

# Entwicklung von Forstkulturen auf ehemaligen Schadflächen in den bayerischen Alpen

18 Jahre lang beobachteter Versuch gibt Antworten zu Aufforstungen im Gebirge

Hany El Kateb, Andreas Schreyer und Reinhard Mosandl

**Um die Schutzfunktion des Gebirgswaldes aufrecht zu erhalten, kommt es besonders darauf an, Kahlfächensituationen zu vermeiden. Verlichtungen oder Kahlfächen müssen insbesondere bei fehlender Naturverjüngung möglichst schnell wieder künstlich in Bestockung gebracht werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die waldbaulichen Maßnahmen ökologisch sinnvoll und ökonomisch gerechtfertigt sind.**

Mitte der 1980er Jahre initiierte der Lehrstuhl für Waldbau der Universität München im Zuge der damals viel diskutierten »neuartigen Waldschäden«, die insbesondere in höheren Gebirgslagen zu großflächigen Verlichtungen oder zum Absterben von Waldbeständen führten, ein Forschungsprojekt, das sich mit der Wiederaufforstung beschäftigte (Mosandl und Burschel 1986; Binder 1992; Homann 2004). Auf drei Standorten in Bayern (Frankenwald, Fichtelgebirge und Kalkalpen) wurden die Eignung ausgewählter Baumarten für die Aufforstung und die Erfolgsaussichten verjüngungsfördernder Maßnahmen untersucht. Die hier dargestellten Ergebnisse stammen von dem über 18 Jahre beobachteten Aufforstungsversuch in den Kalkalpen.

## Beschreibung des Aufforstungsversuchs

Im Wuchsbezirk Mittlere Bayerische Kalkalpen traten Mitte der 1980er Jahre starke Schädigungen der hochmontanen Fichtenbestände auf. Es stand zu befürchten, dass sich die verlichteten Altbestände vollständig auflösen und große Kahlfächensituationen entstehen würden. Die Voraussetzungen für die Verjüngung der Bestände waren extrem ungünstig: Naturverjüngung war auf Grund des hohen Wildstandes nur spärlich vorhanden und der Standort war infolge der intensiven Beweidung durch Trittschäden stark verdichtet. Es war deshalb von Anfang an klar, dass Aufforstungsbemühungen nur dann Aussicht auf Erfolg hatten, wenn Wild und Weidevieh keinen Zutritt zu den Aufforstungsflächen hätten (El Kateb, Stolz und Mosandl 2009). Aber auch bei vollständigem Ausschluss von Wild und Weidevieh blieben mehrere Fragen offen:

1. Welche Baumarten eignen sich für die Aufforstung?
2. Ist eine Überschirmung der Aufforstungsflächen vorteilhaft oder gar notwendig?
3. Sind verjüngungsfördernde Maßnahmen wie Düngung und Begleitwuchsregulierung für die Entwicklung der Forstkulturen notwendig?

Zur Beantwortung dieser Fragen legte daher der Lehrstuhl für Waldbau im Jahr 1985 im Forstamtsbereich Füssen in einer Höhenlage von 1.450 Metern ü. N.N. einen Aufforstungsversuch mit den Baumarten Fichte, Tanne, Buche, Ahorn, Vogel-

beere und Grünerle an. Der Versuch besteht aus zwei Blöcken. Jeder Block umfasst eine Frei- und eine Schirmfläche (verlichtete Bestände mit durchschnittlichem Überschirmungsgrad von 45), die vollständig umzäunt wurden. Es wurden ausreichend große Flächen vorgesehen, um zwei Düngungs- (mit Düngung und ohne Düngung) und zwei Begleitwuchsregulierungsvarianten (mit und ohne Beseitigung der Bodenvegetation) testen zu können. Gedüngt wurde (Kopfdüngung in zwei Gaben mit 16 Gramm Nitrophos) erst im vierten Jahr nach Versuchsbeginn, nachdem Nährelementanalysen einen Stickstoff- und Phosphormangel ergeben hatten. Bei der Hälfte der Pflanzen wurde in den ersten vier Jahren des Versuches mindestens einmal im Jahr die konkurrierende Bodenvegetation mechanisch beseitigt. Insgesamt bilden 96 Einheiten (2 Blöcke x 2 Versuchsflächen x 2 Düngungsvarianten x 2 Begleitwuchsregulierungsvarianten x 6 Baumarten) den Versuch. In jeder Versuchseinheit wurden jeweils 48 Pflanzen praxisüblicher Sortimente ausgebracht. Mit Ausnahme der wurzel nackten Buchen wurden bei allen anderen Baumarten Weichwandcontainerpflanzen verwendet.

