LWF Wissen 58

Der gemischte Wald – fit für die Zukunft!

Zum 100. Todestag von Karl Gayer

BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG

Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Der gemischte Wald – fit für die Zukunft!

Zum 100. Todestag von Karl Gayer

Impressum

ISSN 0945-8131

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Herausgeber und Bezugsadresse	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Am Hochanger 11 85354 Freising Telefon: +49 (0) 81 61/71-4881 Fax: +49 (0) 81 61/71-4971 poststelle@fo-lwf.bayern.de www.lwf.bayern.de
Verantwortlich	Olaf Schmidt, Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Redaktion und Schriftleitung	Dr. Alexandra Wauer, Dr. Bernhard Felbermeier
Layout	Graphik & Design Gerd Rothe, Wang
Titelbild	Reinhard Pausch
Druck	Lerchl Druck, Freising
Auflage	500 Stück
Copyright	© Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Oktober 2007

Vorwort

Forstleute sind es gewohnt, in sehr langen Zeiträumen zu denken und ihre Entscheidungen mit Blick auf eine ferne Zukunft zu treffen. Und doch ist es bemerkenswert, wie weit der berühmte Waldbauprofessor Karl Gayer seiner Zeit voraus war und wie aktuell seine Lehren gerade heute sind. Ich freue mich deshalb ganz besonders, heute, an seinem 100. Todestag hier an seiner Wirkungsstätte an Karl Gayer erinnern zu können – hier, wo ihm zu Ehren im Jahr 1922 anlässlich seines 100. Geburtstags ein Gedenkstein errichtet worden ist.

Lebenslauf

- Karl Gayer wurde 1822 in Speyer geboren,
- hier war er ab 1843 zunächst Forstgehilfe, dann Revierleiter und schließlich Kreisforstmeister,
- 1855 wurde er mit erst 33 Jahren außerordentlicher Professor für Forstwissenschaft an der königlich-bayerischen Central-Forst-Lehranstalt in Aschaffenburg,
- ab 1878 lehrte er an der Universität München; hier wurde er zum Ehrendoktor ernannt und zum ordentlichen Professor berufen,
- 1880 und 1886 erschienen seine Hauptwerke „Der Waldbau“ und „Der gemischte Wald“,
- 1890 war Karl Gayer Rektor der Ludwig-Maximilians-Universität,
- 1892 wurde er emeritiert und
- am 1. März 1907, also heute vor 100 Jahren, starb er hier in München.

Pionier naturnaher Forstwirtschaft

Wie kaum ein anderer „Forstklassiker“ steht Karl Gayer für die naturnahe Forstwirtschaft. Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts hatte er erkannt, dass ein Wald viel mehr ist als ein Holzacker und dass Monokulturen und kurzfristiges Gewinnstreben nicht zum Erfolg führen. Er wusste und lehrte früh, dass Mischwälder und eine umfassend verstandene Nachhaltigkeit Waldbesitzern und Gesellschaft langfristig den größten Nutzen bringen.

Dieser Weitblick ist umso erstaunlicher, wenn wir den damaligen Zeitgeist betrachten. Mit Beginn der geregelten Forstwirtschaft Ende des 18. Jahrhunderts waren die ausgeplünderten Wälder vor allem mit schnellwachsenden, ertragreichen Nadelbäumen aufgeforstet worden.

Vorrangiges Ziel war es, die damalige Holznot zu überwinden. Diese Aufbauarbeit war in vollen Gange, als Karl Gayer geboren wurde. Und auch in der Hauptphase seines Schaffens bestimmte der große Holzbedarf das forstliche Handeln. Man sah den Wald lediglich als Anlagekapital, aus dem es möglichst viel „herauszuholen“ galt.

Zwar war den bayerischen Forstleuten schon damals das Prinzip der Nachhaltigkeit bekannt, aber die sogenannte Bodenreinertragslehre war einseitig auf die höchst mögliche Holzproduktion ausgerichtet. Und gerade in dieser Zeit hat Karl Gayer in seinem in Fachkreisen weltbekannten Buch „Der Waldbau (1880)“ ganz neue und ungewöhnliche Gedanken entwickelt:

- Er sah die Hauptaufgabe des Waldbaus in der Pflege des Bodens,
- er warnte vor Einseitigkeit und vor dem Blick auf kurzfristige Erträge

und

- er wies eindringlich auf die große Bedeutung der Mischwälder hin.

Karl Gayer war damit ein Pionier des naturnahen Waldbaus, ein bedeutender Forstmann, der viel für den Wald und die Gesellschaft bewegt hat.

Seine Erkenntnisse und seine Lehren sind heute, in Zeiten des Klimawandels, aktueller denn je. Ich habe großen Respekt vor dem Weitblick und den Schlussfolgerungen dieses Mannes. Deshalb ist es mir eine Ehre, die heutige Gedenkveranstaltung mit dem Niederlegen eines Waldstraußes und im Anschluss mit einem Pressegespräch im Hörsaal 1 des Historicums eröffnen zu können. Am Nachmittag gibt es dann im Zentrum Wald-Forst-Holz in Freising-Weihenstephan eine Fachtagung mit einer ganzen Reihe interessanter Vorträge. Ich danke allen beteiligten Institutionen – stellvertretend dem Bayerischen Forstverein mit seiner Vorsitzenden Frau Gudula Lermer – für die Organisation und Durchführung dieses Gedenkens an einen großen, weitsichtigen Forstmann.

Rede von Staatsminister Miller anlässlich des 100. Todestages von Karl Gayer am Gedenkstein im Hof der ehemaligen Forstwissenschaftlichen Fakultät in München

Von links nach rechts: Prof. Dr. Reinhard Mosandl, Prof. Dr. Jürgen Gayer, Gudula Lermer und Staatsminister Josef Miller vor dem 1922 errichteten Gedenkstein im Innenhof der Ludwig-Maximilians-Universität in München

Inhaltsübersicht

Impressum 2

Vorwort 3

Inhaltsübersicht 5

Aus der Familiengeschichte geplaudert 7
Jürgen Gayer

Karl Gayer und sein Lebenswerk 9
Peter Burschel

Waldbauwissenschaft auf den Spuren von Karl Gayer 14
Reinhard Mosandl

Der gemischte Wald in der Lehre: Waldbau an der Fachhochschule Weihenstephan 20
Fredo Rittershofer und Manfred Schölch

Mischwald aus genetischer Sicht 24
Gerhard Müller-Starck und Bernd Stimm

Mischwald und Klimaänderung 30
Bernhard Felbermeier und Michael Weber

Finanzielle Risiken von Rein- und Mischbeständen 34
Thomas Knoke

Buchensaat oder -pflanzung: Vergleich zweier Optionen zum Umbau von Fichtenreinbeständen 38
Christian Ammer und Hany El Kateb

Veränderung des Waldes in Bayern in den letzten hundert Jahren 42
Herbert Borchert

Mischwald und Klimaänderung 50
Georg Windisch

Naturnaher Waldbau bei den Bayerischen Staatsforsten 55
Reinhardt Neft

Der gemischte Wald in privater Hand – fit für die Zukunft 59
Maximilian v. Eltz-Ruebenach

Anschriftenverzeichnis der Autoren 63

Aus der Familiengeschichte geplaudert

Jürgen Gayer

Für die freundliche Einladung zu diesem Symposion anlässlich des 100. Todestages meines Urgroßvaters Karl Gayer bedanke ich mich ganz herzlich. Es ist für mich eine große Freude und Ehre, heute hier dabei sein zu dürfen, denn unter meinen Vorfahren war er der Bedeutendste und Herausragendste. Gerne berichte ich Ihnen auf Wunsch von Herrn Mosandl das Wichtigste über die Vor- und Nachfahren Karl Gayers, wobei ich sein wissenschaftliches Wirken ausspare, da es von berufener Seite beleuchtet werden wird.

Meine Kenntnisse beruhen auf Erzählungen meines Vaters, auf die von ihm betriebene Ahnenforschung vor dem Zweiten Weltkrieg sowie auf Recherchen meiner Frau und meines jüngsten Sohnes Michael, auch im Internet, der dort erstaunlich vieles fand.

Hans Gayer

Der erste aktenkundliche Gayer hieß Hans und wurde 1677 in Mainroth, am Roten Main oberhalb von Kulmbach gelegen, geboren, sonst ist nichts über ihn oder seine Vorfahren bekannt. Häufig enden ja derartige Nachforschungen in jener Zeit wegen der Wirren und Zerstörungen im Dreißigjährigen Krieg.

Vitus Gayer

Auch sein Sohn Vitus lebte am Roten Main. Erst dessen Sohn Otto gelang der Sprung aus dem engen und bäuerlich geprägten Maintal. Er wurde zwar 1725 noch dort geboren, schloß aber 1756 seine zweite Ehe bereits in Koblenz. Er hatte vier Söhne und starb auch in Koblenz. Als Beruf wird Kaufmann und Bierbrauer angegeben. Von der Koblenzer Zeit an wissen wir etwas mehr über die Familie, weil Mormonen die kirchlichen und standesamtlichen Unterlagen aufarbeiteten und in das Internet stellten.

Johann Dominik Gayer

Der älteste Sohn Ottos lebte von 1771 bis 1861 in Koblenz. Er hieß Johann Dominik, war von Beruf Steuerdirektor und später, während der Zeit der französischen Besetzung, Maire de Koblence. Zusammen mit seinem Vorgesetzten, dem französischen Präfekten, entwickelte er die Koblenzer Rheinanlagen, die zunächst Parc Lezay hießen. Später wurden sie von dem preußischen Gartenbaumeister Lenné neu geplant und heißen heute Konrad-Adenauer-Ufer. Wir besitzen von Johann Dominik noch zwei bildliche Darstellungen und einen Spazierstock mit Initialen.

Peter und Amalie Gayer

Johann Dominik hatte drei Söhne, der älteste hieß Peter und lebte von 1793 bis 1836. Er war Kreisarchivar in Speyer, heiratete 1822 Johanna Amalie Ehrmann aus Lüttich. Sie war eine Enkelin des Dr. med. Christian Ehrmann, Medizinalrat in Frankfurt/Main und Freund Goethes seit deren gemeinsamer Zeit in Straßburg. Er war ein ausgezeichneter Hobby-Zeichner und Kupferstecher. Peter und Amalie hatten vier Söhne, von denen mein Urgroßvater Karl der Älteste war. Die Eltern

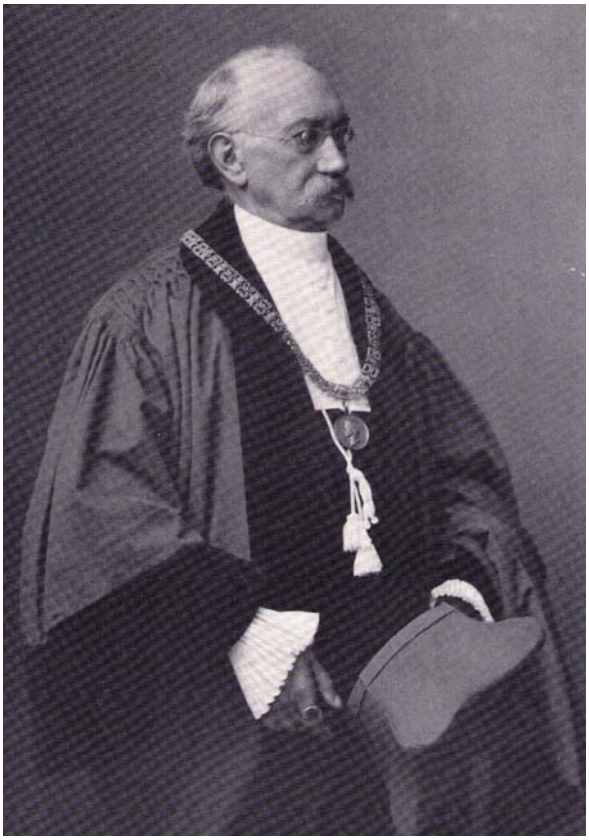


Abbildung 1: Prof. Dr. Karl Gayer

Abbildung 2: Urenkel Jürgen Gayer

Karls starben früh in den Jahren 1835 und 1836. Zu dieser Zeit war Karl vierzehn und sein jüngster Bruder vier Jahre alt. Glücklicherweise lebte der Großvater Johann Dominik in Koblenz noch bis 1861, so daß die vier Waisenkinder dort wohl noch Unterstützung fanden.

Karl Gayer

Karl Gayer heiratete 1849 Josephine Geise, Tochter eines Forstmeisters in Aschaffenburg, und hatte mit ihr drei Kinder, zwei Söhne und eine Tochter. Der älteste war Alexander, zuletzt Präsident der Eisenbahndirektion in Ludwigshafen. Er vereinigte drei pfälzische Privatbahnen, die die Königlich Bayerischen Staatsbahnen 1909 übernahmen. 1911 wurde er geadelt und hieß Alexander Ritter von Gayer (schade, daß er nur mein Großonkel war).

Sein Bruder Richard, mein Großvater, wurde 1854 in Speyer geboren. Er trat als katholischer Bayer in die Preußische Armee ein und war mit 52 Jahren Oberst und Brigadekommandeur. Er starb 1907 nach einem Herzinfarkt, sechs Monate nach dem Tode seines Vaters Karl.

Antonie und Richard Gayer

Karls Tochter Antonie heiratete den Arzt Dr. Max Karl Maier in Würzburg. Mein Großvater Richard ehelichte Elisabeth Kamp, jüngstes von sieben Kindern des Industriellen Hermann Kamp in Dortmund und Osnabrück. Dessen Vater Heinrich, eigentlich Bankier, entwickelte sich dann aber zu einem sehr umtriebigen Unternehmer. Seine Maschinenfabriken und Bergwerke waren die Vorläufer der DEMAG.

Hans Gayer

Richard hatte nur einen Sohn, meinen Vater Hans, der 1884 geboren wurde und 1964 starb. Er war Seeoffizier in der Kaiserlichen Kriegsmarine, wurde im ersten Weltkrieg Luftschiffskommandant, flog Aufklärungsflüge über der Nordsee sowie Angriffe auf Landziele in England und musste schließlich wegen eines Maschinenschadens in Frankreich notlanden. Nach dem Ersten Weltkrieg war er im kaufmännischen Bereich in Bremen und Lübeck tätig. Im Zweiten Weltkrieg war er wieder dabei. 1925 heiratete er die Tochter eines Navigationslehrers an der Bremer Seefahrtschule. Als einziges Kind der beiden wurde ich 1926 in Bremen geboren. Meine zunächst angestrebte Offizierslaufbahn scheiterte 1945. Anschließend studierte ich Medizin und fand in diesem Beruf meine Erfüllung. Meine vier Kinder und sechs Enkel tragen den Namen Gayer in die nächsten Generationen.

Lassen Sie mich zum Schluß meiner Ausführungen meinen Urgroßvater aus seiner Rektoratsrede aus dem Jahre 1889 zitieren, wobei er sich an seine Studenten wandte. Ich halte seine Worte auch in der heutigen Zeit für durchaus richtungsweisend.

Kommilitonen!

Sie stehen im Begriffe, sich Schätze des Geistes und der Wissenschaft zu sammeln, um damit die Kräfte zu gewinnen, welche Sie befähigen, mit gutem Erfolg den Existenzkampf des Lebens aufnehmen zu können.

So sehr Sie auch berechtigt sind, dem Leben mit der ganzen idealen Auffassung der Jugend entgegen zu gehen und so sehr ich Ihnen wünschen möchte, daß ein geklärter Teil Ihrer Ideale Sie durch das ganze Leben begleiten möchte, so haben Sie sich doch alle schon Erfahrungen genug erworben, Sie haben einen genügenden Einblick in die nackte Wirklichkeit gewonnen, um die ganze Schwere des Kampfes zu ermessen, den jeder bei dem heute in allen Berufsarten so mächtig anwachsenden Wettbewerbe, zur Erreichung seines Zieles zu bestehen hat.

Es ist eine ernste Zeit, die unsanft an allen Türen pocht, und die auch an Sie, liebe Kommilitonen, die dringende Aufforderung ergehen lässt, ihr durch Einsetzen aller Kräfte und durch ausdauernden Studienfleiß volle Rechnung zu tragen, denn nur so können Sie gewärtigen, aus dem heutigen Konkurrenzkampfe als Sieger hervorzugehen.

Karl Gayer und sein Lebenswerk

Peter Burschel

Schlüsselwörter
Karl Gayer, Mischwald, Nachhaltigkeit, Bayerischer Femelschlag

Zusammenfassung
Die nachhaltige Nutzung von Holz als Grundbedürfnis des Menschen hat eine lange Tradition und im Waldbau ihren Niederschlag gefunden. Der steigende Bedarf an nachhaltig gewonnenem Nutzholz wie an Holzbiomasse verdeutlicht diesen Aspekt. Umgekehrt waren die Verhältnisse zu Lebzeiten Karl Gayers: Kohle ersetzte das Holz als Brennmaterial, forstlich trat die Nutzholzproduktion noch stärker als zuvor in den Vordergrund. In sechs Postulaten trat Gayer der einseitigen Ausrichtung der Forstwirtschaft auf die neuen Anforderungen an den Wald gegenüber. Dem sich entwickelnden ertragskundlichen Zahlenwerk begegnete er mit vielfältigen ökologischen Postulaten, die er zu einem an den natürlichen Verhältnissen orientierten waldbaulichen Konzept verdichtete. Die Umsetzung der Gayer'schen Konzepte scheiterte im 20. Jahrhundert vor allem an einer verfehlten Jagdpolitik. Aber auch wegen geringerer Gewinnerwartungen gerieten sie zudem in die Kritik. Bis heute aber sind sie ein Pfeiler der naturnahen und naturgemäßen Waldwirtschaft.

Ohne Nachhaltigkeit kein Überleben

Der Waldbau hat eine lange Geschichte, eine viel längere als es uns heute erscheint. Ich habe mich daran gewöhnt, dann von Waldbau zu reden, wenn neben allem Technischen der Begriff der Nachhaltigkeit ins Spiel kommt. Das ist nichts anderes als die Sicherung der Produktion auf eine Weise, die jedes Jahr oder auch in kurzen, aber verlässlichen Perioden die Ernte einer gleich bleibenden oder zunehmenden Menge an Holz erlaubt. Dieses Postulat hat es deshalb in sich, weil es seinen Ursprung in einer Lebensnotwendigkeit hat: Wenn Holz der entscheidende, weil einzige Energieträger ist, dann ist es einfach unumgänglich, ihn kontinuierlich zur Verfügung zu haben, will man jedes Jahr, jeden Winter von neuem überleben. Und das will die Menschheit, seit es sie gibt. Wir werden gerade Zeugen des Phänomens, dass scheinbar obsolet gewordene Energieträger wie rezente Biomasse, in unserem Falle Holz, wieder gebraucht werden als Grundausstattung des menschlichen Lebensumfeldes.

Brennholz ade?

Karl Gayer beschrieb im „Gemischten Wald" die umgekehrte Situation. Vor 120 Jahren war Holz gerade dabei, seine fundamentale Bedeutung als Energieträger massiv einzubüßen. Er schrieb dazu: „*Der Wald soll für die Zukunft ein völlig anderer werden. Man will keine Brennholzwälder mehr, das Schwergewicht wenigstens soll auf Nutzholzerzeugung ruhen; dem Buchenwald wird nahezu jede Existenzberechtigung abgesprochen. An seine Stelle soll überall das Nadelholz treten…* ".

Die forstlich-waldbauliche Welt sah also nicht viel anders aus als heute, wenn auch mit umgekehrter Blickrichtung. Heute gewinnt Energieholz wieder massiv an Wert und nähert sich dem Preisniveau des „Nutzholzes". Wechselnde wirtschaftliche Vorgaben bestimmen, wie immer und auch damals schon, was gemacht wird. Die gesamte Waldbetrachtung entkam nie dem Dilemma, ökonomische Denkweisen auf ein Objekt anzuwenden, dem Langfristigkeit eingeprägt zu sein scheint. Gayer hätte sich nie vorstellen können, dass etwa hundert Jahre nachdem er seinen „Gemischten Wald" verfasste, also heute, die Brennholzpreise so steigen würden, dass dieses Sortiment den Wert mancher „Nutzhölzer" zu übersteigen beginnt, ja dass der Waldbau insgesamt neu durchdacht werden muss. Eine solche Neukonzeption braucht ein breites Fundament, in dem sich biologische, technische und ökonomische Argumente treffen. Betrachtungen dazu werden sicher in den folgenden Beiträgen aufscheinen.

Waldbauliches Bekenntnis

Gayer hat es dem Betrachter erfreulich leicht gemacht, seinen Anteil am waldbaulichen Fundament der zweiten Hälfte des vorletzten Jahrhunderts darzustellen.

Kurz vor seiner Emeritierung publizierte er seine „Waldbaulichen Bekenntnisse“ in der Zeitschrift *Aus dem Walde* (1891). Hier sind sie in ihrer lakonischen Kürze:

1. *„Wahrung und Pflege der Standortskräfte bei allen waldbaulichen Maßnahmen und Operationen, wodurch sich Mannigfaltigkeit ergibt bei Vermeidung von Einförmigkeit und Gleichförmigkeit, wo der Standort sie nicht fordert“.*
2. *„Beschränkung der reinen Nadelholzbestände in ununterbrochener Aneinanderreihung, dagegen möglichste Erweiterung und Beschaffung von standortsgemäßen Mischbeständen unter ausreichender Erhaltung des Laubholzes“.*
3. *„Möglichste Herbeiführung jener Verhältnisse, unter welchen Naturverjüngung erfolgen kann. Ergänzung und Heranziehung der Kunst, wo die Verjüngung ihren Dienst versagt oder überhaupt unmöglich ist“.*
4. *„Betätigung der künstlichen Bestandesbegründung unter wirksamem Schirme und Beschränkung der vollen Bodenentblößung auf die unabweislichen Fälle“.*
5. *„Erziehung und Pflege der qualificierten Bestände zur Nutzholzzucht durch holzarten- und standortsgerechtes Vorgehen. Geschlossener Bestandeswuchs in der Jugend, mäßige Durchforstung während des Hauptlängenwuchses, dann sich verstärkender Eingriff in den Hauptbestand. Für auserlesene Bestände und Bestandesteile Festhalten an höheren Umtriebszeiten zur Heranzucht qualificierten Nutzholzes und zur Förderung der Naturverjüngung“.*
6. *„Alles waldbauliche Wirken muß auf naturgesetzliches Denken gegründet sein; die Schablone ist nirgends mehr vom Übel als hier, wo die wirkenden Kräfte einem fortgesetzten und oft großen localen Wechsel unterliegen. Der Waldbau ist Sache des Localbeamten: dessen Tugenden sind Geduld und das Bewußtsein, daß das Ziel der Arbeit in der fernen Zukunft und nicht in der Gegenwart liegt“.*

Zahlen für den „Holzacker“

Das also sind die Postulate Gayers, eindrucksvoll und gleichzeitig für damalige Zeiten aus dem Rahmen fallend. Gayer lebte ja in einer Welt, in der solche Leitsätze alles andere als eingängig waren. Forstlich war seine Zeit geprägt von zwei Denkrichtungen, von denen er eine verkörperte.

Einmal war da die eindrucksvoll voranschreitende, zahlengepflasterte Ertragskunde, von Schwappach bis Wiedemann. Ertragstafeln entstanden, der Bodenreinertrag füllte das Bild und die Forsteinrichtung hatte einen ziemlich mechanistischen Denk- und Arbeitsansatz. Eindrucksvolle Graphiken, übervolle Tabellen mit Daten, die lange Zeitreihen repräsentieren, und scheinbar endgültige Ertragstafeln beherrschten das Bild. Es hätte allerdings stutzig machen sollen, dass die Tafelwerke im Wesentlichen für Reinbestände galten. Mischbestände kamen nur als sehr grobe arithmetische Kombinationen verschiedener Reinbestands-Tafeln für alle Planungen ins Spiel. Von der eindrucksvollen Möglichkeit heute, die Waldentwicklung über Jahrzehnte virtuell darzustellen, wusste man noch nichts und hätte es sich in der Pretzsch’schen Präzision auch nicht vorstellen können.

Zum anderen, fast möchte man sagen – jetzt auf den Spuren Gayers – gab es substantielles Unbehagen an einer Waldgestaltung, also einem Waldbau, der immer mechanistischer wurde, auf den Befunden Presslers zum Reinbestand tendierte und als Konsequenz noch deutlich katastrophenträchtiger war als das Wald ohnehin ist. Zwei Namen sind es vor allem, die in dieser Situation – hie Natur, hie „Holzacker“ – in Erscheinung treten: Zuerst Gayer in Bayern und etwas später Möller im preußischen Eberswalde. Beide unterscheiden sich in ihrer Betrachtungsweise von den Mechanisten, wie ich die andere Denkrichtung hier nenne.

Waldbau ohne Schematismus

Mir fällt besonders auf, dass Gayer wie Möller keinen Bedarf an Zahlen hatten. Gayers berühmte Schrift „Der gemischte Wald“ ist immerhin 170 Seiten lang, aber beinahe frei von Quantitativem. Minutiös wird beschrieben, was dem Autor als wissensnotwendig erscheint, um seine Überlegungen verständlich zu machen. Fast zu einem Problem wird diese Art der beschreibenden Darstellung dann, wenn flächige Beispielssituationen behandelt werden. Das aber ist in einem großen Teil der Schrift der Fall, denn vollständig lautet deren Titel: *„Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft“.*

Nichts von den vielen Betrachtungen dazu ist mit einer schematischen Skizze oder einer Verständnishilfe ergänzt. Ich habe mich deshalb immer an eine kleine Darstellung gehalten, die zwar von Vanselow aus dem Jahre 1931 stammt, aber doch das Wesentliche des Gayer’schen Konzeptes zum Ausdruck bringt.

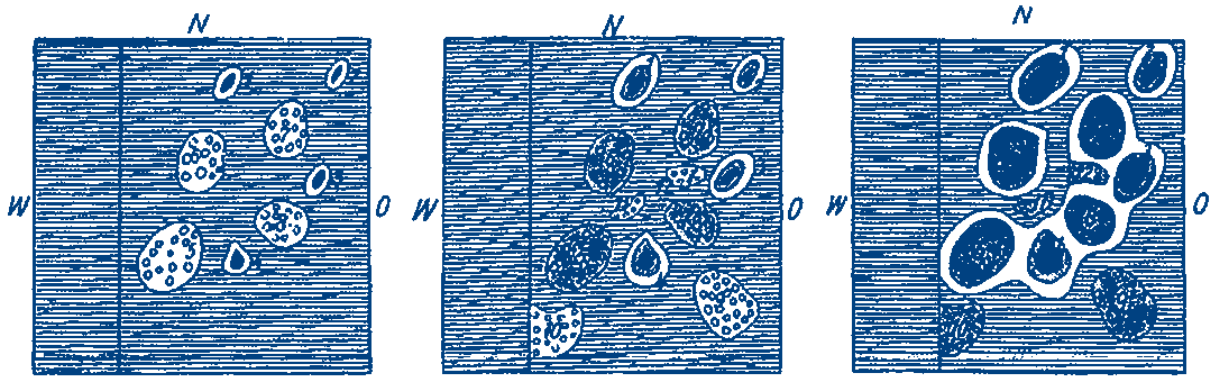


Abbildung 1: Ablaufschema für den Bayerischen Femelhieb
1. Stadium: Einleitung der Verjüngung; Vorwuchsgruppen (Schwarz) werden freigestellt und Gruppenschirmstellungen angelegt.
2. Stadium: Vorwuchsgruppen werden durch Rändelung vergrößert. Gruppenschirmstellungen haben sich besamt und werden weiter aufgelichtet. Neue Schirmstellungen werden angelegt.
3. Stadium: Verjüngungsflächen (Femel) fließen ineinander. Auch in diesem letzten Stadium gibt es noch große Bestandesteile, die voll bestockt geblieben sind (horizontale Schraffur). Vanselow, 1931

Der Hauptgrund für Gayers Zurückhaltung bei solchen Hilfsmitteln wie Zahlen und Grafiken ist seine Angst vor Schematismus und die Befürchtung, dass sie den ,,Localbeamten", also den Forstmann vor Ort, dazu verleiten könnten, nicht der jeweils gegebenen Situation des Mikrostandortes und der Bestandesverhältnisse zu folgen, sondern irgendeinem etablierten Schema.

Tatsächlich gibt es in der forstlichen Welt des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts keinen größeren Gegensatz als die Vorstellungen Gayers und die Christoph Wagners (1911), eines Mechanisten in Vollendung. Der eine, Gayer, setzt so sehr auf die Fähigkeit des ,,Localbeamten", seine Entscheidungen von Fall zu Fall richtig zu treffen, wie der andere, Wagner, mit seinem *Blendersaumschlag* ein fast groteskes Beispiel für exzessiven Schematismus geliefert hat. Während der eine seinen Lesern jede Form der Darstellung seines Konzeptes vorenthält, erstickt sich Wagner selbst in einem absoluten Übermaß an raffinierter und schematischer Simplifizierung der komplexen forstlichen Welt. Sicher ist allerdings, dass das Konzept Wagners, obwohl auf großen Flächen begonnen, praktisch nie Bedeutung gewonnen hat.

Zuviel Wild – kein Erfolg

Nun wäre es verfehlt, zu glauben, dass der Ansatz Gayers wesentlich erfolgreicher verlaufen wäre. Er scheiterte allerdings an völlig anderen Faktoren. Die Wälder überall in Deutschland waren über lange Zeiträume, vielfach bis heute, so dicht mit jagdbaren Tieren wie Reh, Hirsch und Gams bevölkert, dass eine planvolle, natürliche Verjüngung schon deshalb nicht aufkommen konnte. Insbesondere die in seinem Mischwaldkonzept so wichtigen Baumarten wie Tanne, Ahorn und Esche, von Eibe, Vogel- und Mehlbeere, Aspe und Weide gar nicht zu reden, reagieren so empfindlich auf Verbiss, dass sie nur selten über Verbisshöhe hinausgelangen. Außerdem kann natürliche Verjüngung überhaupt nur funktionieren, wenn der Bestand genügend Mutterbäume aller erwünschten Baumarten enthält, um einen Mischbestand tatsächlich entstehen zu lassen. Gayer fand zwar Echo mit seinem Konzept. Ein Leiter der Bayerischen Staatsforstverwaltung, Huber, entwickelte es sogar weiter zum Bayerischen Femelschlag. Doch war die Zeit offenbar keineswegs reif für einen anspruchsvollen, sich frei entwickelnden Mischbestands-Waldbau. So wundert es auch nicht, dass Gayers Nachfolger im Amt, Heinrich Mayr, erhebliche Kritik an dessen Mischwald Konzept übte. In seinem Waldbau-Lehrbuch klingt das folgendermaßen:

„Gayers Methode hat ... vielfach ganz versagt, vielfach nur Stückwerk ergeben, ... schwere Nachteile für die Rentabilität gebracht, und, was die Mischbestände anlangt, so nehmen sie auch in Bayern ... nicht zu und der größte Teil dessen, was heute ... als kleingruppenweiser oder stammweiser Mischbestand erscheint, wird im kritischen Alter ... ohne fortgesetzte Hilfe wieder Reinbestand werden".

