

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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 40 (1967)

Artikel: Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich

Autor: Kuhn, Nino

Kapitel: II: Vegetationseinheiten und Standorte des Lehrwaldes Albisriederberg der ETH

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308310>

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: 02.07.2025

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

II. Vegetationseinheiten und Standorte des Lehrwaldes Albisriederberg der ETH

In den Abschnitten A und B dieses Kapitels werden Vegetations- und Standortsgliederung im Lehrwald, insbesondere hinsichtlich der mutmaßlichen natürlichen Baumartenzusammensetzung (vgl. Abb. 25, S. 78), kurz skizziert und einige Bodenformen der einzelnen Standorte vorgestellt.

In den Abschnitten C und D werden sodann die kartierten Vegetationseinheiten im einzelnen floristisch und standortskundlich besprochen.

A. Überblick über die Vegetationsgliederung

Der Lehrwald Albisriederberg der ETH befindet sich im Mittel 4–5 km westlich vom Stadtzentrum Zürichs. Zwischen 470 und 850 m Meereshöhe bedeckt er dort die Hänge der nördlich vom Üetliberg auslaufenden Albiskette. Diese ist aufgebaut aus kalkreicher oberer Süßwassermolasse, die an den steilen Erosionshängen überall zutage tritt und in der Schichten von hartem Sandstein bis zu weichen Mergeln miteinander wechseln. In den weniger geneigten Lagen, die den größeren Teil des Lehrwaldes einnehmen, wird die Molasse jedoch von Moränenschutt der letzten Eiszeit (Würm) überlagert (SUTER und HANTKE 1962), der über 50% Kalziumkarbonat enthalten kann (FREI und JUHASZ 1963).

Molassesteilhänge und Jungmoräne bilden wesentlich verschiedene Standorte aus. Dementsprechend ist ihre Vegetation in den Tabellen 1 und 2 (bzw. 3 und 4, alle im Anhang) getrennt zusammengestellt worden. Beide sind zwar vorwiegend Laubmischwaldkomplexe, wenn man von den wenig verbreiteten steilen Mergelhängen absieht, in denen die Föhre von Natur aus eine mehr oder minder große Rolle spielt (Einheiten a und b). Beide Vegetationskomplexe haben auch eine sehr ähnliche Artengarnitur. Die Verteilung der Arten auf die einzelnen Einheiten ist jedoch verschieden. So sind beispielsweise *Lathyrus vernus*, *Carex digitata*, *Sanicula europaea*, *Aegopodium podagraria* u. a. in den wenig geneigten Lagen gute Differentialarten. An Steilhängen kommen sie jedoch unterschiedslos in den meisten Gesellschaften vor. Gerade umgekehrt verhalten sich *Lamium galeobdolon*, *Dryopteris filix-mas*, *Oxalis acetosella*, *Primula elatior* und andere Arten.

Die ebenen oder wenig geneigten Lagen würden unter natürlichen Verhältnissen ausschließlich von Laubmischwäldern bestockt sein. Inwieweit

die Tanne oder die Fichte am Bestandaufbau mitbeteiligt wären, läßt sich nur mutmaßen. Fest steht jedenfalls, daß sie im Naturwald untergeordnete Bedeutung hätten.

Eine differenzierende Rolle spielt die Buche, so daß man die Gesellschaftseinheiten in buchenreiche und buchenärmere bis -freie Laubmischwälder gruppieren kann. Im Lehrwald sind die buchenreichen Einheiten zusätzlich durch die Abwesenheit von Feuchtigkeits-, Nässe- und einzelnen Basenzeigern charakterisiert (Differentialartengruppen G bis L).

Von allen im Lehrwald unterschiedenen Einheiten nimmt der frische Buchenmischwald (Abb. 4, S. 45) die größte Fläche ein. Auch über den Lehrwald hinaus ist dies in der Umgebung Zürichs der Fall (vgl. Kap. III., B). Als «Braunerdebuchenwald» spielt er in ganz Mitteleuropa eine ähnliche Rolle (ELLENBERG 1963). Ökologisch wie floristisch nimmt der frische Buchenmischwald eine Mittelstellung unter allen Gesellschaften ein. Alle Baumarten finden hier gute Standortbedingungen. Da die Buche jedoch ihre höchste Vitalität erreicht, verdrängt sie alle andern Baumarten weitgehend. Nur Arten wie die Esche, die sehr raschwüchsig sind, und solche, die den düsteren Schirm ertragen können, z. B. die Tanne, haben Chancen, neben der Buche zu bestehen.

Ist der Standort trockener, findet die Buche nicht mehr optimale Verhältnisse vor; ihre Kampfkraft läßt nach. Im typischen Traubeneichen-Buchenwald kann daher die Traubeneiche bereits einen nennenswerten Anteil erreichen, mutmaßlich bis zu 10%. Auch andere Baumarten, wie Birke, Vogelkirsche und Hainbuche, können einzeln eingesprengt sein.

Die trockensten Standorte ebener oder wenig geneigter Lagen werden vom Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge bestockt. Die Buche büßt hier infolge Trockenheit noch mehr von ihrer Konkurrenzkraft ein und überläßt der Traubeneiche vermutlich einen Anteil von bis zu 20%. Höhere Anteile, wie sie in der Tabelle 1 erscheinen, sind durch ehemalige Mittelwaldbewirtschaftung zu erklären. Das Innere solcher Bestände ist reich an Licht (vgl. Abb. 3, S. 45), so daß sich weitere Baumarten entwickeln können, vor allem aber die Strauchschicht. Fichte und Tanne kümmern sichtlich, da es für sie zu trocken ist. Sie gehören sicher nicht zur natürlichen Artengarnitur. Dagegen könnte hier die Föhre in der Naturlandschaft eine gewisse Rolle spielen.

Auf Standorten, die feuchter als die des frischen Buchenmischwaldes sind, spielt die Buche eine geringere Rolle.

Zwischen den buchenreichen und den buchenfreien Laubmischwäldern vermittelt der Stieleichen-Hagebuchenwald (Abb. 5 und 6, S. 46). In etwas trockeneren Ausbildungen dieser Gesellschaft kann die Buche zwar noch zur Herrschaft gelangen. In der Regel ist sie jedoch an der Baumschicht nur mitbeteiligt. Ebenso hohe Anteile haben Esche und Bergahorn. Beigemischt sind auch andere Laubbäume, wie Stieleiche, Ulme und Hainbuche. Der Stieleichen-Hagebuchenwald war früher großenteils als Mittelwald bewirtschaftet worden, wobei die Stieleiche als Überhälter und die Hainbuche als ausschlagfreudigste Art in der Hauschicht zur Dominanz kamen. Ob sie sich im Naturwald be-

standesbildend durchsetzen könnten und den im Anschluß an die ältere Literatur (ETTER 1943, STAMM 1938 usw.) gewählten Namen Stieleichen-Hagebuchenwald rechtfertigen, müßte näher untersucht werden.

Durch höheren Stauwasserspiegel wird die Buche vollends zurückgedrängt. Esche und Bergahorn sind die konkurrenzkräftigsten Bestandesbildner im Ahorn-Eschenwald (Abb. 8 und 9, S. 47/48). Nur Bergulmen und Schwarzerlen gelingt es gelegentlich, nennenswerte Anteile zu erreichen.

Wo das Stauwasser beinahe das ganze Jahr über nahe an der Bodenoberfläche steht, ist der Eschen-Schwarzerlenwald anzutreffen (Abb. 10, S. 48). Auf diesen nassen Standorten ist die Schwarzerle die konkurrenzfähigste Baumart. Ihr ist oft die Esche beigemischt, und ab und zu ist auch die Weißerle zu finden.

Die verstreut im Lehrwald vorkommenden «Quellsümpfe» (Abb. 11, S. 49) sind in der Regel nur spärlich baumbestanden. Meist sind diese quelligen Stellen auf einige Quadratmeter oder Aren begrenzt und werden von den umstehenden Bäumen überschirmt. Dadurch wird das Gedeihen der durch übermäßige Bodennässe gefährdeten Schwarzerlen- und Eschenverjüngung durch Lichtmangel weiter eingeschränkt.

Die Molasse-Steilhänge werden wie die ebenen Feuchtböden und Sümpfe, in der Regel von Dauergesellschaften im Sinne BRAUN-BLANQUETS (1928–64) eingenommen. Sie sind edaphisch und auch lokalklimatisch bedingt. In den oberen Hangteilen findet ständige Erosion statt, welche eine tiefergreifende Verwitterung der Molasse verhindert. In diesen Lagen sind deshalb stets junge, unentwickelte Böden vorhanden. Das abgetragene Material wird am Hangfuß kolluvial abgelagert, wodurch eine ungestörte Bodenbildung ebenfalls verunmöglicht wird.

Die speziellen edaphischen Verhältnisse übertönen die sehr starken lokalklimatischen Unterschiede zwischen Sonn- und Schattenhang. Keine der Gesellschaften ist eigentlich expositionsabhängig. Die Exposition kann nur verschiedene Ausbildungen hervorrufen (REHDER 1962).

Wenn nachfolgend die einzelnen Gesellschaften insbesondere hinsichtlich der natürlichen Baumartengarnitur vorgestellt werden, so geschieht dies in der Reihenfolge ihrer Standorte, die eine ökologische Reihe (Toposequenz) bilden. Diese Reihenfolge bedeutet kein zeitliches Nacheinander, also keine Sukzession, wie sie etwa von FABIANOWSKI (1950) interpretiert wurde. Die Möglichkeit ist zwar offenzulassen, daß beispielsweise aus einem Pfeifengras-Hangföhrenwald ein Buchen-Hangföhrenwald, aus diesem ein Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras usw. entsteht. In der Regel geschieht dies jedoch nicht. Vielmehr ist jeder Standort durch seine Lage sowie durch Korngrößenzusammensetzung und andere Eigenschaften des Muttergesteins und andere Gegebenheiten vorgebildet und hat seine eigene Sukzessionsabfolge nach Katastrophen. Wie noch zu zeigen ist, entsteht nach einer Hangrutschung auf entsprechendem Standort ein Mehlbeeren-Hangbuchenwald nicht dadurch, daß ein Stadium des Föhrenwaldes, des Buchen-Föhrenwaldes usw. durchlaufen wird, sondern Esche und Mehlbeere übernehmen sogleich die Rolle der Pionierbaumarten.

Auffallend ist für einen Teil der Gesellschaften die Vorherrschaft der gemeinen Waldföhre. Es sind die physiologisch flachgründigsten Standorte, die von ihr besiedelt werden. Mit zunehmender Gründigkeit des Bodens wächst die Rolle der Buche. Sie tritt jedoch, ungleich den Verhältnissen in ebenen Lagen, noch in bodenfeuchten bis -nassen, ahorn- und eschenreichen Wäldern mitherrschend auf.

Natürliche Föhrenwälder sind in der Zürcher Umgebung auf steile, wechsel-trockene, der Erosion ausgesetzte Mergelhänge beschränkt. Sie sind besonders am Girstel (REHDER 1962, DAFIS 1962) und in der Fallätsche (FABIJANOWSKI 1950) eingehend beschrieben worden.

Der Pfeifengras-Hangföhrenwald (Abb. 12, S. 49) besiedelt die flachgründigsten, dichtesten Mergelböden. Hier, an der edaphischen Waldgrenze, hat die sehr genügsame Föhre keine Konkurrenz anderer Baumarten zu erleiden. Neben ihr kann die in bezug auf manche Standortsfaktoren ebenso anspruchslose Mehlbeere zuweilen nennenswerte Anteile erreichen. Die Wuchsbedingungen sind indessen derart schlecht, daß Föhre und Mehlbeere nur eben einen schütterten, niedrigen, stufig aufgebauten Wald bilden können. Das lichte Kronendach begünstigt den Unterwuchs. Die Strauchschicht ist recht gut entwickelt, und die Krautschicht deckt den Boden völlig, wo nicht gerade die Erosion am Werk ist. Gräser und Seggen herrschen vor.

Auf ruhenden Mergeln, deren Oberschicht stärker verwittert ist, gesellt sich bereits die Buche mit recht hohem Anteil, jedoch geringer Wüchsigkeit zu Föhre und Mehlbeere. Diese Gesellschaft wird Buchen-Hangföhrenwald genannt (Abb. 13, S. 50). Die Föhre hat zwar noch immer den höchsten Anteil, doch ist die Mehlbeere wuchsfreudiger als im Pfeifengras-Hangföhrenwald. Die Folge ist ein höherer Kronenschluß. Die günstigeren Standortbedingungen kommen auch in der Anwesenheit anspruchsvollerer Baumarten wie Esche und Bergahorn zum Ausdruck.

In den Mehlbeeren-Hangbuchenwäldern kann der Übergang von den föhrenreichen Wäldern zu den reinen Laubmischwäldern verfolgt werden. Je gründiger der Boden, desto kräftiger und zahlreicher gedeihen die Laubbäume, welche die konkurrenzschwache Föhre verdrängen. In der Unterschicht ist die Eibe hier und dort reichlich vertreten.

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras erinnert in seiner typischen Variante noch sehr an den Buchen-Hangföhrenwald. Der hohe Föhrenanteil in einigen Aufnahmen ist jedoch nicht natürlich. Die gut mittelgründigen Böden sind von Natur aus von Buche, Mehlbeere, Traubeneiche und nurmehr wenig Föhre sowie oft auch Esche und Bergahorn bestockt. In der mehr mesophilen Waldseggen-Variante geht der Anteil der Föhre noch weiter zurück, aber auch jener der Mehlbeere, weil sie an Lichtmangel leidet und neben der Buche nicht mehr konkurrenzfähig ist. Die Buche kann zur Herrschaft gelangen, wird jedoch oft durch Esche und Bergahorn ersetzt. Die Ursache dafür dürfte dieselbe wie in der nachfolgend aufgeführten Einheit sein.

Alle bisher vorgestellten Gesellschaften stocken auf Mergelböden und bilden eine ökologische Reihe, die zum frischen Hangbuchenmischwald weitergehen

könnte. Floristisch und ökologisch schiebt sich jedoch der typische Mehlspeisen-Hangbuchenwald ein (Abb. 14, S. 50). Dieser wächst auf Böden, deren Unterlage aus Molassesandstein besteht. Der Oberboden wird aber meist von Mergeln gebildet, welche bei Hangrutschungen – die ja nur bei nasser Witterung entstehen – als Brei die felsigen Abrißflächen des Sandsteins überkleistern und sich dann wieder verfestigen. Auf solchen Mergelüberkleisterungen saamen sich nach waldfreien Besiedlungsstadien vorwiegend Esche und Mehlspeise und später auch Ahorne als Pionierbaumarten an. Unter ihrem Schirm folgt die Buche, die sich regelmäßig durchsetzt, wenn nicht inzwischen eine neue Rutschung erfolgt. Sie bildet im Alter einen reinen Buchenbestand, dem nur wenige andere Baumarten, meist Bergahorn und Esche, selten die Mehlspeise und gelegentlich die Traubeneiche, beigemischt sind. Auf diese Weise ist die Uneinheitlichkeit in den Baumschichten der Aufnahmen Nr. 23 bis 30 in Tabelle 2 zu erklären. In der Unterschicht ist oft die Eibe anzutreffen.

