

Wachstum der Fichte im bayerischen Alpenraum

Studie belegt herausragende Bedeutung der Stickstoff- und Phosphorversorgung für Wachstum der Fichte

Jörg Ewald und Karl Mellert

Über das Wachstum der Fichte im Gebirge gibt es eine einfache Faustregel: Sie braucht genügend Wärme und Wasser. Wie aber steht es mit dem Bedarf an Nährstoffen? Eine breit angelegte Studie zu Ernährung und Wachstum in den Bayerischen Alpen identifiziert wichtige Mangelfaktoren und zeigt, dass man wenig wuchskräftige Standorte gut an ihrer Bodenvegetation erkennen kann.

Wie schnell wachsen Bäume in die Höhe? Dieser als Bonität oder Standortgüte bezeichnete Kennwert ist für Forstwirtschaft und Forstwissenschaft gleichermaßen interessant. In den Alpen begrenzt die Standortgunst außerdem die Geschwindigkeit, mit der junge Waldbestände ihre Schutzfunktionen erfüllen und dem Äser des Schalenwildes entwachsen (Baier 2006; Wilnhammer et al. 2011). Die im Waldinformations-

system Nordalpen (WINALP) kartierten Waldtypen (Reger und Ewald 2012) liefern Anhaltspunkte, dass dabei Bodeneigenschaften wichtiger sind als die von der Höhenlage abhängige Temperatur (Klemmt und Ewald 2012). Um die Wirkung der Böden besser zu verstehen, wurden in einem Anschlussprojekt (Forschungsvorhaben ST 270 »Ernährungs- und Wachstumsfaktoren der Fichte im Kalkalpin«) detaillierte Daten zu Bonität, Ernährung (Nährstoffgehalte in Nadeln), Böden und Bodenvegetation von 60 repräsentativen Standorten aus dem Fundus des forstlichen Monitorings ausgewertet.

Stickstoff, Phosphor und Humus: Der »Dreiklang« für Wachstum im Kalkalpin

Die untersuchten Fichtenbestände wiesen, normiert auf ein Alter von 100 Jahren, zwischen 14 m (steiler SW-Hang auf Dolomit, 1500 m) und 44 m (mäßig geneigter Südhang auf Molasse, 1000 m) Oberhöhe auf – ein enorm breites Spektrum, das von blankem Überleben bis zu Spitzenwerten reicht (Assmann und Franz 1963). Allein die Nährelemente Phosphor (P) und Stickstoff (N) sind nach allen Kriterien (siehe Kasten) begrenzend für das Wachstum. So lag der P-Gehalt von Nadeln der schwach wüchsigen Fichtenbestände (<26 m) stets im latenten (<1,3 mg/g: Milligramm pro Gramm Trockenmasse), für mehr als ein Zehntel der Bestände sogar im akuten Mangel (Göttlein et al. 2011). N-Mangel war zwar etwas seltener, dafür waren die wüchsigen Fichtenbestände (>30m) auffallend gut mit diesem Element versorgt. Auf Mangel an den beiden Elementen weisen gelblich bis stumpf grün gefärbte, oft auffallend kurze Nadeln hin (Bergmann 1993).

In einer Zeit, wo hohe N-Einträge ein Umweltproblem darstellen (Mellert et al. 2005), ist eine Begrenzung des Wachstums durch diesen Nährstoff überraschend. Die mengenmäßig hohen, durch starke Niederschläge jedoch verdünnten Einträge werden in den jungen, steinigen Böden der Kalkalpen offenbar nur gering angereichert. So hängen Nährstoffverfügbarkeit und Wachstum immer noch eng vom Humuszustand ab (Wilnhammer et al. 2011), der vielerorts von früherer Holznutzung und Waldweide geprägt ist (Bochter et al. 1981).



Foto: J. Ewald

Abbildung 1: Schwachwüchsige Fichten mit N- und P-Mangel auf einer Blockhalde im Wettersteingebirge (Gaifkopf im Reintal).

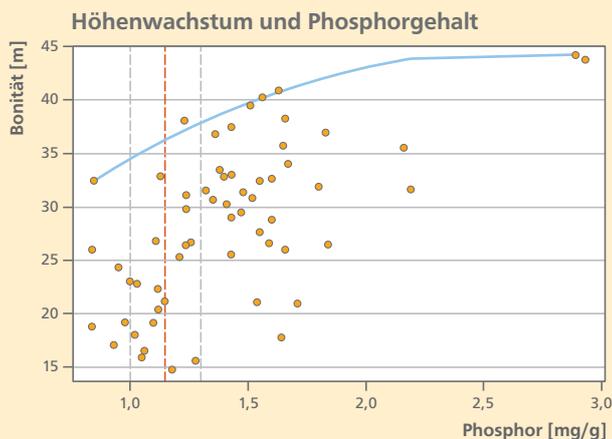


Abbildung 2: Die Bonität der Fichten hängt vom P-Gehalt der Nadeln ab. Die obere Grenzlinie (blaue durchgezogene Linie) zeigt die Form einer Ertragskurve. Die statistisch ermittelten Schwellenwerte (gepunktete rote Linie) fallen in den bekannten Mangelbereich (gepunktete graue Linien).

