

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 66 (1979)

Artikel: Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Grenzbereich *Fagus silvatica* L. / *Pinus silvestris* L. in der nördlichen Schweiz

Autor: Roth, Christian

Kapitel: 6: Oekologische Interpretation der Ergebnisse

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308568>

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: 23.01.2026

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

Die Messpunkte 5 cm und 20 cm im Pfeifengras-Föhrenwald befanden sich im Bereich der Krautschicht.

Auf allen Höhen zeigte der Pfeifengras-Föhrenwald eine grössere Evapotranspiration, im Mittel etwa um 30 % erhöht.

6. Oekologische Interpretation der Ergebnisse

6.1. Vergleich der Strategien von Buche und Föhre

GRIME (1977b) unterscheidet weltweit 3 primäre Pflanzenstrategien: Wettbewerb, Stresstoleranz und Ruderalstrategie. Strategien werden nach GRIME (1977a) definiert als "similar or analogous principles of genetic characteristics which recur widely among species or populations and cause them to exhibit similarities in ecology". Synonym wären etwa ökologisches Verhalten oder Konstitution. Für Stress gibt GRIME (1977a) folgende Definition: "Stress consists of the external constraints which limit the rate of dry matter production of all part of the vegetation." Die Buche ist demnach eine Wettbewerbspflanze, die Waldföhre eine stresstolerante Art, wie auf Grund des folgenden Vergleichs in Anlehnung an GRIME (1977, 1977a) hervorgeht:

	BUCHE (Wettbewerbsstrategie)	FOEHRE (stresstolerant)
Blattart	robust, mesomorph	nadelförmig
Streu	viel, † persistent	wenig, persistent
Lebensdauer der Blätter	kurz	lang
Phänologie der Blattproduktion	gut definierte Spitzen der Blattproduktion, gleichzeitig mit der Periode der maximalen potentiellen Produktion	immergrün
Verhalten gegenüber Stress	rasche morphologische Reaktion, um das vegetative Wachstum zu maximieren	langsame und wenig ausgeprägte morphologische Reaktion
Photosynthese und Nährstoffaufnahme	saisonal, gleichzeitig mit langen zusammenhängenden Perioden des vegetativen Wachstums	opportunistisch, ungekoppelt mit vegetativem Wachstum

Der Ausdruck "Allzeit-Bereit-Strategie" für die Föhre nach KLÖTZLI (1975) und BURNAND (1976) bezieht sich auf Photosynthese und Nährstoffaufnahme. Quantitativ braucht ein Buchenbestand unter sonst vergleichbaren Bedingungen mehr Nährstoffe als ein Föhrenbestand (DENGLER 1930, OVINGTON 1962, RENNIE 1957, LEYTON 1958). Die Föhre weist einen inneren Nährstoffkreislauf auf gegenüber einem äussern der Laubbäume wie der Buche (KREBS 1972 nach OVINGTON 1965), wodurch die Föhre unter ungünstigen Nährstoffverhältnissen bevorteilt ist. Die Föhre transpiriert dementsprechend weniger Wasser, um 1 g Trockensubstanz zu erzeugen: 110 g gegenüber 1043 g der Buche (n. HORTON 1932 aus KLÖTZLI 1968b).

Eine stresstolerante Art braucht nicht gegen jede Art von Stress tolerant zu sein. So ist die Waldföhre zum Beispiel empfindlich gegen Beschattung. Dafür weist sie einen weit höheren Lichtsättigungswert auf als Laubbäume (DEKKER 1944 aus CARLISLE und BROWN 1968). voller Lichtgenuss von 64'100 footcandles (690'000 Lux) ergibt maximale Photosyntheserate pro Blatt). Auch zeigt sie eine vernachlässigbar kleine Mittagsdepression der Photosyntheserate (POLSTER 1950 aus CARLISLE und BROWN 1968). Die Föhre kann bei geeigneten Bedingungen auch im Winter assimilieren (Lit. in CARLISLE und BROWN 1968).