Als Schlußgesellschaft an lange Zeit stabilen Hängen ist der frische Hang-Buchenmischwald anzusehen (Abb. 15, S. 51). Sein Boden ist tiefgründig, frisch, im Untergrund sickerfeucht, aber gut durchlüftet. Dies sind Bedingungen, die der Buche zusagen. Sie kann hier – wie im frischen Buchenmischwald mehr oder weniger ebener Lagen – ihre ganze Konkurrenzkraft entfalten. Stete Begleiter sind nur Esche und Bergahorn. Ihnen sagt der Standort infolge Sickerfeuchtigkeit im Untergrund ebenfalls zu. Andere Baumarten sind nur zufällig eingesprengt. In der Unterschicht ist in dieser Gesellschaft ganz besonders häufig die Eibe anzutreffen.

Hang-Ahorn-Eschenwälder treten mit Vorliebe auf feuchten bis durchnässten Kolluvialböden in unteren Hangteilen und am Hangfuß auf. Sie unterscheiden sich vom Ahorn-Eschenwald ebener Lagen durch den hohen Buchenanteil. Ob das Auftreten der Tanne in manchen Beständen der Tabelle 2 natürlich ist, bliebe zu untersuchen.

Der typische Hang-Ahorn-Eschenwald (Abb. 16, S. 51) bevorzugt feuchte, aber nicht nasse, eigentlich kolluviale Böden (vgl. das mehrstöckige Profil Abb. 2 f/18). Die Buche herrscht hier vor (über 50%), Bergahorn und Esche haben jedoch teilweise recht hohe Anteile. Im Naturwald dürfte die Bergulme fast ebenso stark vertreten sein.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm (Abb. 17, S. 52) besiedelt Bachrinnen und Quellaufstöße. Der Hangwasserspiegel steigt periodisch bis dicht an die Oberfläche an. Die Buche leidet hier unter der Nässe; sie kommt fast nur noch im Nebenbestand vor. Statt ihrer setzen sich die großblättrigen Baumarten, Esche, Bergahorn und Bergulme, durch.

In der wenig verbreiteten Sumpf-Variante (Abb. 18, S. 52) tritt Hang- oder Quellwasser zutage, vernässt den Boden vollkommen und scheidet Kalktuff aus. Dieser vermengt sich mit den aufgeweichten Mergeln zu einem Brei, der langsam hangabwärts fließt. Unter diesen Umständen ist Baumwuchs kaum noch möglich. Die meisten Bäume der beiden Aufnahmen in Tabelle 2 wurzeln auf stabileren Böden nebenan. Immerhin konnten Baumwurzeln im Profil festgestellt werden.

B. Überblick über die Bodenformen

Nach der einführenden Übersicht über die Pflanzengesellschaften sei ein Überblick über ihre Böden gegeben. Bei den Einzelbeschreibungen der Gesellschaften (Kap. II, C und D) sollen dann nur noch die ökologisch entscheidenden Bodeneigenschaften genannt werden. Die in den Abbildungen 1 und 2 skizzierten Profile sind Darstellungen einzelner Beispiele und geben nicht den Variationsbereich der Böden wieder.

Die Böden mehr oder weniger ebener Lagen wurden im Lehrwald aus kalkreicher Jungmoräne (Würm) gebildet. Je nach der Korngrößenzusammensetzung sind übermäßig, normal oder unvollkommen durchlässige Böden zu unterscheiden. Ihre wichtigsten Eigenschaften werden nachfolgend erwähnt. Für Einzelheiten sei auf die Abbildungen 1 und 2 (im Anhang) verwiesen.

Übermäßig und normal drainierte Böden sind endoperkolativ (PALLMANN, RICHARD und BACH 1948). Sie sind dementsprechend gut durchlüftet. Die starke Drainage bewirkt indessen in unserem humiden Klima eine Auswaschung von Kalk aus den oberen Bodenhorizonten, welche bei fortgesetzter Auslaugung deshalb mehr oder weniger sauer reagieren. Diese Böden weisen im übrigen Merkmale auf, die es rechtfertigen, sie zu den von KUBIĚNA (1953) beschriebenen Braunerden zu stellen. Sie seien hier stark bis mäßig saure Braunerden genannt. In ihrer Verbreitung stimmen sie mit derjenigen der buchenreichen Laubmischwälder überein.

Der Boden des frischen Buchenmischwaldes ist eine saure bis mäßig saure, normal drainierte oder im Untergrund leicht gehemmt durchlässige, sehr tiefgründige und biologisch aktive Braunerde. Im einzelnen kann aber das Bodenprofil recht verschieden ausgestaltet sein, wie die folgenden Beispiele zeigen mögen.

Als ein häufig auftretendes Profil sei Nr. 3/1 (Abb. 1, Anhang) beschrieben: Die Streuschicht ist bereits vor Abschluß der Vegetationsperiode nahezu zersetzt. Meist findet sich schon im Frühjahr mehr Regenwurm Kot als Laubstreu auf der Bodenoberfläche. Der Mullhorizont ist 20–30 cm mächtig. Er ist an der Oberfläche von graubrauner Farbe und nimmt nach unten, entsprechend dem abnehmenden Humusgehalt, eine hellere Mineralerdefarbe an. Im ganzen Profil sind keine deutlichen Horizontgrenzen erkennbar. Farbdifferenzen lassen sich erst durch Nebeneinanderlegen von Proben aus verschiedenen Tiefen erkennen. Die Karbonatgrenze liegt in 120 cm Tiefe. Zu Beginn der Vegetationsperiode konnte in 140 cm Tiefe ein Wasserspiegel gefunden werden, der jedoch während der Vegetationsperiode wieder verschwand. Gleybildungen treten deswegen nicht auf. Es kann höchstens eine leichte Rostfleckigkeit in etwa 110 cm Tiefe wahrgenommen werden. Die Reaktion ist im Oberboden ziemlich sauer, liegt der pH-Wert doch bis in 60 cm Tiefe zwischen 4 und 5. Trotzdem ist dieser Horizont biologisch sehr aktiv, was einerseits am raschen Abbau der Laubstreu, zum andern aber an der intensiven Arbeit der Regenwürmer zu erkennen ist. Erst ab etwa 90 cm Tiefe reagiert der Boden neutral.

Der besprochenen Horizontalabfolge ähnlich ist das Profil Nr. 3/10. Mit seinem zeitweilig hohen Wasserspiegel – 110 cm zu Beginn der Vegetationsperiode – vermittelt es allerdings bereits zum Profil 4/4 unter Stieleichen-Hagebuchenwald. Doch gedeiht auf ihm noch frischer Buchenmischwald. Während der vollen Vegetationsentfaltung ist allerdings auch hier freies Wasser im durchwurzelten Profil nur bei sehr starken, langandauernden Niederschlägen vorhanden. Entsprechend der höher liegenden Karbonatgrenze (in ca. 1 m Tiefe), ist die Reaktion ab 70 cm neutral, während sich der pH-Wert im Oberboden noch zwischen 4 und 5 bewegt.

Von den soeben beschriebenen weichen die andern in Abbildung 1 (Anhang) dargestellten Profile des frischen Buchenmischwaldes mehr oder weniger stark ab. So sind die Böden Nr. 3/6, 3/14, 3/19 sehr reich an karbonathaltigem Skelett. Die Karbonatgrenze liegt deshalb näher an der Oberfläche. Doch sind die Oberböden der Profile 3/6 und 3/14 stark ausgewaschen. Bis knapp oberhalb der Karbonatgrenze bleibt der pH-Wert unter 5. Bei ihrer hohen Durchlässigkeit sind diese Böden auf zusätzliche Versorgung durch Hangwasser angewiesen, wenn sie frischen Buchenmischwald tragen sollen.

Das Profil 3/19 leitet mit seinen Kalkausblühungen im Untergrund zum Boden des Traubeneichen-Buchenwaldes über (periodische Austrocknung). Der extrem hohe Kalkskelettgehalt und die damit zusammenhängende hohe Karbonatgrenze (im Mittel 50 cm unter Oberfläche) beeinflussen die Reaktion im Oberboden. Der Mull-Horizont (A_1) weist einen pH-Wert von 6 auf; gleich darunter reagiert die Feinerde neutral. Trotzdem muß man die darauf stockende Waldgesellschaft noch als frischen Buchenmischwald ansprechen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang das Profil 3/11. Hier trocknet der Untergrund zeitweilig ebenfalls aus. Tonlinsen schützen jedoch den Oberboden vor übermäßiger Drainage, so daß der Kalk nur oberflächlich ausgewaschen ist. Der pH-Wert ist an der Oberfläche 6, in 20 cm Tiefe schon 7.

Bei den Profilen 3/6 und 3/14 scheint der Oberboden nicht aus demselben Material entstanden zu sein, das den Unterboden (D) bildet, was vor allem aufgrund einer auffallend verschiedenen Korngrößenzusammensetzung und Farbe vermutet wird. Mit Sicherheit liegt dieser Fall beim Profil 3/7 vor. Der Oberboden wird durch eine über Molasse gekleisterte, etwa 80 cm mächtige Moränendecke gebildet. Der leicht sandige, gleyfleckige Mergel bildet heute selbst einen stark durchwurzelten Teil des Bodens. In Klüften sind sogar Humustapeten erkennbar. Nur wenig angewitterte Molasse tritt erst in 150 cm Tiefe auf. Wie in den Profilen 3/1 und 3/10 ist außerhalb der Vegetationsperiode ein Wasserspiegel in 140 cm Tiefe vorhanden. Der pH-Wert beträgt an der Oberfläche und ab 30 cm Tiefe 5, zwischen 10 und 20 cm und unter dem B-Horizont, wo die kalkreiche Molasse beginnt, über 7.

Trotz großer Variationsbreite in der Bodengestaltung innerhalb des frischen Buchenmischwaldes sind gemeinsame Züge der beschriebenen Profile erkennbar, die sie von denen der übrigen Gesellschaften absetzen:

- Die Streuschicht wird rascher abgebaut als in den trockeneren Traubeneichen-

Buchenwäldern, jedoch langsamer als im Eichen-Hagebuchenwald und den bodenfeuchteren Gesellschaften.

- Der Mullhorizont hat mit 10–20 cm eine mittelmäßige Mächtigkeit. Er wird an den trockeneren Standorten dünner, an den feuchteren mächtiger als an dem Standort des frischen Buchenmischwaldes. In beiden Fällen ist er jedoch bedeutend humoser und erhält in den trockeneren Einheiten sogar stellenweise eine Moderauflage. Diese Erscheinungen und teilweise auch die nachfolgende hängen eng mit der biologischen Aktivität zusammen, in erster Linie mit der Regenwurmtätigkeit. Sie hält sich unter frischem Buchenmischwald in mittlerem Rahmen.
- Die Horizontgrenzen sind unscharf. Vor allen Dingen ist der B-Horizont mit bloßem Auge kaum erkennbar. Er wird an den trockenen Standorten zunehmend rostrot und verschwindet gegen die feuchte Seite hin schon im Boden des Stieleichen-Hagebuchenwaldes restlos.
- Der Boden ist – mit Ausnahmen – feinerdereicher und im Unterboden sandärmer als unter trockeneren Gesellschaften. Er ist jedoch nicht so tonreich, daß ein ständiger Wasserstau auftritt, wie dies an den feuchteren Standorten der Fall ist.
- Die Reaktion ist weder stark sauer noch durchgehend neutral.

Nach ELLENBERG (1939) und SCHÖNHAR (1952) ist innerhalb der pH-Spanne von 4,5 bis 6,8 keine deutliche Bevorzugung von Säure- bzw. Basenzeigern festzustellen. Bei pH-Werten, die über 5 liegen, sollen jedoch breitblättrige und tiefwurzelnde Arten, wie *Primula elatior*, *Pulmonaria obscura*, *Polygonatum multiflorum* u. a. mehr hervortreten. Mit Hilfe dieser Arten wäre also eine feinere Untergliederung des frischen Buchenmischwaldes möglich. Sie wurde jedoch bei der Kartierung des Lehrwaldes nicht durchgeführt.

Zur Demonstration der Gestaltungsvielfalt der Bodenformen wurde der frische Buchenmischwald deshalb gewählt, weil sie hier tatsächlich am größten ist. Je extremer der Standort sowohl gegen die trockene als auch gegen die feuchte Seite hin wird, um so einheitlicher wird der Aufbau des Bodens unter einer und derselben Pflanzengesellschaft.

Mit dem Profil 3/19 wurde bereits der Übergang zum Traubeneichen-Buchenwald angedeutet. Ein für diese Gesellschaft charakteristisches Profil stellt Nr. 2/2 dar: eine sehr skelettreiche, übermäßig drainierte, stark saure Braunerde. Abweichend vom Boden des frischen Buchenmischwaldes ist eine mächtigere Streuschicht festzustellen, deren Abbau mindestens eine volle Vegetationsperiode erfordert. Im Profil selbst sind weniger Anzeichen für Regenwurmtätigkeit festzustellen. Auch dies deutet auf eine geringere biologische Aktivität hin. In dieselbe Richtung weist die geringe Mächtigkeit (5 cm) des Mullhorizontes und dessen dunklere Farbe. Verglichen mit den vorhergehenden Profilen ist die Färbung des B- und des BC-Horizontes stärker rötlich, der Sandgehalt des Unterbodens (C) verhältnismäßig hoch und die Reaktion durch das ganze Profil hindurch niedrig (pH 4 bis 120 cm Tiefe). Bis zu dieser Tiefe ist

der Boden auch karbonatfrei. Neutrale Reaktion ist erst in 140 cm Tiefe festzustellen. Alle diese Eigenschaften weisen auf starke Auswaschung hin. Der Boden ist übermäßig durchlässig und demzufolge zeitweilig trocken, so daß sich bereits Wachstumshemmungen bei den Bäumen bemerkbar machen.

Die Variation der Bodenformen unter dem Traubeneichen-Buchenwald ist ziemlich groß, wenn auch geringer als unter frischem Buchenmischwald. An unregelmäßig verteilten Stellen, wo Laub zusammengeweht wird, entstehen unter verklebter, verpilzter Streuschicht kleine Modernester. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die biologische Aktivität gerade hinreicht, um die durchschnittlich anfallende Streu des Bestandes abzubauen, jedoch nicht mehr, um zusätzlich angesammelte zu verarbeiten.

Bohrungen haben ergeben, daß stellenweise Karbonat in 70–120 cm Tiefe vorhanden sein kann. In solchen Fällen treten Kalkausblühungen am Skelett, in der Regel jedoch nicht in der Feinerde auf, was darauf hindeutet, daß der Boden zeitweilig – allerdings nur mäßig – austrocknet.

Das Profil 2/13 vermittelt zum Boden des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge. Dieser Typ hat nur beschränkte Bedeutung, weshalb er nicht näher erläutert zu werden braucht. Der Vollständigkeit halber seien die gemessenen pH-Werte angegeben: A₁: 6, A₂: 5, B: in 30 cm Tiefe 6, in 50 cm 7.

In derselben Richtung, wie sich der Boden des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes von jenem des frischen Buchenmischwaldes unterscheidet, ändern sich die Eigenschaften des Bodens vom typischen Traubeneichen-Buchenwald zu demjenigen mit Bergsegge hin.

