

Welcher Waldbau für die Zukunft? Zurück zu den Ursprüngen: Der gute alte Femelschlag

Einleitung

Die heute vorausgesehenen Veränderungen des Klimas können zum Verzweifeln, ja sogar zur Ratlosigkeit führen hinsichtlich der Behandlung unserer Wälder. Bevor man sich vom bewährten Waldbau abwendet, sollen alle Alternativen erwogen werden zum Vorgehen in einer solch unsicheren Situation. Eigentlich ist es nicht das erste Mal, dass solche Probleme auftauchen. In den Nachkriegsjahren sollte der Kastanienrindenkrebs gemäss Prognosen namhafter Pathologen innert fünfzehn Jahren die Kastanienwälder dezimieren. In den 1980er Jahren erschienen offensichtliche Zeichen von Vitalitätsschwäche der Weisstanne (das sogenannte Tannensterben), die man kaum zu erklären wusste. Ab 1985 erholten sich die Tannen rasch. Unmittelbar danach folgten grosse Vitalitätsverluste unserer Hauptbaumarten Fichte und Buche, bezeichnet als Waldsterben, offenbar eindeutig der Luftbelastung zuzuschreiben, welche während gut zehn Jahren von sich reden gab in den Medien. In beiden Fällen bewahrheiteten sich die pessimistischen Voraussagen nicht. Im Fall der Kastanienkrankheit liess die Virulenz des Erregers nach, nachdem sich nach Mutationen weniger pathogene, sogenannte hypovirulente Erregervarianten durchsetzten, wie es eigentlich epidemiologisch zu erwarten war. Im Fall des Waldsterbens erwiesen sich die Luftreinemassnahmen gegenüber den belastenden Emissionen (Stoffstoffoxyde und Ozon) als wirksam.

Analyse der Risiken und ihrer Dauer

Zuerst ist es angebracht zu wissen, welche Risiken auftreten dürften und wie lange dies der Fall ist, bis die Massnahmen zur Kontrolle des Klimas wirksam werden. Sehr langlebige Ökosysteme mit Lebenszyklen von 300-400 Jahre wie unsere Wälder erweisen sich als adaptiv dank dieser grossen zeitlichen Trägheit. Die ältesten Samenträger übertragen durch Pollen und Samen Erbinformationen aus der Zeit vor rund einem Jahrhundert. Die aktuellen Nachkommen adaptieren sich unter dem Druck der heutigen Verhältnisse, die sie erst nach ca. 50 bis 100 Jahren weitervererben, wenn sie mannbar werden bzw. wenn eine Verjüngung stattfindet. Während der Evolution führte eine solche Trägheit zu einer grossen genetischen Vielfalt. Bäume besitzen eine der grössten genetischen Vielfalten unter den Lebewesen überhaupt (Kremer 1994). Dies erlaubt ihnen, sich gut anzupassen.

Darüber hinaus weiss man heute nicht genau, welche lebensbedrohlichen Vorkommnisse zu erwarten sind als Folge der Klimaerwärmung. Die Temperatur ist an sich ein eher günstig wirkender Faktor auf die Baum- und Waldentwicklung, sofern genügend Wasser zur Verfügung steht. Es existieren sehr schöne, üppige Wälder in einem Klima, welches bei weitem wärmer ist (um 6-7° C) als bei uns, also mehr als zweimal wärmer als die vorausgesagte Erhöhung der mittleren Temperatur gemäss Prognosen des IPCC (zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen, mässiges Szenario). So etwa Wälder bestehend aus den gleichen Arten oder Gattungen wie bei uns mit Ahornen, Linden, Ulmen, Buchen (*Fagus orientalis*), die im Elbourz-Gebirge auf den dem kaspischen Meer zugewandten Hängen im Iran vorkommen (mittlere Jahrestemperatur 15-17.5°C). Ein weiteres Beispiel ist das Balkangebirge in Bulgarien (siehe Abbildung 1), wo schöne natürliche Buchenwälder (*Fagus sylvatica*) gedeihen. Dies zeigt übrigens, dass die Gattung *Fagus*, die bei uns im Wesentlichen die potentielle Vegetation darstellt, eine gute Anpassungsfähigkeit

aufweist (Peters, 1997). Es ist bekannt, dass Baumarten mit ausgedehnten Arealen eine genügende genetische Vielfalt aufweisen, um sich gut anzupassen (Kremer, 1994).



