

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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 67 (1980)

Artikel: Die ökologische und pflanzensoziologische Stellung der Eibe (*Taxus baccata*) in der Schweiz = The ecological and phytosociological situation of the yew-tree (*Taxus baccata*) in Switzerland

Autor: Leuthold, Christoph

Kapitel: 4: Ergebnisse und Diskussion der einzelnen Faktoren

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308589>

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: 31.01.2026

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

Für die Strukturanalyse beschränkte ich mich hier fürs erste auf die Betrachtung der Stammzahlen, obschon auch Kreisflächen-Berechnungen vorliegen. Die Aufnahmen wurden vom Institut für Waldbau gemacht. Die Kluppierung erfolgte in 1 cm-Durchmesserstufen ab 4 cm. Die Bäume der Versuchsflächen und Profilstreifen, welche hier ausschliesslich ausgewertet werden, sind einzeln nummeriert, so dass auch Abgänge und Einwüchse genau erfasst werden. Es ist daher sinnvoll, auch das tote Material mit einzubeziehen.

4. Ergebnisse und Diskussion der einzelnen Faktoren

Der experimentelle Teil der Arbeit war ursprünglich darauf angelegt, im Idealfall von einem oder zwei Standortsfaktoren nachweisen zu können, dass sie für bestimmte Verbreitungsgrenzen der Eibe entscheidend sind und es war geplant, ihren Einfluss wenn möglich zu quantifizieren. Dabei wurden vorwiegend Grenzbereiche ins Auge gefasst, in denen die Eibe mit grosser Wahrscheinlichkeit aus physiologischen Gründen ausgeschaltet würde, Grenzen also, die sich sozusagen auf den "äusseren Rand" der Eibenvorkommen in ihrem Verbreitungsgebiet beziehen (vgl. Oekogramm, Abb. 42 a).

Die Vermutung, dass innerhalb des engeren Testgebiets (3 Untersuchungsgebiete) solche extreme Grenzbereiche existierten, die physiologischen Möglichkeiten der Eibe also überschritten würden, hat sich weitgehend bestätigt, bezog sich jedoch vorwiegend auf den Wasserfaktor. In den beiden Reservaten "Unterwilerberg" und "Weid" boten sich hierzu denn auch beinahe ideale Verhältnisse an: von extrem trockenen Felsgrat-Lagen über verschiedenste Standorte mit mittlerer Wasserversorgung bis zu stark wechselfeuchten und (stau-) nassen Böden konnte auf kleinem Raum und unter relativ gut vergleichbaren Bedingungen dieses sehr breite Standortsspektrum erfasst werden. Auf der nassen Seite dieser Standortsreihe fehlt die Eibe ganz und im extrem trockenen Flügel kommt sie zwar noch vor, aber mit reduzierter Vitalität. Die Annahme, dass auf diesen sehr verschiedenartigen Standorten auch das Nährstoffangebot stark variieren würde, hat sich zwar ebenfalls erhärtet, aber dieser Faktor hat sich für die Eibe als von eher geringer Wichtigkeit herausgestellt (stell-

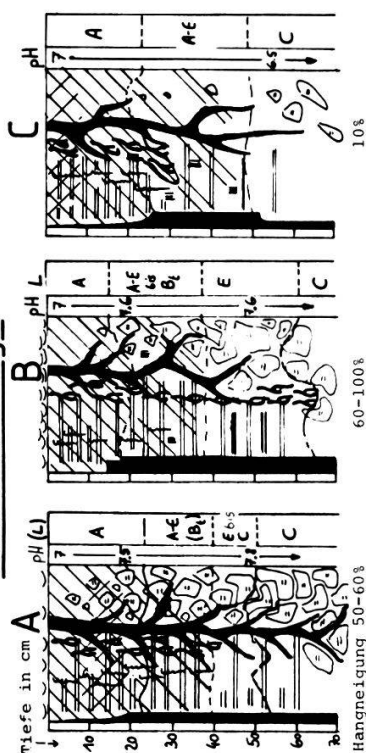
vertretend für den Nährstoffhaushalt wurden allerdings nur das Stickstoff- und Humusangebot untersucht).

Im Laufe der Untersuchungen wurde immer deutlicher, dass diese Faktoren im gesamten Untersuchungsgebiet (Nordschweiz, Voralpen, Jura) nicht als Haupt- oder gar alleinige Ursachen für das Fehlen der Eibe auf bestimmten Standorten oder in bestimmten Gebieten in Frage kamen. Vor allem war bald zu erkennen, dass hier bedeutende Ueberlagerungen durch weitere, zum Teil in den Faktoren Mensch, Zeit und Wild bedingte Einflüsse vorhanden waren, die oft nur sehr unvollkommen abzuklären sein würden. Dadurch wurde auch die Erfassung einzelner physiologisch bedingter Verbreitungsgrenzen im vorgesehenen experimentellen Rahmen teilweise illusorisch.

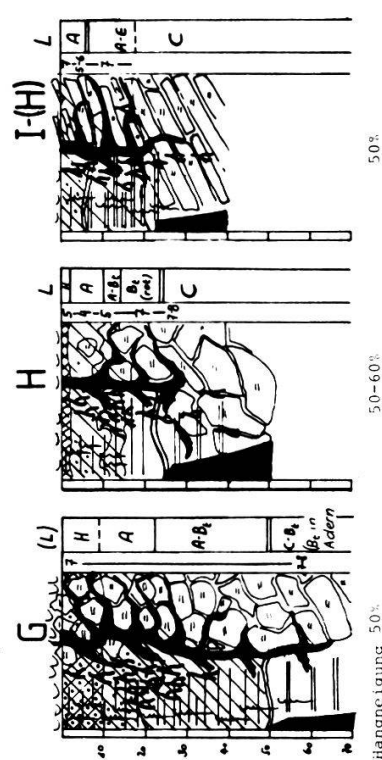
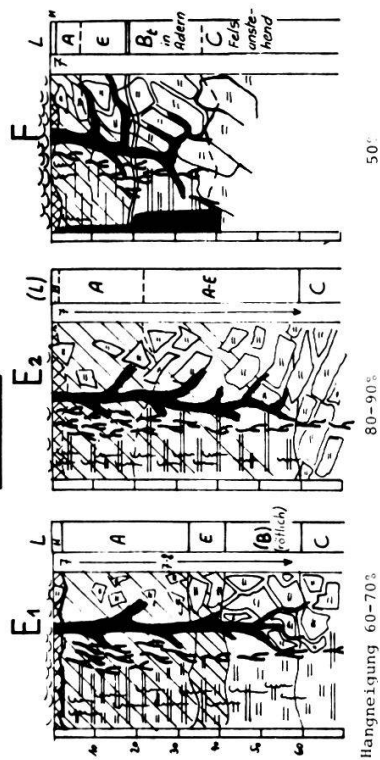
Nach den gewonnenen Erkenntnissen dürfte es an den meisten ökologischen Grenzen der Eibe gar nicht so sein, zumindest nicht in der heutigen Landschaft, dass ein Hauptfaktor für die Begrenzung verantwortlich ist, sondern es dürften meistens mehrere Faktoren in komplexer Weise zusammenwirken. Es ist ja zudem bekannt, dass gerade da, wo eine Art durch einen bestimmten Minimumfaktor geschwächt wird, sich alle weiteren negativen Einflüsse umso stärker auswirken können: z.B. das Wild nahe an einer Verbreitungsgrenze einer Art (das "Seltene" wird auch vom Wild besonders geschätzt).

So konnte mit dem experimentellen Teil entsprechend kein Resultat gefunden werden, das diesen oder jenen Standortsfaktor in quantifizierter Form für das Fehlen der Eibe verantwortlich erklärt. Vielmehr dient dieser Teil der Arbeit in seiner heutigen Form dazu, die verschiedenen Standortsverhältnisse an einigen markanten Wuchsorten der Eibe genauer zu beschreiben. Darauf aufbauend sind innerhalb der vorliegenden Arbeit, aber auch mit den Untersuchungen anderer Autoren, einigermaßen differenzierte Vergleiche möglich. Die wichtigsten Ergebnisse wurden reservatsweise zusammengestellt und die einzelnen Faktoren, soweit nötig, an Ort und Stelle kommentiert ("Tab." 10, S. 91).

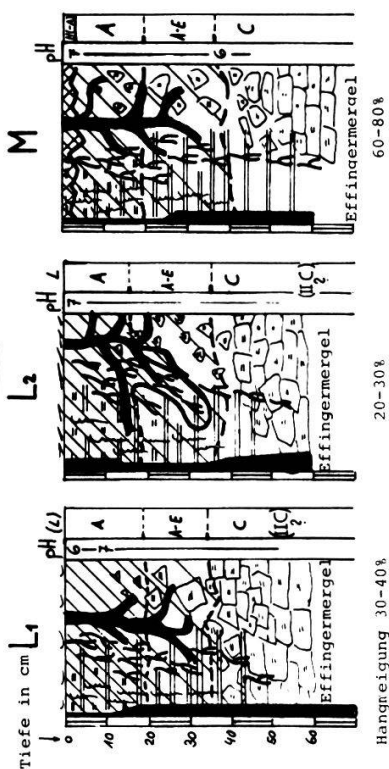
"Unterwilerberg"



"Weid"



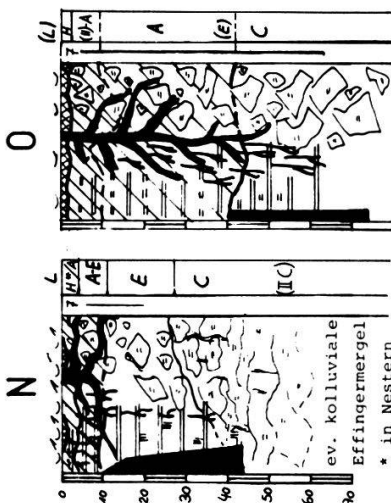
"Chliäbalden"



20-30%

Hangneigung 30-40%

60-80%



80%

Hangneigung 70-80%

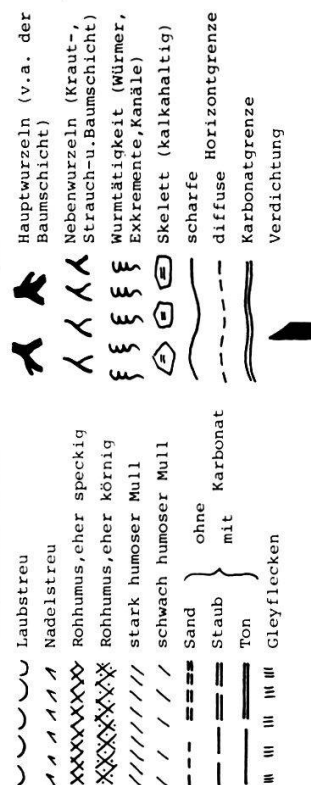


Abb. 15. Bodenprofile der Probeflächen in den drei Untersuchungsgebieten

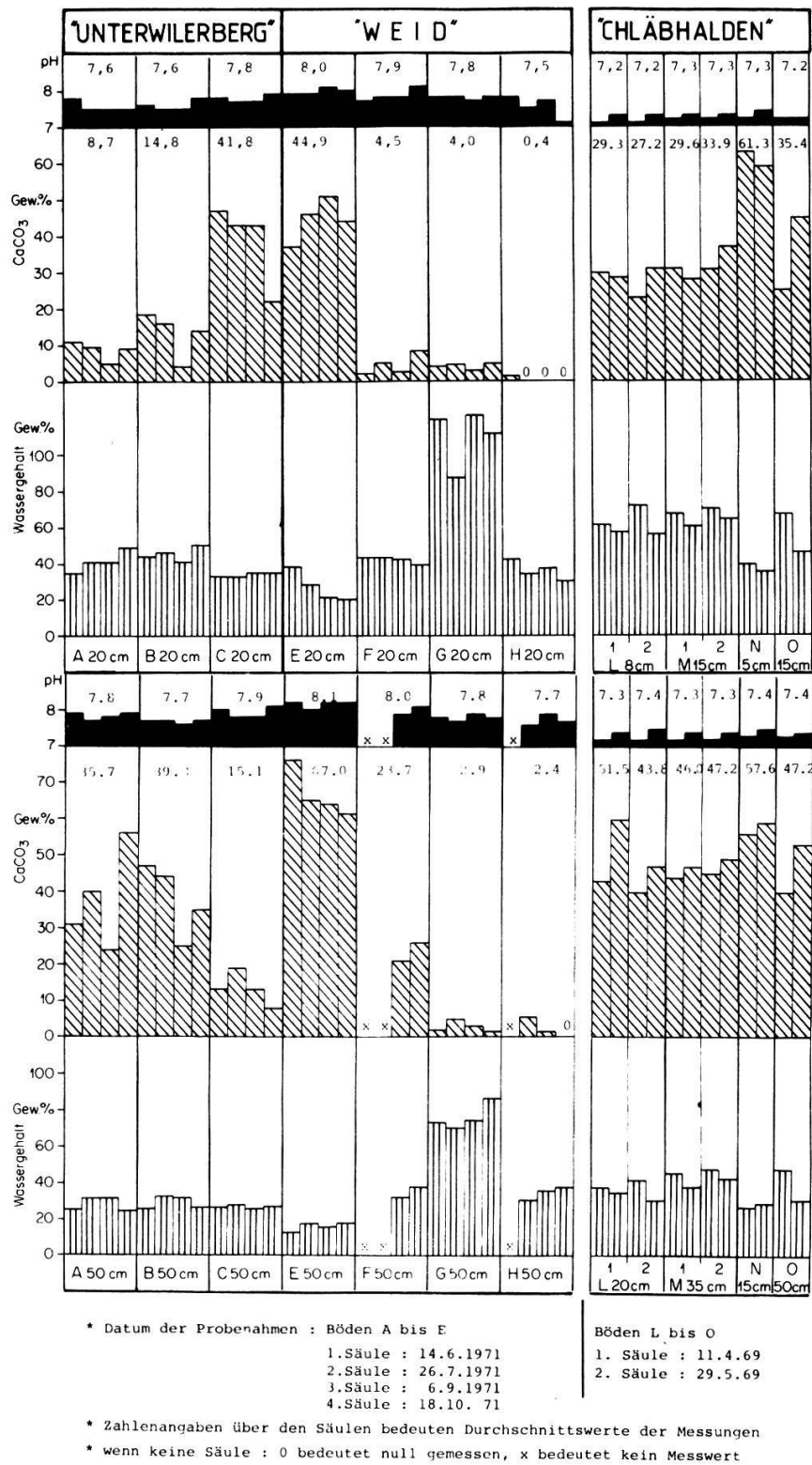


Abb. 16. pH-Werte, Karbonat- und Wassergehalte von Mischproben aller Probe-
flächen zu vier bzw. zwei verschiedenen Zeitpunkten in der Vegeta-
tionsperiode

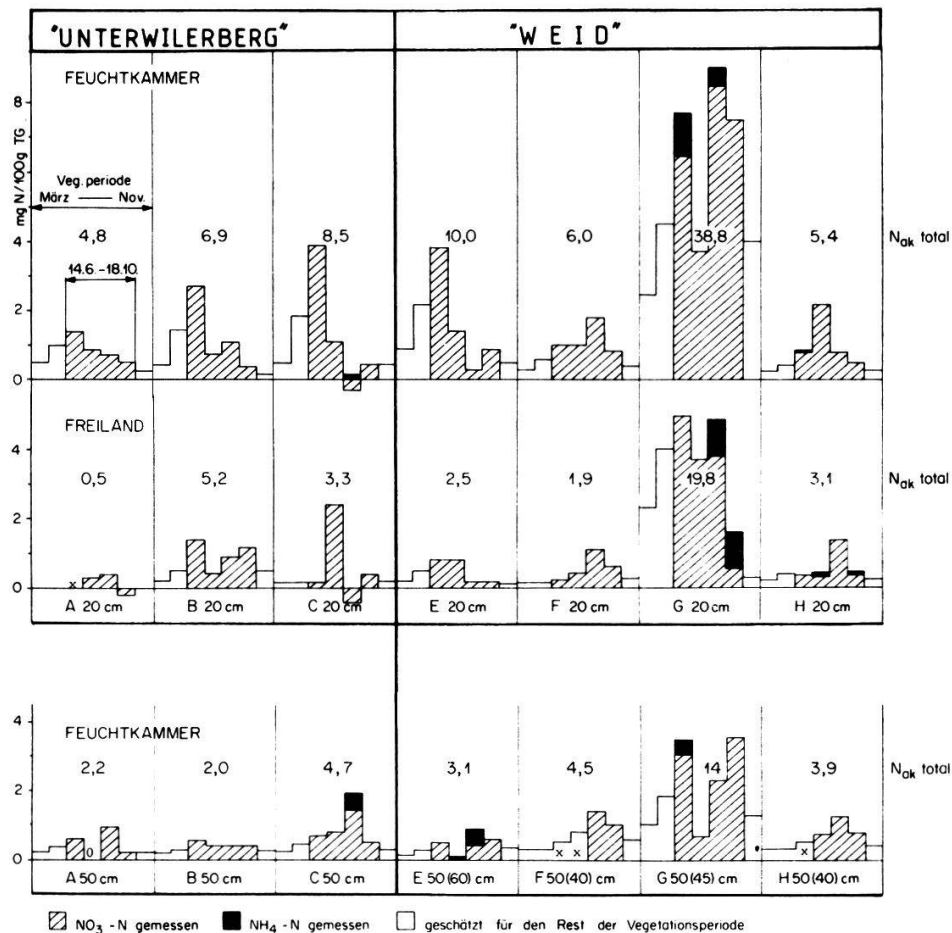


Abb. 18. Stickstoffakkumulation der Böden im 6-wöchigen Brutversuch im Freiland (nur 20 cm Tiefe) und in der Feuchtkammer. Angaben in mg Stickstoff pro 100 g Boden (Trockengewicht). S. auch Fussnote zu Abb. 16.

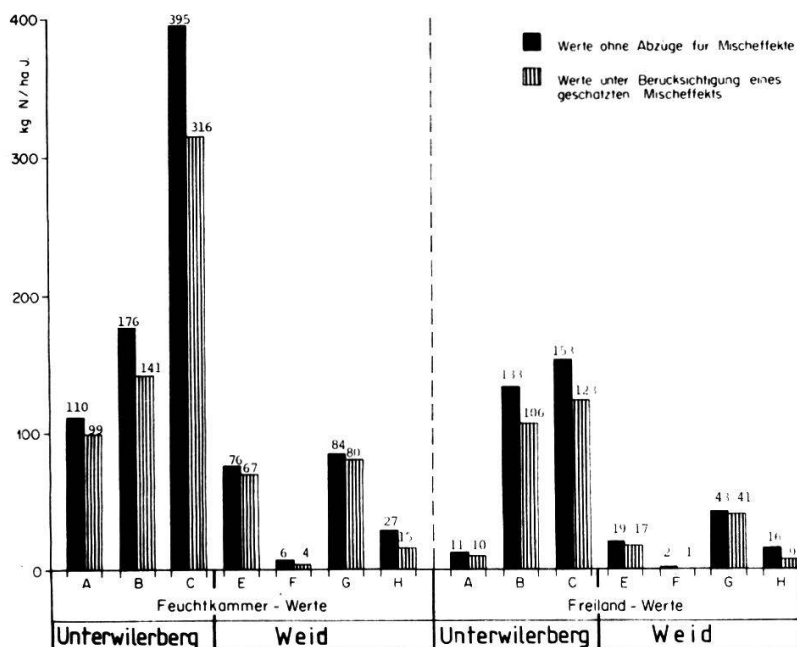


Abb. 19. Stickstoffakkumulation der Böden im Feuchtkammer- und im Freiland-Brutversuch, umgerechnet in kg Stickstoff pro Hektar und Jahr (entspricht etwa der pflanzenverfügbaren Stickstoffmenge)