Ohne diese Dinge zu vertiefen, sei dem hinzugefügt, dass Mayr seine Kritik an Gayer mit einem eigenen Vorschlag zum Mischwaldkonzept ergänzte. Ihm schwebte folgendes vor, beschrieben in seinem Waldbau-Lehrbuch von 1909. Gleichaltrige Reinbestände auf Klein-

flächen, aus denen sich ein mosaikartig aufgebauter gemischter und ungleichaltriger Wald ergibt, in dem die Synthese zwischen Natürlichkeit und Rentabilität gelingen wird. Großflächig in die Tat umgesetzt ist diese aus 0,3 bis 3,0 ha großen Einheiten bestehende Kleinbestandswirtschaft so selten, dass sie in der waldbaulichen Literatur nur wenig Beachtung gefunden hat.

Weitsicht gegen den Strom

Alles in allem: Gayer war ein Mann, der gegen den Strom seiner Zeit schwamm, nachdrücklich und furchtlos. Er erkannte, dass eine Form der Waldbewirtschaftung Eingang in die Praxis fand, die ertragreich war, diese Produktivität aber mit einer dramatischen Steigerung aller biotischen und abiotischen Risiken erkaufte. Er war der erste von Gewicht, der das erkannte, daraus Konsequenzen zog und diese zu einem waldbaulichen Konzept verdichtete. Dieses Konzept fand seinen Niederschlag vor allem in der Publikation „*Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft*". Sicher war diese Veröffentlichung auch eine wichtige Vorgabe für Köstlers spätere Überlegungen zum „Freien Stil des Waldbaus". Die „Naturgemäße Waldwirtschaft" läßt sich ohne Gayers waldbauliches Denken kaum vorstellen.

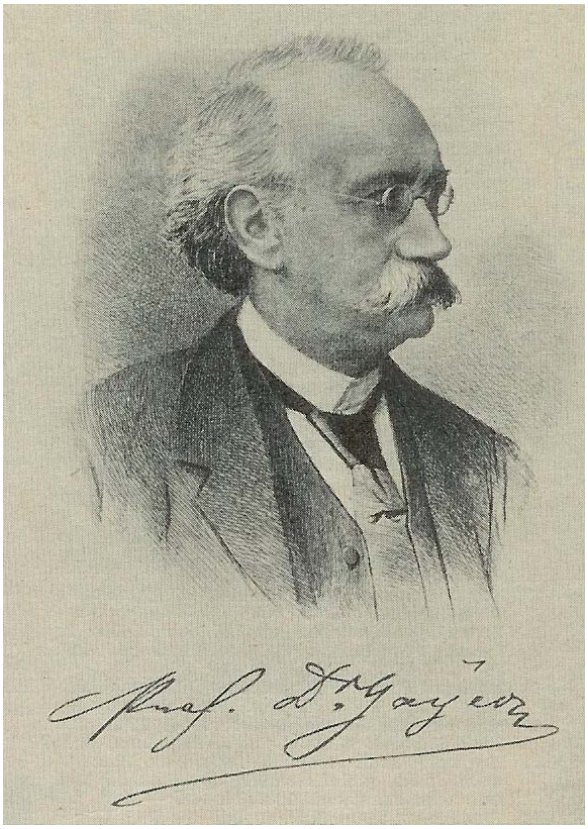


Abbildung 2: Karl Gayer (Bild: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)

Literatur

Burschel, P.; El Kateb, H.; Mosandl, R. (1990): *Experiments in Mixed Mountain Forests*. Symposium „Ecology and Silviculture of mixed species forests". Yale University New Haven, Druck als Festschrift für Professor Dr. D.M. Smith, Forestry Sciences 40, Kluwer Academic Publishers, S. 183–215

Gayer, K. (1863): *Die Forstbenutzung.* Aschaffenburg, 801 S.

Gayer, K. (1880): *Der Waldbau.* 1. Auflage, 700 S.

Gayer, K. (1886): *Der Gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft.* Berlin, 168 S.

Gayer, K. (1891): *Waldbauliches Bekenntnis.* Aus dem Walde, Wochenblatt für Forstwirtschaft 27, S. 105–107

Gayer, K. (1898): *Der Waldbau*. 4. Auflage, 626 S.

Gayer, K.; Fabricius, L. (1910): *Die Forstbenutzung*. 10. Auflage, Berlin, 637 S.

Gayer, K.; Fabricius, L. (1919): *Die Forstbenutzung.* 11. Auflage, Berlin, 642 S.

Gayer, K.; Fabricius, L. (1949): *Die Forstbenutzung.* 14. Auflage, Hamburg

Hasel, K.; Schwartz, E. (2002): *Forstgeschichte*. 2. Auflage

Köstler, J.N. (1950): *Waldbau.* 1. Auflage, Berlin

Köstler, J.N. (1955): *Waldbau.* 2. Auflage, Hamburg

Mayr, H. (1909): *Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage*. Berlin, 568 S.

Möller, A. (1922): *Der Dauerwaldgedanke*. Berlin

Mosandl, R. (1984): *Löcherhiebe im Bergmischwald*. Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Nr. 61, 298 S.

Wagner, C. (1911): *Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde*. Tübingen

Key words
Karl Gayer, mixed stands, sustainability, nature oriented silviculture

Summary
The sustainable use of timber as a basic human demand has a long tradition and is reflected in silviculture. The actually rising demand for sustainable wood biomass clarifies this aspect. In the life time of Karl Gayer the situation was reverse: Coal replaced fire wood and the production of timber got far more important. By 6 postulates Gayer opposed the imminent exclusive orientation of forestry according to the new requirements of pure stand and clearcut devices. He encountered the growth and financial analysis by manifold ecological aspects and consolidated these to a nature oriented silvicultural concept. The conversion of Gayer's ideas failed in the 20th century due to insufficient hunting politics. In addition he was criticized because of reduced financial prospects. However the lifework of Kar1 Gayer forms the basis of a close to nature forestry today.

Abbildung 3: Mischbestand (Foto: Tobias Bosch)

Waldbauwissenschaft auf den Spuren von Karl Gayer

Reinhard Mosandl

Schlüsselwörter
Waldbauwissenschaft, Mischwald, naturnahe Forstwirtschaft

Zusammenfassung
Die Entwicklung der Waldbauwissenschaft in Bayern in den 100 Jahren seit dem Tod des Waldbaupioniers Karl Gayer im Jahre 1907 wird aufgezeigt. Strömungen und Ausrichtungen des Waldbaus werden dabei an den wissenschaftlichen Leistungen der Nachfolger Karl Gayers (Heinrich Mayr, Ludwig Fabricius, Josef Nikolaus Köstler und Peter Burschel) dargestellt. Der Ausblick geht auf die künftige Ausrichtung des Waldbaus ein.

1878 – Beginn der Waldbauwissenschaft in Bayern

Das Jahr 1878 kann als Beginn der Forstwissenschaft und damit auch der Waldbauwissenschaft in Bayern angesehen werden. In diesem Jahr unterzeichnete König Ludwig II. die Urkunde, die die Grundlage für die Einrichtung fünf forstwissenschaftlicher Lehrstühle an der Staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität München legte. Mit der Ernennung der fünf Professoren begann der Aufschwung der Forstwissenschaft an der Universität München.

Die nahezu gleichzeitige Einrichtung einer Forstlichen Versuchsanstalt förderte die Forstwissenschaft ebenfalls. Auf Initiative des weitsichtigen Ministerialrates August Ganghofer, seit 1881 Chef der Bayerischen Staatsforstverwaltung, wurde aus Mitteln der Bayerischen Staatsforstverwaltung diese Anstalt im gleichen Jahr gegründet und von Anbeginn mit den neugeschaffenen Lehrstühlen der Universität München verknüpft. Die Abteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt wurden den Professoren unterstellt. Diese Konstellation blieb nahezu 100 Jahre unverändert, bis im Jahre 1979 Lehrstühle und Forschungsanstalt getrennt wurden. Damit prägten die jeweiligen Inhaber der forstlichen Lehrstühle, die gleichzeitig einer Abteilung der Forstlichen Versuchsanstalt vorstanden, fast ein Jahrhundert lang die forstliche Forschung (Speer 1978).

Neben den namhaften Forstwissenschaftlern Franz von Baur, Ernst Ebermayer, Robert Hartig und Gustav Heyer war zum 1. Oktober 1878 auch Karl Gayer an die Universität München berufen worden. Als Vertreter des Fachgebietes Waldbau legte er den Grundstein für die waldbauwissenschaftliche Forschung in Bayern. Seine Nachfolger auf dem Waldbaulehrstuhl, Heinrich Mayr, Ludwig Fabricius, Josef Nikolaus Köstler und Peter Burschel, weiteten darauf aufbauend die Waldbauwissenschaft erheblich aus.

Obgleich die fünf genannten Waldbauprofessoren den Fortschritt in der Waldbauwissenschaft in Bayern nicht allein zustande brachten, prägten sie doch die Ausrichtung der Forschung ganz entscheidend. Deshalb bietet sich bei einer Betrachtung der Entwicklung der Waldbauwissenschaft in Bayern eine chronologische Abhandlung entsprechend der Amtszeit der fünf Ordinarien an (Mosandl 2002).

Die Ära Gayer – Mischwald und Femelschlag

Johann Karl Gayer, im Alter von 56 Jahren auf den Münchener Waldbaulehrstuhl berufen, gab mit seinen Schriften der Waldbauwissenschaft entscheidende Impulse. In erster Linie mit seinem 1880 erschienenen Waldbaubuch und dem 1886 veröffentlichten Werk „Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft“ sowie mit der 1895 herausgegebenen Schrift „Über den Femelschlag und seine Ausgestaltung in Bayern“ legte Gayer den Grundstein für die waldbauliche Entwicklung in Bayern.

Die Ideen Gayers entstammten nicht in erster Linie streng naturwissenschaftlichen Studien, sondern eher seinem reichen Erfahrungswissen, das er sich in der Zeit als Revierleiter in Speyer und als Lehrer in Aschaffenburg angeeignet hatte. Die Nähe zur forstlichen Praxis war sicher ein Grund, warum seine Lehren so rasch Eingang in die praktische Forstwirtschaft fanden. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts enthielten die Wirtschaftregeln für die bayerischen Staatswaldungen Ele-

mente des von Gayer konzipierten Femelschlages, bei dem Baumarten mit unterschiedlichen lichtökologischen Ansprüchen kleinflächig unter leicht aufgelichtetem Schirm die ihnen zusagenden Nischen geboten bekommen (Mosandl 1984). In den Neuessinger Wirtschaftsregeln, einem der bekanntesten Werke, wurden der Femelschlag und seine Ausgestaltung in Bayern verbindlich festgelegt (Finsterer 1973).

Die Übersetzung der Bücher Karl Gayers trug im übrigen ganz wesentlich dazu bei, dass seine Mischwaldidee sowie Elemente des von ihm propagierten Verjüngungsverfahrens, des Femelschlages, weite Verbreitung fanden.

Die Ära Mayr: Fremdländeranbau und Kleinbestandswirtschaft

Als Nachfolger Gayers wurde 1893 Heinrich Mayr auf den Lehrstuhl für forstliche Produktionslehre – so hieß der Waldbaulehrstuhl damals – berufen. Heinrich Mayr (geboren 1852) war wie sein Vater im bayerischen Staatsforstdienst tätig, bevor er sich mit 28 Jahren entschloss, eine Assistentenstelle bei Robert Hartig an der Münchener Forstlichen Versuchsanstalt anzutreten. In nur drei Jahren erwarb er dort den staatswirtschaftlichen und philosophischen Doktorgrad und habilitierte sich im Fach Botanik. Anschließend erteilte ihm die Bayerische Staatsforstverwaltung den Auftrag, die für Deutschland in Frage kommenden Baumarten Nordamerikas in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet zu studieren (v. Pechmann 1972). Nach erfolgreichem Abschluss der im Jahr 1885 angetretenen Studienreise nach Nordamerika weitete Mayr auf eigene Kosten die Studien auf weitere Länder aus, Japan, Java, Ceylon und Nordindien standen auf seinem Reiseprogramm. In Japan hatte er drei Jahre lang eine Gastprofessur an der Akademie für Land- und Forstwirtschaft in Tokio inne. Seine in Nordamerika und Ostasien gesammelten Erfahrungen legte Mayr in seinem 1906 erschienenen Buch „Fremdländische Wald- und Parkbäume in Europa“ nieder. Mayr förderte damit sicher die Aufgeschlossenheit gegenüber fremdländischen Baumarten in Bayern. Auch eine Reihe von Versuchsanbauten exotischer Baumarten im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath gehen auf ihn zurück. Ein großangelegtes ertragskundlich fundiertes Versuchsprogramm zum Anbau fremdländischer Baumarten brachte er jedoch leider nicht auf den Weg (Burschel 1978). Ebenso wenig gelang es ihm, seine Idee des Kleinbestandswaldes, mit der er einigen Misserfolgen des Gayer'schen Femelschlages begegnen wollte, in der Praxis zu verankern. Daran trug sicher nicht die Idee selbst die Schuld. Ihm blieb nicht die Zeit, seine Idee weiter auszuführen. Mit nur 56 Jahren, genau in dem Alter, in dem Gayer erst auf den Waldbaulehrstuhl berufen wurde, ereilte ihn 1911 während einer Vorlesung ein Schlaganfall.

Abbildung 1: Bergmischwald (Foto: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)

Die Ära Fabricius: Waldbau auf der Grundlage von Experimenten

Nach dem plötzlichen Tod Heinrich Mayrs wurde der 36-jährige Ludwig Fabricius auf den Münchener Waldbaulehrstuhl berufen. Fabricius war bis 1904 Assistent bei Robert Hartig am Forstbotanischen Institut gewesen und hatte danach kurze Zeit bei Carl von Tubeuf und Max Endres gearbeitet. Von 1905 bis zu seiner Berufung im Jahr 1911 war er als Forstamtsassistent für die Forstamtsaußenstelle Grafrath zuständig. Nach seiner Berufung wurde ihm als Vorstand des Instituts für Waldbau und Forstnutzung der Bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt die Leitung des Lehr- und Versuchsreviers Grafrath übertragen. Obgleich Fabricius waldbauliche Fragestellungen in nahezu allen bayerischen Waldgebieten bearbeitete, war das Lehr- und Versuchsrevier Grafrath der Dreh- und Angelpunkt seiner Forschungen. In Grafrath konnte er seine Vorstellungen von waldbauwissenschaftlicher Forschung besonders gut verwirklichen. Nicht mehr Beobachtung und Intuition standen im Mittelpunkt des Waldbaus, sondern klare Fragestellungen und exakte wissenschaftliche Experimente. Die Wurzeln dieser ungemein modernen Wissenschaftsauffassung sind sicherlich in seiner Tätigkeit am Forstbotanischen Institut bei Robert Hartig und dessen Nachfolger von Tubeuf zu finden. Fabricius perfektionierte das Prinzip des wissenschaftlichen Versuches. Ausgehend von aktuellen Fragestellungen der forstlichen Praxis legte er eine Reihe von Versuchen an, über die wir auch heute noch staunen und die wir heute wieder aufgreifen.

Berühmt wurden u. a. seine Versuche zur Feststellung des Einflusses von Wurzelwettbewerb und Lichtentzug des Schirmbestandes auf den Jungwuchs (1929, 1935). Aber auch seine Versuche zur genetischen Fixierung von Qualitätsmerkmalen an Bäumen wie beispielsweise seine Arbeit zur Erkennung von Auslesestämmchen in Buchenjungwüchsen (1929) oder die Forschungen zur Wasserreiserbildung an Eichen (1932) gaben der forstlichen Praxis wichtige Impulse.

In seinen Arbeiten über Durchforstungsversuche in Kiefernbeständen (1930) und über Versuche mit biologisch-dynamischer Düngung (1937) werden auch heute noch relevante Themen aufgegriffen. Sicher ist es auch sein Verdienst, dass er mit zahlreichen Arbeiten den Blick auf das forstliche Saatgut und die Forstpflanzenzüchtung lenkte. Die Einrichtung des Instituts für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung im Jahre 1939 ist weitgehend ihm zu verdanken. Fabricius verbreitete seine Vorstellungen der Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden als Vorstand des Vereins der Deutschen Forstlichen Versuchsanstalten weit über die Waldbauwissenschaft hinaus. So war er der Hauptverfasser der „Richtlinien für die Ausführung forstlicher Ertragsuntersuchungen“.

Obwohl Fabricius waldbauliche Fragestellungen vollkommen anders als seine Vorgänger betrachtete, kam er dennoch nicht zu völlig anderen Schlussfolgerungen als diese. Auch von ihm ging, wie schon von Karl Gayer und Heinrich Mayr, das Signal an die forstliche Praxis, dass Kahlschläge nicht zielführend und Mischwälder weithin das erstrebenswerte Ziel in Bayern seien.

Die Ära Köstler: Waldbau aus der Praxis heraus

Josef Nikolaus Köstler, geboren 1902 in Rosenheim, wurde 1946 auf den Münchener Waldbaulehrstuhl berufen, der zu diesem Zeitpunkt um das Fachgebiet Forsteinrichtung erweitert wurde. Köstler kam nicht wie seine beiden Vorgänger aus der Forstbotanik. Seine Assistenzzeit in München (bis 1933) bei dem vielseitigen Victor Dieterich hatte ihn geprägt. Hier kam er auch mit dessen differenzierter Forstwirtschaftspolitik in Berührung. Dies sollte ihm bei seiner späteren Tätigkeit als Professor für Forstpolitik in Hann. Münden von 1934 bis 1938 noch von großem Nutzen sein. Von 1939 bis 1944 befasste er sich als Generaldirektor des Centre International de Silvyculture in Berlin ebenfalls mit forstpolitischen Fragestellungen. Kein Wunder also, dass er nach seiner Berufung auf den Münchener Waldbaulehrstuhl dem Waldbau eine Richtung gab, die den wirtschaftenden Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtung stellte. Die von Förstern und Waldbesitzern bei der Bewirtschaftung der Wälder gemachten Erfahrungen wurden für ihn zu einer wesentlichen Grundlage des Waldbaus. Damit wendete er sich ganz bewusst von dem experimentellen Ansatz seines Vorgängers ab. In seinem 1953 erschienenen Buch „Waldpflege“ führt er dies explizit aus: „*Es ist also der Versuch gemacht, Waldbau aus der Praxis heraus darzustellen, nachdem die Waldbauwissenschaft einige Jahrzehnte den Erfahrungsschatz zu sehr vernachlässigt hat zu Gunsten der gewiß notwendigen, aber zweitrangigen Bemühungen, waldbauliche Fragestellungen in exakten naturwissenschaftlichen Experimenten zu klären.*“ Sein 1950 erschienenes Waldbaubuch und das erwähnte Buch „Waldpflege“ belegen auch sein Bemühen, das in der forstlichen Praxis ge-

speicherte Erfahrungswissen für die Waldbauwissenschaft nutzbar zu machen. Zusammen mit seinen Assistenten beschrieb er eine ungeheuere Anzahl an Waldbeständen und Forstbetrieben in ganz Bayern und dokumentierte sie großteils auch fotografisch. In der forstlichen Praxis fanden die Arbeiten Köstlers aus drei Gründen großen Anklang: zum ersten bestachen die stets fundierten historischen Analysen, zum zweiten wurde in ihnen die Wertschätzung des Erfahrungswissens deutlich und zum dritten wurde die alles überragende waldprägende Kraft des Betriebsleiters – des „Waldbetreuers", wie Köstler ihn nannte – herausgestrichen.

Auch heute noch ist das von ihm entwickelte Konzept des „freien Stils des Waldbaus" in der forstlichen Praxis Bayerns lebendig. Vielen bayerischen Forstleuten gab Köstler in den 26 Jahren seines Wirkens in München das fachliche Rüstzeug und die richtige „Waldgesinnung" mit auf ihren Berufsweg.

Die Ära Burschel: Ökologische und globale Aspekte des Waldbaus

Im Jahr 1972 wurde Peter Burschel im Alter von 45 Jahren auf den Münchener Waldbaulehrstuhl berufen. Er brachte zwei Voraussetzungen mit, die sich in der Folge als äußerst segensreich für die Entwicklung der Waldbauwissenschaft in Bayern erweisen sollten. Zum einen verfügte er über umfangreiche, experimentell abgesicherte ökologische Kenntnisse, die es ihm ermöglichten, an die Tradition seines Vorvorgängers Fabricius anzuknüpfen, und zum anderen brachte er eine langjährige Auslandserfahrung mit, die ihn in die Lage versetzte, dem Waldbau eine internationale Ausrichtung zu geben. Sowohl die forstlichen Verhältnisse in Nord- als auch die in Südamerika waren ihm von einem einjährigen Studienaufenthalt in Oregon/USA bzw. einer sechsjährigen Tätigkeit als Direktor des Waldbauinstituts der Universidad Austral in Valdivia (Chile) wohlvertraut.

Schon in den ersten während seiner Amtszeit in München angelegten Waldbauversuchen zum Thema „Bodenbearbeitungsverfahren bei der Begründung von Kiefernbeständen" zeichnet sich ein ökologischer Schwerpunkt ab (Burschel et al. 1977). Noch deutlicher wird die ökologische Ausrichtung in den zahlreichen Arbeiten zur natürlichen Verjüngung der Baumarten. Insbesondere die in den bayerischen Kalkalpen angelegten Versuche zur Quantifizierung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Naturverjüngungsprozesse des Bergmischwaldes setzten im Bereich der Verjüngungsökologie Maßstäbe (Burschel et al. 1992). Mit den Versuchen zur Wiederaufforstung von Waldschadensflächen oder den Durchforstungsversuchen in jungen Fichten-, Kiefern- und Eichenbeständen wurden drängende Fragestellungen der forstlichen Praxis in Bayern aufgegriffen und einer ökologisch fundierten Beantwortung zugeführt. Wie Fabricius ein Freund exakter naturwissenschaftlicher Experimente verlor Burschel aber auch die praktische Waldbauarbeit und das waldbauliche Erfahrungswissen nicht aus dem Blickfeld. Nur so war es ihm auch möglich, zusammen mit seinem Kollegen Huss ein Waldbaubuch zu verfassen, das den Anforderungen der forstlichen Praxis in Bayern gerecht wurde (Burschel und Huss 1987).

Gegen Ende der achtziger Jahre wandte sich Burschel zunehmend globalen Aspekten der Forstwirtschaft zu (TU Dresden 1994). Er wurde nicht müde, darauf hinzuweisen, dass der Forstwirtschaft und auch dem Waldbau angesichts der drohenden Klimaänderung infolge des anthropogenen Schadstoffausstoßes eine zentrale Bedeutung zukommt (Burschel und Weber 1988). Allerdings wurde erst 1997, drei Jahre nach seiner Emeritierung im Protokoll der Konferenz in Kyoto die von ihm stets herausgestrichene Kohlenstoffspeicherfunktion von Wäldern offiziell auf internationaler Ebene anerkannt.

Ausblick

Nach der Verlagerung der Forstwissenschaftlichen Fakultät von der Ludwig-Maximilians-Universität München an die Technische Universität München und nach der Auflösung der Fakultät im Jahr 2000 findet sich auch der traditionsreiche Münchener Waldbaulehrstuhl in einem neuen Umfeld wieder. Am Wissenschaftszentrum Weihenstephan ist der Waldbaulehrstuhl eingebettet in ein Wissenschaftssystem, das weit über den traditionellen forstwissenschaftlichen Bereich hinaus reicht. Ein seiner integrativen Funktion gerecht werdender Waldbau muss in dieser Konstellation versuchen, die vielfältigen, am hiesigen Standort erarbeiteten Informationen zum Thema Wald und Umwelt zu sichten und auf Management-Relevanz hin zu prüfen. Dies geschieht mit Hilfe moderner Informationstechnologien, die entscheidungsrelevantes Wissen aus den Bereichen Ökologie, Sozioökonomie und Technologie zusammenführen und für waldbauliche Entscheidungen aufbereiten können. Die in diesem Zusammenhang entwickelten Ent-

Abbildung 2: Verjüngung im Bergmischwald (Foto: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)

scheidungsunterstützungssysteme sollen der forstlichen Praxis Entscheidungen nicht abnehmen, sondern sie lediglich durch Aufbereitung und Offenlegung von Management-Wissen erleichtern. Nachdem das forstliche Management nicht mehr nur auf Bäume, sondern auf das gesamte Waldökosystem ausgerichtet ist, wandelt sich der Waldbau zunehmend zum Waldökosystemmanagement (Mosandl und Felbermeier 2001), wobei die von Gayer formulierten Ziele wie Wahrung und Pflege der Standortkräfte oder die Ausweitung der Mischbestände sowie die Förderung des Laubholzes und der Naturverjüngung nie aus dem Auge verloren werden.

Literatur

Burschel, P. (1978): *Einhundert Jahre Waldbau an der Universität München – Persönlichkeiten, Postulate und Wirkungen*. In: Forstliche Forschungsanstalt München: Symposium „100 Jahre Forstwissenschaft in München". Forschungsbericht Nr. 42, S. 227–263

Burschel, P.; Eder, R.; Rehfuess, K.E.; Kantarci, D. (1977): *Waldbauliche, ökologische und bodenkundliche Untersuchungen in jungen Kiefernökosystemen (Pinus sylvestris. L.) nach unterschiedlichen Bodenbearbeitungen*. Forstliche Forschungsberichte München 38, 109 S.

Burschel, P.; Huss, J. (1987): *Grundriß des Waldbaus*. Pareys Studientexte 49, Hamburg und Berlin

Burschel, P.; Weber, M. (1988): *Der Treibhauseffekt, Bedrohung und Aufgabe für die Forstwirtschaft*. Allgemeine Forstzeitschrift 43, S. 1010–1016

Burschel, P.; El Kateb, H.; Mosandl, R. (1992): *Experiments in mixed mountain forests in Bavaria*. In: Kelty, M.J.; Larson, B.C.; Oliver, C.D. (Hrsg.): Forest Science – The Ecology and Silviculture of Mixed-Species Forests. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, S. 183–215

Fabricius, L. (1929): *Erkennung von Auslesestämmchen in Buchenjungwüchsen*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 51, S. 14–20

Fabricius, L. (1929): *Neue Versuche zur Feststellung des Einflusses von Wurzelwettbewerb und Lichtentzug des Schirmbestandes auf den Jungwuchs*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 51, S. 477–506

Fabricius, L. (1930): *Die Bayerischen Durchforstungsversuche in Kiefernbeständen*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 52, S. 201–216

Fabricius, L. (1932): *Ursachen der Wasserreiserbildung an Eichen*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 54, S. 753–766

Fabricius, L. (1935): *Was entscheidet über Ankommen und Fußfassen der natürlichen Verjüngung unter Schirm*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 57, S. 11–17

Fabricius, L. (1937): *Ein Versuch mit biologisch-dynamischer Düngung*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 59, S. 369–379

Finsterer, A. (1973): *Die klassischen bayerischen Naturverjüngungsverfahren im Raume Kelheim*. Beiheft Forstwissenschaftliches Centralblatt 35, 100 S.

GAYER, K. (18980): *Der Waldbau*. 4. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin, 626 S.

GAYER, K. (1886): *Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft*. Verlag Paul Parey, Berlin, 168 S.

GAYER, K. (1895): *Über den Femelschlag und seine Ausgestaltung in Bayern*. Verlag Paul Parey, Berlin, 31 S.

KÖSTLER, N. (1955): *Waldbau*. 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 418 S.

KÖSTLER, N. (1953): *Waldpflege*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 200 S.

MAYR, H. (1906): *Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa*. Verlag Paul Parey, Berlin, 622 S.

MAYR, H. (1909): *Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage*. Verlag Paul Parey, Berlin, 568 S.

MOSANDL, R. (1984): *Löcherhiebe im Bergmischwald – Ein waldbauökologischer Beitrag zur Femelschlagverjüngung in den Chiemgauer Alpen*. Forschungsberichte der Forstlichen Forschungsanstalt München 61, 298 S.

MOSANDL, R. (2002): *Waldbauwissenschaftliche Forschung für die forstliche Praxis seit 1878*. In: Bleymüller, H.; Gundermann, E.; Beck, R. (Hrsg.): 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung – Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung Heft 51, Band 2, S. 469–476

MOSANDL, R.; FELBERMEIER, B. (2001): *Vom Waldbau zum Waldökosystemmanagement*. Forstarchiv 72, S. 145–151

V. PECHMANN, H. (1972): *Geschichte der Staatswirtschaftlichen Fakultät*. In: Boehm, L.; Spörl, J. (Hrsg.): Die Ludwig-Maximilians-Universität in ihren Fakultäten. Verlag Duncker und Humblot, Berlin, S. 127–183

SPEER, J. (1978): *Forstwissenschaft im Wandel der Zeit*. In: Forstliche Forschungsanstalt München, Symposium „100 Jahre Forstwissenschaft in München", Forschungsbericht Nr. 42, S. 9–30

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN (1994): *Verleihung der Ehrendoktorwürde an Herrn Prof. Dr. Peter Burschel*. 76 S.

Keywords

Science of silviculture, mixed stands, forestry close to nature

Summary

The article presents the development of silviculture in Bavaria since the death of Karl Gayer – the pioneer of silviculture – in 1907. The progress and orientation of silviculture are demonstrated by the scientific contributions of Gayer's successors (Heinrich Mayr, Ludwig Fabricius, Josef Nikolaus Köstler und Peter Burschel). The future orientation of silviculture is presented.

Der gemischte Wald in der Lehre: Waldbau an der Fachhochschule Weihenstephan

Fredo Rittershofer und Manfred Schölch

Schlüsselwörter
Karl Gayer, Mischwald, Gruppenschirmschlag, Femelstellung

Zusammenfassung
Karl Gayer liebte den Wald aus guten Gründen. Die dem deutschen Volk nachgesagte Liebe zum Wald jedoch findet in der Forstgeschichte keine Begründung. Diese Vorstellung entstand in der Romantik, die ihre Empfindungen ganz unhistorisch in frühere Zeiten verlegte. Auch die Waldgesinnung als Kennzeichen der der modernen Forstwirtschaft zugrunde liegenden sittlichen Idee ist das Werk des 19. Jahrhunderts. Sie ist eine auf Nachhaltigkeit, Walderhaltung und Waldpflege ausgerichtete Waldwirtschaft, die sich mit diesen Forderungen an Waldbesitzer und Gesellschaft wendet. Die Waldgesinnung wurzelt gewiss in der Vergangenheit, etwa in der bäuerlichen Femelwirtschaft des Schwarzwaldes und anderer Regionen, in denen das fürsorgliche Denken an die Bedürfnisse kommender Geschlechter von jeher gepflegt wurde. Was man liebt, pflegt man.