Das opportunistische Verhalten der Waldföhre erlaubt ihr, noch auf extremen Standorten zu gedeihen, die den Wettbewerbsarten wie der Buche verschlossen bleiben. Andererseits wird die konkurrenzschwache Föhre von Standorten, welche von Wettbewerbsarten besiedelt und dominiert werden, am Aufkommen gehindert. Dabei spielt wohl nicht zuletzt die Beschattung der Jungföhren eine Rolle. Zwar kann die Föhre auf lichten Flächen keimen und dank ihres raschen Wachstums bis in die Baumschicht vorstossen. Sind aber daneben stark schattende Hölzer wie die Buche aufgekommen, so verjüngt sich die Föhre nicht. Natürlich erweist sie nur dort Bestände mit regelmässiger Verjüngung, wo konkurrenzkräftigere Baumarten sich nicht durchzusetzen vermögen.

6.2. Zur Entstehung von Pfeifengras-Föhrenwäldern

Es konnten zwei verschiedene Entstehungsarten festgestellt werden. Einmal hat der Mensch an manchen Stellen durch Humus- oder Mergelabbau bzw. durch Bewirtschaften (s. ZOLLER 1954) Bedingungen geschaffen, die auf Mergel nur noch Pioniergesellschaften das Wachstum erlauben. Dazu gehören die Unter-

suchungsorte Effingen (*Molinio-Pinetum silvestris*, Variante mit *Genista tinctoria*) und Uewachs bei Kloten (Variante mit *Epipactis palustris* und Variante mit *Listera ovata*), beides mehr oder weniger ebene Lagen.

Die zweite Möglichkeit, wie Pfeifengras-Föhrenwälder entstehen können, ist auf Steillagen beschränkt. An Stellen, wo der Boden natürlicherweise (durch Bacherosion und nachfolgendes Abrutschen der Flanke beispielsweise oder durch Mergelfliessen wie am Bürersteig) erodiert wird oder wo der Mensch durch Hanganschnitt beim Strassenbau einen Oberbodenverlust bewirkt (z.B. Schlosshalde bei Kyburg), kommt wenig oder gar nicht verwitterter Mergel zu Tage. Darauf findet die Sukzession statt, die beim Pfeifengras-Föhrenwald oft abgeschlossen ist (vgl. Abb. 27). Je nach den ökologischen Gegebenheiten tritt der Pfeifengras-Föhrenwald in verschiedenen Varianten auf. Ihnen allen aber fehlt die Buche in der Baumschicht. Nur auf Unterlagen, die neben Mergel einen verhältnismässig grossen Anteil an Sand aufweisen (z.B. Diebis am Uetliberg) können sich Böden entwickeln, deren Gründigkeit für Laubwälder, in der Regel Buchenwälder, ausreicht.

6.3. Pfeifengras-Föhrenwald als Dauergesellschaft

Die Entwicklung eines Bodens ist eng mit der darauf stattfindenden Pflanzensukzession verknüpft. Die fortschreitende Bodenentwicklung veranlasst eine Veränderung der Pflanzendecke, indem der Boden in der Regel die Einflüsse des Muttergesteinabschwächt und ganz generell das Gedeihen der Mikroorganismen und der höheren Pflanzen erleichtert. Die Pflanzen beeinflussen ihrerseits die Bodenbildung, indem sie beispielsweise die Klimaeinflüsse, die Wasserführung sowie bestimmte chemische und physikalische Eigenschaften des Bodens verändern.

Unter normalen Bedingungen führen diese Wechselwirkungen mit der Zeit zur grossklimatisch bedingten Schlussgesellschaft, der Klimax. Wenn aber Störgrössen den vollständigen Ablauf der Sukzession bzw. der Bodenentwicklung verhindern, entwickelt sich eine Dauergesellschaft. In diesem Fall übt ein Umweltfaktor eine derart bestimmende Rolle aus, dass weitere Reifungsprozesse überlagert oder verunmöglich werden. Bekannte Beispiele solcher Störfaktoren sind Mahd, alljährliche Ueberflutung während der Vegetationszeit oder Lawineniedergänge.