## Die wichtigsten Ergebnisse

### Eignung der Baumarten

Zur Beurteilung des Erfolgs der Aufforstung bzw. der Eignung der Baumarten für die Wiederaufforstung geschädigter Bestände im Bergwald werden die Ergebnisse dreier wichtiger Aufnahmeparameter präsentiert, der *Überlebensraten*, der *Vitalität* und der *Sprosshöhen* der gepflanzten Bäume.

18 Jahre nach der Pflanzung haben von allen gepflanzten Baumarten, mit Ausnahme der Buche, mindestens 55 Prozent überlebt (Abbildung 1 oben). Besonders hohe Überlebensraten wiesen Vogelbeere und Grünerle auf. Von den Buchen überlebten hingegen weniger als ein Drittel. Die niedrige Überlebensquote der Buche stellt keine baumartenspezifische Eigenheit dar, sondern ist darauf zurückzuführen, dass die Buche als einzige Baumart nicht als Containerpflanze ausgebracht wurde. Erstaunlicherweise sind nahezu alle noch lebenden Pflanzen der untersuchten Baumarten vital. Der Anteil vitaler Pflanzen liegt zwischen 94 und 100 Prozent. Die

hohen Überlebensraten und die Vitalität der künstlichen Verjüngung weisen darauf hin, dass sich alle im Versuch gepflanzten Baumarten für die Wiederaufforstung des untersuchten Standorts in den Kalkalpen eignen. Die Verwendung von Containerpflanzen hat sich hier bewährt. Das Wachstum geht allerdings auf Grund der kurzen Vegetationsperiode recht langsam voran. Lediglich Fichten, Grünerlen und Bergahorne haben nach 18 Jahren eine Höhe von 1,50 Metern überschritten – allerdings nur auf den Freiflächen. Auffällig war das sehr unterschiedliche Wachstum innerhalb der einzelnen Versuchseinheiten, was auf kleinstandörtliche Unterschiede hindeutet. Inwieweit diese Wachstumsunterschiede mit kleinräumigen Bodenverdichtungen (die zu Wachstumsdepressionen führen) infolge des vormaligen Viehtritts oder der Nähe von alten Wurzelstöcken (die das Wachstum zu begünstigen scheinen) zusammenhängen, konnte statistisch bislang nicht abgesichert werden.

### Überschirmung

Die Überschirmung beeinflusste nicht nennenswert die Überlebensraten. Auf der Freifläche überlebten fast genauso viele Pflanzen wie unter Schirm. Lediglich die Tanne profitierte etwas von der leichten Überschirmung (Abbildung 1 oben). Die Lichtverhältnisse reichten unter dem verlichteten Altbestand (Überschirmungsgrad von 45) für das Überleben einer genügenden Anzahl vitaler Pflanzen aller Baumarten aus. Die Situation wäre unter einem sehr viel dichteren Altholzschirm wohl völlig anders gewesen; dann hätten mangels Lichts am Boden insbesondere bei den Lichtbaumarten nur sehr wenig Verjüngungspflanzen überlebt. Die Überschirmung war dennoch der entscheidende Faktor für die Steuerung des Wachstums der Verjüngung. Ihre Wirkung war statistisch signifikant. Bei allen Baumarten (insbesondere bei Fichte und Ahorn) dämpft der Schirm das Wachstum stark. Eine erfolgreiche Aufforstung ist demnach auch auf der Freifläche möglich; eine leichte Überschirmung ist zum Zeitpunkt der Aufforstung zwar nicht notwendig, aber sicherlich auch nicht nachteilig. In einem späteren Stadium bremst sie aber das Wachstum der Verjüngungspflanzen enorm.

### Düngung und Begleitwuchsregulierung

Der Einfluss der Versuchsfaktoren *Düngung* und *Begleitwuchsregulierung* auf die künstliche Verjüngung 18 Jahre nach Versuchsbeginn kann anhand des Parameters Volumenindex aufgezeigt werden. Der Volumenindex (Wurzelhalsdurchmesser<sup>2</sup> x Sprosshöhe) wurde für jede Pflanze errechnet und anschließend für alle Individuen einer Versuchseinheit summiert und auf Hektarwerte hochgerechnet (Abbildung 2). Damit stand ein aussagekräftiges Kriterium, das als Biomassen- bzw. Produktionsindex gilt, für die Beurteilung der Effekte der Versuchsfaktoren zur Verfügung. Allerdings kann dieser Index, der die unterschiedlichen Holzdichten der Baumarten nicht einbezieht, nur für die Beurteilung von Effekten innerhalb einer Baumart und nicht für Vergleiche zwischen den verschiedenen Arten herangezogen werden. Die Ergebnisse der Varianzanalyse (Schreyer 2004) waren sehr deutlich: 18 Jahre nach Pflanzung konnte weder für die einmalige Düngung noch für

