Lichtangebot, wodurch in diesem noch jungen Bestand vorhandene Lichtbaumarten bessere Chancen bekommen.

Falls Lücken lange nicht erweitert werden, sind grosse Teile der Lücke sowie der Innensaum bereits mit Schattenbaumarten besetzt (Abb. 5, Mitte). Diese haben bereits eine Grösse, welche selber wieder eine beschattende Wirkung auf die umrändelte Fläche ausübt. Je nach Lichtdurchlässigkeit des Saumes zieht sich die Vorverjüngung mehr oder weniger weit in den Innensaum hinein. Bei langen Verjüngungszeiträumen müsste die Saumbreite entsprechend gross sein, um Lichtbaumarten verjüngen zu können.

#### Bedeutung für die Praxis

Die Grafiken zeigen die Bedeutung der Lückengrösse und die grossen Möglichkeiten von Erweiterungen (=Femelschlag) für die Verjüngungseffizienz von Lichtbaumarten und somit für die Erhöhung der Baumartenvielfalt. Dabei beschränkt sich dieser Artikel auf die Lichtverfügbarkeit als zentraler Faktor für die Verjüngungsökologie. Bei grösseren Lücken gibt es aber auch zunehmende negative ökologische Auswirkungen wie z.B. der Verlust des Waldbinnenklimas, Nährstoffverluste durch Auswaschung, Waldreiben oder die Reduktion der Schutzwirkung im Schutzwald. Die Aufgabe des Waldbaus ist es, diese Effekte gegeneinander abzuwägen und unter Ausnutzung sich bietender Chancen situativ eine gute Lösung zu finden. Die Umsetzung muss nicht

schematisch sein; Lücken und Erweiterungen lassen sich beliebig ausgestalten. Das Belassen von sogenannten «Elementen des naturnahen Waldbaus» wie z.B. Überhältern, Habitatbäumen, Pionierbaumarten, Sträuchern und Totholz reduziert negative ökologische Auswirkungen.

Auch im Dauerwald ist es wichtig, Zukunftsbaumarten zu verjüngen und die Baumartenvielfalt zu erhöhen. Weil man sich hier meist im Bereich der unteren Grenze der Lichtverfügbarkeit bewegt, sind gute Kenntnisse der Lichtansprüche der Baumarten besonders wichtig. Schon mit relativ kleinen Lücken lassen sich Sommer- und Winterlinde, Hagebuche, Spitzahorn oder Eibe (mit Schutzmassnahmen) verjüngen. Und auch für die Halblichtbaumarten Douglasie, Elsbeere, Schneeballblättriger Ahorn oder Edelkastanie gibt es Möglichkeiten. Dieser Beitrag behandelte die Lückengrösse bzw. die Erweiterung von Lücken mit direktem Licht. Gäbe es nicht auch Möglichkeiten in stufigen Beständen, mit reduzierter Bestandesdichte und diffussem Licht? Bei Wäldern in Überführung, welche vor Kurzem noch geschlossene Baumhölzer waren, gibt es entsprechende Chancen («vom Dunkel ins Licht»). Diese sind aber nicht langfristig bzw. nachhaltig vorhanden. Nachdem sich eine fortgeschrittene Stufigkeit oder flächendeckende Zweischichtigkeit einstellt, lassen sich darunter nur noch Schattenbaumarten verjüngen. Erst Jahrzehnte später, nachdem eine Verjüngungswelle aus Schattenbaumarten aufgewachsen und der Boden wieder frei von (Vor-)verjüngung ist,

bestehen erneut Chancen für die Verjüngung von Lichtbaumarten. Und dann kommt wieder die Lückengrösse ins Spiel.

Gegen einzelne grössere Lücken für Eichen und weitere lichtbedürftige Zukunftsbaumarten ist wohl auch im Dauerwald nichts einzuwenden – letztlich könnten die verschiedenen Betriebsarten je nach Zielsetzung auch viel häufiger kombiniert werden. ■

#### LITERATUR

- Bugmann, H., 2023:** Waldökologie. Skript zur Vorlesung Waldökologie. Professur Waldbau, ETH Zürich.
- Junod, P., 2016:** Erfahrungen mit Eiche in ungleichförmigen Wäldern. Zürcher Wald 3/2016, S. 13-17.
- Modrow, T. et al., 2020:** Photosynthetic performance, height growth, and dominance of naturally regenerated sessile oak seedlings in small-scale canopy openings of varying sizes. European Journal of Forest Research 139/2020, S. 41-52.
- Roussel, L., 1972:** Photologie forestière. Masson, Paris, 144 S.
- Schütz, J.-Ph., 2002:** Die Technik der Waldverjüngung von Wäldern mit Ablösung der Generationen. Skript zur Vorlesung Waldbau II. Professur Waldbau, ETH Zürich