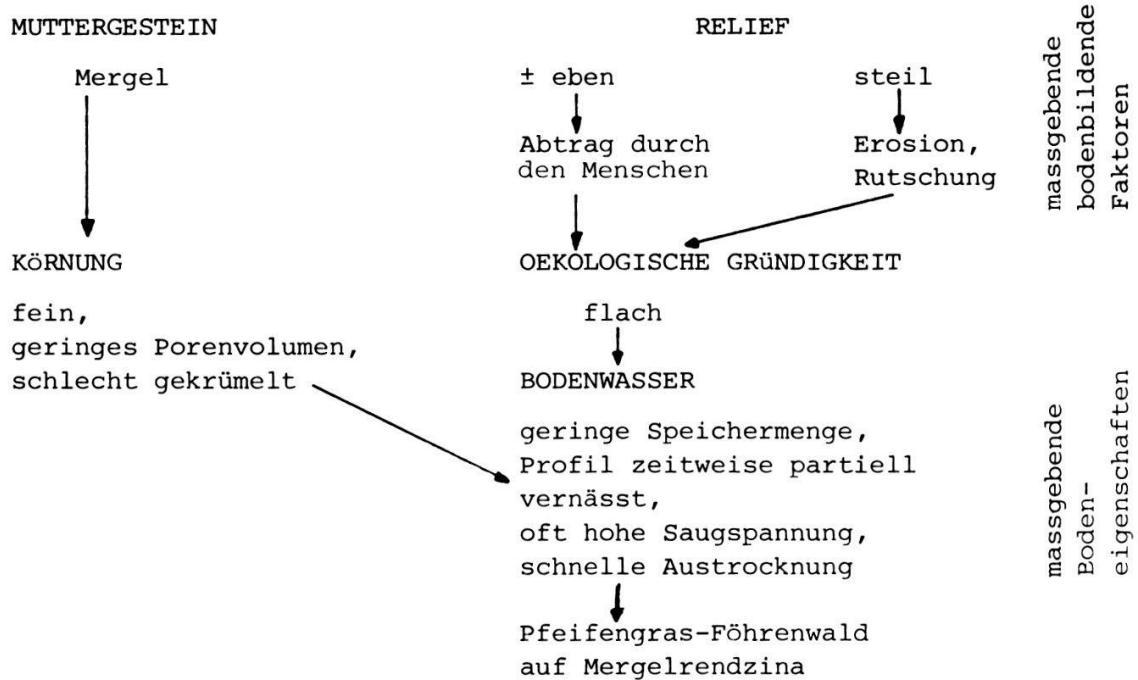


Abb. 27. Bedingungen für das Entstehen eines Pfeifengras-Föhrenwaldes.

