

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 130 (1979)
Heft: 9-10

Artikel: Die pflanzensoziologischen Grundlagen der Aufforstung im Gebirge
Autor: Leibundgut, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764766>

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: 16.01.2026

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

Die pflanzensoziologischen Grundlagen der Aufforstung im Gebirge¹

Von H. Leibundgut

Oxf.: 233 : 182 : (23)

Der allzufrüh verstorbene Eidg. Oberforstinspektor Dr. E. Hess, wohl der erfahrenste und anerkannteste Praktiker in der Gebirgsaufforstung, hat 1936 in einer Schrift über «Neue Wege im Aufforstungswesen» (3) die Pflanzensoziologie und Bodenkunde in den Mittelpunkt der neuzeitlichen Aufforstungslehre gerückt. Seine Auffassungen haben in der Praxis aussergewöhnlich rasch Verständnis gefunden, denn die Erfolge einer naturgerechten Aufforstungstechnik blieben selbst in jenen Fällen nicht aus, wo die Kulturen vorher oft jahrzehntelang versagten. Die Eidg. Inspektion für Forstwesen veranstaltete zudem Studienreisen und in Verbindung mit der Eidg. Technischen Hochschule standortskundliche und waldbauliche Kurse, um das höhere Forstpersonal der Kantone mit den neuen Lehren und den grundlegenden pflanzensoziologischen und bodenkundlichen Kenntnissen vertraut zu machen. Zunehmend befasste sich auch die Wissenschaft mit diesen Fragen. Verschiedene Institute der Eidg. Technischen Hochschule, die Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, die Eidg. Inspektion für Forstwesen und die Oberforstämter der Kantone unterstützten sich in guter Zusammenarbeit in den gemeinsamen Bestrebungen, so dass heute in der Schweiz in allen Teilen einheitliche Auffassungen über die wesentlichen Grundlagen und die Technik der Aufforstung im Gebirge bestehen. Die folgenden Ausführungen über die pflanzensoziologischen Grundlagen der Aufforstungstechnik stellen deshalb nicht bloss theoretische Erörterungen dar, sondern sind durch langjährige praktische Erfahrung in ihrer Richtigkeit und Allgemeingültigkeit bestätigt worden. Neu ist in den nachstehenden Ausführungen lediglich die *Zusammenfassung und rein didaktische Formulierung der wichtigsten Grundsätze*.

¹ Nachdruck mit Genehmigung des Verlags aus: Allg. Forstzeitung, 65, (1954), 11/12, 145—149.

1. Eine Aufforstung verspricht auch bei zweckmässigem Vorgehen nur unter solchen Bedingungen Erfolg, unter denen sich im Laufe der Zeit von Natur aus eine Bewaldung einzustellen vermöchte

Die Verkennung dieser Erfahrungstatsache bewirkte einst eine ungenügende Zusammenarbeit von Waldbau und forstlichem Ingenieurwesen, insbesondere Lawinen- und Wildbachverbau; dies führte zu Aufforstungen in Lagen, welche von Natur aus keinen Wald mehr zu tragen vermögen, und damit zu unnützem Aufwand, Misserfolg und Resignation im Aufforstungswesen. Um so mehr, als die Abtretung der Aufforstungsflächen vielfach eine schwer empfundene Verzichtleistung der Bergbevölkerung bedeutet und die Aufforstungskosten in der Regel sehr hoch sind, wirken sich Misserfolge sehr nachhaltig ungünstig aus.

Unsere erste Frage richtet sich daher heute stets nach den Ursachen für das Fehlen einer genügend raschen *natürlichen* Bewaldung der zur Aufforstung bestimmten Flächen. Nur dort, wo es in unserer Macht liegt, die eine natürliche Bewaldung verhindernden Ursachen zu beheben, beispielsweise durch Ausschluss der Weide, Erosionsschutz, Aufhebung der Terrainbewegung, Entwässerung, Lawinen- und Wildbachverbau, verspricht die Aufforstung sicheren Erfolg. Dabei tritt häufig der Fall auf, dass einst bewaldete Flächen nur noch mit Hilfe vorübergehender oder dauernder Schutzanlagen erfolgreich aufgeforstet werden können. Wir unterscheiden die nur anfänglich erforderlichen Hilfsbauten deutlich von den unumgänglichen Dauerbauten, denn sowohl die Wahl der Bautypen als auch der Baumaterialien sind in beiden Fällen oft verschieden. Bei Entwässerungen können beispielsweise die nicht permanenten Gräben mit kleinem Gefälle und ohne Sohlenschutz angelegt werden, während die Daueranlagen ein grösseres Gefälle und Sohlensicherung erhalten. Im Lawinenverbau werden zum vorübergehenden Schutz bloss Bauwerke aus Holz, Erdterrassen und dergleichen erstellt, während dem dauernden Schutzwerk nur dauerhafte Bauwerke genügen. Je günstiger die standortlichen Voraussetzungen für eine natürliche Bewaldung sind, um so leichter und rascher führt in der Regel auch die Aufforstung zum Erfolg.

