

Zeitschrift: Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule,
Stiftung Rübel

Band: 33 (1961)

Artikel: Der Girstel : ein natürlicher Pfeifengras-Föhrenwaldkomplex am Albis
bei Zürich

Kapitel: Die Vegetationseinheiten am Girstel

Autor: Rehder, Helmut

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377605>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.11.2024

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

In der Übersichtstabelle sind die Aufnahmen so geordnet, dass links die baumfreien Pfeifengraswiesen (I) stehen, dann zur Mitte hin sich die offeneren, z.T. ebenfalls noch baumfreien Einheiten der Steinbrechflur (II) und des Pfeifengras-Föhrenwaldes (III) anschliessen, die noch viele Arten mit den Wiesen gemeinsam haben, während im rechten Teil die an Buchen und Buchenbegleitern reicheren Mischwälder (IV und V) folgen.

Die quantitativen Elemente aus dem Kopf der Tabelle sind in Abb.25 für die einzelnen Vegetationseinheiten, zu Mittelwerten zusammengefasst, übersichtlich dargestellt. Zur Strauchschicht wurden einheitlich die Holzgewächse bis 7 m Höhe gerechnet, weil charakteristische Strauchschicht-Vertreter, wie *Corylus avellana*, die *Crataegus*-Arten und *Ilex aquifolium*, bis zu dieser Grösse festgestellt wurden. Die *Salix*-Arten, *Alnus incana* und auch *Prunus avium* blieben in allen Aufnahmen unter dieser Grenze, und nur vereinzelt wurden an anderen Stellen auch höhere Exemplare gesehen. Die Unterteilung der Baumbestände in zwei Schichten war meist problematisch und wird deshalb nicht dargestellt. Bei Baumschicht-Höhen bis zu 15 m handelt es sich fast immer um deutlich einschichtige Bestände. In den anderen Fällen sind in der Regel *Sorbus aria*, *Taxus baccata* und *Acer campestre* niedriger als *Pinus silvestris*, *Fagus silvatica* und *Acer pseudoplatanus*. Sie könnten daher als zweite Baumschicht aufgefasst werden. Für die Baumarten ist das Vorkommen in den drei Schichten (B = Baum-, S = Strauch-, K = Krautschicht) getrennt notiert, wobei K «Keimlinge und Jungwuchs unter 0,5 m» bedeutet. Im übrigen wird als Krautschicht die Gesamtheit aller krautigen und holzigen Pflanzen bis 0,5 m sowie auch der höheren Kräuter und Gräser bis zu beliebiger Grösse, mit Ausnahme der an Sträuchern und Bäumen kletternden Lianen, aufgefasst. Auf Höhenangaben zur Krautschicht wurde wegen zu grosser Variabilität innerhalb der Flächen und im Jahreslauf verzichtet. Bei den Sträuchern wird auch das Vorkommen in Strauch- und Krautschicht der Übersichtlichkeit halber und – weil es sich hier selten um einen wesentlichen Unterschied handelt – nicht getrennt aufgeführt (Zeichen S, K hinter dem Artnamen).

Die in der Übersichtstabelle zu Gruppen zusammengefassten Arten verhalten sich in ihrem Vorkommen auf verschiedenen Standorten des Girstel ähnlich und werden als lokale Trennarten für die Unterscheidung der Vegetationseinheiten benutzt (vgl. Kurzschlüssel, S. 53). Durch die Art der Anordnung entsteht etwas Ähnliches wie eine «ökologische Reihe» (vgl. ELLENBERG 1956), d.h. die am Anfang stehenden Gruppen haben den Schwerpunkt ihrer Verbreitung in den links stehenden Einheiten; bei den nach unten folgenden Gruppen verschiebt sich dieser Schwerpunkt immer weiter nach rechts. Die letzte Gruppe Q enthält die indifferent erscheinenden Arten.

Die Verteilung der unterschiedenen Vegetationseinheiten am Girstel zeigt Abb.3. Die Ausbildungsformen des reinen Pfeifengras-Föhrenwaldes (III) sind durch dunkle Schraffuren gegen die buchenreicheren Einheiten (IV und V) herausgehoben. Schwarz erscheinen die Lücken im Föhrenwald, die von der Steinbrech-Gesellschaft (II) besiedelt werden. Die Wiesen (I) heben sich durch Punkt- und Kreissignaturen von den Waldgesellschaften ab.

D. Die Vegetationseinheiten am Girstel

1. Der Pfeifengras-Föhrenwald und verwandte offene Gesellschaften

a) Zusammensetzung und Lebensbedingungen des Pfeifengras-Föhrenwaldes

Die auffallendste und bemerkenswerteste Vegetationseinheit ist am Girstel der reine Pfeifengras-Föhrenwald (III). Er erscheint etwa in der Mitte der Übersichtstabelle und ist durch Übergänge mit fast allen übrigen Pflanzengesellschaften des Gebietes verbunden. Einerseits enthält er viele Arten, die

auch in den Pfeifengraswiesen vorkommen, andererseits finden sich seine charakteristischen Vertreter (die Gruppen H, I und K) auch noch in den laubholzreicheren Hangwäldern der Nachbarschaft. Es war daher nicht möglich, ihn durch eine eigene, nur auf Einheit III beschränkte Trennarten Gruppe zu kennzeichnen. Dennoch hebt er sich deutlich von den ringsum herrschenden Waldgesellschaften ab durch das Fehlen oder Zurücktreten einer beträchtlichen Anzahl von Arten, die sich an den buchenreicheren, der «Klimax» nahestehenden Wald der weniger extremen oder weniger gestörten Hanglagen anschliessen und in Gruppe N mit Buche, Eibe (Abb.7), Seidelbast, Stechpalme (Abb.7), Efeu, Bingelkraut u. v. a. sowie – weniger scharf ausgeprägt – in M mit Esche und Bergahorn zusammenstehen.

Ein wichtiges physiognomisches Merkmal dieser Pflanzengesellschaft ist die starke Belichtung des Bodens auch im Sommer als Folge der lockeren Kronen, des mangelhaften Kronenschlusses sowie der geringen Stammzahl und Höhe der Wald- und Bergföhren (Abb.25). Als Ursache für den schlechten Baumwuchs kommen in erster Linie die bereits genannten (S. 22) physikalischen Eigenschaften des rohen Mergelbodens hinsichtlich des Wasserhaushaltes in Betracht. Sie verhindern das Aufkommen anspruchsvollerer Baumarten, so dass nur die wettbewerbsschwachen Föhren an diesen Standorten übrigbleiben, wobei die Bergföhre noch auf die ungünstigeren Flächen – sowohl leicht austrocknende als auch stärker vernässte – vordringt als die Waldföhre.

An den steilen Oberhängen kommt hinzu, dass sowohl der Vegetation als auch den Böden selten Gelegenheit gegeben ist, sich zur vollen Reife zu entwickeln. Durch immer wiederholte Abrutschung und Abspülung bleibt der Boden flachgründig und humusarm (vgl. Abb.29), und in der Baumschicht entstehen immer wieder Lücken, die sich nur langsam durch neu aufwachsende Föhren schliessen. Nähere Angaben über die Struktur der Bestände und das Alter der Föhren finden sich bei DAFIS (1962), der u. a. auch Flächen am Girstel untersuchte. Er bezeichnet auf Grund von zahlreichen Bodenbohrungen die Flachgründigkeit, d. h. die Nähe eines unverwitterten C-Horizontes unter der Oberfläche, als wesentliches Standortsmerkmal, im Gegensatz zu den tiefgründigeren Böden des nach unten anschliessenden Mischwaldes.

In einem gewissen Antagonismus zu dieser schwer ringenden Baumschicht steht die oft auffallend üppig entwickelte Kraut- oder Rasenschicht. Bei der Wiederbesiedlung aufgerissener Hangflächen ist häufig die ausläufertreibende *Carex flacca* der erste bestandbildende Pionier. An den trockeneren Südhängen begleitet sie schon früh *Brachypodium pinnatum*. Bald darauf gesellen sich auch die mehr horstig wachsenden Gräser *Molinia coerulea* und *Calamagrostis varia* hinzu und können den Boden so dicht schliessen, dass schon allein hierdurch der Baumaufwuchs verlangsamt wird. Nur Weiden, Grauerlen und

einige wenige andere Sträucher stellen sich ebenfalls frühzeitig auf den nackten Flächen ein und behaupten sich auch später, im Gegensatz zu den Keimlingen von Esche und Bergahorn. Im ganzen reagiert die Krautschicht offenbar weniger empfindlich auf die nachteiligen Eigenschaften des Mergels als die auf tieferen Wurzelraum angewiesene Baumschicht. Und später bewirkt die lückige Ausbildung der Kronen noch einen so hohen Lichtgenuss während des ganzen Jahres am Boden, dass der Graswuchs sich fast ebenso ungehindert wie in den Pfeifengraswiesen entwickeln kann.

Vom Spätherbst bis zum Spätfrühling bedecken die abgestorbenen Reste der Krautschicht als dicke, hellgelbbraune Strohmatte den Hang und vertreten gewissermaßen die Blattstreu der Laubwälder, die von den steilen Oberhangteilen wohl grossenteils herabgeweht oder abgeschwemmt werden würde, während dieses Stroh an Ort und Stelle verrottet. Fast überall in den typischen Pfeifengras-Föhrenwäldern auch ausserhalb des Girstel bemerkt man Schwärzungen am Grunde der Föhrenstämme als Spur von Bränden in dieser Strohschicht, die zwar den älteren Stämmen nichts mehr anhatten, wohl aber den Jungwuchs, insbesondere auch von Laubhölzern, beeinträchtigen mussten. Unter der Strohschicht spielt sich andererseits eine rege Wurmtätigkeit ab. Der Boden ist überall durch Kotklümpchen feinkrümelig, allerdings meist nur in dünner Oberflächenschicht, unter der alsbald der Übergang zum rohen, stark verdichteten Mergel erfolgt (vgl. Abb. 29).