Abbildung 1: Buchenwälder im Balkan-Gebirge in Bulgarien bei Barza. Jahresmitteltemperatur ca. 14°C.

Die vorausgesagte Erhöhung der mittleren Temperatur dürfte zur Erhöhung der Evaporation und somit zur Erhöhung der Niederschläge führen, zumindest im Durchschnitt. Es ist eher die jahreszeitliche und örtliche Verteilung dieser Niederschläge, welche Probleme zu verursachen scheinen, sowie großräumige katastrophale Konsequenzen wie Orkane, Hagelschläge, ausgedehnte Trockenperioden sowie Hitzewellen mit Temperaturen über der Letalgrenze der Photosynthese ($> 45^{\circ}\text{C}$). Solche Ereignisse sind im Detail nicht vorauszusehen. Man weiss nur, dass sie irgendwann und irgendwo vorkommen können.

Erfahrungen aus früheren Vorkommnissen

Das klimatisch bedeutsamste Ereignis der letzten hundert Jahren bezüglich Waldschäden ist der massive Befall von Fichte und Tanne durch Borkenkäfer nach aufeinanderfolgenden Trockenperioden während fast drei Jahren Ende der 1940er Jahre (Zingg und Bürgi, 2008). Sie sind gut dokumentiert durch die Jahrringsequenzen (Abb. 2). Eine solch verhängnisvolle Häufung von Extremereignissen hat nicht unmittelbar mit der zunehmenden Erhöhung der Temperaturen zu tun, sondern muss als zufälliges Verhängnis betrachtet werden. Im Nachhinein muss man auch feststellen, dass die betroffenen Wälder sich wieder erholt haben, was ihr gutes Resilienzvermögen zeigt. Heute wachsen dort wieder Tannen- und Fichtenwälder. Ähnliche Beobachtungen findet man in den montanen Fichten-Urwäldern der Hohen Tatra der Slowakei, welche sich nach massivem Borkenkäferbefall wieder erholt haben; die Ausfälle haben im Gegenteil eher deren Stufigkeit gefördert (Korpel, 1995). Ähnliches ist auch zu beobachten in den ehemals ausgedehnten Nadelwäldern des Bayerischen Waldes sowie des Šumava Nationalparks in Böhmen,

welche nach grossräumigem Borkenkäferbefall Ende der 1990^{er} Jahre heute wieder erholt sind und eine reichere Mischung und höhere Naturnähe aufweisen.