Im Bereich der klimatischen Waldgrenze nehmen deshalb die Schwierigkeiten stark zu. Obwohl wir zwischen den für die hinreichende Verjüngung des Waldes erforderlichen standörtlichen Bedingungen und denjenigen unterscheiden müssen, die für das Gedeihen vorhandener Waldbäume ausreichen, versprechen Aufforstungen über der klimatischen Waldgrenze erfahrungsgemäss geringen Erfolg. Selbst wenn es uns gelingen sollte, durch geschickte Wahl der Baumarten und ihrer Rassen und durch besondere Aufforstungsverfahren die Waldgrenze etwas höher hinaufzurücken, vermöchte die erzielbare Schutzwirkung jedenfalls den erforderlichen Aufwand niemals zu rechtfertigen. Nur dort, wo es in unserer Möglichkeit liegt, die entscheidenden waldfeindlichen Standortsfaktoren wesentlich zu beeinflussen, wie beispiels-

weise durch Bewässerung von Trockengebieten, keinesfalls aber dort, wo die Kürze der Vegetationszeit, zu geringe Temperatur oder andere nicht beeinflussbare Faktoren das Fehlen von Wald bewirken, kann eine künstliche Bewaldung zum Erfolg führen. Im Gebirge entscheiden oft kleine Höhenunterschiede, lokalklimatisch und orographisch bedingte Verhältnisse den Aufforstungserfolg. Früher wurde vielfach durch den kostspieligen Anbauversuch selbst abgeklärt, ob eine Aufforstung überhaupt möglich war. Mit bewundernswertem Optimismus wurden oft immer wieder am gleichen Ort Ergänzungskulturen ausgeführt, wobei man die Ursache des Versagens mit Vorliebe bald der Pflanzenherkunft, bald ungünstiger Witterung zuschrieb, höchst selten aber dem Umstand, dass es sich überhaupt um keinen Waldstandort handelt. Erst die Pflanzensoziologie hat uns ein Mittel gegeben, die Aussichten einer Aufforstung mit Sicherheit im voraus zu beurteilen. In extremen Verhältnissen, wie im Bereiche der klimatischen Waldgrenze, in Trockenlagen, auf Neuland usw. wird damit die Pflanzensoziologie zum unentbehrlichen Rüstzeug des Waldbauers. Durch pflanzensoziologische Studien lässt sich der Verlauf der klimatischen Wald- und Baumgrenze auch dort rekonstruieren, wo die Verhältnisse durch menschliche Einwirkungen gestört wurden. Im Lötschental konnten wir beispielsweise nachweisen (4), dass der Verlauf der Waldgrenze genau mit der Verbindungslinie der höchstgelegenen Alpenrosenfelder zusammenfällt.

Selbst auf kleiner Fläche gibt die Vegetation sichere Anhaltspunkte für den zu erwartenden Aufforstungserfolg. Nicht selten finden wir auf Extremstandorten, namentlich an der Waldgrenze, ein kleinflächiges Mosaik von Pflanzengesellschaften, die in höchst ungleicher Weise für die Aufforstung geeignet sind. Folgende Beispiele sollen dies beleuchten:

Im unteren Wallis, in Höhenlagen von 500 bis 800 m ü. M., sind an extremen *Trockenhängen* in Südexposition verschiedene anthropogen bedingte Regressionsstadien des Flaumeichenwaldes (*Querceto-Lithospermetum*) mit Steppenvegetation mosaikartig gemischt. Wir können dort folgende Sukzessionsstadien unterscheiden:

- a) loser Silikatschutt mit Moosen als *Erstbesiedler*;
- b) *Flechtengesellschaften* mit Weissem Fettkraut (*Sedum album*) und Hauswurzarten (zum Beispiel *Sempervivum tectorum* und *S. tomentosum*) bei einer bereits erkennbaren, wenn auch noch sehr geringen Humus- und Feinerdeanreicherung;
- c) die *Walliser-Steppe*, besonders auf lokaler Lössunterlage, mit Walliser Flockenblume (*Centaurea vallesiaca*), Berg-Küchenschelle (*Pulsatilla montana*), Gelber Augentrost (*Euphrasia lutea*), Gemüse-Spargel (*Asparagus officinalis*), Walliser Kammschmiele (*Koeleria vallesiana*) usw.;
- d) die *Federgrasflur* bei noch stärkerer Feinerdeanreicherung und Bodenreifung. Charakteristische Arten sind unter anderem Federgras (*Stipa*

pennata) Esparsetten-Tragant (*Astragalus onobrychis*), Gelber Hauhechel (*Ononis natrix*), Séguiers Wolfsmilch (*Euphorbia seguieriana*), Aufrechtes Heideröschen (*Fumana ericoides*).

e) das *Flaumeichengebüsch*, welches zur lokalklimatisch bedingten Dauergesellschaft, dem Flaumeichenwald hinleitet. Neben der Flaumeiche (*Quercus pubescens*) und ihren Bastarden, treten Stumpflappiger Ahorn (*Acer opalus*), Kornelkirsche (*Cornus mas*), Gemeiner Blasenstrauch (*Colutea arborescens*) auf, in der Krautschicht Bologneser Glockenblume (*Campanula bononiensis*), Kranzrade (*Lychnis coronaria*), Armblütige Segge (*Carex depauperata*) u. a.

Einzig die Übergänge von der Federgrasflur zum Flaumeichengebüsch und die weiter gereiften Stadien versprechen einen Aufforstungserfolg. Werden die unbewaldeten Flächen in diesen Gebieten wahllos bepflanzt, sind mit Sicherheit grosse Pflanzenabgänge zu erwarten. Nur durch eine allmähliche, von den reiferen Stadien der Sukzessionsreihe ausgehende Aufforstung, ist in diesem Falle eine Wiederbewaldung zu erzielen.