Wie schon ETTER (1947) betont hat, dürfte in dieser naturnahen Pflanzengesellschaft manche heute in den künstlichen Streuwiesen (Molinieten und Mesobrometen) häufige Art ihre ursprüngliche Heimat haben, z. B. *Molinia coerulea*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex flacca*, *Succisa pratensis*, *Galium boreale*, *Galium verum*, *Anthericum ramosum*, *Stachys officinalis* und andere. Gerade am Girstel und an den benachbarten Hängen lassen sich auf engem Raum die Übergänge von Wald in Wiese und die Wiederbewaldung ehemaliger Wiesen (z. B. Aufn. 8) im räumlichen Nebeneinander betrachten. Die steilen Hänge waren aber selbst wohl kaum jemals Mähwiesen, und auch Beweidung kann an den Oberhängen keine einschneidende Bedeutung gehabt haben, während man in den unteren Teilen stellenweise noch typische, mehrstämmige «Weidebuchen» im Walde antrifft.

Der starke Besatz mit Rehwild hat wahrscheinlich heute eine Betonung des Graswald-Charakters zur Folge: Während die dominierenden Gräser und Seggen *Molinia coerulea*, *Calamagrostis varia*, *Brachypodium pinnatum*, *Sesleria coerulea*, *Carex flacca* und *Carex montana* anscheinend nicht angerührt werden, finden sich überall deutliche Verbiss-spuren an dem häufigsten Strauch *Viburnum lantana*, der bei ungehemmter Entfaltung neben anderen Sträuchern vielleicht eine Behinderung für den Graswuchs bedeuten könnte, ferner am Laubholz-Jungwuchs, besonders der Eschen. Zur heutigen Struktur des Waldtyps gehört jedenfalls auch die geringere Entwicklung einer Strauchschicht im Vergleich zum angrenzenden Pfeifengras-Föhren-Buchenwald (IV) (Abb. 25). Eine Ausnahme bilden nur die meist niedrig bleibenden Grauerlen und Weiden, vor allem auf den feuchteren Standorten der Nordseite.

Trotz der geschilderten Verwandtschaft unterscheidet sich die Krautschicht dieses Waldes noch deutlich von den wenigstens früher jährlich einmal gemähten Wiesen.

Molinia coerulea ist im Steilhangwald stets hochwüchsig (ssp. *litoralis*), während es in einem grossen Teil der früheren Wiesen flächenweise in der niedrigen Form mit schmälere Blättern und kleineren Ährchen (ssp. *coerulea*) auftritt, obgleich heute längst nicht mehr gemäht wird, also nicht lediglich von einer wiederholten Schwächung, einer Standortmodifikation innerhalb einer genotypisch einheitlichen Sippe die Rede sein kann. Unter den Gräsern und Seggen sind *Calamagrostis varia*, *Festuca amethystina* und *Carex montana* in den Wiesen viel schwächer vertreten (Abb.26). *Sesleria coerulea* tritt gleichfalls mengenmässig zurück, wenn es auch fast überall eingestreut ist und besonders zur Zeit der Blüte im Frühjahr zwischen den sonst noch nicht aus der Winterruhe erwachten Pflanzen bzw. toten Pflanzenresten des Vorjahres auffällt. Andere in den Wiesen fehlende oder zurücktretende Arten des Hangwaldes sind z.B. *Polygala chamaebuxus*, *Peucedanum cervaria*, *Epipactis atropurpurea* und *helleborine*, *Carduus defloratus*, *Laserpitium latifolium*, *Cypripedium calceolus*, *Melittis melissophyllum* und *Prenanthes purpurea*, ferner naturgemäss die Bäume und Sträucher wie *Pinus silvestris* und *mugo*, *Sorbus aria*, *Ame-lanchier ovalis*, *Viburnum lantana* und die übrigen aus Gruppe L.

Als charakteristische Artenkombination des reinen Pfeifengras-Föhrenwaldes kann im Untersuchungsgebiet das Auftreten der Waldföhre mit den vier in Gruppe K zusammengefassten Grasarten sowie der Bergföhren-Gruppe I bei gleichzeitigem Fehlen der Laubwaldarten-Gruppe N bezeichnet werden. Die Gruppe L mit Mehlbeere und den schwach wärmeliebenden Sträuchern ist meist vorhanden, während Gruppe M normalerweise nur durch Keimlinge und Jungpflanzen von Esche, Bergahorn und Fichte spärlich vertreten ist. In diesen Laubholzkeimlingen deutet sich die Sukzession zum Laubwald als Möglichkeit an, die jedoch immer wieder gestört werden kann. Keimlinge und Jungwuchs der Föhren findet man dagegen im ausgebildeten Pfeifengras-Föhrenwald viel weniger als in den unten noch näher zu beschreibenden jüngeren Entwicklungsstadien der Gesellschaft.

Aus der Indifferenten-Gruppe Q spielen besonders die ersten vier Arten eine grössere Rolle in dieser Pflanzengesellschaft. *Centaurea montana*, *Carex ornithopoda*, *Polygonatum officinal* und *Gentiana asclepiadeae* zeigen eine gewisse Verwandtschaft zur Gruppe K.

Die hohen Gräser *Molinia* und *Calamagrostis* können es sich bei der durch die ganze Vegetationsperiode gleichmässigen Belichtung leisten, ihre Entwicklung verhältnismässig spät im Frühjahr zu beginnen, den ganzen Sommer zur Massenentfaltung zu benutzen und später als andere Gräser zu blühen und zu fruchten. Dagegen schossen und blühen die niedrigen Arten *Sesleria coerulea* und *Carex montana* viel früher, bevor sie von den hohen Konkurrenten beschattet werden. Für sie sind die Lichtbedingungen im Jahreslauf ähnlicher denen im sommergrünen Laubwald, und bezeichnenderweise sind sie, im Gegensatz zu jenen, ausser in den Föhrenwäldern auch noch in nicht zu schattigen Laubwäldern anzutreffen. *Sesleria* allerdings zeigt in den mir bekannten Teilen des Albisgebietes doch eine Bindung an natürliche Waldföhrenbestände. Das gilt auch für das sonst ziemlich standortsvage, aber lichtbedürftige Trok-

kenrasengras *Brachypodium pinnatum*. Dieses und *Carex flacca* stehen hinsichtlich Wuchshöhe und Blütezeit zwischen *Molinia* und den beiden niedrigen Arten. *Brachypodium* und *Carex montana* zeigen eine etwas stärkere Massenentfaltung in Südexposition, während *Calamagrostis* und *Sesleria* eher zur Nordexposition neigen (Abb. 8–11 und 26).

In der Gruppe I stehen Arten mit verschiedener ökologischer Konstitution beisammen, denen allen eine deutliche Bevorzugung der lichten Föhrenwaldstandorte gegenüber schattigen Laubwäldern gemeinsam ist, die aber teilweise auch an anderen lichten Standorten vorkommen. Als ein wesentliches Merkmal der steilen, mergeligen Hanglagen wurde bereits der ausgeprägtere Wechsel von Oberflächenvernässung nach Niederschlägen und Austrocknung in niederschlagsarmen, warmen Perioden dargestellt. Daher ist es nicht verwunderlich, dass «Wechselfeuchtigkeitszeiger», die wir von den wechselfeuchten, ungedüngten Pfeifengraswiesen (Molinieten) her kennen, auch hier beheimatet sind wie *Potentilla erecta*, *Succisa pratensis* und *Galium boreale*. *Orchis maculata* findet sich sonst allgemein auf feuchteren Waldlichtungen, *Bellidiastrum michelii* an offenen oder halbschattigen, meist feuchteren Hangstandorten des Voralpengebietes. Beide sind auch in den Pfeifengraswiesen des Girstel vertreten. Eine engere Bindung an Föhrenwaldstandorte liegt nur bei *Pinus mugo* und *Festuca amethystina* vor, mehr lokal vielleicht noch bei *Cypripedium calceolus* und *Laserpitium latifolium*, die anderwärts auch in lichten, wärme liebenden Laubwaldgesellschaften gefunden werden.

Bemerkenswert ist am Girstel, dass ebenso wie die Bergföhre (Abb. 7) auch der Frauenschuh (Abb. 16 und 21) hauptsächlich an den Nordhängen auftritt und nur stellenweise in den Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald des Südhanges übergreift.

In Gruppe I wurden auch *Alnus incana* und die Formen um *Salix appendiculata* eingeordnet, die besonders als Pioniersträucher auf feuchten, erodierten Flächen der Mergelhänge eine Rolle spielen und damit am Anfang der Sukzession zum Pfeifengras-Föhrenwald stehen. Sie halten sich aber in diesem auch später noch, jedenfalls besser als im schattigeren, buchenreichen Wald. Es ist auffallend, dass die Grauerle, sonst bekannt als dominierender Baum von Auenwäldern an Gebirgsflüssen, auch an die Hänge solcher voralpiner Molasseberge vordringt. Sie bevorzugt am Girstel die Nordexposition (Abb. 17). Eine ähnliche Tendenz zeigen die sonst indifferent erscheinenden Arten *Angelica silvestris* und *Gentiana asclepiadea* (Abb. 18 und 19).