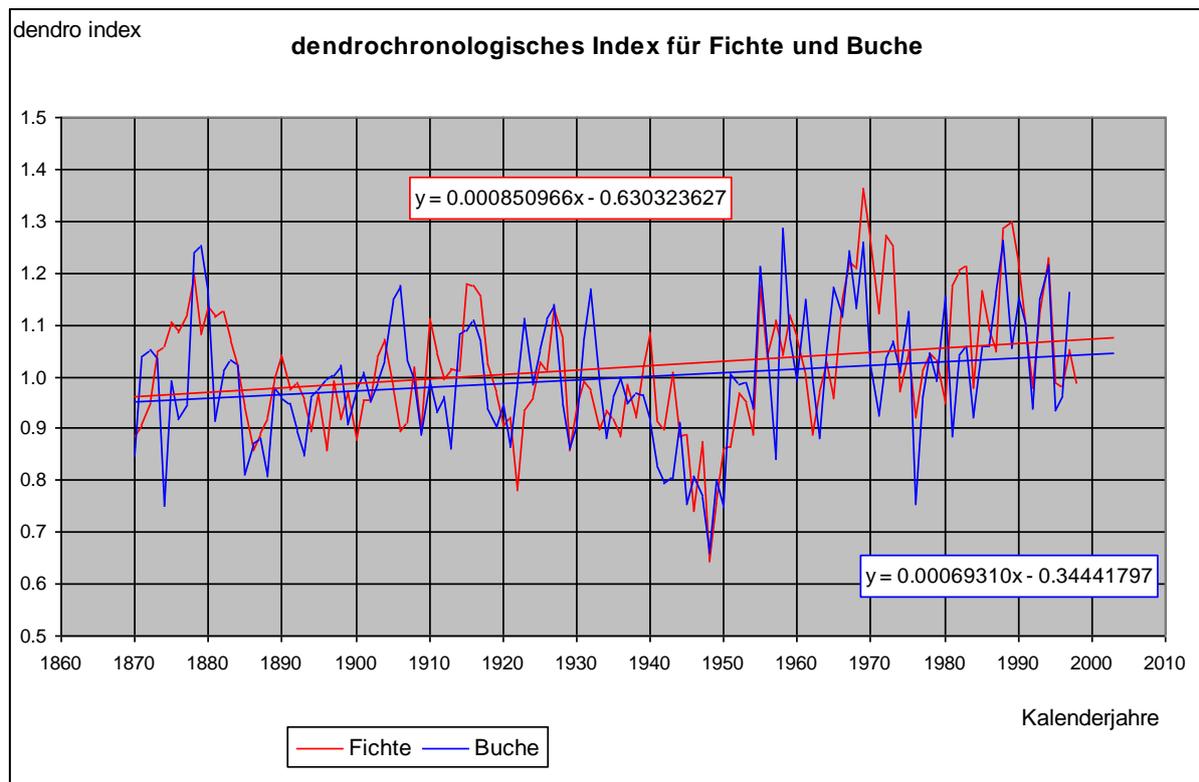


Abbildung 2: Dendrochronologischer Index für Fichte und Buche, bestimmt aus Jahrringsequenzen von gesunden herrschenden und mitherrschenden Individuen anlässlich der Sanasilvaerhebungen unterhalb von Höhenlagen 1100 m in der Schweiz (Bräker, persönlicher Beitrag zur Klimasensibilisierung des Wachstumssimulators SiWaWa). Der Index zeigt den jährlichen relativen Durchmesserzuwachs (befreit vom Alterstrend) der letzten 150 Jahre (1.0 entspricht dem Mittelwert).

Resilienz der natürlichen Waldökosysteme

Aus diesen Beobachtungen ist abzuleiten, dass auch massive Schäden infolge Trockenperioden oder Hitzewellen wie 2003 sowie 2018-2020 nicht heissen, dass die Baumarten ersetzt werden sollen. Beobachtungen in Frankreich im phänologischen Netzwerk der Waldgesundheit zeigen, dass namentlich die Buche, trotz hoher Empfindlichkeit gegenüber Wassermangel, eine gute und rasche Erholung aufzuweisen scheint mit sehr begrenzter Mortalität (Landmann et al. 2008). Unsere einheimischen Baumarten zeugen von einer sehr langen Adaptation über mehrere Tausend Jahre. Dass sie die Selektion der jungen Evolution gewonnen haben, zeigt, dass sie das Potential dazu besaßen, besser als andere Baumarten, und zwar nicht hinsichtlich nur eines einzigen bestimmten Faktors. Es wäre verfehlt, diese adaptive Vergangenheit und die gute Resilienz der naturnahen Waldökosysteme zu unterschätzen. Kürzlich haben Carraro et al (2020) anhand der Vegetationsentwicklung der letzten hundert Jahre im Val Onsernone im Tessin gezeigt, dass die Resilienz der Waldvegetation wesentlich grösser war als ursprünglich gedacht, insbesondere für Buchen und Tannen-Gesellschaften. Dies wurde dokumentiert durch drei Vegetationsserhebungen in diesem Zeitraum.