Die dokumentierte Waldgeschichte kennt überwiegend Beispiele von Missbrauch, Raubbau und Verwüstungen, planloses und unkontrolliertes Vorgehen, übermäßige Inanspruchnahme, Unkenntnis, Überschätzung, Unterschätzung der negativen ökologischen Folgen und anderes mehr. Mahnende Worte der Forstleute wurden oft missachtet.

Mahnende Stimmen antworten auf menschliche Maßlosigkeit

Karl Gayer sieht in Zentraleuropa das Gebiet des „naturgemäßen Mischwuchses“ (Der gemischte Wald 1886). Seine Beseitigung veranlasste Gayer, zu mahnen. Die Anlässe zum Mahnen reichen weit zurück. Im ersten geschlossenen Werk der Nachhaltigkeit „Sylvicultura oeconomica“ beschreibt Hans Carl von Carlowitz im Jahre 1713 den schlechten, verwüsteten Zustand der Wälder. Überhöhte Wildstände mit herrschaftlicher Jagd rangieren vor dem Wald. Er forderte daraus Forst-Wirtschaftliches Denken und Handeln, er erkannte die Wohlfahrtswirkung des Waldes, die ästhetische Wirkung und ethische Bedeutung von Wäldern.

Das Buch „Der gemischte Wald. Seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft“ erschien 1886 in Berlin. Es fasst die Ergebnisse einer Vielzahl von Beobachtungen über Mischungsformen und -arten in Deutschland und im Ausland zusammen. 1886 erhielt Carl Benz ein Patent für einen Kraftwagen. Zusammen mit Gottlieb Daimler und Wilhelm Maybach setzten die „Autobauer“ einen unglaublichen Schub in Gang, der die industrielle Revolution in Deutschland beflügelte. Die menschliche Leistungskraft erschien in hohem Glanz. „*Der Mensch gestaltet den Erfolg!*“ Die mathematische Durchdringung der Forstwirtschaft (Pfeil 1820; Hundeshagen 1821; König 1835) eröffnete neue Wege, aber auch waldfeindliche Entwicklungen. Mit der Bodenreinertragslehre von Max Pressler (1858) in Tharandt erreichte der Kapitaleinsatz einen herausragenden Platz im forstlichen Wirtschaften. „*Faule Gesellen*“ (Pressler), „*fressendes Kapital*“ und „*verlorene Baumarten*“ (Max Endres) standen nun schnell wachsenden Fichten und Kiefern mit berechneter „finanzieller Umtriebszeit“ gegenüber. Karl Gayer hingegen fand, dass der Humus das wichtigste Agens und das wahre Kleinod der Waldvegetation sei. In der Harmonie aller im Wald wirkenden Kräfte liegt das Rätsel der Produktion. Die Waldbewirtschaftung muss „*den Fingerzeigen der Natur*“ gerecht werden. Der Mischwald wird „*allen Zeitläufen gerecht*“ (Der gemischte Wald). Gayer stand damit in der Forstwissenschaft scheinbar etwas verlassen da. Er vertraute auf seine praktische Erfahrung aus der Pfalz, dem Schwarzwald, aus Odenwald und Spessart und wusste um die Fehler der anderen, die in landwirtschaftlicher Manier mit Bäumen im Wald agierten.

Förster folgen Zahlen statt der Natur

Die moderne Forstwirtschaft auf großer Fläche folgte dem Versprechen der Zahlen. Baumarten wie Birke, Aspe, Weiden, Linde, Ahorn und Ulme wurden auf Sonderstandorte verdrängt oder ausgerottet (Eibe). Mit dem auf großer Fläche und über lange Zeit praktizier-

ten Dunkelschlag nach Georg Ludwig Hartig gewannen reine, gleichförmige Buchen- bzw. Laubholzbestände, oft ergänzt mit Fichte, an Bedeutung. Die für viele heimische Wälder typische Weißtanne verschwand zusehends wegen der kurzfristigen Verjüngungsverfahren mit rascher Räumung und auf Grund von Wildverbiss. Schlagwirtschaft! Im Zuge der Nachfrage nach Fichte und Kiefer, ihrer einfachen Bewirtschaftung im Kahlschlag und der raschen Verjüngung hinter Zaun reduzierte die moderne Forstwirtschaft auch den naturnahen Buchen-Mischwald. „*Mit der Buche verschwinden auch die übrigen Laubhölzer aus dem Walde*"... klagte Gayer. Spanner, Spinner, Eulen, Borkenkäfer und andere Insekten mit der Fähigkeit zur Massenvermehrung fühlten sich in den Nadelholz-Reinbeständen ausgesprochen wohl. Schneebruch und Sturmschäden blieben nicht aus. Die Forstwirtschaft lernte, im modernen Wirtschaftswald die chemischen Mittel zu schätzen.

Chancen ohne Schemata

Gemischte Wälder sind artenreicher, stabiler und letztlich auch ertragreicher, schrieb Gayer überzeugt. Schematische Verfahren werden dem strukturierten Wald nicht gerecht. Im Mischwuchs, der im Ideal mit dem Vorwuchs beginnt, bieten sich Chancen für Mischbaumarten unterschiedlicher Wuchsdynamik, Chancen für Stabilität und Chancen für Vorerträge. Im Schwarzwald, in Sachsen, Thüringen, den Vogesen und in den schweizerischen Wäldern fand er kräftige, begünstigte Vorwüchse und Vorwuchsgruppen. Gerade eben nicht Schlagwirtschaft! Damit ist der erste Schritt für die Methode der horst- und gruppenweisen Verjüngung durch Naturbesamung getan: „*Die reguläre Verjüngungsart der Natur ist die horstweise*".

Femelschlag wird der Natur am besten gerecht

Gayer's Erkenntnis, dass „*gruppen- bis horstweise*" Mischungen mehrerer Baumarten bei der Verjüngung mit zunehmendem Bestandesalter zu innigen Mischungen führen, ist die Voraussetzung für die Entwicklung seines Verjüngungsverfahrens, das er „*horst- und gruppenweise Verjüngung*" nannte. (Mit den von Gayer seinerzeit angegebenen Größen für „Gruppen und Horste" in Ar ergeben sich Mischungsformen, die dem heutigen Sprachgebrauch nach als Trupp oder Gruppe zu bezeichnen sind, im Falle der Eiche jedoch auch über einen halben Hektar umfassen können). Gayer grenzte

Abbildung 2: Studenten messen Baumhöhen und Höhentrieblängen in Vorwuchsgruppen. (Foto: M. Schölch)

sich gegenüber Carl Heyer und dessen „femelschlagweiser Verjüngung" ab. Nach Gayer sei dessen Verfahren dem Schirmschlag ähnlich und missbrauche den Begriff „Femel". Den Weg zur einzelstammweisen Nutzung (Plenterung, Plenterprinzip) ging Gayer aber nicht.

Wesentliche Merkmale des Gayer'schen Vorgehens:

- Einbeziehen brauchbarer Einzelvorwüchse und geeigneter Vorwuchsgruppen;
- zeitlich gestaffelte Anlage von Gruppenschirmstellungen;
- Rändelhiebe;
- zum Schluß Entnahme des restlichen Altholzes oder Überhalt sturmfester Bäume.

Die zeitliche Staffelung von Gruppenschirmstellungen und die ungleichmäßige Entwicklung der Verjüngung bestimmen das Maß der Ungleichaltrigkeit und auch die Länge des Verjüngungszeitraumes: 20 bis 40 Jahre und mehr sind möglich.

Eidgenossen vor Bayern

Wo finden wir heute alte GAYER'sche Bestände? In der Schweiz! ARNOLD ENGLER, von 1897 bis 1923 Waldbauprofessor und Direktor der Zentralanstalt für forstliches Versuchswesen in Zürich, griff GAYER's Ideen auf. Aus dem für schweizerische Verhältnisse geeigneten Verfahren entwickelten er und seine nachfolgenden Kollegen, vor allem BURKHARD und SCHÄDELIN, den „Schweizer Femelschlag", der in besonderem Maße den individuellen Verhältnissen angepasst werden kann. Die kleinflächige Verjüngung als Ergebnis durchdachten Handelns lebt dort bis heute fort.

In Bayern trifft man seltener auf das Ergebnis des GAYER'schen Diktums, in bäuerlichen Wäldern wohl zuerst, dort auch auf die Plenterung klassischer Art. Erst in jüngerer Vergangenheit und bis heute sehen wir im „Bayerischen Femelschlag" GAYER'sches Gedankengut auf größerer Fläche im Wald verwirklicht. Ein Schwerpunkt waldbaulicher Tätigkeit heute ist der Umbau von Fichtenreinbeständen in Mischbestände. Praktiker allerdings fürchten in jüngster Zeit bereits wieder dessen Rückgang. Unsere Studenten befassen sich intensiv mit dem „Künstlichen Femelschlag" als gezielter Maßnahme zum Umbau von Fichten- bzw. Nadelholzbeständen in Mischbestände. Sie messen, rechnen, beurteilen, planen und präsentieren ihre Studienarbeiten letztlich auf der geistigen Vorarbeit von KARL GAYER.

Wildverbiss ...

Stabiler und ertragreicher Mischwald kann sich nur über kontinuierliche natürliche Verjüngung generieren und nachhaltig fortbestehen. Die Höhe der Wildstände spielt dabei eine entscheidende Rolle. Es ist besonders bemerkenswert, dass sich KARL GAYER in „Der gemischte Wald..." kaum über Wildverbiss äußert, während er andere Einflussfaktoren wiederholt beschreibt. KARL REBEL wurde 1926 in Bayern deutlich zu diesem Thema. Heute stellt sich das „Wildproblem" als eine den Ertrag der Forstbetriebe erheblich mitbestimmende Größe dar. Die Abschusszahlen an Rehen vervielfachten sich bis heute. Lebte GAYER jetzt, würde er das gewiss schriftlich thematisieren und damit das private Vergnügen vieler Freizeitjäger trüben. Wohl wie damals wäre er ein verlässlicher Mahner für den Wald, ein Felsen in der Brandung.

... und Bestandespflege

Über die Bestandspflege schreibt GAYER in „Der gemischte Wald" wenig. Im Buch „Der Waldbau" jedoch erfahren wir, dass er noch heute moderne Verfahren vorstellt. Bezeichnend ist, dass er die Bestandspflege mit der Bodenpflege beginnen lässt. Nach gezielter Dichteregulierung zu Schutz und Wachstum in der Jugend folgt die Hochdurchforstung „in der herrschenden Kronenregion". Wenn …„*die wuchskräftigsten Individuen sich als zweifellos tüchtiges Nutzholzmaterial herausgehoben haben, dann ist denselben durch kräftige Hiebe ... die nötige Hilfe zu rascher Erstarkung zu bringen*".

Ursprung der naturgemäßen Waldwirtschaft

KARL GAYER legte 1880 (Der Waldbau, 1. Auflage) und 1886 (Der gemischte Wald...) die Grundlagen für das, was später als „Naturgemäßer Wirtschaftswald" kontrovers diskutiert und schließlich „Naturgemäße Waldwirtschaft" genannt wurde. Im Vorwort zur 1. Auflage des „Waldbaus" stellt er fest: „*Rascher als die systematische Lehre hat sich die Praxis, geführt durch die Fingerzeige der Natur und die unübertrefflichen Arbeiten unseres Altmeisters Burckhardt, dem Banne einer einseitigen Schulrichtung entzogen, und an vielen Orten strebt man heute, mehr oder weniger zielbewußt, einer freieren, allein durch Standort und Holzart vorgezeichneten, naturgemäßeren Bestandswirtschaft entgegen. Die Praxis ist in vielen Beziehungen der Theorie vorausgeeilt.*"

Aus heutiger Sicht: Karl Gayer hat Recht

Ungeschmälert gilt „Im Waldbau ist der Standort das Alpha und das Omega aller Betrachtungen" und „Erkennen wir an, dass die Natur unsere beste Lehrmeisterin ist". Das bis heute darüber gereifte Gedankengut, neuestes Wissen aus strukturreichen Wäldern und viel praktische Erfahrung stellen eine starke Säule der waldbaulichen Lehre an der Fachhochschule dar. Wald lässt sich zwar gedanklich in Kompartimente und Zahlen zerlegen. Zum tieferen Verständnis des Waldes gehört eine naturwissenschaftlich fundierte Basis, solides ökologisches, ökonomisches und technisches Wissen, Verständnis für die Belange des Waldbesitzers, vor allem aber die Fähigkeit, zusammenschauend waldbauliche Entscheidungen treffen zu können. Ein hoher Anspruch!

Unsere Studenten besuchen mit Freude Forstbetriebe, denen es mit natürlich verjüngten, stark differenzierten Mischwäldern wirtschaftlich – meistens – gut geht – allen Unkenrufen zum Trotz. Diese Betriebe zeigen uns auf authentische Weise: Karl Gayer hatte Recht!

Literatur

v. Carlowitz, H.C. (1713): *Sylvicultura oeconomica*. Leipzig, Braun Verlag

Endres, M. (1922): *Handbuch der Forstpolitik*. Berlin

Gayer, K. (1898): *Der Waldbau*. 4. Auflage, Paul Parey Verlag, Berlin

Gayer, K. (1886): *Der gemischte Wald – seine Begründung und Pflege insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft*. Paul Parey Verlag, Berlin

Hartig, G. L. (1791): *Anweisung zur Holzzucht für Förster*. Akademische Buchhandlung, Marburg

Hasel, K. (1985): *Forstgeschichte. Ein Grundriss für Studium und Praxis*. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin

Koch, H. (1976): *Naturverjüngung im Alpenvorland*. Dissertation Universität München

Leibundgut, H. (1946): *Femelschlag und Plenterung*. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 97

Möller, A. (1920): *Der Dauerwaldgedanke, sein Sinn und seine Bedeutung*. Paul Parey Verlag, Berlin

Pfeil, W. (1791): *Die deutsche Holzzucht.* Baumgartner Verlag, Leipzig

Pressler, M (1858): *Die Bodenreinertragslehre*. Tharandt

Rebel, K. (1922): *Waldbauliches aus Bayern.* J. E. Huber Verlag, Dießen vor München

Rittershofer, F. (1999): *Waldpflege und Waldbau.* Selbstverlag, Freising

Rittershofer, F. (2005): *Verantwortung für den Naturhaushalt anstelle von Trophäenjagd.* In: Umbrüche in der Jagd, ÖJV

Sperber, G. (1968): *Die Reichswälder bei Nürnberg – aus der Geschichte des ältesten Kunstforstes*. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 37, München

Sperber, G. (2007): *Mündliche Mitteilungen*

Vanselow, K. (1948): *Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftwald.* 2. Auflage, Verlag Neudamm, Hamburg

Keywords

Mixed stands, Karl Gayer, group shelterwood cutting, group selection

Summary

Karl Gayer's love of the forest had many good reasons. The Germans are said to be fond of the forest, however, it is not reflected by forest history. This conception started in the romantic age and feelings were shifted into earlier times in a quite unhistorical manner. The attitude on forests as one of the characteristics in modern forestry is based on the ideals of the 19th Century. It is the alignment of forestry to sustainability, forest preservation and forest tending addressed to forest owners and society. The attitude on forests certainly is rooted in the past especially in the selection forests of the farmers in the Black Forest and other regions, where sustainable thinking of the demands of future generations is constantly maintained. One cares for what one loves.

Karl Gayers Mischwald aus genetischer Sicht

Gerhard Müller-Starck und Bernd Stimm

Schlüsselwörter
Genetische Variation, Mischwald, Reproduktion, Waldverjüngung, Populationsgröße, Artenvielfalt, genetische Nachhaltigkeit

Zusammenfassung
Ausgehend von den Prinzipien des standortsgemäßen Mischwaldes wird die Bedeutung der genetischen Variation (Diversität, Variabilität) angesprochen. Fragmentierung von Populationen kann diese innerartliche Komponente der Biodiversität erheblich beeinträchtigen. Zur Vermeidung von Genverlusten und Inzuchtbelastungen ist die Beachtung von Mindestpopulationsgrößen wichtig. Damit sind Forderungen nach hoher Artenvielfalt Grenzen gesetzt. Beispiele werden genannt, in denen Mischwaldkonstellationen sich nicht negativ auswirken und somit das Potential zur genetischen Anpassung an heterogene Umwelten und zum langfristigen Überleben gewahrt bleibt. Auf der Basis von Verlustwahrscheinlichkeiten für Gene werden Mindestpopulationsgrößen benannt. Einflüsse des Reproduktionssystems (Wind- vs. Insektenbestäubung) werden ebenso angesprochen wie die Auswirkungen verschiedener Verjüngungsverfahren auf die Erhaltung seltener Genotypen. Der Femelhieb zeigt einen geringfügig größeren diversifizierenden Effekt als der Großschirmschlag. Bei der Tanne weist der Altersklassenwald eine etwas höhere genetische Variation auf als der Plenterwald. Durchforstungen, die die strukturelle Diversität begünstigen, wirken sich in der Regel positiv auf die Erhaltung genetischer Variation aus. In der Mehrzahl der betrachteten Fälle werden die Gayer'schen Postulate aus genetischer Sicht unterstützt, solange in den Mischungskomponenten die innerartliche Vielfalt weitgehend erhalten wird. Abschließend wird der Begriff der forstlichen Nachhaltigkeit aus genetischer Sicht erörtert und auf die Aktualität der Gayer'schen Prinzipien hingewiesen.

Einführung

Unter dem Eindruck stark zunehmender Nadelholz-Reinbestände und schrumpfender Mischwälder im 19. Jahrhundert festigte sich bei Gayer die Überzeugung, dass der natürliche Wald ein gemischter Wald sei und sich die Waldbewirtschaftung an den Gesetzmäßigkeiten der Natur orientieren müsse. Nach seiner Auffassung wird der Mischwald allen Zeitläufen gerecht; er kann jede Marktanforderung befriedigen und jeder Zeitperiode das Begehrte bieten (Gayer 1886).

Das Vorbild des standortsgemäßen Mischwaldes ging in die Konzepte naturnaher Waldbehandlung ein, wie sie die Landesforstverwaltungen in Deutschland formulierten. Bayern nahm in dieser Hinsicht eine Vorreiterrolle ein und schrieb Mischwald als Ziel des Waldbaus fest (Seitschek 1991). Die Behandlungstechnik orientiert sich an den natürlichen Lebensabläufen des Waldes, dabei werden nicht nur die natürlichen Kräfte des Standorts, sondern in der Regel auch das biologisch-genetische Ausgangspotential zielgerichtet genutzt.

Genetische Variation („genetische Diversität") stellt eine wesentliche Komponente der Biodiversität dar. Sie ist Voraussetzung für Anpassung und Überleben von Populationen und im Falle von Wäldern Determinante für langfristige Stabilität und Produktivität (z. B. Hattemer und Gregorius 1996).

Die Politik würdigte die Bedeutung der Biodiversität vor allem in Rahmenbedingungen wie den Helsinki- und Lissabon-Kriterien, die sich der Erhaltung der Vitalität von Waldökosystemen, der Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion, aber vor allem der Erhaltung, dem Schutz sowie einer angemessenen Verbesserung der Biodiversität widmen.

Die Methoden und Werkzeuge zur Erfassung der genetischen Variation wurden in den vergangenen zwei Jahrzehnten stetig verfeinert. Damit steht uns heute ein Instrumentarium zur Verfügung, um diese Variation zutreffend zu kennzeichnen (siehe u. a. Hattemer et al. 1993). Auf diese Weise lassen sich auch die Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen auf die genetische

Variation der Waldökosysteme abbilden und Handlungsempfehlungen für die forstliche Praxis zur Sicherung der genetischen Nachhaltigkeit ableiten (z. B. KONNERT 1995; SCHÜTZ 1996; MÜLLER-STARCK 1996). Manuale zur Anwendung von Isoenzym-Genmarkern trugen effizient zur Nutzung genetischer Methoden bei (KONNERT 1995; MÜLLER-STARCK et al. 2001).

Genetische Aspekte

Potential zur Erzeugung genetischer Variation (genetische Variabilität)

Die extrem große Variabilität von Waldbaumarten wird am Beispiel der genetischen Variation der Stieleiche (*Quercus robur* L.) im Bestand „Freising" demonstriert. Unter den gegebenen Bedingungen berechneten wir das Potential zur Bildung genetisch verschiedener Nachkommen und verglichen es mit der Situation bei Verlust von Allelen mit einer Häufigkeit bis zu fünf Prozent. Die 100 untersuchten Altbäume weisen an 17 Genorten – einem verschwindend geringen Teil des Erbgutes – insgesamt 69 verschiedene Gene auf (STREHLE 2000), von denen lediglich 34 eine Häufigkeit von über fünf Prozent besitzen. Die Multiplikation der bildbaren Genotypen über die 17 Genorte ergibt astronomische Anzahlen. Im Falle der real vorgefundenen Gene beträgt der Maximalwert $82{,}7 \times 10^{15}$ Individuen, von denen $23{,}6 \times 10^{6}$ übrigbleiben, wenn nur Gene in einer Häufigkeit über fünf Prozent berücksichtigt werden (Relation von $3{,}5 \times 10^{9}$: 1). Diese Zahlen veranschaulichen eindrucksvoll das extrem hohe Variabilitätspotential, das in einzelnen Beständen nie ausgeschöpft werden kann, demonstrieren aber zugleich die Folgen von Genverlusten.

Artenvielfalt versus Populationsgröße

Artenvielfalt und Populationsgröße können konkurrierende Merkmale darstellen. Hohe Artenzahlen auf engem Raum bedeuten oft Variabilitätsverluste innerhalb der Arten. Für den Forstpraktiker leitet sich daraus ab, dass er im Falle einer mischwaldartigen Wirtschaftsweise besonders gefordert ist, ausreichend große, effektive Populationsgrößen der einzelnen Art zu erhalten. Eine Verringerung der effektiven Populationsgröße ruft prinzipiell die gleichen Effekte hervor wie wir sie von der Fragmentierung von Waldbeständen her kennen. Unter anderem wäre langfristig mit Diversitäts- und schließlich mit Artverlusten zu rechnen.

Eine vergleichende Mischwald-Studie in Schweizer Fichten-Tannen-Bergwäldern stellt beruhigend geringe bzw. keine Unterschiede in der innerartlichen Vielfalt zwischen Beständen mit 45 Prozent Fichtenanteil und solchen mit 90 Prozent fest. Im Vergleich zu Mittelwerten von jeweils 20 Fichten- und Tannenbeständen in den Hochlagen der Schweiz (HUSSENDÖRFER 1997; MÜLLER-STARCK 1995) wird die Anzahl Gene (Allele) pro Genort bei der Tanne von durchschnittlich 2,16 auf 1,94, die Diversität von 1,26 auf 1,24 und die Heterozygotie von 19,3 Prozent auf 17,4 Prozent reduziert. Bei der Fichte sind die Werte annähernd gleich geblieben.

Um ein Gen (Allel), das mit einer Häufigkeit von fünf Prozent erwartet werden kann, noch mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit in wenigstens einer Kopie zu erhalten, wird eine Mindeststichprobe in der Größenordnung zwischen 100 und 150 Individuen benötigt (berechnet nach HATTEMER et al. 1993). Im Falle einer Häufigkeit von drei Prozent sind es bereits über 200 Individuen.

Aus Gründen der Sicherung einer ausreichenden genetischen Variation sind im Forstvermehrungsgutgesetz (AID 2003) für die dem Gesetz unterliegenden Baumarten für die Zulassung von Erntebeständen für Vermehrungsgut der Kategorie „Ausgewählt" bestimmte Mindestflächen und -alter festgelegt. Weißtannenbestände müssen mindestens 70 Jahre alt sein und eine Mindestfläche von einem Hektar aufweisen. Dabei wird eine Mindestbaumzahl im Erntebestand von 40 Individuen gefordert, von denen wiederum mindestens 20 Bäume zu beernten sind. Wenn man nun für einen gemischten Altbestand (50 Prozent Fichte, 40 Prozent Buche, 10 Prozent Tanne) 20 reproduktionsfähige Weißtannen pro Hektar zugrundelegt, müssten Weißtannen zur Gewinnung von Vermehrungsgut in einem solchen Mischbestand mindestens auf einer Fläche von zwei Hektar beerntet werden.

Wenn in den Weißtannen genetische Merkmale in der Häufigkeit von drei Prozent erhalten werden sollen, sind mindestens 200 Weißtannen-Individuen erforderlich. In Tannen-Reinbeständen wäre diese Zahl schon auf einer Fläche von einem bis zwei Hektar gewährleistet, im Falle beigemischter Tannen (z. B. in Form von zwei Tannenhorsten pro Hektar mit je zehn reproduktionsfähigen Tannen) bräuchte man aber bereits eine Mindestfläche von etwa zehn Hektar.

Waldverjüngung und Bestandespflege

Eine Prämisse für den Wirtschafter sollte also sein, ausreichend große, effektive Populationsgrößen zu erhalten, um Genverluste und Inzuchteffekte zu vermeiden. DEGEN und SCHOLZ (1996) schätzten Selbstbestäubungswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Populationsgröße und der räumlichen Verteilung reproduzierender Bäume für drei Szenarien: Reinbestand (200/ha),

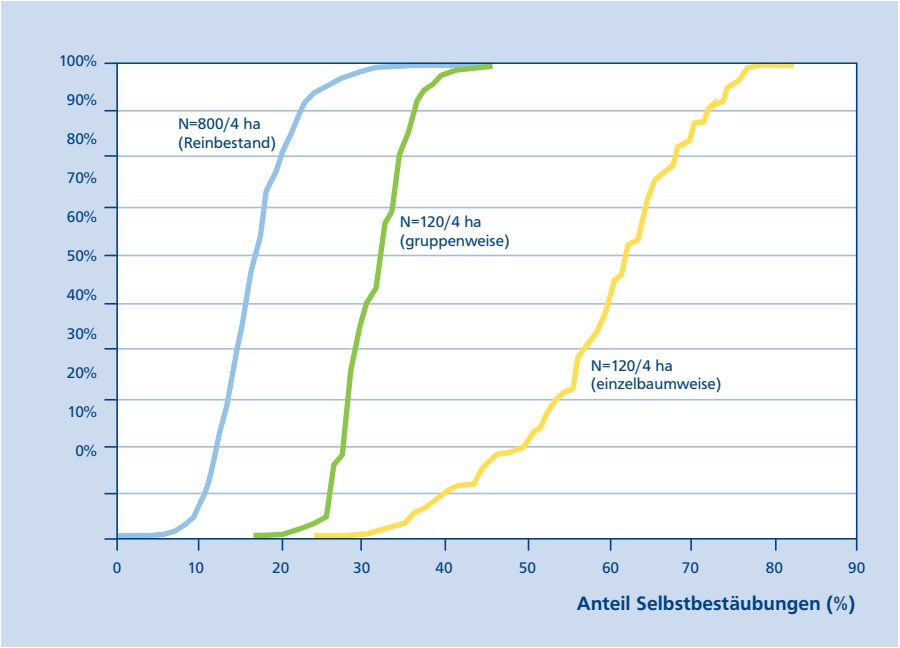


Abbildung 1: Kumulative Verteilung der Anteile von Selbstbestäubungen (S) in drei Szenarien (Erläuterungen siehe Text)

Mischung gruppenweise (30/ha) und einzelstammweise (30/ha). Dabei wurden folgende Medianwerte ermittelt: 16 Prozent Selbstung für den Reinbestand, 31 Prozent für gruppenweise und 60 Prozent für einzelbaumweise Mischung (Abbildung 1).

Befruchtung in Beständen

In Abhängigkeit von Parametern des Reproduktionssystems, z. B. wind- vs. insektenbestäubte Baumarten, kann das Risiko für Diversitätsverluste sehr unterschiedlich ausfallen.

Bei windbestäubten einheimischen Kiefern- und Fichtenbeständen wurde nachgewiesen, dass die Befruchtungswahrscheinlichkeit zwischen benachbarten Bäumen schon nach 20 bis 30 Metern sehr stark zurückgeht und nach 60 bis 70 Metern kaum noch effizient ist (Müller 1977). Diese enge Abhängigkeit von der Entfernung der Paarungspartner trifft bei insektenbestäubten Arten auf Grund der räumlichen Effizienz der Bestäuber in den meisten Fällen nicht zu. Im Falle der vereinzelt vorkommenden Elsbeere zeigte sich beim Vergleich genetischer Variationsparameter von Altbestand (121 Bäume auf 3,7 ha) und Nachkommenschaft (187 Samen von 21 Bäumen) eine vergleichsweise große genetische Ähnlichkeit (Biedenkopf et al. 2007). Bezogen auf den Mittelwert der Altbäume reduziert sich die genetische Diversität in der Nachkommenschaft von 0,42 auf 0,37 und die Heterozygotie von 42,8 auf 31,7 Prozent, aber diese Abweichungen folgen primär aus der geringen Anzahl fruktifizierender Bäume und nicht aus der unzureichend überbrückten Entfernung.

Vielfältig aufgebaute Mischwälder sind wertvolle Waldlebensräume, die den Fortbestand seltener Baumarten sichern helfen. Sie verschaffen Pollenvektoren eine beständige verfügbare Nahrungsgrundlage. Dies kann den Genfluß zwischen Individuen, Horsten und Teilpopulationen aufrecht erhalten.

Verjüngungsverfahren und Förderung seltener Genotypen

Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Verjüngungsverfahren auf die genetische Struktur der Naturverjüngung sind selten (Konnert et al. 2007). Bei der Buche fiel eine Häufung seltener Genotypen in der Randzone von Lochhieben auf (Starke 1996).

Bei der Weißtanne wurden Altersklassenwälder und Plenterwälder miteinander verglichen (Hussendörfer und Konnert 2000). Genetische Unterschiede zwischen den beiden Bewirtschaftungssystemen waren gering, führten aber in allen Fällen zu höheren Werten im Altersklassenwald: 2,20 vs. 2,18 Allele pro Genlocus, 1,27 vs. 1,23 im Falle der genetischen Diversität und 1,27 vs. 1,23 beim Heterozygotenanteil. Andererseits resultiert die höhere Stammzahl je Flächeneinheit im Plenterwald wiederum aus einer höheren genetischen Vielfalt.

Kleinräumiges Vorgehen und lange Verjüngungszeiträume erhalten demgemäß eine relativ hohe genetische Variation in den Folgebeständen. Die Verwendung mehrerer guter wie schwacher Samenjahre dabei ist genetisch sehr vorteilhaft. Mit dieser Vorgehensweise werden möglichst viele Populationsglieder an der

Reproduktion beteiligt. Somit ist die von GAYER postulierte „Horst- und Gruppenwirtschaft“, die ausgehend von kleinflächigen Femeln unter Einbeziehung vieler Samenjahre die Erhaltung des gemischten Waldes zum Ziel hat, aus genetischer Sicht als günstig zu bewerten. Weniger günstig schneidet hier der Großschirmschlag ab (STARKE 1996).