Die in Gruppe H vereinigten Arten sind mehr auf die trockeneren Südhänge beschränkt (Abb. 12 und 13) und leiten damit zu der licht- und wärmebedürftigen Gruppe G über, die den artenreicheren Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald (III A) besonders auszeichnet. Es sind von Trockenrasen (Mesobrometen) oder trockenen Felsheiden bekannte Arten, die aber noch häufiger in Teile des Pfeifengras-Föhren-Buchenwaldes (IV A) übergehen als Gruppe G. Übrigens sind auch einige Vertreter der Gruppe L mehr auf die Südlagen konzentriert (Abb. 14 und 15).

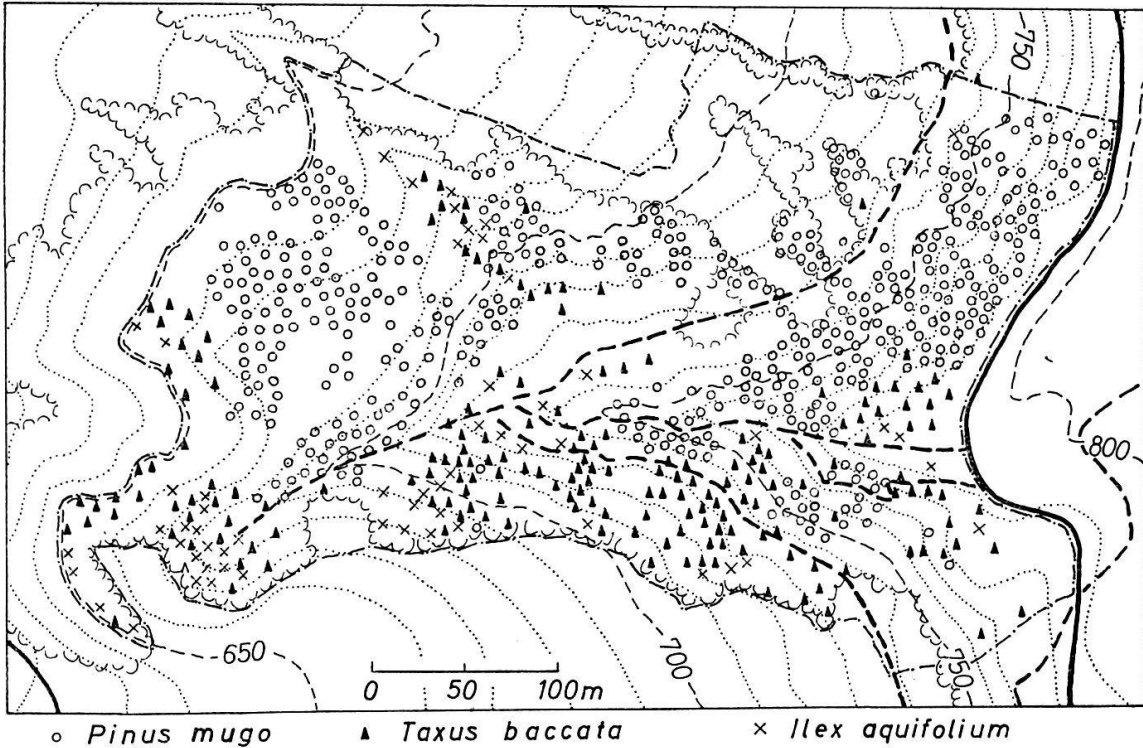
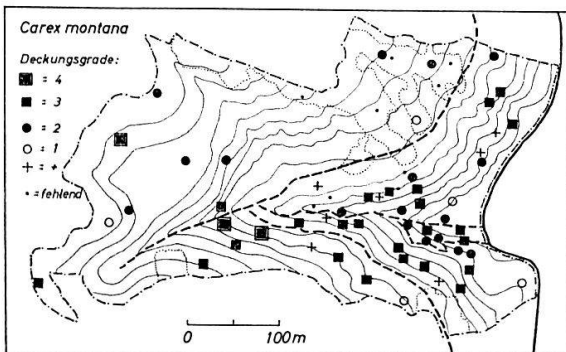
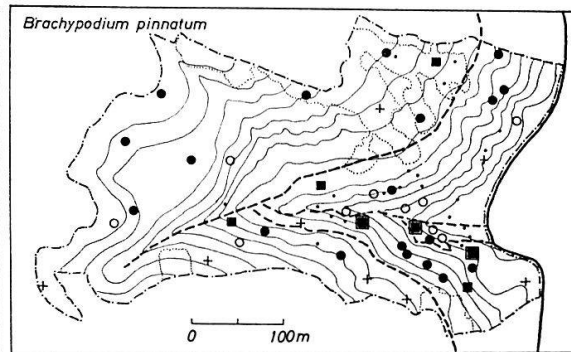


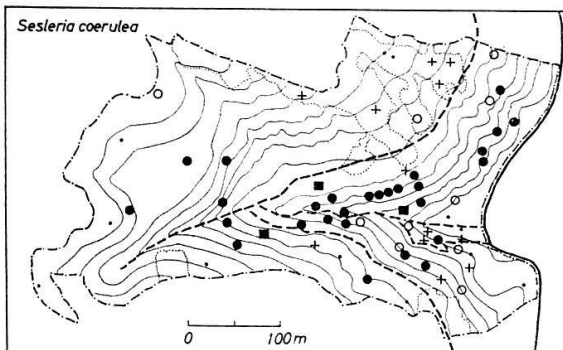
Abb. 7. Vorkommen von Bergföhre, Eibe und Stechpalme (über 1 m hoch oder in Gruppen wachsend) am Girstel.



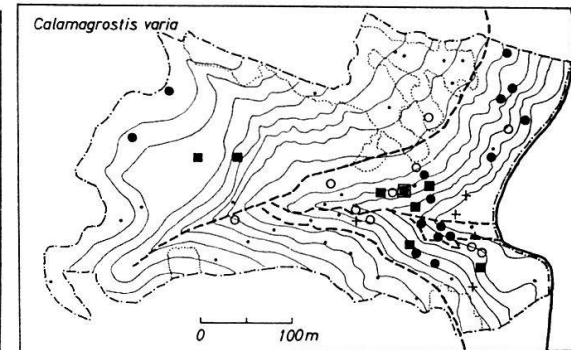
8



9

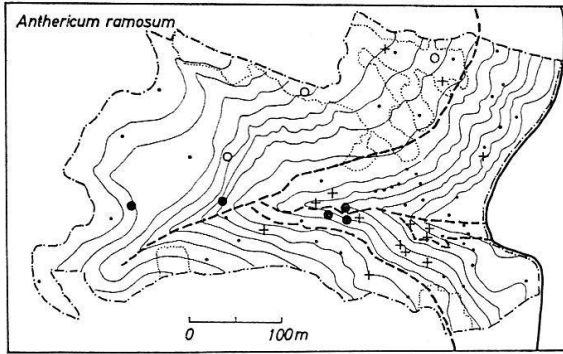


10

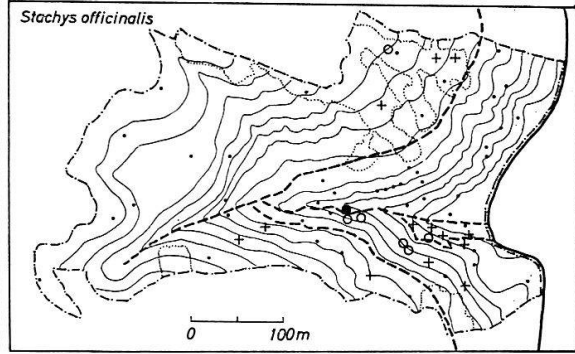


11

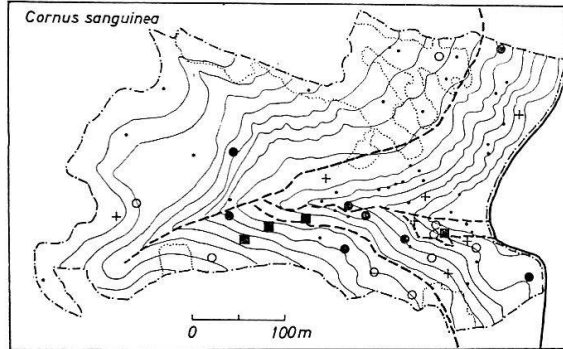
Abb. 8–11. Vorkommen und Mengen von Bergsegge, Fiederzwenke, Blaugras und Buntreitgras in den Aufnahmen.