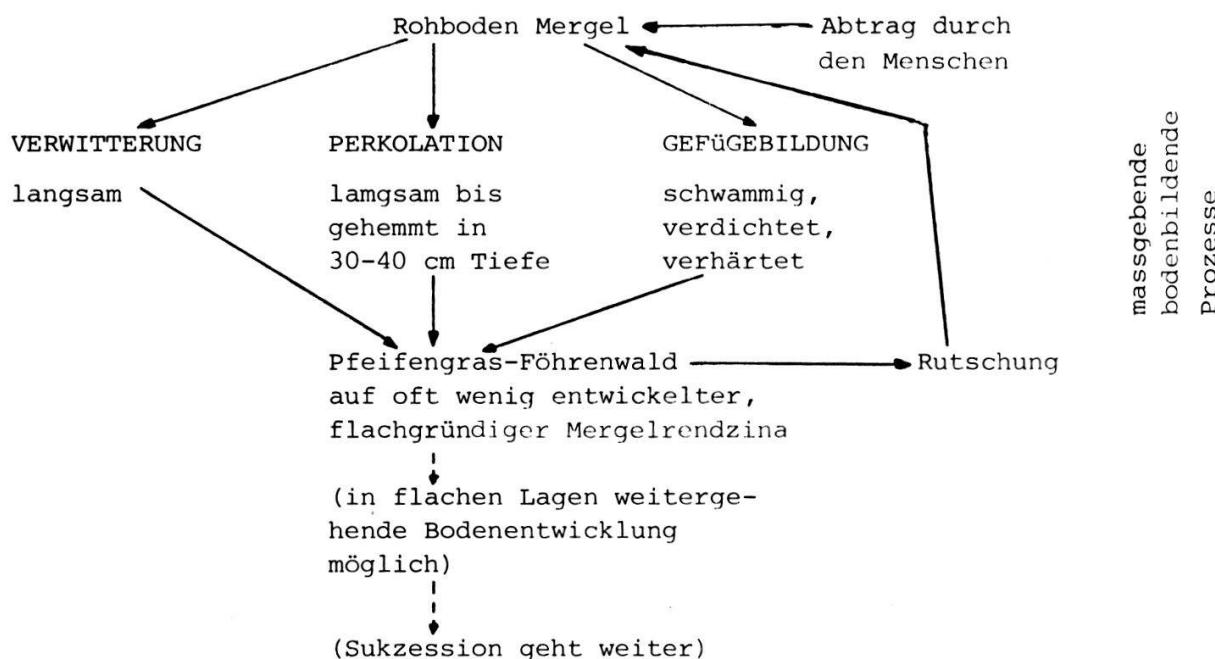


Abb. 28. Der Pfeifengras-Föhrenwald als Dauergesellschaft.

Der Pfeifengras-Föhrenwald zählt ebenfalls zu den Dauergesellschaften. Die in ebenen Lagen weiter fortschreitenden bodenbildenden Prozesse sind hier verlangsamt bzw. beeinträchtigt, ja werden oft wieder rückgängig gemacht wie z.B. bei Rutschungen. Das gibt zu Rotationen in der Sukzessionsfolge Anlass: Rohboden - Initialrasen - Pfeifengras-Föhrenwald - Rohboden etc.

Es sollen nun die Prozesse der Bodenbildung auf ihre Wirksamkeit im Pfeifengras-Föhrenwald diskutiert werden. Die Verwitterung verläuft beim Mergel an sich schon sehr langsam, verglichen z.B. mit einer Moräne als Ausgangsgestein. Wie aus Abb. 20 ersichtlich, kann das Wasser in den tieferen Bodenschichten periodisch knapp werden, was einer intensiveren Zersetzung des Muttergesteins entgegenwirkt.

Die Mullbildung ist im Profil möglich (vgl. Abb. 14). Die Humusbildung wird durch nasse Bedingungen erleichtert, was in den oberen, meist feuchten bis nahezu gesättigten Schichten der Profile festzustellen war. Der an Steilhängen erwartete Verlust an Humus durch Erosion wird durch die dachziegelartige Lagerung der toten Gräser eingeschränkt.

Das Gefüge schliesslich ist nicht stabil. Das Schwammgefüge der Mergelrendzina schwankt bedingt durch den hohen Gehalt an Ton- und Schluffteilchen zwischen plastischer Konsistenz im Nasszustand und äusserster Härte in Trockenzeiten.

Dies alles erlaubt nur eine langsame, kaum mehr fortschreitende Bodenbildung, die in Kombination mit Rutschen oder durch umgestürzte Föhren freigelegte Muttergesteinssflächen eine Bodenreifung zu einem tiefgründigen, gut durchlüfteten, stabilen Boden mit günstiger Wasserversorgung verhindert. Der Boden bleibt in einem Initialstadium stehen.

6.4. Die buchenhemmenden Faktoren im Pfeifengras-Föhrenwald

Die Wuchsbedingungen für die Buche sind in den Pfeifengras-Föhrenwäldern sehr ungünstig. Sie keimt zwar, weist auch eine genügende Mykorrhizierung auf (FROIDEVAUX md1.), kann aber infolge der ökologischen Bedingungen höchstens zu Strauchhöhe, meist aber nur bis 30 - 40 cm Höhe aufwachsen. Anhand der Knospenspuren konnte festgestellt werden, dass solche Kümmerbuchen bis gegen dreissig Jahre alt werden. In Abb. 29 sind die Wuchsbedingungen für diese Buchen aufgezeichnet. In analoger Weise gilt dieses vereinfachte Schema auch für andere Pflanzen.

