

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	77 (1926)
<b>Heft:</b>	3-4
<b>Artikel:</b>	Natürliche Verjüngung und Bodenzustand
<b>Autor:</b>	Burger, Hans
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-767967">https://doi.org/10.5169/seals-767967</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

leuten recht gründlich durchstudiert und praktisch erprobt werden. Ein gutes Stück der von uns angestrebten Steigerung der forstlichen Produktion hängt vom richtigen Ausbau der Bestandeserziehung ab.

---

## Natürliche Verjüngung und Bodenzustand.

Von Hans Burger.

Es ist wohl kaum mehr nötig, besonders zu beweisen, daß durch Kahlschläge in unseren früheren natürlich gemischten Wäldern, durch Waldfeldbau und nachherige Kultur reiner Nadelholzbestände die Bodenbonität großer Gebiete erheblich zurückgegangen sei. Die Publikationen von Rebelt, Wiedemann und vieler anderer haben diese Tatsache festgenagelt. Die Idee, daß zum Betrieb einer nachhaltigen Forstwirtschaft eine stete Ueberschirmung des Waldbodens notwendig sei und daß der Bodenschutz allgemein am besten durch natürliche Verjüngung bewirkt werde, ist durchgedrungen. Man darf also wohl einen Schritt weiter gehen und sich fragen: Bietet jede gut gelungene natürliche Verjüngung volle Gewähr für die Erhaltung eines vorzüglichen Bodenzustandes?

Als man die Pfade des Kahlschlages verließ und zur natürlichen Verjüngung zurückkehrte, war man bei uns in der Ebene und dem Hügelland hochfreut, als sich fast überall da, wo der Boden noch nicht verdorben war, leicht eine „bürstendichte“ Tannenverjüngung einstellte. Man begnügte sich noch nicht damit, sondern unterpflanzte überdies weite Gebiete in Hochwald umzuwandelnder Mittelwälder und die in reichem Maß vorhandenen, schlechten, aus Kultur nach Waldfeld hervorgegangenen Fichtenbestände ebenfalls mit Weißtanne. Fort mit der Fichte! Verjüngt, sät, pflanzt Tanne, das war der Ruf. Man litt am Anfang des neuen Naturverjüngungszeitalters, daß von Gaher eingeleitet wurde, gerade so gut an einer Tannenmanie wie unter der Herrschaft des Kahlschlages unter der Fichten- und Föhrenmanie. Die kraftstrotzende Gesundheit der Tanne in den natürlichen, mit Buchen gemischten Wäldern verführte Waldbauer und Forstschützer dazu, die Tanne bis in das letzte Jahrzehnt als diejenige Holzart anzupreisen, die, auf richtigem Standort angebaut, den wenigsten Gefahren ausgesetzt sei. Der Ruf nach Weißtanne hatte so großartigen Erfolg, daß wir nun bald ebenso viele reine, teils natürlich verjüngte, teils gepflanzte Tannenbestände haben, wie reine Fichtenkulturen. Daß man bei zunehmender Tannenmanie den Anbau dieser Holzart nicht durchwegs auf geeignete Standorte beschränkte, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Eine Reaktion der Natur auf diesen übertriebenen Tannenkultus konnte

nicht ausbleiben. In Deutschland spricht man viel vom „Tannensterben“, und bei uns sterben da und dort jüngere Bestände ab durch Dreifusia. Es scheint, daß die Tanne in reinen Beständen und besonders auf ungeeigneten Standorten ebensovielen Gefahren ausgesetzt sei, wie die Fichte und andere Nadelhölzer. Doch dies nur nebenbei.

Die Frage, mit der ich mich hier etwas beschäftigen möchte, ist: Vermag eine natürliche Tannenverjüngung jederzeit einen günstigen Bodenzustand zu erhalten? Daß man dabei auch die sogenannten „Waldtypen“ zur Sprache bringen muß, ist wohl selbstverständlich.

Wenn man die natürlichen Tannenwälder der Schweiz durchwandert, so findet man die Tanne fast immer mehr oder weniger in Mischung mit der Buche. Mit großer Sicherheit kann man auch fast überall da, wo Tanne und Buche gemischte Wälder bilden, den *Oxalisbodentypus* feststellen. Auch wenn man sich mit den Waldtypentheorien C a j a n - d e r s und seiner Schule nicht näher befaßt hat, so weiß man, daß Sauerklee oder *Oxalis* ein guter Bodenzeiger ist. Überall aber, wo man, wie zu einer gewissen Zeit auch in vielen emmentalischen Plenterwaldungen, die Buche systematisch verdrängte, hat sich unter dem verbleibenden reinen Tannenbestand der Bodentypus vielfach verändert. Wir finden da heute häufig den Heidelbeeren-*Vacciniumtypus*, ein Zustand der Bodenoberfläche, der zum Aufsehen mahnt; zeigt er doch deutlich an, daß sich der Boden unzweifelhaft verschlechtert hat. Gefährliche Zustände sind ja allerdings in diesen Plenterwaldungen selten vorhanden. Es handelt sich meistens nur um beginnende Rohhumusbildung, um Schichten von saurem Humus von 1—2—3 cm.