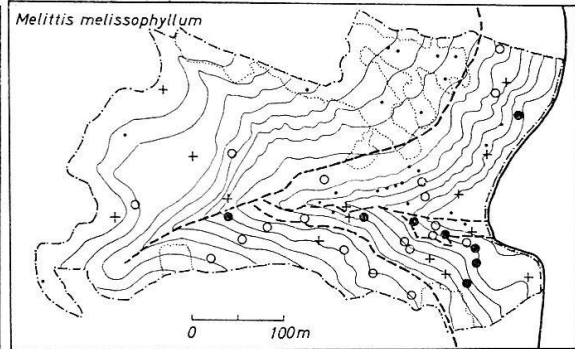
12



13

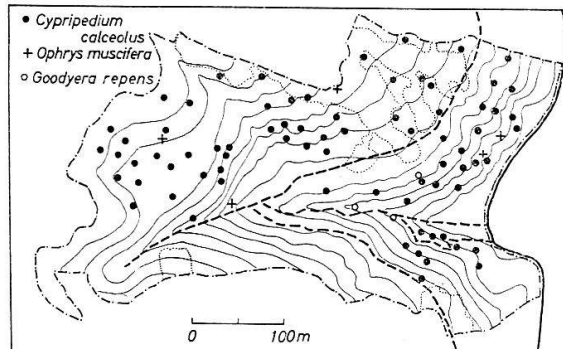


14

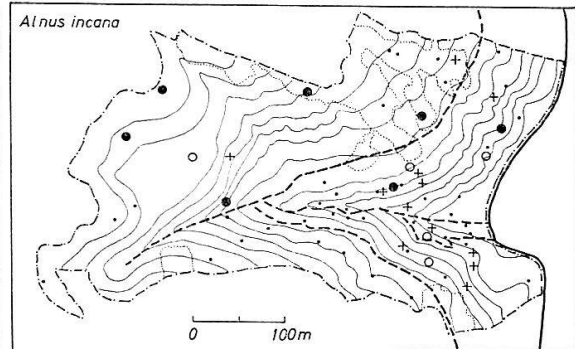


15

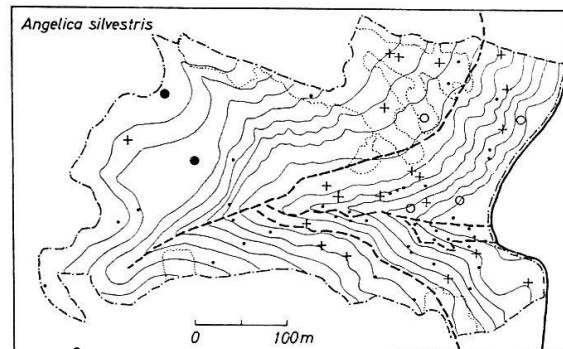
Abb. 12–15. Vorkommen und Mengen von Graslilie, Heilziest, Bluthartriegel und Immenblatt in den Aufnahmen (Signaturen in Abb. 8).



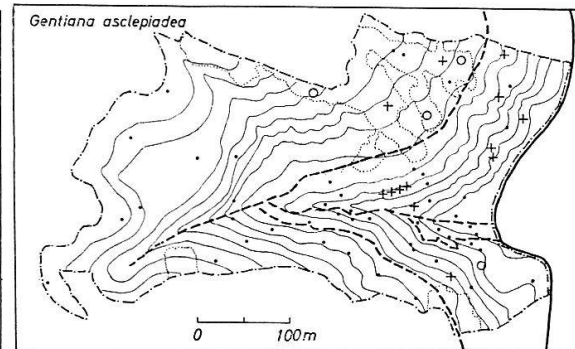
16



17



18



19

Abb. 16. Vorkommen einiger Orchideen am Girstel. Die Punkte für *Cypripedium calceolus* deuten auf das Auftreten einzelner oder mehrerer Exemplare im Umkreise von ca. 20 m hin. Abb. 17–19. Vorkommen und Mengen von Grünerle, Engelwurz und Schwalbenwurz-Enzian in den Aufnahmen (Signaturen in Abb. 8).



Abb. 20. Hirschwurz-
Pfeifengras-Föhrenwald
mit Bergföhren am
oberen Südhang im Über-
gang zur Bergamander-
Wundkleeblur nahe
Aufn. 17.



Abb. 21.
Blühender Frauenschuh
im Pfeifengras-Föhren-
wald des Nordhanges
unter Bergföhren.

b) Der Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald

Diese Untergesellschaft (III A) hat den Schwerpunkt ihrer Verbreitung an den oberen Teilen der Sonnenhänge (Abb. 20) oder an stark aufgelichteten, meist jungerodierten Hangpartien anderer Exposition. In der typischen Ausbildung begegnen wir dem reinen Pfeifengras-Föhrenwald in seiner vollen Entfaltung, die offensichtlich nur an den verhältnismässig trocken-warmen Standorten möglich ist. Wir können sie als eine bis zu einem gewissen Grade ausgereifte Dauergesellschaft auffassen, in der sich also Standort und Artengefüge auf ein im Laufe der Jahre nur noch wenig veränderliches Gleichgewicht eingespielt haben. Ihre lokalen Trennarten gegen die artenärmere Ausbildung (Gruppe G) sind, wie auch die Arten der Gruppe H, grösstenteils Kräuter mit auffälligen Blüten, die wir ausserdem in Trockenrasen, in den trockeneren Pfeifengraswiesen (I A) oder in Trockenbuschgesellschaften (*Quercetalia pubescentis*) wiederfinden. Nur *Polygala chamaebuxus* und *Epipactis atropurpurea* erscheinen im Voralpengebiet enger an Föhrenwälder gebunden.

Zum Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald werden wegen ihrer ähnlichen Artenkombination weitere Gesellschaften gerechnet, die nur kleine Flächen, besonders an den steilen obersten Hangpartien besiedeln und durch eine lückenhaftere, niedrigere Grasnarbe sowie spärlicheren und niedrigeren Föhrenwuchs oder auch durch Baumfreiheit von der typischen Ausbildung abweichen (Wundkleeflur, III A1). Es kann sich dabei ebenfalls um Dauergesellschaften handeln, deren Böden aber ständig einer verstärkten Oberflächenerosion ausgesetzt sind, oder um jüngere, noch nicht geschlossene Entwicklungsstadien des Pfeifengras-Föhrenwaldes. Von den hohen Gräsern weniger behindert, können sich die niedrigwüchsigen Arten, wie *Polygala chamaebuxus* und *Hippocrepis comosa*, aber ebenso die meisten übrigen Kräuter aus Gruppe G, besonders gut entwickeln. Hinzu treten die z.T. noch konkurrenzschwächeren und anspruchsloseren Arten der Gruppen D und E, von denen vor allem *Anthyllis vulneraria* als Erstbesiedler der kahlen Rohböden noch zahlreich vorhanden sein kann.

Auf die trockensten Südhangpartien ist die Gruppe F mit dem zum Xerobrometum überleitenden, flache Polster bildenden *Teucrium montanum*, mit *Aster amellus* und wenigen anderen Arten beschränkt. Sie kennzeichnet die Berggamander-Wundkleeflur (III A1 b). *Thymus serpyllum* und *Carex humilis* haben hier ebenfalls ihren Schwerpunkt, greifen aber stärker in die Wundkleefluren der übrigen Hänge (III A1 a) über und stehen deshalb in Gruppe E. Verwandt ist die Gruppe D mit *Tofieldia calyculata*, die jedoch zu Kalkflachmoor-Gesellschaften und zu den Pfeifengraswiesen (I) hinüberweist und eher die feuchteren Stellen, besonders die Schatthänge, besiedelt. Sie wächst aber auch in unmittelbarer Nachbarschaft zu den ausgesprochenen Trockenrasen-

pflanzen, was wiederum auf den Wechsel von Zeiten mit überwiegender Ver-
nässung und solchen mit vorherrschender Austrocknung des Bodens schliessen
lässt, wobei jeweils der eine oder der andere Gesellschaftspartner relativ be-
günstigt wird. Es ist anzunehmen, dass die Berggamander-Wundkleeflur (III
A1b) allmählich in den typischen Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald (III
A2), die reine Wundkleeflur (III A1a) dagegen in den artenarmen Pfeifengras-
Föhrenwald (III B) (vgl. S. 39) übergehen würde, sofern es der Vegetation
gelänge, durch dichte Durchwurzelung und Bedeckung den Boden soweit fest-
zuhalten, dass die Erosion verlangsamt wird. Im ersten Falle (Sukzession A1b →
III A2) halten sich die bereits vollzählig vorhandenen Arten der Gruppen
G und H infolge ausreichenden Licht- und Wärmegenusses auch in der anschlies-
senden Gesellschaft. Im zweiten Fall (Sukzession III A1a → III B) werden
sie im Schatten der übrigen Gräser und Kräuter allmählich unterdrückt.

Auch eine umgekehrte Entwicklung kommt vor, wenn etwa durch zunehmende Ero-
sion an einer Stelle im typischen Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald der Boden und die
Pflanzendecke aufgerissen und lückenhaft werden, so dass die Berggamander-Wundkleef-
flur eindringt. Es muss an diesen Hängen mit einem ständigen Wechsel in beiden Rich-
tungen gerechnet werden.

Das folgende Bodenprofil kann als charakteristisch für die flachgründigen Standorte
des Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwaldes angesehen werden. Es ist als gleyartig ver-
änderte Protorendzina mit Entwicklungstendenz zur Mullrendzina (nach KUBIĚNA
1953) zu bezeichnen (vgl. Abb. 29).