Strukturelle Diversität

Der Vergleich von Variationsparametern soziologisch unterschiedlicher Kollektive der Weißtanne (KRAFT'sche Klassen 1–2 im Gegensatz zu 3–5) (HUSSENDÖRFER und MÜLLER-STARCK 1997) zeigt nur geringfügige Unterschiede, wobei die höheren Werte immer in den Klassen 3 bis 5 auftreten. Dies sind die allelische Vielfalt (30 vs. 29), allelische Diversität (1,28 vs. 1,27) und der Heterozygotenanteil (20,1 vs. 18,4).

Die Beurteilung von Baumkollektiven anhand ihrer soziologischen Stellung bildet eine wesentliche Grundlage für waldbauliche Pflegeeingriffe. Während früher und in Abhängigkeit von der Baumart häufig Niederdurchforstungen oder niederdurchforstungsartige Eingriffsvarianten gebräuchlich waren, wurden in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten vor allem selektive Eingriffe in die herrschende Schicht praktiziert. Entsprechende Untersuchungen zum Einfluß von Pflegemaßnahmen auf die genetische Struktur von Beständen zeigen, dass maßvoll durchgeführte selektive wie schematische Eingriffe sich nur gering auf die genetische Struktur des verbleibenden Bestandes auswirken. Bei mit einer drastischen Stammzahlreduktion verbundenen Eingriffen gehen allerdings seltene Allele verloren, die genetische Vielfalt verringert sich (KONNERT et al. 2007).

Genetische Nachhaltigkeit

Gezählte genetische Varianten oder komplex berechnete Variationsparameter allein sagen wenig aus, wenn sie nicht sinnvoll bewertet werden. Kenntnisse über reproduktionseffektive Populationsgrößen gehören dazu ebenso wie die Planung von Generhaltungsmaßnahmen (ANDERS et al. 2002).

Wichtigster Eckpunkt einer genetisch nachhaltigen Waldwirtschaft ist die Bewirtschaftung und Wiederbegründung von Waldbeständen unter Wahrung ihres natürlichen genetischen Potentials (genetische Variabilität) als Grundlage des Anpassungspotentials (MÜLLER-STARCK 1993, 1996). Neben dem Schutz genetischer Ressourcen erlangen Maßnahmen zur Erhöhung der genetischen Variation im Falle genetischer Destabilisierung (z. B. Verluste genetischer Diversität, Inzuchtbelastungen) besondere Bedeutung. Einige Maßnahmen sind bereits im Jugendstadium erforderlich, indem z. B. in lückigen Naturverjüngungen Material mit bekannter genetischer Diversität ergänzt wird.

Beerntungsmaßnahmen zur Beschaffung forstlichen Vermehrungsgutes sollten gezielt auf Repräsentativität und nicht nur auf Ertrag abgestellt werden. Eine genetisch nachhaltige Waldbewirtschaftung drückt sich auch in der Verwendung von Vermehrungsgut in hoher Qualität und großer Zahl aus, um die notwendige natürliche Selektion bereits im Stadium der Kulturbegründung zu ermöglichen. Werden Kulturen im Dichtstand begründet (z. B. bei der Buche 10.000 Individuen pro Hektar), so ist davon auszugehen, dass genetische Belastungen (insbesondere Inzuchtdepression) auf Grund von Selektion in späteren Stadien nicht mehr in Erscheinung treten. Die betriebswirtschaftlich häufig als notwendig angesehene Kulturbegründung im Weitverband ist ein den natürlichen Prinzipien gegenläufiges Vorgehen, das aus genetischer Sicht abzulehnen ist.

Schlussfolgerungen

Im Vergleich zu anderen Nutzpflanzen weisen Waldbaumpopulationen eine sehr hohe innerartliche Diversität auf. Das darin repräsentierte Potential zur Bildung genetischer Variation scheint ein sehr wichtiges Prinzip in der Anpassung an heterogene und in ihrer Komplexität nicht vorherzusehende Freiland-Stresskonstellationen zu sein. Waldbaumpopulationen gelten zurecht als „Anpassungskünstler”, aber sie können diesem Ruf nur gerecht werden, wenn eine ausreichend hohe genetische Variation in ihnen repräsentiert ist und die Minimierung der Individuenzahlen bei der Kulturbegründung oder starke nachfolgende Vereinzelung sie nicht von vornherein einschränkt.

Der von GAYER gelehrte Femelhieb zielt auf eine Langfristigkeit der Verjüngung ab, fördert die Gruppenstruktur und auch die Biodiversität. Aus forstgenetischer Sicht ist dabei auf die Schaffung genügend großer Horste, die in räumlich enger Beziehung stehen, zu achten. Zu kleine Horste mit einem eventuell begrenzten Genaustausch können zu erhöhter Inzuchtbelastung bzw. bestimmten Vaterschaftsmustern führen. Deutlich wird das im Plenterwald; er zeigt nicht die optimale Präsenz genetischer Vielfalt, hat aber strukturelle Vorteile gegenüber dem Altersklassenwald.

In vielen Fällen wird es notwendig sein, Mischbestände künstlich zu begründen. Auch hier kann die Forstgenetik hilfreiche Antworten auf wichtige Fragestellungen liefern, sei es in der Verwendung standortsgemäßer Herkünfte, zur Repräsentativität forstlichen Vermehrungsgutes, zur Höhe der Individuenzahl bei der Kulturbegründung sowie zu Fragen der genetischen Zertifizierung.

Die GAYER'schen Prinzipien liefern auch heute noch, über ein Jahrhundert nach seinem Wirken, zeitgemäße Antworten und Perspektiven für einen steigenden Rohstoffbedarf im Sinne der forstlichen Nachhaltigkeit. Sie können auch im Sinne der Erhaltung von Biodiversität als vorbildlich gedeutet werden, denn Mischbestände aus mehreren Baumarten fördern im Gegensatz zu Reinbeständen auch die Zunahme koadaptierter Tier- und Pflanzenarten und erzeugen somit eine höhere Biodiversität. Neben der biologischen verbessert sich auch die strukturelle Vielfalt und schafft neue Nischen für viele Lebewesen. So erhöht sich auch die Vielfalt der Waldlebensräume.

„Nur in unserem Hinarbeiten auf eine den Verhältnissen entsprechende Vielheit und Mannigfaltigkeit der Formen erkenne ich allein die richtige und praktische Erfassung unserer wirtschaftlichen Aufgabe, in dem Streben nach Unifikation liegt das Unheil für den Wald."
(GAYER 1886: Der gemischte Wald, S. 131)

Literatur

AID (2003): *Forstliches Vermehrungsgut – Informationen für die Praxis*. aid infodienst, Heft 1164

ANDERS, S.; ELLENBERG, H. et al. (2002): *Biodiversitätsforschung im Wald*. ForschungsReport 2, S. 17–21

BIEDENKOPF, S.; AMMER, C.; MÜLLER-STARCK, G. (2007): *Genetic aspects of seed harvests for the artificial regeneration of wild service tree* (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz). New Forests, S. 1–12

DEGEN, B.; SCHOLZ, F. (1996): *Der Einsatz des Simulationsmodells ÖKO-GEN zur Erarbeitung von Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Forstwirtschaft*. In: Müller-Starck, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. Ecomed, Landsberg, S. 284–299

GAYER, K. (1886): *Der gemischte Wald*. Verlag Paul Parey, Berlin, 168 S.

HATTEMER, H. H.; BERGMANN, F.; ZIEHE, M. (1993): *Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft*. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 492 S.

HATTEMER, H. H.; GREGORIUS, H.-R. (1996): *Bedeutung der biologischen Vielfalt für die Stabilität von Waldökosystemen*. In: Müller-Starck, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. Ecomed, Landsberg, S. 1–10

HUSSENDÖRFER, E. (1996): *Wird „Biodiversität" durch eine künstliche Bestandesbegründung beeinflußt?* In: Müller-Starck, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. Ecomed, Landsberg, S. 160–176

HUSSENDÖRFER, E. (1997): *Untersuchungen über die genetische Variation der Weißtanne (Abies alba Mill.) unter dem Aspekt der in situ Erhaltung genetischer Ressourcen in der Schweiz*. Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für das Forstwesen 83, 151 S.

HUSSENDÖRFER, E.; MÜLLER-STARCK, G. (1997): *Genetische Aspekte der dauerwaldartigen Waldwirtschaft*. Der Dauerwald 16, S. 54–68

HUSSENDÖRFER, E.; KONNERT, M. (2000): *Untersuchungen zur genetischen Variation der Weißtanne (Abies alba Mill.) in Plenterwäldern im Vergleich zu Altersklassenwäldern*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 119, S. 208–225

KONNERT, M. (1995): *Isoenzymuntersuchungen bei Fichte (Picea abies (L.) Karst.) und Weißtanne (Abies alba Mill.) – Anleitung zur Trennmethodik und Auswertung der Zymogramme*. Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf, 74 S.

KONNERT, M.; HOSIUS, B.; HUSSENDÖRFER, E. (2007): *Genetische Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen*. Forst und Holz 62, S. 8–14

MÜLLER, G. (1977): *Cross-fertilization in a conifer stand inferred from enzyme gene markers in seeds*. Silvae Genetica 26, S. 223–226

MÜLLER-STARCK, G. (1993): *Auswirkungen von Umweltbelastungen auf genetische Strukturen von Waldbeständen am Beispiel der Buche (Fagus sylvatica L.)*. Schriften der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 112, Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 163 S.

MÜLLER-STARCK, G. (1995): *Genetic variation in high elevated populations of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) in Switzerland*. Silvae Genetica 44 (5–6), S. 356–362

MÜLLER-STARCK, G. (1996): *Beiträge der Forstgenetik zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung*. In: MÜLLER-STARCK, G. (HRSG.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. Ecomed, Landsberg, S. 259–283

MÜLLER-STARCK, G.; v. WÜHLISCH, G.; KONNERT, M. (2001): *Labormanual zur Durchführung von Isoenzymanalysen bei der Buche* (*Fagus sylvatica L.*), aus der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung forstlicher Genressourcen", Unterarbeitsgruppe „Biochemisch-genetische Analyse", 39 S.

Schütz, J. Ph. (1996): *Möglichkeiten des Waldbaus zur Förderung der Biodiversität mit Rücksicht auf die Vielfalt der Biotope sowie der Genressourcen*. In: Müller-Starck, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. Ecomed, Landsberg, S. 105–113

Seitschek, O. (1991): *Mischwald als Ziel des Waldbaus*. AFZ 24, S. 1248–1251

Starke, R. (1996): *Die Reproduktion der Buche (Fagus sylvatica L.) unter verschiedenen waldbaulichen Gegebenheiten*. In: Müller-Starck, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. Ecomed, Landsberg, S. 135–159

Strehle, U. (2000): *Genetische Variation der Stieleiche (Quercus robur L.) in Bayern*. Dissertation Technische Universität München, 117 S. und Anhang (zugleich Herbert Utz Verlag, Wissenschaft, München)

Key words

Genetic variation, mixed forests, reproduction, regeneration, population size, diversity of species, genetic sustainability

Summary

Based on the principles of site-adapted mixed forests, the significance of genetic variation (diversity, variability) is pointed out. This within-species component of biodiversity can be substantially affected by fragmentation of populations. In order to avoid losses of genetic variation and increasing loads of inbreeding, it is important to take into consideration minimum sizes of partitioned populations which implies that demands for large numbers of species are restrained. Examples are outlined in which various mixed forest formations do not negatively infer the potential for genetic adaptation to heterogeneous environments and for long-term survival. Probabilities for loosing genes and corresponding minimum sizes of populations are calculated. Impacts of the reproductive system (wind- vs. insect pollination) are presented as well as impacts of different silvicultural systems for natural regeneration on the maintenance of rare genotypes. Canopy gap openings created by the removal of groups of mature individuals („Femelhieb“) show a slightly more pronounced diversifying effect as compared to the continuous openings created by a shelterwood method („Großschirmschlag“). In case of the Silver fir, even-aged forests reveal a slightly larger genetic variation than uneven-aged forests („Plenterwald“). Thinnings, which improve the structural diversity, stimulate the maintenance of genetic variation as a rule. In most cases, from a genetic point of view, the postulates of Gayer are supported as long as the within species diversity is largely maintained within the intra-species components of the mixed forests. Finally, forest sustainability is addressed from a genetic point of view and the up-to-dateness of Gayer's principles is pointed out.

Mischwald und Klimaänderung

Bernhard Felbermeier und Michael Weber

Schlüsselwörter
Klimawandel, Waldbau, klimatische Belastbarkeit, Mischbestände

Zusammenfassung
Klimaänderungen werden zu einer immer größeren Gefahr für die Wälder in Bayern. In diesem Beitrag werden auf der Grundlage von Daten der Bundeswaldinventur und Kennwerten der klimatischen Belastbarkeit forstlich wichtiger Baumarten die Konsequenzen für die Zusammensetzung der Wälder in Bayern aufgezeigt. Die Analyse deutet darauf hin, dass ab einer Erwärmung von 2 bis 4°C mit flächigen Bestockungsverlusten zu rechnen wäre und die gegenwärtigen Mischwälder sich in erheblichem Umfang in Richtung Reinbestände entwickeln würden. Mischwald erhöht zwar prinzipiell die Stabilität der Wälder gegenüber Klimaänderungen und senkt damit Betriebsrisiken. Die gegenwärtige Baumartenzusammensetzung der Mischwälder macht sie jedoch anfällig gegenüber wärmeren Temperaturen. Ihr Erhalt erfordert daher ein aktives waldbauliches Handeln.

Zielsetzung

Das Klima der Erde erwärmt sich. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts, also schon zu Lebzeiten Karl Gayers, hat sich die Jahresmitteltemperatur in Bayern im Durchschnitt um 1°C erhöht (Deutscher Wetterdienst 2005). Für das kommende Jahrhundert gehen verschiedene Klimaprognosen von Temperaturerhöhungen um 2,4 bzw. 6°C aus (Europäische Union 2002; IPCC 2007; Deutscher Wetterdienst 2005). Beeinflussten die bisherigen mäßigen Klimaänderungen noch kaum die Zusammensetzung des Waldes, so ist in Zukunft zu erwarten, dass die rapide Erwärmung die Anpassungsfähigkeit der Baumarten überschreiten wird. Damit stellt sich die Frage, welche Konsequenzen sich für die Zusammensetzung der Wälder ergeben. Ziel der hier dargestellten Studie ist es daher, anhand von Kennwerten der klimatischen Belastbarkeit forstlich wichtiger Baumarten zu prüfen, welche Folgen sich bei unterschiedlichen Klimaszenarien für die zukünftige Zusammensetzung der bayerischen Wälder ergeben.

Methoden

Die Grenzen der klimatischen Belastbarkeit können aus den Verbreitungsgebieten der Baumarten und den dort vorherrschenden regionalen Klimaverhältnissen abgeleitet werden. Diese Kennwerte werden zu Ökogrammen verdichtet, aus denen der Toleranzbereich der Baumart hervorgeht (Abbildung 1). Jeder Waldstandort lässt sich in dieses Diagramm einordnen. Daraus wird das mögliche Vorkommen einer Baumart an diesem Standort bestimmt. Geht man beispielsweise von den aktuellen Verhältnissen an einem Standort innerhalb des aktuellen Verbreitungsgebietes aus (Punkt 1), dann kann in Abhängigkeit vom Klimaszenario bestimmt werden, ob eine Baumart an diesem Standort in Zukunft noch zu existieren vermag (Punkt 2) oder ob die klimatische Belastbarkeit überschritten ist (Punkt 3) (Ellenberg 1986; Huntley et al. 1989; Thomasius 1991; Felbermeier 1993).

Auf Basis der gegenwärtigen Verbreitungsgrenzen hergeleitete Ökogramme wurden im Rahmen dieser Studie mit den Daten der Bundeswaldinventur II in Bayern verschnitten. Für jeden Aufnahmepunkt, für den eine Winkelzählprobe vorliegt, wurde geprüft, ob eine dort vorkommende Baumart bei bestimmten Klimaszenarien noch innerhalb des Toleranzbereiches liegt oder nicht. Daraus wurde abgeleitet, inwieweit sich die gegenwärtige Baumartenzusammensetzung bei verschie-

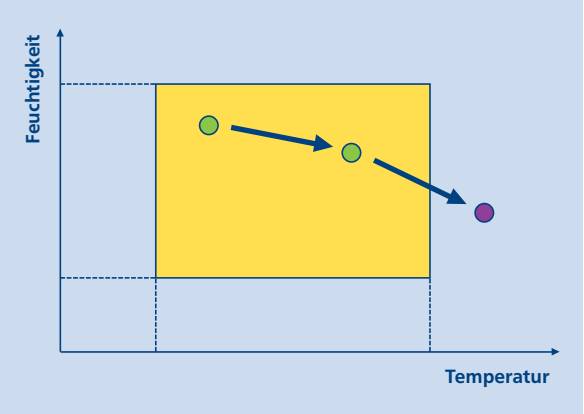


Abbildung 1: Ökogramm: Die gelbe Fläche markiert den Toleranzbereich einer Baumart in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Feuchtigkeit.

denen Klimaszenarien allein aus der Veränderung der atmosphärischen Umweltverhältnisse verändern müsste. In der hier dargestellten Modellstudie wurde für Bayern eine durchschnittliche Erwärmung von 2, 4 oder 6°C bei konstant bleibendem Niederschlag angenommen.

Ergebnisse

Die Analyse zeigt, dass ab einer Erwärmung von 2 bis 4°C die gegenwärtige Waldbestockung auf großer Fläche gefährdet wäre. Entsprechend den verwendeten Kennwerten der klimatischen Belastbarkeit ist bei einer Erwärmung von 4°C die gegenwärtige Bestockung auf einem Viertel und bei 6°C auf der Hälfte der Inventurpunkte bedroht (Abbildung 2).

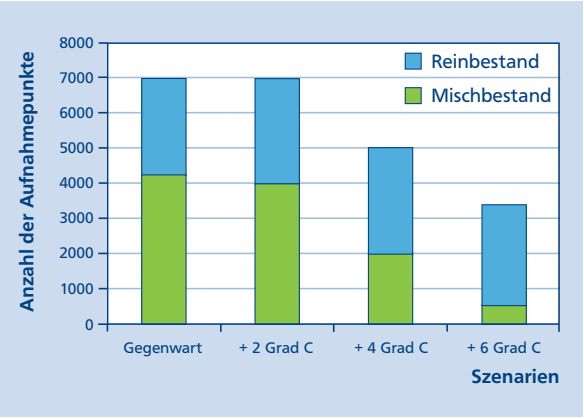


Abbildung 2: Anzahl der Aufnahmepunkte, an denen mit der Winkelzählprobe die Baumartenzusammensetzung geschätzt wurde, klassifiziert nach Reinbestand (eine Baumart je Aufnahmepunkt) und Mischbestand (mindestens zwei Baumarten je Aufnahmepunkt).

Die Bestockung ließe sich in diesem Fall dort nur dann aufrechterhalten, wenn die Bäume in den verbleibenden Beständen noch ausreichendes Saatgut klimatoleranter Baumarten hervorbringen oder geeignete Baumarten nachgepflanzt werden. Die richtige Mischung der Wälder könnte das Risiko der Waldverluste erheblich verringern.

Der positiven Wirkung der Mischung sind auf Grund der aktuellen Baumartenzusammensetzung jedoch enge Grenzen gesetzt. Aus der Studie geht hervor, dass auf einer Vielzahl von Inventurpunkten klimasensitive Baumarten ausfallen würden und damit die Erwärmung einen massiven Entmischungsprozess auslösen würde. Folgt man den Berechnungen, dann wandeln sich bei einer Erwärmung um 4°C 50 Prozent und bei 6°C 90 Prozent der Aufnahmepunkte mit mindestens zwei Baumarten zu Aufnahmepunkten, an denen nur noch eine Baumart stocken würde (Abbildung 2). Ohne aktive Maßnahmen wäre der ehemals gemischte Wald in Zukunft dann ein aufgerissener Reinbestand mit aufkommender Naturverjüngung aus den verbliebenen Baumarten und Pioniervegetation. Die Resistenz gegenüber anderen von der Klimaerwärmung erzeugten Veränderungen, beispielsweise bei Niederschlag, Sturm oder Insekten, wäre erheblich herabgesetzt.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Bisherige Untersuchungen zur klimatischen Belastbarkeit forstlich wichtiger Baumarten in Bayern (Burschel et al. 1993; Felbermeier 1993, 1994a, 1994b; Felbermeier und Burschel 1994; Felbermeier und Mosandl 2002; Kölling et al. 2005; Kölling 2006) wie auch die hier vorgestellte Studie zeigen, dass bis zu einer Erwärmung von 1 bis 2°C die Wälder in Bayern – mit Ausnahme der wärmsten Gebiete – fortbestehen könnten, soweit die Feuchtigkeitsverhältnisse mit den heutigen zu vergleichen sind und nicht Extremereignisse sowie biotische Schadfaktoren zur steuernden Größe werden. Auf Einzelstudien beruhende Hinweise zur Bedrohung bestimmter Baumarten auf Grund der Klimaänderung müssen vor diesem Hintergrund bewertet werden (Rennenberg et al. 2004; Ammer et al. 2005).

Die Bewertung der Ergebnisse muss jedoch folgende methodischen Einschränkungen berücksichtigen: Zum einen handelt es sich um einen rein statischen Vergleich, die dynamische Entwicklung einer Klimaänderung lässt sich nicht nachvollziehen. Zum anderen liefert die Nutzung der Verbreitungsgebiete als Datengrundlage zwar ein Maximum standörtlicher Informationen, doch kann die klimatische Belastbarkeit der Baumarten nicht vollständig abgebildet werden, da viele Baumarten seit der letzten Eiszeit ihre klimatischen Verbreitungsgrenzen noch nicht erreicht haben oder auf Grund menschlicher Eingriffe zurückgedrängt wurden (Felbermeier 1993; Czajkowski et al. 2006). Die aktuellen Ökogramme stellen daher einen Mindestwert der klimatischen Belastbarkeit dar, der möglicherweise geringer ist als die potentielle Toleranzbreite der jeweiligen Baumart (Abbildung 3).

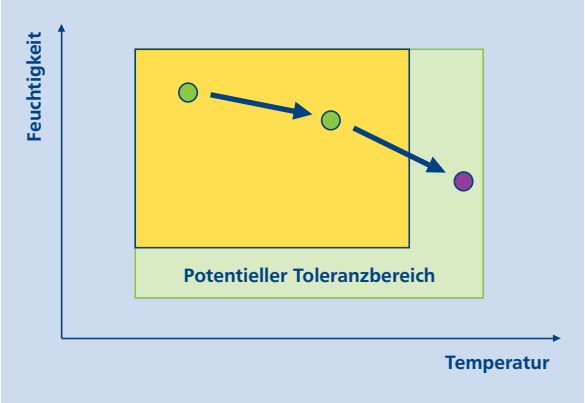


Abbildung 3: Ökogramm: Aus den Verbreitungsgrenzen ableitbare klimatische Belastbarkeit (gelb) und möglicher potentieller Toleranzbereich (grün)

Trotz dieses nicht zu behebenden Informationsdefizits gilt für die Entwicklung der Wälder und deren waldbauliche Steuerung:

- Im Zuge der vom Menschen verursachten Klimaänderungen wird die Aussage Karl Gayers (1886) endgültig bestätigt: „*Wald ist zum Kulturobjekt geworden*“. Eine natürliche Entwicklung in ihrem ursprünglichen Sinn gibt es nicht mehr.
- Der Mischwald erhöht prinzipiell die Elastizität des Ökosystems und schützt so besser vor klimabedingten Waldverlusten als der Reinbestand. Der Problematik des Ausfalls einzelner Baumarten und der damit verbundenen Öffnung des Kronendaches muss im Mischbestand mit entsprechenden waldbaulichen Maßnahmen begegnet werden, um seine Resistenz gegenüber abiotischen und biotischen Faktoren zu erhalten. Nur dann wird es bei den erwarteten Klimaänderungen noch möglich sein, reife Waldentwicklungsstadien auszuformen.
- Die gegenwärtige Struktur der Mischwälder in Bayern erweist sich als äußerst sensibel gegenüber Klimaänderungen, da sie sich zu einem hohen Anteil aus Baumarten wie Fichte mit geringer klimatischer Belastbarkeit für höhere Temperaturen aufbauen. Der Erhalt der Mischwälder in Bayern erfordert infolgedessen ein aktives waldbauliches Handeln, um diese an die zu erwartenden Klimaänderungen anzupassen. Daher sollten Überlegungen zur Berücksichtigung trockentoleranterer Baumarten (z. B. submediterrane Eichenarten, Douglasie) an der Bestockung in die waldbauliche Planung einbezogen werden.

Die Wirkung der zu erwartenden Klimaänderungen auf den Wald kann nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden, da die erwarteten Klimaänderungen unseren Erfahrungsbereich verlassen. Aufgabe wird es daher sein, die exakten Methoden der Wissenschaft mit den flächigen Beobachtungen der Praxis zu verknüpfen, um die Informationsgrundlage für die Entwicklung und Bewirtschaftung der Wälder fortlaufend zu verbessern. Nur dann erscheint es möglich, rechtzeitig mit geeigneten Mitteln auf die unsere Wälder bedrohende globale Klimaänderung zu reagieren.

Abbildung 4: Verjüngung im Bergmischwald (Foto: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)

Literatur

AMMER, C.; ALBRECHT, H.; BORCHERT, H.; BROSINGER, F.; DITTMAR, C.; ELLING, W.; EWALD, J.; FELBERMEIER, B.; V. GILSA, H.; KENK, G.; KÖLLING, C.; KOHNLE, U.; MEYER, P.; MOSANDL, R.; MOOSMAYER, H.-U.; PALMER, S.; REIF, A.; REHFUESS, K.-E.; STIMM, B. (2005): *Zur Zukunft der Buche (Fagus sylvatica L.) in Mitteleuropa*; kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von RENNENBERG et al (2004). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 176. Jg., S. 60–67

CZAJKOWSKI, T.; KOMPA, T.; BOLTE, A. (2006): *Zur Verbreitungsgrenze der Buche (Fagus sylvatica L.) im nordöstlichen Mitteleuropa*. Forstarchiv 77, S. 203–216

BURSCHEL, P.; WEBER, M.; BÖSWALD, K.; FELBERMEIER, B. (1993): *Potentiale der Kohlenstoffixierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimastabilisierung*. Sitzung der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages zum Schutz der Erdatmosphäre am 15.03.1993, Stellungnahme zum vorgelegten Fragenkatalog, 46 S.

CAB International (2005): *Forestry Compendium, Fagus sylvatica* [Originaltext von FELBERMEIER, B.]. In: Forestry Compendium. Wallingford, UK, CAB International, CD-ROM

DEUTSCHER WETTERDIENST (2005): *Erarbeitung und Bereitstellung von langen Reihen interpolierter Gitterpunkte (Tageswerte) und Analyse des Langzeitverhaltens von Gebietsmittelwerten der Lufttemperatur in Baden-Württemberg und Bayern*. KLIWA-Berichte Nr. 5, 76 S.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2005): *Der Klimawandel in Bayern für den Zeitraum 2021–2050*. Kurzbericht, 14 S.

ELLENBERG, H. (1986): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 4. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 989 S.

EUROPÄISCHE UNION (2002): *Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft*. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 15 S.

FELBERMEIER, B. (1993): *Der Einfluß von Klimaänderungen auf die Areale von Baumarten*. Methodenstudie und regionale Abschätzung für die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) in Bayern. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 134, 214 S.

FELBERMEIER, B. (1994a): *Arealveränderungen der Buche infolge von Klimaänderungen*. Allgemeine Forstzeitschrift 5, S. 222–224

FELBERMEIER, B. (1994b): *Die klimatische Belastbarkeit der Buche*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 113, S. 152–174

FELBERMEIER, B.; BURSCHEL, P. (1994): *Klimaänderung und Wald*. Rundgespräche der Kommission Ökologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Pfeil, München, S. 139–148

FELBERMEIER, B.; MOSANDL, R. (2002): *Fagus sylvatica*, In: Enzyklopädie der Waldbäume. Ecomed, Landsberg am Lech, 20 S.

HUNTLEY, B.; BARTLEIN, P.J.; PRENTICE, I.C. (1989): *Climatic control of the distribution and abundance of beech (Fagus L.) in Europe and North America*. Journal of Biogeography 16, S. 551–560

IPCC (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 21 S.

GAYER, K. (1886): *Der gemischte Wald*. Verlag Paul Parey, Berlin, 168 S.

KÖLLING, C. (2006): *Standortgerechte Wälder in Zeiten des Klimawandels: Welche Baumarten braucht der Wald von morgen?* Schriftenreihe des Bayerischen Forstvereins Heft 17, S. 58–76

KÖLLING, C.; WALENTOWSKI, H.; BORCHERT, H. (2005): *Die Buche in Mitteleuropa*. Allgemeine Forstzeitschrift 13, S. 696–701

RENNENBERG, H.; SEILER, W.; MATYSSEK, R.; GEßLER, A.; KREUZWIESER, J.: *Die Buche (Fagus sylvatica L.), ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa?* Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 175, S. 210–244

THOMASIUS, H. (1991): *Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder in Mitteleuropa*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110, S. 305–330

WEBER, M.; BURSCHEL, P. (1994): *Wald und Klima*. In: Hatzfeld (Hrsg.): Ökologische Waldwirtschaft. Verlag C. F. Müller, Heidelberg

Keywords

Climatic change, silviculture, mixed stands

Summary

Climatic changes become an increasing risk for Bavarian forests. In this study the consequences on forest composition in Bavaria are investigated using national forest inventory data and specific values for the climatic capacity of commercial tree species. The analysis indicates that forest cover will be endangered starting from a warming of 2–4°C and the present mixed forest stands would considerably develop towards pure stands. In principle mixed forest is considered to increase the stability of forests in relation to climatic changes and thereby to decrease operational risks. However, according to our findings the present tree species composition of the mixed forest is quite susceptible to warmer temperatures. The protection of mixed forest therefore requires silvicultural action.