Wer aus dem Flachland oder der Landwirtschaft kommt, muss im Gebirge umdenken und lernt die Bodenversauerung schätzen. Die höchsten Bäume stehen auf den sauren Böden der Molasse- und Flyschvorberge (Klemmt und Ewald 2011). Auf den häufig anstehenden Kalksteinen und Dolomiten besteht ein Überangebot an Calcium (Ca) und Magnesium (Mg), das die Aufnahme anderer Nährstoffe und das Wachstum hemmt. Kaliummangel findet man selten auf wenig verwitterten Dolomitmöden, wo mächtige Tangelhumusauflagen das einzige Wurzelsubstrat darstellen.

Bodenvegetation

Wie kann man Nährstoffmangel und geringe Standortskraft diagnostizieren, wenn nicht gerade 100-jährige Fichten als Bioindikator zur Verfügung stehen? Zeigerpflanzen geben Aufschluss über die Verfügbarkeit von allem was Pflanzen brauchen: So ordnete Heinz Ellenberg den Pflanzen Zeigerwerte für wichtige ökologische Faktoren zu (Ellenberg et al. 2001). Bestimmt man alle Pflanzen in einem Bergwaldbestand und mittelt ihre Zeigerwerte, so kann man aus letzteren die Bonität von Fichten mit geringer Fehlerquote vorhersagen. Dabei wirken N- und P-Verfügbarkeit (Nährstoffzahl), Ca- und Mg-Überschuss (Reaktionszahl), Trockenheit (Feuchtezahl) und Wärmemangel (Temperaturzahl) mit fast gleichem Gewicht zusammen. Tatsächlich enthält die Alpenflora neben Kalkzeigern auffallend viele Zeiger für Mangel an Phosphor und Stickstoff (Ewald 2003); Bergwälder und Almen haben, wie auch in der Schweiz nachgewiesen (Kohli 2011), vielerorts ihren mageren Charakter bewahrt.

Nährstofflimitierung und Schwellenwerte

Bereits im 19. Jahrhundert formulierten Carl Sprengel und Justus von Liebig das »Gesetz des Minimums«, dem zu Folge das Pflanzenwachstum durch die jeweils knappste Ressource begrenzt wird. Der beste, bei Kulturpflanzen oder Jungbäumen eingesetzte Nachweis sind Düngungsexperimente unter kontrollierten Bedingungen. Bei der Beurteilung von Waldbeständen ist man auf eine Kombination von Statistik und Erfahrungswissen angewiesen. Ob ein Nährelement limitierend ist, wurde in der vorliegenden Studie an Hand dreier Kriterien beurteilt:

1. Welches Gewicht erhält das Element in der Schwellenwertanalyse?
2. Welche Form hat die Ernährungs-Wachstumsbeziehung?
3. Entspricht der Schwellenwert dem Erfahrungswissen?

Im Bergwald erfüllen nur N und P alle drei Kriterien. Dagegen erfüllt Mangan zwar die ersten beiden Kriterien, ist jedoch in den Fichtennadeln reichlich vorhanden; umgekehrt kommen zwar niedrige Kalium-Nadelspiegel vor, das Element zeigt jedoch keinen deutlichen Einfluss auf das Wachstum.

Fazit: Humuspflege

Wie müssen Bewirtschafter mit Bergwäldern umgehen, die unter Nährstoffmangel leiden? Um ein weiteres Absinken der Wuchsleistung zu vermeiden und die Erfüllung der Schutzfunktionen nicht zu gefährden, ist ein pfleglicher Umgang mit dem Humus erforderlich. Daher sind kräftige Auflichtungen, die zur Humusmineralisation führen, möglichst zu vermeiden. Des Weiteren sollte möglichst viel, möglichst nährstoffhaltige Biomasse (Bodenvegetation, Nadeln, Reisig, Rinde) im Wald belassen werden, um den Humusvorrat zu erhalten und aufzubauen, aus dem künftig Stickstoff und Phosphor mineralisiert werden können. Auf degradierten Standorten mit Wuchstockungen (Wilnhammer et al. 2011) trägt ein Belassen von Totholz (an Steilhängen z.B. als Querleger eingebaut) zum Aufbau eines speicherfähigen Wurzelraumes bei, aus dem Fichten künftig Stickstoff und Phosphor aufnehmen können. Bei fehlendem Humusvorrat ist die in der Schutzwaldsanierung gelegentlich eingesetzte Kopfdüngung mit mineralischem NPK-Dünger nur kurzfristig wirksam (Baier 2006). Das Ziel der Humuspflege muss auf schwach wuchskräftigen Kalkböden sorgfältig gegenüber technischen und walddhygienischen Vorteilen der Ganzbaumnutzung abgewogen werden (Mellert und Ewald 2011).