Profil 2*. Veg.-Einheit III A1b Aufn.-Fläche 17 19.4.1961	
0–2 cm	Streueschicht: Unzersetzte Blätter der Gräser und Nadeln der Föhren, dar- unter schwarzbraunes, humoses Material verschiedenen Zersetzungsgrades, nesterweise von Wurm Kot feinkrümelig (Tangelhumus)
2–5 cm	Toniger Lehm, dicht (kantig brechend), gelblichgrau, mit zahlreichen dun- kelbraunen Humusflecken, diese lockerer (krümelig brechend), insgesamt stark durchwurzelt, frisch
5–15 cm	Desgl., schwächer humusfleckig, dichter, noch mit Wurzeln, mit eingestreuten grauen Sandsteinbröckchen, diese leicht brechend, glimmerhaltig; frisch
15–25 cm	Desgl., kaum noch humusfleckig, heller, weniger dicht (krümelig brechend), etwas stärker durchwurzelt, Mosaik von hellgrauen, gelblichen, braunen und kleinen rostigen Flecken, frisch
25–35 cm	Verwitterter Sandstein: Sandiger Lehm, kantig brechend, rostbraun mit dunkleren Verhärtungen, nach unten zunehmend mit Bröckchen des folgen- den Horizontes, schwach durchwurzelt, frisch
35–80 cm	Sandstein, hellviolett, hart, aber leicht zerreibbar, glimmerhaltig, mit grö- seren gelbgrauen und kleineren ockerfarbenen Flecken, etwas gebändert, stellenweise weich und brüchig; kleine rostige bis dunkelbraune, meist här- tere Flecken vorhanden; einzelne Baumwurzeln; trockener
> 80 cm	Desgl., aber gleichmässiger hellviolett und hart, ohne Wurzeln

* Die Numerierung der Profile entspricht Abb. 29. In diesem und den auf S. 38, 41
u. 43 folgenden Profilen bedeutet ausgezogene Linie = Horizontgrenze scharf, punktierte
Linie = Horizontgrenze unscharf.

c) Die Steinbrechflur

Eine floristische Verwandtschaft zur Wundkleeflur zeigt die durch *Saxifraga mutata* gekennzeichnete Steinbrechflur, die aber auf Grund mancher Merkmale als eigene Gesellschaft (II) anzusehen ist. Eine Sukzession zum Pfeifengras-Föhrenwald ist bei ihr unwahrscheinlich. Diese Gesellschaft besiedelt nämlich kleinflächig die fast stets sicker- oder rieselfeuchten, zuweilen durch Kalktuff oberflächlich verhärteten oder sonst infolge ständig überwiegender Erosion flachgründigen Stellen in der Mitte der stark abschüssigen Steilhangmulden, die fast gänzlich auf die Nordseite beschränkt sind und zwischen den baumbestandenen Hangrippen auch während des Sommers nur wenig direktes Sonnenlicht erhalten (Abb.22). Die niedrige Vegetation bedeckt den Boden oft auch hier nur lückenhaft. Der Baum- und Strauchwuchs ist ebenfalls spärlich und erreicht nur selten Höhen bis zu 5 m. Die Keimlinge und Jungpflanzen von Bergföhre, Fichte, Bergahorn, Esche oder Buche, die man öfter antrifft, setzen sich grösstenteils nicht durch, zeigen Chlorosen oder Kümmerwuchs und sterben schliesslich ab. Ausser der oft mächtige, fleischige Rosetten bildenden *Saxifraga mutata* ist nach meinen Beobachtungen nur *Pinguicula alpina* für diese Gesellschaft am Girstel charakteristisch (Gruppe C). *Ophrys muscifera* (Abb.16) ist auffallend auf die offenen Stellen der feuchten Nordhänge beschränkt, kommt jedoch nur vereinzelt vor.

Im übrigen hat diese Gesellschaft mit der Wundkleeflur die Arten der Gruppe D, besonders *Tofieldia calyculata*, gemeinsam, mit dem ganzen Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald noch vor allem *Cirsium tuberosum*, *Chrysanthemum leucanthemum* und *Polygala chamaebuxus*, ferner die hier nur vereinzelt und kümmerlich wachsenden Bergföhren, die Weiden und Grünerlen, *Bellidiastrum michelii* und andere Arten der Gruppe I. *Carex flacca* kommt hier reichlicher vor als in jeder anderen Gesellschaft des Girstel (Abb.26). Von den anderen Gräsern und Seggen sind *Molinia coerulea* und *Sesleria coerulea* noch stark vertreten, häufig auch *Calamagrostis varia* und *Festuca amethystina*, während *Brachypodium pinnatum* und *Carex montana* – wie bereits in der Wundkleeflur der Nordhänge – zurücktreten. Vereinzelt erscheinen Arten aus den Pfeifengraswiesen (Gruppe B), die dem Föhrenwald, abgesehen von dessen noch zu besprechenden feuchtesten Ausbildungsformen, fehlen. Zu nennen sind *Parnassia palustris* und eine Anzahl von z.T. tuffbildenden Moosen, wie *Cratoneurum commutatum*, *Bryum bimum*, *Chrysohypnum stellatum*, *Fissidens adiantoides* und *Orthothecium rufescens*. *Ctenidium molluscum* ist von den Einheiten I bis IV überall am Girstel vertreten. Seine höchste Stetigkeit und Menge erreicht es aber in der Steinbrechflur und daneben noch in der Wundkleeflur, wo es als Rohbodenpionier grössere Flächen mit seinen goldbraunen Teppichen überziehen kann.

d) Die Pfeifengraswiesen

Auf die Verwandtschaft der Pfeifengraswiesen (I) zum Pfeifengras-Föhrenwald, die schon im Namen zum Ausdruck kommt, wurde bereits (S. 28) hingewiesen. Im Standort unterscheiden sie sich von den Hangwäldern durch die früher jährlich einmal ausgeübte Mahd und die entsprechend gleichmässige, volle Belichtung, die auch grösser ist als in der relativ offenen Wundkleeflur,

an den unten beschriebenen baumfreien Stellen des artenarmen Pfeifengras-Föhrenwaldes und in der Steinbrechflur, weil diese meist kleinflächig ausgebildeten Gesellschaften mindestens zeitweilig aus der Nachbarschaft eine stärkere Beschattung empfangen (vgl. S. 23, Abb. 6). Seit Aufhören der Mahd wachsen allerdings junge Birken, Weiden, Grauerlen, Föhren, Eschen und Ahorne in den Wiesen heran und kündigen die allmähliche Wiederbewaldung an, wie sie am weitesten bereits in der Aufnahmefläche 8 vorgeschritten ist. Auch höhere Stauden, wie besonders die immer weiter einwandernde *Molinia coerulea* ssp. *litoralis* (vgl. S. 63), führen zu stärkerer Bodenbeschattung. Ein weiterer Standortsfaktor ist die weniger starke und häufige Austrocknung auch im verhältnismässig trockneren Teil (IA) der Pfeifengraswiesen als Folge der geringeren Hangneigung und der Lage in Senken unterhalb der steileren Hangpartien. Somit finden wir in der lokal kennzeichnenden Gruppe B vor allem Arten, die an gleichmässiger Feuchtigkeit angepasst sind und die frühere Mahd ertragen konnten. Es sind z.T. Flachmoorarten, wie *Carex davalliana* und die *Eriophorum*-Arten, z.T. bekannte Vertreter feuchter Streuwiesen, wie *Carex hostiana* und *Epipactis palustris*, schliesslich auch gewöhnliche Wiesenpflanzen, wie *Colchicum autumnale* und *Vicia cracca*. Stark vertreten ist in den Girstel-Wiesen auch *Equisetum maximum*.

Den feuchten Pfeifengraswiesen (I B) wurden einzelne sumpfige Lichtungen im Nordhangwald auf Grund ihrer Artenkombination zugerechnet, obgleich diese sicher nicht zu den ehemaligen Streuwiesen gehören. Wir haben es hier mit einem Beispiel für die nahe floristische Verwandtschaft von natürlichen bzw. naturnahen zu künstlich bedingten Pflanzengesellschaften zu tun.

Die trockeneren Pfeifengraswiesen (I A) enthalten zusätzlich noch die Gruppe A mit *Bromus erectus* sowie eine grössere Anzahl von Arten aus den Gruppen F, G und H, z.B. *Galium verum* und *Anthericum ramosum*. Sie leiten über zu der Trespenwiese (Mesobrometum), die im Girstel-Kartierungsgebiet nur an einer Stelle am Südrand (M) vorkommt und wegen ihrer geringen Bedeutung nicht durch Aufnahmen belegt wurde.

Das Bodenprofil aus einer trockeneren Pfeifengraswiese unterscheidet sich von dem aus III A (S. 36, Nr. 2) durch das Fehlen von anstehendem Muttergestein und durch den mindestens zeitweise wirksamen, direkten Grundwassereinfluss. Er ist daher schon zu den Gley- oder Pseudogleyböden zu rechnen (vgl. Abb.29).

Profil 1 Veg.-Einheit I A Aufn.-Fläche 2 20.4.1961

1 cm	Pflanzliche Reste
0-10 cm	Toniger Lehm, krümelig brechend, graubraun, humos, stark durchwurzelt, mit vielen Poren, feucht
10-25 cm	Desgl., muschelrig brechend (dichter), heller, mässig humos, mässig durchwurzelt, mit zahlreichen stecknadelkopf- bis erbsengrossen Rostflecken und einigen feinen Poren, feucht
25-60 cm	Desgl., muschelrig bis kantig brechend (sehr dicht), gelblichgrau, humusfrei, nur einzelne Wurzelreste im oberen Teil, viele Rostflecken, wenig Poren, sehr feucht
>60 cm	Wie oberhalb, aber etwas sandiger oder schluffiger, ohne Wurzeln, etwas weniger Rostflecken, sehr nass (Grundwasser) Im ganzen Profil einzelne Sandsteinbröckchen

e) Der artenarme Pfeifengras-Föhrenwald

Der grössere Teil der steilen, oberen Girstel-Hänge wird nicht von der als besonders typisch und vollständig bezeichneten Hirschwurz-Untergesellschaft, sondern von einer an Arten merklich verarmten Pflanzengemeinschaft (III B) eingenommen, die aber nichtsdestoweniger als eine Erscheinungsform des reinen Pfeifengras-Föhrenwaldes anzusehen ist. Es sind vor allem die weniger besonnten, kühleren, länger schneebedeckten (Abb. 5) und seltener austrocknenden Hänge in Nord- bis Westexposition (Abb. 3), ausserdem einige feuchtere Muldenlagen am Südhang. Die Artenverarmung (Abb. 25) hängt mit dem Zurücktreten der licht- und wärmebedürftigen, mehr Trockenheit ertragenden Kräuter zusammen (vgl. S. 59 und Abb. 12–15). Die hohen Gräser bilden dagegen auch hier noch üppige Bestände, da die Beschattung durch die Bäume nur wenig gegenüber dem Südhang zunimmt (Abb. 25). Die Bergföhre ist auf diesen Standorten vielfach der einzig beherrschende, wenn auch selten über 12 m hohe Baum (vgl. Abb. 7), vor dem auch die Waldföhre zurücktritt.