Alte und mittelalte Bäume von Tannen und Fichten leiden kaum unter diesem Bodenzustand. Für die natürliche Verjüngung ist aber selbst die schwache Rohhumusschicht ein ernstliches Hindernis. Es braucht auf solchen Böden bei reichlichen Niederschlägen (über 1000 mm) viel stärkere Lichtungen als sonst für Tannenverjüngung notwendig sind, weil die auf den Boden fallenden Sonnenstrahlen zuerst die Bodentätigkeit anregen, den ungesättigten sauren Humus in gesättigten milden Humus überführen und z. T. abbauen müssen, bevor sich Verjüngung einstellt und erhalten kann. Man kann auf solchen Böden oft die Erfahrung machen, daß sich Verjüngung, die man lange erwartet hat, fast plötzlich einstellt, an Stellen, wo der Boden bei der Fällung oder beim Holztransport oberflächlich verwundet wurde. Diese Beobachtung war es auch, die oft die Forstleute zu tiefgreifender Bodenbearbeitung verleitete.

Diese Erscheinungen, zusammen mit der Beobachtung, daß auch im Urwald weitgehende Rohhumusbildung vorkommen kann, beweisen uns, daß auch natürliche Verjüngung, sogar im Plenterwald, nicht ganz vor Bodenrückgang schützt.

Der *Vacciniumthypus* der emmentalischen Plenterwälder ist, wie schon gesagt, verhältnismäßig harmlos, denn er läßt sich in ziemlich kurzer Zeit durch Buchenunterbau und entsprechende Schlagführung wieder in *Oxalithypus* überführen. Als die forstliche Versuchsanstalt im Jahre 1908 unter Leitung Englers die Plenterwaldversuchsfäche in Oppligen bei Thun anlegte, herrschte der *Vacciniumthypus* auf der ganzen Fläche stark vor, der Boden zeigte wenig Tätigkeit und Sämlinge waren kaum zu finden. Schon bei der ersten Aufnahme, die Fluri durchführte, wurden die wenigen Eichen- und Buchenunterwüchse trotz ihrer schlechten Form begünstigt, Buchengruppen in engem Verband wurden begründet, im Oberholzbestand wie in den Jungwüchsen wurde kräftig eingegriffen, und heute nähern wir uns schon fast auf der ganzen Fläche wieder dem *Oxalithypus*. Jung- und Mittelwüchse zeigen bedeutend verbesserten Zuwachs, Moos- und Flechtenanhang gehen zurück, Ansamung hat sich reichlich eingestellt und der ganze Bestand zeigt ganz augenfällig mehr Leben. Dies tritt besonders in Erscheinung, wenn man die Versuchsfäche vergleicht mit den Nachbarbeständen, wo die Gemeinde jeden Laubholzunterwuchs unterdrückte und zudem weitgehend Stöckerrödete. Hier haben wir vielfach bösartigen *Vacciniumthypus*, starken Mooswuchs und auf Stocklöchern Sphagnumplatten. Auf gewissen Stellen besteht sogar Neigung zu Hochmoorbildung, trotz Plenterwald und natürlicher Verjüngung. Man findet hier sogar nach Waldfeld begründete, reine Fichtenbestände, die von der Versuchsanstalt mit Buchen unterbaut wurden, die heute einen besseren Bodenzustand aufweisen, als viele Privatwaldparzellen mit mißhandeltem Plenterwald.

Als Forstmeister v. Seutter vor 25 Jahren als Oberförster die Verwaltung der Toppwälder im Emmental übernahm, herrschte in vielen Teilen derselben ein so schlimmer Bodenzustand, daß selbst Freunde der natürlichen Verjüngung und des Plenterwaldes jede Naturverjüngung für unmöglich hielten und nur durch Kahlenschlag, Bodenbearbeitung und Kultur glaubten helfen zu können. v. Seutter ließ sich nicht beirren, unterpflanzte die Bestände reichlich mit Buchen, legte auch entsprechende Hiebe ein und heute ist auf großer Fläche der *Oxalithypus* wieder erreicht, die Naturverjüngung gelingt sehr gut, während die wirklich kahl geschlagenen, bearbeiteten und kultivierten Flächen sehr schlechten Bodenzustand aufweisen und kümmerliche Bestände tragen, die für die Zukunft sehr wenig versprechen. Allerdings muß bemerkt werden, daß auch damals nur die allerschlechtesten, teilweise versumpften Partien kahl geschlagen worden sind.