Finanzielle Risiken von Rein- und Mischbeständen

Thomas Knoke

Schlüsselwörter
Fichten-Buchen-Mischbestände, Ertrag, Risiko

Zusammenfassung
Der Beitrag untersucht, wie sich ausgewählte, in der Literatur belegte Effekte kleinflächiger Mischungen in Fichten-Buchen-Beständen (verminderte Holzqualität, geänderter Volumenzuwachs, erhöhte Stabilität) auf die finanziellen Parameter „Ertrag“ und „Risiko“ auswirken. Die Ergebnisse zeigen, dass eine erhöhte Stabilität der Fichte im kleinflächig gemischten Wald etwaige negative Effekte einer verminderten Holzqualität bei weitem überkompensiert. Ein veränderter Volumenzuwachs zeigt kaum Auswirkungen. Letztlich lassen sich in einem kleinflächig gemischten Wald alle Erträge bei einem deutlich niedrigeren Risiko erzielen als in einem großflächig gemischten Wald. Auf Grund der erhöhten Stabilität ist es darüber hinaus sogar möglich, mit einem Bestand aus 40 Prozent Buche und 60 Prozent Fichte größere Erträge als mit einem reinen Fichtenbestand zu erhalten – und dies bei einem Risiko auf dem Niveau eines reinen Buchenbestandes.

Mischwald als Möglichkeit der Diversifikation

Vom Sturm geworfene oder vom Käfer geschädigte Fichtenbestände gehören heute zur Tagesordnung (Abbildung 1). Die Anfälligkeit der schon Ende des neunzehnten und Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts in Deutschland weit verbreiteten Koniferen gegenüber biotischen und abiotischen Schädigungen ist jedoch keine neue Erscheinung. Mit seinem berühmten Werk „Der gemischte Wald“ umriss Gayer (1886) einen idealisierten Wald, dessen Aufbau den Wirtschaftern eine hohe Flexibilität durch Bereitstellung vielfältiger Holzsortimente und durch Stabilität eröffnen sollte. Seither hat die Forstwissenschaft den gemischten Wald insbesondere aus der ökologischen Perspektive beleuchtet. Finanzielle Aspekte traten demgegenüber deutlich in den Hintergrund.

Die finanzielle Bewertungsmethodik ist selbst 100 Jahre nach dem Tode Gayers nicht weit entwickelt. Vor dem Hintergrund der Analogie zwischen den Überle-

Abbildung 1: Vom Sturm geworfene Fichten gehören heute zur Tagesordnung.

gungen eines Investors zur Diversifikation seiner Finanzwerte und denen eines Waldbesitzers, dessen Wald neben ökologischen auch Finanzwerte repräsentiert, drängt sich ein Zugang über die Finanztheorie förmlich auf.

Die von der Finanztheorie hervorgebrachte Methodik zur Bewertung von Diversifikationseffekten fand bisher jedoch nur ansatzweise Eingang in die Bewertung von Mischwäldern. Eine besonders große Lücke klafft mit Blick auf die Integration ökologischer Effekte von Baumartenmischungen in finanzielle Bewertungsansätze. Während finanzielle Diversifikationseffekte großflächiger Mischungen bereits beispielhaft belegt werden konnten, ist derzeit noch offen, wie kleinflächige Mischungen aus finanzieller Sicht zu bewerten sind. (Bei Knoke 2007 findet sich ein Überblick zu diesem Thema). Es existieren Effekte solcher Mischungen, die eher nachteilig sind (z. B. Verschlechterung der Holzqualität und erhöhte Begründungskosten), aber auch solche, die Vorteile bedeuten (z. B. erhöhte Stabilität). Für die These, dass die finanziellen Vorteile kleinflächiger Mischungen etwaige Nachteile überwiegen, gibt es bis dato keinen klaren Beleg. Letztlich könnte es tatsächlich vorteilhafter sein, mit großflächigen Mischungen zu operieren.

Monte-Carlo-Simulation zur Integration von Risiken

Vor dem beschriebenen Hintergrund wurden ökologische Auswirkungen kleinflächiger Mischungen auf die Holzqualität, den Volumenzuwachs und die Bestandesstabilität in eine finanzielle Bewertung einbezogen. Hierzu wurden aus Monte-Carlo-Simulationen (vgl. zur Methode Knoke 2007) die Kriterien „finanzielles Risiko“ und „Ertrag“ (hier als Summe aller mit zwei Prozent abgezinsten Zahlungsdifferenzen) sowohl für großflächige als auch für kleinflächige Mischungen abgeleitet und verglichen.

Im Rahmen der Monte-Carlo-Simulationen wurden Wachstumsprognosen für die Baumarten Buche und Fichte mit Risiken durch Windwurf, Insekten und Schneebruch sowie mit Holzpreisfluktuationen kombiniert. Dies erfolgte mit Hilfe von Zufallszahlenfunktionen und wurde tausendfach wiederholt, so dass die Streuung (Standardabweichung) der finanziellen Erträge als klassisches Maß für das finanzielle Risiko abgeleitet werden konnte.

Finanzielles Risiko und Ertrag großflächiger Mischungen

Das finanzielle Risiko großflächiger Mischungen aus Buchen- und Fichtenbeständen ist geringer, als es eine flächenproportionale Addition (dünne gerade Linie in Abbildung 2) der Risiken beider Bestände erwarten lässt. Dies verdeutlicht die konvexe Verbindungslinie zwischen reinen Buchen- und reinen Fichtenflächen (Abbildung 2). Werden Fichten großflächig in Buchenbestände eingemischt, steigt der Ertrag proportional zum Fichtenanteil, während das Risiko zunächst sinkt. Hierfür sind nur schwach korrelierte naturale Risiken beider Baumarten und leicht negativ korrelierte Holzpreisentwicklungen verantwortlich, die bei Mischung beider Baumarten Risikokompensationen bewirken. Ab einem Fichtenanteil von 20 Prozent (Risikominimum) steigt das Risiko jedoch mit wachsendem Fichtenanteil.

Finanzielle Effekte kleinflächiger Mischungen

Zur Integration möglicher Effekte kleinflächiger Mischungen wurde eine gruppenweise Beimischung (25 x 40 m Gruppengröße) unterstellt. Der von Röhrig et al. (2006) im Randbereich der Gruppen vermutete Abfall der Holzqualität wurde durch einen Abschlag der Nettoerlöse für die Randbäume (50 Prozent bei Buche, 20 Prozent bei Fichte) berücksichtigt. Bei einer Mischung jeweils zur Hälfte aus Fichte und Buche kam es auf diese Weise zu einer maximalen Reduktion der gesamten Nettoerlöse um zehn Prozent bei der Buche und um fünf Prozent bei der Fichte.

In Bezug auf den Volumenzuwachs wurde für eine „50 zu 50 Mischung“ ein Rückgang bei Buche um 13 Prozent und eine Zunahme bei Fichte um 16 Prozent angenommen (Kennel 1965). Mit jeweils abnehmendem Mischungsanteil wurden die Zu- bzw. Abschläge linear reduziert. Im Hinblick auf die Stabilität wurden auf Grund von neueren Studien (Mayer et al. 2005; Schütz et al. 2006) größere Überlebenswahrscheinlichkeiten für die Fichte in kleinflächiger Mischung unterstellt. Während die Referenzvariante (großflächige Mischung) annahm, dass bis zu einem Alter von 100 Jahren rund 40 Prozent aller Fichtenbestände entweder dem Schnee, dem Wind oder Insekten zum Opfer fallen, wurde für die Fichte in Gruppenmischung ein Ausfall von lediglich 20 Prozent bis zum Alter 100 angenommen. Das hiermit vorausgesetzte Verhältnis von Schäden in Rein- und Mischbeständen lag also bei 2 : 1.

Abbildung 2: Finanzielles Risiko und Ertrag bei großflächigen Mischungen (gerade, dünne Linie: Kombinationen aus Buche und Fichte bei proportionaler Risikokalkulation; konvexe, dicke Linie: Simuliertes, auf Grund von Diversifikationseffekten unterproportionales Risiko)

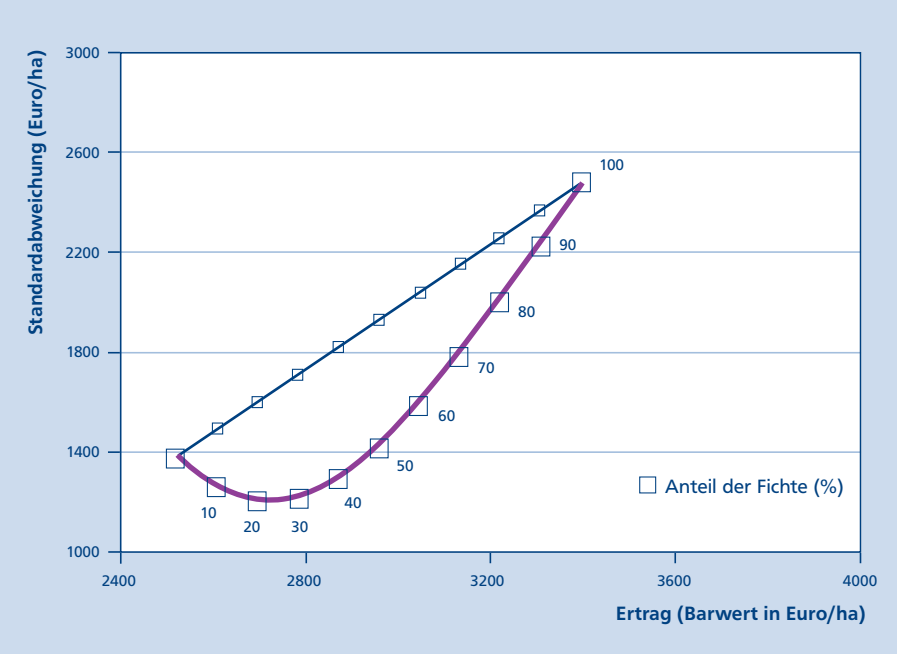
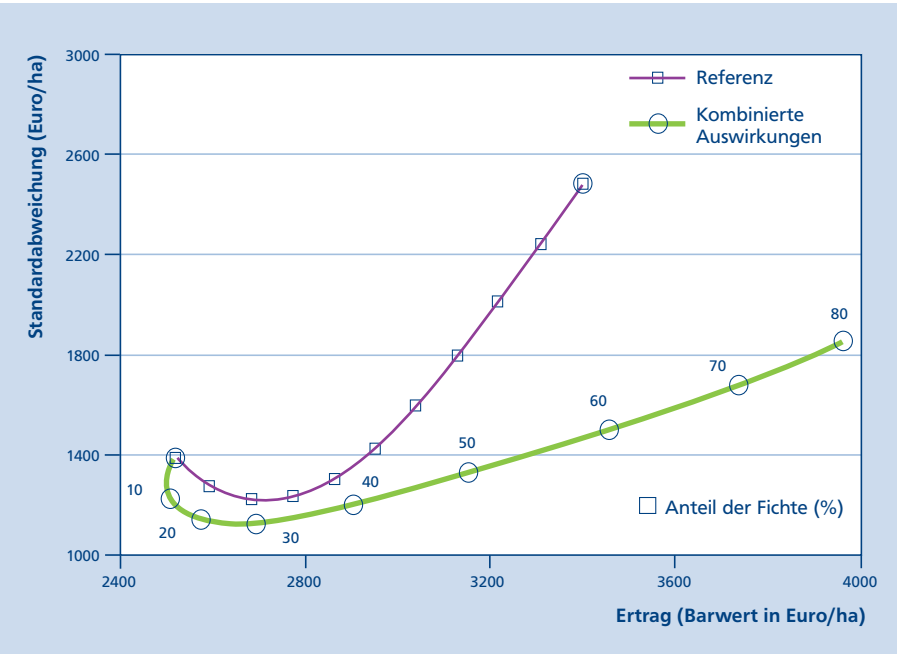


Abbildung 3: Vergleich von finanziellem Risiko und Ertrag bei kleinflächiger und großflächiger Mischung (Kreise: Risiko und Ertrag kleinflächig gemischter Bestände; Quadrate: Risiko und Ertrag großflächig gemischter Bestände)



Dies stellt im Vergleich zu den oben zitierten Arbeiten in Bezug auf die Stabilität der kleinflächig gemischten Bestände eine eher pessimistische Einschätzung dar.

Trotz deutlich negativer Auswirkungen der angenommenen Verschlechterung der Holzqualität auf die finanziellen Parameter und in etwa neutraler Effekte eines geänderten Volumenzuwachses ergab die Kombination aller drei Effekte eine deutliche Überlegenheit kleinflächiger gegenüber großflächigen Mischungen (Abbildung 3).

Mit Hilfe kleinflächiger Mischungen konnte jeder Ertrag der großflächigen Mischungen bei geringerem finanziellen Risiko erreicht werden. Ja, es war sogar möglich, einen höheren Ertrag als im reinen Fichtenbestand zu erreichen (bei Fichtenanteilen ab 60 Prozent). Dies liegt an dem für die finanziellen Kennzahlen durchschlagenden Effekt der erhöhten Stabilität der Fichte im kleinflächig gemischten Bestand. Hierdurch verbesserten sich die finanziellen Resultate so stark, dass etwaige negative Effekte, wie z. B. eine sinkende Holzqualität, überkompensiert wurden.

Fazit

Damit können wir folgern, dass sich positive finanzielle Auswirkungen des von GAYER (1886) angestrebten gruppen- bis horstweise gemischten Waldes mit Hilfe einer Kombination der Ergebnisse ökologischer Forschung mit einer finanziellen Bewertung sehr wohl nachweisen lassen. Es besteht damit kein Grund, im Rahmen von Empfehlungen zum Mischwald lediglich auf ökologische Vorteile zurückzugreifen. Im Gegenteil, gerade finanzielle Vorzüge machen den Mischwald attraktiv.

Literatur

GAYER, K. (1886): *Der gemischte Wald*. Verlag Paul Parey, Berlin

KENNEL, R. (1965): *Untersuchungen über die Leistung von Fichte und Buche im Rein- und Mischbestand.* Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung 136, S. 149–161 und 173–189

KNOKE, T. (2007): *Finanzielle Betrachtungen im Überblick: Mischwald als Element einer nachhaltigen Waldwirtschaft.* Allgemeine Forstzeitung/Der Wald 62, S. 119–121

MAYER, P.; BRANG, P.; DOBBERTIN, M.; HALLENBARTER, D.; RENAUD, J.-P.; WALTHERT, L.; ZIMMERMANN, S. (2005): *Forest storm damage is more frequent on acidic soils*. Annals of Forest Science 62, S. 303–311

RÖHRIG, E.; BARTSCH, N.; v. LÜPKE, B. (2006): *Waldbau auf ökologischer Grundlage.* 7. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart

SCHÜTZ, J.-P.; GÖTZ, M.; SCHMID, W.; MANDALLAZ, D. (2006): *Vulnerability of spruce (Picea abies) and beech (Fagus sylvatica) forest stands and consequences for silviculture*. European Journal of Forest Research 125, S. 291–302

Keywords

Mixed forests of Norway Spruce and European beech, financial yield and risk

Summary

This contribution investigates the influence of ecological effects (decreased timber quality, changed volume growth and increased resistance) in mixed forests of Norway spruce and European beech on the financial risk and return. An increased resistance of Norway spruce in mixed forests more than compensated negative effects of a decreased timber quality, whereas a changed volume increment showed only a small impact. Compared to a forest where European beech and Norway spruce were mixed in large units, it was possible to achieve every financial yield at a significantly lower risk with a groupwise mixture. Moreover, due to the increased resistance it was even possible to obtain a greater yield with a stand mixed of 40% European beech and 60% Norway spruce than with pure Norway spruce.

Buchensaat oder -pflanzung: Vergleich zweier Optionen zum Umbau von Fichtenreinbeständen

Christian Ammer und Hany El Kateb

Schlüsselwörter
Saat, Buche, Umbau, Mischbestände

Zusammenfassung
Zum Vergleich der Eignung von Buchensaaten und -pflanzungen für den Umbau von Fichtenreinbeständen wurde im Jahr 1997 ein Freilandversuch angelegt. Wie sich zeigte, eignen sich beide Optionen für den Voranbau der Buche in besonderer Weise. Eine gelungene Saat bietet dabei eine höhere Ausgangsdichte, die gesäten Buchen stehen den gepflanzten in ihrem Wachstum nicht nach. Allerdings eignet sich die Saat nicht in allen Situationen und erfordert zudem eine professionelle Vorbereitung und Ausführung. Einen ausreichenden Saaterfolg vorausgesetzt ist sie auf Grund der geringeren Begründungskosten ökonomischer als eine Pflanzung.

Einleitung

Bereits im Jahr 1886 wies Karl Gayer in seinem berühmt gewordenen Buch „Der gemischte Wald" darauf hin, dass „... *wo ... alle Voraussetzungen zur natürlichen Verjüngung des Bestandes fehlen ... zu künstlicher Hilfe gegriffen (werden muss), da muß gesäet und gepflanzt werden*". Allerdings ist die Saatoption erst in den letzten Jahren wieder in das Blickfeld der forstlichen Praxis und Forschung gerückt. Inzwischen liegen jedoch eine Vielzahl von Studien und Erfahrungsberichten vor (Gommel 1994; Leder und Wagner 1996; Küßner und Wickel 1998; Leder 1998; Städtler und Melles 1999; Ammer et al. 2002; Leder et al. 2003), die die Möglichkeiten und Grenzen zumindest der Buchensaat unter Fichtenschirm im Detail beschreiben. Dieses gesammelte Wissen führte zur Ableitung praktischer Schlussfolgerungen. So ist inzwischen weitgehend geklärt, unter welchen Voraussetzungen Buchensaaten Erfolg versprechen, wie sie organisiert und durchgeführt werden sollten und in welchen Fällen bei der Bucheneinbringung weiterhin die Pflanzung vorzuziehen ist (Nörr 2004).

Im Gegensatz zu den zahlreichen Untersuchungen zum (Keim)erfolg von Saaten wurde die Frage, inwieweit sich gesäte und gepflanzte Buchen unter dem Schirm von Fichtenbeständen hinsichtlich ihres Wachstums unterscheiden, bisher kaum thematisiert (Ammer et al. 2001). Der vorliegende Beitrag geht dieser Frage anhand des Datenmaterials eines im Jahr 1997 angelegten Versuchs nach.

Material und Methoden

An zwei Versuchsstandorten (Freising (FS), Staatswald, Forstbetrieb Freising, und Landshut (LA), Wald der Ludwig-Maximilians-Universität München) wurden im Jahr 1997 je 36 18 x 18 m große Parzellen eingerichtet. Auf diesen Parzellen wurde an jedem Standort entweder gesät (drei Saatvarianten auf jeweils sechs Parzellen), einjährige Bäumchen (Sortiment 1/0) gepflanzt, die im Jahr zuvor aus dem im Versuch verwendeten

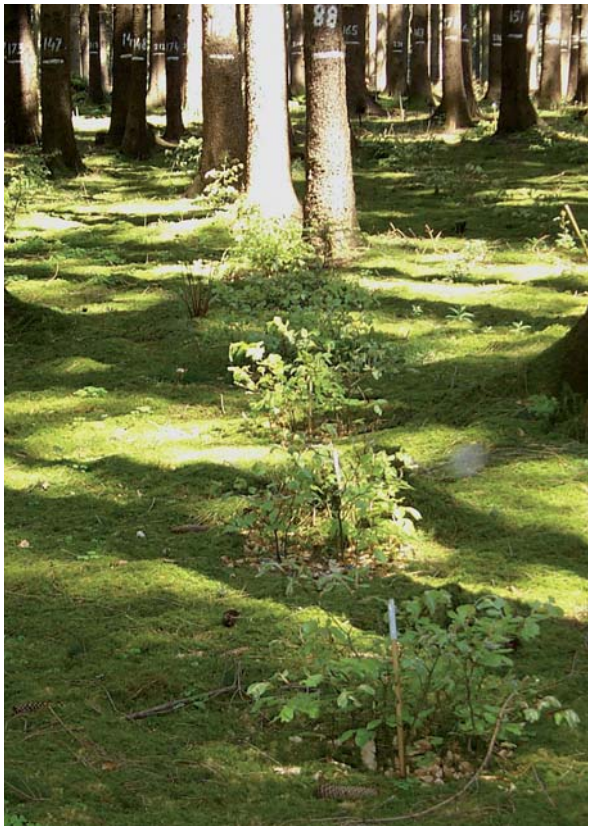


Abbildung 1: Buchen auf Saatplätzen auf der Versuchsfläche Freising vier Jahre nach der Saat (Foto: LWF)

Saatgut gezogen waren, zweijährige Buchen gepflanzt, die einem anderen Erntebestand entstammten (d. h. zwei Pflanzvarianten auf jeweils sechs Parzellen) oder keine Maßnahmen durchgeführt (auf ebenfalls sechs Parzellen). Gesät wurde auf Plätzen von 0,5 m² Größe, deren Abstand 2 x 1 m betrug. Die drei Saatvarianten umfassten eine Kontrollvariante (Saat von 15 g/Platz auf freigelegten Mineralboden, Bucheckern anschließend leicht übererdet), eine Variante, in der bei sonst gleicher Behandlung mit der Saat 200 g feingemahlener Dolomit pro Saatplatz ausgebracht wurde, und eine Variante, bei der die Bucheckern nicht nur leicht übererdet, sondern darüber hinaus mit je zehn Litern Buchenlaub pro Saatplatz abgedeckt wurden. Gepflanzt wurde ebenfalls in einem Abstand von 2 x 1 m. Eine genaue Beschreibung des Versuchsdesigns und der Versuchsbedingungen findet sich bei Ammer et al. (2002). Die im folgenden vorgestellte Auswertung hat das Ziel, die bis zum Jahr 2003 (Jahr der bis dato letzten Aufnahme) von den jeweils höchsten Buchen je Saatplatz erreichten Wuchsleistungen mit jenen der gepflanzten Buchen zu vergleichen. Dazu wurden die über mehrere Jahre wiederholten Messungen von je neun ausgewählten Pflanzen je Parzelle herangezogen (also 54 Pflanzen je Versuchsvariante und Versuchsfläche).

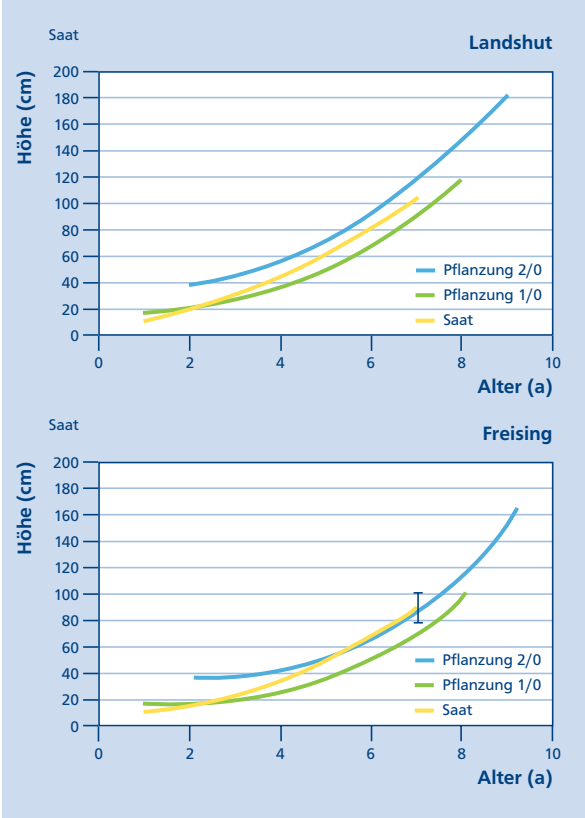


Abbildung 2: Entwicklung der Sprosshöhe gepflanzter (Sortimente 1/0, 2/0) bzw. gesäter Buchen in Abhängigkeit des Alters an den Versuchsstandorten Landshut und Freising; angegeben sind jeweils die gemessenen mittleren Sprosshöhen und die Standardfehler.

Ergebnisse

Je nach Versuchsstandort und -variante betrug die Zahl der nach der Saat aus den ausgebrachten ca. 112.500 keimfähigen Bucheckern pro Hektar hervorgegangenen Pflanzen zwischen 11.180 und 28.780 Buchen pro Hektar, deren Zahl sich in den folgenden sieben Vegetationsperioden nur geringfügig auf 8.350 bis 24.750 Stück verringerte. Von den 5.000 je Hektar gepflanzten Bäumchen überlebten in diesem Zeitraum mehr als 90 Prozent der ausgebrachten Pflanzen. Sowohl in Freising als auch in Landshut entwickelten sich die Pflanzen aller Versuchsvarianten sehr gut (Abbildung 2). Nur andeutungsweise ist im ersten Jahr (Alter 3 bei Sortiment 2/0 bzw. Alter 2 bei Sortiment 1/0) bei den beiden Pflanzvarianten eine Wuchsstockung auf Grund des Pflanzschocks zu erkennen (Abbildung 2). Schon im darauf folgenden Jahr begannen die Bäumchen rasch in die Höhe zu wachsen. Allerdings lag das Sprosslängenwachstum der zweijährig ausgebrachten Bäumchen bezogen auf das selbe Alter bisher deutlich über dem der bei der Pflanzung Einjährigen. Möglicherweise spiegelt dieser Befund genetische oder sortimentsbedingte Unterschiede wider. Ein eindeutiges Ergebnis ist dagegen die signifikant höhere Sprosshöhenentwicklung der aus Saat hervorgegangen Pflanzen im Vergleich zu den aus dem selben Saatgut gepflanzten einjährigen Buchen (Abbildung 2).

Wie aus Abbildung 2 ersichtlich, nähern sich die Saatpflanzen mit zunehmendem Alter den Höhen der zweijährig gepflanzten Bäumchen an. Damit erreicht die Sprosshöhe der gesäten Bäumchen im Alter 7 (Freising) bzw. 9 (Landshut) die Werte des Sortiments 2/0 im selben Alter.

Deutliche Unterschiede zwischen den gesäten und den gepflanzten Buchen zeigen sich dagegen in der Astbildung. So liegt das Verhältnis von Asttrockengewicht (berechnet auf der Grundlage von Astlänge und Astdurchmesser anhand einer Schätzgleichung, vgl. Ammer 2000) zum Trockengewicht des Hauptsprosses, das als quantitativer Kennwert für die Feinastigkeit interpretiert werden kann, bei den gesäten Individuen bisher stets unter dem Vergleichswert der gepflanzten (Abbildung 3). Darin kommt zum Ausdruck, dass auch die

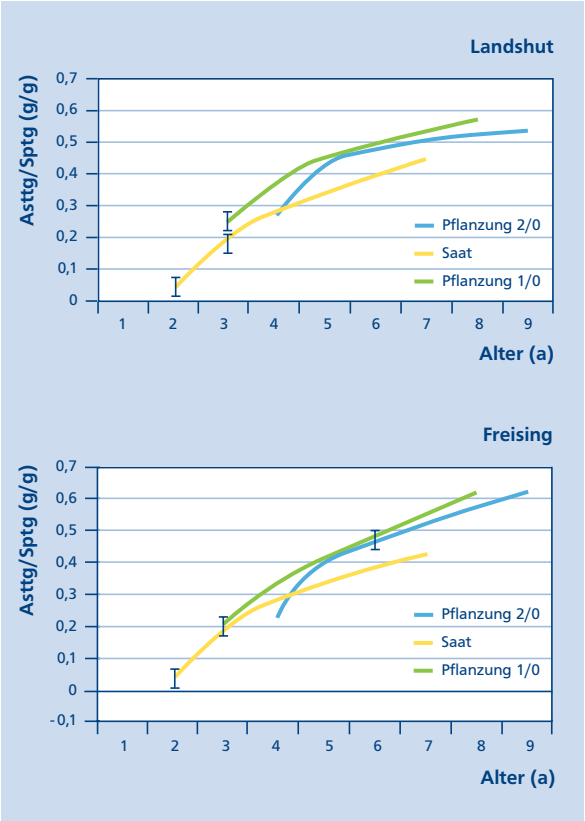


Abbildung 3: Entwicklung des mittleren Verhältnisses von Asttrockengewicht (Asttg) zu Sprosstrockengewicht (Sptg) gepflanzter (Sortimente 1/0, 2/0) bzw. gesäter Buchen und der betreffenden Standardfehler in Abhängigkeit des Alters an den Versuchsstandorten Landshut und Freising

höchsten Buchen je Saatplatz von Anfang an einer höheren intraspezifischen Konkurrenz ausgesetzt waren als die gepflanzten Bäumchen.

Wie eingangs bereits erwähnt, sind die für den Erfolg von Buchensaaten wichtigsten Faktoren inzwischen weitgehend identifiziert. Dazu gehören unter anderem die Verwendung von ausreichend keimfähigem Saatgut, dessen professionelle Vorbereitung, das rasche Ausbringen des Saatguts in vorbereitete (d. h. ausreichend aufgelichtete Bestände ohne Konkurrenzvegetation am Boden) Bestände sowie das sorgfältige Säen (d. h. Mineralbodenanschluss und ausreichende Übererdung). Näheres hierzu findet sich bei Leder et al. (2003) und Nörr (2004). Weitere Untersuchungen müssen zeigen, inwieweit das Risiko, dass Saaten misslingen, reduziert werden kann, wenn die genannten Einflussgrößen in entsprechender Weise beachtet werden. Vorausgesetzt dass dieses Risiko mit Hilfe einer professionellen Vorbereitung und Ausführung der Saat auf das Niveau von Pflanzungen gesenkt werden kann, spricht aus ökonomischen Gründen viel dafür, Saaten beim Umbau von Fichtenreinbeständen mehr als bisher einzusetzen. Dies zeigt Abbildung 3. Darin sind die für die Saat (von Hand, mit Pferd, mit Maschine) bzw. Pflanzung (von Sortiment 2/0) entstehenden prolongierten Kosten aufgetragen. Der Prolongierungszeitraum für die Saat berechnete sich aus der Zeit, die vergeht, bis die gesäten Pflanzen gleich hoch sind wie die gepflanzten (in Freising sieben Jahre, in Landshut neun Jahre). Der Prolongierungszeitraum für die gepflanzten Buchen war um zwei Jahre geringer (Pflanzung von zweijährigen Buchen). Das Ergebnis der Berechnungen zeigt, dass selbst die vergleichsweise teure Saat von Hand bis zu einem Zinssatz von vier Prozent günstiger ist als die Pflanzung (Abbildung 5).

Schlussfolgerungen

Die für die forstliche Praxis wichtigsten Ergebnisse des der vorliegenden Untersuchung zugrundeliegenden Versuchs, von dem hier nur ein Teilaspekt näher beleuchtet wurde, lassen sich wie folgt zusammenfassen: Es genügt zur Begründung von Mischbeständen nicht, wie bisher lediglich auf Naturverjüngung zu setzen, da diese fast vollständig aus Fichte besteht.

Bei der Beachtung bestimmter Voraussetzungen gewährleistet nicht nur die Pflanzung, sondern auch die Saat einen hohen Kulturerfolg, sie eignet sich allerdings nicht für alle standörtlichen Verhältnisse und Bestandessituationen.