Es scheint als wenig wahrscheinlich, dass unsere nährstoffreichen Buchenwälder, welche das Gros unserer potentiellen natürlichen Vegetation ausmachen, unfähig sein sollten, sich zukünftig anzupassen. Sowohl

für den Phytogeographen als den Waldbauer ist es kaum nachvollziehbar, wie die Eichen unsere Buchenformationen ersetzen sollten, insbesondere wenn man die heute durchaus ausreichenden Niederschläge in unserem Land berücksichtigt. Natürliche Eichenwälder kommen europaweit vor, in Regionen mit erheblich tieferen Niederschlägen als heute in der Schweiz. Auch ist schwer vorstellbar, wie die Eiche auf unseren basenreichen Böden zur natürlichen Dominanz kommen könnte, wo sie kaum wettbewerbsfähig ist.

Arbeiten mit der Unsicherheit

Somit wissen wir eigentlich nicht eindeutig, auf welche Ereignisse die Wälder vorzubereiten sind und für welchen zeitlichen Horizont. Eine grosse Unsicherheit bestimmt unser Vorgehen. Das Wesentliche im zukünftigen Waldbau wird sein, die Wälder vorbereitend in einen Zustand zu bringen, um diversen biotischen und abiotischen Einwirkungen widerstehen zu können. Es ist in der Tat einfacher, Schäden zu begrenzen und dann zu beseitigen, wo und wann sie vorkommen, als auf der ganzen Fläche präventiv vorzugehen. Es geht um Kräftebündelung. Dies bedeutet prinzipiell die Schaffung von Mischwäldern, um die Risiken zu verteilen, sowie das Arbeiten in Richtung guter Vitalität und Stabilität durch Selbstdifferenzierung und anschliessende gezielte Auslese der Vitalsten, auch bekannt unter dem Begriff biologische Rationalisierung (Ammann, 2004). Das ist genau das, was der Waldbau bereits bisher angestrebt hat, durch regelmässig wiederholte Durchforstungseingriffe mit der Förderung der Vitalsten. Die Arbeiten von Vanomsen (2006) hinsichtlich Widerstand gegenüber Windstürmen und die von Ivanov (2007) hinsichtlich Schneedruckwiderstand zeigen, dass gut durchforstete Bestände eine bessere Resistenz aufweisen, auch wenn klar ist, dass gegenüber Extremereignissen keine Prävention nützt. Solche Extremereignisse mit flächigem Ausfall betreffen nur verhältnismässig kleine Flächen. Im Fall vom Orkan Lothar wiesen nur 2% des Waldes Flächenschäden auf.

Bezüglich des genetischen Adaptationspotentials ist es eindeutig, dass Naturverjüngung wesentlich günstiger ist als Pflanzung aufgrund der höheren Anzahl Nachkommen. Natursaatens zeigen bis hundert Mal mehr Pflanzen als Kulturen. Weitere Gründe sind die meist geringe Anzahl Erntebäume sowie die Anzuchtbedingungen, die im Forstgarten erheblich günstiger sind und damit einen weniger starken Selektionsdruck ausüben, sodass praktisch alle Genotypen erhalten bleiben und somit die selektive Wirkung äusserst klein ist. Möchte man die Selektionsbasis erweitern, sollte man einige Nachkommen von geeigneten Provenienzen der gleichen Baumarten wie in der Naturverjüngung einführen, möglichst per Saaten. Dies wäre besser als eine ganze Population durch eine neue Provenienz zu ersetzen (Kremer, persönliche Mitt.), abgesehen davon, dass die neue Population sich genetisch erst nach 50-100 Jahren auswirken würde. Möglicherweise herrschen dann bereits wieder andere Umweltbedingungen als diejenigen, die uns heute Sorge bereiten.

Man sollte lieber die einheimischen Baumarten aus Naturverjüngung nutzen, als eine ganz neue Population einzuführen, weil die Risiken von ungeeigneter Anpassung z.B. gegenüber Spätfrösten, Schneedruck, Empfindlichkeit für Krankheiten wesentlich grösser sind als der Nutzen, und auch wegen der überhöhten Kosten von Pflanzungen. In der Schweiz wurden insbesondere in den Jahren 1920 bis 1940 zahlreiche Einführungsversuche von neuen Baumarten durchgeführt, verfolgt in langfristigen Versuchsflächen durch die WSL. Nach genügend langer Beobachtung (mindestens etwa 50 Jahre) erweisen sich solche Einführungsversuche, insbesondere eben wegen Frost-, Schneedruckschäden oder Krankheiten meistens als nicht erfolgreich.