An der *oberen Waldgrenze*, auf der Schattenseite des Wallis, finden wir in Höhenlagen von 2150 bis 2300 m ü. M. oft kleinflächig ausgebildet ein Mosaik folgender, namentlich durch *Pallmann-Haffter* (6) im Oberengadin untersuchter Pflanzengesellschaften mit zahlreichen Sukzessionsstadien:

a) Die *waldfreie Subassoziation des Lärchen-Arvenwaldes* (*Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum*), und zwar sowohl als initiales, an günstigen Stellen zum Arvenwald hinführendes Sukzessionsstadium, als auch als anthropogen bedingtes Stadium der rückläufigen Vegetationsentwicklung. Dort, wo die orographischen und mikroklimatischen Verhältnisse ein Aufkommen des Waldes gestatten, verspricht die Aufforstung mit Arven oder Vogelbeeren guten Erfolg.

b) Dicht neben den Alpenrosen- und Vaccinienbeständen, die eher windgeschützte, feuchte Lokallagen mit ständiger winterlicher Schneebedeckung bevorzugen, bedeckt die *Rauschbeeren-Moorbeeren-Gesellschaft* (*Empetretum-Vaccinietum*) die etwas weniger geschützten, stärker windexponierten und frostgefährdeten Stellen. Hier ist ein Aufforstungserfolg höchst fraglich. Die Kulturen vermögen sich zwar oft jahrzehntelang zu erhalten, erheben sich aber kaum über die Schicht der Zwergsträucher empor.

c) Noch aussichtsloser wird die Aufforstung auf den Standorten der *Alpenazaleengesellschaft* (*Loiseleurieto-Cetrarietum*). Die durch dürftigen Schnee- und Windschutz für die Pflanzen äusserst ungünstigen Bedingungen führen zu einer Beschränkung der Holzpflanzen auf einige Sträucher mit ökologisch bedingtem Zwergwuchs, wie Alpenazalee (*Loiseleuria procumbens*), Moorbeere (*Vaccinium uliginosum*), Rauschbeere (*Empetrum hermaphroditum*). Gepflanzte Waldbäume kümmern oft jahrzehntelang, ohne sich jemals über die Pflanzlöcher und die Zwergstrauchschicht emporzuheben.

In dieser Weise wird auf extremen Standorten die unbedingte Richtigkeit unseres ersten Grundsatzes der Aufforstungslehre selbst auf allerkleinster Fläche immer wieder bestätigt. *Wo die Natur mit der Zeit nicht auch selbst zu einer Bewaldung zu gelangen vermöchte, bleiben unsere Aufforstungsbestrebungen erfolglos.* Wir richten daher unsere Bemühungen mit Vorteil viel weniger auf die Aufforstung selbst, als auf die Behebung all jener Umstände, die eine natürliche Bewaldung unmöglich machen oder zum mindesten erschweren.

2. Die natürliche Bewaldung einer Kahlfläche stellt den Idealfall einer «Aufforstung» dar

Bei ihr stehen Standort und Vegetation in ständiger Übereinstimmung, und jedem Entwicklungsschritt der Bodenreifung entspricht auch eine angemessene Vegetationsfolge. Es ist erstaunlich, wie fein die Natur die einzelnen Besiedlungsetappen den örtlichen Verhältnissen selbst in scheinbar einheitlichen Gebieten anpasst. Sukzessionen auf Neuland (primäre Sukzessionen) verlaufen meistens wesentlich anders, als solche nach Behebung der bisherigen Hindernisse für eine Wiederbewaldung (sekundäre Sukzession). Diesen Feinheiten vermag die Aufforstungstechnik nie zu folgen.

Es ist deshalb angezeigt, die Aussichten und Vorgänge der natürlichen Bewaldung *vor* Beginn einer Aufforstung sorgfältig zu untersuchen. Es fehlt nicht an Beispielen, wo sich nachträglich die ausgeführten Kulturen durch reichen Naturanflug als überflüssig erwiesen, namentlich bei der Aufforstung von Weideflächen in den Arealen des Lärchen- und Fichtenwaldes.

Folgende Vorgänge sollten vor der Ausführung von Kulturen abgeklärt werden:

a) Die Zuwanderung der Arten (Migration)

Namentlich durch Wind, Tiere und Wasser werden die Samen stets auf viel grössere Entfernungen verbreitet, als gewöhnlich angenommen wird. Die standortstauglichen Arten vermögen bald langsam und nur schrittweise, bald aber auch sprunghaft und rasch Fuss zu fassen, wobei für die natürliche Artenwahl hauptsächlich die Zuwanderungsmöglichkeiten, die Keimungsmöglichkeiten, die Standorttauglichkeit und die Wettbewerbskraft entscheidend sind. Wir können regelmässig beobachten, wie Pionierbaumarten, namentlich Aspen, Birken und Weiden, von Kahlflächen rasch Besitz ergreifen, sobald die Beweidung oder andere waldfeindliche Einflüsse ausbleiben, auch wenn Samenbäume in weitem Umkreis fehlen. Das Ausbleiben einer natürlichen Besiedelung von Kahlflächen mit Waldbäumen und Sträuchern beruht selten auf dem Mangel an Samen. Die Ursache beruht meistens auf ungünstigen Standortverhältnissen oder der Konkurrenz durch eine ungünstige Boden-