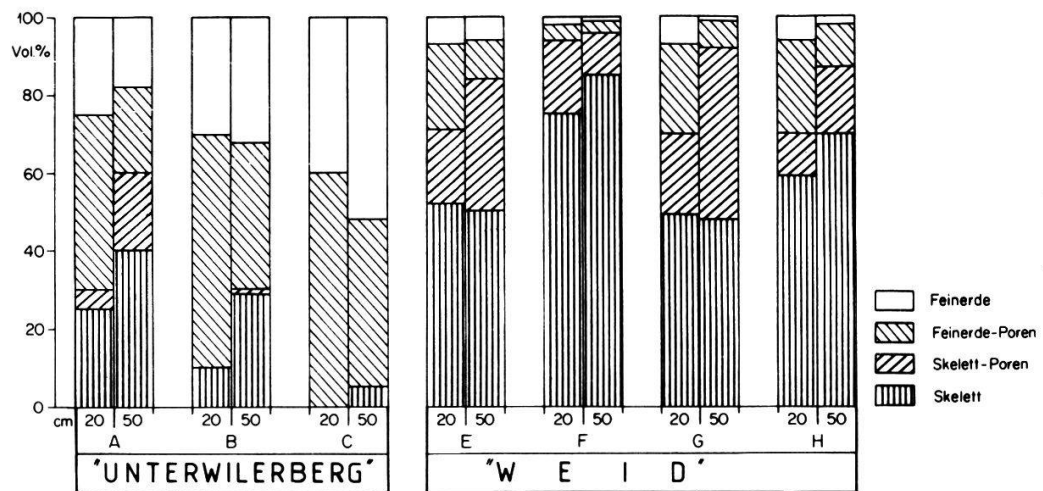


Abb. 20. Volumenanteile an Feinerde, Skelett und Poren

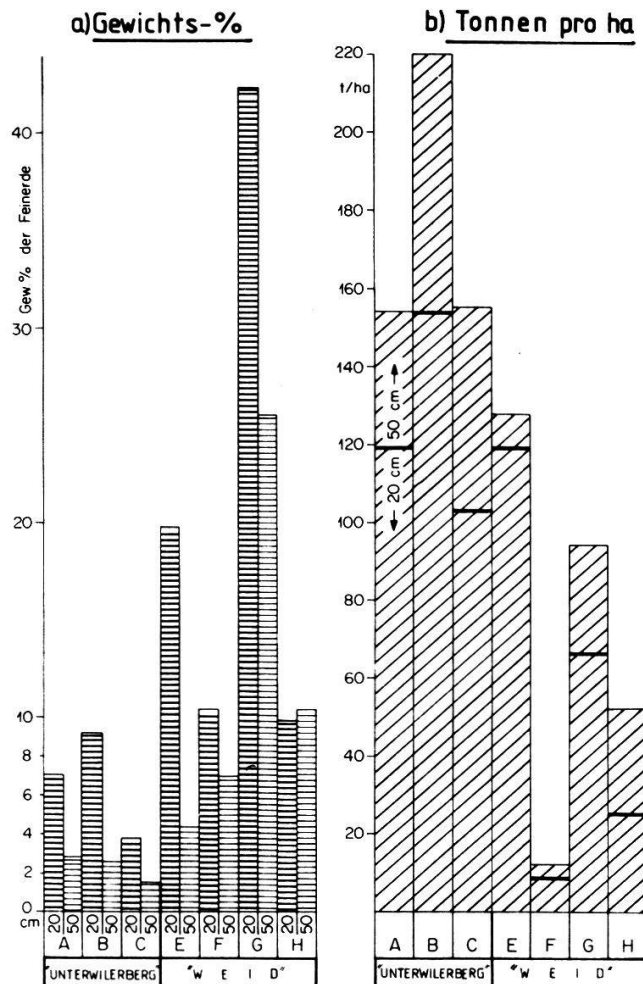


Abb. 17. Humusgehalt der Feinerde in Gewichtsprozenten und Tonnen pro Hektar

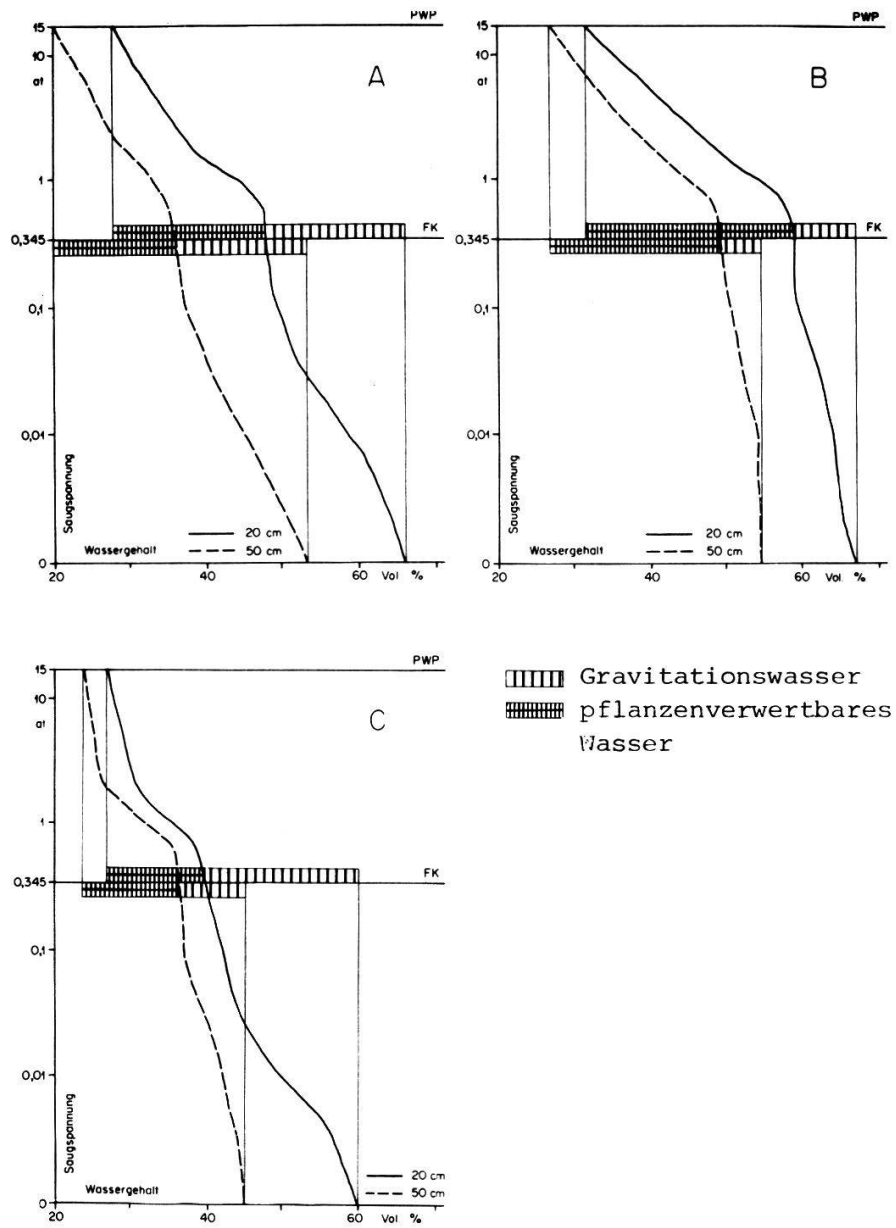


Abb. 21a-c. Desorptionskurven der Böden am "Unterwilerberg" in 20 cm und 50 cm Tiefe (vgl. auch Abb. 24)

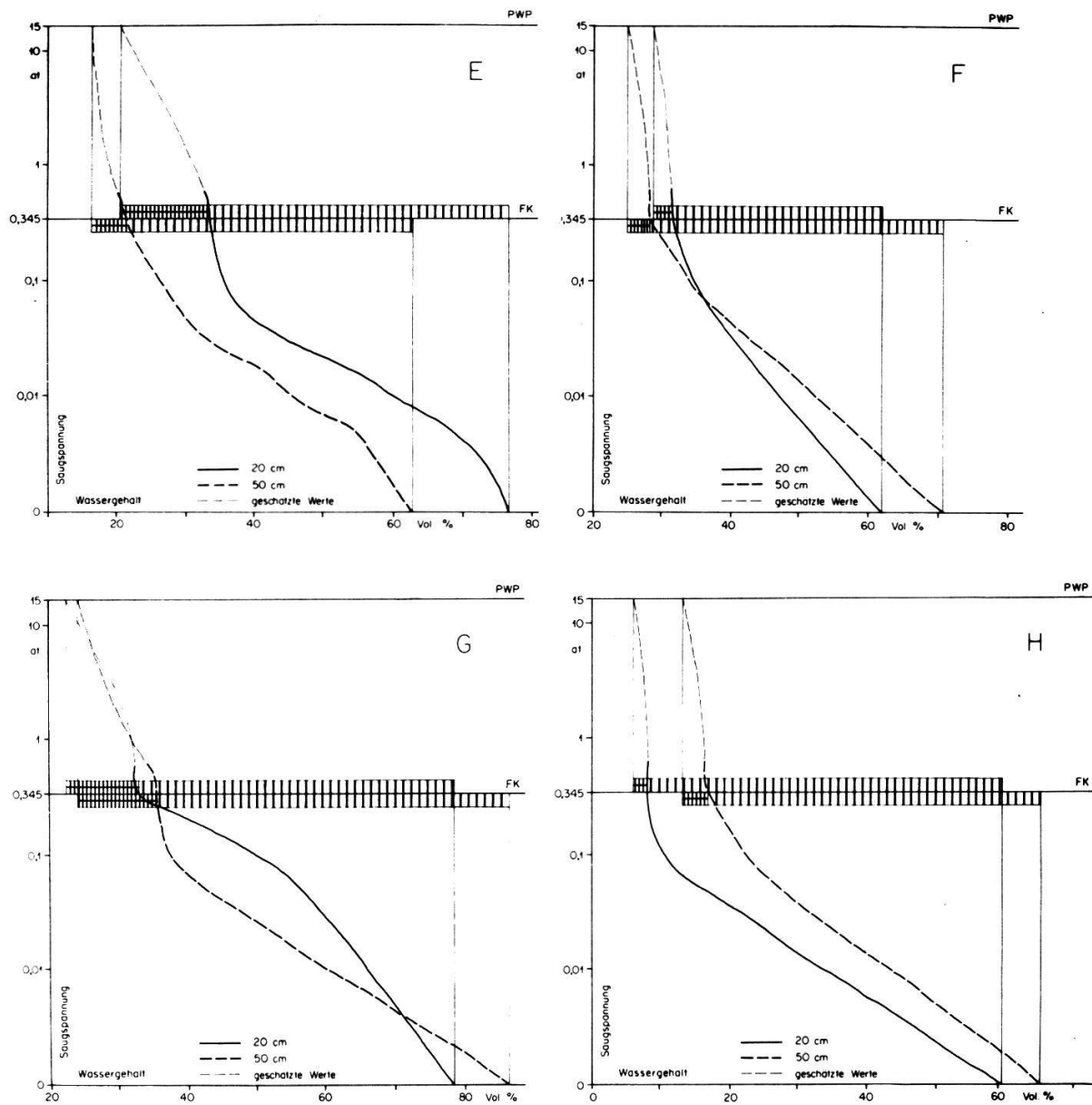


Abb. 21e-h. Desorptionskurven der Böden auf "Weid" in 20 cm und 50 cm Tiefe (vgl. auch Abb. 24 und Legende zu Abb. 21a-c)

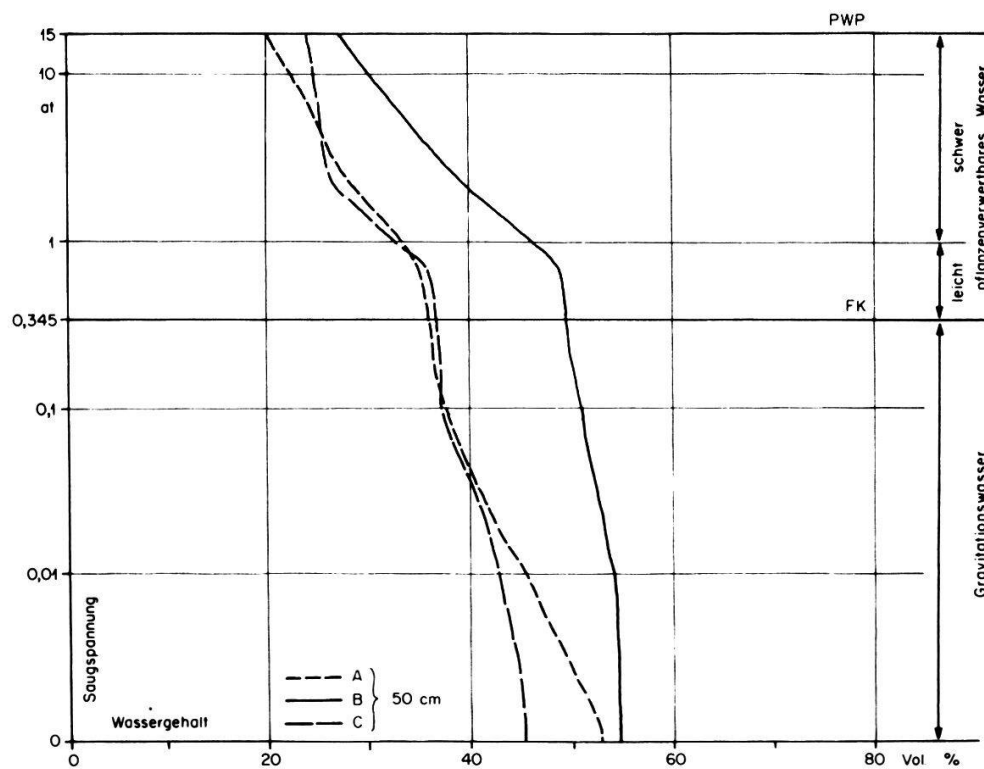
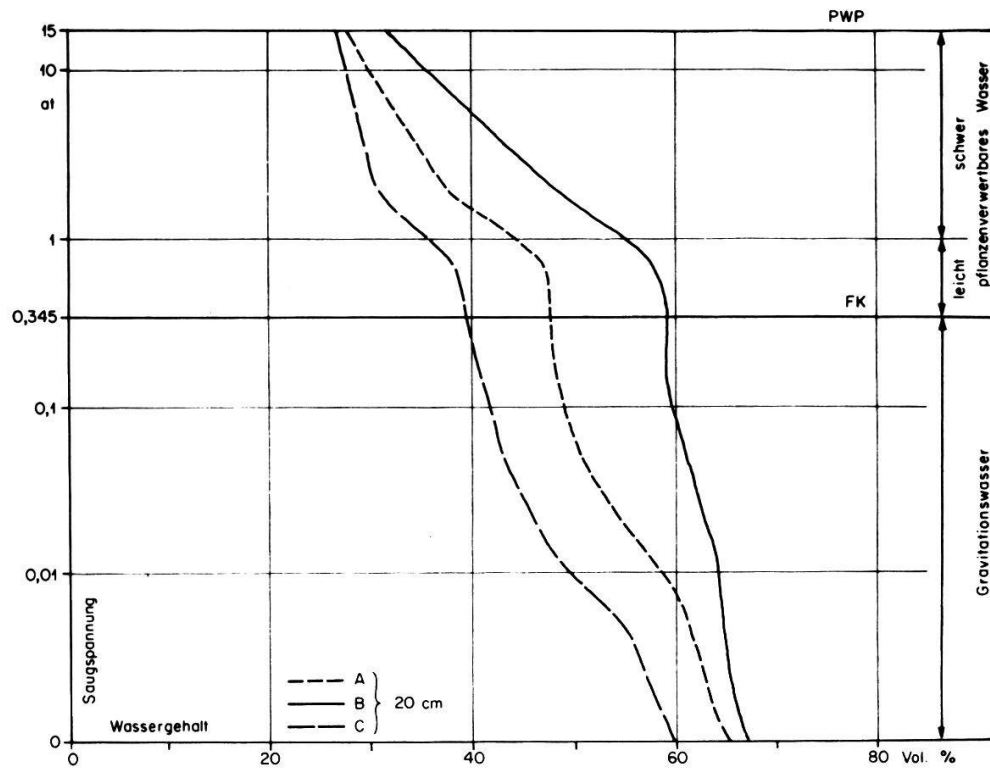


Abb. 22a. Vergleichende Darstellung der Desorptionskurven der Böden am "Unterwilerberg", je in 20 cm und 50 cm Tiefe

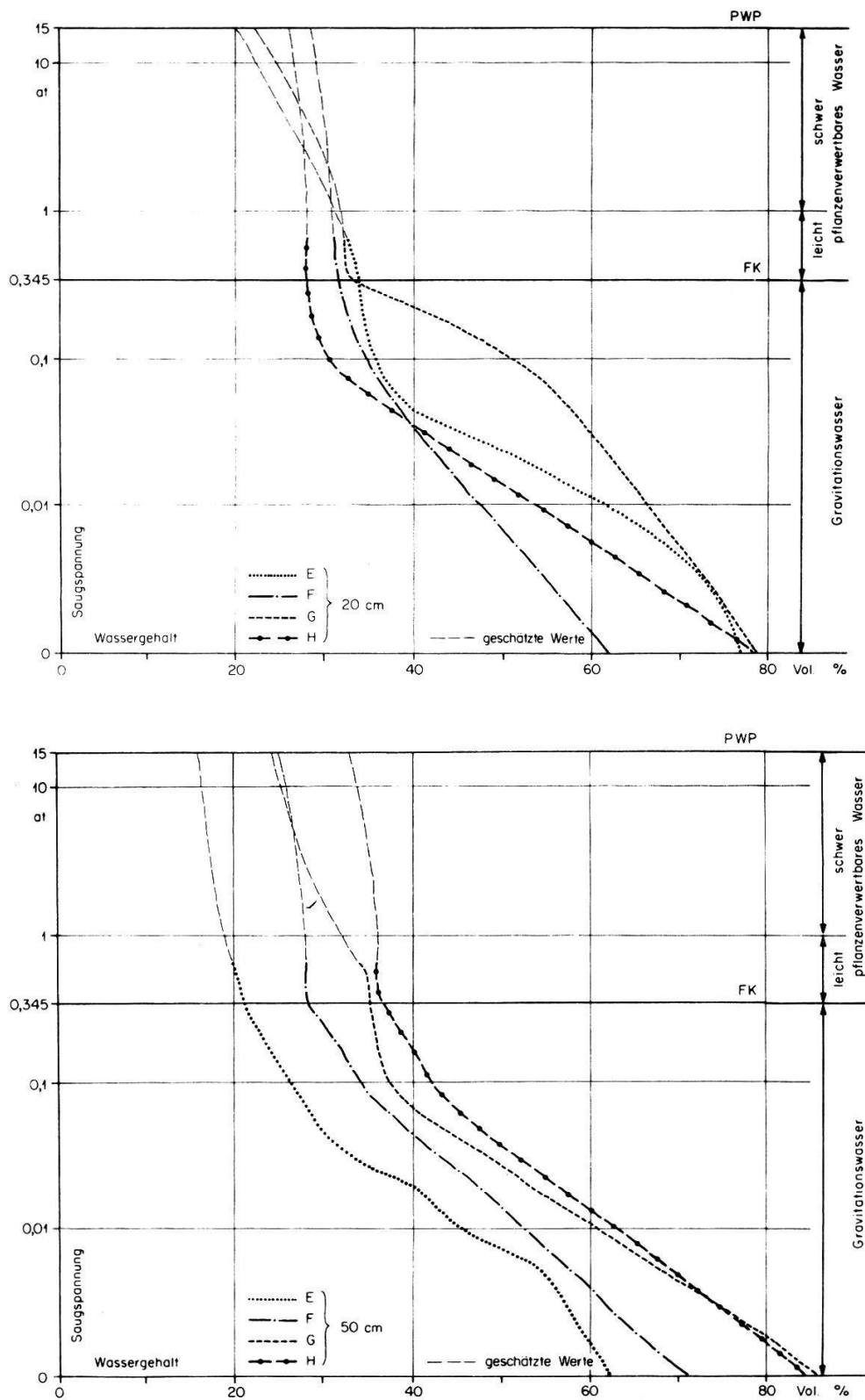


Abb. 22b. Vergleichende Darstellung der Desorptionskurven der Böden auf "Weid", je in 20 cm und 50 cm Tiefe

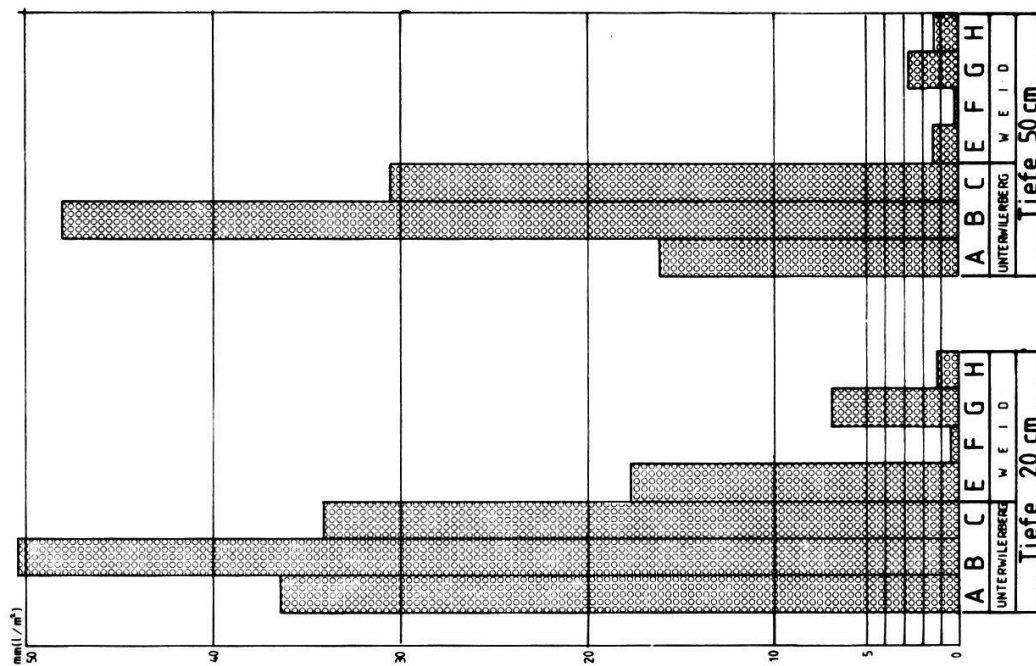


Abb. 25. Absolute pflanzenverwertbare Wassermengen
(unter Berücksichtigung des Skelettanteils
und der Profiltiefe)

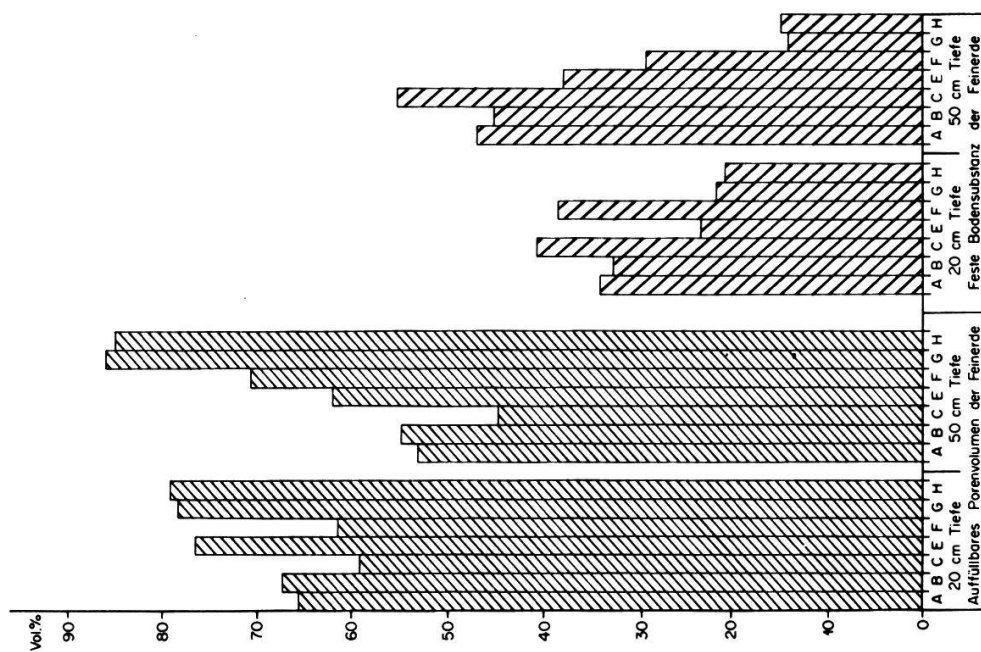


Abb. 23. Auffüllbares Porenvolumen und feste Boden-
substanz der Feinerde in Volumen-%

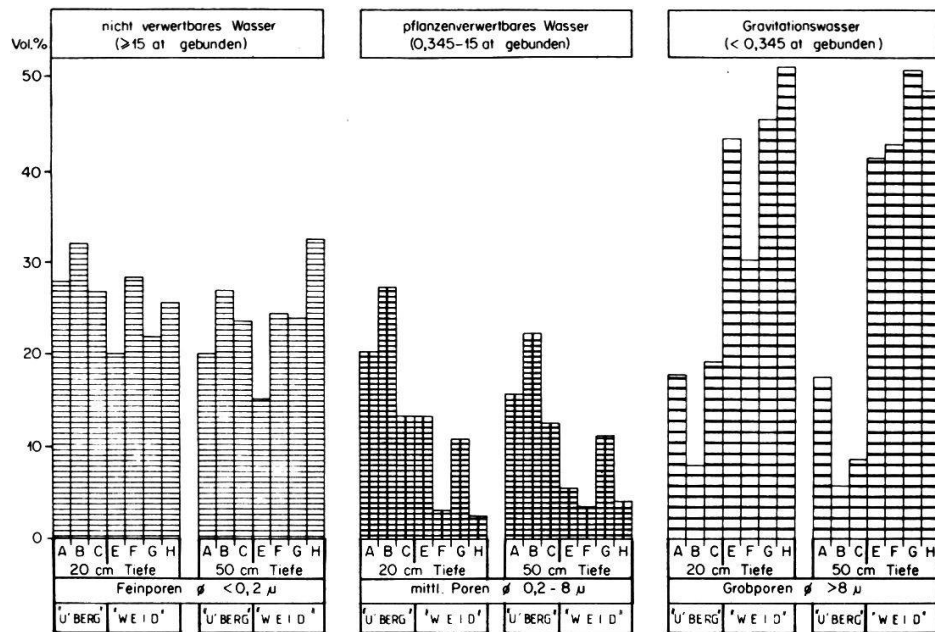


Abb. 24a. Uebersicht über die Verwertbarkeit des Wassers in Volumenprozenten der Feinerde, je in beiden untersuchten Bodentiefen