Der adaptative Waldbau

Zukünftige Prinzipien des Waldbaus sollen weiterhin sein: Arbeit mit einheimischen Baumarten, Naturverjüngung, Förderung von möglichst feinen Mischungen in kleinen bis mittleren Kollektiven, von standortangepassten und sozial verträglichen Baumarten. Die Bestandenerneuerung soll frühzeitig genug stattfinden, um alte, krankheitsanfällige und instabile Phasen der Waldentwicklung zu vermeiden. Es sei daran erinnert, dass mit der Erneuerung in 80 bis 120 jährigen Rhythmus, wie bisher, drei bis vier Mal mehr Verjüngungsflächen vorkommen als im unberührten Urwald (Schütz et al. 2016). Verjüngungsphasen, welche gerade hinsichtlich ihrer Strukturen günstig sind für die Biodiversität (Scherzinger 1996). Somit besteht ein recht interessanter Kompromiss zwischen Gesundheit der Wälder und Respektierung der Waldbiodiversität.

Um dies zu realisieren, gibt es längst erprobte und bekannte waldbauliche Massnahmen, insbesondere der Verjüngungstechnik. Die Naturverjüngung von Lichtbaumarten erfolgt günstiger mit Lücken, insbesondere für Laubbaumarten. Um Mischbestände durch Naturverjüngung zu bekommen, soll die Grösse der Löcher an die Lichtbedürfnisse der lichtbedürftigsten Baumart angepasst werden. Um eine Lichtbaumart wie die Eiche zu verjüngen, braucht es Löcher von mindestens 25 Aren am Anfang, die im Stadium der Dichtung auf 50 Aren zu erweitern sind, sonst gibt es zu grosse Wuchsdepressionen am Lückennrand (Abb. 3), was zu Instabilität gegenüber z.B. Schneedruck führt (Abb. 4).



Abbildung 3: Reduktion des Höhenwachstums infolge Schrägwuchs in Randpartien in einer natürlichen Eichenverjüngung am Rand eines Verjüngungslochs von 0.12 ha im Wald von Charcotet, Bevaix (NE). Der Schatten führt zur Instabilität gegenüber Schneedruckschäden.



Abbildung 4: Schneedruckschäden am Rand einer natürlichen Kleinlochverjüngung von Eiche. Gemeindewald Bülach (ZH).

Die Schaffung von zeitlich und örtlich dezentralisierten Verjüngungslöchern ist als Femelhieb seit Engler (1900) die erfolgreichste Technik zur Schaffung von gemischten, strukturierten Wäldern. Dabei ist die Steuerung durch die Lichtdosierung entscheidend; durch eine Erweiterung können fortlaufend geeignete Bedingungen für Lichtbaumarten geschaffen werden, wie es die französische Bezeichnung schön aussagt (coupe „progressive“, vgl. Ammann 2022).

Schlussfolgerungen

Auch wenn die Klimaänderung die Risiken von für den Wald lebensbedrohlichen Ereignissen erhöhen könnte, weiss man nicht genau, welche Risiken zu erwarten sind. Deswegen darf man weder panikartig reagieren noch das Vertrauen in die natürlichen Resilienzfähigkeiten der bestehenden Wälder verlieren. Es geht darum, die erprobten Prinzipien vom Vorgehen in unsicheren Umständen anzuwenden, das heisst die Risiken zu verteilen durch Schaffung von standortsangepassten feinen Mischungen mittels Naturverjüngung, sowie die Wälder zu pflegen hinsichtlich eines guten Vitalitäts- und Stabilitätszustandes. Der waldbauliche Weg dazu ist bekannt und es bestehen eine ganze Palette von Pflege- und Verjüngungsmassnahmen wie die der Plenterung einerseits und der Verjüngung durch eine Ablösung der Generationen (Femelschlag) andererseits.