Hier handelt es sich um eine skelettreiche, übermäßig drainierte, an der Oberfläche sehr saure, im Unterboden jedoch kalkreiche, biologisch nur mäßig aktive Braunerde. Die Streu wird im Laufe einer Vegetationsperiode nicht mehr vollständig abgebaut, so daß sich unter der lagig verklebten, verfilzten und ausgebleichten vorjährigen Streuschicht ein körniger Moder⁴ in mehr oder weniger großen Nestern ausbilden kann. Ein Teil der Streu wird jeweils verweht, weshalb es wahrscheinlich nicht zur Bildung eines durchgehenden Rohhumushorizontes reicht.

Der A₁-Horizont muß unterteilt werden in einen höchstens 5 cm mächtigen, infolge hohen Humusgehaltes schwärzlichen A'₁- und einen fast humusfreien A''-Horizont, der zum Eluvialhorizont (A₂) überleitet. Der A₂-Horizont weist Bleichungsspuren auf, so daß man geneigt ist, von einer podsoligen Braunerde zu sprechen. Der B-Horizont ist durch starke Sesquioxyd-Aufbereitung ausgezeichnet und daher leuchtend rostrot gefärbt. Im Unterboden (ab 80 cm) macht sich ein durch Wechsell Trockenheit hervorgerufener Kalkflaum nicht nur am Skelett, sondern auch in der Feinerde bemerkbar. Der pH-Wert liegt bis zur Karbonatgrenze bei 4. Wurmtätigkeit wurde nur sehr spärlich wahrgenommen.

Genau so, wie der buchenarme Stieleichen-Hagebuchenwald eine Mittel-

⁴ vgl. KUBIĚNA (1953, S.45ff.).

stellung zwischen den buchenreichen und den buchenfreien Gesellschaften einnimmt, steht sein Boden zwischen den eben besprochenen übermäßig bis fast normal durchlässigen und den mehr oder weniger schlecht drainierten bis undurchlässigen Böden.

Der Stieleichen-Hagebuchenwald stockt auf einem basen- und tonreichen Boden (Profil 4/4), dessen obere Horizonte einer Braunerde gleichen. Der Unterboden ist jedoch unvollkommen drainiert. Nach LEIBUNDGUT und DAFIS (1963) steht ein Wasserspiegel im Durchschnitt in 70–120 cm Tiefe an. In den Wintermonaten reicht er jedoch bis 15 cm unter die Bodenoberfläche. Rostflecken deuten auf diese zeitweilige Vernässung hin. Es wird hier deshalb von einer gleyartigen Braunerde gesprochen. Ihre außerordentlich hohe biologische Aktivität ist für den Standort kennzeichnend. Sie bewirkt, daß lange vor Abschluß der Vegetationsperiode von der vorjährigen Laubstreu kaum noch Reste vorhanden sind. Dafür ist der ganze Boden mit Wurm Kot übersät. Die Würmer bewirken, daß der Humus tiefgründig mit der Mineralerde vermischt ist (bis 40 cm), daß der ganze Oberboden, obschon kalkfrei, neutral reagiert und die Horizontengrenzen noch unschärfer als beim Boden des frischen Buchenmischwaldes sind. Ab 50 cm Tiefe tritt ein leicht vergleyter B-Horizont auf, der in 80 cm Tiefe, wo bei der Profilaufnahme am 23.9.65 ein Wasserspiegel festgestellt wurde, in einen eigentlichen, tonreichen Gleyhorizont übergeht. In diesem wurde Kontrastgley⁵ in reduziertem Lehm gefunden, was auf Undurchlässigkeit der Schicht schließen läßt.

Die nachfolgend beschriebenen, weniger drainierten bis undurchlässigen Böden können nach KUBIŠNA (1953) als Mull-Gleyböden bestimmt werden.

Beim Boden des Ahorn-Eschenwaldes (Profil 5/3) stand der Wasserspiegel im September 1965 in 30 cm Tiefe. Das ist nach langjährigen Messungen von LEIBUNDGUT und DAFIS (1963) etwa der mittlere Wasserstand unter dieser Gesellschaft (vgl. ihre Meßstellen Nr. 4 und 5). Das Grundwasser kann in den Wintermonaten bis 10 cm unter die Bodenoberfläche ansteigen und sinkt während der Vegetationsperiode nie tiefer als 60 cm.

Der unter dem etwa 20 cm mächtigen Mullhorizont liegende A₂-Horizont ist deshalb schon vergleyt. Darunter folgt ein Gleyhorizont, der ab 60 cm vereinzelt, in 90 cm Tiefe häufigen Kontrastgley aufweist. Die Reaktion ist durchwegs neutral. Die biologische Aktivität beschränkt sich auf die obersten 40 cm, ist jedoch äußerst hoch.

Der Wasserspiegel des Profils 5/3 wird durch den undurchlässigen Gleyhorizont verursacht. Im schotterartigen Boden des Profils 5/9 ist er jedoch von einem Grundwasserstrom abhängig.

Typisch für den Eschen-Erlenwald ist der Mullgleyboden 6/8, wo der Wasserspiegel während langer Zeit des Jahres nahe an der Bodenoberfläche steht. Von LEIBUNDGUT und DAFIS (1963) wurde ein mittlerer Wasserstand von 20 cm unter Flur festgestellt. Das Grundwasser kann indessen jederzeit an die

⁵ vgl. S. 10, RICHARD (s. a.) spricht auch von «kontrastreicher Vergleyung».

Oberfläche steigen und sinkt nur in den seltenen niederschlagsfreien Wochen bis auf 70 cm. In diesem Fall dürfte der Wassergehalt des Oberbodens, allerdings kaum merklich, unter die Feldkapazität (RICHARD 1953) sinken. Einem vollständig undurchlässigen, reduzierten, blaugrauen Tonboden mit Kontrastgley ist ein 60–70 cm mächtiger Mullhorizont aufgesetzt. Der etwa 30 cm mächtige A_1' -Horizont ist wenig vergleht, der A_1'' etwas weniger humos und stärker vergleht, soweit dies in dem schwarzbraunen Mull überhaupt festgestellt werden kann.

Quellsümpfe sind nur in kleinen Flecken verbreitet (vgl. Vegetationskarte des Lehrwaldes). Ihr Boden ist am besten mit dem Namen Quellmoortorf umschrieben. Linsenartig verteilt, lösen sich mullhaltiger oder reiner Tuff, nasser, speckiger bis körniger schwarzer Laubtorf und Moder ab (vgl. Profil 7/21). Das ganze Profil ist meist von rieselndem Quellwasser durchtränkt. Die Torf- und Moderlinsen sind vielfach schwer durchlässig, so daß das sauerstoffhaltige Quellwasser nicht rasch genug nachströmt. Deshalb kommt es in ihnen zu anaeroben Zersetzungserscheinungen, was sich beim Anschneiden des Profils am Entweichen übelriechender Gase (wohl meist Schwefelwasserstoff) bemerkbar macht.

Das Muttergestein, aus dem die Böden der Steilhänge entstanden sind, ist die obere Süßwassermolasse, meist Mergel (= kalkreicher Ton oder Lehm) oder mergeliger Sandstein. Nahe dem Hangfuß ist das bodenbildende Material Molasse-Hangschutt.

Die Molasseböden der Steilhänge gehören zu den Mull-Pararendzinen (KUBIĚNA 1953)⁶. Sie weisen ein typisches A-C-Profil auf. Als Cg wird in den Profilzeichnungen (Abb. 2, Anhang) ein nicht mehr felsig harter, sondern bereits verwitterter, durch Bodenbildung jedoch nicht wesentlich veränderter Mergel bezeichnet. Mergel verwittern durch den Wechsel von Durchnässung und Austrocknung sowie durch Frost sehr leicht. Wenn sie durchnäßt sind, bilden unverwitterte Mergel an steilen Hängen oft Gleitflächen von Rutschungen.

Die Böden des frischen Hangbuchenmischwaldes scheinen mehrheitlich aus herabgerutschten Mergelpaketen entstanden zu sein. Dies kann im Profil e/15 an den Sandsteinbrocken und im Profil e/16 am Moränenmaterial erkannt werden, Einschlüssen, die in autochthonen Mergeln nicht vorkommen. Die Profile e/15, e/16 und e/20 stellen sehr tiefgründige Pararendzinen dar. Der Oberboden ist dauernd frisch, und auf den undurchlässigen Mergeln des Untergrundes sickert Wasser hangabwärts. Der dunkelgraue Mullhorizont (A_1) kann bis 60 cm mächtig werden, was einerseits für eine gewisse Stabilität, andererseits für hohe biologische Aktivität spricht. Wahrscheinlich spielt auch kolluviale Anreicherung durch rieselnde Feinerde eine Rolle. Die Wurmtätigkeit ist so

⁶ Pararendzina im Sinne von KUBIĚNA (1953) ist in der früheren Schweizer Literatur als «Rendzina» bezeichnet worden (PALLMANN, RICHARD u. BACH 1948), wogegen die eigentliche Rendzina (KUBIĚNA) auf Kalkgestein von PALLMANN «Humuskarbonatboden» genannt wurde. Die Bezeichnungen KUBIĚNAS sind neuerdings auch von Schweizer Bodenkundlern übernommen worden (vgl. FREI u. JUHASZ 1963).

groß wie im Oberboden der Gleyböden mehr oder weniger ebener Lagen. Die Durchwurzelung ist äußerst intensiv. Sowohl Haupt- wie Nebenwurzeln gehen bis tief in den kompakten Molassefels hinein, wo sie sich in den feinen Klüften vorzwängen und wie Wurzeln gepreßter Herbarpflanzen aussehen. Unter Einfluß von zuweilen auftretendem Moränegeröll, das eine erhöhte Drainage bewirkt, kann sich andeutungsweise ein A₂- und ein B-Horizont ausbilden. Das Profil e/16 zeigt damit eine Ähnlichkeit mit den Braunerden auf Moränen. Die Drainage ist im Profil e/16 durch die starke Zerklüftung und den Sandgehalt des D-Horizontes gewährleistet.

Hoher Sandgehalt im Untergrund scheint geradezu Bedingung für die Ausbildung des (typischen) Mehlbeeren-Hangbuchenwaldes zu sein, dessen Boden im Profil d/17 dargestellt ist. Der Boden neigt zu periodischer Trockenheit, weil der Sandstein im Untergrund eine gute äußere Drainage (ETTER 1943) bewirkt. Man erkennt dies daran, daß der Cg-Horizont eine intensiv ockerfarbige Fleckung aufweist, deren Flächenanteil schätzungsweise bis zu drei Vierteln gehen kann. Deshalb ist auch die biologische Aktivität gering, der A₁-Horizont wenig mächtig (20 cm) und wenig humos. Seine Farbe ist hellgrau.

Gelegentlich ist der Mehlbeeren-Hangbuchenwald auf Sandstein ohne Mergelaufage (Cg) anzutreffen, wo die zeitweilige Trockenheit des Bodens noch augenfälliger wird.

Die folgenden drei Profilbeschreibungen, a, b und c, sind Feldbuchnotizen zu DAFIS (1962) entnommen und nach eigenen Beobachtungen teils leicht geändert.

Die mit dem Boden des frischen Hangbuchenmischwaldes begonnene Reihe der reinen Mergelböden findet ihre Fortsetzung mit dem Boden des Mehlbeeren-Hangbuchenwaldes mit Pfeifengras. Dieser erhält in der Regel keine Hangwasserzufuhr mehr, da er vorwiegend an oberen Hangpartien oder Spornen verbreitet ist. Er neigt deshalb in niederschlagsfreien Zeiten zu Trockenheit. Bei nasser Witterung saugt sich der Mergel jedoch mit Wasser voll. Die Standortverhältnisse erlauben immerhin eine ausreichende biologische Aktivität. Trotz relativ häufiger Hangrutschungen wird ein bis 40 cm mächtiger Mullhorizont geschaffen.

Dichte des Mergels, Trockenheit, Nässe und ihr Wechsel werden zunehmend stärker beim Buchen-Hangföhren- und beim Pfeifengras-Hangföhrenwald. Mächtigkeit des Mullhorizontes, biologische Aktivität und Humusgehalt nehmen ab. Der Mergel erhält in Nässezeiten schwammig-schmierige Konsistenz und dörrt in Trockenzeiten oberflächlich fast zur Härte von Backsteinen aus (FABIJANOWSKI 1950). Diese Standortbedingungen verhindern die Bodenbildung und fördern die erosive Tätigkeit (vgl. REHDER 1962).

Die Hang-Ahorn-Eschenwälder treten auf kolluvialen Ablagerungen am Hangfuß auf. Infolge reichlicher Hangwasserzufuhr werden dort Gleyböden gebildet. Sehr deutlich kommt der kolluviale Charakter im Profil f/18 eines Hang-Ahorn-Eschenwald-Bestandes zum Ausdruck, wo drei fossile A₁-Horizonte innerhalb eines 160 cm tiefen Aufschlusses zu erkennen sind. Sie sind,

wie die dazwischenliegenden mergeligen Ablagerungen, vergleyt. Der Wasserstau reicht zeitweilig bis dicht unter den rezenten Mullhorizont in 40 cm unter Flur empor. In der Profilgrube wurde nach mehreren niederschlagsfreien Tagen ein Wasserspiegel in 130 cm Tiefe vorgefunden. Wasseraustritt aus der Profilwand wurde jedoch schon in 1 m Tiefe festgestellt. Das Profil scheint nicht dauernd vernäßt zu sein, denn Kontrastgley war nur in extrem undurchlässigen Tonlinsen anzutreffen, und feine Wurzeln dringen bis in 150 cm Tiefe vor. Die biologische Aktivität im Oberboden kann mit derjenigen der Ahorn-Eschenwälder mehr oder weniger ebener Lagen verglichen werden. Der Humusgehalt ist eher geringer, die Mächtigkeit des A₁-Horizontes (40 cm) eher größer.

Der Boden des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm (g/22) mit seiner Sumpfvariante (g/23) wurde im Abschnitt II A besprochen. Einzelheiten entnehme man den Profilzeichnungen.

C. Vegetationseinheiten und Standorte ebener oder wenig geneigter Lagen

α) Buchenreiche Laubmischwälder

1. Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge

Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge ist soziologisch charakterisiert durch die Bergseggen-Gruppe (A) und das Fehlen der Sauerklee-Gruppe (F). Für die Abgrenzung unwichtig ist das Vorkommen von Arten aus den Differentialartengruppen B, C, D und E. Die Feuchtigkeitszeiger (G bis L) fehlen ohnehin.

Als besonders zuverlässig haben sich aus der Gruppe A *Carex montana* und *Lathyrus montanus* erwiesen (Abb. 3, S. 45). Sie erscheinen in Tabelle 1 (Anhang) als stete Arten. *Veronica officinalis* ist ebenfalls ein sicherer Zeiger, wogegen die andern Arten gelegentlich auch in den Gesellschaften der frischeren Standorte auftreten können, wenn ihnen Mensch oder Tier einen vorübergehend konkurrenzlosen Platz schaffen. So sind *Crataegus monogyna* und *Sorbus aria* häufig in gelichteten Beständen des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes und des frischen Buchenmischwaldes. *Hieracium murorum* und *Melica nutans* sowie *Carex flacca* werden an Waldrändern, im Einflußbereich von Wegschneisen, an Wegböschungen, stark betretenen Stellen und auf Wildwechseln in diesen Gesellschaften öfters angetroffen.

Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge besiedelt die trockensten Standorte in den mehr oder minder ebenen Moränenlagen des Lehrwaldes. Er ist an «Verlustlagen» gebunden, die durch oberflächlichen Wasserabfluß trockener und nährstoffärmer sind als ihre Umgebung, z. B. an Kuppen und Sporne oder an Hangkanten, wo nach unten meist die Steilhangvegetation anschließt. Diese Lagen sind gekennzeichnet durch Streuverluste sowie durch ständige Flächen-

erosion, so daß der kalkreiche Untergrund stets in wurzelerreichbarer Nähe bleibt.

Die oberflächliche, durch starke Auswaschung bedingte Versauerung und die Bildung von Modernestern macht Arten wie *Lathyrus montanus* und *Veronica officinalis*, aber auch Arten der Differentialartengruppe B, z. B. *Luzula luzuloides* und *Vaccinium myrtillus*, konkurrenzfähig. Durch den Kalkgehalt im Unterboden werden jedoch gleichzeitig tiefwurzelnde, basenanspruchsvolle Baum- und Straucharten wie *Sorbus aria* und *Crataegus monogyna*, weiter die in Gruppe B aufgeführten «Kalksträucher» *Ligustrum vulgare*, *Rosa arvensis* und *Viburnum lantana* begünstigt. Auch das Vorhandensein von *Carex flacca*, *Cephalanthera damasonium* und *Lathyrus vernus* ist auf den Kalkreichtum des Unterbodens zurückzuführen. Die Trockenheit des Bodens bewirkt zudem, daß sich die mit ihrer weiten ökologischen Amplitude stets noch konkurrenzkräftige *Carex montana* ausbreiten kann. Ihr fleckenweise rasiges Auftreten deutet auf das besondere Lichtklima hin. Durch das relativ wenig dichte Blattwerk der in ihrer Vitalität infolge Trockenheit eingeschränkten Buche und der ohnehin weniger schattenspendenden Eiche wird der Strauch- oder Krautschicht ziemlich viel Licht zuteil (Abb. 3, S. 45). Meist bewirkt die orographische Sonderlage einen zusätzlichen seitlichen Lichteinfall. Dies dürfte auch die Ursache für das stete Vorkommen von *Potentilla sterilis* sein. Sie galt seit BRAUN-BLANQUET (1932) als Assoziations-Charakterart der «Querco-Carpineten», konnte sich als lichtbedürftige Art in diesen jedoch nur halten, weil ihr die Mittelwaldwirtschaft immer wieder günstige Lichtverhältnisse schuf. Im Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge kommen solche von Natur aus vor.

Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge bildet den Kern des von ETTER (1943) etwas weiter gefaßten *Querco-Carpinetum luzulosum*. Dessen Eichen-Hagebuchenwaldcharakter stammt jedoch aus der ehemaligen Bewirtschaftung als Mittelwald, was noch heute an vielen Orten zu beobachten ist (vgl. Abb. 3). Heute kann es als gesichert gelten, daß dieser Waldtyp von Natur aus buchenreich ist (ELLENBERG 1963). Auch ETTER (1943) fand die Buche mit 96 % Stetigkeit und meistens mit hohem Deckungswert in diesen Wäldern vor. Als Hochwald bewirtschaftete Bestände mit derselben Strauch- und Krautartengarnitur wurden von ETTER (1947a) als Versauerungsstadien des *Fagetum finicola* bezeichnet. Für das *Fagetum finicola* oder *Carici-Fagetum* im Sinne von ETTER (1947a) oder MOOR (1952) ist der Standort des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge im Oberboden zu wenig basenreich. Wäre auch der Unterboden kalkfrei, so würde ein *Melampyro-Fagetum* entstehen, ähnlich wie etwa auf den Deckenschottern im südöstlichen Vorland des Lägernrückens. Dessen Bodenprofil weist einen mehr oder minder mächtigen Rohhumushorizont auf, der hauptsächlich aus Moosen (*Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranella heteromalla* usw. ELLENBERG 1963) gebildet wird, wogegen die Modernester des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge Laubdetritus darstellen. So vermittelt der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge zwischen den Kalk-Buchenwäldern und den bodensauren Buchenwäldern. Neuerdings wird das *Carici-Fagetum* etwas weiter als von MOOR (1952) gefaßt. FREHNER (1963) z. B. bezeichnet seinen «Seggen-Buchenwald», dem der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge sehr nahekommt, als *Carici-Fagetum*. Es wäre indessen wünschenswert, diese saure Variante des *Carici-Fagetum* systematisch zu definieren. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist dies nicht möglich, weil dazu Aufnahmen aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Seggen-Buchenwälder herangezogen werden müßten.

2. Typischer Traubeneichen-Buchenwald

Für den typischen Traubeneichen-Buchenwald ist im wesentlichen das Vorhandensein der Fingerseggen- (B) und der Sauerklee-Gruppe (F) sowie das Fehlen der Bergseggen-Gruppe (A) bezeichnend. Die Differentialgruppen C, D und E sind vorhanden, aber für die Abgrenzung nicht verwendbar. Die Feuchtigkeitszeiger (Gruppen G bis L) fehlen auch dieser Gesellschaft. Sie im Gelände anzusprechen, gelingt meist ohne Schwierigkeiten, weil *Carex digitata* mit *Lathyrus vernus*, *Luzula luzuloides*, *Luzula pilosa* oder *Polytrichum formosum* meist vorhanden ist. Bei der Kartierung ergab sich, daß gelegentlich etwas weniger zuverlässige Arten der Gruppe A, wie *Hieracium murorum* oder *Melica nutans*, auftreten, vor allem in gelichteten Beständen. Für den typischen Traubeneichen-Buchenwald wurde in solchen Fällen entschieden, wenn die Gruppe F überwog.

Der typische Traubeneichen-Buchenwald ist auf wenig ausgeprägten Kuppen und schwach vorgewölbten Hangteilen verbreitet, wenn der Boden durch schotterartige Moränen gebildet wird. Diese Standorte sind weniger extrem als diejenigen des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge. Der Boden trocknet zwar zeitweilig ebenfalls aus, jedoch nur mäßig, wie aus dem Gedeihen der anspruchsvolleren Sauerklee-Gruppe (F) geschlossen werden darf. Mit Ausnahme von *Dryopteris spinulosa* haben die in ihr vereinigten Arten ihr Verbreitungsoptimum auf frischen, nährstoff- und basenreichen, biologisch tätigen, lockeren Böden, können jedoch auf den etwas weniger günstigen Standorten des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes bereits gedeihen. Andererseits sind manche Arten der Fingerseggen-Gruppe (B) nicht mehr so reichlich vertreten wie in der Einheit mit Bergsegge. *Vaccinium myrtillus* und wohl auch *Solidago virgaurea* und *Prenanthes purpurea* sind an diesen Standorten auf Moder angewiesen, weil ihnen dort kaum Konkurrenz erwächst. Da der Boden stellenweise tiefgründig entbast und deshalb oberflächlich sehr sauer ist, können sich *Luzula luzuloides* und *pilosa* sowie *Polytrichum formosum* und *Vaccinium myrtillus* ausbreiten. An manchen Orten ist der Unterboden für gutes Wachstum von *Cephalanthera damasonium* und *Lathyrus vernus*, gelegentlich auch von *Pulmonaria obscura* und von «Kalksträuchern» aber noch kalkreich genug. Man könnte eine eher basikline von einer azidoklinen Ausbildung des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes trennen, wie sich in Tabelle 1 (Anhang) andeutet. Dieser Unterschied macht sich aber im Lehrwald in der natürlichen Baumartenzusammensetzung und in der Verjüngung der Bäume kaum bemerkbar, weil die Trockenheit ausschlaggebender Faktor ist. Gegen eine Auftrennung in zwei Ausbildungen spricht auch das stete Vorkommen der Basenreichtum bevorzugenden *Carex digitata* in beiden Ausbildungsformen sowie die beim Kartieren oft wiederholte Beobachtung, daß basiphile und azidophile Arten meist auf engem Raum miteinander abwechseln.

«Kalksträucher» wie *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare* und *Rosa arvensis* treten im typischen Traubeneichen-Buchenwald nicht mehr in dem Maße auf wie im Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge. Dies ist wahrscheinlich in

erster Linie auf den geringeren Lichtgenuß des Unterwuchses zurückzuführen, denn Kalk ist ja im Boden beider Gesellschaften reichlich vorhanden. Die Buche entwickelt auf diesem Standort eine beachtliche Wuchskraft und bildet ein ziemlich schattiges Kronendach. In dieselbe Richtung weist das Zurücktreten von *Potentilla sterilis*, die ja sehr lichtbedürftig ist.

Wie andere Wälder der warmen, tiefgelegenen Teile Mitteleuropas wurde der typische Traubeneichen-Buchenwald früher als Mittelwald bewirtschaftet. Aufgrund des Vorkommens von Traubeneiche, *Luzula luzuloides* und anderer Arten, namentlich Säurezeigern wie *Lathyrus montanus* und *Veronica officinalis*, wurden solche eichenreiche Ausbildungen von ETTER (1943) zum *Quercus-Carpinetum luzuletosum* und von STAMM (1938) teilweise zu den recht uneinheitlichen Subassoziationen *fagetosum* und *acidiphilum* des *Quercus-Carpinetum* gestellt. Aus ähnlichen Gründen, wie sie in der Beschreibung des frischen Buchenmischwaldes dargelegt werden (S. 31), sind Bestände des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes von ETTER (1947) als «Versauerungsstadien des *Fagetum milietosum*» aufgefaßt und später als *Luzula luzuloides*-Variante des *Fagetum majanthemetosum* (ETTER 1947a) bezeichnet worden. Dieses weist jedoch wie das *Melico-Fagetum luzuletosum* FREHNERS (1963), das standörtlich mit den frischen Braunerde-Buchenwäldern verwandt ist, keine Kalkzeiger auf. Deshalb darf diesen Gesellschaften der typische Traubeneichen-Buchenwald des Lehrwaldes nicht gleichgesetzt werden. KLÖTZLI (1965 u. mdl.) erwähnt aus der Würmmoränen-Landschaft des östlichen Aargauer Mittellandes eine *Luzula*-Variante des *Melico-Fagetum pulmonarietosum* SCAMONI (1960), das unserem typischen Traubeneichen-Buchenwald entsprechen dürfte.

3. Frischer Buchenmischwald

Floristische und ökologische Beschreibung

Die ökologische Mittelstellung des frischen Buchenmischwaldes geht aus der Abwesenheit sowohl aller Trockenheits- und Säurezeiger (Gruppen A und B) als auch sämtlicher Feuchtigkeit und Basenreichtum erfordernden Arten (Gruppen G bis L) hervor. Vorhanden sind Arten mit weiten ökologischen Amplituden, die – mit Ausnahme von *Deschampsia caespitosa* (vgl. IICβ5) – mittlere Verhältnisse deutlich bevorzugen und nasse Standorte meiden, nämlich die Buchen- (C), Rapunzel- (D) und Waldseggengruppe (E). Auch die auf den trockenen Böden fehlende Sauerkleegruppe (F) ist vorhanden.

Von diesen Artengruppen sind aber jeweils nur wenige Vertreter zu finden. Bezeichnenderweise sind es in erster Linie die schattenertragenden: *Oxalis acetosella*, *Asperula odorata*, *Carex silvatica*, *Lamium galeobdolon*, *Viola silvestris*, *Primula elatior* und die Farne (Abb. 4, S. 45). Lichtmangel ist offenbar auch die Hauptursache für das Fehlen eigentlicher Sträucher. Verantwortlich dafür ist die Buche, die nirgends größere Lebenskraft als in dieser Gesellschaft entwickelt, weil für sie optimale Bedingungen herrschen (vgl. ELLENBERG 1963, S. 163 ff.). Mit dieser Eigenschaft bildet sie unter natürlichen Verhältnissen einen «Hallenwald», dessen dichtes Laubdach nur mehr wenig Licht auf den Boden dringen läßt.

Naturnahe Bestände, die bei der Kartierung leicht angesprochen werden können, sind jedoch in einem intensiv bewirtschafteten Wald wie dem Lehrrevier selten, obschon oder gerade weil der frische Buchenmischwald die weitestverbreitete Gesellschaft darstellt. Denn er bietet gleichzeitig waldbaulich die größ-

ten Möglichkeiten, sind doch Wasserhaushalt und Durchlüftung des Bodens optimal ausgeglichen und die Nährstoffversorgung so gut, daß bei entsprechender Pflege sämtliche Baumarten gut gedeihen. Bei der Kartierung treten besonders dort Schwierigkeiten auf, wo durch Windwurf, Schneedruckschäden oder auch bei der Durchforstung von Baum- und Althölzern vorübergehend Bestandeslücken entstanden sind. In ihnen gelangen mehr Niederschläge auf den Boden und wird weniger Wasser durch Transpiration verbraucht, was die Ansiedlung von Feuchtigkeitszeigern wie *Stachys silvatica*, *Mnium undulatum*, *Geranium robertianum* und *Cirsium oleraceum* sowie von Eschenverjüngung fördert. Dadurch entsteht der Eindruck, als hätte man es mit einem von Natur aus feuchteren Standort zu tun. Die Entscheidung, welche Einheit zu kartieren sei, mußte in solchen Fällen aufgrund des Reliefs und der Eigenschaften des Bodenprofils gefällt werden. Auf größeren Blößen oder in stark gelichteten Beständen dagegen verunkrautet der Boden sehr rasch, wobei *Brachypodium silvaticum*, zusammen mit Wiesengräsern und -kräutern wie *Dactylis glomerata* und *Lathyrus pratensis* einen dichten Rasen bilden. Darin sind oft *Hieracium murorum* und *Melica nutans* aus der Gruppe A zu finden. Da der Feuchtigkeitsentzug durch diesen Rasen groß und die Konkurrenz stark ist, fehlen eigentliche Feuchtigkeitszeiger auf diesen Flächen. Einige Stickstoffzeiger wie *Geranium robertianum*, *Eupatorium cannabinum* oder *Atropa belladonna* und *Cirsium arvense* deuten auf eine gewisse Störung im Nährstoffumlauf hin.

Auf Standorten des frischen Buchenmischwaldes verjüngt sich die Buche ausgezeichnet. In naturnahen Altbeständen wird die Krautschicht vorwiegend von jungen Eschen und Buchen gebildet, wobei die Eschenkeimlinge und -sämlinge infolge Lichtmangels bald zugrunde gehen. In der Strauchschicht verbleiben später nur die Buchen. Wird die Verjüngung durch den Förster absichtlich eingeleitet, bildet Buchenjungwuchs einen derart dichten Bodenbewuchs, daß ohne Eingriff keine andern Baumarten bestehen können und Kräuter ohnehin verdrängt werden. Bis die Buche die Baumholzstufe erreicht hat, stellt sich keine Bodenflora ein. In solchen Fällen ist die pflanzensoziologische Kartierung schwierig, wenn die Bestände gleichen Alters eine gewisse Ausdehnung überschreiten, nicht nur weil die Dickungen und z.T. auch die Stangenhölzer meist ziemlich undurchdringlich sind, sondern weil eine üppige Buchenverjüngung nicht auf den frischen Buchenmischwald beschränkt ist. Sie ist auch in den angrenzenden Gesellschaften (2, 4) sehr wohl möglich. In der Praxis der Kartierung wurden allfällig in umgebenden älteren Beständen festgestellte Vegetationsgrenzen mit Hilfe der Geländeerfahrung und des Bodenbohrers durch die Verjüngung hindurch verfolgt. Die betreffenden Grenzen wurden dann in die Karte meist gestrichelt eingetragen, um ihre geringe Sicherheit anzudeuten.