In den nordeuropäischen Ländern, besonders — unter Führung des hervorragenden Forst- und Staatsmannes Cander — in Finnland, hat sich eine eigentliche Waldtypenschule gebildet. Man betrachtet die Bodenflora nicht nur als allgemeinen Zeiger der Bodengüte, sondern

man bonitiert für Wirtschaftsplanaarbeiten die Bestände nach der Bodenflora. Man hofft sogar auf Grund der Bodenflora für alle Holzarten und für alle Länder gemeinsame Bonitäten, besonders für die Aufstellung von Ertragstafeln bilden zu können. Die Finnen halten also den Bodentypus eines Standortes weitgehend für fest und schätzen nach der Bodenflora den Zuwachs der Bestände ein.

Wir betrachten die Bodenflora zwar auch als Weiser für den Bodenzustand, aber die Erfahrung zeigt uns tagtäglich, daß, bis zu einem gewissen Grade sogar im Hochgebirge, der Bodentypus mit der Holzart, der Holzartenmischung und der wirtschaftlichen Behandlung stark ändert. Im ganzen schweizerischen Mittelland zeigen heute noch alle natürlichen, aus Laub- und Nadelholz gemischten Bestände fast ausnahmslos Impatiens-Oxalidtypus. Nach Kahlshag und Waldfeld und Kultur reiner Fichten-Bestände ging aber die guten Böden anzeigenende Flora zugrunde. Es bildeten sich üppige Moospolster, Rohhumus und oft ausgesprochener Vacciniumtypus auf Böden, auf denen in der Nachbarschaft heute noch natürliche, gemischte Laub- und Nadelholzbestände Impatiens-Oxalidtypus aufweisen.

Die Bodenflora deutet nach Kahlshag und Waldfeld da den schlimmsten Bodenzustand an, wo reine Fichten angebaut wurden. Viel weniger schlimm ist der Bodenzustand, wenn die Fichtenkultur reichlich mit Laubholz durchsetzt wurde; da ist oft schon nach 40—50 Jahren der Oxalidtypus wieder am Erstehen. Überall, wo bei uns in der Ebene und dem Hügelland nach Waldfeld Lärche mit Fichte gepflanzt wurde, hat die Lärche wenigstens eine allzu üppige Ausbildung von Rohhumus verhindert, aber es entstand in der Lärchen-Fichtenmischung doch meistens Vacciniumtypus mit schlechtem Bestandeswachstum und — ganz offensichtlich durch den schlechten Bodenzustand verursacht — auch meistens unschönen Stammformen der Lärche. Lärchen- und Buchenmischungen sind dagegen bei uns auch nach Waldfeld fast ausnahmslos gut geraten. Man findet in diesen Beständen meist Oxalisbodentypus, befriedigenden bis vorzüglichen Zuwachs und hochwertige Stammformen.

Im schweizerischen Mittelland, wo wir es auf großen Gebieten mit mehr oder weniger künstlich veränderten Böden und künstlich begründeten Beständen zu tun haben, ist es für den Forstmann, der die Bestandesgeschichten kennt, oft schwierig, die natürlichen Waldtypen auszuschieden. Dem Botaniker aber, der meist ohne Kenntnis der Bestandesgeschichte arbeiten muß, geschieht leicht das Mißgeschick, daß er die momentanen, vergänglichen Typen für die richtigen hält, während diese nur noch aus benachbarten natürlichen Beständen durch Analogie bestimmt werden können, wie es auch Cajander richtig verlangt.

Der Waldbodentypus ist also einmal abhängig von der Bodenbehandlung. Er wird vollständig verändert durch tiefgründige Boden-

bearbeitung, durch Stockrodung und Waldfeldbau. Der Bodentypus wird auch weitgehend bestimmt durch die bestandesbildenden Holzarten und durch die Bestandespflege. Wenigstens auf mineralkräftigen Böden der Ebenen und des Hügellandes Mitteleuropas beherrschen wir durch Bestandesmischnung und Bestandespflege den Waldbodentypus sehr stark. Wie beides hat sicher recht, wenn er behauptet, die Bodenbonität sei in weitgehendem Maße eine Funktion des darauf störenden Bestandes.