vegetation, wie Reitgras (*Calamagrostis villosa*) im Areal des Lärchen-Arvenwaldes, Hochstauden (zum Beispiel *Mulgedium alpinum*, *Adenostyles glabra*, *Petasites albus* und andere) im subalpinen Fichtenwald, Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) auf Weideflächen usw. Durch Bodenschälungen, wiederholtes und regelmässiges Wegschneiden der Hochstauden, Bekämpfung des Adlerfarns mittels Kalkung und ähnliche Massnahmen, lässt sich vielfach rascher, billiger und namentlich erfolgreicher eine Bestockung erzielen als durch Kulturen. Wir konnten beobachten, dass in Gebirgswäldern nahezu jedes Jahr keimfähige Samen von Fichte und Lärche zur Verfügung stehen, wenn auch in stark wechselnder Menge, und Beobachtungen über die Flugweite der Samen führen zu erstaunlichen Ergebnissen. So fanden wir wiederholt in Höhenlagen von 2000 bis 2200 m keimfähige Samen von Bergahorn und Esche, und in dem im Aletschwald aufgestellten Samenfangkasten von nur 0,25 m² Grundfläche waren wiederholt Föhrensamensamen enthalten, die aus einer Entfernung von wenigstens 3 km und über eine Höhendifferenz von 750 m zugeweht wurden. Auch auf der Seitenmoräne des Aletschgletschers sind alljährlich reichlich Keimlinge und Sämlinge von Baumarten zu finden, deren Samen über grosse Entfernungen und Höhenunterschiede anfliegen. Auf Grund solcher Beobachtungen möchten wir der Durchmischung des Saatgutes für die Entstehung der örtlichen Baumartenpopulationen sogar eine viel grössere Bedeutung beimessen als der Pollendurchmischung. Die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung mit Nahpollen ist sowohl aus wahrscheinlichkeitstheoretischen Erwägungen, als namentlich auch im Hinblick auf die Blühzeiten sehr gross. Die örtliche Baumartenpopulation ergibt sich vor allem aus der Selektion der aus dem Saatgutgemisch hervorgegangenen Waldbäume. In der ausserordentlichen Variabilität der natürlichen Populationen ist vor allem auf Aufforstungsflächen mit extremen und stark wechselnden Standortbedingungen ein grosser Vorteil zu erblicken. Das Pflanzgut erweist sich in der ökologischen Variabilität stets viel enger als die Naturverjüngung. Aus diesem Grunde erblicken wir in der Anlage von Pfropfgärten zur Gewinnung von Saatgut für die Nachzucht der Aufforstungspflanzen bloss einen Notbehelf. Der von Oberforstinspektor Hess aufgestellte Grundsatz, wonach ein guter Zaun oder eine Mauer zum *Ausschluss der Viehweide* vielfach die *sicherste und beste Massnahme zur Bewaldung* darstellen, behält auch weiterhin seine volle Berechtigung.

b) Der Gesellschaftswechsel

Gegen die Ausnützung der Möglichkeiten einer natürlichen Bewaldung scheinen gelegentlich die anfliegenden Arten zu sprechen, denn oft handelt es sich um wirtschaftlich wertlose Laubbäume und Sträucher, wie Weiden, Vogelbeere usw. Es wird dabei übersehen, dass mit der Besiedelung Veränderungen des Standortes vor sich gehen, welche auch Änderungen in der Artenzusammensetzung auslösen. Anfänglich erfolgt der Artenwechsel relativ rasch, gegen das Endstadium hin immer langsamer. Gewöhnlich lassen sich

innerhalb einer Sukzessionsserie deutlich abgegrenzte Entwicklungsstufen unterscheiden. Der Wert einer Art ist je nach dem Stadium, in welcher sie auftritt, verschieden zu beurteilen.

Erlen, Weiden, Sträucher sind in den Anfangsstadien als wertvolle Pioniere zu werten, in den Endstadien unter Umständen als lästige Konkurrenten der wirtschaftlich erwünschten Baumarten. Andererseits kann das Aufkommen von Arten, die erst in den Endstadien der Sukzessionsserie normal gedeihen, wie Fichte, in den Anfangsstadien durchaus unerwünscht sein. Die zweckmässige Ausnützung der natürlichen Besiedelungsvorgänge setzt daher eine gute Kenntnis der örtlichen Sukzessionsserien voraus. Das Endstadium ist bald klimatisch bedingt (Klimaxstadium), bald durch einen Spezialstandort (Dauerstadium). Dementsprechend ist beispielsweise eine Föhrenbestockung im Gebirge in einem Fall als Pionierwald, im anderen als Schlussglied der Entwicklung zu werten.

Die Kenntnis der natürlichen Sukzessionsvorgänge ist für die Aufforstungstechnik in *allen* Fällen wichtig. Namentlich dann, wenn die Bewaldung *nicht* der Natur überlassen wird, sollte der Ablauf des natürlichen Bewaldungsprozesses genau bekannt sein. Neben den Anfangs- und Endstadien ist wichtig, auch die Raschheit der ganzen Vegetationsfolge, deren Stagnationen und Ursachen eingehend zu kennen. Diese Kenntnisse erwerben wir hauptsächlich durch sorgfältige Sukzessionsstudien im Aufforstungsgebiet selbst. Als Beispiel erwähnen wir nach *Fabijanowski* (2) die Sukzession auf initialen Rohböden der Fallätsche-Molassehänge bei Zürich:



Initialer Rohboden ohne Vegetation

Pionierstadium mit Gemeinem Löwenzahn (*Leontodon hispidus* var. *hyoseroides*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Straussgrasarten *Agrostis alba*, *A. stolonifera*) und andere sowie Weidenarten (*Salix incana*, *S. purpurea*) in der Strauchschicht.

Feuchte Variante mit Steinbrecharten (*Saxifraga mutata*, *S. aizoides*) und Stein-Glockenblume (*Campanula cochleariifolia*).

Trockene Variante mit Echtem Wundklee (*Anthyllis vulneraria*), Thymian (*Thymus serpyllum*), Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*) und andere.



Übergangsstadium mit Schlaffer Segge (*Carex flacca*), Pfeifengras (*Molinia litoralis*) und anderen. Weiden werden allmählich verdrängt; Berg- und Waldföhre sowie Mehlbeere (*Sorbus aria*) treten in der Strauchschicht auf.