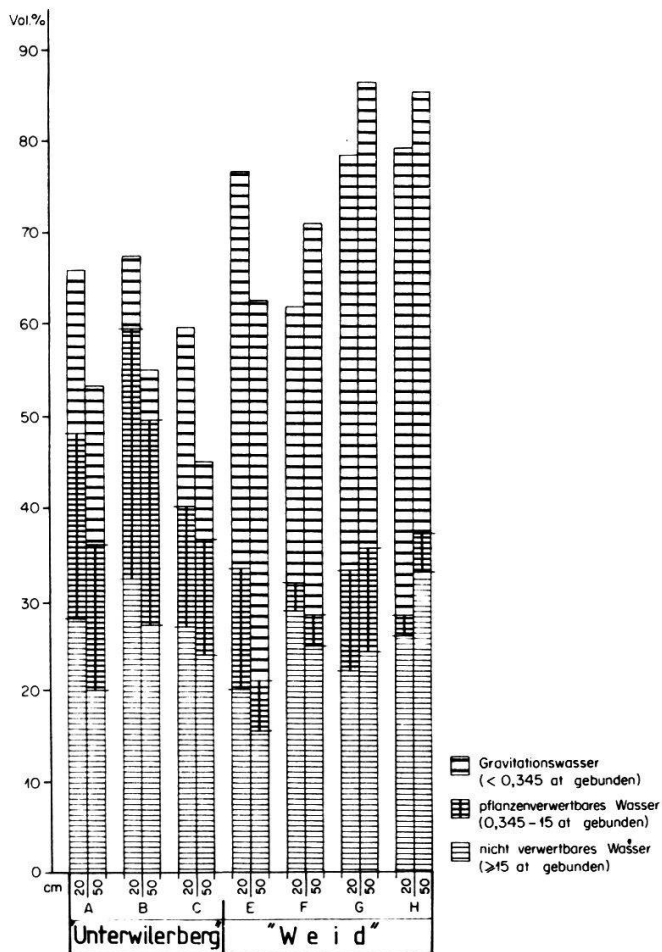
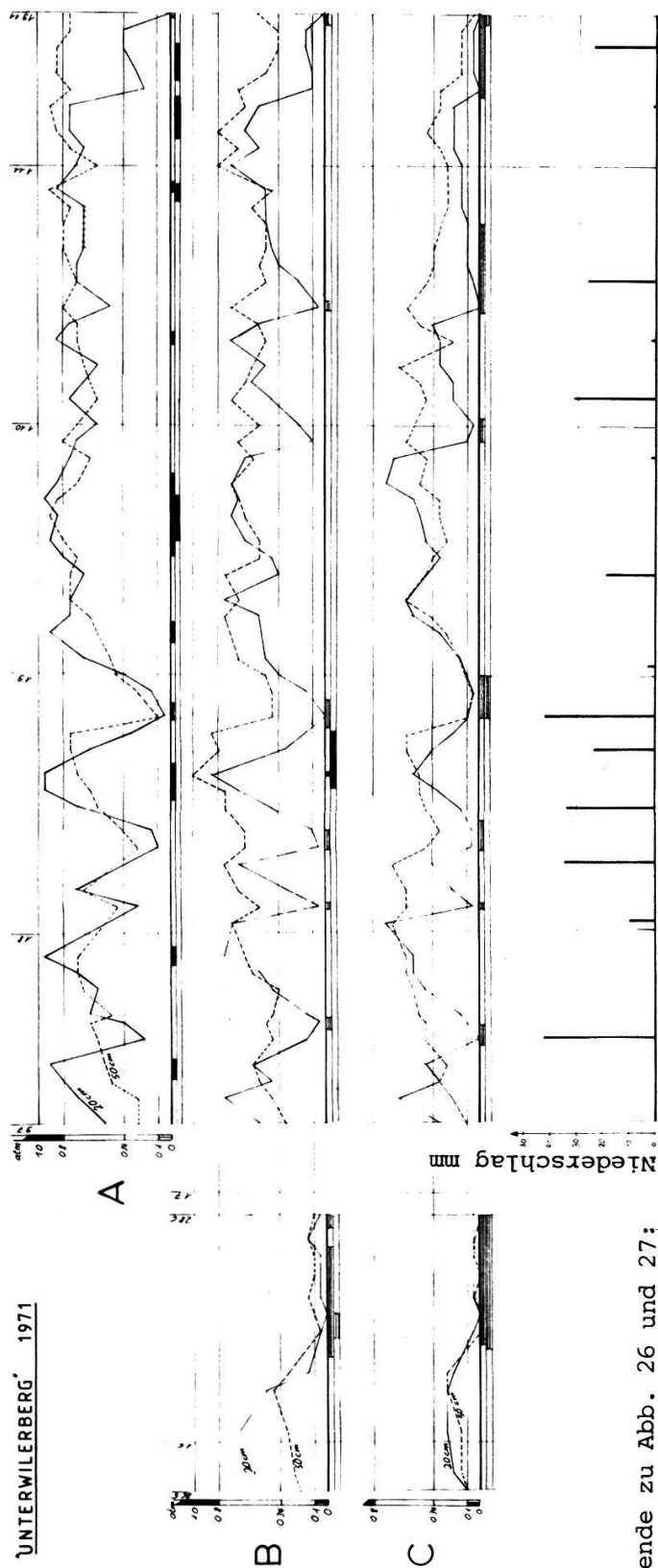


Abb. 24b. Vergleichende Gegenüberstellung der Wassergehalte der Böden bei Sättigung, unterteilt nach ihrem Grad der Verwertbarkeit für die Pflanze, je für beide Messtiefen (betrifft nur Feinerde)



Legende zu Abb. 26 und 27:

- Phasen mit Saugspannungen nahe Sättigung (-0.1 atm)
- - - Phasen mit Saugspannungen im pflanzenverfügbaren Bereich (0.1-0.8 atm)
- · · Phasen mit Saugspannungen im Bereich schwerer Verwertbarkeit (0.8-15 atm)
- 20 cm Messtiefe
- - - 50 cm Messtiefe
- · · Interpolierter Kurvenverlauf zwischen statistisch gesicherten Kurvenpunkten, z.T. durch Zwischenpunkte abgestützt, die jedoch statistisch nicht gesichert sind (Werte von Einzelinstrumenten als Anhaltspunkte).

Diese Kurven könnten sich zum Teil während längerer Trockenperioden, wo für alle Instrumente der obere Messbereich der Saugspannungen überschritten wurde, erheblich über einer Atmosphäre bewegt haben, was in dieser Graphik nicht zum Ausdruck kommt. statistisch gesicherte Einzelpunkte

Abb. 26a. Kurvenverlauf der Saugspannungen der untersuchten Böden am "Unterwilerberg" und Niederschlagssummen von etwa einwöchigen Messintervallen, Messperiode: 26.5.-19.11.1971 (Tensiometerablesung 3mal wöchentlich)

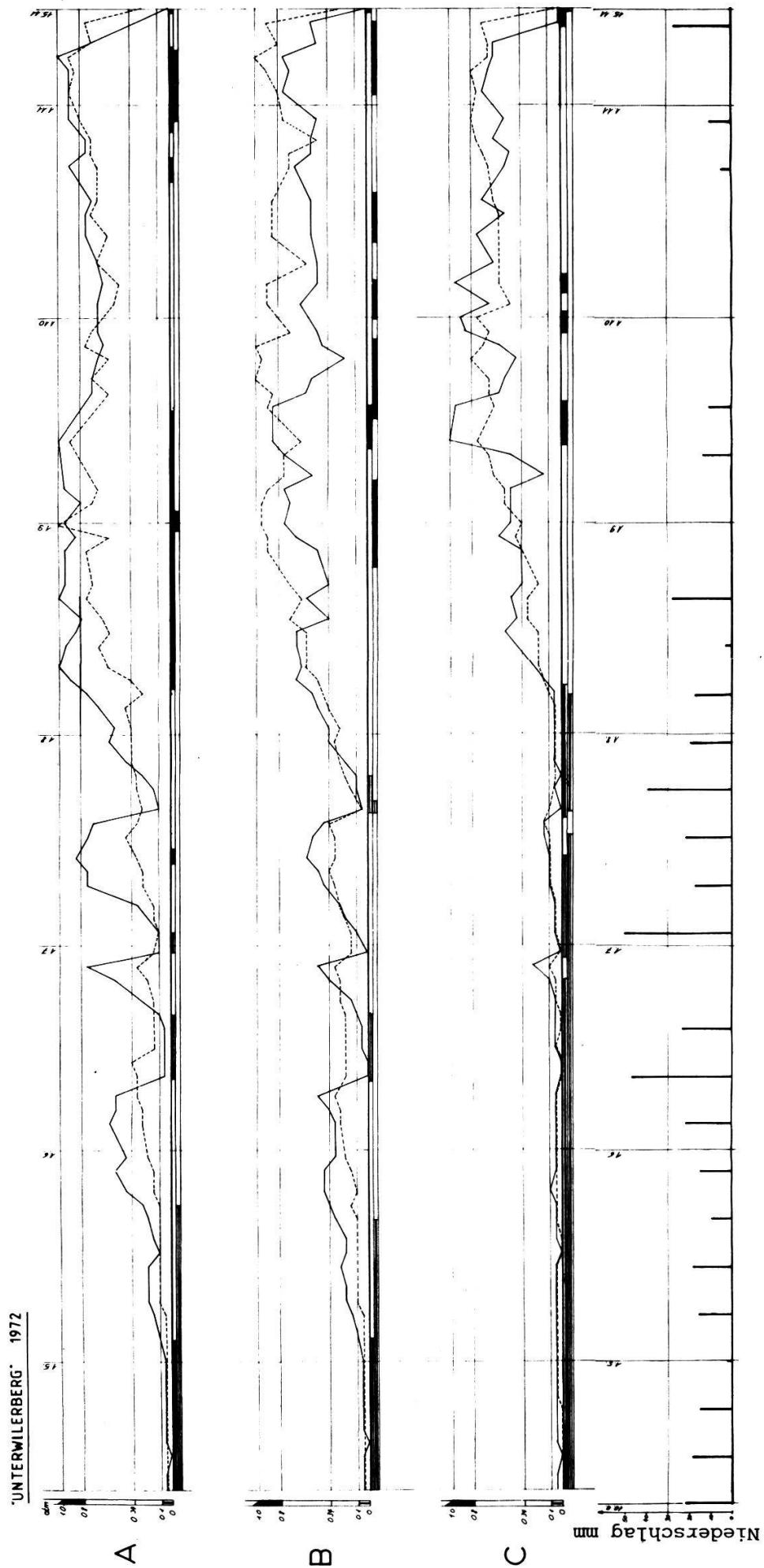


Abb. 26b. Kurvenverlauf der Saugspannungen der untersuchten Böden am "Unterwilerberg" und Niederschlagssummen von einwöchigen Messintervallen, Messperiode: 10.4.-15.11.1972 (Tensiometerablesung 3mal wöchentlich)

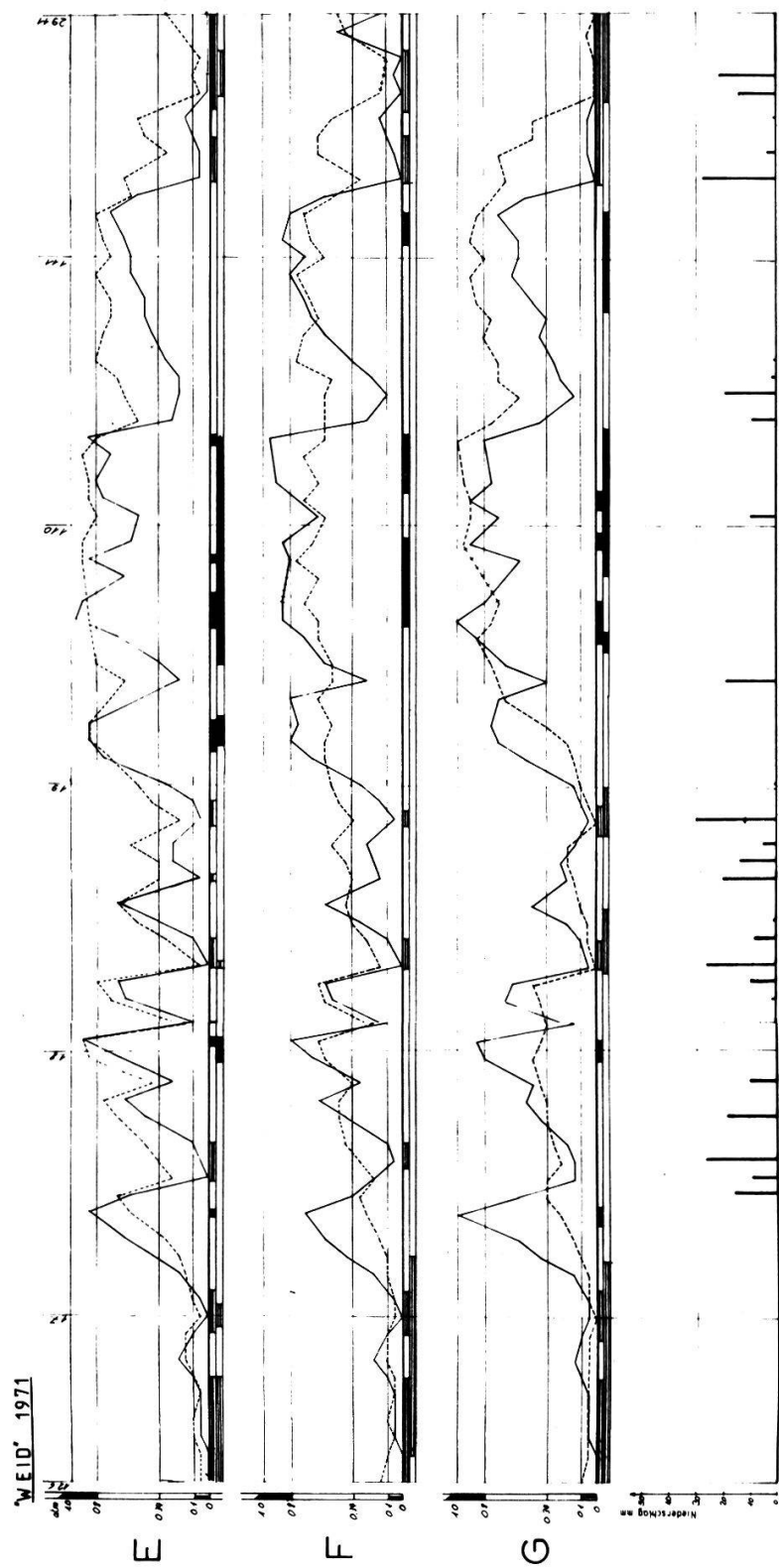


Abb. 27a. Kurvenverlauf der Saugspannungen der untersuchten Böden auf "Weid" und Niederschlagssummen, Messperiode: 12.6.-29.11.1971 (Tensiometer- und Regenmesserablesung im Prinzip 3mal wöchentlich, letztere z.T. unregelmässig)

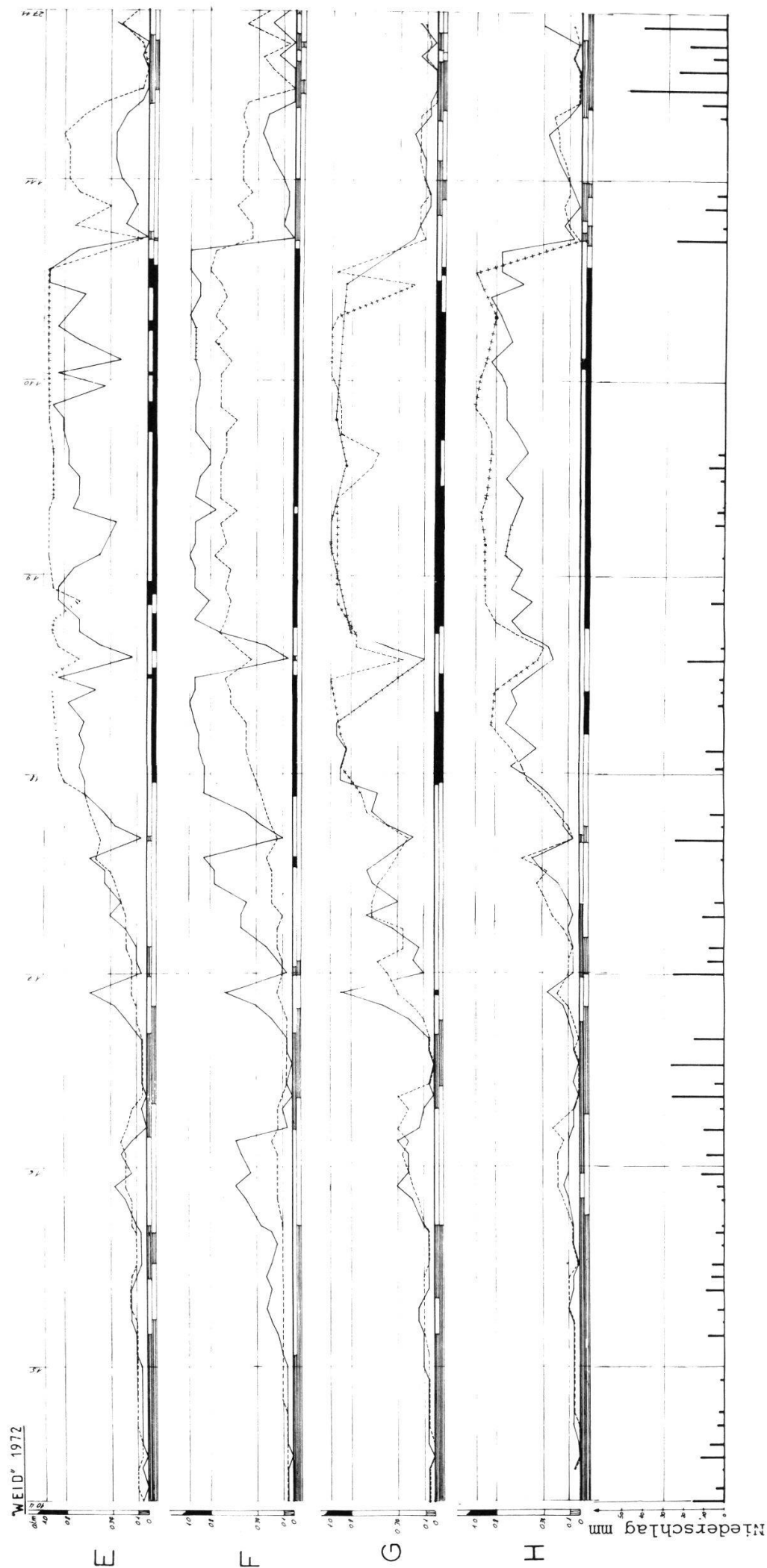


Abb. 27b. Kurvenverlauf der Saugspannungen der untersuchten Böden auf "Weid" und Niederschlagssummen
 Messperiode: 10.4.-27.1.1972 (Tensiometer- und Regenmesserablesung im Prinzip 3mal wöchentlich,
 letztere z.T. unregelmässig)

4.1. Charakterisierung und Vergleich der Untersuchungsgebiete und Probeflächen

4.1.1. Soziologisch-ökologische Charakterisierung der einzelnen Probeflächen in den drei Untersuchungsgebieten

Tab. 10. Geraffte Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse (Die Gegenüberstellung der jeweiligen Faktoren aller Probeflächen ((reservatsweise)) war ursprünglich in eigentlicher Tabellenform vorgesehen, aus Gründen der ungleich langen nötigen Erklärungen aber hintereinandergestellt. Nur für eigentliche Zahlenergebnisse wurde die Tabellenform beibehalten; Kommentare sind schräg geschrieben. S. 87-117.)

4.1.1.1. Untersuchungsgebiet "Unterwilerberg" bei Baden

Die Sequenz der drei übereinanderliegenden Probeflächen ist insofern ein Glücksfall, als sich von den unabhängigen Standortsfaktoren auf kurzer Strecke nur zwei entscheidend ändern, nämlich die beiden teilweise gekoppelten Faktoren Relief und Muttergestein. Dadurch lassen sich die entscheidenden Standortsfaktoren der jeweiligen Oekosysteme relativ gut erfassen und vergleichen.

a) Pflanzensoziologie (vgl. auch Abb. 9 und 10)

Probefläche A (Aufnahme-Nr. 60, 134, 135 in der Vegetationstabelle):

Typischer Zahnwurz-Buchenwald (*Cardamino-Fagetum typicum*, 12)

Klare Dominanz der bis 30 m hohen Buche. Bergahorn, Winterlinde herrschen in der Oberschicht mit, Ulme, Traubeneiche und Fichte können sich stellenweise durchsetzen. Die Eibe ist nur vereinzelt in der Unterschicht eingesprengt, bildet jedoch keinen eigentlichen Nebenbestand. In der Strauchschicht dominiert stellenweise Buchen-Verjüngung im Dickungsstadium, Geissblatt, Bergahorn, Ulme, Linde und Hasel sind sporadisch vertreten.

Die Krautschicht deckt nur zwischen 10 + 20%. An konkaven Stellen ist eine Verwandtschaft zum typischen Lungenkraut-Buchenwald (9) durch Arten wie *Lathyrus montanus*, *Anemone nemorosa*, *Phyteuma spicatum*, *Paris quadrifolium* usw. vorhanden, während an besonders steilen oder konvexen Lagen eine deutliche Affinität zum Weissseggen-Buchenwald (14) besteht (*Euphorbia amygdaloides*, *Cephalanthera damasonium*, *Polygonatum officinale*).

Die etwas unhomogene soziologische Stellung der Vegetation dieses Hangabschnittes dürfte einerseits auf jüngere und ältere menschliche Eingriffe an der Bodenoberfläche (neue und zugewachsene Wege), andererseits auf Uebergänge im Muttergestein (Malmkalk/Molasse-Mergel) zurückzuführen sein.