Vergleich mit ähnlichen Gesellschaften in der Literatur

Die natürlichen Waldgesellschaften auf mehr oder weniger tiefgründigen Böden der Tieflagen Mitteleuropas wurden von ELLENBERG (1963) als «Braunerde-Buchenwälder» eingehend beschrieben. Deren häufigste Ausbildungsform

ist der Perlgras-Buchenwald. In der Schweiz entspricht dieser Gesellschaft am ehesten der frische Buchenmischwald.

Besonderer Erörterung bedarf die Entwicklung der pflanzensoziologischen Systematik in der Schweiz. Der frische Buchenmischwald wurde trotz seiner großen Verbreitung in der Schweiz in der früheren pflanzensoziologischen Literatur nicht als selbständige Pflanzengesellschaft erkannt. Dies ist verständlich, denn durch ein System von Einheiten, die durch Charakterarten gekennzeichnet werden, kann eine Assoziation nicht gut erfaßt werden, die eine Mittelstellung einnimmt und keine einzige Art enthält, die nicht auch in andern Laubmischwäldern vorkäme. In den tieferen Lagen des Mittellandes, wo durch Mittelwaldwirtschaft eichenreiche Wälder mit viel Hainbuche entstanden waren, lag die Zuordnung zum Eichen-Hainbuchenwald nahe. Wenn *Geum urbanum*, *Circaea lutetiana* oder *Primula elatior* in den Aufnahmen vorhanden waren, wurden sie von ETTER (1943) zum *Quercus-Carpinetum aretosum* gestellt, weil diese Arten damals allgemein als Charakterarten der Eichen-Hainbuchenwälder galten. Fehlten sie, so wurden die Bestände als Übergang vom *Q.-C. aretosum* zum *Q.-C. luzuletosum* bezeichnet, z. B. von ETTER et MORIER-GENOUD (1963) sowie auf verschiedenen früheren, unveröffentlichten Vegetationskarten.

Aus abgelegenen Gebieten, die niemals als Mittelwald bewirtschaftet wurden, wie dem Sihlwald, fehlt es jedoch auch in der älteren Literatur nicht an Hinweisen auf Buchenwälder, die auf Braunerden mittlerer Sättigung stocken. So bezeichnete ETTER (1947) einen «schwach als *Fagetum* ausgewiesenen Buchenwald» aus dem Sihlwald als hirsensreichen Buchenwald (*Fagetum milietosum*), den er später (1947a) als in der westlichen Hälfte der Schweiz verbreitetes *Fagetum majanthemetosum* faßte und mit dessen *Lysimachia nemorum*-Variante unser frischer Buchenmischwald in der Artengarnitur auffallend übereinstimmt. Als eigenständige Gesellschaften werden mittlere Buchenwälder in der Schweiz aber erst in der jüngsten Literatur beschrieben. FREHNER (1963) verwendet den von ETTER (1947) zuerst gewählten Namen für Buchenwälder auf frischen Böden der unteren Montanstufe des westlichen Aargauer Mittellandes und bezeichnet sie als *Milio-Fagetum*. Entsprechende Wälder der Submontanstufe werden von demselben Autor in Anlehnung an KNAPP (1942 zit.) *Melico-Fagetum* genannt, obwohl *Melica uniflora* fehlt. Die Subassoziation *asperuletosum* dieses von FREHNER auch als «Seegrass-Buchenwald» bezeichneten Braunerde-Buchenwaldes dürfte in ihrer typischen Variante etwa dem frischen Buchenmischwald des Lehrwaldes entsprechen. Die Böden im Untersuchungsgebiet von FREHNER (1963) sind jedoch aus kalkarmer Molasse entstanden und deshalb auch im Unterboden sauer, was eine veränderte Artenkombination bewirkt. FREHNER'S *Melico-Fagetum asperuletosum* beherbergt einerseits säureertragende Arten der Gruppen A und B des Lehrwaldes, infolge Basenreichtums und genügender Feuchtigkeit hingegen auch solche der Gruppen G und H.

β) Buchenarme bis -freie Laubmischwälder

4. Stieleichen-Hagebuchenwald

Die gute Wasserversorgung des Stieleichen-Hagebuchenwaldes äußert sich floristisch im Auftreten der Bergahorn- (G) und der Bärlauch-Gruppe (H). Nässezeiger (Gruppen I bis L) fehlen ebenso wie Trockenheitszeiger (Gruppen A und B).

Die Differentialartengruppen C, D, E und F sind teilweise recht stark vertreten. Einzig *Fagus silvatica* tritt gegenüber den buchenreichen Gesellschaften merklich zurück. Allein würde sie zwar durchaus imstande sein, auf diesem Standort geschlossene Bestände zu bilden, was sie durch ihre reichliche Verjüngung bezeugt. Als Baumart, die gut durchlüftete Böden fordert, muß sie indessen auf den schweren, tonigen und im Untergrund staunassen Böden des Stieleichen-Hagebuchenwaldes in ihrer Vitalität geschwächt sein (ELLENBERG 1963) und die Vorherrschaft den auf diesem Standort konkurrenzkräftigeren Baumarten Bergahorn, Esche, Bergulme und Stieleiche abtreten. Zuweilen ist auch die Schwarzerle einzeln beigemischt. So tritt die Buche nur noch gelegentlich in der Bestandesoberschicht in Erscheinung. In den meisten Fällen bildet sie, dank ihrer Schattenfestigkeit, mit der ebenfalls schattenertragenden Hainbuche zusammen, die Mittel- und Unterschicht, was in der Tabelle 1 (Anhang) leider nicht zum Ausdruck kommt, weil hier nur Mengen für die gesamte Baumschicht angegeben sind. In der Aufnahme Nr. 27 hat man beispielsweise den Eindruck eines buchenbeherrschten Waldes, weil die Buche mit der Menge 5 vermerkt ist. Im Protokollheft wurde sie jedoch mit der Menge 4 im Nebenbestand und nur mit 2 in der Oberschicht vermerkt.

Der Stieleichen-Hagebuchenwald vermittelt also zwischen den buchenreichen und den buchenfreien Waldgesellschaften. Er ist auf sickerfeuchten, leicht geneigten Hängen und in fluvioglazialen Mulden verbreitet, wo sich bei Gewässerruhe Staub und Ton niedersetzen konnten. Als Folge der gehemmten Drainage findet in der gleyartigen Braunerde fast keine Auswaschung statt. Die Böden des Stieleichen-Hagebuchenwaldes sind demnach basen- und nährstoffreich und in der Reaktion neutral.

Solche Standortverhältnisse werden durch die Differentialartengruppen G und H angezeigt, die sich nur in ihrem Verhalten auf nasseren Standorten unterscheiden. Die Gruppe H erträgt Nässe, G meidet sie. Alle Arten bevorzugen tiefgründige, grundfeuchte, nährstoff- und basenreiche, bindige Mullböden. Einige von ihnen sind geradezu Zeiger für oberflächennahen Wasserspiegel (*Prunus padus*, *Carex pendula*), andere zuverlässige Feuchtigkeits- und Nährstoffzeiger (*Allium ursinum*, *Paris quadrifolia*, *Arum maculatum*, *Stachys silvatica*, *Ranunculus ficaria*) oder Zeiger für Stickstoffreichtum (*Geranium robertianum*, *Sambucus nigra*). Die Moose *Eurhynchium praelongum* und *Mnium undulatum* deuten auf immerwährende genügende Feuchtigkeit und Nährstoffreichtum sowie vorzüglichen Humuszustand im Oberboden hin, denn sie entwickeln sich nur dort, wo die Laubstreu schon im Frühjahr fast restlos abgebaut ist. Durch den Basenreichtum werden hier und da Arten aus der Gruppe B auch auf diesem Standort konkurrenzfähig, so *Carex digitata* und *Lathyrus vernus*. Auf die starke Konkurrenzkraft anspruchsvoller tiefwurzelnder Arten auf neutralen Böden weisen ELLENBERG (1939) und SCHÖNHAR (1952) hin. Darunter fallen, außer den erwähnten, *Phyteuma spicatum*, *Polygonatum multiflorum*, *Pulmonaria obscura*, *Carex silvatica*, *Brachypodium silvaticum*, *Primula elatior*, *Stachys silvatica* und die Farne außer *Dryopteris spinulosa*.

Ebenso charakteristisch wie die Artenkombination ist für den Stieleichen-Hagebuchenwald die ausgeprägte jahreszeitliche Veränderung in der Krautschicht (vgl. auch ELLENBERG 1939, S. 17 ff., und KLÖTZLI 1965, Tab. 4). Lange bevor die Bäume im Frühjahr ihre Blätter entfalten, bedeckt *Allium ursinum* zusammen mit *Anemone nemorosa* und *Primula elatior*, wie auch stellenweise *Arum maculatum* und *Ranunculus ficaria* den Boden mit einem dichten, grünen Rasen, welcher nur gelegentlich durch Horste von *Carex silvatica*, *Deschampsia caespitosa* und *Carex pendula* unterbrochen wird (Abb. 5, S. 46). *Lamium galeobdolon* und *Viola silvestris* werden als wintergrüne Bodenkriecher vorübergehend fast ganz zugedeckt. Wenn die Sträucher und die unteren Äste der Bäume zu ergrünen beginnen, öffnen sich in dem Teppich der Frühlingsgeophyten weiße und bunte Blüten. Ist das Kronendach aufgebaut, haben sie die Fruchtbildung bereits abgeschlossen, und schon gegen Ende Mai bleiben von ihnen auf dem jetzt fast kahlen Boden nur noch spärliche, vergilbte Reste übrig (vgl. Abb. 6, S. 46). Während sie verschwinden, beginnen an etwas lichter Stellen die sommergrünen Arten sich zu entfalten und zu blühen, zuerst *Phyteuma spicatum*, *Paris quadrifolia*, *Geum urbanum* und – in der sich wieder aufbauenden Fülle, mit dem feingegliederten Blatt dem Blick fast entgehend – *Geranium robertianum*. Spät treten *Stachys silvatica* und *Circaea lutetiana* hervor. Interessant ist im Zusammenhang mit der Phänologie des Stieleichen-Hagebuchenwaldes das Verhalten von *Anemone nemorosa* auf anderen Standorten. Je nährstoffärmer der Standort wird, um so länger hält diese Art aus, wie schon ELLENBERG (1939) beobachtete. Ist im Stieleichen-Hagebuchenwald anfangs Juni bereits kaum mehr ein Blatt sichtbar, kann sie im Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge noch bis in den September hinein angetroffen werden.

In der Zeit zwischen dem Vergilben der Frühlingsgeophyten und dem verhältnismäßig späten und zudem nicht regelmäßigen Hervortreten der übrigen Arten aus den Gruppen G und H ist es oft recht schwer, den Eichen-Hagebuchenwald von anderen Gesellschaften abzugrenzen, um so mehr, als *Sanicula europaea* und *Paris quadrifolia* gelegentlich auch auf trockene Standorte übergreifen, wenn diese basenreich genug sind (vgl. FREHNER 1963: *Melico-Fagetum asperuletosum*). Man kann in solchen Fällen nicht umhin, einen späteren Termin, unter Umständen sogar das nächste Frühjahr, abzuwarten oder bodenkundliche Erfahrungen beim Kartieren zu Hilfe zu nehmen. Dies wird auch in Jungwuchs und Dickungen notwendig, weil die Buche sich hier annähernd so gut wie in trockeneren Einheiten verjüngt.

Der Stieleichen-Hagebuchenwald bildet ökologisch wie floristisch das Zentrum des von ETTER (1943) beschriebenen *Quercus-Carpinetum aretosum*, von dem der relativ trockenere Teil zum frischen Buchenmischwald in dem hier gebrauchten Sinne gestellt werden muß. Die nassen Ausbildungen des ETTERSchen Aronstab-Eichen-Hagebuchenwaldes mit *Filipendula ulmaria* und *Crepis paludosa* gehören zu dem nachfolgend beschriebenen Ahorn-Eschenwald. Außer von ETTER sind ähnliche Gesellschaften für die Schweiz nur noch von STAMM (1938) beschrieben worden. In den Florenlisten des *Q.-C. alnetosum* und *fagetosum* dieser Autorin finden sich Bestände, die zu unserem typischen Traubeneichen-Buchenwald, frischen Buchenmischwald oder Eichen-Hagebuchenwald zu rechnen sind. *Q.-C. aretosum* ETTER (1943) und *Q.-C. alnetosum* STAMM (1938) werden von OBERDORFER (1957) als *Galio-Carpinetum circaetosum* bezeichnet. Er trennt eine Schweizer Vorlandrasse der Subassoziation von anderen geographischen Rassen ab.

Nur mit Vorbehalt sei die standörtliche Ähnlichkeit des Stieleichen-Hagebuchenwaldes zu dem von PASSARGE (1959) erwähnten *Fraxino-Fagetum corydaletosum* aus dem Jungmoränen-

gebiet des Baltikums angedeutet. Schließlich werden noch Gesellschaften wie *Melico-Fagetum circaetosum* (OBERDORFER 1957), *M.-F. ficarietosum* (PASSARGE 1959) und *M.-F. pulmonarietosum* (SCAMONI 1960) vermerkt, weil auch im Lehrwald etwas weniger stauwasserbeeinflusste, zwischen dem Stieleichen-Hagebuchen- und dem frischen Buchenmischwald stehende Standorte vorkommen, wo die Buche im Naturwald wahrscheinlich die Herrschaft antreten kann. Da dies nur für wenige und kleinflächige Stellen, beispielsweise im östlichen Teil unterhalb der Birmensdorferstraße oder auf den tonreichen, schweren Böden im Brand zutrifft, wurde auf die Ausscheidung einer solchen Zwischeneinheit und auf deren Kartierung verzichtet. Es handelt sich um Buchenbestände auf Braunerden, deren Krautschicht im Frühjahr fast nur aus einem *Allium ursinum*-Rasen besteht. Im Sommer ist hier der Boden beinahe kahl.

5. Ahorn-Eschenwald

Die Differentialartengruppen D bis H sind auch im Ahorn-Eschenwald noch vorhanden. Gegenüber dem Stieleichen-Hagebuchenwald tritt die Spierstauden-Gruppe (I) neu hinzu, während die Buchengruppe (C) im großen und ganzen an der Grenze des Ahorn-Eschenwaldes haltmacht. Unbeteiligt sind auch die Gruppen K, L, A und B.

Den Arten der Spierstaudengruppe ist eigentümlich, daß sie im Ahorn-Eschenwald nicht mit hoher Stetigkeit auftreten, was bedeutet, daß immer nur wenige von ihnen miteinander anzutreffen sind. Nichtsdestoweniger sind sie als Hochstauden wesentlich daran beteiligt, der Krautschicht eine auffallende Üppigkeit zu verleihen (Abb. 8, S. 47), die den Nährstoffreichtum des Standortes verrät. Ungewöhnlich kräftig gedeiht übrigens auch *Deschampsia caespitosa*, die zufolge ihrer tiefreichenden Wurzeln (bis 1 m) eine weite ökologische Amplitude hat, so daß sie auch auf trockenen Standorten noch konkurrenzkräftig ist. Ihr Optimum liegt jedoch eindeutig im Ahorn-Eschenwald, wo sie gewaltige Horste bildet, welche das sichere Ansprechen des Ahorn-Eschenwaldes bisweilen im winterkahlen Zustand erlauben (Abb. 9, S. 48).