Feuchte Variante mit Gemeinem Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), Herzblatt (*Parnassia palustris*), Alpenmasslieb *Bellidiastrum miche-
lii*) und andere.

Trockene Variante mit Fieder-
Zwenke (*Brachypodium pinnatum*).



Pfeifengras-Föhrenwald eventuell *Dauerstadium* (an Sonnenhängen).

Feuchte Variante mit Kelch-Lilien-
simse (*Tofieldia calyculata*).

Trockene Variante mit Niedriger
Segge (*Carex humilis*).



Endstadium: Eiben-Buchenwald (an Schattenhängen).

Es ist also durchaus möglich, dass verschiedene Sukzessionsvarianten übereinstimmende Anfangs- und Endstadien aufweisen.

3. Die zweckmässigste Aufforstungstechnik strebt nach einer Beschleunigung und Abkürzung der natürlichen Sukzessionsvorgänge

Ungünstige Standortverhältnisse, namentlich erschwerte Keimung durch Trockenheit oder ungünstige Bodenzustände, starke Abgänge der Keimlinge und Sämlinge durch Frost, Dürre und Krankheiten, der Mangel an geeigneten Samenbäumen und insbesondere die Konkurrenzierung der jungen Waldpflanzen durch ungünstige Bodenvegetation, können die natürliche Bewaldung derart verlangsamen, dass eine eigentliche Aufforstung erforderlich wird. Die Vorstellung, durch eine Aufforstung im Gebirge in relativ kurzer Zeit einen «Wald» schaffen zu können, hat sich jedoch in den meisten Fällen als verfehlt erwiesen. Die Aufforstung hat sich vielmehr den natürlichen Sukzessionsvorgängen von Boden und Vegetation einzuordnen, und es ist insbesondere abzuklären, welche Stadien abgekürzt oder durch technische Massnahmen übersprungen werden können, zum Beispiel durch Erosionsschutz mittels Flechtwerken, Kordons, durch die Kultur von Weichhölzern usw. Jede zu starke Abkürzung der natürlichen Vegetationsfolge, mit welcher die Bodenentwicklung nicht Schritt zu halten vermag, führt zu Rückschlägen und Misserfolgen. Aus diesen Erfahrungen heraus werden heute in der Schweiz bei Aufforstungen nur noch ausnahmsweise die Baumarten des angestrebten Endbestandes verwendet. Wir begnügen uns unter Umständen vorerst mit einer Berasung, unter günstigeren Umständen mit einem Vorbau der Pionierbaumarten und Sträucher, wie Weiss- und Alpenerle, Birke, Vogelbeere, Aspe, Weiden usw. Während vor 50 Jahren vorwiegend Nadelbäume bei den Aufforstungen im Gebirge verwendet wurden, sind es heute vorwiegend Laubbäume. Die letzten Sukzessionsschritte, die vielfach im Aufkommen der Nadelbäume bestehen, werden womöglich der Natur überlassen. Folgende Zahlen sollen dies beleuchten:

Jahr	Bei Aufforstung in der Schweiz verwendete	
	Nadelbäume %	Laubbäume %
1907	76	24
1921—1925	63	37
1926—1930	56	44
1931—1935	50	50
1936—1940	49	51
1941—1945	41	59
1946—1950	35	65

Als unbedingte Voraussetzung für die Planung einer grösseren Aufforstung ist die sorgfältige *Standortskartierung* auf pflanzensoziologisch-bodenkundlicher Grundlage hervorzuheben, welche die Ausscheidung von Aufforstungseinheiten, das heisst Flächen, die eine einheitliche Aufforstungstechnik erlauben, zum Ziele hat. Für diese Kartierung können keine allgemeingültigen Richtlinien aufgestellt werden. Die erforderlichen, möglichst aufschlussreichen Ergebnisse werden bald durch die Vegetationsanalyse, bald durch Bodenuntersuchung, nicht selten durch eine blosse Kartierung geomorphologischer Einheiten (lokale Mulden, Erhöhungen usw.) erhalten. Bei der Vegetationsanalyse genügt es oft, blosse Assoziations- oder sogar Verbandsareale zu kartieren, zum Beispiel Krummseggen-Rasen (*Curvuletum*), Alpenrosen-Heidelbeerengesellschaft (*Rhodoreto-Vaccinietum*); bald aber ist erforderlich, auch feinste Standortunterschiede zu erfassen durch Angaben bis zur Fazies und der einzelnen Sukzessionsstadien.

Als Beispiel eines pflanzensoziologisch begründeten Vorgehens bei der Aufforstung ist untenstehend wiederum die Fallätsche gewählt worden.

4. Aufforstungen im Gebirge sollten sich weitgehend auf die standortsheimischen Baumarten beschränken und bei der Artenwahl die einzelnen Sukzessionsstadien berücksichtigen

Die wesentliche Begründung dieser Forderung liegt darin, dass die junge Waldpflanze in Aufforstungen stets vermehrten Gefahren ausgesetzt ist, wie Dürre, Frost, starke Bewindung und Insolation, Pilzkrankheiten, Wild- und Insektenschäden. Bei der standortsheimischen, dem einzelnen Sukzessionsstadium entsprechenden Baumart ist einerseits die Gefährdung herabgesetzt, andererseits die natürliche Widerstandskraft der Pflanzen verhältnismässig gross. Falsche Baumartenwahl oder ungenügende Beachtung der örtlichen Pflanzengesellschaften und ihrer Sukzessionsstadien verursachen zum mindesten eine herabgesetzte Vitalität, was sich oft erst nach der Kulmination des Höhenwachstums auswirkt, also nach Jahrzehnten. In Aufforstungsflächen ist häufig der Rückgang des Höhenwachstums mit einem auffallenden Vitali-