Das Höhenwachstum gesäter Buchen unter dem Schirm von Fichtenaltbeständen ist dem gepflanzter Bäumchen mindestens vergleichbar; das Verhältnis der Astbiomasse gesäter Buchen zur Biomasse des Hauptsprosses ist geringer als bei Pflanzungen; dies weist auf

Abbildung 4: Buchenkeimlinge aus Rillensaat (Foto: LWF)

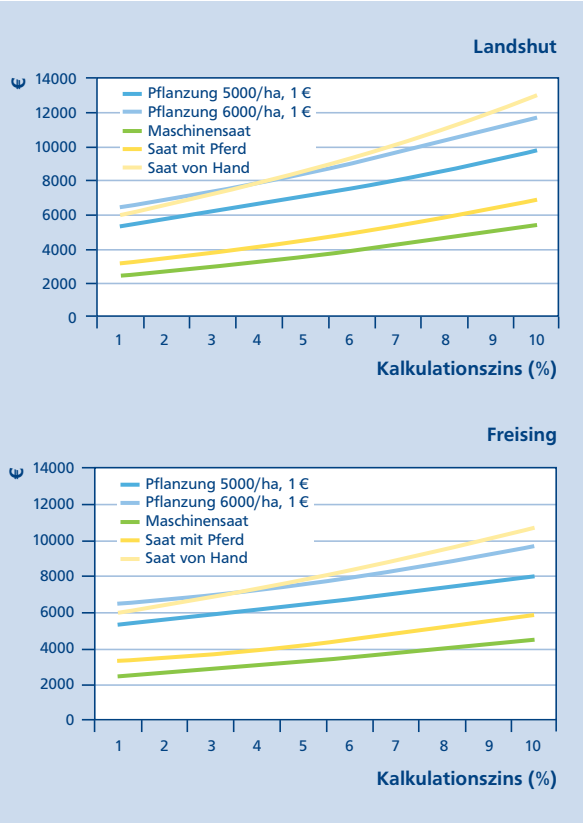


Abbildung 5: Prolongierte Kosten für die Kulturbegründung bei verschiedenen Saat- und Pflanzkosten

eine höhere Feinastigkeit auf Grund frühzeitiger intraspezifischer Konkurrenz hin.

Sofern sich die Verhältnisse für eine Buchensaat eignen und eine entsprechende Durchführung sicherstellen kann, dass die Saat genauso wahrscheinlich gelingt wie eine Pflanzung, ist sie die ökonomisch deutlich günstigere Variante für das Einbringen der Buche in Fichtenbestände.

Literatur

Ammer, C. (2000): *Untersuchungen zum Einfluss von Fichtenaltbeständen auf die Entwicklung junger Buchen*. Aachen, Shaker Verlag, 185 S.

Ammer, C.; Mosandl, R.; El Kateb, H. (2002): *Direct seeding of beech (Fagus sylvatica L.) in Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) stands – effects of canopy density and fine root biomass on seed germination*. Forest Ecology and Management 159, S. 59–72

Ammer, C.; Mosandl, R.; El Kateb, H.; Stölting, R. (2001): *Die Entwicklung von Buchensaaten im Vergleich zu Pflanzungen*. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 56, S. 1208–1210

Gayer, K. (1886): *Der gemischte Wald. Seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft*. Verlag Paul Parey, Berlin, 168 S.

Gommel, H.-J. (1994): *Umbau von Fichten-Beständen durch Buchensaat*. Allgemeine Forstzeitschrift 49, S. 516–518

Küßner, R.; Wickel, A. (1998): *Entwicklung einer Buchensaat (Fagus sylvatica L.) unter Fichte (Picea abies (L.) Karst.) im Osterzgebirge*. Forstarchiv 69, S. 191–198

Leder, B. (1998): *Pflanzenprozente nach Bucheckern-Voraussaaten unter Fichten-Schirm.* Forst und Holz 53, S. 477–481

Leder, B.; Wagner, S. (1996): *Bucheckern/Streu-Voraussaat als Alternative beim Umbau von Nadelholzreinbeständen in Mischbestände.* Forstarchiv 67, S. 7–13

Leder, B.; Wagner, S.; Wollmerstädt, J.; Ammer, C. (2003): *Bucheckern-Voraussaat unter Fichtenschirm – Ergebnisse eines Versuchs des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten/Sektion Waldbau*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 120, S. 160–174

Nörr, R. (2004): *Erfolg von Buchensaaten*. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 59, S. 1146–1149

Städtler, H.; Melles, H. (1999): *Bucheckern-Voraussaat – eine kostengünstige Alternative?* Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 54, S. 945–946

Keywords

Direct seeding, beech, conversion, mixed forests

Summary

The study presents some results of an experiment on conversion of pure Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) stands into mixed stands comprising of European beech (*Fagus sylvatica* L.). The study was carried out in 1997 on two sites: Landshut and Freising (Bavaria, Germany). For the establishment of the mixed stands, direct seeding and planting were carried out using materials originating from the same seed lot for both techniques. Direct seeding was successful as it had high survival rates and abundant number of seedlings exceeding 10,000 individuals per ha. The results showed that the height growth response of sown beech seedlings was more advanced than that of planted seedlings. However, direct seeding is not always suitable for all environmental conditions. Moreover, success or failure of direct seeding strongly depends on how appropriate the preparation procedure is achieved. For conversion purposes direct seeding, as far as it is successful, is more economical than planting.

Veränderung des Waldes in Bayern in den letzten 100 Jahren

Herbert Borchert

Schlüsselwörter
Forsterhebung, Waldinventur, Waldentwicklung, Forstgeschichte, Niederwald, Mittelwald

Zusammenfassung
Die Laubwaldfläche in Bayern nahm im 20. Jahrhundert zu Lasten der Nadelwaldfläche erheblich zu. Bei den Nadelwäldern verloren Kiefer und Tanne viel Fläche. Die Fichtenfläche änderte sich kaum. Reinbestände wurden seltener. Der Anteil gemischter Waldbestände wuchs in den meisten Landesteilen zumindest im Staatswald deutlich. Mittel- und Niederwälder, die Anfang des 20. Jahrhunderts noch häufig vorkamen, sind inzwischen weitgehend in Hochwälder umgewandelt. Die Altersstruktur der Wälder veränderte sich deutlich. Überwogen vor hundert Jahren die jungen Alterstufen in den Wäldern, waren es am Beginn des 21. Jahrhunderts die Altbestände. Dementsprechend stiegen die Holzvorräte stark an. Damit muss sich auch das Bild der Wälder gewandelt haben. Zu Lebzeiten Karl Gayers gab es bei weitem nicht so viele große und dicke Bäume in den Wäldern wie heute.

Flächenveränderungen im Wechsel der Zeiten

Karl Gayer lehrte bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts. Seine waldbaulichen Vorstellungen prägten vor allem seit Einführung des Waldgesetzes für Bayern, also im letzten Quartal des vergangenen Jahrhunderts, die Ziele der bayerischen Forstpolitik zur naturnahen Forstwirtschaft. Die folgenden Aussagen stützen sich bis in die sechziger Jahre auf Forsterhebungen und damit letztendlich auf Schätzungen des Forstpersonals. Spätere Angaben basieren auf den Ergebnissen von Waldinventuren.

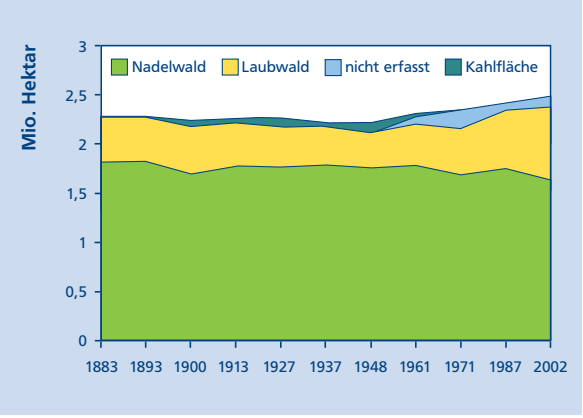


Abbildung 1: Die Veränderung der Nadel- und Laubwaldfläche in Bayern seit 1883

Der grundlegende Wechsel von Laub- zu Nadelwäldern vollzog sich vor Beginn der in Abbildung 1 dargestellten Zeitreihe. In den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts veränderte sich die Flächenverteilung auf Nadel- und Laubwälder nur wenig. Die Laubwaldfläche erreichte nach Ende des 2. Weltkriegs ihren tiefsten Stand. Während der letzten drei Jahrzehnte nahm sie deutlich zu.

Die Fichtenfläche ist im 20. Jahrhundert insgesamt etwas gewachsen. Im Jahr 1900 bedeckte die Fichte 996.000, 2002 1.064.000 Hektar. Regional verlief die Entwicklung unterschiedlich (Abbildung 2). Während im Norden und Osten Bayerns die Fichtenfläche zunahm, ging sie in den übrigen Landesteilen zurück. Die Buche dagegen gewann in allen Bezirken Bayerns deutlich an Fläche hinzu. Sie stieg von 176.000 Hektar im Jahr 1937 um 65 Prozent auf 296.000 Hektar bis 2002 (in den Forsterhebungen von 1900 bis 1927 wurde die Buche nicht separat ausgewiesen, sondern mit den sonstigen Laubbaumarten in einer Gruppe zusammengefasst).

Die Kiefer verlor in allen Bezirken beträchtlich an Fläche. Bedeckte sie 1900 noch 632.000 Hektar, waren es 2002 nur noch 456.000, also 28 Prozent weniger. Vor allem in der Oberpfalz, in Niederbayern und Unterfranken reduzierte sich ihre Fläche beträchtlich. Eichen wuchsen 1900 nur auf 48.000 Hektar. Bis 2002 dehnte sich ihre Fläche um 100.000 Hektar aus. Auch wenn die Eiche in manchen Regierungsbezirken das Zehnfache an Fläche hinzugewann, ist sie nur in Unter- und Mittelfranken in größerem Umfang am Waldaufbau beteiligt. Die Verliererin des vergangenen Jahrhunderts ist die Tanne. Kam sie in den westlichen Landesteilen schon 1913 kaum noch vor, war sie 2002 auch aus Oberfranken und der Oberpfalz nahezu verschwunden. Ebenso

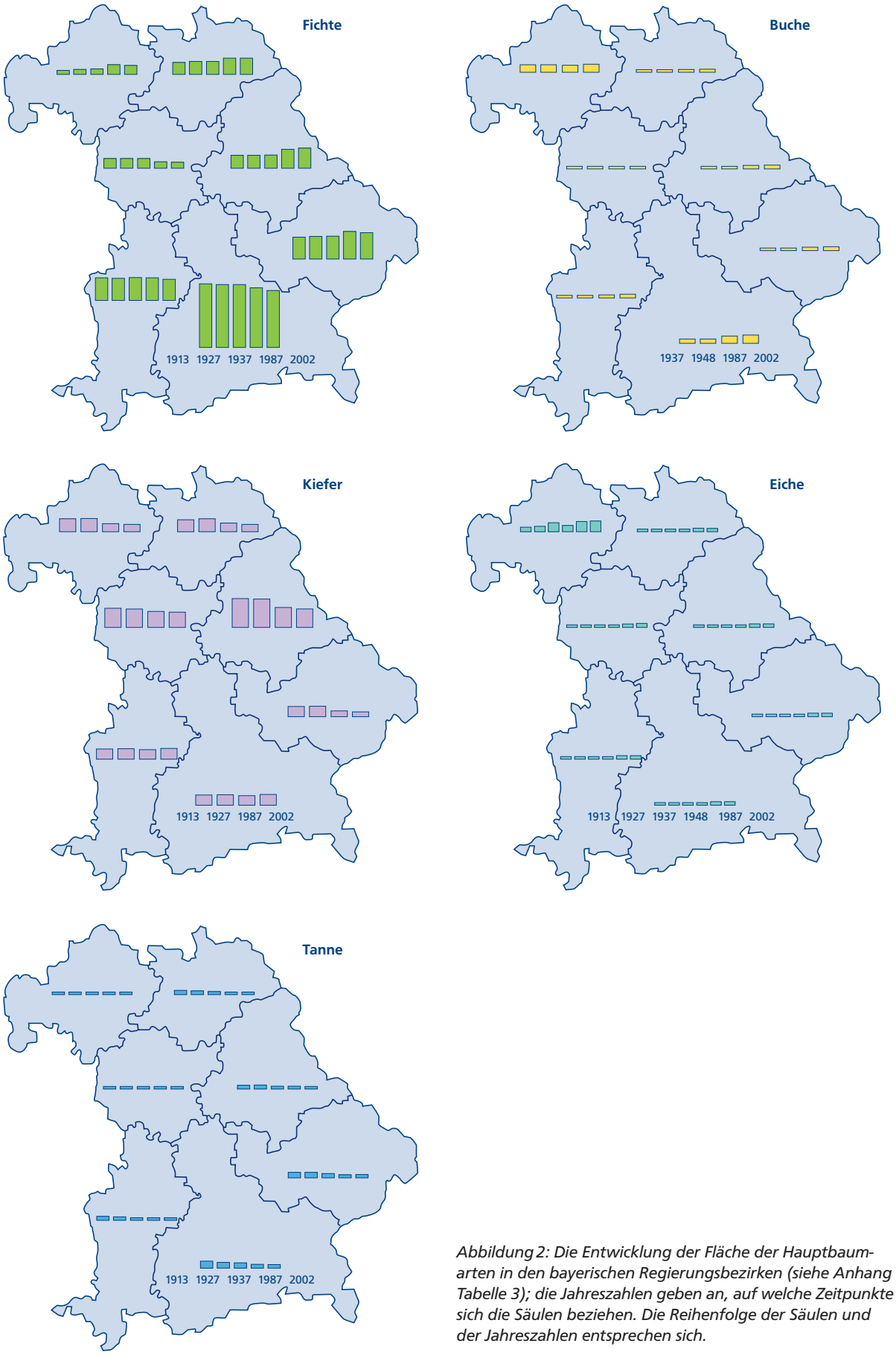


Abbildung 2: Die Entwicklung der Fläche der Hauptbaumarten in den bayerischen Regierungsbezirken (siehe Anhang Tabelle 3); die Jahreszahlen geben an, auf welche Zeitpunkte sich die Säulen beziehen. Die Reihenfolge der Säulen und der Jahreszahlen entsprechen sich.

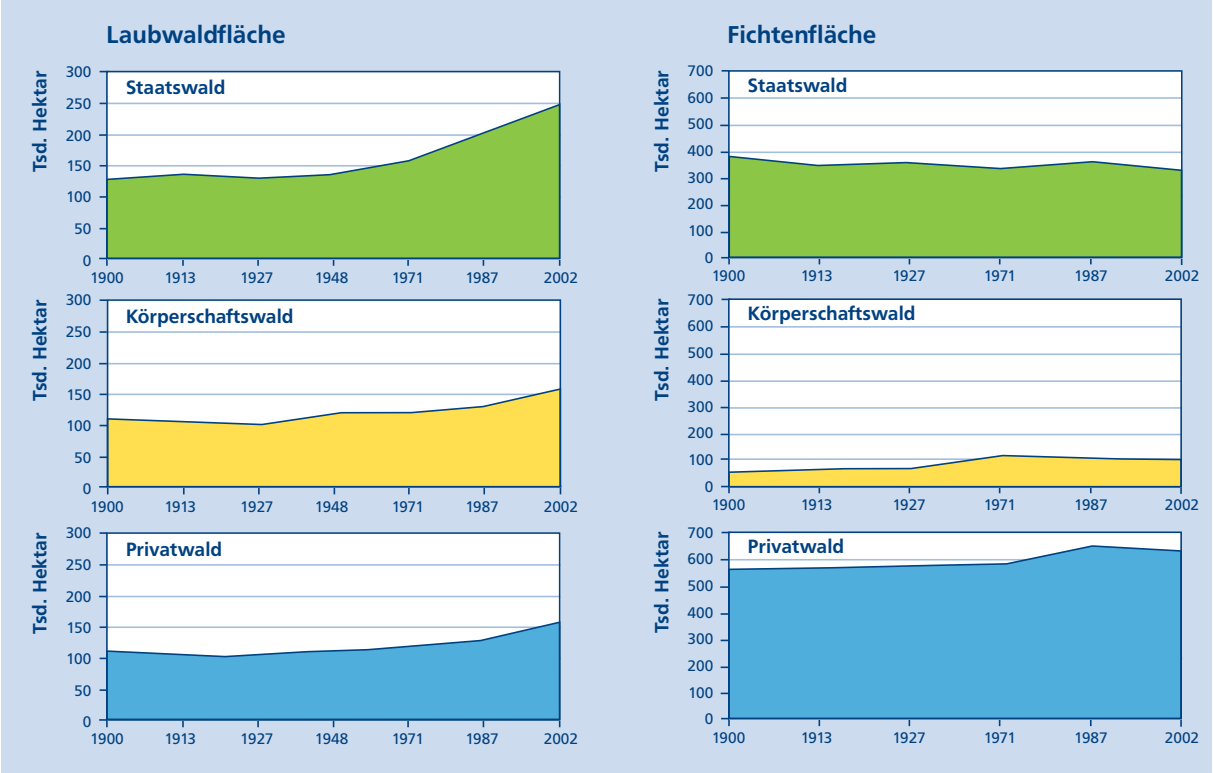


Abbildung 3: Die Entwicklung der Laubwald- und der Fichtenfläche im 20. Jahrhundert, getrennt nach Besitzarten

büßte sie in Ober- und Niederbayern erheblich an Fläche ein. Von insgesamt 116.000 Hektar im Jahr 1900 blieben nur noch 49.000 im Jahr 2002.

Insgesamt nahm die Laubwaldfläche in Bayern während des 20. Jahrhunderts deutlich zu, die Fläche der Nadelwälder dagegen ab. Bei den Nadelwäldern ist dies auf Flächenverluste von Kiefer und Tanne, nicht jedoch von Fichte zurückzuführen.

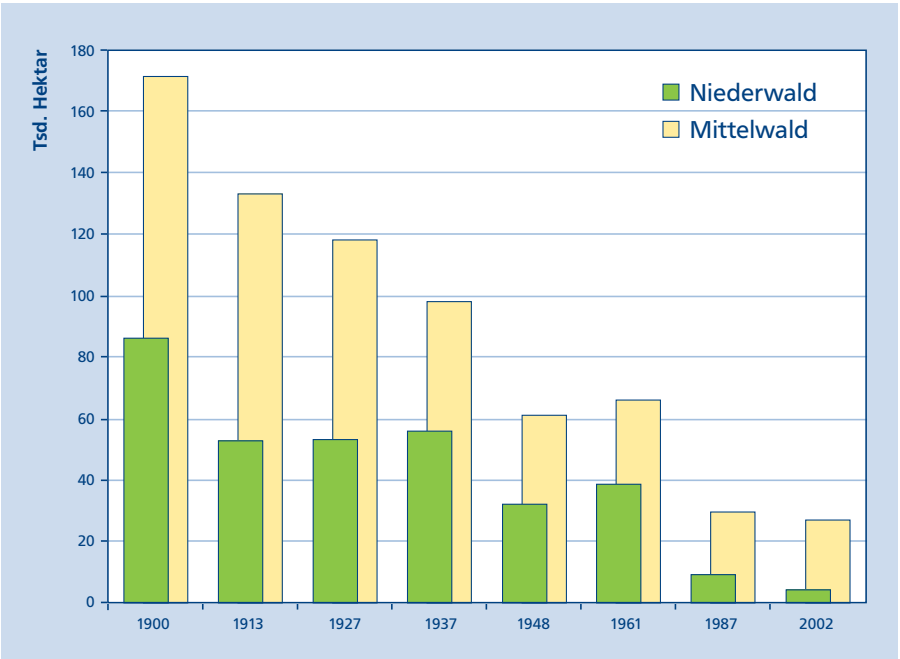


Abbildung 4: Entwicklung der Nieder- und Mittelwaldfläche in Bayern

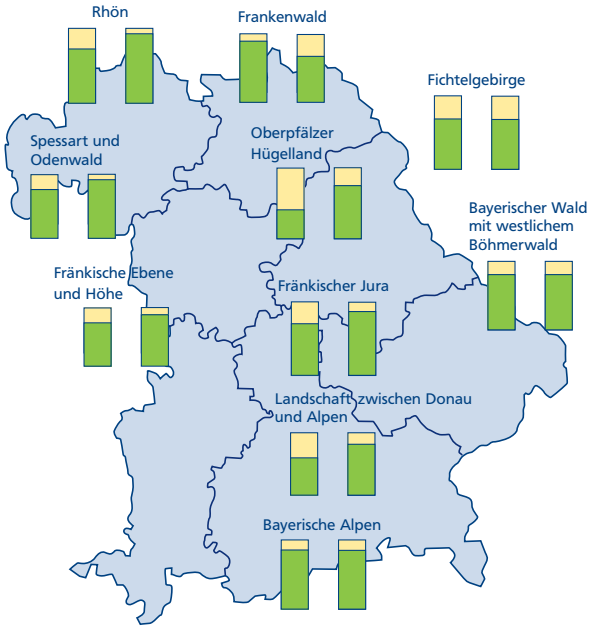


Abbildung 5: Die Anteile der Mischbestände (grün) und Reinbestände (gelb) im Staatswald Bayerns in den Landschaftsräumen im Jahr 1897 (linke Säulen) und 2002 (rechte Säulen)

Die Fläche der Laubwälder hat in allen Besitzarten zugenommen, besonders stark im Staatswald (Abbildung 3). Im Körperschaftswald und im Privatwald gewann die Fichte in der Jahrhundertbilanz Fläche hinzu, im Staatswald verlor sie etwas an Fläche.

Am Beginn des 20. Jahrhunderts prägten vielerorts Mittel- und Niederwälder noch das Landschaftsbild. Weil der Brennholzbedarf immer weiter zurückging, wurden diese Wälder nach und nach in Hochwälder umgewandelt. Heute sind Mittel- und Niederwälder nur noch in sehr geringem Umfang am Waldaufbau beteiligt (Abbildung 4).

Informationen über die Mischung in den Wäldern am Beginn des 20. Jahrhunderts existieren nur für den Staatswald (Schneider 1906). In großen Teilen des bayerischen Staatswaldes hat der Anteil der Mischbestände erheblich zugenommen (Abbildung 5). In den Alpen und im Bayerischen Wald war der Anteil der Mischbestände schon zuvor sehr hoch. Dort blieb er wie auch im Fichtelgebirge unverändert. Nur im Frankenwald nahm der Anteil der Reinbestände zu. Hier waren zuvor Fichten-Tannen-Mischbestände sehr häufig. Das Verschwinden der Tanne im 20. Jahrhundert ließ sie selten werden.

Der Bestand der Holzvorräte wird erst seit den Waldinventuren ermittelt. Aus der Altersstruktur der Wälder lassen sich dennoch Rückschlüsse auf den Bestand in den Jahrzehnten zuvor ziehen. Bis 1937 überwogen Wälder in den jüngsten Altersstufen, wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist. Die Holzvorräte müssen deshalb eher niedrig gewesen sein. Im Jahr 1948 nimmt erstmals die Altersklasse der 20- bis 40-jährigen Wälder die größte Fläche ein. Dieser Gipfel verschob sich in der Folge weiter zu den höheren Altersstufen. Bei der Waldinventur 2002 nahmen die 80- bis 100-jährigen Wälder den größten Flächenanteil ein. Die Struktur entsprach fast dem Normalwaldmodell. Daraus lässt sich schließen, dass die Holzvorräte am Ende des 20. Jahrhunderts beträchtlich größer waren als zu Beginn. Damit muss sich auch das Bild der Wälder gewandelt haben. Zu Lebzeiten Karl Gayers gab es bei weitem nicht so viele große und dicke Bäume in den Wäldern, wie sie heute das Waldbild prägen.

Literatur

Bayerisches Statistisches Landesamt (1941): *Ergebnisse der Forsterhebung von 1937 in Bayern*. Landesheft 1941

Bayerisches Statistisches Landesamt (1964): *Die Forstwirtschaft in Bayern Teil 1 – Ergebnisse der Forsterhebung 1961*. Heft 258 der Beiträge zur Statistik Bayerns

Bayerisches Statistisches Landesamt (1964): *Die Forstbetriebsfläche nach Besitzarten und nach der Belegenheit*. Forsterhebung 1961

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1949): *Bayerische Forststatistik. Auswertung der Forsterhebung 1948*

Borchert, H.; Esser, S. (2003): *Regionale Waldentwicklung in Bayern im 20. Jahrhundert*. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ST 137

Franz, F.; Kennel, E. (1973): *Bayerische Waldinventur 1970/71*. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 12

Kaiserliches Statistisches Amt (1903) (Hrsg.): *Die Forsten und Holzungen im Deutschen Reich nach der Erhebung des Jahres 1900*. In: Vierteljahreshefte zur Statistik des Deutschen Reichs, Ergänzungsheft zu 1903, II. Verlag von Puttkammer und Mühlbrecht, Berlin

Kaiserliches Statistisches Landesamt (1915): *Die land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung in Bayern nach der Erhebung vom Jahre 1913*. Heft 87 der Beiträge zur Statistik des Königreichs Bayern, J. Lindauersche Universitätsbuchhandlung, München

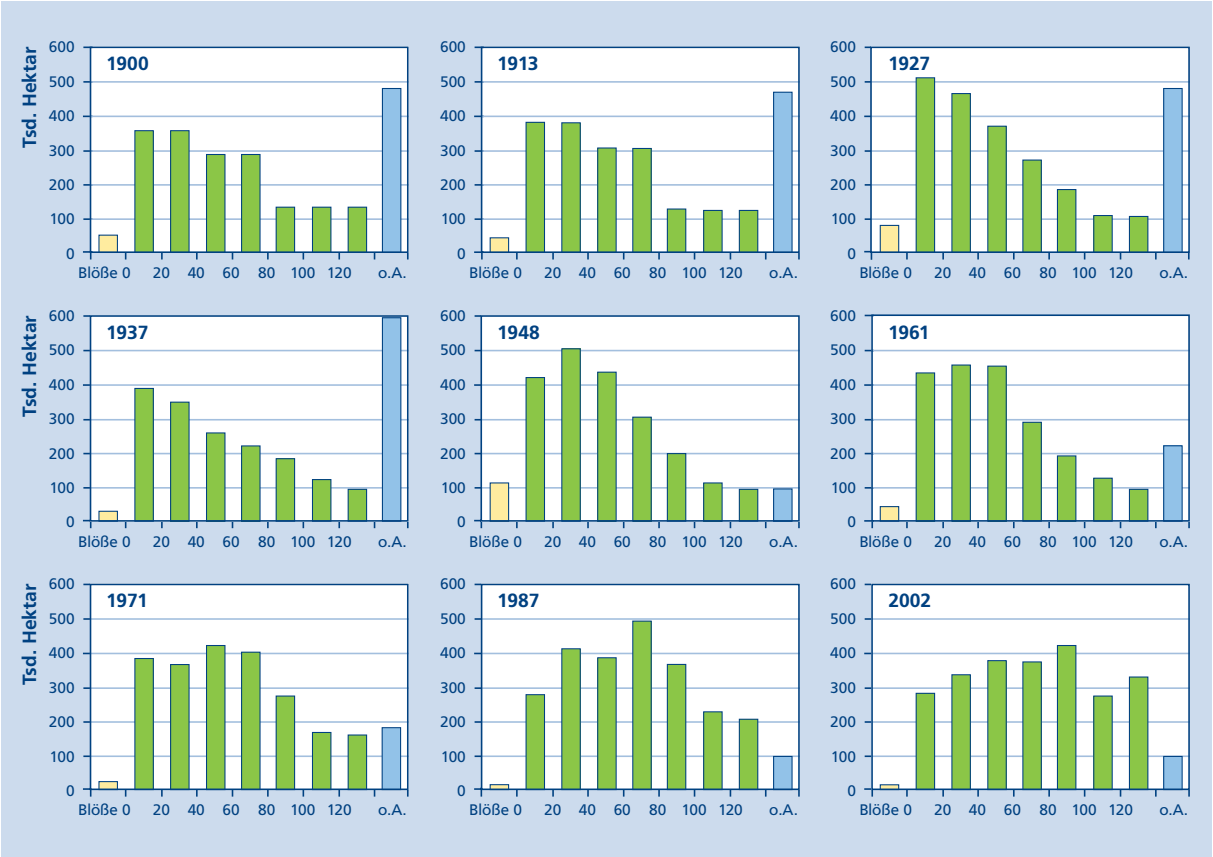


Abbildung 6: Die Entwicklung der Altersstruktur in den Wäldern Bayerns (o.A. = ohne Angabe, z. B. Plenterwälder; bei den Forsterhebungen 1900 und 1913 wurden nur drei Altersstufen ausgeschieden, die hier gleichmäßig auf die 20-jährigen Altersklassen aufgeteilt wurden.)

Königlich Bayerisches Ministerial-Forstbureau (1861): *Die Forstverwaltung Bayerns beschrieben nach ihrem dermaligen Stande*. München, 531 S.

Krüger, S.; Mößmer, R.; Bäumler, A. (1994): *Der Wald in Bayern*. Ergebnisse der Bundeswaldinventur 1986–1990. LWF Bericht Nr. 1, Freising

Schneider, F. (1906): *Die Bestockungs-Verhältnisse der bayerischen Staatswaldungen*. München, 185 S.

Schnell, A.; Bauer, A. (2005): *Die zweite Bundeswaldinventur 2002 – Ergebnisse für Bayern*. LWF Wissen Nr. 49, Freising

Statistisches Reichsamt (1930): *Die Ergebnisse der forstwirtschaftlichen Erhebung im Jahre 1927*. In: Statistik des Deutschen Reiches Bd. 386, Verlag von Reimar Hobbing, Berlin

Statistisches Reichsamt (1943): *Statistik der deutschen Forstwirtschaft – Forsterhebung 1937*. In: Statistik des Deutschen Reichs Bd. 592, Paul Schmidt Verlag, Berlin

Key words

Forest inventory, forest development, forest history, shelterwood, coppice with standards

Summary

The area of deciduous forests in Bavaria increased at the cost of coniferous forests during the 20th century. In particular Scotch pine and Silver fir lost much area. The area covered with Norway spruce changed hardly. The proportion of mixed forests increased in the most parts of Bavaria in the state forests at least. Pure stands got rather rarely. Simple coppice systems and coppice-with standards which where still common at the beginning of the 20th century has been transformed to high forests to a large extent. The age class distribution changed considerably. A hundred years ago young age classes dominated. Today matured forests prevail. Accordingly the growing stock raised strongly. Thus the forest landscape must have changed. In Karl Gayers lifetime there were by far not as much huge and thick trees in the forests as there are today.