Probefläche B (Aufnahme-Nr. 64 in der Vegetationstabelle)

Dunkler Eiben-Buchenwald (extrem artenarme Steilhangvariante des *Taxo-Fagetum*, 17a^{aa})

Die Buche ist zwar immer noch Hauptbaumart der etwa 20 m hohen Oberschicht, überlässt jedoch andern Baumarten wie Mehlbeere, Esche, Ulme, Bergahorn und Winterlinde einen erheblichen Spielraum. Die Mittelschicht und Unterschicht wird von einem dichten Eiben-Nebenbestand gebildet. Die Eibe gedeiht hier dank des grossen Einfalls an Seitenlicht sehr vital und fruchtet regelmässig. Sie macht durch ihren extremen Schattenwurf dem Unterwuchs das Leben schwer, der hier auch ohne Eibe mit den Verhältnissen des schröffen Hanges zu kämpfen hätte (teilweise unkonsolidierter Boden, teils Steinschlag, Abrutschen von Streupaketen, Schwemmen bei Regengüssen). *Mercurialis perennis*, *Anemone nemorosa*, *Prenanthes purpurea* sowie *Cephalanthera damasonium* und *Lilium martagon* an etwas lichter Stellen sind überhaupt die einzigen gefundenen Arten in der Fläche B.

Diese Arten lassen allein keine eindeutige soziologische Zuordnung zu, weshalb es auch nicht erstaunlich ist, dass die Aufnahme Nr. 64 nur auf Grund negativer Kriterien (Artenarmut) zur extremsten *Taxo-Fagetum*-Variante gestellt wurde. Soziologisch typische Artengruppen für das *Taxo-Fagetum* fehlen vollständig.

Neben der Kahlheit und Artenarmut der Krautschicht sind die auffälligsten Merkmale der teils ausgeprägte Säbelwuchs der Bäume und die relativ geringe Wuchsleistung der Buche. Die Buche steht sehr oft in kleinen lokalen Mulden hinter einem "Buckel" abgerutschten Mergelbodens, vermutlich auf Grund besserer Ansammlungsbedingungen (Schutz vor Abrutschen, Humus und Feuchtigkeit unter Streupaketen; vgl. hierzu Kap. 4.2.6.4.).

Probefläche C (Aufnahme-Nr. 1, 2)

Ahorn-Eschenwald (*Aceri-Fraxinetum*, 26)

Der relativ junge Bestand (ca. 30-jg.) besteht fast ausschliesslich aus schlanken, geraden Eschen und Bergahorn von ca. 15-20 m Höhe. Die Buche bleibt kümmerlich in der Strauchschicht. (Ein eng benachbarter analoger Standort zur Probefläche C trägt einen alten, 30-40 m hohen Ahorn-Eschenwald mit mächtigen Eschen, Bergahorn und Ulmen. Nussbäume, Winterlinde und an einer besser drainierten Stelle eine grosse Fichte beteiligen sich ebenfalls an der Baumschicht.). Im Unterwuchs eingepflanzte, ca. 30-jg. Fichten sind kümmerlich oder tot. An beiden Stellen ist eine etwa 30% deckende, eher spärlich wirkende Strauchschicht vorhanden. Der Frühjahresaspekt wird von vollständiger Deckung des Bodens mit Bärlauch geprägt. Ab Mitte Juni-Juli ist der Boden fast kahl. Die Eibe fehlt vollständig, auch in der Krautschicht.

b) Boden

- Bezeichnung und Profilaufbau (Abb. 15 und 20)

Probefläche A:

mittelgründige Kalksteinrendzina (KSR)
(L)/A/A-E(B_T)/E-C/C

Probefläche B:

unregelmässig konsolidierte, im Unterboden mässig bis stark verdichtete;
lokal vergleyte Mergelrendzina
L/A/A-E(B_T)/E/C

Probefläche C:

schwach entwickelte kolluviale Mergelrendzina
A/A-E/C

- Streu

Probefläche A

Laubstreu meist nur einjährig in Nestern.

Probefläche B:

Laubstreu, teils mehrjährig, in abgerutschten Paketen, konvexe Stellen
kahl.

Probefläche C:

Vorjahresstreu vollständig abgebaut.

- Feinerdekörnung und Skelettgehalt

Probefläche A:

Im Oberboden Staub und Ton zu etwa gleichen Teilen. Tonanteil zwischen
25 und 40 cm wesentlich zunehmend. Grobskelett ab 20 cm in zunehmender
Menge, ab 40 cm fast keine Feinerde mehr.

Probefläche B:

Vorwiegend tonige Mergel, im Oberboden mit etwas Staub, Tonanteil ab
25 cm stark zunehmend. Ab 40 cm stark abnehmender Anteil an Feinerde (E).
Skelett ab 20 cm aus verwitterten Mergelbrocken bestehend, ab 40 cm
Anteil stark zunehmend.

Probefläche C:

Tonige, vermutlich eingeschwemmte Mergel, im Oberboden mit Staub, im
Unterboden vermehrt mit Sand. Oberste 50 cm praktisch skelettfrei, ab
50 cm zunehmend harte Kalkbrocken, relativ stark verwittert.

Tiefe	Skelettgehalt	Probeflächen		
		A	B	C
20 cm	Steine (0,2-5 cm)	16 %	10 %	0 %
	Blöcke (> 5 cm)	9 %	15 %	0 %
50 cm	Steine (0,2-5 cm)	16 %	0 %	0 %
	Blöcke (> 5 cm)	24 %	14 %	5 %

- Gefüge

Probefläche A:

Nur in den obersten 10 cm einzelne Krümel, bis 25 cm meist blockige
Aggregate, in tonreicher Zone bei feuchtem Boden pastig-klebrig.

Probefläche B:

Im Oberboden blockig, Mull unregelmässig gekrümelt. Ab 10 cm bereits bei geringem Wassergehalt pastig-klebrig, wenig aggregiert. Ab 15-20 cm starke Verdichtung.

Probefläche C:

In den obersten 20-30 cm mässige Krümelung, teils pastig. Ab 30 cm stark verdichtete Zone mit blockiger Textur.

- Kalkgehalt (Abb. 16) (* in % des Trockengewichts der Feinerde)

Bodentiefe	Probeflächen		
	A	B	C
20 cm	8,7%* (4,1-9,6%)	14,8% (4,16-25,28%)	41,84% (22,7-53,1%)
50 cm	35,7% (23,3-56%)	39,3% (25,6-68,0%)	15,1% (8,0-19,2%)

Probefläche A:

Sowohl in Feinerde wie Skelett profilumfassend Kalk vorhanden. Deutliche Kalkauswaschung im Oberboden und Anreicherung in der Tiefe, jedoch ohne Kalkflaum-Ausscheidungen.

Probefläche B:

In Feinerde + Skelett profilumfassend kalkhaltig. Eine gewisse lokale Auswaschung im Oberboden ist vorhanden, doch sind die Schwankungen zwischen den einzelnen Proben sehr gross, was sehr unregelmässige Verhältnisse anzeigt.

Probefläche C:

Kalk profilumfassend in Skelett und Feinerde vorhanden. Die Zahlen sprechen deutlich für die Gewinnlage der Mulde am Hangfuss (Einwaschung > Auswaschung).

Die ungewöhnliche Kalkverteilung stützt die Vermutung, dass die oberen Bodenschichten kolluvialer Herkunft sein könnten, was in Anbetracht der grossen Mergelrutschung oberhalb sehr plausibel erscheint.

- pH (Abb. 16) (* Durchschnitte von je 4 Werten)

Bodentiefe	Probeflächen		
	A	B	C
20 cm	7,5* (7,5 - 7,6)	7,6* (7,45 - 7,75)	7,75* (7,7 - 7,9)
50 cm	7,8 (7,6 - 7,9)	7,6 (7,6 - 7,8)	7,92 (7,8 - 8,1)

- biologische Aktivität

Probefläche A:

Bis 25 cm sehr gut, bis 40 cm gut. Hauptanteil der Nebenwurzeln zwischen 10 und 30 cm. Hauptwurzeln z.T. bis tiefer als 60 cm ins Muttergestein hinabreichend. Wurmtätigkeit bis ca. 40 cm feststellbar, bis 25 cm stark.

Probefläche B:

Bis 20 cm gut, bis 40 cm mässig. Hauptwurzeln und die meisten Nebenwurzeln bis 40 cm, vereinzelte Nebenwurzeln bis ins Muttergestein (60-80 cm). Wurmtätigkeit nicht tiefer als 30 cm festgestellt.

Probefläche C:

Bis ca. 30 cm gut, zwischen 30 und 60 cm deutlich abnehmend. Hauptwurzeln tiefer als 50 cm hinabreichend, Nebenwurzeln bis ca. 30 cm, vor allem in Mulltaschen. Intensive Wurmtätigkeit nur bis 30 cm Tiefe festgestellt.

- Humusgehalt (Abb.17a+b) (in Gewichtsprozent der Feinerde und in Tonnen)

	Probeflächen		
	A	B	C
Gewichtsprozent der Feinerde			
Bodentiefe: 20 cm	7,03 %	9,09 %	3,79 %
50 cm	2,76 %	2,52 %	1,48 %
Gesamtgehalt	155 t/ha	220 t/ha	155 t/ha

Die relativ niedrigen prozentualen Humusgehalte erstaunen für diese doch recht produktiven Standorte auf den ersten Blick, vor allem im Vergleich zu jenen der vier untersuchten Böden in Erlinsbach ("Weid"). Zieht man jedoch die Feinerdemenge des Bodenprofils in Betracht, so ändert das Bild schlagartig: Der Boden C mit dem geringsten prozentualen Humusanteil in der Feinerde rückt an die zweitvorderste Stelle, die Mergelrendzina (B) gar an die Spitze. Gesamthaft erweisen sich somit die 3 Böden am "Unterwilerberg" sogar als die drei humusreichsten, bezogen auf Fläche und Profiltiefe.

- Stickstoffhaushalt (N) (Abb. 18+19)

	Probeflächen		
	A	B	C
Stickstoffangebot in kg/ha · Jahr	10 kg	106 kg	123 kg

Vergleiche:

- | | | |
|---|------------------------|--------------------|
| - Carici-Fagetum primuletosum | 8-67 kg N/ha u.Jahr | } (ELLENBERG 1978) |
| - Lathuro-Fagetum auf Rendzina | 80-148 kg N/ha u.Jahr | |
| (mittelgründig) | 113-187 kg N/ha u.Jahr | |
| - Eschen-Ulmen-Mischwald auf reicher Braunerde mit saurer Unterlage | 77-106 kg N/ha u.Jahr | } (GIGON 1971) |
| - Nardetum | 10 kg N/ha u.Jahr | |

Alle drei Böden weisen eine gute bis sehr gute Stickstoffversorgung auf, und zwar von A nach C in zunehmendem Masse. Die Spitzenstellung des biologisch sehr aktiven Ahorn-Eschenwald-Bodens (C) war zu erwarten,

doch ist im Freiland-Brutversuch die N-Akkumulation im Boden A vergleichsweise gering. Auch nach Abzug eines Anteils für den sog. Misch-effekt (vgl. GERLACH 1973) bleiben für die Standorte B und C jährliche Mineralstickstoffangebote, welche mit den besten mitteleuropäischen Waldstandorten Schritt halten. Im Jahresverlauf kann man bei A und B, den beiden mergelhaltigen Böden, eine Tendenz zu einem Sommer- bis Herbstminimum feststellen, während das Bild bei C aufgrund der nur einen Messperiode kaum eine entsprechende Aussage erlaubt.

- Luft- und Wasserhaushalt (Abb. 20)

Sauerstoff im Boden:

Probefläche A:

Keine Anzeichen von Vergleyung, dauernd gutes Sauerstoffangebot im Wurzelraum.

Probefläche B:

Vereinzelte Gleyflecken zwischen 20 und 40 cm (leichte Marmorierung) weisen auf lokal zeitweise ungenügende Sauerstoffversorgung hin.

Probefläche C:

Zwischen 30 und 50 cm lassen vereinzelt bis regelmässig auftretende, deutliche Gleyflecken auf periodische Wassersättigung des Bodens schliessen.

Feinerde, Skelett, Poren (Abb. 20):

	Probeflächen		
	A	B	C
Feinerdeanteil inkl. Feinerdeporen			
Bodentiefe: 20 cm	70 % (Vol.)	90 % (Vol.)	100 % (Vol.)
50 cm	40 %	70 %	95 %

Alle drei Böden besitzen einen recht hohen Feinerdeanteil am gesamten Bodenvolumen, und zwar von A nach C zunehmend.

pflanzenverwertbares Wasser: (vgl. Desorptionskurven Abb. 21 a-c, 22 a, 23-25)

Bei allen drei Böden ist ein Anteil zwischen 20 und 30 % des Porenwassers mit mehr als 15 atm. gebunden, also den Pflanzen unzugänglich. Die oberen Horizonte (20 cm Tiefe) weisen dabei durchwegs höhere Werte auf als das Material in 50 cm Tiefe, was auf Grund normaler Tonverlagerung in die Tiefe meistens eher umgekehrt ist. Bei B wurden in beiden Horizonten die höchsten Prozentzahlen von den Böden am "Unterwilerberg" (A-C) gemessen. Ebenfalls nicht, bzw. nur für kurze Zeit pflanzenverwertbar ist das Gravitationswasser der Grobporen, welches nach drei Tagen abgeflossen ist. Die Böden am "Unterwilerberg" zeigen hier alle wesentlich tiefere Werte als diejenigen von "Weid" (E-H). Dabei wurden bei B mit Abstand die geringsten, bei A durchschnittlich die höchsten

Anteile festgestellt. Bei C zeigten sich im Oberboden wesentlich mehr Grobporen als in der Tiefe, während die beiden anderen Böden in beiden Tiefen diesbezüglich etwa gleiche Werte ergaben. Das verbleibende Porenvolumen der Feinerde, welches in den Mittelporen das ökologisch entscheidende pflanzenverwertbare Wasser enthält (zwischen 0,345 atm (Feldkapazität) und 15 atm (permanenter Welkepunkt) gebunden), beträgt im Durchschnitt der beiden gemessenen Horizonte: A: 17 %, B: 25 %, C: 13 %.

Um jedoch die tatsächliche Menge des pflanzenverwertbaren Wassers eines Bodens zu ermitteln, müssen wir einerseits den Skelettanteil am Bodenkörper in Abzug bringen und andererseits die Mächtigkeit des entsprechenden Profils berücksichtigen (vgl. hiezu auch MEYER 1976).

	Probeflächen		
	A	B	C
Mittelporenvolumina in Litern/m ² (= mm)			
Bodentiefe: 0-20 cm	36,4	50,4	34,0
20-50 cm	16,0	48,0	30,5
ganzes Profil	52,4	98,4	64,5

Wir dürfen annehmen, dass der Feinporenkörper in der Regel mit Wasser gefüllt ist (Bindung ≥ 15 atm), da sonst bei der Vegetation irreversible Welkeerscheinungen auftreten müssten (Überschreitung des permanenten Welkepunktes). Fallen nun in kürzeren Abständen ausgiebige Niederschläge, welche den Mittelporenkörper auffüllen und überfüllen, bevor die Vegetation das dann vorhandene Wasser ausschöpfen konnte, so läuft der Überschuss ungenutzt weg. Ob der volle Jahresniederschlag, der auf den Boden gelangt, verwertet werden kann, hängt also wesentlich von der Frequenz und der jeweiligen Menge des Niederschlages ab.

Anhand der Saugspannungskurven kann man sich darüber ein gutes Bild machen, indem in all jenen Momenten, in denen die Kurve unter Werte von 0,1 atm (theoretisch sogar bereits unter die Feldkapazität = 0,345 atm) absinkt, Wasser in den Grobporen vorhanden ist (Gravitationswasser). Das ist in den drei vorliegenden Böden, vor allem bei B, im Oberboden häufig, im Unterboden selten der Fall. Daraus kann geschlossen werden, dass das abfließende Gravitationswasser des Oberbodens normalerweise vom Mittelporenkörper des Unterbodens aufgefangen wird. In der ersten Hälfte der Vegetationsperiode 1972 fiel regelmässig soviel Niederschlag, dass beide Horizonte fast dauernd Gravitationswasser enthielten. Nach BURGER (1933) beträgt der Niederschlagsverlust für den Waldboden eines Buchenwaldes durch die Interzeption des Kronendaches im Sommer mehr als 70 %, im Winter nur 15 %. Da wir es mit eher lockeren Beständen und zudem mit Steilhanglagen zu tun haben, dürfte der Interzeptionsverlust geringer sein. Die relativ hohe Gewitterhäufigkeit erhöht den Anteil des auf den Boden gelangenden Niederschlagswassers ebenfalls, so dass eine Annahme von ca. 50 % Interzeptionsverlust realistisch erscheint (wie Nadelwald nach BURGER 1933). Die direkte Wasserverdunstung von der Bodenoberfläche dürfte an diesem Nord-Steilhang sehr gering und in

Anbetracht der groben Interzeptionsschätzung zu vernachlässigen sein. Von den rund 1000 mm Jahresniederschlägen fallen ca. 50 % im Sommer und davon gelangt nach unseren Annahmen nochmals nur die Hälfte auf den Boden.

Am Mergelsteilhang (Probefläche B) ist zusätzlich ein beträchtlicher Oberflächenabfluss einzurechnen, der vor allem bei gewitterartigen Regenfällen beobachtet wurde. In solchen Fällen dürften 20-30 % Verlust eine realistische Schätzung sein, durchschnittlich für alle Niederschläge jedoch nicht weit über 10 % liegen. An dem Steilhang ist umgekehrt aber relativ starker hangparalleler Seitenzufluss im Boden vorhanden, weshalb das Gravitationswasser etwas länger als in ebener Lage mit normaler Durchlässigkeit im Wurzelhorizont und somit pflanzenverfügbar bleibt. Dadurch erhöht sich der verwertbare Niederschlagsanteil wieder. Wieweit sich die beiden Effekte ausgleichen, ist schwierig abzuschätzen und müsste Gegenstand einer speziellen Untersuchung sein. Im Boden der Probefläche C spielt die vergleichsweise geringere Wassermenge aufgrund der Porenverteilung ökologisch kaum eine Rolle, da die Muldenlage mit häufigem Hangwasserzufluss einerseits und der gehemmt durchlässige Unterboden andererseits dafür sorgen, dass keine Austrocknung droht. Im Gegenteil sind hier auch die Grobporen sehr oft lange mit Wasser aufgefüllt, was Sauerstoffmangel und für einige Baumarten die damit verbundenen physiologischen Probleme verursacht (Buche, Fichte, Eibe?).

- Saugspannungsverlauf (Abb. 26 a und b)

Probefläche A:

Der obere Horizont hat aufgrund des Saugspannungsverlaufs die Tendenz, relativ schnell und oft in den Bereich schwerer Wasserverwertbarkeit zu geraten, und bei entsprechenden Trockenperioden unter Umständen empfindlich auszutrocknen (z.B. Anfang August bis Mitte September 1972). Der Bereich in 50 cm Tiefe hingegen war in beiden Messperioden wesentlich ausgeglichener und scheint nicht besonders gefährdet, so dass sich der Standort von der Wasserversorgung her im Unterboden und damit vor allem für Bäume und Sträucher als ausgeglichen erweist. In Trockenjahren könnten allerdings noch nicht tief genug wurzelnde Bäumchen durchaus Schäden erleiden.

Probefläche B:

Der Mergelboden dieses typischen Eibensteilhanges hat die Tendenz, vor allem von unten her auszutrocknen, was ROTH (1979) für Böden von *Molinio-Pineten* entsprechend nachgewiesen hat. Bei unregelmässiger Verteilung der Niederschläge, z.B. durch Gewitter, befindet sich der Oberboden umgekehrt sehr schnell im Bereich nahe der Sättigung. Im Hinblick auf die relativ grossen Mittelporenvolumen erstaunt dies hier einigermaßen und lässt sich wohl vor allem durch das Fehlen von Grobporen einerseits und durch die gehemmte Durchlässigkeit im Unterboden andererseits erklären: es entsteht wahrscheinlich ein Wasserrückstau, bevor das ganze Profil mit Wasser aufgefüllt ist. Während der beiden Messperioden wurde jedoch keiner der beiden Zustände über Zeiträume festgestellt, während derer der Wasserfaktor für empfindliche Baumarten zu

einem ökologischen Problem oder gar zum Minimumfaktor hätte werden können.

Die von ROTH gefundene Ursache der Ausschaltung der Buche auf extremen Mergelböden, der O₂-Mangel bei Vernässung des Oberbodens, dürfte hier somit vor allem dank der weiter fortgeschrittenen Bodenentwicklung nicht eintreten.

Probefläche C:

Dieser Boden zeigt deutliche Unterschiede im Verlauf der Saugspannungskurven gegenüber den Standorten A und B: Die starke Tendenz zur profilumfassenden Wassersättigung ist für diesen Standort charakteristisch und für einige Baumarten während feuchter Wetterperioden gleichzeitig das ökologische Todesurteil. 1971 hätten sich aufgrund der Messungen zwar nur über kurze Perioden Sauerstoffprobleme im Boden ergeben, doch war der Boden 1972 vom Beginn der Vegetationsperiode bis Anfang August praktisch profilumfassend nahezu wassergesättigt. Hier kann sowohl die Buche wie offensichtlich auch die Eibe nicht mehr überleben, und zwar aus physiologischen Gründen (O₂-Mangel).

c) Mesoklimatische Faktoren

Der Höhenunterschied zwischen Probefläche A (530 m) und C (425 m) von 105 m dürfte sich bezüglich Temperatur kaum bemerkbar machen, denn dem Temperatur-Gradienten laufen die Tatsachen entgegen, dass die Mulde der am tiefsten gelegenen Probefläche C mitten im kühlen Nordhang liegt, während sich Probefläche A bereits am Uebergang zur wärmeren Plateaulage befindet. Insgesamt ist jedoch das kühle und eher lichtarme Nordhangklima ein signifikantes Merkmal aller drei Standorte.

d) Der Einfluss des Wildes

Allgemein ist der Wildbestand am "Unterwilerberg" sehr hoch. Die Gebiete der beiden oberen Probeflächen A und B sind reich mit Wildwechseln durchsetzt und es wurden öfter auch Rehe beobachtet. Im *Aceri-Fraxinetum* bei der Probefläche C fehlen entsprechende Indizien, da vermutlich vor allem Bärlauch im Frühjahr keine gute Aesung ist, was auch KLÖTZLI (1965) aufgrund des als sehr gering festgestellten Blattverbisses bestätigt. *Nach KLÖTZLI (1965) ist die Gesamtaktivität des Rehwildes in dieser Ausbildung des Ahorn-Eschenwaldes niedrig. Ob der weiche, nasse Boden dabei auch eine Rolle spielt, ist mir nicht bekannt.*

Bei Probefläche A sind viele Buchen-Dickungen vorhanden, die auch als Einstand benützt werden. Trotzdem dürfte das Reh der hier gut vertretenen Verjüngung wesentlich weniger schaden, als in den fast kahlen Eibenbeständen (bei B), wo schon aus Gründen des Lichtmangels kaum etwas aufkommt. Einjährige Eibensämlinge sind in A und B zwar häufig zu beobachten, jedoch trifft man kaum je älteren Jungwuchs an.