In den ausgesprochenen Schattenlagen ist meistens eine ziemlich artenreiche, üppige Moosschicht am Grunde des Rasens ausgebildet, die auf gleichmässige Feuchtigkeit über der Bodenoberfläche hinweist. Mit ihr steht augenscheinlich eine schwache Tendenz zur Versauerung im Zusammenhang, die aber bei dem rohen, durch Erosion immer wieder an der Reifung verhinderten, kalkreichen Bodenprofil nicht in die Tiefe wirkt und daher selbst in der Auflagehumusschicht nur zu einer Senkung des messbaren pH-Wertes bis zum Neutralpunkt führt (Abb. 31). Einige als Säurezeiger geltende Moose, wie *Hylocomium splendens* und *Dicranum scoparium*, stellenweise sogar *Bazzania trilobata*, sowie auch *Vaccinium myrtillus* geben aber einen Hinweis auf die Tatsache.

Der obere Nordhang ist im Gegensatz zum Südhang durch Erosion sehr stark und regelmässig in Rippen und Rinnen aufgegliedert. Dies kommt bereits im Verlauf der Höhenlinien (Abb. 2) zum Ausdruck. Noch deutlicher gibt die Vegetationskarte (Abb. 3) darüber Auskunft, weil die Pflanzengesellschaften diesen kleinräumigen Wechsel der Standorte sehr genau anzeigen. Die Rinnen sind fast baumfrei und werden häufig von der Steinbrechflur eingenommen (Abb. 22). Auf den Rippen siedelt dagegen, oft in schmalen, viel Seitenlicht empfangenden, senkrechten Streifen der typische artenarme Pfeifengras-Föhrenwald (III B1). In regenarmen Perioden ist es hier noch möglich, dass die Wasserversorgung für die Föhrenwurzeln erschwert, wenn auch weniger als am Südhang gefährdet ist. Andererseits besteht bei Niederschlagsreichtum die Gefahr der übermässigen Bodenvernässung, die jedoch wiederum auf den Rippen geringer ist als in den Mulden und Rinnen. In diesen tritt daher vielfach im Übergang zur Steinbrechflur, in der Regel an den weniger stark erodierten und etwas tiefgründigeren Muldenrändern, eine ebenfalls baumfreie oder nur von den Seiten her durch Bäume überschattete Gesellschaft (baumfreie Sumpfvariante, III B2a) auf, die jedoch in ihrer übrigen Zusammensetzung



Abb. 22.
Mulde im Nordhang.
Standort der Steinbrech-
flur. Auf den Hangrippen
artenarmer Pfeifengras-
Föhrenwald mit Berg-
föhren und Mehlbeeren.



Abb. 23. Mit Bergföhren
bestandene Sumpf-
variante des artenarmen
Pfeifengras-Föhren-
waldes auf schwach
geneigtem Nordhang.
Equisetum maximum
stark vertreten.

zung noch weitgehend dem artenarmen Pfeifengras-Föhrenwald gleicht, abgesehen von einzelnen zusätzlich eindringenden Feuchtigkeitszeigern aus Gruppe B, wie *Carex davalliana* und *Carex panicea*. Bezeichnend ist auch das Auftreten des Tuffmooses *Cratoneurum commutatum*. Physiognomisch ähneln diese Bestände bereits den Pfeifengraswiesen.

Diese Einheit wurde zunächst nur am Südhang, wo sie in zwei schmalen feuchteren Rinnen auftritt, durch Aufnahmen (36, 37) belegt und ausgesondert. Erst bei der Kartierung stellte es sich als zweckmässig und berechtigt heraus, die baumfreien, durch einzelne Vertreter der Gruppe B schwach vom Typ III B1 abweichenden Flächen am Nordhang als Einheit III B2a wegen ihrer Häufigkeit gesondert zu kartieren und mit der genannten feuchten Gesellschaft vom Südhang zusammenzufassen. Weitere Aufnahmen konnten wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit nicht mehr geliefert werden. Aufnahme 35 vom Nordhang steht dieser Variante sehr nahe (*Cratoneurum commutatum!*).

Eine noch grössere Ähnlichkeit mit der typischen Untergesellschaft III B1 zeigt die verwandte «Baumbestandene Sumpfvvariante» (III B2b), da hier regelmässig eine Baumschicht von bis etwa 12 m hohen Bergföhren und z.T. auch Waldföhren vorhanden ist. Auf die vorherrschende Bodenvernässung weisen aber auch hier *Equisetum maximum* und einige weitere Zeigerpflanzen aus Gruppe B wie in der vorigen Einheit (III B2a) hin. Diese Gesellschaft findet sich vor allem auf den schwächer geneigten, unteren Nordhangteilen, also in ähnlicher Lage und auf ähnlichen Böden wie die Pfeifengraswiesen, oft auch in Nachbarschaft zu den sumpfigen Lichtungen, die (S. 38) zur Einheit I B gerechnet wurden. Sie fehlt dagegen am Steilhang (Abb.23).

Zwei Profile aus dem artenarmen Pfeifengras-Föhrenwald zeigen wie dasjenige vom Südhang (S. 36, Nr. 2) hoch anstehendes Muttergestein. Der Feuchtigkeitswechsel dürfte auf der Hangrippe (Nr.3), nach der rostigen Scheckung zu urteilen, ausgeprägter sein, während in der Mulde (Nr.4) bereits die Vernässung überwiegt. In beiden Fällen können wir von «stark gleyartig veränderter Protorendzina» sprechen (vgl. Abb.29).

Profil 3 Veg.-Einheit III B1 Aufn.-Fläche 34 19.4.1961

0-2 cm	Verschieden weit zersetzte Blatt- und Nadelreste, darunter feinkrümeliger, schwärzlicher Humus (Wurmkot) (Tangelhumus)
2-8 cm	Toniger Lehm, hellgraubraun, plastisch, dicht, mässig humos mit einigen stärker humosen Nestern; zahlreiche Wurzeln und Rhizome; nass
8-30 cm	Desgl., gelbgrau, dicht (kantig brechend), humusarm, schwach durchwurzelt, nach unten zunehmend hellrostig gescheckt; eingestreut halbverwitterte, härtere, hellgelbbraune oder hellgraue Brocken des Muttergesteins; stark feucht
30-65 cm	Verwittertes, gebändertes Muttergestein: Violett-hellgraues, härteres, schwach sandiges, plattig brechendes Tonmergelgestein im Wechsel mit ockerfarbigem, weicherem Mergelsandstein, besonders dieser hellrostig gescheckt; sehr wenige Baumwurzeln, weniger feucht erscheinend
>65 cm	Schwach sandiges Mergelgestein, hellgrau, ohne sichtliche Verwitterung

Profil 4 Veg.-Einheit III B2a bei Aufn.-Fläche 35 19.4.1961

0–2 cm	Blatt- und Moosreste über schwärzlich-braunem Humus
2–8 cm	Lehmiger Ton, hellbräunlichgrau, sehr plastisch, dicht, schwach humos, mit Wurzeln und Rhizomen, nass
8–30 cm	Lehmiger Ton, hellgelblichgrau, fast humusfrei, mit einzelnen hellgrauen Sandsteinbröckchen und kleinen ockergelben Flecken, schwach durchwurzelt, nass
30–50 cm	Desgl., aber heller, ohne Bröckchen, ohne Flecken, ohne Wurzeln, nass
>50 cm	Muttergestein, bräunlichgrauer, mässig harter Sandstein



Abb. 24. Pfeifengras-Föhren-Buchenwald am Südhang, von Waldföhren beherrscht. Im Hintergrund Bergahorn und Eibe.

2. Die buchenreicheren Gesellschaften am Girstel

a) Der Pfeifengras-Föhren-Buchenwald

Die Übergangsgesellschaften zwischen Föhren- und Laubmischwald nehmen am Albis und auch am Girstel mehr Raum ein als die bisher beschriebenen reinen Typen. Im Pfeifengras-Föhren-Buchenwald (IV) des Kartierungsgebietes herrscht im allgemeinen noch die Waldföhre in der Baumschicht

(Abb. 24). Wo sie fehlt, wurden doch *Molinia* und die drei anderen, verhältnismässig lichtbedürftigen Gräser, die als ihre lokalen Hauptbegleiter in Gruppe K zusammengefasst sind, wenigstens teilweise mit Mengenziffer 2 oder mehr verzeichnet. Als Folge der stärkeren Bodenbeschattung durch Laubbäume und Sträucher bilden sie aber oft nicht mehr jene dichtgeschlossenen Rasen wie im reinen Föhrenwald und machen dadurch den weniger lichtbedürftigen Waldpflanzen (Gruppe N) Platz. Diese würden allerdings grossenteils auch abgesehen von den Lichtverhältnissen nur schwer auf den flachgründigen, rohen Böden und unter den zeitweise erschwerten Wasserversorgungsbedingungen der steilen Oberhänge fortkommen.