In den mehrmals erwähnten Tannen-, Fichten-, Buchenplenterwaldungen des Emmentales, die sich für solche Studien besonders gut eignen, einmal, weil noch große Flächen natürlichen Waldes vorhanden sind, und sodann, weil fast das ganze Gebiet gleiche geologische Unterlage aufweist, ändert sich der Bodentypus durchaus mit dem Fehlen oder Vorhandensein der Buche. Der Waldbodentypus wechselt auch sehr stark je nach der Bestandesverfassung. Es wäre hier bedeutend leichter, eine Hektar Wald abzugrenzen, auf dem ausgesprochen mehrere Waldtypen vorkommen, als eine Hektar mit scharf einheitlichem Typencharakter.

Damit soll keineswegs das Vorkommen einheitlicher Waldtypen auf größerer Fläche verneint werden. Auch in größeren, reinen Fichten-, Tannen- und Föhrenbeständen kann ziemlich ausgesprochen Oryalistypus vorkommen, wie wir anderseits Laubholzbestände mit Vacciniumtypus konstatieren können. Meine Absicht ist nur, davor zu warnen, ohne Kenntnis der Bestandesgeschichten die wirkliche Bodenbonität nach floristischen Bodentypen schätzen zu wollen.

So lange uns das Klima und der Boden noch eine Auswahl mehrerer Laub- und Nadelhölzer gestattet und so lange die Verhältnisse eine intensive Bestandespflege erlauben, beherrschen wir in weitgehendem Maß den Bodentypus und vielleicht in etwas geringerem Maßstab auch die Zuwachsbonität. So bald aber das Klima zwangsläufig gewisse Holzarten bedingt und sich eine intensive Bestandespflege nicht mehr verwirklichen lässt, da darf, wie bei uns vielerorts in den Alpen, dann in vielen Gebieten des Nordens, der Waldtypus mit großer Sicherheit als Zuwachswälder angenommen werden. Aber auch an solchen Orten wird bei gleicher geologischer Unterlage der Waldbodentypus anders aussehen, je nachdem reine Fichten- oder Kiefernbestände in Frage kommen, oder aber z. B. Fichten-Birken-, Fichten-Lärchen-, Lärchen-Birkenmischungen usw. den Boden bestocken, wie Cajander gezeigt hat.

Die Anhänger der Waldtypentheorie mögen mit einem Recht darauf hinweisen, daß der normale Typus der sei, der sich bilden würde unter der lokal vorherrschenden Holzart und daß, so bald man die Natur walten ließe, größere Waldgebiete einheitlichen Typus tragen würden. Das mag sein, aber die Pflicht der Forstleute besteht ja gerade darin, auf Grund genauen Studiums der Natur nicht nur die Produktion zu ernten, sondern diese zu lenken und durch Bestandes- und Boden-

pflege, wenn immer möglich zu erhöhen. Für die Natur ist Heidelbeer- und Moosproduktion gerade so gut Stofferzeugung, wie das Hervorbringen wertvoller Holzbestände. Da uns aber daran gelegen sein muß, daß im Walde jede Stofferzeugung in Form hochwertigen Holzes geschehe, so kann unsere Aufgabe nicht nur darin bestehen, den Bodentypus als unabänderlich anzunehmen und zu registrieren, sondern darin, der Natur alle möglichen Mittel abzulaufen, um schlechte Waldtypen in gute umzuwandeln. Man hat, um vom Großfahrtshag loszukommen, vielleicht etwas zu viel vom „Zurück zur Natur“ gesprochen. Die Natur hat vielfach andere Aufgaben oder wenigstens andere Ziele als wir Forstleute. Wir müssen aber die Natur soweit zu erforschen suchen, um dem Bibelwort „machtet euch den Wald untertan“ genügen zu können.

Die Bodenflora oder der sogenannte Waldtyp ist aber oft auch gar kein zuverlässiger Weiser zur Bestimmung der Zuwachsbonität eines Bestandes. Die Botaniker haben bekanntlich die Flora eingeteilt in kalkliebende und kalkscheue Pflanzen. Es wurde sodann versucht, auf Grund der Bodenflora die Holzarten ebenfalls auf ihre Kalkbedürftigkeit hin zu klassifizieren. Dieses Vorgehen ist doch nicht ganz ungefährlich. Die Bodenflora wurzelt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur in den obersten 10—20 cm des Bodens, während die Bäume je nach der Holzart 2 Meter und tiefer ihre Wurzeln ausbreiten können. Nun ist es bei uns im Jura eine ganz normale Erscheinung, daß der aus Kalk entstehende Boden infolge Auslaugung in den obersten Schichten durchaus kalkarm ist, also wohl eine kalkscheue Bodenflora tragen kann, während die Holzarten in die Kalktrümmer und Kalkfelsen hinunterwurzeln und infolge dessen einen kalkreichen Nährboden besitzen können. Auch der umgekehrte Fall kann vorkommen, daß z. B. zu folge eines Buchenunterbaus die Bodenflora schon merklich neutraleren Boden anzeigt, die Baumwurzeln aber immer noch unter sehr ungünstigen Bedingungen leben müssen.