Sukzessionsstadien		Massnahmen	
Vegetation	Boden	in der trockenen Variante	in der feuchten Variante
<i>Leontodon hispidus</i> var. <i>hyoseroides</i> -Stadium	Initiale Rohböden der Rendzina-Serie	Anlage von Flechtwerken oder Kordons zur oberflächlichen Stabilisierung des Bodens mit folgenden Arten: <i>Salix appendiculata</i> , <i>Salix incana</i> , <i>Salix purpurea</i>	<i>Salix appendiculata</i> , <i>Salix incana</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>Salix nigricans</i> , <i>Alnus incana</i>
		Pflanzung von <i>Populus tremula</i>	Sicherung der Runsen durch Verkleidung und Faschinen
		Berasung (Saat oder Pflanzung von Rasenziegeln) zur oberflächlichen Stabilisierung des Bodens, Verhinderung der Abschwemmung und Verbesserung der mikroklimatischen Verhältnisse mit folgenden Arten, je nach der Gründigkeit des Bodens und dem Grad der Stabilität: <i>Anthyllis vulneraria</i> , <i>Agrostis alba</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Hippocrepis comosa</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Molinia litoralis</i>	<i>Agrostis alba</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Molinia litoralis</i> , <i>Calamagrostis varia</i>
<i>Carex flacca</i> - <i>Molinia litoralis</i> -Stadium	Rohböden der Rendzina-Serie	Pflanzung von: <i>Pinus silvestris</i> , <i>Pinus montana</i> , <i>Sorbus aria</i>	Pflanzung von: <i>Pinus montana</i> , <i>Pinus silvestris</i> , <i>Alnus incana</i>
<i>Molinieto litoralis</i> - <i>Pinetum</i>	unreife Rendzinen	Kulturen meist unnötig. Waldbaulicher Betrieb unter besonderer Berücksichtigung der Schutzfunktion. Ständige, gleichmässige Bestockung angestrebt.	Kulturen meist unnötig. Unter Umständen Entwässerung von Sickerhorizonten und vernässen, rutschgefährdeten Flächen. Waldbaulicher Betrieb unter besonderer Berücksichtigung der Schutzfunktion. Ständige, gleichmässige Bestockung angestrebt.
<i>Taxeto-Fagetum</i>	reife Rendzinen	Behandlung als Wirtschaftswald unter Vermeidung starker Schläge	

tätsverlust verbunden, so dass namentlich in vermehrtem Masse Pilzkrankheiten auftreten. Eine zu starke Abkürzung der natürlichen Reifung von Boden und Vegetation mit den Kulturen führt deshalb vielfach zu schweren Rückschlägen. In diesem Zusammenhang sei an den Zerfall 30- bis 50jähriger Fichtenkulturen in Flyschgebieten erinnert. Ebenso täuschen oft Fremdlinge anfänglich Vorteile vor, um erst nach Jahrzehnten vollständig zu versagen. Es wären misslungene Kulturen mit Blaufichte (*Picea pungens*), Douglasie, Strobe, Japanlärche und andere Arten zu erwähnen. Bis jetzt hat sich in unseren Gebirgsaufforstungen auf die Dauer keine einzige fremdländische Baumart bewährt. Von den standortsfremden Baumarten bilden gelegentlich einzig die Lärche und in warmen Lagen auf Kalk die Schwarzföhre Ausnahmen. Aber auch bei diesen Gastbaumarten empfiehlt sich der Anbau erst, wenn der Aufforstungserfolg in allen Teilen restlos gesichert erscheint.

Die Bedeutung einer standortsgerechten Baumartenwahl für Gebirgsaufforstungen ist heute wohl unumstritten. Dagegen sind die Auffassungen hinsichtlich der Sortenwahl noch vielfach allzu grosszügig, indem man sich mit einheimischen Herkünften oder bestenfalls solchen aus entsprechenden Höhenlagen begnügt. Obwohl die ziemlich grosse ökologische Variabilität der meisten Herkünfte erwiesen ist, zwingen praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Erwägungen dazu, auch in der Sortenwahl die allergrösste Vorsicht zu üben.

5. Die im engeren Aufforstungsgebiet heimischen Standortssorten bieten im Gebirge die beste Gewähr für Standortstauglichkeit.

**Wo standortsheimische Herkünfte fehlen,
sollten solche von möglichst gleichwertigen Standorten verwendet werden**

Die heimische Standortssorte hat sich zum mindesten über eine langfristige ökologische Tauglichkeit ausgewiesen. Um so mehr, als die entscheidenden klimatischen Extreme, wie extreme Spät- und Frühfröste, Dürreperioden, aussergewöhnliche Schneemengen, stark verkürzte Vegetationsperioden usw., oft nur in sehr langen Zeitabständen auftreten, vermögen auch jahrzehntelange Anbauversuche den Nachweis der Standortstauglichkeit fremder Herkünfte nicht zu erbringen. Auch in diesem Zusammenhang sollen die Vorteile von Populationen mit einer grossen ökologischen Variationsbreite gegenüber Züchtungsprodukten für Aufforstungen hervorgehoben werden. Da namentlich im Bereiche klimatischer Vegetationsgrenzen, also auch der Wald- und Baumgrenze im Gebirge die entscheidenden Standortsfaktoren stets komplexer und wechselnder Art sind und sich zudem im Laufe eines Baumlebens verschieben können, bietet das standortsheimische Formengemisch als Gesamtheit die grösste und einzig erwiesene Standortstauglichkeit.

Es genügt keinesfalls, die Herkünfte bloss nach Klimagebieten zu wählen; der *Gesamtstandort* soll demjenigen des Anbauortes entsprechen.