Anhang

Jahr	Laubwald	Nadelwald	Kahlfläche	nicht erfasst
1883	458.360	1.814.950		
1893	452.010	1.823.290		
1900	485.140	1.697.880	52.190	
1913	441.120	1.779.570	40.050	
1927	417.130	1.763.450	79.910	
1937	402.110	1.784.690	23.580*	
1948	359.930**	1.756.190**	105.164	
1961	424.020	1.776.470	18.140	82.760
1971	476.390	1.686.730		178.740
1987	607.120	1.741.190	5.080	81.300
2002	753.280	1.632.750	7.990	53.150

Tabelle 1: Entwicklung der Nadel- und Laubwaldflächen zwischen 1883 und 2002 in Hektar

* *Es handelt sich nur um die Kahlflächen der Forstbetriebe ab 10 ha Größe.*
** *Die bei der Forsterhebung von 1948 ausgewiesenen Laub- und Nadelwaldflächen beinhalten bereits die Kahlflächen. Diese Kahlflächen wurden hier von den Laub- und Nadelwaldflächen entsprechend deren Anteil abgezogen.*

Besitzart	1900	1913	1927	1948	1971	1987	2002
Laubholz							
Staatswald	129.460	137.420	131.830	110.770	159.230	198.190	249.400
Körperschaftswald	109.170	103.100	99.730	56.670	117.250	128.330	156.920
Privatwald	251.210	201.190	189.420	78.720	199.910	280.600	346.960
Fichte							
Staatswald	382.870	353.610	360.600		336.580	365.000	339.980
Körperschaftswald	49.680	57.580	62.570		111.250	105.070	93.420
Privatwald	563.630	564.150	575.390		584.340	649.270	630.200
Kiefer							
Staatswald	189.800	192.800	189.410		139.110	124.060	117.080
Körperschaftswald	65.530	64.680	66.220		90.080	67.500	55.060
Privatwald	376.660	440.270	444.160		322.980	324.010	284.020
Tanne							
Staatswald	19.820	41.740	38.940		17.390	13.300	15.020
Körperschaftswald	710	1.780	2.310		2.730	900	1.370
Privatwald	95.520	88.570	81.310		43.410	33.150	32.980

Tabelle 2: Entwicklung der Baumartenflächen nach Besitzarten zwischen 1900 und 2002 in Hektar

Bezirk	1913	1927	1937	1948	1987	2002
Fichte						
Oberbayern	341.060	337.320	337.530		320.060	306.310
Niederbayern	154.280	160.780	162.830		194.010	183.810
Oberpfalz	110.330	113.580	113.200		162.030	169.700
Oberfranken	99.470	107.900	108.730		131.330	131.430
Mittelfranken	72.170	74.700	72.160		51.090	46.550
Mainfranken	32.120	40.190	44.400		74.180	66.610
Schwaben	165.920	164.090	167.440		166.830	159.210
Buche						
Oberbayern			37.610	39.170	61.870	75.350
Niederbayern			20.880	23.250	31.330	39.990
Oberpfalz			7.710	8.510	22.180	28.410
Oberfranken			11.300	10.770	19.600	25.060
Mittelfranken			13.850	14.560	15.960	20.640
Unterfranken			70.700	70.710	69.950	79.160
Schwaben			17.160	19.560	22.910	27.810
Tanne						
Oberbayern	41.850	35.000	30.840		19.450	19.510
Niederbayern	47.430	49.350	39.500		18.490	17.910
Oberpfalz	16.600	15.280	11.190		3.980	4.940
Oberfranken	15.730	13.850	10.150		500	840
Mittelfranken	2.020	1.360	1.210		480	1.020
Unterfranken	1.170	1.380	1.160		270	480
Schwaben	7.280	6.340	4.720		3.410	4.670
Eiche						
Oberbayern	1.330	1.710	1.000	3.450	9.350	12.530
Niederbayern	1.270	1.480	1.620	1.960	9.650	11.240
Oberpfalz	640	480	710	1.520	5.200	7.860
Oberfranken	5.430	5.980	5.620	4.040	11.830	13.220
Mittelfranken	5.130	4.400	10.510	5.370	17.900	22.810
Unterfranken	25.750	31.910	58.450	41.220	67.520	71.860
Schwaben	2.200	2.880	4.600	3.720	7.220	8.900
Kiefer						
Oberbayern	59.080	57.210			38.140	39.700
Niederbayern	73.840	70.930			41.380	32.500
Oberpfalz	219.390	216.760			154.290	142.480
Oberfranken	101.650	108.760			78.980	67.460
Mittelfranken	139.190	138.480			119.950	113.170
Unterfranken	92.970	94.920			62.250	52.020
Schwaben	11.620	12.720			11.580	8.820

Tabelle 3: Entwicklung der Baumartenflächen nach Regierungsbezirken zwischen 1913 und 2002 in Hektar

Klasse	1900	1913	1927	1937	1948	1961	1971	1987	2002
Blöße	52.190	40.050	79.910	23.580	105.160	36.420	18.140	5.080	7.990
0–20	359.780	384.160	510.100	382.820	416.550	429.970	378.310	277.560	280.370
20–40	359.780	384.160	464.090	344.280	496.030	455.130	363.640	409.780	335.120
40–60	289.670	301.970	368.750	253.360	430.110	452.780	420.920	384.420	376.200
60–80	289.670	301.970	272.610	214.400	295.060	287.760	401.780	488.450	374.600
80–100	132.970	124.970	186.550	178.300	193.900	189.770	274.280	362.700	420.840
100–120	132.970	124.970	105.320	117.050	104.660	123.660	166.140	223.790	271.380
>120	132.970	124.970	100.940	90.290	89.580	90.300	158.040	201.590	327.510
o. A.	485.180	473.510	344.410	595.770	91.540	217.460	178.740	90.510	89.510

Tabelle 4: Entwicklung der Altersklassenflächen zwischen 1900 und 2002 in Hektar

Gebiet	Anteil der Mischbestände	
	1897	2002
Bayerische Alpen	86 %	85 %
Landschaft zwischen Alpen und Donau	61 %	82 %
Bayer. Wald mit westlichem Böhmerwald	82 %	82 %
Fränkischer Jura	72 %	87 %
Fichtelgebirge	69 %	69 %
Oberpfälzer Hügelland	41 %	75 %
Frankenwald	84 %	60 %
Rhön	72 %	94 %
Spessart und Odenwald	70 %	91 %
Fränkische Ebene und Höhe	66 %	84 %

Tabelle 5: Entwicklung der Mischbestandsflächen nach Wuchsgebieten zwischen 1897 und 2002 in Hektar

Jahr	Niederwald	Mittelwald
1900	86.020	175.100
1913	53.940	135.970
1927	53.270	118.930
1937	56.370	98.680
1948	32.090	59.450
1961	38.120	63.910
1987	9.210	26.800
2002	3.790	23.770

Tabelle 6: Entwicklung der Nieder- und Mittelwaldflächen zwischen 1900 und 2002 in Hektar

Mischwald und Klimaänderung

Georg Windisch

Schlüsselwörter
Karl Gayer, Mischwald, Waldgesetz für Bayern

Zusammenfassung
Die waldbaulichen Leitlinien in Bayern waren in den vergangenen 100 Jahren konträren Strömungen unterworfen. Mit seinen Forderungen zum Schutz des Standorts, zur Naturverjüngung und zum Mischwald war Karl Gayer ein moderner Vordenker der naturnahen Waldbehandlung. In das Waldgesetz für Bayern, ein erstmals in Deutschland als „Wald"-Gesetz bezeichnetes Gesetzeswerk, wurden die Gayerschen Gedanken zur naturnahen Forstwirtschaft aufgenommen. Forstwirtschaft auf der Grundlage des Waldgesetzes für Bayern ist heute Teil einer umfassenden Daseinsfürsorge für die Gesellschaft.

Karl Gayers Einfluss auf das Waldgesetz für Bayern

Karl Gayer war ein moderner Vordenker der naturnahen Waldbehandlung. Trotz der verschiedenen Strömungen, denen der Waldbau in Bayern in den vergangenen 150 Jahren unterworfen war, setzten sich seine Gedanken zu naturnaher Forstwirtschaft durch. Die Grundsätze dieser naturnahen Waldbehandlung sind heute in die moderne Gesetzgebung eingegangen, da auf diese Weise den vielfältigen Ansprüchen der Gesellschaft und der Eigentümer an den Wald am Besten Rechnung getragen wird. So fußt das Waldgesetz für Bayern zu einem großen Teil auf den waldbaulichen Vorstellungen Karl Gayers. Forstwirtschaft auf der Grundlage des Waldgesetzes für Bayern ist damit Teil einer umfassenden Daseinsfürsorge für die Gesellschaft.

Vom Bodenreinertrag zum umfassenden landeskulturellen Anspruch an die Forstwirtschaft

Das Wirken Karl Gayers kann nicht ohne Kenntnis des wechselnden Zeitgeistes in der Forstwirtschaft gewürdigt werden. Bedeutende Akteure, die den Waldbau in Bayern von der Bodenreinertragslehre bis zum modernen Waldgesetz für Bayern prägten, sind in Abbildung 1 dargestellt.

Zu Lebzeiten Gayers sah man den Wald unter wirtschaftsliberalem Einfluss vorrangig als Anlagekapital, an dessen maximaler Verzinsung man interessiert war. Der bekannteste und konsequenteste Vertreter dieser Bodenreinertragslehre war der Mathematiker *Max Robert Pressler* (1815–1886) (Sperber 2002). Bekannt wurde er vor allem durch das 1858 veröffentlichte Buch „Der rationelle Waldwirth und sein Waldbau des höchsten Ertrags" (Pressler 1858). Diese Strömung beherrschte über viele Jahrzehnte die forstlichen Lehrstühle in Deutschland und führte zu deutlichen Veränderungen in den Wäldern. Um einen möglichst hohen Bodenreinertrag zu erzielen, musste der Wald wie ein Acker, eben als Holzacker, bewirtschaftet werden, d.h. mit Kahlschlägen und in großflächigen Monokulturen. Dies hatte zur Folge, dass ungleichaltrige Buchen- und Eichenmischbestände zu Gunsten von gleichaltrigen Fichten- bzw. Kiefernreinbeständen verdrängt wurden. Viele Wälder zeugen noch heute von dieser Zeit. Schließlich bezeichnete der Münchener Forstpolitikprofessor *Max Endres* (1860–1940) die Buche sogar als „verlorene Holzart" (Hasel 1985).

Ganz neue und für die damalige Zeit ungewöhnliche Gedanken brachte dann aber der im Jahr 1880 erschienene und in der ganzen Welt berühmt gewordene „Waldbau" von *Karl Gayer* (1822-1907) (Dengler 1930). Darin weist Karl Gayer eindringlich auf die Gefahren hin, die mit der Abkehr von den Mischwäldern verbunden sind. Gayer beklagt, dass es vielfach noch an Mut mangelt, diese Gefahren als solche zu sehen und sich an die *„lautere Quelle der Natur zurückzubegeben, die uns allein auf die von uns einzuschlagenden untrüglichen Wege verweist"* (Gayer 1880). Dieser im Vorwort

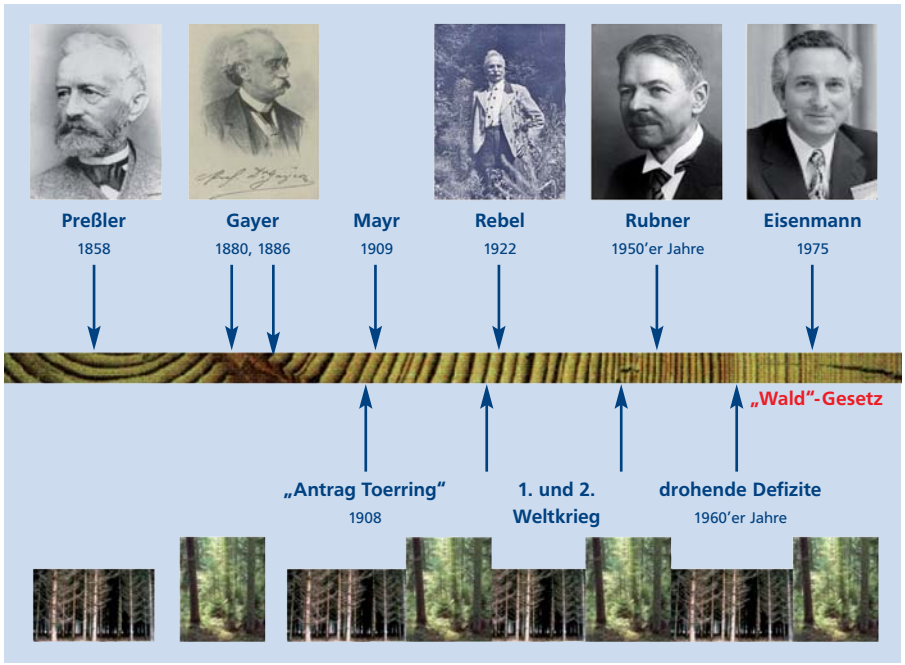


Abbildung 1: Bedeutende waldbauliche Akteure seit der Bodenreinertragslehre bis zum modernen Waldgesetz für Bayern

ausgesprochene Gedanke zieht sich wie eine roter Faden durch das ganze Buch.

Seine Grundhaltung ist nicht nur auf streng wissenschaftliche Forschung, sondern vielmehr auf seinen reichen forstpraktischen Erfahrungsschatz zurückzuführen. So leitete er aus Beobachtungen in Natur- und Plenterwäldern seinen „Bayerischen Femelschlag" ab, mit dem unter leicht aufgelichtetem Schirm Naturverjüngungsprozesse und der „Mischwuchs" gefördert werden können (Anonymus 1894). Karl Gayer vertrat den Standpunkt, dass der Waldbau seine Hauptaufgabe in der Pflege der standörtlichen Leistungsfähigkeit als der wichtigsten und zugleich am meisten gefährdeten Quelle der Produktion hat (Gayer 1880). Waren es zu seinen Lebzeiten vor allem die Arbeiten Ebermayers (Ebermayer 1876), die eine nachhaltig schädigende Wirkung der Streunutzung auf die Böden belegten, so zeigen heute aktuelle Waldökosystemforschungsprojekte, insbesondere zu den Gefahren der chronischen Stickstoffeinträge und übermäßiger Nährstoffentzüge bei Vollbaumernte, wie modern diese Forderungen schon damals waren. Gayer warnte vor der Einseitigkeit im Waldbau. Unter dem Eindruck der katastrophalen Schäden in Reinbeständen stand er diesen besonders kritisch gegenüber und sagte sogar: „*Sehen aus wie Wald, sind's aber nicht!*" (Sperber 2002). Dagegen sah Karl Gayer im Mischbestand die Vielfalt der Waldfunktionen am Besten verwirklicht. Mischwälder sind seiner Ansicht nach stabiler, erlauben den Aufbau gestufter, gemischter Bestände über ein breites Naturverjüngungspotential, verbessern die Produktivität der Standorte, liefern hervorragende Holzqualitäten und sind damit auch ökonomisch vorteilhafter als Reinbestände (Gayer 1880).

Schließlich schrieb Gayer in seinem viel beachteten Buch „Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege" (Gayer 1886) den berühmten Satz: „*In der Harmonie aller im Wald wirkenden Kräfte liegt das Rätsel der Produktion*". Zu Zeiten der Industrialisierung, in dem das Weltbild der klassischen Forstwirtschaft, wie dargestellt, nicht der natürliche, sondern der vom Menschen geformte Wald war, sprach Gayer von der Harmonie der im Wald wirkenden Kräfte. Von diesen Naturkräften hat Gayer sicherlich den Menschen nicht ausgenommen, ihn aber nicht in den Mittelpunkt gestellt. Damit wurde Gayer zum entscheidenden, ökologisch argumentierenden Gegner der rein ökonomisch motivierten Vertreter der Bodenreinertragslehre. Nach Gayer entwickelte *Möller* diese Ideen weiter, indem er den Wald als Organismus (den Begriff „Ökosystem" führte erst 1935 Tansley ein) sah, in den der Mensch nur behutsam einwirken sollte (Sperber 2002).

Bereits am 7. Februar 1908, also nicht einmal ein Jahr nach Karl Gayers Tod, wurde der in die Forstgeschichte eingegangene *Antrag Toerring* im Bayerischen Landtag gestellt, der deutschlandweit Aufsehen erregte (Hasel 1985). Graf Toerring-Jettenbach wurde dabei

von dem bereits genannten Anhänger der Bodenreinertragslehre, Professor Max Endres, beraten. Praktische Folgen wären die Herabsetzung der Umtriebszeiten und damit eine drastische Einschlagserhöhung gewesen, mit dem Ziel, die überalterten Bestände (die er „faule Gesellen" nannte) in kurzer Zeit abzunutzen (Stinglwagner et al. 2005).

1909 veröffentlichte der Nachfolger Gayers am Münchener Waldbaulehrstuhl, *Heinrich Mayr,* seinen „Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage" (Mayr 1909). Trotz des auf den ersten Blick vielversprechenden Titels bedeuteten seine Lehren eine deutliche Abkehr von den Ideen Gayers. Schon im Vorwort schreibt Mayr: *„Wer einseitig das natürliche Prinzip zu wahren sucht, wie es Karl Gayer in seiner gruppenweisen, natürlichen Begründung gemischter Bestände gelehrt hat, schädigt die Rente"* (Mayr 1909). Mayr forderte vor allem kleinbestandsweise angelegte Reinbestände. Seine Gedanken fanden vermutlich deshalb keinen Eingang in die Forstpraxis, da er bereits 1911 den Folgen eines während der Vorlesung erlittenen Schlaganfalls erlag (Mosandl 2002).

Karl Rebel (1863–1939), von 1915–1930 Waldbaureferent an der Bayerischen Ministerialforstabteilung, haben wir es zu verdanken, dass der Antrag Toerring schließlich im Jahr 1914 abgelehnt wurde und nicht zu gravierenden Eingriffen in die Vorratsstruktur der Staatswälder führte (Bartelheimer 2002). Für die zur Prüfung des Antrags Toerring eingesetzte Kommission hatte Rebel bayernweit die Einschlagsplanungen der Forstämter zu begutachten. Seine hierbei gewonnenen Erfahrungen und Auffassungen vom naturnahen Waldbau legte er anschaulich in seinem aus zwei Bänden bestehenden Werk „Waldbauliches aus Bayern" (Rebel 1922) dar.

Der Ausbruch des Ersten Weltkrieges 1914 beendete endgültig die Diskussion um den Antrag Toerring. Kriegsschäden und Reparationshiebe des 1. und 2. Weltkrieges sowie die angeordneten Übernutzungen während des Dritten Reiches und dann in den Besatzungszonen führten zu erheblichen Vorratseinbußen in den bayerischen Wäldern und einer einseitigen Bevorzugung von Nadelbäumen bei den Wiederaufforstungen.

Mit *Konrad Rubner* (1886-1974), Waldbauprofessor und von 1948–1952 Waldbaureferent in Bayern, und auch noch in der Zeit seines Nachfolgers *Elsner* trat in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts eine erste Phase des naturnahen Waldbaus nach dem Krieg ein (Klöck 2004; Rubner 1934). Die Ausbringung von Laubbäumen in den Neukulturen übertraf in dieser Zeit die der Nadelbäume beträchtlich.

Aber bereits in den sechziger Jahren kam es unter dem Druck sinkender Holzpreise und drohender Defizite erneut zu einem Richtungswechsel, einer „waldbaulichen Entfeinerung" (Klöck 2004). Die Ausbringung von Nadelbäumen überstieg nun wieder die der Laubbäume, Kahlschläge nahmen zu und selbst im Gebirge wurden Streifensaumschläge durchgeführt.

Doch nun begann ein Wandel im Umweltbewusstsein unserer Gesellschaft. Die Multifunktionalität der Wälder trat in den Vordergrund. Mit dem sich rasch vollziehenden Funktionenwandel waren auch die Forstgesetze bald überholt. 1975 wurde, vor allem unter Federführung des damaligen Forstministers *Hans Eisenmann* (1923–1987), mit dem Waldgesetz für Bayern ein modernes, erstmals in Deutschland als „Wald"-Gesetz bezeichnetes Gesetzeswerk auf den Weg gebracht. Im engen Zusammenhang damit wurde die zweite, bis heute andauernde Phase des naturnahen Waldbaus nach dem Krieg eingeleitet. Dazu trugen vor allem auch die 1982 von *Seitschek* neu formulierten Forsteinrichtungsrichtlinien bei, die bundesweit beachtet und verbindliche Grundlage für die Entwicklung einer naturnahen Waldwirtschaft in Bayern wurden (Sperber 2002).

Karl Gayer und das Waldgesetz für Bayern

Die Gayer'schen Gedanken zum Mischwald sind heute als Leitbild einer naturnahen Waldbewirtschaftung im Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) (GVBl. 2005, S. 313 ff.) verankert. In Artikel 1 Abs. 1 „Gesetzeszweck" heißt es: *„Der Wald hat besondere Bedeutung für den Schutz von Klima, Wasser, Luft und Boden, Tieren und Pflanzen, für die Landschaft und den Naturhaushalt. Er ist wesentlicher Teil der natürlichen Lebensgrundlage und hat landeskulturelle, wirtschaftliche, soziale sowie gesundheitliche Aufgaben zu erfüllen. Der Wald ist deshalb nachhaltig zu bewirtschaften, um diese Leistungen für das Wohl der Allgemeinheit dauerhaft erbringen zu können."*

Damit ist im Waldgesetz für Bayern, und ganz im Sinne Karl Gayers, die dauerhafte Sicherung der Vielfalt der Waldfunktionen, die Gemeinwohlleistung des Waldes gesetzlich verankert. Der Gesetzgeber geht aber noch weiter und weist den Weg dorthin, indem er schreibt (Art. 1 Abs. 2): *„Das Gesetz soll dazu dienen, „einen*

standortgemäßen und möglichst naturnahen Zustand des Waldes unter Berücksichtigung des Grundsatzes „Wald vor Wild" zu bewahren oder herzustellen". Außerdem wurde in Art. 1 „Gesetzeszweck" des Bayerischen Jagdgesetzes (GVBl. 2006, S. 1056 ff.) aufgenommen, dass „*die Bejagung die natürliche Verjüngung der standortgemäßen Baumarten im Wesentlichen ohne Schutzmaßnahmen ermöglichen soll*." Diese Regelungen dienen zum einen dem Gemeinwohl und zum anderen dem Schutz des Eigentums. Weiter wurden in Art. 14 BayWaldG „Bewirtschaftung des Waldes" einige Anliegen Gayers vollständig übernommen, indem es heißt: „*es sind bei der Waldverjüngung standortgemäße Baumarten auszuwählen und standortheimische Baumarten angemessen zu beteiligen sowie die Möglichkeiten der Naturverjüngung zu nutzen*," des weiteren sind „*der Waldboden und die Waldbestände bei der Waldbewirtschaftung pfleglich zu behandeln*" und „*im Hochwald Kahlhiebe zu vermeiden*". In Art. 18 BayWaldG sind die Zielsetzungen für den Staatswald wie folgt konkretisiert: „*Der Staatswald dient dem allgemeinen Wohl in besonderem Maß und ist daher vorbildlich zu bewirtschaften. Er ist zudem auf Dauer in alleiniger öffentlich rechtlicher Verantwortung zu bewirtschaften. Die mit der Bewirtschaftung und Verwaltung betrauten Stellen haben insbesondere standortgemäße, naturnahe, gesunde, leistungsfähige und stabile Wälder zu erhalten oder zu schaffen*". Damit wurden die Ideen und Ziele Karl Gayers auch ganz ausdrücklich als gesetzlicher Bewirtschaftungsauftrag für den Staatswald in Bayern fixiert. Dieser waldgesetzliche Auftrag fand auch konsequent Eingang in das Errichtungsgesetz für die Anstalt des öffentlichen Rechtes Bayerische Staatsforsten (GVBl. 2005, S. 137 ff.).

Mischwald als Gesetzesauftrag

Die Gayerschen Gedanken zum Mischwald, zu Naturnähe und zu Standortspflege sind heute mit dem Waldgesetz für Bayern forstpolitische Grundlage für eine integrative, umsichtige Bewirtschaftung unserer Wälder, die vor allem auch langfristige Risiken berücksichtigt. Diese umfassende Daseinsfürsorge im besten Sinne des Wortes setzen wir heute auf der gesamten Waldfläche um. Hierbei haben wir bereits nennenswerte Erfolge erzielt:

- Die Bundeswaldinventur zeigt, dass unser Wald deutlich im Wandel ist. Unterstützt von unseren waldbaulichen Förderprogrammen stiegen im Privatwald im Zuge des Waldumbaues die Laubholzanteile von 17 Prozent im Jahr 1970 auf 26 Prozent im Jahr 2002. Noch höher liegen die Laubbaumanteile in den bis zu 20-jährigen Beständen und in der Vorausverjüngung. Auch sind die Wälder im Durchschnitt älter, strukturreicher und zudem – gemessen an den vorhandenen Baumarten der natürlichen Vegetation – naturnäher geworden.
- Eine Kernaufgabe der neuen Bayerischen Forstverwaltung ist die gemeinwohlorientierte Beratung der privaten und körperschaftlichen Waldwirtschaft. Hierbei werden die Gayerschen Ideen in die Fläche transportiert.
- Die von Gayer geforderte Begründung von Mischwäldern ist nicht ohne angepasste Wildbestände möglich. Vor diesem Hintergrund ist das Forstliche Gutachten, das die Forstverwaltung alle drei Jahre entsprechend den gesetzlichen Vorgaben bayernweit erstellt, ein wichtiger Gradmesser, inwieweit wir gemischte, aus natürlicher Verjüngung entstandene Wälder erreichen können oder nicht. Die deutlich negativen Ergebnisse im Jahr 2006 zeigen, dass wir uns weiterhin anstrengen müssen, um dieses Ziel zu erreichen.

Karl Gayer stellte die Vielfalt der Waldfunktionen in ihrer Bedeutung für den Waldbau heraus. Der Jahrhundertsommer 2003 schadete mit seiner extremen Hitze und Trockenheit den Wäldern in ganz Bayern, speziell auf Grund der nachfolgenden Massenvermehrung des Borkenkäfers. Darüber hinaus können Stürme wie unlängst *Kyrill* in ihrer Häufigkeit und Heftigkeit zunehmen. Wir bekommen damit in einigen Regionen Bayerns bereits jetzt den Eindruck von den Folgen des Klimawandels zu spüren, wie sie der aktuelle Bericht des UN-Klimarates (IPCC) beschreibt. Neben neuartigen Bedrohungen unserer Wälder sind zusätzlich auch neue Aufgaben in den Vordergrund gerückt. So ist die Erhaltung der biologischen Vielfalt heute mehr denn je ein wichtiges Ziel der Waldbewirtschaftung. Den Wäldern kommt hierbei eine besondere Rolle zu, leben hier doch 90 Prozent der terrestrischen Arten. Dass dies keinen Verzicht auf Waldbewirtschaftung bedeutet, zeigt der hohe Anteil an FFH-Gebieten im Wald. Der Buche fällt vor dem Hintergrund des Klimawandels und dem Erhalt der Biodiversität eine besondere Rolle am Aufbau zukunftsfähiger Wälder zu. Von den Anhängern der Bodenreinertragslehre noch als „faule Waldaristokratin" verteufelt, hat die Buche heute mit Recht ihren ursprünglichen Platz als „Mutter des Waldes" zurückerobert.

Diesen aufgezeigten zukünftigen Herausforderungen an den Wald müssen und wollen wir uns schon heute stellen. Die Gayer'schen Forderungen nach einer naturnahen, die Vielfalt der Waldfunktionen berücksichtigenden Waldwirtschaft weisen den richtigen Weg. Im modernen Waldgesetz für Bayern ist dieser Weg vorbildlich und zukunftsweisend umgesetzt. Wir müssen und wollen diesen Weg weitergehen.

Literatur

Anonymus (1894): *Wirthschaftsregeln für das k. Forstrevier Neuessing aufgestellt im Jahre 1885*. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 1, S. 1–29

Bartelheimer, P. (2002): *Der „Antrag Toerring" und seine Auswirkungen auf den Staatswald in Bayern*. In: Bleymüller, H.; Gundermann, E.; Beck R. (Hrsg.): 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung - Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung Heft 51, Bd. I, S. 111–122

Dengler, A. (1930): *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. Julius Springer Verlag, *B*erlin

Ebermayer, E. (1876): *Die Lehre von der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldbaus*. Julius Springer Verlag, Berlin

Gayer, K. (1880): *Waldbau*. Verlag Paul Parey, Berlin

Gayer, K. (1886): *Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege*. Verlag Paul Parey, Berlin

Hasel, K. (1985): *Forstgeschichte*. Verlag Paul Parey, Hamburg

Klöck, W. (2004): *Konrad Rubner – Bayerischer Waldbaureferent von 1948–1952*. LWF aktuell Nr. 46, S. 42–43

Mayr, H. (1909): *Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage*. Verlag Paul Parey, Berlin

Mosandl, R. (2002): *Waldbauwissenschaftliche Forschung für die forstliche Praxis in Bayern seit 1878*. In: Bleymüller, H.; Gundermann, E.; Beck R. (Hrsg.): 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung – Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung Heft 51, Bd. II, S. 469–476

Pressler, M. R. (1858): *Der rationelle Forstwirth und sein Waldbau des höchsten Ertrags*. Dresden

Rebel, K. (1922): *Waldbauliches aus Bayern*. J. C. Huber Verlag, Dießen

Rubner, K. (1934): *Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus*. Verlag Neudamm-Neumann

Sperber, G. (2002): *Die Geschichte des Naturschutzes in den bayerischen Staatswäldern und der Einfluss der naturgemäßen Waldwirtschaft*. In: Bleymüller, H.; Gundermann, E.; Beck R. (Hrsg.): 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung - Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung Heft 51, Bd. I, S. 251–307

Stinglwagner, G. K. F.; Haseder, I. E.; Erlbeck, R. (2005): *Das Kosmos Wald- und Forstlexikon*. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart

Key words

Karl Gayer, mixed forests, Bavarian forest act

Summary

During the last century, silviculture in Bavaria was characterised by contrary currents. With his demands on forest site protection, on natural regeneration, and on mixed forests, Karl Gayer was a modern mastermind for near-to-nature forestry. This thoughts of Karl Gayer were integrated in the forest act of Bavaria. Nowadays, forestry on the basis of the Bavarian forest act is part of a comprehensive welfare for our society.

Abbildung 2: Mischbestand (Foto: Tobias Bosch)

Naturnaher Waldbau bei den Bayerischen Staatsforsten

Reinhardt Neft

Schlüsselwörter
Karl Gayer, Mischwald, Bayerische Staatsforsten, Nachhaltigkeitskonzept

Zusammenfassung
Die Lehre vom gemischten Wald (1886) von Prof. Karl Gayer hat heute noch für den naturnahen Waldbau bei den Bayerischen Staatsforsten große Bedeutung. Verzicht auf Kahlschläge, langfristige Verjüngungsverfahren, Begründung von Mischwäldern und eine vorausschauende Pflege leiten dabei das aktuelle waldbauliche Vorgehen.