Die gleichen Überlegungen müssen uns auch davor bewahren, den Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration in der Oberkrume des Waldbodens allzu große Bedeutung beizumessen. Die Wasserstoffionenkonzentration oder das pH gilt bekanntlich als Ausdruck für den Säuregrad des Bodens. Reines Wasser, also chemisch neutrales Wasser, enthält  $0,000001$  oder  $10^{-7}$  g Wasserstoffionen im Liter. Säuren enthalten mehr Wasserstoffionen, Laugen weniger. Der Säuregrad wird nun ausgedrückt durch den Exponenten, den man als pH bezeichnet. Ergibt eine Bodenlösung eine Wasserstoffionenkonzentration von  $\text{pH} = 7,0$ , so ist der Boden neutral. Ist das pH eines Bodens größer als  $7,0$ , so ist der Boden alkalisch, ist es kleiner, so haben wir es mit einem sauren Boden zu tun.

Jede Pflanze zeigt optimales Gedeihen bei einem gewissen pH des Bodens, also bei einer bestimmten Acidität desselben. Die landwirtschaftlichen Gewächse wurzeln vorwiegend in einer Bodenschicht von 20—25

cm Tiefe. Im Acker wird zudem diese Bodenschicht jedes Jahr ein- bis zweimal durchgearbeitet und gründlich vermengt. Die Ackerkrume stellt daher in den meisten Fällen ein homogenes Gemisch des Nährbodens landwirtschaftlicher Gewächse dar. Kennt man durch Kulturversuche den günstigsten Säuregrad des Bodens für ein landwirtschaftliches Gewächs, so läßt sich durch eine pH-Bestimmung im Ackerboden leicht beurteilen, ob für den Anbau der gewünschten Pflanze eine saure, neutrale oder alkalische Düngung am meisten Erfolg verspreche. Die Düngung läßt sich infolge der pH-Bestimmung auch bis zu einem gewissen Grade dosieren, wodurch eine möglichst rationelle Ausnützung des Düngers gesichert erscheint.

Man muß sich aber jederzeit hüten, die Erfahrungen der Landwirtschaft kritiklos auf den Wald zu übertragen. Nur der Forstgartenbetrieb läßt sich mit der Landwirtschaft vergleichen. Schon Krauß hat davor gewarnt und gezeigt, wie stark sich mit der Bodentiefe das pH verändern kann; derart, daß ein oberflächlich stark saurer Waldboden schon in geringer Tiefe für den Baumwuchs günstiges pH aufweisen kann und auch umgekehrt. Wenn wir in der Forstwirtschaft die Wasserstoffionenkonzentration oder das pH als Bodenzeiger verwenden wollen, so ist dies jedenfalls nur statthaft, wenn wir stufenweise den ganzen durchwurzelten Bodenraum auf pH oder die Acidität untersuchen.

Wie bei der Bonitätsbestimmung nach den Waldbodentypen, so haben auch die Finnen fast am meisten Gewicht auf die pH Bestimmung in Waldböden gelegt. Das pH und die Bodenflora sind beide Zeiger eines bestimmten Bodenzustandes. Stehen nicht pH-Untersuchungen ganzer Bodenprofile zur Verfügung, so ist sogar der Waldtyp, der auf Grund der Bodenflora festgestellt wird, zur praktischen Beurteilung der Bodengüte geeigneter, weil im pH nur der chemische Zustand des Bodens einen gewissen Ausdruck findet, während die Bodenflora sowohl Schlüsse auf die chemischen als die physikalischen Eigenschaften des Bodens gestattet. Der Wert solcher Bodenbonitätsbestimmungen muß aber jedenfalls abgestuft werden, nach der Eigentümlichkeit einer Holzart, flachgründig oder tief zu wurzeln.

Wir werden in der Schweiz wohl kaum mehr in Versuchung kommen, Zuwachsabschätzungen nach Bodentypen oder dem pH vorzunehmen. Da wollen wir uns doch lieber auf die, allerdings immer noch nicht durchwegs ganz einwandfreien, wiederholten Bestandesmessungen verlassen. Der Zustand der Bodenoberfläche und damit die Bodenflora werden uns aber immer wertvolle Fingerzeige bieten für Fragen der Bestandesmischung und Bestandespflege. Wir dürfen Cajander und seinen Schülern dankbar sein, daß sie die hohe Bedeutung der Bodenflora zur Beurteilung des Bodenzustandes und des Gedeihens der Bestände hervorgehoben haben.