Das Wild ist massgeblich für den totalen Ausfall des Eiben-Nachwuchses verantwortlich (vgl. auch KLÖTZLI 1965 u.a.).

e) Der Einfluss des Menschen

Probefläche A:

Der Wald wurde noch bis zur stehenden Baumgeneration als Mittelwald bewirtschaftet. Stockausschläge wechseln mit Kernwüchsen ab. Die Bewirtschaftung wird heute als normale Auslesedurchforstung betrieben. Der Bestand dürfte in den nächsten 10-20 Jahren verjüngt werden. *Der lokale menschliche Einfluss auf den Boden ist, wie unter a) erwähnt, für die Eigenschaften dieses Standorts mindestens so bedeutungsvoll wie die Einwirkungen auf den Bestand selbst.*

Probefläche B:

Der geringe wirtschaftliche Wert des Eibenbestandes in neuerer Zeit sowie seine extreme Steilhanglage hat den menschlichen Einfluss gering gehalten. Eher ist der Eibe seit geraumer Zeit hier Schutz und Hege der Waldbauer zuteilgeworden, gibt es doch kaum sonst irgendwo in der Gegend so alte und schöne Eibenwälder. Stöcke, die auf frühere Nutzungen hinweisen, sind kaum anzutreffen. Der Begriff Urwald ist nahezu angebracht.

Probefläche C:

Die erwähnte Hangrutschung ist wohl die Hauptursache für die Entstehung dieses Bestandes vor 30-40 Jahren. Ob die alten Bäume damals geschlagen wurden oder abstarben, konnte ich nicht herausfinden. Reichliche Unterpflanzungen mit Fichten, die allesamt eingegangen sind, weisen auf ein eher unglückliches menschliches Eingreifen bei der Bestandesverjüngung hin. Der heutige Ahorn-Eschenbestand ist dagegen ein gut gepflegtes, starkes Stangenholz, das vermutlich aus Naturverjüngung stammt.

4.1.1.2. Untersuchungsgebiet "Weid" bei Erlinsbach

Auch dieses Waldreservat ist ein Glücksfall für ökologische Untersuchungen, ändern sich doch über die fünf ausgewählten Standorte hinweg einzig die edaphischen Verhältnisse.

a) Pflanzensoziologie (Abb. 11 und 12)

Probefläche E (Aufnahme-Nr. 36 in der Vegetationstabelle):

Typischer Zahnwurz-Buchenwald (*Cardamino-Fagetum typicum*, 12) mit Anklängen an den Typischen Weissegg-Buchenwald (*Carici-Fagetum typicum*, 14), der weiter östlich den Hang grossflächig überzieht (*Cephalanthera alba*, *Convallaria majalis*, *Neottia nidus-avis*). Die Buche gedeiht hier optimal und beherrscht klar die Oberschicht. *Die Eibe ist vereinzelt vorhanden, vermutlich aber aus Gründen der Bewirtschaftung untervertreten.*

Probefläche F (Aufnahme-Nr. 37 in der Vegetationstabelle):

Typischer Zahnwurz-Buchenwald, artenarme, sehr flachgründige Variante (*Cardamino-Fagetum typicum*, 12a^a)

Gegenüber E in der Krautschicht nur negativ definierbar: Lichtarmut unter *Taxus* und Laubstreu lassen nur einen kümmerlichen Bodenbewuchs zu. Im Unterschied zu E auffällig zweischichtiger Bestandaufbau, wobei die Unterschicht durch einen 15-20 m hohen Eiben-Nebenbestand gebildet wird.

Die auffällige Dominanz der Buche in der Baumschicht erstaunt eigentlich im Hinblick auf die kärglichen edaphischen Bedingungen. Es ist anzunehmen, dass sie wirtschaftlich besonders gefördert wurde. Offensichtlich ist jedoch auch die geröllarme Bodenoberfläche für die Buche sehr günstig.

Probefläche G (Aufnahme-Nr. 21, 22 in der Vegetationstabelle):

Lindenreicher Zahnwurz-Buchenwald, Immenblatt-Variante (*Cardamino-Fagetum tilietosum*, 13e)

Mit dem *Tilieto-Fagetum* von MOOR (1952) nahe verwandt, obschon auf atypischer Südlage.

Die Südlage bewirkt eine auffällige Verwandtschaft zu wärmeliebenden Lindenmischwäldern, wie sie TREPP (1947) aus nordalpinen Föhntälern beschrieben hat (*Asperulo taurinae Tilietum*). Die Buche ist auf dem Blockschutt nur noch sehr beschränkt konkurrenzfähig, wodurch für Arten wie Sommerlinde, Spitzahorn, Hagenbuche, Ulme, Esche, Bergahorn, Traubeneiche und Eibe ein ökologischer Freiraum entsteht. Der auffällige Moosbewuchs von bis zu 40 % Deckungsgrad auf groben Blöcken wäre nach MOOR (1952) ein typischer Hinweis auf den Hirschzungen-Buchenwald. Für das ihm standörtlich nahe verwandte "*Tilieto-Fagetum*" fehlen hier typische Standortsfaktoren, die nach MOOR entscheidend sind (z.B. Schutt-rieseln). Der Standort nimmt daher in mancherlei Hinsicht eine soziologische Zwischenstellung ein.

Probefläche H (Aufnahme-Nr. 38 in der Vegetationstabelle):

Typischer Zahnwurz-Buchenwald (*Cardamino-Fagetum typicum*, 12)

Sehr flachgründige Variante, standörtlich tiefgründiger, aber ärmer bezüglich Nährstoffversorgung als F. In der artenreichen, nur 25 m hohen Baumschicht fällt die Buche anteilmässig deutlich zurück, zugunsten von Esche, Spitzahorn, Traubeneiche und Linde. Sogar Nebenbestandesarten wie Eibe und Hagenbuche nehmen stellenweise am Aufbau der Oberschicht teil. Die Linde tritt gegenüber G stark zurück zugunsten mässig vitaler Buchen. Die Krautschicht enthält nebst einigen Arten mittlerer Standorte (*Asarum europaeum*, *Phyteuma spicatum*) auch wärmeliebende und trockenheitsertragende Pflanzen wie *Melittis melissophyllum*, *Melica nutans*, *Acer campestre*, welche den Uebergang zu I markieren. Stellenweise kann eine Verwandtschaft zum "*Lithospermo-Quercetum*" festgestellt werden, wie dies auch RICHARD (1960) erwähnt.

Probefläche I (Aufnahme-Nr. 189-193 in der Vegetationstabelle):

Kalkfels-Föhrenwald (*Daphno-Pinetum*, MOOR 1972, \approx *Coronillo-Pinetum*, RICHARD 1972)

Die extreme Kretenlage auf teils blossen Kalkfels ist kein Waldstandort im engeren Sinne.

SCHWEINGRUBER (1973) hat aus den seenahen Föhntalgebieten des Brienzer- und Vierwaldstättersees ähnliche Gesellschaften beschrieben.

Auf der eigentlichen Krete herrscht die Waldföhre (*Pinus silvestris*) in bizarren, windgezeichneten, stark drehwüchsigen Formen. Mehr als 50 % des 1-5 m breiten Gratstreifens ist baumlos, der Boden von einem dichten Blaugras-Weissegrasrasen bedeckt, der viele wärmeliebende, sonst anspruchslose Arten enthält (vgl. *Potentillo-Hieracetum*, RICHARD 1972). Der Waldsaum, der den Übergang zum südlich anschliessenden Bestand bildet, ist ökologisch teilweise noch zum Standort I zu zählen. Er enthält ebenfalls wärme- und kalkliebende Arten wie *Coronilla vaginalis*, *Quercus petraea*, *Q. pubescens*, *Sorbus aria*, *Tilia platyphyllos*, *Taxus baccata*, *Carpinus betulus* usw. Die Übergangszone, die einen in der Breite wechselnden Saum zwischen dem Grat und dem eigentlichen Bestand bildet, ist dem Blaugras-Buchenwald (*Seslerio-Fagetum*, 16) zuzurechnen. Er besiedelt jedoch nirgends genügend grosse Flächen, um in typischer Ausbildung aufzutreten.

b) Boden (vgl. Profile Abb. 15 und 20)

Im Unterschied zum "Unterwilerberg" sind hier alles Kalksteinrendzinen verschiedener Ausbildungen vorhanden. Ihr Skelettanteil ist auf Kosten der Feinerde signifikant höher.

- Bezeichnung und Profilaufbau (Abb. 15)

Probefläche E:

gut ausgebildete Kalksteinrendzina (KSR)
(L)/H/A/A-E/E-(B_T)/C

Probefläche F:

flachgründige, tonreiche Kalksteinrendzina
(H)/A/E/B_T/C

Probefläche G:

extrem skelettreiche Kalksteinrendzina
(L)/H/A/A-B_T/C-B_T

Probefläche H:

sehr flachgründige, tonreiche Kalksteinrendzina, rostfarben
L/(H)/A/A-B_T/B_T/C

Probefläche I:

ansatzweise entwickelte Kalksteinrendzina, teils Fels
(L)/A/A-E/C

- Streu

Probefläche E:

Einjährige, lockere Buchenlaubstreu mit Übergängen zu Moderpaketen.

Probefläche F:

Mehrlagige Buchenstreu, zum Teil in Moderpakete übergehend.

Probefläche G:

Streu gering, nur in vereinzelten Mulden zwischen Blöcken, vor allem unter Buchen.

Probefläche H:

Lockere Buchenstreu, einjährig.

Probefläche I:

Nur lokal etwas vertrocknetes Laub, das nicht weggeweht wurde.

- Feinerdekörnung und Skelett (Abb. 20)

Probefläche E:

Staub- und Sandfraktion vorherrschend, im Oberboden etwas Ton.

Probefläche F:

Deutlich mehr Ton als bei E in Tiefen unter 20 cm, extrem hoher Skelettanteil ab 20 cm.

Probefläche G:

Im Oberboden herrscht Staub und Sand vor, allerdings durch den sehr hohen Humusanteil mittels Fühlprobe schwer erkennbar. Ab 40 cm vor allem tonreiche Adern zwischen Skelett.

Probefläche H:

Schon ab 10 cm hoher Tonanteil in den sehr geringen Mengen an vorhandener Feinerde.

Probefläche I:

Geringer Verwitterungsgrad des Gesteins, sehr wenig Tongehalt in der spärlichen Feinerde.

Tiefe	Skelettanteil (Vol.%)	Probeflächen			
		E	F	G	H
20 cm	Steine (0,2-5 cm)	38 %	22 %	17 %	34 %
	Blöcke (> 5 cm)	14 %	53 %	32 %	25 %
	Total	52 %	75 %	49 %	59 %
50 cm	Steine (0,2-5 cm)	25 %	11 %	7 %	12 %
	Blöcke (> 5 cm)	25 %	74 %	41 %	58 %
	Total	50 %	85 %	48 %	70 %

(in Probefläche I nur Felduntersuchungen)

Alle Böden haben 50 Volumenprozent oder mehr Skelettanteil, mit den zugehörigen Skelettporen noch wesentlich mehr. *Erstaunlich ist, dass der Blockschuttboden, dessen Physiognomie (bis an die Oberfläche ohne Feinerde-schicht) von weitem auffällt, von den vier Böden in beiden untersuchten*

Tiefen die geringsten Skelettanteile besitzt. Das bis in die Tiefe lockere Steingefüge ("geschüttet", statt am Ort verwittert) enthält offensichtlich mehr feinerdegefüllte Hohlräume, als die übrigen, flachgründigen Juraböden. Die Verhältnisse im Oberboden entsprechen diesbezüglich denjenigen der gut entwickelten Rendzina von E.

- Gefüge, Verdichtung

Probefläche E:

Einzelkorn bis feinkörnig. Feste Kalcium-Humat-Krümel mit teils blockiger Textur. Lockerer Profilaufbau.

Probefläche F:

Blockiges Gefüge, ab 25 cm sehr stark verdichtet.

Probefläche G:

Feinerde im trockenen Zustand feinkörnig und locker, bei Nässe sofort pastig-schmierig. Ab 50 cm blockiger "Spaltenkitt", sehr stark verdichtet zwischen den Blöcken.

Probefläche H:

Bis ca. 20 cm vorwiegend Einzelkörner, weiter unten zunehmend pastig in Spaltenfugen.

- Kalkgehalt (Abb. 16)

Probefläche E:

Kalkgehalt in Feinerde und Skelett profilumfassend sehr hoch: höchste Werte aller gemessenen Böden (ausser N in "Chlähbalden").

Probefläche F:

Bis ca. 25 cm praktisch karbonatfrei.

Probeflächen G und H:

Die geringen Kalkgehalte in der Feinerde von G und H fallen vor allem gegenüber E auf. Feinerde bis 30 cm weitgehend entkarbonatet.

Bodentiefe	Probeflächen			
	E	F	G	H
20 cm	44,9 % (37-51 %)	4,5 % (1,9-8,3 %)	4,0 % (2,9-4,6 %)	0,4 % (0-1,4 %)
50 cm	67,0 % (61-76 %)	23,7 % (21-26 %)	2,9 % (1,6-5,1 %)	2,4 % (0-5,6 %)

(Ca-Gehalt in % des Trockengewichts der Feinerde)

- pH (Abb. 16) (* Durchschnitte von je 4 Werten)

Bodentiefe	Probeflächen			
	E	F	G	H
20 cm	8,0 [*] (8,0-8,2)	7,9 [*] (7,7-8,1)	7,8 [*] (7,7-7,8)	7,5 [*] (7,1-7,8)
50 cm	8,1 (8,0-8,2)	8,0 (7,9-8,1)	7,8 (7,7-7,9)	7,7 (7,6-7,9)

- biologische Aktivität

Probefläche E:

- Bis 40-50 cm sehr gut, solange Feuchtigkeit vorhanden ist.
- Nebenwurzeln bis zur Aufschlusstiefe in 100 cm.
- Würmer vor allem in den obersten 40 cm, jedoch bis 60 cm vorhanden.
In Trockenzeiten vermutlich noch tiefer gehend.

Probefläche F:

- Mässig bis gering aktiv, ab 25 cm schlecht.
- Nebenwurzeln bis 50 cm feststellbar, Hauptwurzeln nur bis 30 cm.
- Wurmtätigkeit nur in den obersten 10-15 cm.

Probefläche G:

- Da, wo Feinerde vorhanden ist, ausserordentlich hohe Aktivität.
- Nebenwurzeln bei 10-30 cm netzartig, sehr dicht, Hauptwurzeln noch bei 70 cm und tiefer, jedoch sehr oft "eingequetscht" zwischen blossen Skelett.
- Würmer z.T. sehr intensiv tätig, Riesenexemplare von 20 cm Länge und 1 cm Dicke (!) nicht selten, bis 60 cm feststellbar.
- Die Laubstreu wird sehr rasch abgebaut.

Probefläche H:

- Unter 20 cm geringe bis keine Aktivität.
- Bei ca. 20 cm Ansammlung sehr vieler Nebenwurzeln, darunter wenige Hauptwurzeln in Felsspalten und Blöcke eingezwängt, bis ca. 40 cm (und vermutlich teilweise noch viel tiefer).
- Wurmtätigkeit nur in den obersten 20 cm festgestellt, spärlich.

- Humusgehalt (Ergebnisse siehe Abb. 17)

Die hohen prozentualen Humusanteile dieser Böden dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass die vier Böden von "Weid" allesamt wesentlich geringere absolute Humusmengen pro Fläche aufweisen als jene vom "Unterwilerberg". Obschon die schwarze Feinerde von G beispielsweise fast zur Hälfte aus Humus besteht, steht dieser Boden von allen sieben untersuchten Böden nur an fünfter Stelle bezüglich Humus- bzw. Nährstoffangebot. Der teilweise extrem hohe Skelettanteil führt zu sehr geringen Feinerdemengen und ist etwa im Falle von G ausserdem für den Spezialstandort verantwortlich. Wenn hoher Skelettanteil und extreme Flachgründigkeit (geringe Aufschlusstiefe) zusammenfallen (z.B. bei F, H und I), werden die Standorte sehr unproduktiv.

- Stickstoffhaushalt (N) (Ergebnisse siehe Abb. 12 und 19)

Ein ähnliches Bild wie beim Humus ergibt sich beim pflanzenverfügbaren, beziehungsweise pro Zeiteinheit in mineralisierter Form angebotenen Stickstoff: der deutlich aktivste Boden ist G, während die Brutversuche für die Böden von "Weid" sonst vergleichsweise ungünstig abschneiden. Bei F und H dürfte dies mit der Flachgründigkeit und der teilweisen Austrocknung der sonst aktiven oberen Bodenschichten zusammenhängen. Im Oberboden bildet einzig G zeitweise nennenswerte NH_4 -Mengen (Ammonium).

um), während der Stickstoff sonst in Nitratform (NO_3) angeboten wird. Unter Berücksichtigung der Feinerdemenge pro Fläche entsteht dasselbe Bild wie beim Humusangebot, jedoch noch extremer: es handelt sich bezüglich Stickstoff um arme bis sehr arme Standorte, mit Ausnahme von G, der eine Mittelstellung im Vergleich zu anderen Waldstandorten einnimmt.

- Luft- und Wasserhaushalt (Abb. 21 e-h, 22 b, 23, 24, 25)

Vorgängig seien nochmals die grossen methodischen Probleme betont, die sich bei der Untersuchung des Wasserhaushaltes skelettreicher Böden ergeben (vgl. 3.2.3.2. a+b, sowie MEYER 1976).

Porenverteilung der Feinerde, Desorptionskurven:

Am stärksten springt der grosse Grobporenanteil dieser Bodentypen ins Auge; umgekehrt erstaunt aber auch der im Vergleich zu den Mergelböden vom "Unterwilerberg" etwa gleichhohe Feinporenanteil (Tonfraktion). Insgesamt besitzen die Böden von "Weid" ein grösseres prozentuales Porenvolumen in der Feinerde, was zu einem guten Teil eine Folge der Schüttung der Bodenproben sein dürfte (nicht natürliche Lagerungsdichte bei Entnahme der Proben).

Ein Vergleich des Kurvenschwarms der Böden vom "Unterwilerberg" und von "Weid" ergibt auf den ersten Blick, dass alle vier letzteren Böden ein wesentlich höheres entwässerbares Porenvolumen aufweisen (Abb. 22a+b). Der Kurvenknick liegt im Bereich von 0,1 atm, d.h. das meiste Wasser ist in Grobporen enthalten und daher als Gravitationswasser der Pflanze wenig nützlich.

Der Porenanteil im mittleren Bereich, also der Speicher pflanzenverwertbaren Wassers, ist dagegen auffallend kleiner als bei den Mergelböden. Die entsprechenden Volumenprocente nehmen nach folgender Reihe ab:

20 cm: E > G > F > H
50 cm: G > E > H > F

Unter Berücksichtigung der sehr hohen %-Anteile des Skeletts am gesamten Bodenkörper sowie der Profiltiefen ergibt sich in absoluten Zahlen ein noch wesentlich schlechteres Bild:

Pflanzenverfügbares Wasser (in $\text{l/m}^2 = \text{mm}$) (Speichervolumen)

	E > G >> H >> F			
Oberboden	17,6	6,8	1,2	0,4
Unterboden	1,4	2,7	1,3	0,2
Total	19,0	9,5	2,5	0,6 mm
Verhältnis (gerundet)	32 : 16 : 4 : 1			

Es versteht sich, dass die extrem niedrigen Werte nur als Hinweise gelten können und nicht als exakte Messwerte einzustufen sind. Tendenziell lässt sich jedoch für diese Böden immerhin aussagen, dass die Speichervolumina für pflanzenverfügbares Wasser sehr klein sind. Die Pflanzen sind einerseits auf regelmässige Niederschläge angewiesen (häufige Som-

mergewitter am Jura-Südfuss), andererseits auf die Möglichkeit, durch ein reich verzweigtes Wurzelwerk in tiefe Gesteinsspalten vorzudringen, welche noch lange verfügbares Wasser enthalten. Die Bodenvegetation, welche nur in den obersten 10-20 cm wurzelt, wurde denn auch 1972 des öfters stark welkend angetroffen. Eindrücklich sind aber vor allem auch die Unterschiede des Wasserangebots von 1 zu 32 zwischen den Böden F und E.

Alle Niederschlagsmengen, welche die momentane Freikapazität des Mittelporenvolumens überschreiten, gehen grundsätzlich den Pflanzen als Gravitationswasser verloren, was in Anbetracht der minimalen Werte bei H und F fast bei jedem Regenfall eintreten dürfte. Wieweit die porösen Kalksteine als Wasserspeicher mitwirken, ist mir nicht bekannt.

Gemessene Niederschlagswerte in der Vegetationsperiode:

Σ 1971 : (12.6. - 29.11.) 357,5 mm

Σ 1972 : (10.4. - 27.11.) 555,6 mm (nur ab 12.6.72 : 431,6 mm)

- Saugspannungsverlauf (Abb. 27 a+b)

Probefläche E:

Der Kurvenverlauf weist in beiden gemessenen Jahren, vor allem 1972, eine ausgeprägte Tendenz zur Austrocknung des Unterbodens auf. Während der Oberboden auf die fallenden Niederschläge sofort reagiert und den Saugspannungsverlauf im mittleren, für die Pflanzen günstigen Bereich hält, treten in 50 cm Tiefe über teils recht lange Zeitspannen (bis 2½ Monate) gemessen knappe, jedoch selten extreme Wasserverhältnisse auf.

Wie stark die Saugspannungen in diesen Phasen tatsächlich angestiegen sind, konnte mit dem Tensiometer allerdings nicht mehr zuverlässig verfolgt werden (Überschreitung des obersten Messbereichs bei den meisten Instrumenten). Ausgleichend wirkt auf diesem Standort die grosse Profiltiefe und der für die Böden von "Weid" relativ hohe Feinerdeanteil im Unterboden: der geringe verfügbare Wasseranteil muss mit dem entsprechenden Feinerdevolumen multipliziert werden.

(Überschreitung des obersten Messbereichs bei den meisten Instrumenten). Ausgleichend wirkt auf diesem Standort die grosse Profiltiefe und der für die Böden von "Weid" relativ hohe Feinerdeanteil im Unterboden: der geringe verfügbare Wasseranteil muss mit dem entsprechenden Feinerdevolumen multipliziert werden.

Die geringen Wassermengen im Unterboden könnten unter anderem auch mit dem vergleichsweise dichten Kronendach und den dadurch hohen Interzeptionsverlusten zusammenhängen. Die bis auf den Boden gelangenden Niederschläge würden demnach bei kurzen Regenperioden gar nicht bis in tiefere Bodenschichten vordringen. Im weiteren beträgt der Mittelporenanteil im Vergleich zum Oberboden nur knapp die Hälfte, so dass die Speicherkapazität im pflanzenverfügbaren Bereich recht gering ist. Das Phänomen des Austrocknens von unten her stellt diesen Boden ökologisch in die Nähe der Mergelböden am "Unterwilerberg": allerdings sind die pflanzenverwertbaren Wassermengen im Unterboden hier nur etwa halb so gross.