Die Differentialartengruppe I weist mit ihren tiefwurzelnden, « großblättrigen und raschwachsenden, mehr oder minder hygromorphen und vermutlich durchweg stark nitrophilen Stauden » (ELLENBERG 1963, S. 249) auf grund- bzw. wechsellasse, nährstoff- und basenreiche Standorte in luftfeuchter Lage hin. *Filipendula ulmaria* und *Cirsium oleraceum* sind als Nässezeiger bekannt. Wo sie im Walde wachsen, ist der Gleyhorizont im Bodenprofil bereits ab ca. 20 cm Tiefe zu finden.

Die Zuordnung des Ahorn-Eschenwaldes zum *Aceri-Fraxinetum* (ETTER 1947a) unterliegt keinem Zweifel. Unklarheit herrscht bezüglich der Stellung innerhalb desselben. ETTER (1943) hat entsprechende Aufnahmen (Nr. 19, 24, 28, 118) zum *Quercus-Carpinetum aretosum* gestellt. Mit der Einführung des *Aceri-Fraxinetum caricetosum pendulae* (ETTER 1947a), das dem später zu beschreibenden Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm entspricht, wurde der Ahorn-Eschenwald der ebenen Lagen wieder nur am Rande erfaßt, so als « Entartungsform des *A.-F. caricetosum pendulae* » oder « Übergang vom feuchten Ahorn-Eschenwald zum staudenreichen Schwarzerlenwald ». Sachlich wäre es richtiger gewesen, von einem Übergang zwischen *Q.-C. aretosum* und *Macrophorbio-Alnetum* zu sprechen. KLÖTZLI (1965) nennt aus dem nördlichen Mittelland eine dem Ahorn-Eschenwald ebener Lagen wahrscheinlich genau

entsprechende Gesellschaft «Jungmoränen-Ahorn-Eschenwald» oder *Aceri-Fraxinetum deschampsietosum caespitosi*, was wohl dem Charakter der im Lehrwald verbreiteten Gesellschaft am besten entspricht. Mit anderen aus der Literatur bekannten Aceri-Fraxineten und ähnlichen Gesellschaften (vgl. Literaturverzeichnis bei ETTER 1947a) hat unser Ahorn-Eschenwald nur wenig gemeinsam. Eine parallele Gesellschaft auf saurem Boden beschreibt FREHNER (1963) aus dem westlichen Aargauer Mittelland als *Aceri-Fraxinetum veronicetosum montandae*.

6. Eschen-Erlenwald

Der Eschen-Erlenwald wird einerseits durch die Anwesenheit der Sumpfschilfgruppe (K), andererseits durch die Abwesenheit der Gruppen D und G charakterisiert. Außerdem sind die Gruppen E, F, H und I vorhanden, während die Gruppen A, B und C fehlen.

Die auffälligste Pflanze in der Krautschicht des Eschen-Erlenwaldes ist die Sumpfschilf (*Carex acutiformis*), die mit ihren langen Ausläufern gleichmäßige Herden bildet und deren Blätter hüfthoch werden können (vgl. Abb. 10, S. 48). Wo sie ausnahmsweise fehlt, treten *Carex remota*, *Equisetum arvense* und *Deschampsia caespitosa* besonders in Erscheinung (Aufn. Nr. 42 in Tab. 1, Anhang), letztere jedoch längst nicht mehr mit den gleichen, weit ausladenden Horsten wie im Ahorn-Eschenwald.

Die Arten der Sumpfschilfgruppe sind fast ausnahmslos Staunässezeiger auf nährstoff- und basenreichen «Sumpfhumböden» (OBERDORFER 1962). *Solanum dulcamara* und *Eupatorium cannabinum* gelten außerdem als Stickstoffzeiger.

In der Schweiz wurde der Eschen-Erlenwald, als «zwischen dem Schwarzerlenbruch und den feuchten *Fraxino-Carpinion*-Wäldern stehend», erstmals von ETTER (1947a) erwähnt und nach LEMÉE (1937 zit.) als *Macrophorbio-Alnetum glutinosae* bezeichnet. Da diese Gesellschaft jedoch ökologisch keine und floristisch wenig Ähnlichkeit mit eigentlichen Erlen-Bruchwäldern hat, wird sie heute in Übereinstimmung vieler Autoren (siehe OBERDORFER 1962, ELLENBERG 1963) von der Klasse der *Alnetea glutinosae* abgetrennt und den standörtlich näherstehenden *Quercu-Fagetalia* bzw. deren Ordnung *Fagetalia* als Verband *Alno-Padion* zugeordnet. Auch in der Bezeichnung der Assoziation wird eine Erinnerung an die Bruchwälder bewußt vermieden. Sie wird *Pruno-Fraxinetum* genannt, obwohl die Esche schlecht gedeiht und *Prunus padus* vielerorts im Eschen-Erlenwald fast fehlt. ELLENBERG (1961) schlägt den Namen *Fraxino-Alnetum* vor, welcher der natürlichen Baumarten-Zusammensetzung Rechnung trägt. FREHNER (1963) benennt seine nasseste Waldgesellschaft wiederum *Macrophorbio-Alnetum*, um sie von seinem etwas trockeneren Erlen-Eschenwald deutlich abzuheben und den «Großkräuter»-Charakter der Assoziation zu betonen. Besser wäre es, von einer nassen Ausbildung des *Pruno-Fraxinetum* zu sprechen (vgl. *Pruno-Fraxinetum iridetosum* KLÖTZLI 1967).

7. Quellsumpf

Die den Quellsumpf gegen die übrigen Gesellschaften differenzierende Sumpfdotterblumen-Gruppe (L) enthält zugleich die auffälligsten Arten, *Caltha palustris* und *Equisetum maximum*. Die Gruppe E fehlt nahezu ganz. Die Gruppen A bis D und G fehlen ohnehin, und von den Gruppen F sowie H bis K sind nur wenige Arten, und auch diese meist nur mit geringem Deckungswert, vorhanden.

Quellsümpfe kommen vorzugsweise an etwas geneigten Hängen in Bachrinnen oder in «Hangsäcken» (kleinen Mulden) mit Quellaufstößen und undurchlässigem Untergrund vor, die mit einer Kalotte von Morast (vgl. Kap. IIB) überdeckt werden. Solche Flächen können in Zeiten reicher Quell- und Niederschlags-tätigkeit kaum begangen werden, weil man knietief in den weichen, aber doch schweren Boden einsinken kann.

In den guten Ausbildungen erinnern die dichten, bis hüfthohen Riesenschachtelhalm-Bestände an Miniaturen von Schachtelhalm-Wäldern aus der Steinkohlenzeit. Im Unterwuchs der Schachtelhalm-Herden deckt mastiges Blattwerk von *Caltha palustris* und von nur wenigen anderen Kräutern, bisweilen unterbrochen von üppigen Horsten von *Carex remota* oder *pendula*, den Boden. Über die Schachtelhalme hinaus ragen im Sommer etwa die weißen Blütenstände der hohen Stauden *Filipendula ulmaria* oder *Valeriana officinalis* (vgl. Abb. 11, S. 49).

Wie ihre Standortsbedingungen sind Quellsümpfe nur sehr kleinflächig verbreitet. Sie nehmen meist nur einige Quadratmeter oder Aren innerhalb anderer Gesellschaften ein, etwa im frischen Buchenmischwald, im Stieleichen-Hagebuchen- oder im Ahorn-Eschenwald. Deshalb werden sie allseitig von vitalen Bäumen überschirmt, so daß der wenig waldfreundliche Standort nur selten Bäume duldet. Genau betrachtet, wachsen die in den Aufnahmen notierten Erlen und Eschen nicht im Sumpf, sondern an dessen Rand und auf Mineralerdebuckeln, die aus der Morastkalotte herausragen.

Man muß deshalb KÄSTNER (1941) beipflichten, wenn er seine dem Quellsumpf entsprechenden «Laubwaldsümpfe» als «baumfreie Assoziationen» ansieht und sie entgegen KOCH (1926) nicht mehr als *Carici remotae-Fraxinetum*, sondern als *Caricetum remotae* faßt. ELLENBERG (1963) glaubt zwar, daß sich diese Quellfluren «in voller Sonne anders entwickeln» würden. Eine Diskussion, was sich auf diesem Standort bei großflächigem Auftreten und unter höherem Lichtgenuß entwickeln würde, scheint jedoch müßig zu sein, weil der Quellsumpf stets nur kleinfleckig und in der Naturlandschaft nur im Waldschatten vorkommt. Am besten faßt man ihn als eine schattenbedingte, aber baumlose Dauergesellschaft auf.

D. Vegetationseinheiten und Standorte der Steilhänge

a) Föhrenreiche Wälder

a. Pfeifengras-Hangföhrenwald

Für den Pfeifengras-Hangföhrenwald ist das Auftreten der Differentialartengruppe der niedrigen Segge (A') bei gleichzeitigem Fehlen der Bingelkrautgruppe (E') charakteristisch. In der Strauchschicht ist *Amelanchier ovalis* bezeichnend. Das Bestandesbild wird indessen hauptsächlich durch die Arten der Gruppen B' und C' geprägt (Abb. 12, S. 49), die ihre Konkurrenzkraft auch an weniger extremen Standorten beibehalten und deshalb nicht als Differentialarten für den Hangföhrenwald gelten können. Vorhanden ist außerdem die Gruppe D', während Arten der Gruppen F' bis H' fehlen, weil sie größere und ausgeglichene Feuchtigkeit beanspruchen.

Der Pfeifengras-Hangföhrenwald (*Molinio-Pinetum*⁷ ETTER 1947a) kommt im Kartierungsbereich nur fragmentarisch an einer Stelle vor, die erst durch einen Anschnitt der Molasse beim Bau der Üetlibergbahn künstlich geschaffen wurde. Im anschließenden Üetliberg- und Albisgebiet ist er jedoch verbreitet (vgl. die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation) und befindet sich hier im Zentrum seiner Verbreitung im schweizerischen Molasseland (SCHMID 1936). Ein weiteres Zentrum bilden die Effingermergel des Jura (ZOLLER 1951, 1954).

ETTER (1947a, hier auch ältere Literatur) verdanken wir die erste eingehende Standortscharakterisierung des Pfeifengras-Hangföhrenwaldes. Dieser besiedelt «weichgegliederte Bergflanken, weit ausholend offene, amphitheatrige Talhintergründe und eher die grat- und rippennahen Teile» der Mergelsteilhänge. Der entscheidende Standortsfaktor ist in den ungünstigen physikalischen Eigenschaften des weichen Molassemergels, zusammen mit der überall zu beobachtenden Erosion zu suchen. Unter dem kümmerlichen, lockeren Baumbestand, der nach REHDER (1962) und DAFIS (1962) nur selten höher als 8 m wird, findet man auf diesem Standort eine üppige Hochgrasflur vor (Abb. 12, S. 49). Diese enthält lichtbedürftige Arten, die Wechsell Trockenheit bzw. -feuchtigkeit ertragen. Bezeichnenderweise sind die meisten unter ihnen ausgesprochene Tiefwurzler, die in den Trockenperioden der Sommermonate die Feuchtigkeit in größeren Bodentiefen erreichen können. FABIANOWSKI (1950) ermittelte gelegentlich auftretende Wassergehalte von nur 8% in 25 cm Tiefe und niedrigere Werte in den obersten Zentimetern, womit bei dieser Bodenart der permanente Welkepunkt sicher erreicht sein dürfte. Die Laubmischwaldpflanzen (Differentialartengruppen E', F' usw.) sind mit ihren hohen Ansprüchen an ausgeglichene Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse und mit ihrem meist hygromorphen Bau nicht befähigt, diese extremen Standorte zu besiedeln. An lokalklimatisch begünstigten Standorten treten gelegentlich tiefwurzelnnde Buchenwaldpflanzen der Gruppe D' auf.

⁷ Nach dem neuesten Diskussionsentwurf von OBERDORFER (1967) müßte diese Gesellschaft *Calamagrostio-Pinetum* genannt werden. Der Name *Molinio-Pinetum* soll für Föhrenwald-Gesellschaften der feinerdereichen Alluvialböden des Alpenvorlandes verwendet werden.

b. Buchen-Hangföhrenwald

Gegenüber dem Pfeifengras-Hangföhrenwald tritt im Buchen-Hangföhrenwald die Differentialartengruppe der niedrigen Segge (A') mit der Bingelkrautgruppe (E'), zu der auch der Efeu gehört, zusammen auf. Die Gruppen B' bis D' kommen auch in dieser Gesellschaft vor, wogegen die Gruppen F' bis H' fehlen.

Der Buchen-Hangföhrenwald besiedelt ähnliche, aber bedeutend weniger extreme Standorte als der Pfeifengras-Hangföhrenwald. Die Böden sind von vornherein teils durch Rutschungen und Sackungen, teils durch geringeren Tongehalt lockerer oder waren in stabileren, meist weniger steilen Lagen der Bodenbildung länger unterworfen, was sich in erhöhter Gründigkeit und biologischer Aktivität bemerkbar macht. Die günstigeren Standortverhältnisse drücken sich im besseren Wachstum der Föhre aus. Wenn auch das Stärkenwachstum nicht wesentlich zunimmt, erreicht sie, gemessen am Pfeifengras-Hangföhrenwald, doch fast das Doppelte an Höhe (DAFIS 1962), nach den Schätzungen von REHDER (1962) sogar bis gegen 20 m.

Für den Buchen-Hangföhrenwald sind die üppig entwickelten, an Arten und Individuen zahlreichen Sträucher charakteristisch. Sie genießen durch den stufigen Bestandesaufbau, durch die Hanglage sowie den relativ geringen Schlußgrad der Baumkronen noch viel Licht. Der Krautschicht wird dagegen mehr Schatten zuteil. In ihr wachsen meistens schon Arten aus der Gruppe E', vor allem *Mercurialis perennis*, *Carex digitata* oder *Viola silvestris* (Abb. 13, S. 50). Die ausgeglicheneren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse lassen indessen auch die meisten Arten der Gruppe C' kräftiger gedeihen. Geringerer Lichtgenuß und stärkere Konkurrenz bewirken einen beträchtlichen Rückgang der lichtbedürftigen eigentlichen Föhrenwaldpflanzen (Gruppe A').

Der Buchen-Hangföhrenwald wurde bisher nur von REHDER (1962) beschrieben, der ihn im Waldreservat Girstel entsprechend den Unterschieden in Boden und Mikroklima weiter differenzieren konnte. DAFIS' (1962) Gesellschaftseinheit II dürfte dem Buchen-Hangföhrenwald ungefähr entsprechen. Bestände, wie sie in Tab. 2 dieser Arbeit erscheinen, wurden von ETTER (1947a) als Sukzessionsstadien vom *Molinio-Pinetum* zum *Fagetum finicola* oder *Taxo-Fagetum* bezeichnet. Allerdings finden sich bei ihm auch Aufnahmen, die unserem Buchen-Hangföhrenwald zuzurechnen sind, und zwar in den Tabellen des *Molinio-Pinetum* (Nr. 26, 290) und des *Taxo-Fagetum* (Nr. 358, 368, 393).