Es ist unbedingt notwendig, daß der Forstmann bei Durchforstungen und Schlaganzeichnungen nicht nur die Stammformen in Betracht zieht und hinauf in die Kronen schaut, sondern auch viel mehr, als es bis jetzt geschehen ist, den Boden studiert. Der Zustand der obersten Bodenschicht gibt uns zwar kein sicheres Maß für die Schätzung des Bestandeszuwachses; aber die Bodenflora kann uns doch zeigen, ob sich infolge wirtschaftlicher Eingriffe in den Bestand eine Veränderung des Bodens in günstigem oder ungünstigem Sinne vollzieht. Gesundung oder Erkrankung eines Bodens gehen fast immer von der Oberfläche aus. Endlich ist die oberste Bodenschicht immer das Reimbett der natürlichen Verjüngung, die Bodenflora also meist ein guter Zeiger der für die Naturverjüngung günstigen Bodengüte.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen fühle ich mich verpflichtet, an einem bestimmten Beispiel zu zeigen, daß wir uns bei Beurteilung von Zuwachsfragen nicht immer auf den augenblicklichen Zustand der obersten Bodenschichten verlassen dürfen.

Angeregt durch Prof. Engeler hat die forstliche Versuchsanstalt unter Leitung von Dr. Flury auf Ende 1920 in den Stadtwaldungen von Lenzburg und den direkt angrenzenden Gemeindewaldungen von Staufen zwei Versuchsflächen angelegt. Der Bestand im Stadtwald Lenzburg entstand nach Kahlischlag und Waldfeld durch Pflanzung von Fichten mit beigemischten Buchen. Die Versuchsfläche in Staufen ist eine natürliche Tannenverjüngung. Die Resultate der Aufnahmen sind von Flury im Jahrgang 1924, Seiten 134—138, der schweiz. Zeitschrift für Forstwesen veröffentlicht worden.

Nach Flury's Mitteilung beträgt das wirtschaftliche Alter der Tannenverjüngung 40 Jahre, die sich zusammensetzen aus 22 Jahren engem Kern, entsprechend 9 Jahren Freistand und aus 31 Jahren freier Entwicklung nach starker Lichtung. Die Fichten- und Buchenkultur ist 30 Jahre alt. Der Durchschnittszuwachs an Gesamtproduktion (ohne die früheren Durchforstungserträge) beträgt für die Fichten- und Buchenkultur nach Kahlischlag und Waldfeld  $255 \text{ m}^3$ : 30 Jahre =  $8,5 \text{ m}^3$ ; derjenige der natürlichen Tannenverjüngung aber  $552 \text{ m}^3$ : 40 Jahre =  $13,8 \text{ m}^3$ . Da die Rohböden und selbstverständlich das Klima für beide Flächen genau gleich sind und auf der einen Fläche der Kahlischlag, auf der anderen starke Lichtungen fast gleichzeitig ausgeführt wurden, so hätte bei natürlicher Verjüngung die Fläche des Stadtwaldes Lenzburg ebenfalls statt nur  $8,5 \text{ m}^3$ ,  $14 \text{ m}^3$  pro Jahr produzieren können. Flury betont mit Recht, der Aussfall an Produktion in der Pflanzung sei größtenteils eine Folge des durch Kahlischlag und Waldfeld verdorbenen Bodens.

Endessen wurde eine genaue Bodenuntersuchung erst im Juni 1924 ausgeführt, die überraschende Resultate ergab. Die Altholzbestände im Lenzhard, wo die Versuchsflächen liegen, aus Tanne, Fichte, Föhre mit