Probefläche F:

Der Oberboden weist eine deutliche Tendenz zu extremeren Wasserverhältnissen auf, als dies in 50 cm Tiefe der Fall ist. *Die sprunghaften Reaktionen auf Niederschläge und Trockenheit sind schon aufgrund des sehr geringen Mittelporenvolumens zu erwarten: sobald das Gravitationswasser, das ca. 30 % des Feinerdevolumens ausmacht, abgeflossen ist, bleiben noch ganze 3 % des Feinerdeporenvolumens mit verwertbarem Wasser gefüllt. Das restliche Porenwasser ist mit mehr als 15 atm gebunden. Umso mehr erstaunt der ausgeglichene Saugspannungsverlauf in 50 cm Tiefe, wo ja nicht mehr Mittelporen vorhanden sind. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, dass die meisten Bäume ihr dichtestes Wurzelnetz oberhalb 50 cm anlegen, weil das Bodenprofil sehr flachgründig ist. Die meisten Saugwurzeln reichen also nicht bis in die tieferen Bodenschichten hinab, was eine umso schnellere Entwässerung der oberen Horizonte zur Folge hat. Vereinzelt starke Verankerungswurzeln, die den feinerdegefüllten Spalten entlang trotzdem in die Tiefe reichen, dürften in "Notzeiten" einen gewissen Wassernachschub für die Bäume sicherstellen. Im Hinblick auf den hier geringsten aller gemessenen Volumenanteile des Feinerdekörpers (Abb. 20) wäre diese Möglichkeit von besonderer physiologischer Bedeutung.*

Probefläche G:

Der Verlauf der Kurven beider Messtiefen ist sehr oft nahe beisammen, wobei der Oberboden grössere Tendenz zu einer sprunghaften Charakteristik aufweist. In Trockenzeiten herrschen in beiden Horizonten sehr oft über längere Zeit hohe Saugspannungen, was in Anbetracht des geringen Feinerdevolumens (30 bzw. 8 %) eine sehr geringe absolute noch pflanzenverfügbare Wassermenge bedeutet. *Diese Tatsache wird durch die ausserordentlich gute Krümelung und den für die Verhältnisse der Böden dieses Hanges relativ hohen Mittelporenanteil etwas abgeschwächt.*

Probefläche H:

Auf diesem Standort, nahe der Hangkrete, wurde nur 1972 eine Saugspannungsserie gemessen. Die äusserst hohen Skelettanteile (ähnlich wie bei F) haben grosse messtechnische Schwierigkeiten verursacht (Bodenkontakt), weshalb grosse Teile der Kurven, vor allem des Unterbodens, mit Vorsicht zu geniessen sind.

(Die künstliche Anhäufung von Feinerde um die Tonkerze dürfte wesentlich günstigere Verhältnisse bewirkt haben, als sie in Wirklichkeit vorhanden sind.)

Der Kurvenverlauf weist die grösste Ähnlichkeit mit jenem auf Versuchsfläche E auf. Die Verhältnisse sind aber in Wirklichkeit sicher wesentlich extremer, was schon rein quantitativ aus der verfügbaren Wassermenge des geringen Feinerdevolumens hervorgeht. Im übrigen ist die Bestockung viel lichter und niedriger, was auch eine geringere Bodenentwässerung durch Transpiration der Pflanzendecke bedeutet.

Die bei beiden Böden (E und H) gefundene Tendenz, eher vom Unterboden her auszutrocknen, ist einigermaßen überraschend.

c) Mesoklimatische Faktoren

Alle Standorte, ausser jenen in Gratnähe, befinden sich in einem Mesoklima, das praktisch über den ganzen Hang homogen sein dürfte. Von der Höhenlage der Standorte sind kaum Unterschiede gegeben. Einzig die gratnahen Lagen sind klimatisch stärker exponiert, sowohl im Hinblick auf die Sonneneinstrahlung als auch bezüglich der Windverhältnisse. Diese Standorte sind durch eine sehr starke Verdunstung, d.h. Austrocknungsgefahr gekennzeichnet.

d) Der Einfluss des Wildes

Wie in den beiden anderen Untersuchungsgebieten ist der Wildbestand hier sehr hoch und dürfte laut forstlichen Schätzungen über 20 Rehe pro 100 ha liegen. Genaue Angaben aus diesem Gebiet fehlen jedoch. An den intensiven Aesungsspuren lässt sich dieser Tatbestand qualitativ überprüfen, insbesondere auch an der hoffnungslosen Stellung der zahlreichen Eibensämlinge. Verschiedene Rehwechsel führen quer durch alle Standorte, wo auch regelmässig Rehe zu beobachten sind. Einstandsmöglichkeiten im Unterholz bieten sich allerdings nur wenige an. Sie konzentrieren sich vor allem auf die waldsaumartigen Zonen entlang des Grats.

e) Der Einfluss des Menschen

Die Bestände sind nach übereinstimmender Ansicht der Förster und von J.L. Richard aus ehemaligem Niederwald hervorgegangen. *Damit dürfte z.T. die Tendenz einer Ueberschneidung von Lichtbaumarten (Hagebuche, Eiche) gegenüber dem Naturwald erklärbar sein.* Es sind auch noch viele entsprechende Stockausschläge zu erkennen. Der Wirtschaftsplan von 1925 gibt ein Bestandesalter von durchschnittlich 26 Jahren an, wobei 60 % Buchen, 10 % Eichen und 30 % Tannen, Lärchen, Douglasien und Weymoutsföhren den Bestand aufbauten. Die Nadelhölzer dürften fast ausnahmslos eingepflanzt worden sein und haben sich später z.T. sehr schlecht bewährt (Tannensterben 1948/49). Trotzdem nahm ihr Anteil an der Bestandesmasse bis 1965 noch zu:

Nadelhölzer = 36 %	: Tanne = 26 %	Laubhölzer = 64 %	: Buche = 46 %
	Föhre = 6 %		Eiche = 6 %
	Lärche = 4 %		übrige = 12 %

(Angaben von Stadtoberförster Wehrli Aarau)

Diese Zunahme der Nadelholzmasse deutet auf eine waldbauliche Lenkung hin, welche die Nadelhölzer weiterhin auf Kosten der Buche stark begünstigt hat. In den letzten 10-20 Jahren scheint allerdings keine Bewirtschaftung mehr erfolgt zu sein.

4.1.1.3. Untersuchungsgebiet "Chlähbalden" bei Auenstein

a) Pflanzensoziologie (Abb. 13 + 14, Tab. 14)

Probefläche L (Aufnahme-Nr. 128-132 in der Vegetationstabelle):

Lungenkraut-Buchenwald mit Immenblatt, "eibenreiche Variante" (*Pulmonario-Fagetum melittetosum*, 10)

Probefläche M:

Lungenkraut-Buchenwald mit Immenblatt (*Pulmonario-Fagetum melittetosum*, 10)

Probefläche N:

Pfeifengras-Föhrenwald (*Molinio-Pinetum silvestris*, 61)

Probefläche O:

Weisseggen-Buchenwald mit Uebergängen zum typischen Lungenkraut-Buchenwald (*Carici-Fagetum*, 14, *Pulmonario-Fagetum typicum*, 9)

Die Vegetationsaufnahmen der Probeflächen M-O sind nicht in die Vegetationstabelle dieser Arbeit aufgenommen worden, da sie keine Eiben enthalten (Original-Nr. in Diplomarbeit: Probefläche M: 6/7, Probefläche N: 8/9, Probefläche O: 10).

Die soziologische Abgrenzung, wie sie in der Diplomarbeit provisorisch versucht wurde, war durch die Anzahl der damals gemachten Aufnahmen zu wenig abgesichert und ist nur sehr lokal brauchbar. Daneben bietet jedoch die Beschreibung der wichtigsten ökologischen Faktoren, wie sie damals analysiert wurden, gute Vergleichsmöglichkeiten. Dies vor allem, um dem nordexponierten Mergelhang "Unterwilerberg" die Verhältnisse eines entsprechenden Mergelhanges in Südexposition am Jurasüdfuss, also in ähnlicher topographischer Lage einerseits sowie die nicht mergeligen, gleich exponierten Flächen von "Weid" andererseits gegenüberstellen zu können.

b) Boden

- Bezeichnung und Profilaufbau (Abb. 15 + 20)

Probefläche L:

Mergelrendzina, skelettig-lehmmergelige Ausbildung mit etwas hartkal-kigem Skelett
(L)/A/A-E/C(IIC?)

Probefläche M:

Mergelrendzina, gut entwickelt mit relativ mächtigem Uebergangshorizont
A-E (20 cm)
H(-A)/A/A-E/C

Probefläche N:

sehr tonreiche, schlecht entwickelte Mergelrendzina, kaum sichtbare Horizontdifferenzierung
L/(H)Nester/A/A-E/E/C/(IIC)

Probefläche O:

gut ausgebildete Kalksteinrendzina
(L)/H/(H)-A/A/A/(E)/C

- Streu

Probefläche L:

Nadeln unter *Taxus*, sonst nur vereinzelte Laubstreunester.

Probefläche M:

Keine Streu.

Probefläche N:

Mehrfährige Streu, vor allem aus Föhrennadeln und Strohschicht aus vor-jährigen Gräsern.

Probefläche O:

Nur lokal etwas Buchenstreu.

- Feinerdekörnung und Skelett

Probefläche L:

Kalkmergel, ab 35-40 cm merklich abnehmender Verwitterungsgrad. Einzelne harte, unverwitterte Kalksteine. Tonfraktion profilumfassend "tonangebend", im Oberboden etwas Staub und Sand beigemischt.

Probefläche M:

Im Oberboden vor allem Sand und Staub. Ab 30 cm Tiefe vorwiegend Lehm.

Probefläche N:

Staub nur in obersten 10-15 cm deutlich vorhanden, sonst sehr tonig-lehmig bis zum Muttergestein (Mergel).

Probefläche O:

Profilumfassend sehr hoher Skelettanteil (bis 50 %), Sand- und Stauffraktion im Mullhorizont vorherrschend, in der Tiefe Tonanteil leicht zunehmend.

- Gefüge

Probefläche L:

A gut und stabil gekrümelt, (A-E) in nicht vernässtem Zustand gut gekrümelt, bei Wassergehalten nahe Sättigung klebrig. Uebergang zur Struktur des Muttergesteins unscharf (aufgespaltene Mergelbänke).

Probefläche M:

Bis ca. 20 cm feinkörnig, meist gut aggregiert (Einzelkorn); unter 20 cm blockiges Gefüge.

Probefläche N:

Sehr schwache Krümelbildung; höchstens in den obersten 10-15 cm ansatzweise.

Probefläche O:

Feinkörnig bis zum Muttergestein, in verdichteten Zonen zu blockigen Körpern zusammengepresst.

- Kalkgehalt (Abb. 16) (in % des Trockengewichts der Feinerde)

Boden- tiefe	Probeflächen			
	L	M	N	O
5 cm			* 61,3 %	
8 cm	32,2 %			
10-15 cm			57,6 %	35,4 %
15 cm		28,3 %		
20 cm	46,7 %			
30-35 cm		47,7 %		
40-50 cm				47,2 %

* Der höhere Wert in geringerer Tiefe deutet evtl. auf seitliche Zufuhr von Kalk hin (Hangwasser).

In drei Profilen wurde eine leichte Kalkauswaschung im Oberboden festgestellt, wobei die Werte aller vier Profile entsprechend der Herkunft des Muttergesteins immer noch sehr hoch liegen (Effingerschichten).

- pH (Abb. 16)

Die Werte sind sehr regelmässig leicht über 7, wobei in der Tiefe leicht höher, was auch mit den höheren Kalkgehalten übereinstimmt.

Boden- tiefe	Probeflächen							
	L		M		N		O	
20 cm	7,2(7,15-7,25)	4*	7,2(7,05-7,30)	4*	7,3(7,15-7,35)	2*	7,2(7,2)	2*
50 cm	7,3(7,15-7,40)	4*	7,4(7,20-7,45)	4*	7,4(7,30-7,45)	2*	7,4(7,3-7,4)	2*

* = Probenzahl

- biologische Aktivität

Probefläche L:

- Aktivität vor allem in den obersten 10 cm sehr gut, bei 25 cm gut.
- Hauptwurzelhorizont zwischen 10 und 25 cm, einzelne Feinwurzeln bis 60 cm, z.T. in Humustaschen.
- Wurmtätigkeit vor allem in den obersten 5 cm, vereinzelt bis in 35 cm Tiefe beobachtet.

Probefläche M:

- Die etwas tiefer gehende Humusdurchmischung als bei L lässt auf eine leicht höhere biologische Aktivität schliessen. Hauptwurzeln bis ca. 30 cm, Nebenwurzeln bis 60 cm.
- Wurmtätigkeit vor allem zwischen 0 und 20 cm, vereinzelt bis 45 cm.

Probefläche N:

- Humus nur bis 10 cm Tiefe vereinzelt feststellbar.
- Die Hauptwurzeln beschränken sich ebenfalls auf die obersten 10 cm, einzelne Nebenwurzeln reichen bis in 50 cm Tiefe.
- Praktisch keine Wurmtätigkeit feststellbar.

Probefläche 0:

- Humus bis gut 50 cm tief reichend.
- Hauptwurzeln bis 40 cm und mehr, Nebenwurzeln über 60 cm.
- Starke Wurmtätigkeit bis 40 cm, bis 60 cm vereinzelt noch feststellbar.

- Humusgehalt (in Gewichtsprozent der Feinerde und in Tonnen)

Gewichtsprozent der Feinerde Bodentiefe: 5 cm 8 cm 15 cm 20 cm 35 cm 50 cm	Probeflächen			
	L	M	N	O
5 cm			4-5 %*	
8 cm	8 %*			
15 cm		10 %*	0 %*	20 %*
20 cm	2 %*			
35 cm		2 %*		
50 cm				4 %*
Gesamtgehalt **	160 t/ha	250 t/ha	25 t/ha	165 t/ha

* Geschätzte Werte in Gewichtsprozent der Feinerde

** Zum Vergleich Ueberschlagswerte in Tonnen/ha

Der Quervergleich der einzelnen Böden ist sehr schwer zu führen, da Horizonte mit analoger ökologischer Bedeutung analysiert wurden und die Werte somit immer für andere Tiefen gelten. Zieht man jedoch zur Gesamtbilanz die Horizontmächtigkeit bei, so ergeben sich sowohl innerhalb dieser 4 Böden wie auch im Hinblick auf die anderen Probeflächen vergleichbare Anhaltspunkte. Dabei wurden für die Mergelböden L, M und N ähnliche Annahmen getroffen, wie sie etwa für den Mergelboden B gelten, für O entsprechend etwa wie für E (Q_a , Feinerde-Anteile).

- Stickstoffhaushalt (vgl. Abb. 18 + 19)

Die 1969 anlässlich der Diplomarbeit ausgeführten Stickstoffmessungen unterlagen zwischen den einzelnen Probeentnahmen ausserordentlich hohen Schwankungen; die Werte stammen vom Feuchtkammer-Brutversuch und betreffen die N-Akkumulation N_{ak} (in g N/100 g Trockengewicht) unter Idealbedingungen während 6 Wochen (vgl. STEUBING 1965):

Serie *	Probeflächen					
	L		M		N	
	I	II	I	II	I	II
Bodentiefe: 5 cm					0,34	0,67
8 cm	6,92	1,53				
15 cm			7,26	1,45	0,50	0,85
20 cm	6,27	1,12				
30 cm			4,36	2,12		
50 cm						
					6,15	1,74

* Serie I (11.4.69), Serie II (29.5.69)

Die Werte der ersten Serie (I) vom 11. April 1969 sind auffallend viel höher als jene der zweiten Ende Mai (II). Dies hängt vermutlich mit der sog. "Vernalisation" zusammen: bis zum Zeitpunkt der ersten Probeentnahme konnten offenbar die Reserven an totem organischem Material, die sich im Winter am Standort akkumuliert hatten, noch nicht vollkommen mineralisiert werden. Unter den optimalen Laborbedingungen ist nun vermutlich ein Abbau zu NO_3 direkt in einem Schub erfolgt. Auch die damals gefundenen, noch relativ hohen momentanen Werte an unvollkommen mineralisiertem N in Ammonium-Form (NH_4) weisen in derselben Richtung. Zum Vergleich mit den Proben der Probestflächen von "Weid" und "Unterwilerberg" (erste Entnahmen am 14.6.71) eignet sich daher die zweite Proben-Serie (29.5.69) wesentlich besser. Im internen Vergleich zwischen den Standorten von "Chlähalden" bietet die Kalksteinrendzina am meisten pflanzenverfügbaren Stickstoff an, während der schwach entwickelte Mergelboden des Pfeifengras-Föhren-Waldes erwartungsgemäss deutlich am Schluss der Reihe steht:

$$\text{NO}_3 - \text{Angebot: } 0 > M > L \gg N$$

Interessant sind die höheren Werte des Unterbodens der beiden Böden M und N, sogar in beiden Probenserien. Zum Vergleich seien hier jeweils die Werte jener beiden Böden der übrigen Probestflächen danebengestellt, welche in möglichst analoger Tiefe die ähnlichsten Juniwerte aufwiesen.

$$\begin{aligned} \text{Probestfläche L: } & A_{20*} > L_{20} > F_{20} \\ & (1,45 > 1,12 > 1,08) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Probestfläche M: } & A_{20} = M_{15} > F_{20} \\ & (1,45 = 1,45 > 1,08) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Probestfläche N: } & F_{20} > N_{15} > H_{20} \\ & (1,08 > 0,83 > 0,75) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Probestfläche 0: } & E_{20} > 0_{15} > B_{20} \\ & (3,82 > 2,75 > 2,73) \end{aligned} \quad (* \text{ Index} = \text{Probentiefe})$$

Damit zeigt sich eine von der Exposition weitgehend unabhängige Verwandtschaft in der Stickstoffversorgung von ähnlich entwickelten Mergelrendzinen einerseits (extreme Nord- zusammen mit Südlagen) sowie eine gute Übereinstimmung von Kalksteinrendzinen am Jurasüdfuss. Bei den beiden flachgründigsten und tonreichen Kalksteinrendzinen H und F herrschen ausserdem ähnliche Verhältnisse wie in der ebenfalls sehr flachgründigen und schlecht entwickelten Mergelrendzina (N).

Da während der Diplomarbeit nur zwei Proben im Laufe der Vegetationsperiode untersucht wurden, wäre eine Berechnung des Jahres-Stickstoff-Angebotes durch Schätzungen und Interpolation zu unsicher, um schlüssige Vergleiche zu den anderen Standorten anzustellen. Einzig kann der Einblick in die tatsächlichen Verhältnisse des Stickstoffangebotes durch die Berücksichtigung der biologisch aktiven Profiltiefe (aufgeteilt nach Horizontmächtigkeit) noch etwas verbessert werden:

Probefläche L:	1,53 x 16 cm	= 24,5 cm
	1,12 x 18 cm	= 20,2 cm
		<u>44,6 cm</u>
Probefläche M:	1,45 x 20 cm	= 29,0 cm
	2,12 x 20 cm	= 42,4 cm
		<u>71,4 cm</u>
Probefläche N:	0,67 x 10 cm	= 6,7 cm
	0,83 x 10 cm	= 8,3 cm
		<u>15,0 cm</u>
Probefläche O:	2,75 x 30 cm	= 82,5 cm
	1,74 x 30 cm	= 52,2 cm
		<u>134,7 cm</u>

(Ueberschlagsrechnung: 6 Wochen-Feuchtkammerwerte (in gN/100 g Trockengewicht) multipliziert mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit ergibt einen relativen Vergleichswert.)

in einfachen Verhältniszahlen:

Probeflächen

$$L = 3 \quad M = 5 \quad N = 1 \quad O = 9$$

Die Reihenfolge bleibt also auch unter Berücksichtigung der Horizontmächtigkeit unverändert:

$$O > M > L > N$$

- Luft- und Wasserhaushalt

Zu diesen Probeflächen wurden während der Diplomarbeit keine physikalischen Laboruntersuchungen vorgenommen. Es ist daher nicht möglich, genauere Aussagen über Skelettanteil, Feinerde und Porenverteilung zu machen, als dies in der morphologischen Bodenbeschreibung erfasst wurde. Tendenziell weisen jedoch die Böden von "Chlähbalden" zu den folgenden Böden der beiden Reservate die nächste Verwandtschaft auf:

Probefläche	L	M	N	O
	zu B	zu B (und A)	keine	zu E

- Saugspannungsverlauf (Kurven in LEUTHOLD 1969)

Probeflächen L und M:

Die Kurven dieser beiden Böden sind mit jenen von B ("Unterwilerberg") verwandt und bestätigen die Eigenschaft des Mergels, beim Ausbleiben von Niederschlag sehr bald nur noch schwer verwertbares Wasser (mit 0,8 - 15 atm gebunden) zu enthalten. Ebenso schnell ist jedoch das Mittelporenvolumen wieder aufgefüllt, so dass - mit Ausnahme von extremen Trockenjahren - wohl keine ernsthaften Austrocknungsprobleme auftreten. Die Profile scheinen umgekehrt auch genügend Grobporen zu enthalten

(gute Krümelung), um nach starken Niederschlägen bald wieder Sauerstoff zu enthalten, obschon vorübergehende Wassersättigung des Bodens doch öfter im Jahr vorkommen kann. Dem relativ sprunghaften Kurvenverlauf ist zu entnehmen, dass der prozentuale Anteil an Mittelporen, d.h. der Anteil an verwertbarem Wasser, sowie die absolute Menge des auffüllbaren Porenvolumens eher kleiner ist als bei B. *Diese oft und schnell wechselnden Wasserverhältnisse scheinen einige Baumarten bereits in ihrer Konkurrenzschafft einzuschränken, so etwa Buche, Fichte und Tanne. Davon profitieren deutlich sonst konkurrenzschwächere Arten wie die Eibe oder die Mehlbeere. Die Verhältnisse in Probefläche M sind etwas ausgeglichener als in L.*

Probefläche N:

Der sehr schwach entwickelte Mergelboden dieses Standortes weist einen extrem sprunghaften Saugspannungsverlauf auf, der die morphologischen Kenntnisse untermauert: Es gibt ein nur sehr kleines auffüllbares Porenvolumen und eine sehr geringe Menge an Mittelporen. Sowohl Regenfälle wie Trockenzeiten führen sehr schnell zu ökologischen Problemen für die Pflanzen, erstere bezüglich der O₂-Versorgung (-Mangel), letztere wegen des fehlenden Wassernachschubs. *Bei andauernden Regenfällen ist ohne weiteres anzunehmen, dass profilumfassend Sauerstoffmangel durch Vernässung eintritt, was nach ROTH (1979) eine der Hauptursachen für die Konkurrenzschwäche der Buche auf solchen Föhren-Standorten ist.*

Probefläche O:

Dank der recht grossen "Wasser-Pufferung" dieses Bodens erweist er sich vor allem bezüglich Vernässung (O₂-Mangel) als unempfindlich. Die vielen Grobporen dürften kaum je mit Wasser aufgefüllt werden, was durch die sehr gute Durchlässigkeit des Unterbodens im Vergleich zu den drei Mergelböden (L, M, N) noch verstärkt wird. Umgekehrt ist eine latente Tendenz zur Austrocknung dieses Bodens deutlich erkennbar, wobei immerhin die grosse Profiltiefe einer tatsächlichen Austrocknungsgefahr günstig entgegenwirkt. Das Porenvolumen, in welchem noch (schwer)verwertbares Wasser enthalten ist, ist wesentlich grösser als bei flachgründigen oder noch skelettreicheren Böden. *Trotzdem haben hier bereits verschiedene Baumarten wie Tanne, Ulme und Esche physiologische und dadurch Konkurrenzprobleme gegenüber der sehr vital gedeihenden Buche.*

c) Mesoklimatische Faktoren

Ein auffälliges, durch das Relief bedingtes Merkmal unterscheidet den Standort L von den drei übrigen: L liegt auf einer Hangschulter mit nur geringer Neigung. Sie ist fast ausschliesslich mit dem untersuchten eibenreichen Lungenkraut-Buchenwald bestockt. *Die Versuchung liegt nahe, diesen signifikanten Standortsunterschied an diesem sonst einheitlich steilen Hang als einen der entscheidenden Standortsfaktoren anzusehen, und zwar v.a. bezüglich der Wirkung auf das Mesoklima. So hatte ich in der Diplomarbeit vermutet, dass die weniger exponierte Südhanglage lokal ozeanischere Verhältnisse schaffe und damit die Eibe - auch aufgrund der dadurch begünstigten Bodenbildung - gefördert werde. Dies vor allem aufgrund der mir damals noch fehlenden Erfahrung (auch aus der*

Literatur), dass Eibenbestände durchaus auch an steilen Jurasüdhängen gut gedeihen können. So auffällig dieses Merkmal im Unterschied zu den drei übrigen Standorten desselben Hanges ist, muss ich heute seinen ökologischen Einfluss auf die Begünstigung der Eibe stark relativieren, zumal ich keine weiteren Beispiele finden konnte, bei denen analoge Verhältnisse mit ähnlicher Wirkung hätten belegt werden können.

d) Der Einfluss des Wildes

Aehnlich wie in den beiden Untersuchungsgebieten "Unterwilerberg" und "Weid" wurde auch hier der Einfluss des Wildes nur anhand einiger Feldbeobachtungen und durch Aussagen des Forstpersonals miteinbezogen. Die Eibenverjüngung wird an ihrem Aufkommen konsequent gehindert und es besteht ebensowenig Zweifel wie andernorts, dass die hohen Wildbestände für das Fehlen einer jungen und mittleren Eibengeneration verantwortlich sind.

e) Der Einfluss des Menschen

Durch Dokumente (Wirtschaftspläne, Aussagen älterer Forstleute, etc.) ist die weit über 100-jährige Existenz dieser Wälder belegt. Ebenso ihre Nutzung, teils im Kahlschlag- teils im Mittelwaldbetrieb. Vor allem die Baumschicht des Eibenbestandes L sei nach einem teilweisen "Kahlhieb" aufgekommen, wobei einige Kernwüchse und vermutlich auch die (natürlichen) Eiben geschont worden seien. Der früher hohe Anteil an alten Nadelhölzern (Föhre, Fichte, Tanne) und Eichen wurde weitgehend durch Buche, Ahorn, Hagebuche, Esche und Mehlbeere abgelöst. Da nach Auskunft des früheren Gemeindeförsters und aufgrund aktueller Belege die Eibe früher im Gebiet für Rebstickel sehr beliebt gewesen war und neben ihrer Nutzung auch gehegt wurde, ist es durchaus denkbar, dass sie teilweise sogar angepflanzt oder zumindest zeitweise besonders geschont wurde. Wenn dies im Hinblick auf spätere Nutzung geschah, so vermutlich mit Vorzug an eher zugänglichen, flachen und erschlossenen Stellen (Weg).

Somit wäre der besonders vom Relief geprägte Eiben-Standort durchaus auch als anthropogen begründet oder zumindest stark beeinflusst erklärbar, begleitet durch besonders günstige ökologische Bedingungen. Diese Erklärung erscheint mir aus der heutigen Sicht eher die wahrscheinlichere als jene vorwiegend "natürliche" in meiner Diplomarbeit.

4.1.2. *Oekologischer Vergleich der drei Untersuchungsgebiete und der Probestandorte: entscheidende Standortsfaktoren*

Die drei Untersuchungsgebiete weisen bezüglich der unabhängigen Standortsfaktoren nur im Relief und im Muttergestein Unterschiede auf. Bezüglich der Faktoren Grossklima, Organismen und Zeit sind sie praktisch identisch.

4.1.2.1. "Unterwilerberg" - "Chlābhalden"

Die beiden Mergelhänge "Unterwilerberg" (Baden) und "Chlābhalden" (Auenstein) unterscheiden sich vor allem durch die Hangneigung und die Exposition (Nord bzw. Süd). Letztere hat ein wesentlich anderes Lokalklima zur Folge: Der "Unterwilerberg" ist schattig kühl, während "Chlābhalden" im ausgesprochen warmen und einstrahlungsreichen, typischen Klima des Jurafusses liegt. Trotzdem sind eibenreiche Wälder an beiden Hängen möglich. Die tonreichen Mergelböden wirken aber derart dominant auf die Vegetations- und Standortsentwicklung, dass beiderorts ähnlich vitale Eibenbestände entstehen konnten (Probeflächen B und L). Die Buche und andere Hauptbaumarten sind in ihrer Konkurrenzkraft entsprechend zurückgedrängt. Sobald wir den Bereich des Mergelbodens verlassen und das Muttergestein zunehmend durch Jurakalke gebildet wird (A, O), treten beiderorts Kalksteinrendzinen oder Uebergänge dazu auf, welche eine vermehrte Dominanz der Buche zulassen. Die Eibe wird sofort zurückgedrängt. Die ökologisch entscheidende Ursache dazu ist die Verbesserung des Wasser- und Lufthaushalts im Boden. Die absolute pflanzenverfügbare Wassermenge nimmt zwar trotz zunehmender Profiltiefe sogar ab, weil die Feinerdemenge aufgrund des grossen Skelettanteils wesentlich geringer ist. Die entscheidende Wirkung geht somit primär vom besseren Lufthaushalt (mit der Folge höherer biologischer Aktivität und Wurzelatmung) und nicht von der verfügbaren Wassermenge aus.

Aehnlich wie die verfügbare Wassermenge, ist auch der absolute Humusgehalt der Kalksteinrendzina kleiner als jener der Mergelböden (nur die prozentualen Anteile sind grösser). Dies ist für die Stickstoffversorgung noch ausgeprägter der Fall. Für die Konkurrenzkraft der Buche und anderer Hauptbaumarten spielt somit die gute Bodendurchlüftung eine wesentlichere Rolle als die Menge der vorhandenen Nährstoffe (in gewissen Grenzen).

Die extremeren Standorte C und N der beiden Untersuchungsgebiete beruhen auf einer entgegengesetzten Situation: ihre Böden neigen zu periodischer Vernässung und weisen einen schlechteren Lufthaushalt als die Eibenstandorte auf. Sie unterscheiden sich allerdings insofern stark, als der Boden von C wesentlich tonärmer, tiefgründiger und biologisch aktiver ist und in einer Mulde liegt, während bei N ein schlecht konsolidierter, kaum entwickelter tonreicher Mergelboden in einer Steilhanglage vorliegt. Der extreme Wasser- bzw. Lufthaushalt wirkt zwar in beiden Fällen vorwiegend für die Buche (und

Eibe) limitierend, bei C entsteht jedoch aufgrund des guten Nährstoffangebots ein produktiver Ahorn-Eichenwald, wogegen auf N nur ein kärglicher Pfeifengras-Föhrenwald mit unvollkommenem Kronenschluss zu gedeihen vermag.

Die beiden eibenreichen Standorte B und L sind physiognomisch und auch pflanzensoziologisch recht verschieden, namentlich was die Krautschicht betrifft. In der Baumschicht sind die Unterschiede hinsichtlich Artenkombination und Aufbau eher gering.

Die ökologisch auffälligsten Unterscheidungsmerkmale, Exposition und Hangneigung prägen den Baumbestand somit wesentlich weniger als das gemeinsame Merkmal des ähnlich entwickelten Mergelbodens. Der von BACH (1950) und MOOR (1952) angeführte "entscheidende" Standortsfaktor Exposition für "Taxeto-Fageten" in der Montanstufe des Mittellandes wird durch diese Tatsache stark relativiert.

4.1.2.2. "Unterwilerberg" - "Weid"

Zwischen diesen beiden Gebieten variieren vor allem die Exposition (N bzw. S), das Muttergestein (Mergel bzw. Kalk), die Hangneigung und die Höhenlage (um ca. 140 m). Die eher zurücktretende Wirkung der Exposition für die unterschiedlichen Eibenstandorte wurde bereits erwähnt. Auch der vorhandene Höhenunterschied hat hier keinen nennenswerten Einfluss, zumal die höhergelegenen Standorte der "Weid" auch noch nicht zur oberen Montanstufe zu zählen sind, in der BACH und MOOR eine spezielle Subassoziation, das *Taxo-Fagetum festucetosum*, als Höhenvikariant abgetrennt haben. Ausserdem wirkt hier zwischen dem tiefer gelegenen N-Hang und dem S-Hang die Exposition klimatisch leicht ausgleichend zur Höhenlage. Es bleiben als Hauptunterschiede das Muttergestein und die Hangneigung. Die bestimmende Wirkung des Kalkgesteins und des Mergels auf Standort und Vegetation wurde an den Beispielen "Chlähbalden" und "Unterwilerberg" sowie im Kommentar zu den Ergebnissen (Kap. 4.1.) bereits besprochen. Die mit dem Muttergestein teilweise verkoppelte Hangneigung ist ein weiterer wichtiger Standortsfaktor, der die beiden Reservate unterscheidet. Er wirkt in zweierlei Hinsicht auf den für die Eibe entscheidenden Lichtfaktor im Bestand ein: einmal direkt, indem bei extremen Steilhanglagen wie am "Unterwilerberg" wesentlich mehr Seitenlicht in den Bestand eindringt. Damit kann die Eibe in Bestände "schlüpfen", deren Buchendach unter ebenen

Verhältnissen vermutlich zu wenig Licht einfallen liesse. Hier liegt also zum ersten einmal ein Begünstigungseffekt der Eibe, nicht v.a. eine Schwächung der Buche vor. Trotzdem wirkt in zweiter Linie das extreme Relief doch auch direkt über die Schwächung der Konkurrenzkraft der Buche, wobei hier vor allem die Verbindung des Mergels mit der Steilhanglage zu schlecht konsolidierten Bodenverhältnissen führt, die ihr Mühe machen.

Im Gegensatz zur "Weid" sind es am "Unterwilerberg" also weder die Flachgründigkeit noch die teilweise damit verknüpften Probleme der Wasserversorgung, die der Vitalität der Buche entgegenwirken, sondern vor allem verschiedene, grösstenteils bodenmechanische Auswirkungen des Reliefs.

Als weiteres neues Element kommt bei der "Weid" hinzu, dass hier nun unter den Kalksteinrendzinen auch extreme und mergelfreie Ausbildungen vertreten sind, deren flachgründige Profile fast nur noch aus Kalkskelett bestehen (F, H, I). Hier geraten wir in den Bereich akuter Austrocknungsgefahr: die pflanzenverfügbare Wassermenge kann zum Minimumfaktor werden. (Umgekehrt entfällt hier, im Unterschied zu den Mergelböden, die Gefahr von Sauerstoffmangel im Wurzelbereich bei hohen Niederschlagsmengen.) Trotzdem wurde hier nur auf den extremsten dieser Standorte nochmals ein deutlicher Rückgang der Vitalität der Buche beobachtet, während die Eibe, zumindest in einzelnen vitalen Exemplaren, mit Eichen, Föhren und Elsbeere bis auf fast nackte, nicht mehr eigentlich waldfähige Felsstandorte wacker durchhält (Coronillo - Pinetum, RICHARD 1972). Die Eibe erweist sich vor allem bei dieser Art von Extremstandorten als in höchstem Masse überlebensfähig. Als Spezialstandorte sind auch die grobblockigen Schutthalden zu betrachten, die den Hang der "Weid" über beträchtliche Flächen überziehen. Auch hier ist die Buche nicht konkurrenzfähig, da zu wenig Feinerde vorhanden ist. Offensichtlich kommt es jedoch zusätzlich zur Menge der im Hauptwurzelhorizont vorhandenen Feinerde auch wesentlich auf deren Verteilung im Boden an. Denn auf den Böden von F und H mit den extremsten Skelettanteilen ist die Buche gut, bei F sogar sehr stark vertreten, während sie auf dem bis zur Oberfläche reichenden Blockschutt (mit sogar etwas mehr Feinerde dazwischen) bestenfalls an bestimmten günstigen Stellen gerade noch gedeiht. Die obersten 10-20 cm der Böden bei H und L bestehen immerhin aus einem kompakten, wenn auch sehr flachgründigen Feinerdekörper, welcher

für die Buche offenbar wesentlicher ist als die absolute Menge an Feinerde. Die Struktur und Beschaffenheit des Wurzelwerks der Baumarten dürfte hier eine ausschlaggebende Rolle spielen. Der Buche scheint es schlecht zu gelingen, die lose und weit zwischen den Skelettbrocken verteilte Feinerde zu erschliessen und sich darin genügend zu verankern. Die Linde ist dafür ein ausgesprochener Spezialist und beherrscht hier - neben Esche, Traubeneiche, Ulme, Hagebuche, Spitz- und Bergahorn - die obere Baumschicht. Nur vereinzelte Buchen halten mit. Die Eibe bildet jedoch, vor allem zusammen mit der Hagebuche, eine gut ausgebildete, vitale Unterschicht, die beweist, wie gut sich die beiden Arten an diese edaphischen Spezialbedingungen anpassen können.

Die vitalsten Vorkommen der Eibe im Untersuchungsgebiet "Weid" sind jedoch auf Standort F zu finden, deren flachgründige Kalksteinrendzina einen immerhin 25-30 m hohen Buchenbestand trägt, durchsetzt mit Bergahorn, Linde, Esche und Waldföhre.

Wird die Kalksteinrendzina tiefgründiger (E), so tritt die Eibe unter dem Schirm der absolut herrschenden Buche sofort stark zurück.

4.1.2.3. "Weid" - "Chlähbalden"

Die beiden benachbarten Jura-Südhänge weisen neben einem durchschnittlichen Höhenunterschied von 130 m vor allem Unterschiede im Muttergestein auf.

Das Fehlen der Eibe auf der Kalksteinrendzina in "Chlähbalden" ist mit Bestimmtheit nicht auf lokalklimatische Unterschiede (Höhenlage), sondern vielmehr auf die Tatsache zurückzuführen, dass dieser Standort (0) zu gut und die Buche entsprechend zu vital ist, um der Eibe einen Existenzraum zu überlassen. Ein Standort mit vergleichbar "schlechter" Kalksteinrendzina wie auf der "Weid" wurde bei "Chlähbalden" nicht untersucht.

Auch hier ist das Muttergestein die Hauptursache für die verschieden ausgebildeten Eibenbestände: auf Mergel ("Chlähbalden") entstehen stark mit denjenigen am "Unterwilerberg" verwandte, also *Taxo-Fagetum*-ähnliche Bestände; auf Kalkstein finden sich eibenreiche *Cardamino*- und *Carici-Fagetum*-Ausbildungen bis hin zum extremen *Coronillo-Pinetum* oder zum *Taxus*-reichen *Tilio-Fagetum*.

Zusammenfassend können aus dem Standortsvergleich der drei Untersuchungsgebiete folgende, für die Eibe wesentlichen Feststellungen abgeleitet werden: Die entscheidenden Chancen für die Eibe liegen in besonderen Verhältnissen des Reliefs oder des Muttergesteins, sowie in deren Zusammenwirken. Diese Chancen sind:

1. Begünstigung der Eibe, mehr oder weniger unabhängig von der Vitalität der Buche, aufgrund des Einfalls von Seitenlicht in extremen Steilhanglagen, wie "Unterwilerberg", Standort B.

Ursache: Relief (Steilheit)

2. Begünstigung der Eibe durch besonders luftfeucht-kühles ("lokal-ozeanisches") Klima, wodurch die empfindlich reagierenden Spaltöffnungen bei Tag länger geöffnet bleiben und dadurch eine bessere Assimilationsbilanz erzielt werden kann, z.B. am "Unterwilerberg".

Ursache: Relief (Exposition)

3. Schwächung der Buche durch extrem steile Hangneigungen, kombiniert mit einem Material des Muttergesteins, das in Bewegung ist (z.B. periodisch fließende Mergel oder Kalkgeröll). Im Fall "Unterwilerberg", Standort B, dürfte zusätzlich zur rein mechanischen Komponente eine ungünstige Wirkung von den doch oft wechselnden Wasserverhältnissen im Boden ausgehen (wenn auch nicht so extrem, wie bei "Chlähbalden").

Ursache: Relief und Muttergestein

4. Schwächung der Buche durch periodischen oder dauernden Sauerstoffmangel (Wassersättigung) im Boden. Hierzu ist allerdings zu sagen, dass die Eibe diesbezüglich vermutlich nur unwesentlich mehr permanenten Sauerstoffmangel im Boden erträgt (Randzone zu Standort C am "Unterwilerberg"). Vernässung des Bodens kann sowohl durch das Muttergestein (gehemmte Durchlässigkeit), als auch durch das Relief (Muldenlage) bedingt sein.

Ursache: Muttergestein oder/und Relief

5. Schwächung der Buche durch stark wechselnde Verhältnisse im Boden zwischen periodischem Sauerstoffmangel (Wassersättigung) und ungenügender Wasserversorgung (schwere Verwertbarkeit). Vgl. "Chlähbalden", Standort L.

Ursache: Muttergestein

6. Schwächung der Buche durch periodischen starken Wasserstress, z.B. aufgrund eines zu kleinen mittelporigen Feinerdevolumens (absolut), wie im

Fälle der Standorte F, H und I auf "Weid".

Ursache: Muttergestein

7. Schwächung der Buche aufgrund spezieller Bodenverhältnisse wie Blockschutt (bis an die Oberfläche), wo sie sich nicht verankern kann.

Ursache: Muttergestein

4.1.3. Waldbauliche Ergebnisse (Abb. 28-35)

4.1.3.1. Strukturanalyse von Eibenbeständen

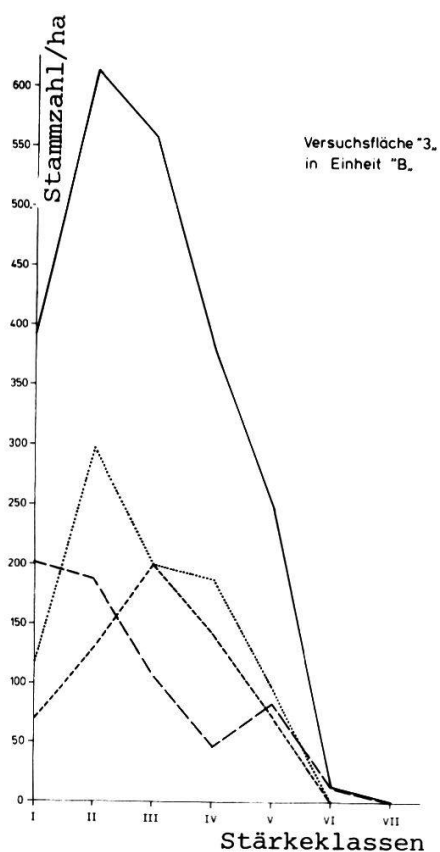
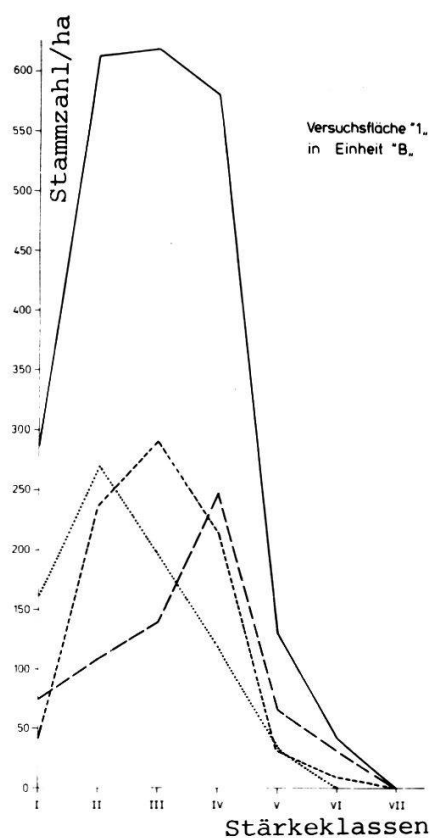
In der Folge wird die Struktur der untersuchten Eibenbestände nach Stammzahlen, Schichtung, Vitalität und Dynamik (Ansprache nach IUFRO-Klassifikation) näher betrachtet. Dabei steht die Eibe im Zentrum und es werden vor allem Ergebnisse diskutiert, welche für das Verständnis des ökologischen Verhaltens dieser Baumart interessant erscheinen (eine eingehendere Auswertung des reichen aufgearbeiteten Materials ist im Rahmen einer speziellen forstlichen Publikation geplant.).

In der Strukturanalyse der Bestände haben sich drei Haupttypen herauskristallisiert:

- 1. Typ (Probefläche B, Versuchsflächen* 1 und 3, Waldreservat "Unterswilerberg")

Die Stammzahlen pro ha sind ausserordentlich hoch, obschon es sich nicht um junge Bestände handelt (Abb. 28 a+b). Die Gesamtkurve weist insbesondere in Versuchsfläche 1 nahezu eine Normalverteilung mit sehr steilem Anstieg und Abfall auf, d.h. es gibt neben einem sehr stark vertretenen Anteil an mittleren Durchmessern (Stärkekassen II-IV) nur wenige geringe

* Die Bezeichnung "Versuchsfläche" wird streng nur für die vom Institut für Waldbau fest ausgeschiedenen Untersuchungsflächen verwendet (man könnte sie auch als "Dauerflächen" bezeichnen). Im Unterschied dazu habe ich die verschiedenen, nach ökologischen Gesichtspunkten ausgewählten Einheiten dieser Arbeit als "Probeflächen" bezeichnet. Eine "Probefläche" kann eine oder mehrere "Versuchsflächen" enthalten. Es gibt jedoch verschiedene "Versuchsflächen", die standörtlich nicht eindeutig einer Probefläche zurechenbar sind und deren Daten hier deshalb nicht weiter ausgewertet wurden. Im Waldreservat "Weid" existieren anstelle von "Versuchsflächen" Profilaufnahmen von ebenfalls einzeln durchnummerierten Bäumen. Um eine vergleichbare Datenbasis zu schaffen, wurden hier die Profilaufnahmen nach einheitlichen Standortstypen unterteilt, indem ich die einzelnen Bäume im Gelände nach Nummern (von - bis) einer Standortseinheit (\equiv Probefläche) zuordnete.