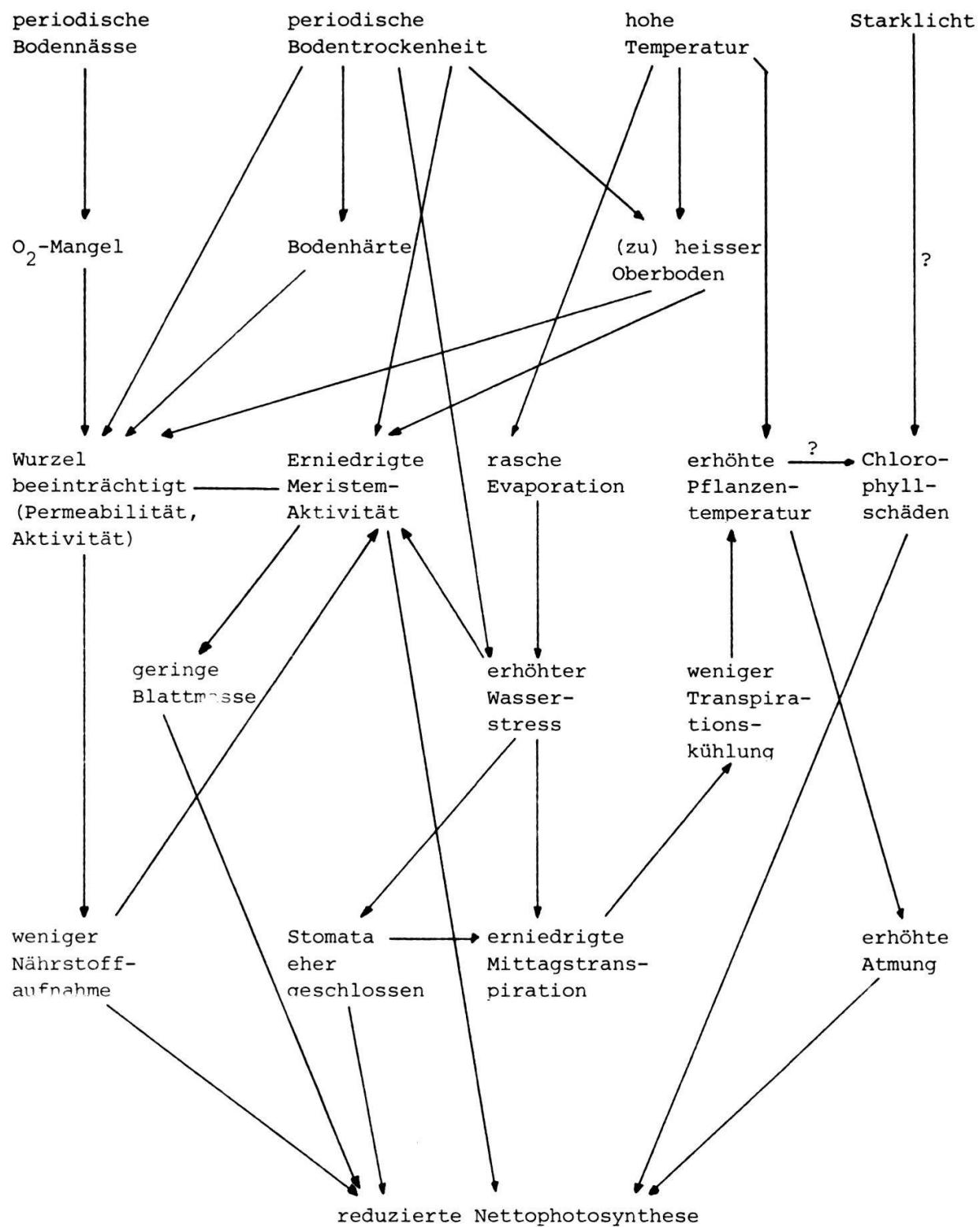
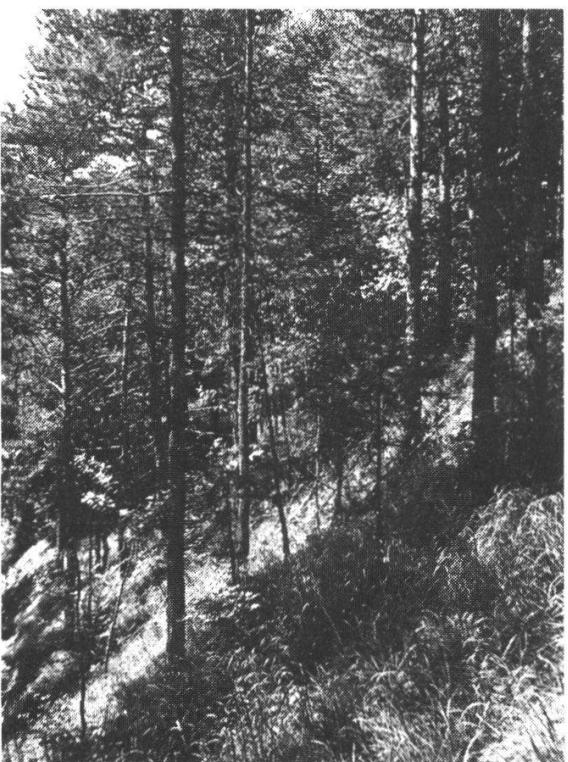