Vor allem ist auch nicht zu übersehen, dass in Aufforstungsflächen vielfach stark gestörte Bodenverhältnisse vorliegen, welche die Vitalität der Pflanzen herabsetzen und eine vermehrte Krankheitsanfälligkeit bewirken. Als Beispiel sei das epidemische Triebsterben der Pinusarten, verursacht durch *Crumenula abietina* Lagerb., erwähnt. Diese Krankheit ist nach *Ettlinger* (1) in natürlichen Beständen allgemein verbreitet, jedoch bedeutungslos. In Aufforstungen kann sie sich dagegen auch dort, wo die Bergföhre oder Arve klimatisch durchaus standortgemäss erscheinen, derart häufen, dass ausgedehnte Kulturen vernichtet werden. Auf ehemaligen Weideflächen und anderen anthropogen veränderten Böden ist *keine* Baumart wirklich standortgemäss. Baumarten und Sträucher, die unreifen Entwicklungsstadien angehören, vermögen sich mit unnatürlichen Verhältnissen im allgemeinen besser abzufinden als jene der Endstadien. Die starke Befalls- und Erkrankungsdisposition der Waldbäume in Aufforstungen kann daher durch eine Bevorzugung der Pionierbäume und Sträucher stark vermindert werden.

6. Für den Aufforstungserfolg ist vielfach entscheidend, dass der bisherige Standort der verwendeten Pflanzen (Forstgarten) mit demjenigen des Anbauortes möglichst übereinstimmt

Bereits im Saatgarten vollziehen sich entscheidende Vorgänge. Äussere Einflüsse bewirken das Absterben eines erheblichen Teiles der Keimlinge und damit eine erste Auslese aus dem Formengemisch, die nicht belanglos erscheint. Erfolgt diese Auslese bei hinreichender Feuchtigkeit bloss auf Grund der Wuchskraft, kann die Population für eine spätere Verwendung auf einem Trockenstandort an Tauglichkeit verlieren. Es ist deshalb wesentlich, durch lockere Saaten und Schaffung allgemein günstiger Keimbedingungen diese erste Auslese möglichst zu vermindern. Im Saatbeet entstehen auch bereits die symbiontischen Verbindungen der jungen Waldbäume mit Pilzen (Mykorrhiza), wobei die Art und Rasse des Pilzes keinesfalls belanglos ist, wie namentlich *Melin* (5) und *Rayner* (7) in zahlreichen Veröffentlichungen nachgewiesen haben. Die Frage, ob für die Nachzucht von Pflanzen für Gebirgsaufforstungen eine Impfung der Saatbeete vorteilhaft wäre, erscheint noch mangelhaft abgeklärt.

Für die Vermeidung verderblicher Vitalitätsverluste der Pflanzen nach der Kultur ist weiterhin erforderlich, die klimatischen Bedingungen des Versuchsgartens denjenigen der Aufforstungsflächen weitgehend anzugleichen. Wir haben bereits festgestellt, dass die Kultur ohnehin im Vergleich zur Naturverjüngung stets erhöhte Erkrankungsbereitschaft aufweist. Wenn

Wärme-, Licht-, Wasser-, Wind- und Bodenverhältnisse zwischen altem und neuem Wuchsort übereinstimmen, sind die Pflanzen der Notwendigkeit einer Umstellung ihres Lebenshaushaltes entzogen. Damit werden auch Wuchstockungen und Krankheitsdispositionen weitgehend vermieden. Dieses ist von um so grösserer Wichtigkeit, als erfahrungsgemäss einer ökologischen Umstellung starke Trägheitsmomente entgegenwirken. Die Umstellung des Wasser- und Lichthaushaltes auf neue Umweltsbedingungen bedarf mehrerer Jahre, wozu namentlich im Gebirge meist keine Gelegenheit besteht. Eine kurzfristige Schwächung ist hier vielfach bereits von entscheidender Bedeutung. Wie wir experimentell bei Buchen festgestellt haben, können die Umweltsbedingungen, insbesondere die Lichtverhältnisse, beim Austreiben beispielsweise jahrelang nachwirkend grössere Unterschiede verursachen, als sie stark verschiedene Herkünfte aufweisen. Diese Umstände sind bisher durchaus ungenügend beachtet worden. Die Unterschiede der Lichtintensitäten verschiedener Höhenlagen, der photoperiodischen Verhältnisse der verschiedenen Expositionen und der örtlich bedingten Vegetationsdauer dürfen im Gebirge nicht unterschätzt werden. Wenn wir auch dem grossen, zentralen Forstgarten im Mittelland und Jura keinesfalls die volle Berechtigung absprechen, ist *für Gebirgsaufforstungen die Nachzucht der Pflanzen in möglichst unmittelbarer Nähe der Aufforstungsflächen dennoch als anzustrebende Lösung zu betrachten.*

7. Unter extremen Standortverhältnissen verspricht eine zeitlich stark gestaffelte Aufforstung mit stützpunktartigem Vorgehen den sichersten Erfolg

So angenehm es auch erscheinen mag, eine Aufforstung in möglichst kurzer Zeit abzuschliessen, ist dieses Bestreben nicht nur kostspielig infolge der meist grossen Pflanzenabgänge, sondern auf die Dauer auch weniger erfolgversprechend als ein zeitlich gestaffeltes Vorgehen. Ausgedehnte gleichalterige Aufforstungen bieten gewöhnlich schon vom zweiten oder dritten Jahrzehnt an waldbaulich erhebliche Schwierigkeiten und zeigen in erhöhtem Masse alle Nachteile gleichalteriger Bestände. Vor allem ist ihre nachhaltige Schutzwirkung schwer sicherzustellen, und ihre spätere Verjüngung gleicht nicht selten einer Wiederaufforstung. Die sorgfältige Anpassung der Baumartenwahl an die örtlichen Sukzessionsstadien, die weitgehende Verwendung von Pionierbaumarten und Sträuchern, die Erleichterung der Aufforstung ungünstiger Stellen durch die Schutzwirkung vorgewachsener Kulturen auf günstigeren Standorten und das Bestreben, möglichst ungleichförmige Bestände zu schaffen, beleuchten die Vorteile langer Ausführungsfristen.