Die Geschichte zeigt aber, dass bis nach dem Zweiten Weltkrieg die Tannen- und Laubholzanteile in den Wäldern deutlich zurückgingen.

Damit ein naturnaher Waldbau langfristig in der Praxis umgesetzt werden kann, bedarf es eines wirtschaftlich erfolgreichen Forstbetriebes, der auch in der Lage ist, die notwendigen Zukunftsinvestitionen zu tätigen. Die Bayerischen Staatsforsten legten mit ihrem Nachhaltigkeitskonzept, das ökonomische, ökologische und soziale Belange in Einklang bringt, die wichtigste Grundlage für eine naturnahe Waldbehandlung in der Zukunft.

Mit einer permanenten Stichprobeninventur auf der ganzen Waldfläche, einem modernen Standortinformationssystem und einer waldbaulichen Planung und Kontrolle vor Ort wird der naturnahe Waldbau in der Praxis umgesetzt und verprobt.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels wird der Mischwald für die Bayerischen Staatsforsten auch für die Zukunft die waldbauliche Strategie sein.

Mit einem Zehn-Punkte-Programm „Natur bewahren“ setzt die Bayerische Staatsforsten dabei einen besonderen Schwerpunkt im Bereich „Waldnaturschutz“.

Die Idee des Mischwaldes – aus Weitblick geboren

Kaum wie ein anderer bayerischer Forstmann bewegte der vor 100 Jahren verstorbene Münchener Waldbauprofessor Karl Gayer die forstlichen Gemüter. Noch ganz den Goethe’schen Idealen von der Harmonie der in der Natur waltenden Kräfte verhaftet, propagierte er Ende des 19. Jahrhunderts die Idee eines aus mehreren Baumarten aufgebauten Waldes, des Mischwaldes. Heute, in einer Zeit, in der wir die negativen Auswirkungen der Reinbestandswirtschaft zu spüren bekommen, erschließt sich der Weitblick Karl Gayers, der, seiner Zeit 100 Jahre voraus, vor den Risiken dieser einseitigen Wirtschaftsweise gewarnt hat.

Die Gedenkfeier zum 100. Todestag von Karl Gayer erinnert an den Vorkämpfer des naturnahen Waldbaus in Deutschland und hebt die Aktualität seiner Gedanken für globale wie regionale Waldentwicklungsprogramme hervor. In unserer Zeit bedrohen großflächige Entwaldungen in den Tropen sowie die rasante Veränderung der Klimaverhältnisse in unseren Breiten die Existenz des Waldes insgesamt. In dieser Situation können die Gayer’schen Ideen einen Weg zum umsichtigen, langfristige Risiken berücksichtigenden Umgang mit Wald weisen.

Der gemischte Wald gewährleistet am Besten sowohl eine hohe Wertschöpfung als auch eine hohe Elastizität gegenüber Umweltveränderungen. Dabei zählen langfristige Verjüngungsverfahren, insbesondere der Femelschlag, eine rechtzeitige Einbringung von Mischbaumarten wie Tanne und Buche in Reinbestände sowie eine konsequente Pflege der Wälder zu den wichtigsten waldbauliche Leitlinien.

Bodenreinertragslehre und Wildverbiss contra Mischwald

Der Femelschlag wurde bereits ab 1860 im bayerischen Staatswald im Raum Kelheim in der Praxis angewandt. In den Neuessinger Wirtschaftsregeln wurden 1885 die Waldbaurichtlinien im Sinne Karl Gayer’s dokumentiert. Trotz dieser eindeutigen Vorgaben gingen die Mischbestände im bayerischen Staatswald im Laufe der Zeit bis 1948 deutlich auf unter 20 Prozent zurück. Beispielsweise sank der Tannenanteil im Raum Kelheim von 20 bis 30 Prozent im Jahr 1850 innerhalb weniger Jahrzehnte auf ein bis zwei Prozent.
Die Ursachen für diese Entwicklung waren vielschichtig. Ende des 19. Jahrhunderts verhinderten stark stei-

gende Schalenwildbestände die Verjüngung von Mischbaumarten in immer größerem Maße. Die Bodenreinertragslehre führte Anfang des 20. Jahrhunderts zu einer Ideologie der kurzfristigen Gewinnmaximierung und einer überzogenen Anhebung der Hiebssätze. Stetige Waldpflege und Durchforstung wurden erst ab 1950 auf größeren Flächen konsequent umgesetzt. Auch große Kahlflächen als Folge von Insektenschäden Anfang des 20. Jahrhunderts sowie großflächige Reparationshiebe nach dem Zweiten Weltkrieg verhinderten die Entstehung strukturreicher Mischbestände.

Diese Entwicklungen zeigen, dass ein naturnaher Waldbau, um auch auf der Fläche wirken zu können, bestimmte Rahmenbedingungen benötigt. Dazu gehören insbesondere stabile gesellschaftliche Verhältnisse, ein integriertes langfristiges Unternehmenskonzept, das ökonomische, ökologische und soziale Gesichtspunkte berücksichtigt, Investitionen in den Wald sowie qualifiziertes Personal.

Das Nachhaltigkeitskonzept der Bayerischen Staatsforsten

Die Bayerischen Staatsforsten erarbeiteten im Jahr 2006 unter Einbeziehung der Mitarbeiter aller Ebenen ein Nachhaltigkeitskonzept, das ökonomische, ökologische und soziale Belange in Einklang bringt. Wirtschaftlicher Erfolg, Investitionen in den Wald *und* eine naturnahe Waldbehandlung stellen sich nicht gegenseitig in Frage, sondern sind untrennbar miteinander verbunden. So sichert z. B. eine waldverträgliche Jagd auf Schalenwild die Verjüngung der Mischbaumarten und spart gleichzeitig erhebliche Kosten bei Pflanzung, Zaunbau oder Einzelschutz.

Abbildung 1: Nachhaltigkeitsmodell der Bayerischen Staatsforsten

Waldbaugrundsätze

Für die Bayerischen Staatsforsten wurde auch für die Zukunft der naturnahe Waldbau als Leitlinie festgelegt. Dabei finden sich viele Gedanken Karl Gayer's wieder. Im Einzelnen gilt für die Waldbehandlung im Bayerischen Staatswald folgendes:

- Die Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft werden angemessen am Waldaufbau beteiligt.
- Holzvorrat und Zielstärke werden nach Baumart, Standort und Holzqualität differenziert.
- Verjüngt wird vorrangig im Zuge langfristiger, kleinflächiger Verfahren.
- Die natürlichen Steuerungskräfte im Wald werden genutzt („Biologische Rationalisierung").
- Die Widerstandskraft der Wälder wird erhalten und gefördert.
- Die Schalenwildbestände werden unter Beachtung des Grundsatzes „Wald vor Wild" den Erfordernissen einer natürlichen Waldverjüngung angepasst.
- Die genetischen Ressourcen der Wälder werden nachhaltig erhalten bzw. verbessert.
- Der Boden ist zentrale Lebensgrundlage unserer Waldökosysteme und wird vor Beeinträchtigungen bewahrt.
- Die Schutz- und Erholungsfunktionen werden gesichert.
- Die biologische Vielfalt der Waldökosysteme wird erhöht, Naturschutzaspekte werden beachtet.

Eine besondere Herausforderung stellt in den nächsten Jahrzehnten der prognostizierte Klimawandel dar. Hier ist das Ziel, möglichst auf der gesamten Waldfläche Mischbestände zu erhalten und zu schaffen, um die „elastische Stabilität" der Wälder gegenüber den Umweltveränderungen zu erhöhen. Derzeit werden auf Basis vorhandener Klimamodelle und eines auf Informationstechnologie gestützten Standortinformationssystems Brennpunkte festgelegt, bei denen rascher Handlungsbedarf besteht. Dort werden gefährdete Fichtenbestände bereits im Alter von 50 bis 60 Jahren in Verjüngung gestellt und mit geeigneten Mischbaumarten (Buche, Tanne, Douglasie) unterpflanzt. Kalamitätsbedingte Kahlflächen werden rasch mit geeigneten Mischbaumarten wieder aufgeforstet. Die dafür notwen-

digen Investitionsmittel für Kulturen und Pflege wurden in die mittelfristige Finanzplanung eingestellt.

Planung und Kontrolle

Auf Grund der sehr langfristigen Wachstumsvorgänge im Wald bedarf es einer systematischen Planung und Kontrolle vor Ort, damit die Grundsätze der naturnahen Forstwirtschaft auf der Fläche tatsächlich umgesetzt und die festgelegten Ziele erreicht werden. Zentrales Instrument hierfür ist eine permanente Stichprobeninventur auf der ganzen Waldfläche (mit Ausnahme des Hochgebirges). Sie wird in der Regel alle zehn Jahre durchgeführt. In konzentrischen Kreisen werden an 3.000 bis 4.000 Stichprobenpunkten je Forstbetrieb (alle vier bis sechs Hektar ein Stichprobenpunkt) alle wesentlichen Baumparameter, Schäden und Verjüngungssituation erhoben sowie Vorrat und Zuwachs ermittelt.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Stichprobeninventur werden mit Hilfe des Waldwachstumssimulators SILVA (Kooperation mit dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München) Prognoseszenarien der Waldentwicklung für die nächsten 30 Jahre berechnet. Zum Beispiel wurde für den gesamten bayerischen Staatswald bei unterschiedlichen Nutzungsvarianten die Entwicklung des Zuwachses simuliert (Abbildung 3).

Auf Basis der Ergebnisse der Stichprobeninventur und der Prognoserechnungen werden im Rahmen der Forsteinrichtung die konkreten waldbaulichen Maßnahmen für die nächsten zehn Jahre festgelegt. Innerhalb des Forsteinrichtungszeitraumes werden alle drei bis fünf Jahre die waldbaulichen Maßnahmen vor Ort überprüft. Dabei werden auch die Ziele der Forsteinrichtung nochmals hinterfragt.

Naturnahe Waldwirtschaft setzt eine waldverträgliche Jagd voraus, die eine möglichst ungehinderte Entwicklung der Waldverjüngung zulässt. Aus diesem Grund führen die Bayerischen Staatsforsten im Jahr 2007 ein regelmäßiges Traktverfahren ein, das den Zustand der Waldverjüngung erfasst.

Wald und Naturschutz

Eine naturnahe Forstwirtschaft hat auch zum Ziel, die Aspekte des Naturschutzes bestmöglich zu berücksichtigen. Die Bayerischen Staatsforsten verfolgen dabei den Weg der Integration, nicht der Segregation. Ein gemischter und reich strukturierter Wald sichert am Besten die Naturschutzfunktionen auf ganzer Fläche. Dabei steht in der Regel das gesamte Ökosystem mit allen seinen Arten und nicht nur eine einzige Spezies im Mittelpunkt. Trotzdem ist es Ziel der Bayerischen Staatsforsten, besondere Gesichtspunkte des Naturschutzes in die Waldwirtschaft zu integrieren.

Abbildung 2: Waldinventur (Foto: Bay SF)

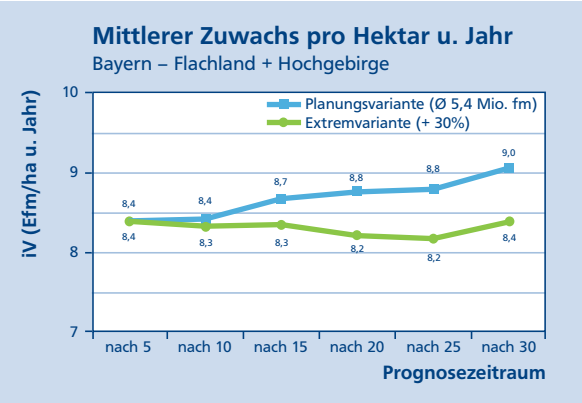


Abbildung 2: Zuwachs (BaySF gesamt) nach SILVA

Dazu wurde ein Zehn-Punkte-Programm „Natur bewahren“ mit folgenden Inhalten entwickelt:

- Schutz alter Wälder (Buchenwälder über 180 Jahre; Eichenwälder über 300 Jahre);
- Schutz von Biotopbäumen und Erhalt von Totholz;
- Schutz des Wald- und Landschaftsbildes (z. B. kein Kahlschlag);
- Schutz der Auwälder, Moore, Tümpel und Seen, Fließgewässer und Quellen;
- Schutz der Trockenwälder, Blockfelder und anderer trockener Sonderstandorte;
- Umgang mit Wald in Schutzgebieten (Natura-2000-Managementpläne);
- Pflege von Offenland, Erhaltung historischer Nutzungsformen und Artenschutz bei Gebäuden (z. B. Schutz von Fledermäusen);
- spezielles Waldartenschutzmanagement (z. B. Auerwild, Seeadler, Dukatenfalter);
- Kooperationen (z. B. mit dem Landesbund für Vogelschutz, dem Deutschen Alpenverein, dem Bund Naturschutz; Bergwaldprojekt, Naturschutzbehörden);
- interne Umsetzung (betriebliche Naturschutzkonzepte, regionale Naturschutzbeauftragte).

Literatur

Bayerische Staatsforsten (2006): *Geschäftsbericht*

Bayerische Staatsforsten (2007): *Nachhaltigkeitskonzept*

Finsterer, A. (1973): *Die klassischen bayerischen Naturverjüngungsverfahren im Raum Kelheim*

Bayerischer Forstverein (1985): *Wirtschaftsregeln für das Forstrevier Neuessing*, aufgestellt im Jahre 1885, Nachdruck

Gayer, K. (1886): *Der gemischte Wald*

Keywords

Bayerische Staatsforsten, silviculture, Karl Gayer

Summary

The concept of the mixed forest (1886) from Professor Karl Gayer is still of great importance for the close to nature forestry of the Bayerische Staatsforsten. The abandonment of clear cuts, the long-term regeneration procedures, the establishment of mixed forest and the tending of forest are the objectives of the present silvicultural strategy. Forest history shows however that until the Second World War the proportion of fir and hardwoods decreased clearly. If nature oriented silviculture shall be converted into practice on a long-term basis, an economically successful forest enterprise is needed, which is able to transact the necessary future investments. By its concept of sustainability, which brings into accordance economic, ecological and social demands, the Bayerische Staatsforsten formed the most important basis for a close to nature forestry in the future. With a permanent forest inventory on the whole forest area, a modern site information system and local silvicultural planning and control mechanisms nature oriented forest is brought into practice and will be proofed. In front of the background of the climatic change mixed forest will be the silvicultural strategy of the Bayerische Staatsforsten. With its program „Save Nature“ the Bavarian State Forest will establish a special emphasis within the frame of „Forest Nature Protection“.

Der gemischte Wald in privater Hand – fit für die Zukunft

Maximilian Freiherr von Eltz-Ruebenach

Schlüsselwörter
Karl Gayer, Mischbestände, Privatwald, Waldbau

Zusammenfassung
Im privaten Waldbesitz finden wir keine einheitliche Bewusstseinsbildung zum Mischwald. Sie hängt ab von der persönlichen Einstellung des jeweiligen Eigentümers und wohl auch von den spezifischen Verhältnissen seines Forstbetriebes.

Charakteristische Bewegungen pro und contra Mischwald in der waldbaulichen Geschichte gerade bei privaten Forstbetrieben werden aufgezeigt und anhand eines größeren Waldbesitzes konkret dargestellt. Auch dort lässt sich der Einfluss Karl Gayers Ende des 19. Jahrhunderts nachweisen.

Mit einigen grundsätzlichen Anmerkungen wird Stellung genommen zur derzeitigen Meinungsbildung im privaten Waldbesitz in vorsichtiger Hinwendung zum Einbringen von Mischbaumarten zur Stabilisierung der Bestände und im Hinblick auf den befürchteten Klimawandel. Nicht zu übersehen sind jedoch die Erschwernisse, die aus Kostengründen, aus abnehmender fachlicher Präsenz auf der Fläche oder aus Naturschutzgründen Hemmungen zu einem deutlicheren Wandel auslösen.

Privatwald in Bayern – zwischen ökologischer Weitsicht und ökonomischer Analyse

Bei soviel unterschiedlichem Privatwald in Bayern könnte man sich jetzt auf eine interessante Reise begeben und wir würden auf einen breiten Fächer stoßen zwischen aktiver Gestaltung gemischter Bestände, skeptischer Duldung bis hin zu mehr oder weniger unverhohlener Ablehnung.

Die Argumente zu den verschiedenen Varianten sind uns zumeist bekannt und einerseits mehr von waldbaulich-ökologischer Weitsicht und Kompetenz mit schönen Ergebnissen in vielen privaten Forstbetrieben, andererseits mehr von betriebswirtschaftlich renditeträchtiger Analyse und oft eben auch von ungenügendem Wissen, Ungeduld, Kleinflächigkeit, Vorurteilen oder fehlendem Engagement geprägt.

Dies betrifft aber beileibe nicht nur den Eigentümer selbst und dessen wirtschaftliche Vorgaben, sondern, und dies müssen wir wohl auch eingestehen, oft die für ihn handelnden Forstleute.

Abbildung 1: Borkenkäferschäden im Bergmischwald (Foto: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)

Der Waldbesitz Fürst Oettingen-Wallerstein als Beispiel

Standort und Baumartenverteilung

Das mir gestellte Thema möchte ich am konkreten Beispiel eines größeren Forstbetriebes in privater Hand darstellen, für den ich in den letzten 14 Jahren tätig war.

Der Waldbesitz Fürst Oettingen-Wallerstein liegt in Nordschwaben im bayerisch-württembergischen Grenzgebiet auf dem südlichen bis nordwestlichen Riesrand mit einer Vielfalt von Standorten auf Keuper im Norden über Schwarz- und Braunjura hin zum flächenmäßig bestimmenden Weißjura.

Die Baumartenverteilung mit 50 Prozent Laub- und 50 Prozent Nadelholz entspricht ja durchaus heutigen Wunschvorstellungen, die an den Wald herangetragen werden.

Aber die Entwicklung der Waldformation ging natürlich in den letzten 200 Jahren einen mühevollen Weg, wobei die Beweggründe für die richtungsweisenden Entscheidungen seit Beginn des 19. Jahrhunderts vermutlich symptomatisch für viele andere mittlere bis größere private Waldbesitze stehen.

Phase 1
Anlage von Pflanzgärten in jedem Revier zur künftigen Beschaffung von notwendigem Pflanzmaterial
Regelmäßiger Unterbau qualitativ hochwertiger Eichenbestände mit Buchenballenpflanzen
In Buchenverjüngung systematische Beimischung von Lärche und gruppenweise Fichte
In Fichtenbeständen gruppenweise Beimischung von Kiefer und Lärche, in Löchern Einbringen von Buchenballenpflanzen
Phase 2
Nach 1950 auf zahlreichen wenig ertragreichen oder teilweise verwilderten Flächen Neuanlage von Mischbeständen mittels Pflanzung verschiedenster Baumarten in Einzelmischung, sehr aufwendig in Anlage und Pflege, heute jedoch schöne stabile Bestände aus Buche, Kiefer, Fichte, Lärche, Eiche, Ahorn; das Konzept wurde nach einigen Jahren wegen des zu hohen Aufwandes aufgegeben zugunsten reiner Aufforstungen mit Fichte; aber auch Beginn der Einbringung von Tannenhorsten in großen Buchenbeständen
Phase 3
Wiederbestockung der Kalamitätsflächen der letzten 30 Jahre mit gruppenweiser Mischung von Nadelholz mit 25 bis 30 Prozent Laubholz bzw. Beimischung von Lärche und Fichte, neuerdings vermehrt auch von Douglasie in die großflächigen Buchenverjüngungen; Bemühungen um den Erhalt der Eiche

Tabelle 1: Zeitliche Abfolge der Waldbaukonzepte

Blick in die Vergangenheit

1833 erstellte Heinrich Cotta, Direktor der Forstakademie in Tharandt, im Auftrag des damaligen Fürsten ein umfangreiches Gutachten für die meist von ertragsschwachem Mittelwald geprägten fürstlichen Waldungen. Er empfiehlt, „gemengte", also gemischte Bestände mit der Betonung auf Nadelholz zu erziehen „weil diese nach allen forstlichen Erfahrungen den höchsten Ertrag geben – vorausgesetzt, dass sie zweckmäßig angelegt und angemessen bewirtschaftet werden". Daraufhin, ich möchte es etwas gerafft darstellen, setzte eine Periode systematischer Umwandlung wenig ertragreicher Mittelwälder in Nadelholz, meist Fichte mit Kiefer und Lärche, ein, aus denen allerdings sehr oft reine Fichtenbestände hervorgingen. In den besseren Mittelwäldern versuchte man, die guten Eichen zu erhalten und mit Buchenwildlingen zu unterbauen. Auf dem Weißjura hielten sich großflächige meist reine Buchenbestände.

Gleichzeitig wurde in den Jahren 1833 bis 1836 – man höre und staune – das gesamte Hochwild abgeschossen, um Wildverbiss zu vermeiden.

Eine zweite Periode des Waldumbaus begann nach der Forsteinrichtung in den Jahren 1871 bis 1874 unter dem bayerischen Forstmeister Compter bis etwa 1890, in der forciert mit Fichte auf großen, künstlich geschaffenen Kahlflächen aufgeforstet wurde.

Es waren die Jahre, in denen Karl Gayer die „täglich wachsende Nadelholzflut" über alle Besitzarten hinweg, auch beim Staat, beklagte und die drastische Bestockungsumwandlung in reine Nadelholzbestände anprangerte. Dies veranlasste ihn sogar zu einem recht deutlichen kritischen Ausspruch, den ich sinngemäß wiedergeben möchte: *„das nur dem Privaten bedingungsweise zugestandene Recht, die Waldwirtschaft nach Erwerbskriterien aufzufassen, sprach die öffentliche Meinung später fast bedingungslos allen Waldungen zu und es ist erklärlich, daß bei dem Streben nach Steigerung des Geldertrags den Verlockungen augenblicklichen Gewinns nicht überall ein starkes Gewissen gegenüberstand .... und die pflegliche Waldbehandlung geopfert wurde"*.

Und weiter: *„Die mit der Schlagwirtschaft auf großer Fläche verbundenen Kostenersparnisse entsprachen wohl dem Streben nach Erleichterung und Vereinfachung des forstlichen Betriebes – namentlich des Großbetriebs – und entsprach vor allem der oft sehr schwindsüchtigen Tasche manches großen und mittleren Waldbesitzers"*.

Abbildung 2: Tannenverjüngung (Foto: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)

Aus der Erkenntnis zunehmender Risiken und Kalamitäten in den reinen Fichtenbeständen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und unter zunehmendem Einfluss und Beachtung der Ideen Karl Gayers erfolgte gegen Ende des 19. Jahrhunderts ein Umdenken unter dem regierenden Fürsten Karl-Friedrich, der sich wie folgt äußerte: „*Die neuere Forstwirtschaft verwirft mit Rücksicht auf die Bodenkrafterhaltung und für gemischte Bestände den Kahlschlag vollständig und will ganz auf die Femelwirtschaft zurückkehren, die der natürlichen Verjüngung des Waldes am nächsten kommt*".

Aus seiner Folgerung, ‚*der reine Fichtenbestand kann nicht das Idealbild sein*' entstanden in der Folgezeit verschiedene Konzepte, die sich im wesentlichen auf die Stabilisierung der Bestände durch Mischung ausrichteten.

Ökonomischer Zwang
contra ökologische Notwendigkeit

Der Blick in die Vergangenheit, aber auch quer über die privaten Waldbetriebe zeigt, dass die jeweilige aktive Haltung zu gemischten Waldformen in ihrer Vielfalt stark von der Einstellung des Eigentümers und dessen Vorgaben für den kurz- und mittelfristigen Nutzen abhängt, und zwar nicht nur zwischen den unterschiedlichen Eigentümern, sondern eben auch zwischen den einzelnen Generationen eines Hauses. ‚Mischwald' muss, um erfolgreich zu sein, integriert werden in das gesamtbetriebliche Konzept, nicht als Zufall, nicht als geduldetes ‚Übel', sondern als gestalterischer Wille mit langfristiger Ausrichtung.

Die risikobehaftete Entwicklung der letzten Jahre und der Blick auf die befürchteten klimatischen Veränderungen ließ diesen Willen auch tatsächlich konkreter werden. Die Akzeptanz nicht nur in sich gemischter Laubwaldformen, sondern gerade auch gemischter Nadel-Laubbestockungen nimmt nicht nur wegen der Fördermittel zu, sondern auch in dem Maße, wie uns der Markt im stofflichen und energetischen Bereich bei der Pflege dieser Bestände günstig entgegenkommt.

Die Diskussion ökonomischer Zwänge versus ökologischer Anforderungen hält natürlich an, die Einwirkung gesellschaftlicher Ansprüche an den Wald aller Besitzarten führt heute auch im privaten Waldbesitz bei ausgewogener Positionierung zu einer stärkeren Hinwendung und Beachtung der natürlichen Verjüngungsmöglichkeiten der Bestände und Beimischung zusätzlicher Baumarten wie insbesondere der Douglasie. Ziel ist wohl überall die Stabilisierung der Bestände bei nachhaltiger Betonung der Nadelhölzer.

Die Wildfrage mutiert bei entsprechend bewusster Wahrnehmung und Anwendung kompetenter Bejagungsmethoden zu einem positiv integrierten Bestandteil dieser waldbaulichen Vorhaben und ergänzt so auf wunderlich lebendige Weise die Mischung.

Unkomplizierte Waldbaukonzepte – beliebt und einfach zu übernehmen

Allerdings dürfen wir meines Erachtens nicht übersehen, dass der fortwährende wirtschaftliche Druck, die in den letzten Jahren betriebene rasche Reduktion des Fachpersonals auf Revier- und Arbeiterebene, damit einhergehend die verringerte fachliche Präsenz auf der Fläche bei gleichzeitiger Forderung nach einer anspruchsvollen Intensivierung waldbaulicher Tätigkeit in immer größeren Widerspruch geraten. Auch ist nicht zu verkennen, dass die Neuanlage gemischter Bestände eben doch einen deutlich höheren kassenwirksamen Aufwand bedeutet, der einiger Kraftanstrengung bedarf und daher das Interesse bei den Waldbesitzern oftmals beträchtlich einengt.

Es ist daher wohl auch verständlich, dass vereinfachte waldbauliche Systeme, unkompliziert in Anlage und Überwachung sowie für jeden Nachfolger nachzuvollziehen, oft letztlich doch den Vorzug bekommen.

Nicht abzusprechen ist dem privaten Waldbesitz die latente Furcht vor der Vereinnahmung in sich gemischter Laubholzbestände durch den Naturschutz; die nicht ganz unbegründete Angst, eines Tages mit der Forderung konfrontiert zu sein: *„wir müssen den Wald vor allem protegieren anstatt von ihm zu profitieren“* mäßigt die Begeisterung vieler Waldbesitzer für die bewusste Steuerung in Richtung der Forderungen Karl Gayers.

Sich zu besinnen auf den langfristigen Nutzen seiner äußerst modernen, weil auch immer kostenbewussten Gedanken ist trotz allem eine Empfehlung und Botschaft, die vom heutigen Tage ausgehen sollte.

Literatur

Gayer, K. (1886) *Der gemischte Wald*

Häffner, A. (1934): *Forst- und Jagdgeschichte der fürstlichen Standesherrschaft Oettingen-Wallerstein*. Beck-Verlag, Nördlingen

Key words

Karl Gayer, mixed forests, private forestry, silviculture

Summary

In private woodland estate no homogeneous perception of mixed forestry is found. It depends on the personal attitude of the owner and probably on the specific circumstances and conditions of the forest enterprise.

Characteristic movements for and against mixed forests in the history of forestry in private forestry are shown and concretised with the help of an example of one bigger woodland estate. There the influence of Karl Gayer at the end of the 19th century can be proved.

With some basic statement a position is taken on the forming opinion at present in private woodland estate about the turning towards establishing mixed forests, for stabilisation of the forest stands and in regard to the fear of a change of climate.

It is obvious that the added difficulties like high costs, sinking presence of specialists on the wooded areas and the fear of nature protection impede a clear change.

Anschriften der Autoren

Prof. Dr. Christian Ammer
Abteilung für Waldbau und Waldökologie
der gemäßigten Zonen
Georg-August-Universität Göttingen
Büsgenweg 1
37077 Göttingen
E-Mail: christian.ammer@forst.uni-goettingen.de

Dr. Herbert Borchert
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Am Hochanger 11
85354 Freising
E-Mail: bor@lwf.uni-muenchen.de

Prof. Dr. Drs. h.c. Peter Burschel
Lehrstuhl für Waldbau
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising

Hany El Kateb
Lehrstuhl für Waldbau
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: ecoland@t-online.de

Maximilian Freiherr v. Eltz-Ruebenach
Füssener Straße 59
86989 Steingaden
E-Mail: max.eltz@t-online.de

Dr. Bernhard Felbermeier
Lehrstuhl für Waldbau
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: felbermeier@lrz.tu-muenchen.de

Dr. Jürgen Gayer
Schwachhauser Ring 98 A
28209 Bremen

Prof. Dr. Thomas Knoke
Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: knoke@forst.tu-muenchen.de

Prof. Dr. Reinhard Mosandl
Lehrstuhl für Waldbau
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: mosandl@forst.tu-muenchen.de

Prof. Dr. Gerhard Müller-Starck
Fachgebiet Forstgenetik
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: mueller-starck@forst.tu-muenchen.de

Reinhardt Neft
Bayerische Staatsforsten AöR
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: reinhardt.neft@baysf.de

Prof. Dr. Fredo Rittershofer
Fachhochschule Weihenstephan
Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
Am Hochanger 5
85354 Freising

Prof. Dr. Manfred Schölch
Fachhochschule Weihenstephan
Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
Am Hochanger 5
85354 Freising
E-Mail: manfred.schoelch@fh-weihenstephan.de

Dr. Bernd Stimm
Lehrstuhl für Waldbau
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: stimm@forst.tu-muenchen.de

Prof. Dr. Michael Weber
Lehrstuhl für Waldbau
der Technischen Universität München
Am Hochanger 13
85354 Freising
E-Mail: m.weber@forst.tu-muenchen.de

Georg Windisch
Bayerisches Staatsministerium für
Landwirtschaft und Forsten
Ludwigstraße 2
80535 München
E-Mail: georg.windisch@stmlf.bayern.de

Veranstalter der Tagung am 1. März 2007

Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan

mit

- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
- Studienfakultät für Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement
- Fachhochschule Weihenstephan
  Fachbereich Wald und Forstwirtschaft

Bayerische Forstverwaltung

Bayerische Staatsforsten AöR

Stiftung Karl Gayer Institut

Bayerischer Forstverein