etwas Laubholzunterwuchs bestehend, zeigen durchaus den *Oxalithypus*. In der Fichten-Buchenkultur nach Waldfeld ist der Boden teils mit Moos besetzt, teils mit Nadelstreu, teils mit Buchenlaub bedeckt. Der Schluß des Fichtenbestandes ist licht, da und dort unterbrochen durch Buchen. Die Sonne kann den Boden genügend beschneinen und dadurch den Abbau der Humuststoffe so befördern, daß sich wenig Neigung zur Rohhumusbildung zeigt. Die oberste Bodenschicht (Waldfeldackerkrume) ist allerdings noch stark verhärtet, es zeigt sich aber unter dem Einfluß der Buchenlaubstreu bereits wieder eine beginnende Tätigkeit der Bodenfauna. Trotzdem wenig Heidelbeeren anzutreffen sind, trägt die Bodenoberfläche doch den Charakter des *Vacciniumhypus*. In der dichten natürlichen Tannenverjüngung anderseits kann kaum ein Sonnenstrahl auf den Boden dringen. Eine lebende Bodendecke ist, abgesehen von einzelnen zerstreut stehenden Moosen, nicht vorhanden. Der Boden ist vollständig mit Tannennadeln bedeckt, die sich infolge des dichten Schlusses zu langsam zersezten. Heute liegt auf dem Mineralboden eine 1 cm dicke Schicht von saurem Nadelhumus. Es zeigt sich wenig Leben in der obersten Bodenschicht. Der Gesamtcharakter des Bodens deutet auf *Vacciniumhypus*. Nur in einer Bestandeslücke steht eine einzelner Eichenstockausschlag, dessen Blattfall den Boden etwa auf 5 Meter im Quadrat notdürftig bedeckt. Schreitet man von dem geschlossenen Tannenbestand gegen diese Eicheninsel, so merkt man schon am Auftreten, wie gegen die Einflußzone des Eichenlaubes hin der Boden weicher, also lockerer wird. An dieser einzigen Stelle des Bestandes findet man auch einzelne zerstreut stehende *Oxalis*.

Schon der Augenschein zeigt also, daß der für das Gebiet charakteristische *Oxalithypus* sowohl in der Fichten-Buchenkultur nach Waldfeld als auch in der dichten, reinen, natürlichen Tannenverjüngung sich in *Vacciniumhypus* verwandelt hat. Der Boden wurde aber auch nach der Methode unserer Versuchsanstalt (siehe Mitteilungen, XIII. Bd., 1. Heft) auf seine physikalischen Eigenschaften untersucht, und zugleich wurde auch das pH, d. h. der Säuregrad des Bodens bestimmt.

Die Untersuchung ergab bezüglich spez. Gewicht, Porenvolumen, Wasserkapazität, sowie auch Luftkapazität keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem Boden der Fichten-Buchenkultur nach Waldfeld und dem Boden der natürlichen Tannenverjüngung. An beiden Orten war z. B. die Luftkapazität der obersten 10 cm Bodenschicht nur rund 10 %, für Waldböden also sehr gering; normale, gute Waldböden enthalten meist 15 bis 25 % Luftkapazität.

Die Bestimmung der Acidität ergab in der obersten Bodenschicht (von 10 cm Tiefe) pH von 5,0—6,2, ohne beträchtliche Unterschiede in den beiden Versuchsfächern. Das pH ist sogar im Mittel im Boden der Kultur nach Waldfeld um 0,2 höher als im Boden der natürlichen Tannenverjüngung. Der Säuregrad ändert ziemlich stark, je nachdem der Boden

mit Buchenlaub bedeckt ist ( $\text{pH } 5,6-6,2$ ) oder nur Moos und Nadelstreu den Boden bedecken ( $\text{pH } 5,0-5,6$ ). Allgemein wird eine Acidität von  $\text{pH } 5,5-6,0$  für Waldböden, besonders in Nadelholzbeständen als günstig angesehen. Nebenbei will ich noch bemerken, daß der Boden der Dürsrüti-reservation bei Langnau, auf dem die schönsten Tannen der Schweiz stocden, bedeutend saurer ist; sein  $\text{pH}$  beträgt nur rund 5 in der obersten Bodenschicht (10 cm). Man vergleiche dazu auch die Untersuchungen von H. Kappil und A. Nemec.

Wenn Klima und Boden heute für die beiden Versuchsfächen in Staufen und Lenzburg ziemlich gleich sind, woher kommt denn die so sehr verschiedenen großen Produktion? Wollen wir dieses Rätsel lösen, so müssen wir uns noch einmal die Entstehung der beiden Versuchsfächen gegenwärtigen.

Der Mutterbestand setzte sich zusammen aus Tannen, Fichten, Föhren, mit etwas Laubholzunterwuchs. Wie ähnliche Bestände heute noch zeigen, herrschte an solchen Orten Oryalistypus vor. Die natürliche Tannenverjüngung siedelte sich im Schutz des Altholzes auf dem in guter Bodengare befindlichen Boden an und hatte im Mittel während 22 Jahren genügend Zeit, unter günstigen Bedingungen ihr Wurzelnetz nach der Tiefe auszubilden. (Man vergl. Balsiger, „Der Plenterwald“.) Als die Verjüngung abgedeckt wurde, konnte sie sofort energisch mit dem Wachstum beginnen. Der Zustand der Bodenoberfläche verschlechterte sich erst, als der allzu dichte Schluß der ungepflegten natürlichen Verjüngung eine normale Zersetzung der Nadelstreu verhinderte, also wohl erst in den letzten 15 bis 20 Jahren. Die Wurzeln der natürlichen Tannenverjüngung leben aber durchschnittlich in so großer Tiefe, daß die Verschlechterung der obersten Bodenschicht den Zuwachs noch nicht ernstlich zu gefährden vermochte. Kräftige Durchforstungen, wenn nötig frühzeitiger Buchenunterbau werden dafür zu sorgen haben, daß auch die oberste Bodenschicht bald wieder gesunden kann.