Die Gesellschaft lässt sich in zwei Einheiten unterteilen: Der Frauenschuh-Pfeifengras-Föhren-Buchenwald (IV A) ist, wie aus der Übersichtstabelle ersichtlich, noch durch eine grössere Anzahl von Föhrenwald-Arten bereichert (Gruppen H und I, vereinzelt auch G und *Carex humilis* aus E). Im Typischen Pfeifengras-Föhren-Buchenwald (IV B) fehlen diese Gruppen gänzlich, und nur die Gruppe K bleibt neben L, M, N und O übrig. Die Böden der Einheit IV sind durchweg stabiler, tiefgründiger und ausgereifter als in III. In der Wasserführung treten wahrscheinlich weniger grosse Schwankungen auf. Doch kann gelegentlich auch hier in den oberen Horizonten Wassermangel eintreten. Die Einheit IV A vermittelt auch standörtlich zwischen III und IV B.

Die Bodenprofile aus den beiden Untergesellschaften erinnern in Bodenart und Dichte noch an die der vorher besprochenen Gesellschaften. Doch finden wir kein hoch anstehendes Muttergestein und keine deutlichen Hinweise auf Wechselfeuchtigkeit in den oberen Horizonten, dagegen tiefere Durchwurzelung und Durchmischung mit humosen Bestandteilen. Diese Profile leiten bereits zur eutrophen Braunerde über oder müssen wenigstens als «mässig verbrauchte Mullrendzina» bezeichnet werden (vgl. Abb. 29).

Profil 5 Veg.-Einheit IV A1 Probeentn.-Stelle d 20.4.1961

0–1 cm	Streuschicht aus Fallaub, Eiben- und Föhrennadeln über mässig zersetzter, schwärzlichbrauner Humusschicht (Tangelhumus)
1–8 cm	Lehm, dunkelbraungrau, krümelig brechend, humos, viel Wurm Kot, durchwurzelt, frisch
8–30 cm	Desgl., hellbraungrau, Mosaik aus dunkleren, humosen und helleren Flecken, dichter (kantig brechend), mit einigen Stecknadelporen, noch reichlich durchwurzelt (besonders Baumwurzeln), frisch
30–45 cm	Desgl., aber heller, geringerer Humusanteil, dicht (scharfkantig brechend), etwas schwächer durchwurzelt, kleine Sandsteinbröckchen, frisch
45–90 cm	Desgl., gelblichgrau, humusfrei, dicht, stellenweise etwas sandigere Linsen, weisslich-graue Sandstein- und harte Mergelbrocken, einzelne Baumwurzeln, nach unten zunehmend rostfleckig, mässig frisch

0–1 cm	Schwärzlichbrauner Humus, vermengt mit unzersetzter Streu (Laub und Nadeln), nesterweise viel Wurm Kot
1–10 cm	Toniger Lehm, graubraun, humos, stark durchwurzelt, mässig verdichtet (muschelrig brechend), mit feinen Poren, frisch
10–25 cm	Desgl., aber heller, schwächer humos, gut durchwurzelt, mit mehreren hellgrauen Sandsteinbrocken, frisch
25–50 cm	Lehm, ockergrau mit heller gelblichen und hellgrauen Sandsteinresten, schwach, stellenweise in alten Wurzelgängen stärker humos, noch gut durchwurzelt (Baumwurzeln bis 3 cm dick), mässig dicht, frisch
50–80 cm	Desgl., gelblich-ocker, humusärmer, stellenweise hellgrau, härter und sandiger, noch mässig durchwurzelt, mässig frisch
80–100 cm	Desgl., aber etwas sandiger und heller, schwach durchwurzelt

Von den Arten der Gruppe N sind naturgemäss die meisten in IV B mit höherer Stetigkeit und Menge anzutreffen als im IV A, z.B. *Fagus sylvatica*, *Taxus baccata*, *Daphne mezereum*, *Viburnum opulus*, *Lonicera alpigena*, *Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Anemone nemorosa*, *Viola sylvatica*, *Carex sylvatica*, ebenso aus Gruppe M *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* und *Picea excelsa*. Nur *Cephalanthera longifolia* und von den sonst Indifferenten (Gruppe Q) noch *Listera ovata*, *Aquilegia vulgaris*, *Pimpinella major* und *Polygonatum officinale* scheinen die Frauenschuh-Untergesellschaft zu bevorzugen, die sich überhaupt durch grösseren Artenreichtum auszeichnet (Abb. 25).

Zur Gruppe N neigen auch die in den Aufnahmen vom Girstel weniger vertretenen Arten (Gruppe Q) *Neottia nidus avis*, *Sanicula europaea*, *Paris quadrifolia*, *Tamus communis*, *Polygonatum multiflorum* und *Brachypodium silvaticum*. *Pteridium aquilinum* (Gruppe N) vermittelt zu Gruppe M. Dieser Farn erscheint nicht selten auch in nicht mehr gemähten Pfeifengraswiesen und an anderen offenen Stellen, sofern sie nicht zu trocken sind (z.B. III B2a). Dem Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald bleibt er fern.

In beiden Untergesellschaften tritt wieder eine Ausbildungsform mit *Equisetum maximum* auf (Feuchte Varianten, IV A2 und IV B2). Vor allem IV A2 ist auf den schwächer geneigten, vernässten Nordhangflächen ziemlich verbreitet. Die Gruppe H fehlt ihr normalerweise. Esche und Grauerle können hier die herrschenden Holzarten sein, die jedoch beide keine grosse Höhe erreichen.

Der Typische Pfeifengras-Föhren-Buchenwald schliesst am Südhang ziemlich gleichmässig und grossflächig nach unten an den Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald an, von dem er nur durch einen schmalen Übergangsstreifen des Frauenschuh-Pfeifengras-Föhren-Buchenwaldes getrennt wird (Abb. 3). Andererseits bilden beide Untergesellschaften im Süden und Norden einen Saum an der oberen Hangkante zwischen der versauerten Hochflächen-Gesellschaft (Heidelbeer-Traubeneichen-Buchenwald, VA 2) und den reinen Pfeifengras-

Föhrenwäldern des Steilhanges. Verwickelter erscheinen die Verhältnisse auf der Nordseite: Die Frauenschuh-Untergesellschaft nimmt hier unterhalb des zerfurchten, steilsten Oberhanges einen grossen Raum ein, wovon ein beträchtlicher Teil der Feuchten Variante (IV A 2) zuzurechnen ist. Er verzahnt sich mit den Einheiten III B 2a und III B 2b, sowie stellenweise mit III B 1, ferner mit Inseln von II und I. Alle diese Gesellschaften weisen im Durchschnitt auf verhältnismässig stark vernässte Standorte, meist Mulden- oder Schatthanglagen, hin. Die typische Untergesellschaft (IV B 1) findet sich auf dieser Seite dagegen auf den trockeneren Terrassen und z. B. auf dem breiten, sanft abfallenden Rücken in der Nordwestecke, wo wir auch bereits Anzeichen einer beginnenden Bodenreifung bemerken (Abb. 31).

b) Die Laubmischwälder und die Stellung der Eibe

Die wenigen kartierten Flächen am Girstel, auf denen die Waldföhre und die begleitenden Gräser (Gruppe K) fehlen oder nur noch versprengt auftreten, werden anderen Waldgesellschaften zugerechnet, die sonst an den Hängen des Albis nicht selten sind. Wegen der geringen Zahl von Aufnahmen kann das Gliederungsprinzip nicht mehr klar aus der Übersichtstabelle hervorgehen. Der Bergseggen-Traubeneichen-Buchenwald (V A) ist durch das starke Vorherrschen der Traubeneiche neben der Buche und das Zurücktreten von Esche und Bergahorn in der Baumschicht gekennzeichnet. Im übrigen schliesst sich die Einheit floristisch und in den Standortseigenschaften an den Pfeifengras-Föhren-Buchenwald an. Die Böden sind in der Regel infolge weniger steiler Hanglage weiter entwickelt und z. T. stärker entbast und versauert (Abb. 31). So stellen sich insbesondere auf der Hochfläche *Vaccinium myrtillus* und andere relative Säurezeiger (Gruppe P) ein (Heidelbeer-Traubeneichen-Buchenwald, V A 2). Im Wasserhaushalt dürfte V A noch IV B ähneln. Die Verwandtschaft wird angedeutet durch das gemeinsame Vorkommen von *Carex flacca*, die als Zeiger für Wechselfeuchtigkeit angesehen wird, *Carex montana*, deren Verbreitungsschwerpunkt auf eher etwas trockenen Waldböden liegt (vgl. Abb. 8 und 26), häufig, wenn auch nicht aus der Tabelle ersichtlich, durch Gruppe L, insbesondere *Sorbus aria*, die schwach wärmeliebenden Sträucher und *Melittis melissophyllum*. Diese und etliche weitere Arten reichen damit vom reinen Pfeifengras-Föhrenwald bis zum Traubeneichen-Buchenwald und verwandten Laubwaldgesellschaften der mässig warmen und trockenen bis frischen Hänge (z. B. Carici-Fagetum, Moor 1952) fehlen dagegen den ausgesprochen schattigen, feuchten und nährstoffreichen Standorten in Hangfusslagen oder Mulden. Das gilt auch für einige Arten aus Gruppe N, insbesondere *Rosa arvensis*, *Ilex aquifolium* und auch für *Taxus baccata*.