β) Laubmischwälder

c. Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras ist gegen den Buchen-Hangföhrenwald durch das Fehlen der Differentialartengruppe A' und gegen den typischen Mehlbeeren-Hangbuchenwald durch das Vorhandensein der Pfeifengrasgruppe (B') abzugrenzen. Die Gruppen C', D' und E' sind großenteils reichlich vertreten, ohne jedoch diagnostisch wichtig zu sein. Die Waldseggengruppe (F') ist nur in einem Teil der Aufnahmen vorhanden, wodurch sie eine

Differenzierung der Gesellschaft in zwei Ausbildungsformen zuläßt. Die typische Ausbildung vermittelt zum Buchen-Hangföhrenwald, indem die Gruppe F' fehlt und oft noch *Carex humilis* beobachtet werden kann. In der Waldseggen-Ausbildung dagegen ist die Gruppe F' vorhanden, die ihr ein mesophileres Gepräge gibt. Dies drückt sich auch dadurch aus, daß die Bingelkrautgruppe (E') besser als in der typischen Ausbildung gedeiht – *Mercurialis perennis* kann rasig auftreten – und andere Buchenwaldbegleiter, die bei den «übrigen Kräutern» notiert sind, ebenfalls häufiger werden. Feuchtigkeits- und Nässe zeigende Arten (Gruppen G' und H') fehlen im Mehlbeeren-Hangbuchenwald ohnehin.

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras ist im Lehrwald Albisriederberg, wie die oben erwähnten beiden Gesellschaften, nur wenig und kleinflächig verbreitet. Da zudem die beiden Varianten eng miteinander verzahnt sind, konnten sie im Maßstab 1:5000 nicht ausgeschieden werden. Bei großflächigem Auftreten der Gesellschaft, wie etwa im Reppischtal, dürfte jedoch eine Trennung von waldbaulicher Bedeutung sein.

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras wächst in weniger steilen Lagen als die vorigen Gesellschaften, liegt die Hangneigung doch in der Regel zwischen 40 und 60%. Ähnlich wie beim Buchen-Hangföhrenwald dürfte sich der Boden aus gerutschtem Molassematerial aufgebaut haben, was beispielsweise im Bodenprofil c (Abb. 2, Anhang) durch die harten Sandsteinbrocken in dem leicht sandigen Mergel angezeigt wird. Der Boden ist deshalb relativ locker, gut durchlüftet und tiefgründig. Als Maßstab für die besseren Standortverhältnisse gegenüber dem Buchen-Hangföhrenwald sei wiederum das Wachstum der Föhre genannt. Sie erreicht in der Bestandesoberschicht etwa 20 m Höhe und Jahrringbreiten bis gegen 2 mm (DAFIS 1962).

In der Unterschicht findet sich, meist truppweise, gern die Eibe (*Taxus baccata*). Sie scheint die kalkreichen Standorte der Molassesteilhänge besonders zu bevorzugen und kommt hier nur in den extremen Gesellschaften, dem Pfeifengras-Hangföhrenwald und dem Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm, nicht vor (vgl. REHDER 1962). Mit ihr und einigen ihr vermeintlich treuen Begleitern charakterisierte ETTER (1947a) ein *Taxo-Fagetum*, dessen Kern unser Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras darstellt. Sein *Taxo-Fagetum* umfaßt jedoch außerdem die hier beschriebenen Gesellschaften b und d, ist also recht heterogen. Zudem ist die Benennung der Assoziation nach *Taxus* unglücklich, weil diese nicht auf eine bestimmte Gesellschaft oder Gesellschaftsgruppe beschränkt ist, sondern von Natur aus wesentlich weiter verbreitet sein dürfte (ELLENBERG 1963), wenn auch ihre Verjüngungsfreudigkeit auf den einzelnen Standorten verschieden ist (LEIBUNDGUT, briefl. Mitteilung). Hinzu kommt, daß die Eibe in ebenen Lagen mit oberflächlich sauren Böden, als vom Rehwild besonders beliebt, regelmäßig stark verbissen wird (KLÖTZLI 1965). Hauptursache ihres Fehlens ist aber wahrscheinlich vielerorts die Tatsache, daß sie von den Bauern überall dort weggehauen wurde, wo diese mit den Pferden hinkamen (LEIBUNDGUT, briefl. Mitteilung), denn ihre vegetativen Organe sind für Pferde giftig. Andererseits wurde sie in der Nähe alter Städte und Burgen, wie etwa an den Steilhängen des Üetlibergs, als Lieferantin von Bogen- und Armbrustholz, in früheren Zeiten besonders gehegt (ELLENBERG 1963).

REHDER (1962) beschreibt im Anschluß an den Pfeifengras-Föhren-Buchenwald am Girstel einen «Traubeneichen-Buchenwald», der infolge sauren Bodens nicht mit dem Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras zusammengeworfen werden darf. Hingegen fand OBERDORFER (1957) in Südwestdeutschland Gesellschaften, die eine gewisse Ähnlichkeit mit unserem

Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras aufweisen, so das *Cephalanthero-Fagetum calamagrostietosum* oder *molinietosum*. Diese Gesellschaften ähneln jedoch z.T. eher unserem Buchen-Hangföhrenwald und enthalten überdies viele Arten, die bei uns nicht oder nur in andern Gesellschaften vorkommen.

d. Typischer Mehlbeeren-Hangbuchenwald

Der typische Mehlbeeren-Hangbuchenwald ist gegen den Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras durch das Fehlen der Differentialartengruppe B' und gegen den frischen Hangbuchenmischwald durch das Vorhandensein der Differentialartengruppe der schlaffen Segge (C') abgegrenzt. Die Gruppen D' und E' sind mit den meisten und die Gruppe F' mit einigen Arten reichlich vertreten. Die Föhrenwaldpflanzen (A') und die Feuchtigkeits- und Nässezeiger (Gruppen G' und H') fehlen.

In seiner Verbreitung ist der typische Mehlbeeren-Hangbuchenwald an die sandreichen Schichten der Molasse gebunden. Gegenüber den leicht erodierbaren, weiche Bergflanken und Mulden bildenden Mergeln formen die harten Sandsteine (Knauersandsteine) oft quer zur Achse des Albis-Höhenzugs vorstehende Rippen und Sporne. Vielerorts kommen mergelige Sandsteine auch im Schichtwechsel mit Mergeln hangbildend vor. Während die tonigen Schichten ausgewaschen werden, bleiben die Sandsteine einige Zeit als erhabene Bänder stehen, brechen jedoch bei starker Unterhöhlung ab. Die Abbruchstelle wird dann mit Mergeln überkleistert, die den Oberboden bilden (vgl. Kap. IIA und B). Die Wechselfeuchtigkeit dieses Bodens wird durch die gute Drainage im sandigen Untergrund stark gemildert, was sich im Fehlen der Differentialartengruppe B' äußert. Der Boden neigt eher zu Trockenheit. Zwar sind an der Gruppe C' noch einige Wechselfeuchtigkeitszeiger, wie *Carex flacca*, *Viburnum lantana* und *Calamagrostis varia*, beteiligt. In der Regel sind es jedoch mäßige Trockenheit ertragende, Kalkreichtum bevorzugende Arten, die diesen Standort besiedeln (Gruppen C' und D', vgl. Abb. 14, S. 50). Hinzu kommen einige Arten der Gruppen E' und F', die ihr Verbreitungsoptimum auf frischen Standorten haben.

Über die systematische Stellung des typischen Mehlbeeren-Hangbuchenwaldes besteht kein Zweifel. Er gehört zu den Seggen-Hangbuchenwäldern, die von MOOR (1952) als *Carici-Fagetum*, von OBERDORFER (1957) als *Cephalanthero-Fagetum* und von ETTER (1947a) als *Fagetum finicola* bezeichnet wurden. Die Gesellschaft wurde von ETTER (1947a) teilweise zum *Taxo-Fagetum* gestellt, wenn die Eibe darin reichlich vertreten war. Infolge des tiefen Schattens entwickelt sich unter dieser nur eine spärliche und artenarme Krautschicht (vgl. REHDER 1962). Weitere Literatur findet man in der zusammenfassenden Darstellung von ELLENBERG (1963).

e. Frischer Hangbuchenmischwald

Für den frischen Hang-Buchenmischwald ist das Fehlen sowohl aller Trockenheit und Wechselfeuchtigkeit ertragenden Arten (Differentialartengruppen A' bis C') als auch sämtlicher Feuchtigkeits- und Nässezeiger (Gruppen G' und H') charakteristisch. Die Krautschicht besteht vorwiegend aus Arten der Goldruten-

(D'), der Bingelkraut- (E') und der Waldseggengruppe (F'), die weite ökologische Amplituden haben, jedoch frische, nährstoff- und basenreiche, tiefgründige Böden bevorzugen. Von diesen ist *Mercurialis perennis*, fleckenweise rasig wachsend, das beherrschende Element (Abb. 15, S. 51). Die meisten übrigen Arten treten spärlich auf, und einige fehlen ganz. Der frische Hang-Buchenmischwald ist also sehr artenarm; auch seine Strauchschicht ist nur dürrig ausgebildet und besteht in der Regel nur aus jungen Buchen.

Im Gegensatz zur floristischen Armut steht die Fruchtbarkeit des Standortes, die sich in der hohen Produktionskraft der Baumschicht äußert. Der nährstoff- und basenreiche, tiefgründige Boden läßt Bestände gedeihen, die an den frischen Buchenmischwald der mehr oder weniger ebenen Lagen erinnern. Nur sind Eschen und Ahorne häufiger, die durch den bis an die Bodenoberfläche hohen Kalkgehalt und durch die größere Grundfeuchtigkeit der Hangböden begünstigt werden.

FrISCHE Hangbuchenmischwälder kommen besonders in der unteren Hälfte der Molasse-Steilhänge vor. Viele ihrer Eigenschaften stimmen auffallend mit jenen des *Fagetum silvaticae typicum* überein, das von MOOR (1952) aus dem Jura und von KUOCH (1954) aus der unteren Montanstufe der Voralpen beschrieben wurde. Allerdings stockt dieser «typische Kalkbuchenwald», wie ihn ELLENBERG (1963) nennt, im Jura auf Rendzinen (Humuskarbonatböden). Überhaupt sind sowohl die Aufnahmen von KUOCH als auch die von MOOR wesentlich artenreicher als diejenigen des frischen Hangbuchenmischwaldes und enthalten noch Arten wie *Lamium galeobdolon*, *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina* und *Circaea lutetiana*, die am Üetliberg erst in Gesellschaften auf feuchteren Böden zu finden sind. Die beste floristische und standörtliche Übereinstimmung zeigt unser frischer Hangbuchenmischwald mit dem «echten Buchenwald» FREHNERS (1963 u. mdl.). Diese Gesellschaft nimmt nach KLÖTZLI (1965 u. mdl.) zwischen Seetal und Limmattal immer nur kleine Flächen ein, ist jedoch recht verbreitet.

f. Hang-Ahorn-Eschenwald

Der Hang-Ahorn-Eschenwald wird gegen den frischen Hang-Buchenmischwald durch das Auftreten der Goldnesselgruppe (G') und gegen den Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm durch das Fehlen der Gruppe H' abgegrenzt. Selbstverständlich fehlen auch die Gruppen A' bis C'. Die Gruppe D' ist, wie im Hang-Buchenmischwald, nur spärlich vertreten, wogegen manche Arten der Gruppen E' (vor allem *Mercurialis perennis*, vgl. Abb. 16, S. 51) und F' sehr üppig gedeihen.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald bevorzugt die Molasse-Schuttfächer am Fuße der Steilhänge, die relativ geringe Neigung aufweisen. Aus diesem lockeren, lehmigen Schuttmaterial bildeten sich Böden, die gut mit Hangwasser versorgt werden. Als Folge der fortwirkenden Erosion an den Steilhängen wird der Boden oberflächlich ständig mit rieselnder Feinerde angereichert. Periodisch finden indessen ziemlich mächtige Überführungen mit Schutt statt, der von Kräutern und Sträuchern neu besiedelt werden muß. Bis zu einem gewissen Grade bleibt also auch der Standort des Hang-Ahorn-Eschenwaldes unstabil. Meist besteht

der Oberboden trotzdem aus einem biologisch äußerst aktiven Mull. Diese Verhältnisse zeichnen sich in der Krautschicht ab, z.B. in dem Hervortreten von *Stachys silvatica* und *Allium ursinum* sowie von *Lamium galeobdolon*, *Primula elatior* und *Dryopteris filix-mas* aus der Goldnesselgruppe (G', s. Abb. 16, S. 51).

Nach der floristischen Zusammensetzung müßte der Hang-Ahorn-Eschenwald zu den bodenfeuchten Buchenwäldern gestellt werden. Vergleichbare Gesellschaften sind die bärlauchreichen Buchenwälder, z.B. das *Fagetum allietosum* MOOR (1952), das *Pulmonario-Fagetum allietosum* FREHNER (1963) und das im Gebiet des unteren Muschelkalkes bei Göttingen ebenfalls am Fuße von Bergrutschhängen verbreitete *Melico-Fagetum allietosum* WINTERHOFF (1963). Allerdings stocken diese Gesellschaften meist auf tonreichen Rendzina-Böden und ertragen keine dauernde Grundnässe, wie sie in unserem Fall auftritt (vgl. ELLENBERG 1963, S. 122). Nach den Eigenschaften des Bodens und dem großen Niederschlagsreichtum zu urteilen, handelt es sich am Üetliberg um einen Standort, welcher demjenigen der Ahorn-Eschenwälder näher steht. Tatsächlich gedeihen Ahorn und Esche sowie Ulme außerordentlich gut, wenn nur der Förster sie etwas begünstigt.

g. Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm

Das besondere floristische Merkmal des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm ist die Gruppe (H'), deren Arten mit zunehmender Boden-nässe zahlreicher werden und mit größeren Mengen vorkommen (Abb. 17, S. 52). Gut vertreten sind auch die Gruppe G' und einige Arten der Gruppen E' und F' (vorwiegend *Mercurialis perennis*, *Viola silvestris*, *Carex silvatica*, *Asperula odorata* und *Deschampsia caespitosa*). Mit der Goldrutengruppe (D') und einigen sich dieser ähnlich verhaltenden Arten der Gruppen E' und F' (*Carex digitata*, *Sanicula europaea* usf. sowie *Aruncus dioecus* und *Actaea spicata*) läßt sich eine typische Variante (g₁, D' vorhanden) von einer Sumpfvvariante (g₂, D' fehlt) abtrennen, in welcher letzterer sich besonders gerne *Carex pendula* und *Carex remota* aufhalten. Die Differentialartengruppen A' bis C' fehlen der Gesellschaft.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm hat etwa dieselbe Verbreitung am Hangfuß wie der typische Hang-Ahorn-Eschenwald (f) und ist meist in diesen eingebettet, dort natürlich, wo der Boden im Einflußbereich von Bächen und Quellaufstößen stärker und vor allem länger andauernd vernäßt ist. Die periodische Vernässung bis dicht unter die Oberfläche bewirkt, daß der Boden ständig in leichter Bewegung ist.