Der Fichten- und Buchenbestand wurde dagegen in die durch Waldfeld gelockerte Ackerkrume gepflanzt. Er brauchte mindestens 10 Jahre bis der Schluß eintrat, und die Kultur hatte indessen gegen Unkräuter, Forsthäden usw. zu kämpfen. Unterdessen war auch die Waldfeldackerkrume zusammengesunken, die Pflugsohle schloß den Boden gegen unten ab, sodaß sich die Fichtenwurzeln, wie heute noch festzustellen ist, vorwiegend in den obersten 20 cm des Bodens entwickelten. Wohl verhinderte der Laubabfall der reichlich beigemischten Buchen eine starke Ausbildung von Rohhumus; aber die Fichtenwurzeln mußten doch zum größten Teil in der verhärteten Ackerkrume leben, während der benachbarte natürliche Tannenbestand aus den tieferen Schichten des gesunden Waldbodens seine Nahrung schöpfen konnte.

Hätte man vor 20 Jahren eine Bodenuntersuchung vorgenommen,

so wäre sie wohl wesentlich anders ausgefallen. Seither hat sich in der Kultur der Boden durch den Laubabfall etwas verbessert, während in der allzudichten natürlichen Verjüngung eine dünne Schicht von saurem Humus genügte, um das disperse System der obersten Bodenschicht zu verfeinern und damit den Boden zu verhärten. Wenn sich auch in der Kultur nach Waldfeld der Bodenzustand von Jahr zu Jahr durch den Laubabfall und die neu einsetzende Tätigkeit von Bodenflora und Fauna verbessert, so hat doch der Fichtenbestand keine glänzende Zukunft, weil ein großer Prozentsatz der Stämme schon jetzt, im Alter von 30 Jahren, rotfaul ist.

Das Beispiel zeigt deutlich, daß es ohne Kenntnis der Bestandesgeschichte nicht statthaft ist, allgemein nach dem Zustand der obersten Bodenschicht, nach der Waldtypenbodenflora, oder nach der Acidität den Zuwachs der Bestände einzuschätzen. Die beiden Bestände dürften ferner gezeigt haben, daß, entgegen der Ansicht namhafter deutscher Forstpolitiker, die natürliche Verjüngung nicht immer Zeitverlust, sondern großen Zeitgewinn bedeuten kann. Endlich wollte ich zeigen, daß Naturverjüngung an sich nicht jeden Bodenrückgang zu verhindern vermag. Soll der Boden in gesundem Zustand erhalten bleiben, so genügt es sehr oft nicht, eine natürliche Nadelholzverjüngung zu erziehen. Es muß, wenn nötig, sogar künstlich auf entsprechende Mischungen hingearbeitet werden, und allzudichte Jungwüchse müssen nicht nur ihrer selbst wegen, sondern auch mit Rücksicht auf den Bodenzustand gepflegt werden.

---

## Die forstlichen Verhältnisse Bulgariens.

Von Th. Zacharieff, Forstinspektor.

Anlässlich meines Aufenthaltes in der Schweiz, in der Absicht, ihr gesamtes Forstwesen kennen zu lernen, benütze ich die Gelegenheit, sowie die Liebenswürdigkeit der Redaktion der „Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen“, deren Lesern einige kurze Nachrichten über die Wälder und die forstwirtschaftlichen Verhältnisse in meinem Vaterland mitzuteilen. Trotz der Kleinheit des Landes und seiner heutigen Unbedeutendheit in politischem Sinne, spielt Bulgarien eine nicht so geringe Rolle im volkswirtschaftlichen Leben Gesamt-Europas. Neben dem beträchtlichen Export von Korn und der verschiedensten andern Produkte seiner Landwirtschaft, könnte Bulgarien auch eine nicht unbedeutende Menge von Holz und Holzprodukten für den Export erzeugen, was die vorhandenen zirka 3,000,000 Hektaren Wälder und der eigene Holzbedarf wohl gestatten würden. Da in der fremden Literatur über die forstlichen Verhältnisse Bulgariens so viel wie nichts zu finden ist, möchte ich in den nachstehenden Zeilen ein flüchtiges Bild derselben entwerfen.