Es gibt eigentlich waldbaulich nichts Neues. Solche Konzepte anzuwenden braucht aber gut ausgebildetes Personal in genügender Anzahl. Im Vordergrund stehen die Kompetenzen der Kenntnis der Ökologie der Baumarten, die Beurteilung der Standortsbedingungen und die Kenntnis der Verjüngungstechnik sowie von kostengünstigen Pflegemethoden, die es ermöglicht Waldökosysteme zu begleiten und die Kontinuität seiner Leistungen zu gewährleisten.

Referenzen

- Ammann, P., 2004: Untersuchung der natürlichen Entwicklungsdynamik in Jungwaldbeständen – Biologische Rationalisierung der waldbaulichen Produktion bei Fichte, Esche, Bergahorn und Buche. DISS. ETH Nr. 15761. Shaker Verlag.
- Ammann, P., 2022: Verjüngung von Lichtbaumarten. Wald und Holz 1/2022. S. 16-18.
- Carraro, G., Gianoni, P., Kemper, A. 2020: Die Waldvegetation des Onsernonetals und ihre Entwicklungstendenzen. Bristol-Schriftenreihe 61, Haupt, Bern, 337 p.
- Engler, A., 1900: Wirtschaftsprinzipien für die natürliche Verjüngung der Waldungen mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Standortverhältnisse der Schweiz. Schweiz Z Forstwes 51: 264–174, 300–310.
- Ivanov D.E., 2007: Stabilité et résistance individuelle et collective et phénomènes de désintégration collective face aux sollicitations de neige lourde au sein de peuplements de pin sylvestre (*Pinus Sylvestris* L.). Diss. ETHZ 17513.
- Kremer, A., 1994: Diversité génétique et variabilité des caractères phénotypiques chez les arbres forestiers. Genet. Sel. Evol. 26 (1994), Suppl 1 : 105-123.
- Korpel, Š., 1995: Die Urwälder der Westkarpaten. G. Fischer, Stuttgart, 310 p.
- Landmann, G., Dupouey, J.L., Badeau, V., Lefevre, Y., Bréda, N., Nageleisen, L.M., Chuine, I., Lebourgeois, F., 2008: Le hêtre face aux changements climatiques. Connaître les points faibles du hêtre pour mieux les surmonter. Forêt-Entreprise No 182-Septembre 2008.
- Ozenda, P., 1985: La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson Paris, 131 p.
- Peters, B., 1997: Beech Forests. Geobotany 24, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 169 p.
- Scherzinger, W., 1996: Naturschutz im Wald, Ulmer, Stuttgart, 447 p.
- Schütz, J.P., 2004: Stabilité sylvicole des peuplements forestiers face aux tempêtes. Etat des Connaissances. Rendez-vous. Techniques ONF 3/2004 : 21-28.
- Schütz, J.P., Saniga, M., Diaci, J., Vrška, T., 2016: Comparing close-to-nature silviculture with processes in pristine forests: Lessons from central Europe. Ann. For. Sci. 73 (4): 911-921.
- Schütz, J.P., 2004: Opportunistic methods of controlling vegetation, inspired by natural plant succession dynamics with special reference to natural outmixing tendencies in a gap regeneration. Ann. For. Sci 61, 149-156.
- Vanomsen, P., 2006: Der Einfluss der Durchforstung auf die Verankerung der Fichte hinsichtlich ihrer Sturmresistenz. Diss. ETHZ Nr 16532.
- Zingg, A., Bürgi, A., 2008: Trockenperioden seit 1900 und Waldwachstum: eine Analyse langfristiger Datenreihe. Schw. Z. Forstwes 159, 10: 352-361.

Dieses **Positionspapier** entstand und wurde unterstützt durch folgende Waldbauer:

Jean-Philippe Schütz, Pascal Junod, Dr. Peter Ammann, Dr. Peter Rotach, Prof. Christian Rosset, Hansueli Bucher, Andreas Zingg