Die Eibe findet sich im Albisgebiet auf einer weit gespannten Reihe von Standorten, denen nur die meist steile, von den Tälern her früher schwer zugängliche Hanglage gemeinsam ist, also vom Buchen-, Eschen- oder Bergahornwald über den Traubeneichen-Buchenwald bis hin zum Pfeifengras-Föhren-Buchenwald, an Schatthängen wie an Sonnenhängen. Am Girstel ist sie auf der Südseite wesentlich reichlicher vertreten als im Norden (Abb.7). Durch ihre Stellung in Gruppe N erweist sie sich als mit der Buche ökologisch verwandt, doch ist sie keineswegs auf eine bestimmte Buchenwaldgesellschaft beschränkt (Taxo-Fagetum, ETTER 1947). Eher dürfte ihr Verbreitungsschwerpunkt am Albis im Grenzbereich zwischen Föhren- und Laubmischwaldgesellschaften liegen, also in unseren Einheiten IV und V A. In jeder dieser Gesellschaften sowie im schattigeren Buchenmischwald liessen sich nach ihrem Vorkommen oder Fehlen «Eiben-Varianten» oder eibenfreie «typische Varianten» bilden. Zur Beurteilung der Standorte hätte diese Unterscheidung jedoch geringen Wert, da das Eibenvorkommen meistens eher historische als ökologische Gründe haben wird.

Bei reichlichem Auftreten von Eiben ist die Krautschicht infolge des tiefen Schattens spärlich und artenarm, unabhängig von den sonst herrschenden Standortseigenschaften. Dies zeigt ein Vergleich von drei Aufnahmepaaren am Girstel in der folgenden Tabelle.

Aufnahme-Nummer (T = unter Taxus)	44	45	57	44	45	57		44	45	57	44	45	57	
	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	
Baumschicht							Carex montana	3	3	3	+	1	1	
Pinus silvestris	2	4		1	4	+	N Hedera helix	2	1	2	+	+	+	
Fagus sylvatica	3	1		4	1		Melittis melissophyllum	1	1	1	+	1	+	
Fraxinus excelsior			1			3	K Molinia coerulea ssp.lit.	1	+	2	+	+	+	
Acer pseudoplatanus	1			2			I Orchis maculata	+	+	1	+	+	+	
Picea abies	1			1			Epipactis helleborine	1	+	+	+	+	+	
Taxus baccata	1	2		4	4	5	N Convallaria majalis	2	+	+			+	
Sorbus aria	4	3	4	1	2	3	Ajuga reptans	1	+	+	+			
Acer campestre		1					K Sesleria coerulea	2	2				+	
Strauchschicht							N Hieracium murorum	2	+	+			+	
Lonicera alpigena		+	+		+	+	Aquilegia vulgaris	1	+		+	+		
Ilex aquifolium		+			+	+	N Pteridium aquilinum		+	+	+	+		
Lonicera xylosteum	2	3	4		1	1	Carex flacca	+	1	2				
Cornus sanguinea	1	3	2		+	+	K Brachypodium pinnatum	+	1	2				
Viburnum lantana	+	2	1		+	+	Knautia silvatica	+	+	+				
Ligustrum vulgare	1	2	2		+	+	Prenanthes purpurea	+	+	+				
Viburnum opulus	+	1	1		+	+	Carex ornithopoda	2			+			
Daphne mezereum	+		1		+		N Euphorbia dulcis			1			+	
Rosa arvensis		+	+		+		Polygonatum officinale	1	+					
Crataegus monogyna			1			+	Ranunculus nemorosus	+	+					
Fagus sylvatica	1	+					I Galium boreale	+	+					
Fraxinus excelsior		+	2				I Potentilla erecta	+	+					
Acer campestre		+	+				H Stachys officinalis	+	+					
Frangula alnus		+	+				Centaurea montana	+	+					
Clematis vitalba		+	+				H Origanum vulgare	+						
Rosa pendulina	+						H Anthericum ramosum	+						
Prunus avium		+					N Phyteuma spicatum	+						
Prunus spinosa		+					I Succisa pratensis	+						
Juglans regia		+					Taraxacum officinale	+						
Berberis vulgaris		+					Cephalanthera damasonium	(+)						
Acer pseudoplatanus			+				I Laserpitium latifolium		+					
Tamus communis			1				G Geranium sanguineum		+					
Baumjungw.i.d.Krautsch.							E Carex humilis		+					
Fraxinus excelsior	2	+	2		1	1	1	(N) Polygonatum multiflorum			1			
Acer pseudoplatanus	1	1	+		1	+		N Carex silvatica			+			
Fagus sylvatica		+			+	+		(N) Paris quadrifolia			1			
Prunus avium			+			+		Bodenmoose						
Ulmus scabra					+			Eurhynchium swartzii	1	2	1	+		
Taxus baccata	+	+	+			+		Ctenidium molluscum	1	+	+		+	
Acer campestre	+	+	+					Fissidens taxifolius		1	+	+		
Quercus petraea		+						Fissidens cristatus	+	1	1			
Krautschicht								Tortella tortuosa		+	+			
N Carex digitata		1			1	1		Rhynchosostegium murale	+					
N Viola silvatica		+			+	+		Eurhynchium striatum			+			
(N) Neottia nidus avis		+			+	+		Brachythecium salebrosum			+			
N Rubus saxatilis	+					+		Chrysohypnum protensum			+			
I Bellidiastrum michelii	+					+								
Colchicum autumnale	+				+			Artenzahl (höhere Pfl.)	49	57	41	27	27	28
N Cephalanthera longifol.		+			+			" (Moose)	4	5	8	2	-	1
N Mercurialis perennis		+			+			" insgesamt	53	62	49	29	27	29
N Solidago virgaurea			+		+			Deckung der Krautschicht %	50	30	50	5	5	5
Angelica silvestris			+		+			Grösse der Aufn.-fl. m ²	32	100	100	100	75	50
Monotropa hypopitys					+									

Die Aufnahmeflächen unter Taxus (T) liegen in unmittelbarer Nachbarschaft am gleichen Standort neben den Normalaufnahmen, die unter gleicher Nummer auch in der Übersichtstabelle enthalten sind (Abb.2). Nur wenige Arten sind in beiden Fällen etwa gleich stark oder sogar mit den Eiben etwas stärker vertreten; 1. die Bäume, welche die

Eiben stets überragen, 2. einige Baumkeimlinge, die sich aber auf die Dauer im Schatten nicht durchsetzen werden, 3. einige Sträucher und Kräuter, darunter die chlorophyllfreien Saprophyten *Neottia nidus avis* und *Monotropa hypopitys*. In den eibenfreien Aufnahmen sind dagegen stärker vertreten: 1. die niedrigeren Bäume *Sorbus aria* und *Acer campestre*, 2. die Keimlinge von *Taxus baccata* selbst sowie von *Acer campestre* und *Quercus petraea*, 3. die meisten Strauch-, Kraut- und Moosarten. Zählen wir den Anteil von krautigen Arten aus den Trennarten-Gruppen E, G, H, I und K, die dem Föhrenwald nahestehen, und den der «Buchenbegleiter» aus Gruppe N bzw. dieser Gruppe nahestehenden Arten (N) unter den «Eiben-Indifferenten» einerseits und den «Eibenfliehenden» andererseits aus, so erhalten wir folgende Werte:

	«Eiben-Indifferente»	«Eibenfliehende»
Gruppen E, G, H, I, K	1 Art = 9%	13 Arten = 36%
Gruppen N mit (N)	7 Arten = 64%	9 Arten = 25%

Die lichtbedürftigeren Föhrenwaldarten können unter Eiben viel weniger gedeihen als die Buchenbegleiter. Man würde also, wenn man die Aufnahmen nur auf die von Eiben überschatteten Flächen beschränkte, unabhängig vom ringsum vorliegenden Standort zu Gesellschaften kommen, die buchenbetonten Wäldern näherstehen als den Föhrenwäldern. Wollte man dieses bei der Kartierung berücksichtigen, so müsste man unter Umständen fast jede Eibe oder Eibengruppe im Pfeifengras-Föhren-Buchenwald gesondert, z.B. als zum Traubeneichen-Buchenwald o.ä. gehörig, einzeichnen, obwohl diese Inseln offensichtlich Glieder der umgebenden Pflanzengesellschaften sind.

Im feuchteren Laubmischwald (V B) treten Esche und Bergahorn wieder stärker neben der Buche hervor. Einzelne Vertreter der Gruppe B, ferner *Primula elatior*, *Allium ursinum*, *Festuca gigantea* und *Filipendula ulmaria* kündigen auf den wenigen am Girstel vorhandenen Flächen jene Waldgesellschaft an, die auf stickstoffreicheren, gleichmässig feuchten, aber nicht vernässten Mullböden gedeiht und von ETTER (1947) als Acereto-Fraxinetum beschrieben wurde.

Auffallend ist das Fehlen der Hagebuche am Girstel wie auch an den meisten benachbarten Hangteilen. Als Ursachen kommen das bereits montan getönte Gesamtklima und das Fehlen früherer Mittel- oder Niederwaldwirtschaft im Gegensatz zu den Hochflächen am Uetliberg in Betracht.

E. Vergleichende Betrachtung der Pflanzengesellschaften und Böden

1. Anteil wichtiger Lebensformen, Pflanzenfamilien und Florenelemente

Einen Überblick über die Massenentwicklung von Baum-, Strauch- und Krautschicht in den Einheiten, wie sie aus den Schätzungswerten im Kopf der Übersichtstabelle gemittelt wurden, gibt Abb. 25. Die Zunahme der Baumschicht-Höhe und -Deckung von Einheit III nach IV und V, mit der eine Erhöhung der Strauchsicht-Deckung einhergeht, kann als Ausdruck der wachsenden Produktionskraft der Standorte angesehen werden. Die Krautschicht-Deckung wird einmal durch ungünstige Bodenverhältnisse auf den erodierten