In zweckmässiger Weise ist mit den Kulturen, wo nicht bestimmte Schutzaufgaben ein anderes Vorgehen verlangen, an den *günstigsten* Stellen zu beginnen. Auf diese Weise können Stützpunkte geschaffen werden, die das

spätere Vorgehen durch Windschutz, Verminderung von Schneeschäden und andere Schutzwirkungen erheblich erleichtern. Gleichmässige Pflanzverbände sind im Gebirge verfehlt. Ähnlich wie auch die Natur meist truppweise Kahlflächen besiedelt, empfiehlt es sich, bei der Aufforstung unter reicher Verwendung der Pioniere und mit Ausnützung aller natürlichen Erleichterungen — wie Schutzwirkung alter Strünke, Felsblöcke und natürlich vorhandener Gebüsch — kleine, rasch geschlossene Gruppen zu schaffen. Die heute im Osten stark propagierte «Nesterpflanzung» ist in den Schweizer Alpen schon vor Jahrzehnten erprobt und namentlich von Hess immer wieder empfohlen worden. Wichtig ist einzig der Hinweis, dass rechtzeitig in diese Gruppen eingegriffen werden muss, indem der gegenseitige Schutz bald in einen gegenseitigen Wettbewerb übergeht, der die normale Entwicklung der Pflanzen behindert und damit sowohl die Erfüllung der Schutzaufgaben als auch die gewünschte qualitative Entwicklung in Frage stellt. *Eine strenge Beobachtung der pflanzensoziologischen Grundlagen und eine sachgemässe waldbauliche Pflege haben sich demnach bei Aufforstungen im Gebirge gegenseitig zu ergänzen.*

Résumé

Les bases phytosociologiques des afforestations en montagne

Dans les situations extrêmes, les afforestations ne sont guère possibles sans prendre simultanément des mesures techniques pour protéger les surfaces contre des avalanches, ravinements, érosions, glissements etc. De nombreuses afforestations se sont néanmoins soldées par des échecs et des proportions élevées de plantes détruites, parce qu'on a dédaigné certains principes. Cet article réunit des expériences pratiques et postule les points suivants:

1. Même en agissant convenablement, une afforestation n'est vouée au succès que dans des conditions qui permettraient au reboisement de s'installer naturellement au fil du temps.
2. Le reboisement naturel d'une surface dénudée représente le cas idéal d'une «afforestation».
3. La meilleure technique de reboisement tend à accélérer et raccourcir le déroulement des successions naturelles.
4. Les afforestations en montagne devraient largement se limiter aux essences en station et respecter, dans le choix des essences, chaque phase de succession.
5. En montagne, les variétés indigènes en station sur l'étroit territoire de l'afforestation (écotypes) offrent la meilleure garantie d'une aptitude écologique. Là

où les provenances indigènes font défaut, il faudrait en utiliser qui viennent de stations si possible identiques.

6. La dernière station des plantes utilisées (pépinière) est souvent décisive pour le succès de l'afforestation: elle doit concorder le plus possible avec le lieu de plantation.
7. Dans des conditions écologiques extrêmes, c'est une afforestation fortement échelonnée dans le temps et se servant de points d'appui qui promet une réussite avec le plus de sûreté.

Une cartographie écologique méticuleuse sur des bases phytosocio-pédologiques est indispensable pour la planification d'une afforestation d'une certaine étendue. Son but est de délimiter des unités d'afforestation, c'est-à-dire des surfaces qui permettent une technique homogène. Les résultats ressortiront de l'analyse de la végétation, des études du sol ou aussi d'une simple cartographie des unités géomorphologiques, comme les cuvettes, collines locales etc. Pour analyser la végétation, il suffit souvent de cartographier simplement l'aire des associations ou même des alliances. Il est pourtant souvent nécessaire de relever les plus petites différences écologiques en allant jusqu'à indiquer le faciès et chaque phase de succession.

Résumé: R. Zuber/R. Beer

Literaturverzeichnis

- (1) Ettlinger, L.: Über die Gattung *Crumenula sensu* Rehm mit besonderer Berücksichtigung des *Crumenula*-Triebsterbens der *Pinus*-Arten. Promotionsarbeit E.T.H. 1945
- (2) Fabijanowski, J.: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche. Beitr. geobot. Landesaufnahme der Schweiz 29, Bern 1950
- (3) Hess, E.: Neue Wege im Aufforstungswesen. Beiheft Nr. 15 z. d. Ztschr. d. Schweiz. Forstvereins, Bern 1936
- (4) Leibundgut, H., Wald- und Wirtschaftsstudien im Lötschental. Beiheft Nr. 18 z. d. Ztschr. d. Schweiz. Forstvereins, Bern 1938
- (5) Melin, E.: Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Jena 1925
- (6) Pallmann, H., und Haffter, P.: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. Ber. Schweiz. Bot. Ges. Bd. 42, Bern 1933
- (7) Rayner, M. C.: Mycorrhiza. An account of nonpathogenic infection by fungi in vascular plants and bryophytes. London 1927, u. a.