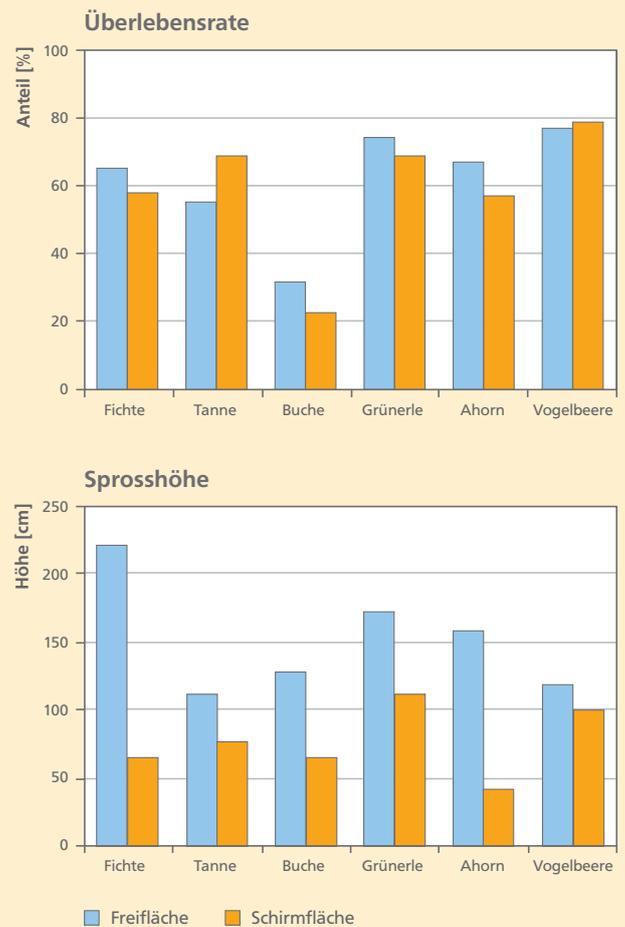


Abbildung 1: Überlebensraten und mittlere Sprosshöhen 18 Jahre nach der Pflanzung

die mehrmals wiederholte Beseitigung der Bodenvegetation eine statistisch signifikante Wirkung auf die künstliche Verjüngung nachgewiesen werden. Dagegen ließ sich beim Volumenindex ein starker Einfluss der Überschirmung auf alle Baumarten nachweisen. Ohne Ausnahme war der Produktionsindex auf der Freifläche um ein Vielfaches höher als unter dem Schirm.

Auch wenn kein signifikanter Einfluss der Maßnahmen »Düngung« und »Begleitwuchsregulierung« auf die künstliche Verjüngung nachgewiesen werden konnte, so gab es doch sowohl negative als positive Tendenzen, die hier nicht unerwähnt bleiben sollen. Es scheint, dass die Beseitigung der Bodenvegetation einen positiven Effekt auf das Überleben der Grünerle auf der Freifläche hatte, ansonsten konnte bei den anderen Arten überhaupt keine positive Wirkung festgestellt werden. Binder (1992) berichtet in seiner Studie, die die ersten vier Aufnahmejahre umfasste, dass die Beseitigung der Bodenvegetation mehr Schaden als Nutzen anrichtete.