Da keine Staunässe auftritt und der Wasserspiegel zeitweise doch unter den Hauptwurzelschicht sinkt, kann die Buche auf diesem Standort noch überraschend gut gedeihen. In der Regel unterliegt sie jedoch im Konkurrenzkampf den Nässe besser ertragenden großblättrigen Baumarten Ahorn, Esche und Ulme.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm entspricht dem von ETTER (1947a) beschriebenen *Aceri-Fraxinetum caricetosum pendulae*. Am besten ist diese Assoziation im kühleren und regenreicheren Sihlwald ausgebildet. Die standörtlichen Eigenschaften der Sumpfvvariante des Hang-Ahorn-Eschenwaldes

mit Riesenschachtelhalm (Abb.18, S. 52) sind in der einleitenden Übersicht (IIA) genügend umschrieben worden. Systematisch dürfte diese Variante in die Nähe der Riesenschachtelhalm-Variante des *Pruno-Fraxinetum* (FREHNER 1963) gestellt werden.

E. Künstliche Nadelwaldbestände

Ausgedehnte Flächen, die in der Naturlandschaft vom typischen Traubeneichen-Buchenwald, frischen Buchenmischwald oder vom Stieleichen-Hagebuchenwald bedeckt wären, tragen heute keine Laubbäume, sondern künstlich zur Dominanz gebrachte Fichten und Tannen. Durch den Einfluß dieser immergrünen Nadelbäume wird nicht nur das Bestandesbild, sondern auch das Artengefüge der einzelnen Gesellschaften verändert. Der aufgrund von Aufnahmen in naturnahen Laubholzbeständen erarbeitete Kartierungsschlüssel darf also nicht vorbehaltlos auf solche Nadelforsten angewendet werden. Aus diesem Grund wurden reine Nadelwälder auf der Karte durch besondere Signaturen hervorgehoben.

«Pflanzenkombinationen, die von einer oder mehreren gesellschaftsfremden Holzarten beherrscht sind, d.h. von Baumarten, die im potentiellen Naturwald des betreffenden Wuchs- und Standortes fehlen würden oder nur sehr spärlich vertreten wären», werden von TÜXEN (1950) als «Forstgesellschaften» bezeichnet und den natürlichen⁸ Waldgesellschaften gegenübergestellt (zit. nach ELLENBERG 1963, dort weitere Literatur). Diese Unterscheidung drängte sich dort auf, wo großflächige Monokulturen im Holzfackerbau derart starke floristische Abweichungen nach sich zogen, daß aufgrund der Bodenvegetation kaum mehr auf die natürliche Waldgesellschaft geschlossen werden kann. Durch chemische und physikalische Veränderungen des Bodens, wie Versauerung, Auswaschung von Basen, Zerstörung von Tonmineralien, Verdichtung und damit verbundene Vernässung und Sauerstoffarmut (HAUFF, SCHLENKER u. KRAUSS 1950), werden viele der anspruchsvollen Laubwaldpflanzen verdrängt. Dafür siedeln sich viele Arten aus den natürlichen Fichtenwäldern der montanen und subalpinen Stufe an, beispielsweise *Vaccinien*, viele *Moose*, wie *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum formosum* und *Ptilium crista-castrensis*, im Extremfall auch Lycopodien, *Pyrola*-Arten und *Sphagnum quinquefarium* (vgl. SCHLÜTER 1965).

Derart extreme Verhältnisse treten allerdings im Lehrwald nirgends auf, weil die Bestände bewußt auf Erhaltung der hohen biologischen Aktivität des Bodens hin gepflegt werden (LEIBUNDGUT 1966), so daß die Artengarnitur der natürlichen Waldgesellschaften stets annähernd erhalten bleibt (vgl. OTT 1966). Aus diesem Grunde konnte, im Gegensatz zu den vergleichbaren Untersuchungen von NEUHÄUSL (1966) in *Fagion*-Gesellschaften Mährens und Ostböhmens, auf die Ausscheidung von «Forstgesellschaften» verzichtet werden.

In Tabelle 5 (Anhang) sind Aufnahmen von künstlichen Fichten-Tannenbeständen aus dem Lehrwald vereinigt, die unmittelbar neben naturnahen Be-

⁸ TÜXEN (1950): «Unter ‚natürlich‘ verstehen wir nicht die ursprüngliche, d.h. frühere, sondern diejenige Waldgesellschaft, die sich heute bei Aufhören des menschlichen Einflusses an einem bestimmten Standorte einstellen würde.» Der Begriff «natürliche Vegetation» wird später (TÜXEN 1956) als «heutige potentielle natürliche Vegetation» präzisiert.

ständen, also auf vergleichbaren Standorten, gewonnen wurden. Die Reihenfolge der Arten ist dieselbe wie in Tabelle 1. Ein Vergleich der beiden Tabellen läßt erkennen, daß die Kunstbestände gegenüber den naturnahen floristisch verarmt sind und daß Verschiebungen in der Artenkombination stattgefunden haben, allerdings nur geringe. So greift zwar *Hieracium murorum* aus der Gruppe A auf den Traubeneichen-Buchenwald über. Die anderen Arten der Gruppe A verhalten sich jedoch ebenso wie in naturnahen Beständen. Für die Abgrenzung des Traubeneichen-Buchenwaldes gegen den frischen Buchenmischwald sind die Säure- und Trockenheitszeiger der Fingerseggen-Gruppe (B) bei Dominanz von Nadelbäumen nicht mehr brauchbar. Die meisten ihrer Arten sind sogar auf Stieleichen-Hagebuchenwald-Standorten anzutreffen. Die Ursache liegt darin, daß die Nadelstreu eine Versauerung des Bodens bewirkt (SCHÖNHAR 1952) und eine mehr oder minder mächtige, durchlässige und deshalb zeitweilig austrocknende Schicht bildet. Unter dem Einfluß von Nadelbäumen findet jedoch auf sonst vergleichbaren Braunerde-Standorten eine höhere Nitrifikation im Boden statt (SCHÖNHAR 1955). Deshalb treten in Nadelbeständen auf dem Standort des frischen Buchenmischwaldes anspruchsvollere Arten aus den Differentialartengruppen G und H auf. Von ihnen gehen nur *Sanicula europaea* und *Paris quadrifolia* gelegentlich in den Traubeneichen-Buchenwald hinein und sind dort in ihrer Vitalität meist reduziert, bleiben also steril. Die Gruppen G und H erlauben deshalb in den von Nadelbäumen beherrschten Beständen, zwischen den Standorten des frischen Buchenmischwaldes und denen des Traubeneichen-Buchenwaldes, eine Grenze zu ziehen. Allerdings bleiben *Stachys silvatica* und *Ranunculus ficaria* streng auf den Standort des Stieleichen-Hagebuchenwaldes beschränkt, so daß man bei ihrem Auftreten nie zu zweifeln braucht, ob es sich wirklich um diese Gesellschaft handelt oder nicht. In vielen Fällen greifen in Nadelholzbeständen auf Standorten dieser Einheit infolge der stärkeren Nitrifikation nitrophile Stauden, wie *Aegopodium podagraria* und *Cirsium oleraceum*, aus der Gruppe I herüber. In Baum- und Althölzern findet man häufig eine sehr üppige Krautschicht, bestehend aus *Circaea lutetiana*, *Geranium robertianum* und *Impatiens parviflora*, die von der nitrophilen Brombeere überwuchert sind. Öffnet man dieses Dickicht, so sieht man auf dem Boden einen bis zu 10 cm hohen Rasen des «Bäumchen»-Moses *Mnium undulatum* (Abb. 7, S. 47).



Abb. 3 Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge: Die letztjährige Streu deckt noch vor dem Blattfall im Herbst den Boden. Hoher Lichtgenuß bewirkt rasige Ausbreitung der Bergsegge (*Carex montana*). Die Buche ist qualitativ geringwertig (Juli 1965).



Abb. 4 Der frische Buchenmischwald enthält keine Arten, die nicht in anderen Gesellschaften auch vorkämen. *Asperula odorata* und *Oxalis acetosella* kommen am häufigsten vor (Juli 1965).



Abb. 5 Stieleichen-Hagebuchenwald: Die Krautschicht ist einem ausgeprägten jahreszeitlichen Wechsel unterworfen. Im Frühjahr bildet *Allium ursinum* einen dichten Rasen (April 1967).



Abb. 6 Stieleichen-Hagebuchenwald: Im Sommer ist von vielen Frühlingsgeophyten kaum mehr ein Blatt vorhanden. Von *Phyteuma spicatum* bleiben noch die dürrn Stengel übrig (Juli 1965).



Abb. 7 Künstliche Nadelwälder auf Standorten des Stieleichen-Hagebuchenwaldes: Unter dem Brombeeren-Dickicht bildet *Mnium undulatum* einen bis 10 cm hohen Rasen (Juli 1965).



Abb. 8 Zu dem Eindruck der Üppigkeit der Krautflora im Ahorn-Eschenwald tragen besonders Hochstauden (hier *Cirsium oleraceum*) bei (Juli 1965).



Abb. 9 Die kräftigen Horste von *Deschampsia caespitosa* lassen den Ahorn-Eschenwald bisweilen auch außerhalb der Vegetationszeit erkennen (März 1967).

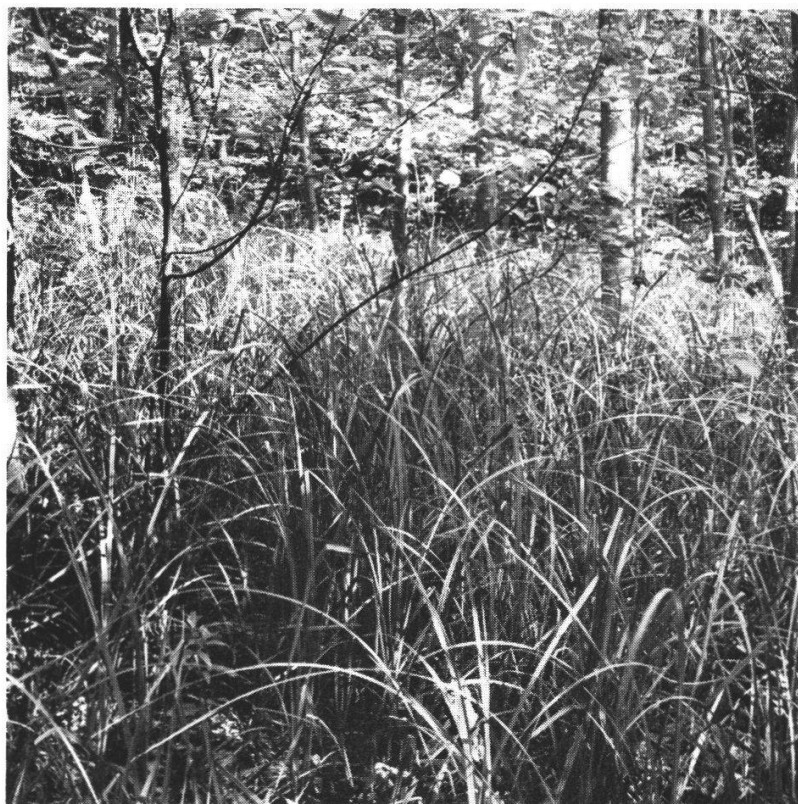


Abb. 10 Die gleichmäßigen Herden von *Carex acutiformis* verleihen dem Eschen-Erlenwald ein auffallendes Gepräge (Juli 1965).

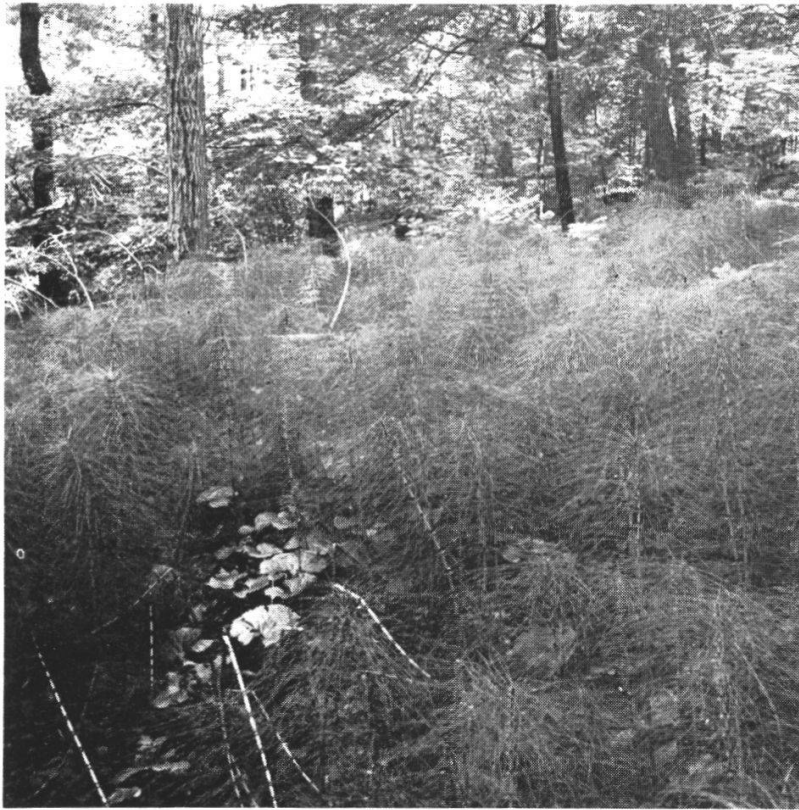


Abb. 11 Die Quellsümpfe werden vorwiegend von *Equisetum maximum* und *Caltha palustris* besiedelt (Juli 1965).



Abb. 12 Pfeifengras-Hangföhrenwald: Unter dem kümmerlichen Föhrenbestand gedeiht eine üppige Hochgrasflur, worin *Molinia arundinacea* und *Brachypodium pinnatum* sowie *Carex humilis*, *C. flacca* und *C. montana* dominieren (Juli 1965).



Abb.13 Im Buchen-Hangföhrenwald gedeihen neben *Carex humilis*, *Anthericum ramosum* (blühend) und anderen Föhrenwaldpflanzen auch Buchenwaldarten, hier vor allem *Mercurialis perennis* (Juli 1965).



Abb.14 Der typische Mehlbeeren-Hangbuchenwald trägt in anderen Gegenden den Namen «Seggen-Buchenwald». In der Krautschicht dominieren *Carex flacca* und *Carex montana* (Juli 1965).



Abb.15 Der frische Hangbuchenmischwald ist artenarm. Er enthält nur wenige Arten mehr als die auf dem Bild sichtbaren *Mercurialis perennis*, *Sanicula europaea*, *Carex digitata*, *Polygonatum multiflorum* und *Pulmonaria obscura* (Juli 1965).



Abb.16 Im Hang-Ahorn-Eschenwald kommen gegenüber dem frischen Hangbuchenmischwald *Primula elatior*, *Stachys silvatica* und andere Arten der Gruppe G' vor (im Frühjahr besonders *Allium ursinum*). *Mercurialis perennis* gedeiht ausserordentlich üppig (Juli 1965).



Abb. 17 Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm beherbergt Arten der Gruppe H'. Hier sind davon *Equisetum maximum* und *Festuca gigantea* sichtbar (Juli 1965).



Abb. 18 Das beherrschende Element der Sumpf-Variante des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm ist *Equisetum maximum*. Im Gegensatz zum Quellsumpf der wenig geneigten Lagen tritt *Caltha palustris* kaum auf, dagegen *Brachypodium silvaticum* (Juli 1965).