Literatur

Assmann, E.; Franz, F. (1963): *Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern*. Hrsg: Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Baier, R. (2006): *Wurzelentwicklung, Ernährung, Mykorrhizierung und »positive Kleinstandorte« der Fichtenverjüngung (Picea abies [L.] Karst.) auf Schutzwaldstandorten der Bayerischen Alpen*. Dissertation, Technische Universität München, Freising. Online verfügbar unter www.forst.tu-muenchen.de/EXT/LST/WAERN/Baier_Roland_Diss.pdf

Bergmann, W. (1993): *Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen*. 3. Aufl. Jena

Bochter, R.; Neuerburg, W.; Zech, W. (1981): *Humus und Humuschwund im Gebirge*. Forschungsbericht 2 Nationalpark Berchtesgaden

Ellenberg, H.; Weber, H. E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W. (2001): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 4. Aufl. Scripta Geobotanica 18, Göttingen

Ewald, J. (2003): *The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés*. Basic and Applied Ecology 4: S. 507–513

Göttlein, A.; Baier, R.; Mellert, K.-H. (2011): *Neue Ernährungskennwerte für die forstlichen Hauptbaumarten in Mitteleuropa – Eine statistische Herleitung aus VAN DEN BURG's Literaturzusammenstellung*. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 182: S. 173–186

Klemmt, H.-J.; Ewald, J. (2011): *Wachstum der Fichte nach Waldtypen. Forstinventurdaten untermauern Aussagekraft der WINALP-Karten*. AFZ/Der Wald 24, S. 22

Kohli, L. (2011): *Stickstoffeintrag aus der Luft verändert Vielfalt*. BDM-Facts 3, S. 1–4

Mellert, K.; Ewald, J. (2011): *Wie viel Biomassenutzung verträgt der Bergwald? Empfindlichkeit von Wäldern gegenüber Biomassenutzung*. AFZ/Der Wald 24, S. 19–21

Mellert, K.-H.; Gensior, A.; Kölling, C. (2005): *Stickstoffsättigung in den Wäldern Bayerns - Ergebnisse der Nitratinventur*. Forstarchiv 76, S. 35–43

Reger, B.; Ewald, J. (2011): *Waldtypenkarte Bayerische Alpen. Eine neue Planungshilfe für die Forstpraxis*. AFZ/DerWald 24, S. 14–16

Wilnhammer, M.; Baier, R.; Göttlein, A. (2011): *Standortsdegradation im Kalkalpin*. AFZ/Der Wald 22, S. 13–15

Prof. Dr. Jörg Ewald lehrt an der Fakultät Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) Botanik und Vegetationskunde. joerg.ewald@hswt.de

Karl Mellert bearbeitete an der HSWT das vom Kuratorium für forstliche Forschung und dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanzierte Forschungsvorhaben ST 270 »Ernährungs- und Wachstumsfaktoren der Fichte im Kalkalpin«. Karl.Mellert@lwf.bayern.de

Die Wiederentdeckung der »Draisine«



Foto: J. Görges

Im Kurpfälzischen Museum in Heidelberg können Besucher die hölzerne Laufmaschine von Karl Friedrich Freiherr von Drais bestaunen (kleines Foto: Gun Powder Ma, wikipedia). Freiherr von Drais hatte seine »Draisine« Anfang des 19. Jahrhunderts entwickelt. In der nun fast 200-jährigen Entwicklungsgeschichte von der Draisine zum Fahrrad hat sich außerordentlich viel verändert. Die auffälligste Veränderung war wohl der Wechsel von der Holzkonstruktion hin zu Stahl und Aluminium. Jetzt aber haben manche Fahrradkonstrukteure und findige Bastler das Material Holz wieder neu entdeckt. So zum Beispiel Jürgen Görges, der in Nordrhein-Westfalen Fahrradrahmen aus Holz fertigt. Etwa vier Monate dauert es, bis Jürgen Görges aus Schichtholz einen Rahmen als Einzelstück gefräst und daraus ein Fahrrad aufgebaut hat. Große Hersteller setzen derzeit noch auf Metall oder Kunststoff. Zudem sind die Preise für einen Massenmarkt nicht konkurrenzfähig. Für die Einzelstücke aus Holz sind durchaus Preise von über 10.000 Euro zu veranschlagen.

Als Görges vor zwei Jahren auf die Idee kam, den ökologischen und nachwachsenden Rohstoff Holz im Fahrradbau einzusetzen, war er nicht der Erste. Auch in Bayern gibt es findige Bastler, die in Handarbeit Rahmen herstellen und diese mit modernen Komponenten bestücken. Man kann nur hoffen, dass der Sprung auf die Märkte gelingt. Denn im Sinne einer hochwertigen und nachhaltigen Verwendung von Holz ist das Fahrrad ein gutes Beispiel für eine moderne Verwendung des traditionellen Werkstoffs.



Ein interessanter Aspekt soll hier jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Karl Friedrich Freiherr von Drais war nicht nur ein rühriger und erfolgreicher Erfinder, sondern – wie

kann es anders sein – ein Förster. Nach seinem Studium für Baukunst, Landwirtschaft und Physik in Heidelberg unterrichtete er als Forstlehrer an der Forstlehranstalt in Schwetzingen. red