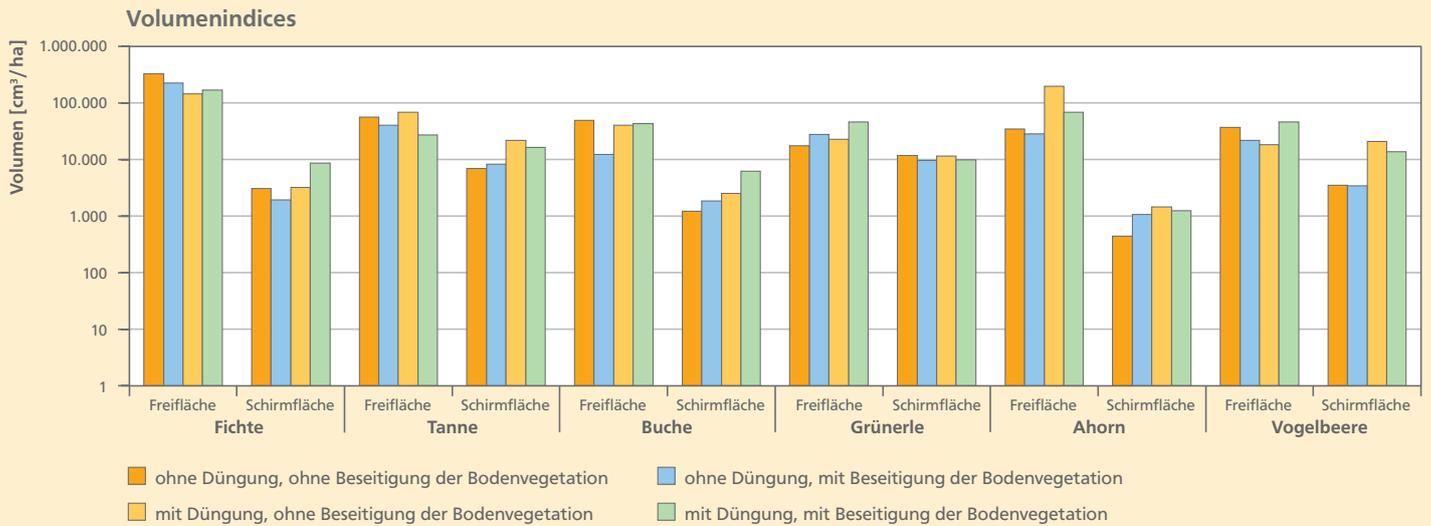


Abbildung 2: Die Volumenindices zeigen den Einfluss der Überschirmung. Düngung und Begleitwuchsregulierung wirken sich hingegen kaum auf die Verjüngung aus.

Die Düngung fand nicht bei Versuchsbeginn statt und deshalb kann hier keine Aussage über ihre Wirkung auf das Überleben in den ersten Jahren gemacht werden. Die erst im dritten Jahr nach Etablierung der Verjüngung durchgeführte Düngung zeigte im 18. Beobachtungsjahr eine unterschiedliche Wirkung auf die Baumarten, wobei es von Bedeutung war, ob sich die Verjüngung unter dem Schirm des Altbestandes oder auf der Freifläche befand. Positive Effekte auf das Überleben waren beim Ahorn und negative bei den Fichten zu beobachten. Die gedüngten Buchen unter dem Schirm haben höhere Ausfälle erlitten. Es scheint aber, dass die Düngung das Buchenwachstum sowohl auf der Freifläche als auch unter dem Schirm gefördert hat. Unter Schirm deutet sich eine positive Wirkung der Düngung auf die Wachstumsparameter von Fichten, Tannen und Vogelbeeren an. Binder (1992) und Homann (2004) konnten auf der Basis der Ergebnisse des vierten bzw. des fünften Aufnahmejahres nach Versuchsbeginn zum Teil statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den gedüngten und ungedüngten Pflanzen nachweisen. Diese Unterschiede haben sich offensichtlich mit fortschreitendem Alter der Verjüngung verringert.

Nach 18-jähriger Versuchsdauer können all die aufgezeigten Tendenzen zum einen statistisch nicht mehr abgesichert werden und zum anderen sind sie auch nicht von substantieller Bedeutung – weder für das Überleben noch für das Wachstum der Verjüngung. Ein völliger Verzicht auf diese beiden Maßnahmen hat keine ökologischen Nachteile für die künstliche Verjüngung zur Folge, wegen der eingesparten Kosten jedoch enorme ökonomische Vorteile.

## Praktische Schlussfolgerungen

Für die Wiederbestockung verlichteter Waldflächen oder Freiflächen in den bayerischen Kalkalpen steht eine Vielzahl an Baumarten zur Verfügung, die sowohl unter Schirm als auch auf Kahlfeldern angebaut werden können. Entscheidend für den Aufforstungserfolg ist nicht nur die Auswahl geeigneter Baumarten, sondern auch die Qualität des Pflanzmaterials. Containerpflanzen sind unter den schwierigen Gebirgsbedingungen eindeutig im Vorteil gegenüber wurzelnackt gepflanzten Bäumen. Im Gegensatz zu den unbedingt notwendigen Maßnahmen zur Wild- und Weideviehregulierung dürften bei Verwendung von qualitativ hochwertigem Pflanzmaterial teure Begleitmaßnahmen wie Düngung und Beseitigung der Bodenvegetation überflüssig sein.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, wie wichtig die wissenschaftliche Überprüfung der Wirksamkeit waldbaulicher Maßnahmen ist (El Kateb et al. 2004); nur so kann die Verschwendung finanzieller Ressourcen für ineffiziente Maßnahmen vermieden werden.

## Literatur

im Internet unter [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)

Hany El Kateb ist Forstbiometriker am Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München. [elkateb@forst.wzw.tum.de](mailto:elkateb@forst.wzw.tum.de)  
Dipl. Forstwirt Andreas Schreyer führte die Aufnahme auf den Versuchsfeldern in den Kalkalpen im Rahmen seiner Diplomarbeit durch.

Prof. Dr. Reinhard Mosandl ist Leiter des Lehrstuhls für Waldbau der Technischen Universität München.