Abb. 29. Theoretisches Wirkungsnetz zur Frage, warum die Buche im Pfeifengras-Föhrenwald nicht bis in die Baumschicht aufwächst (in Anlehnung an FRITTS et al. 1971).



a



b



c



d

Abb. 30. Bilder aus Pfeifengras-Föhrenwäldern.

- a. Anthropogenes *Molinio-Pinetum* (Uewachs ZH).
- b. Natürliches *Molinio-Pinetum* (Mülitobel ZH).
- c. Anriss in einem *Molinio-Pinetum*, beginnende Stabilisierung durch *Sesleria coerulea* (Immenberg TG).
- d. Kleine, ca. 16-jährige Buche im *Molinio-Pinetum* (Schlosshalde ZH).

Wie durch Ausgraben festzustellen war (vgl. Abb. 23), sucht die Buche zwar mit ihren Wurzeln die in Bezug auf die Wasserführung günstigsten mitteltiefen Bodenbereiche auf, d.h. sie wurzelt nicht in den oft sehr nassen Schichten. Dagegen wird sie immer wieder den schädigenden Bedingungen grosser Trockenheit ausgesetzt. Dadurch wird das Wurzelwachstum und indirekt also auch die Ausbildung einer grossen Blattmasse behindert.

An Süd- bis Westhängen ist das Klima, dem die Assimilationsorgane der Buche ausgesetzt sind, im Sommer oft heiss, sodass im Zusammenwirken mit Trockenheit ihre Produktionskraft eingeschränkt wird. Die Blätter sind neben der Wärme- auch der Lichtstrahlung direkt ausgesetzt, was nach MONTFORT und KRESS-RICHTER (1950) zu Chlorophyllschäden führen soll. In der Jugend ist die Buche eine Schattenpflanze, sie wird deshalb durch extreme Licht- und Temperaturbedingungen besonders beeinträchtigt. Darauf weisen auch die brüchigen und gelben Blätter hin, die sie im Pfeifengras-Föhrenwald ausbildet.

Ebensowenig wie Esche, Eiche oder Ahorn kann die Buche im Pfeifengras-Föhrenwald zur dominierenden Baumart werden, weil sie den herrschenden ökologischen Gegebenheiten schon physiologisch nicht angepasst ist. Dafür kann sich die anspruchslose und stresstolerantere Waldföhre durchsetzen.