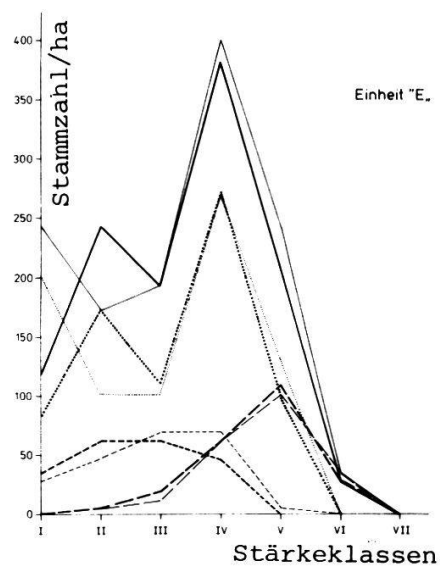


a

1971 — Summe — Rotbuche
-----Eibeübrige Arten

b

Abb. 28a+b. Stammzahlverteilung nach Stärkeklassen (lebende und tote Bäume) in den Versuchsflächen 1 und 3, Waldreservat "Unterwilerberg", Einheit B, Aufnahme 1971

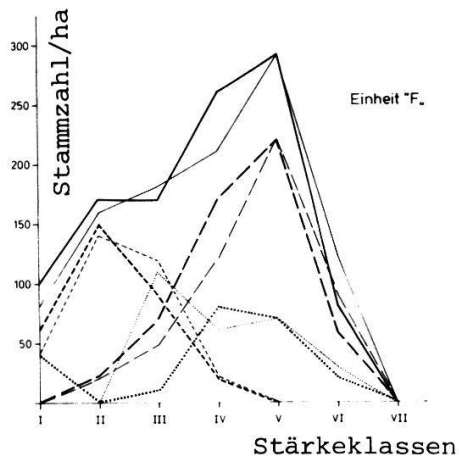


Stärkeklassen:

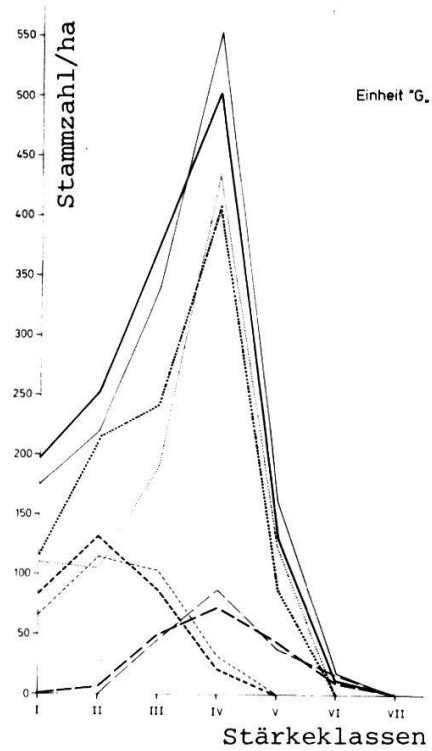
I = 4 - 7 cm Durchmesser
II = 8 - 11 cm "
III = 12 - 15 cm "
IV = 16 - 23 cm "
V = 24 - 35 cm "
VI = 36 - 51 cm "
VII = 51 cm "

1961 — Summe — Rotbuche
1968 — Summe — Rotbuche
1961 -----Eibeübrige Arten
1968 -----Eibeübrige Arten

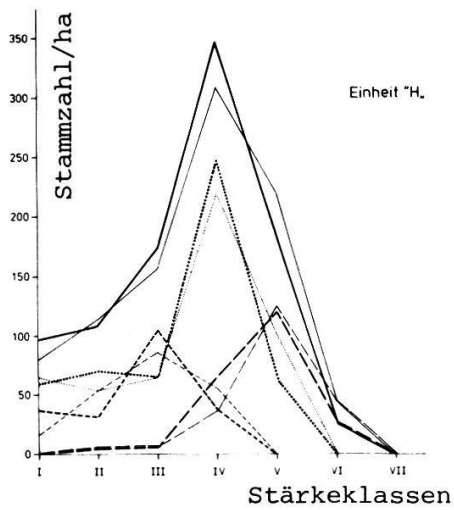
a



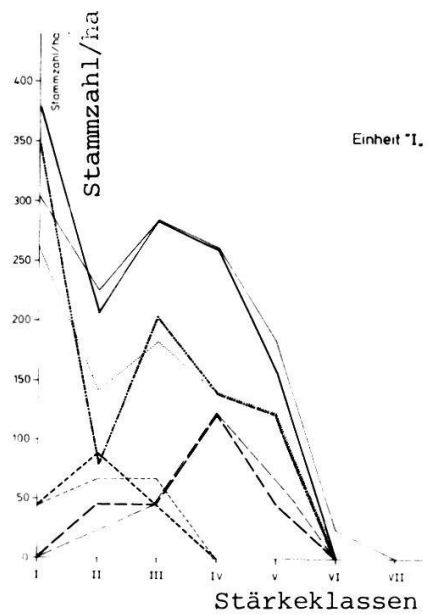
b



c



d



e

Abb. 29a-e. Stammzahlverteilung nach Stärkeklassen (lebende und tote Bäume) im Waldreservat "Weid" in den Einheiten E-I, Aufnahmen je 1961 und 1968

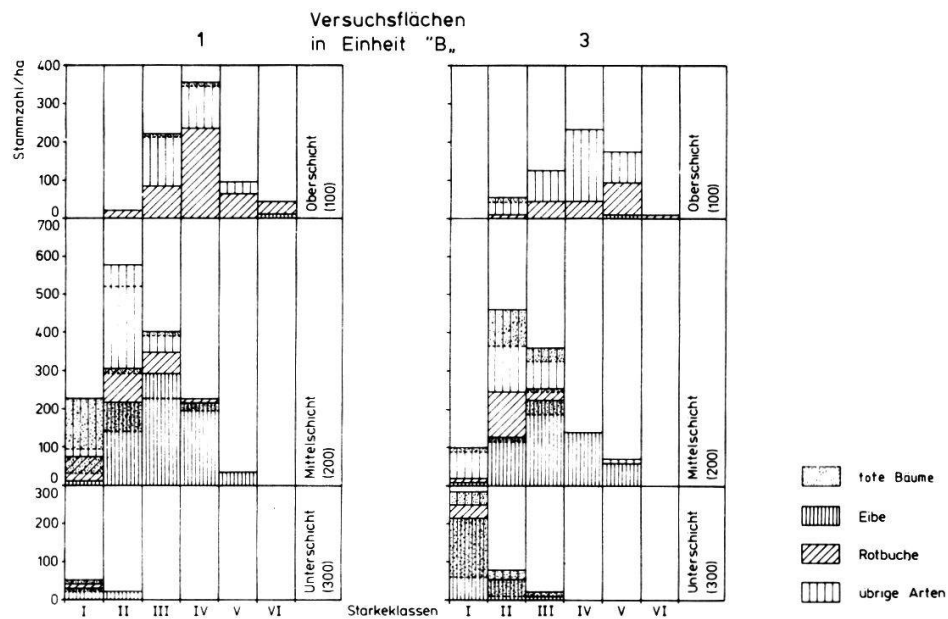


Abb. 30a+b. Stammzahl pro Hektar nach Schichten, Baumarten und Stärkeklassen (lebende und tote Bäume), Waldreservat "Unterwilerberg", Versuchsflächen 1 und 3 in Einheit B, Aufnahme 1971

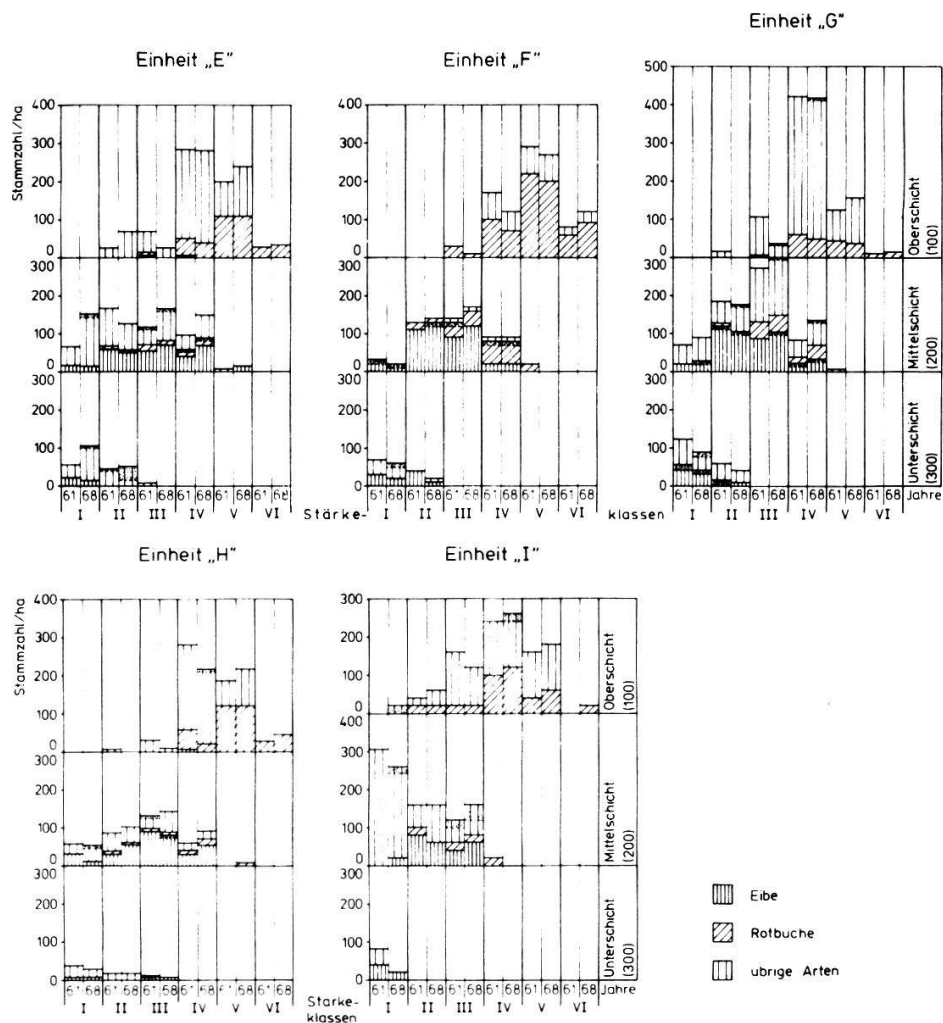


Abb. 31a-e. Stammzahl pro Hektar nach Schichten, Baumarten und Stärkeklassen (lebende und tote Bäume), Waldreservat "Weid", Einheiten E-I, Aufnahmen je 1961 und 1968

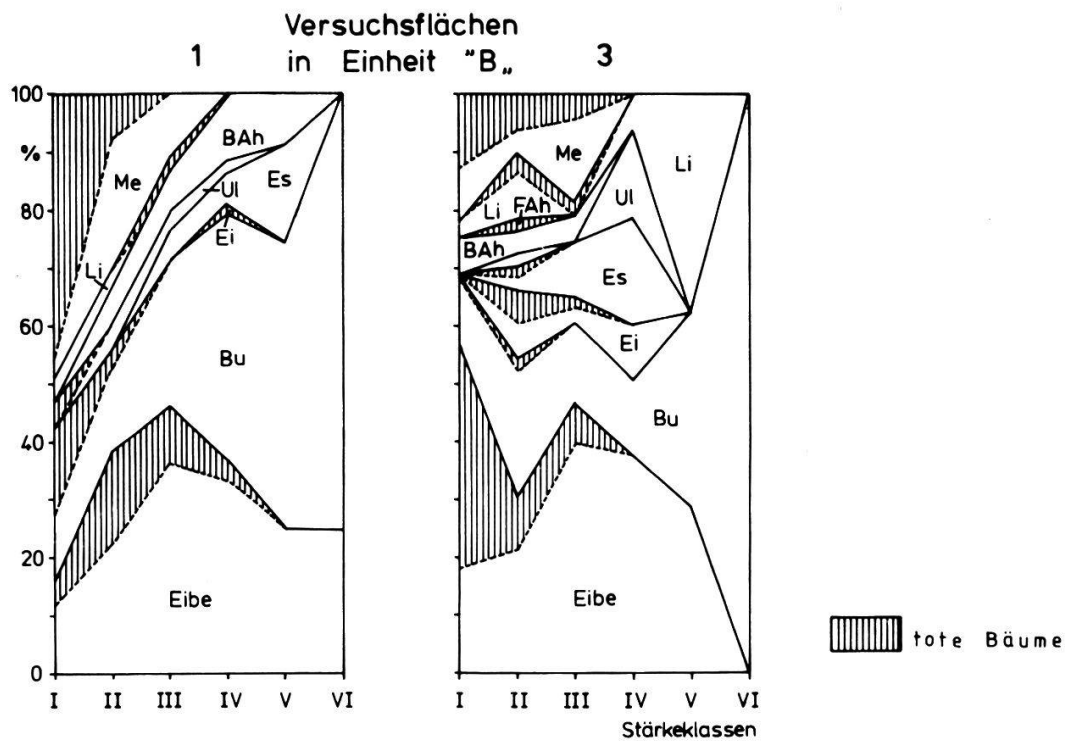
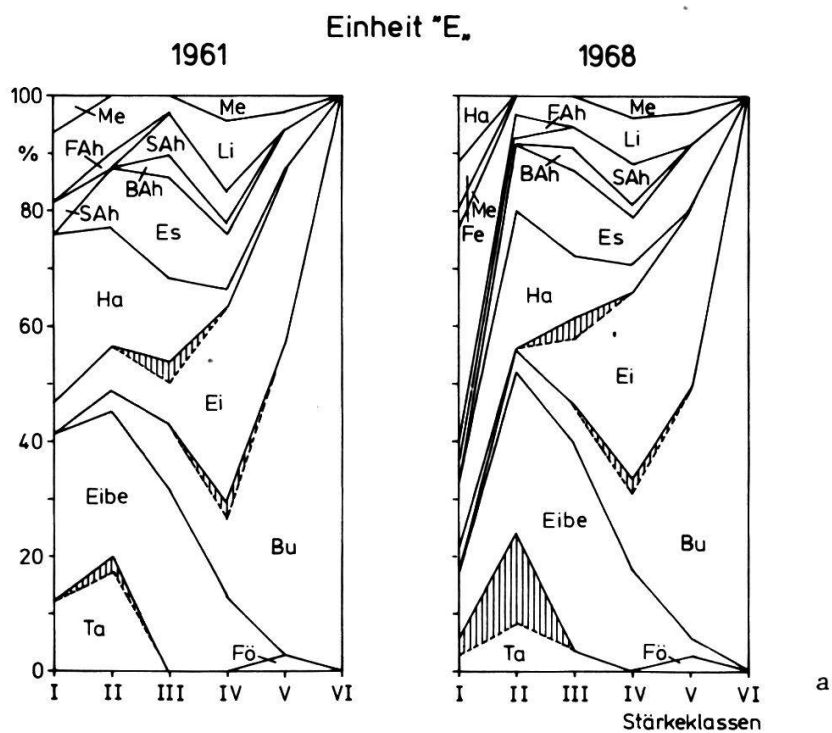
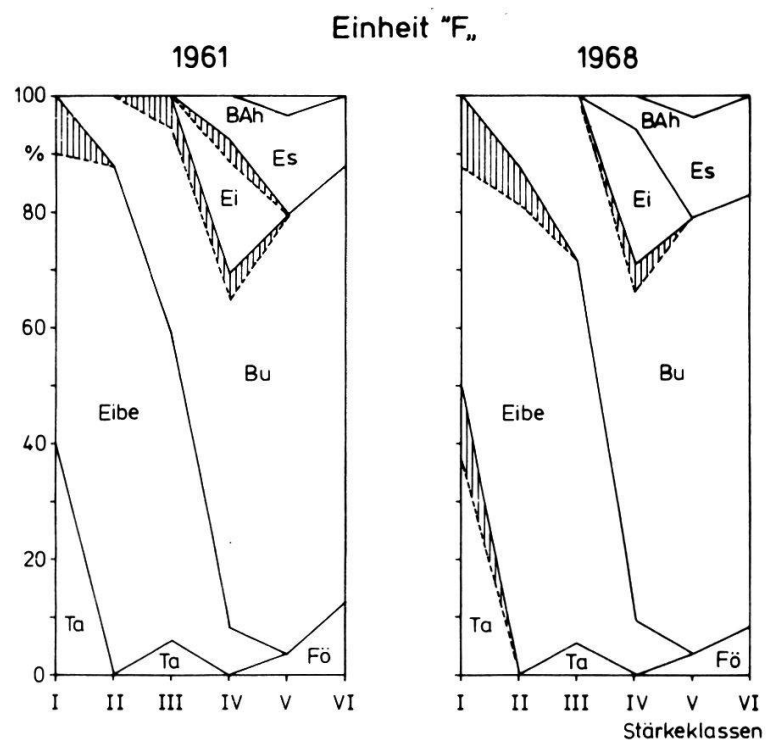
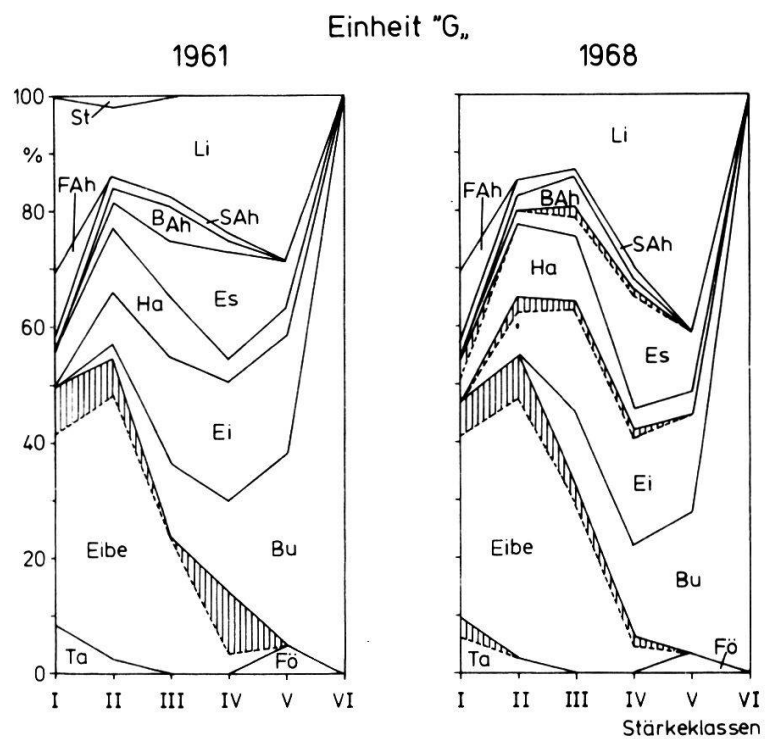


Abb. 32a+b. Stammzahl nach Baumarten in % und nach Stärkeklassen (lebende und tote Bäume) im Waldreservat "Unterwilerberg", Versuchsflächen 1 und 3, Einheit B, Aufnahme 1971





b



c

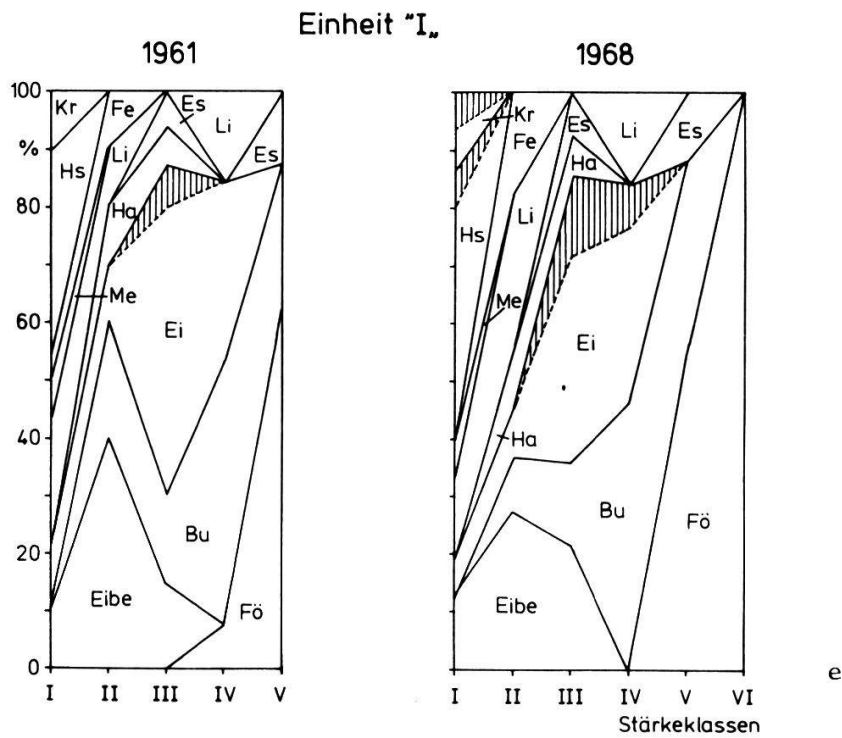
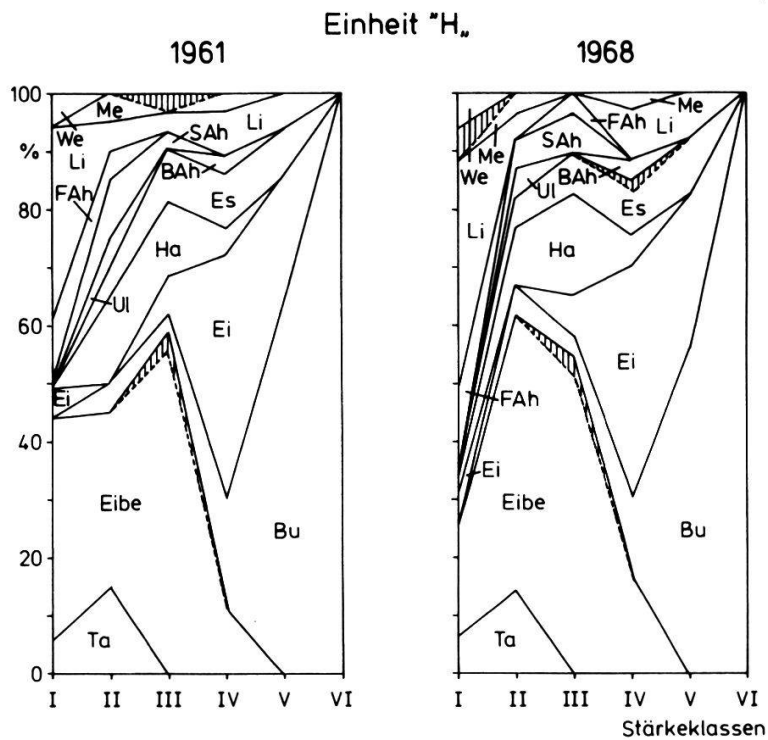
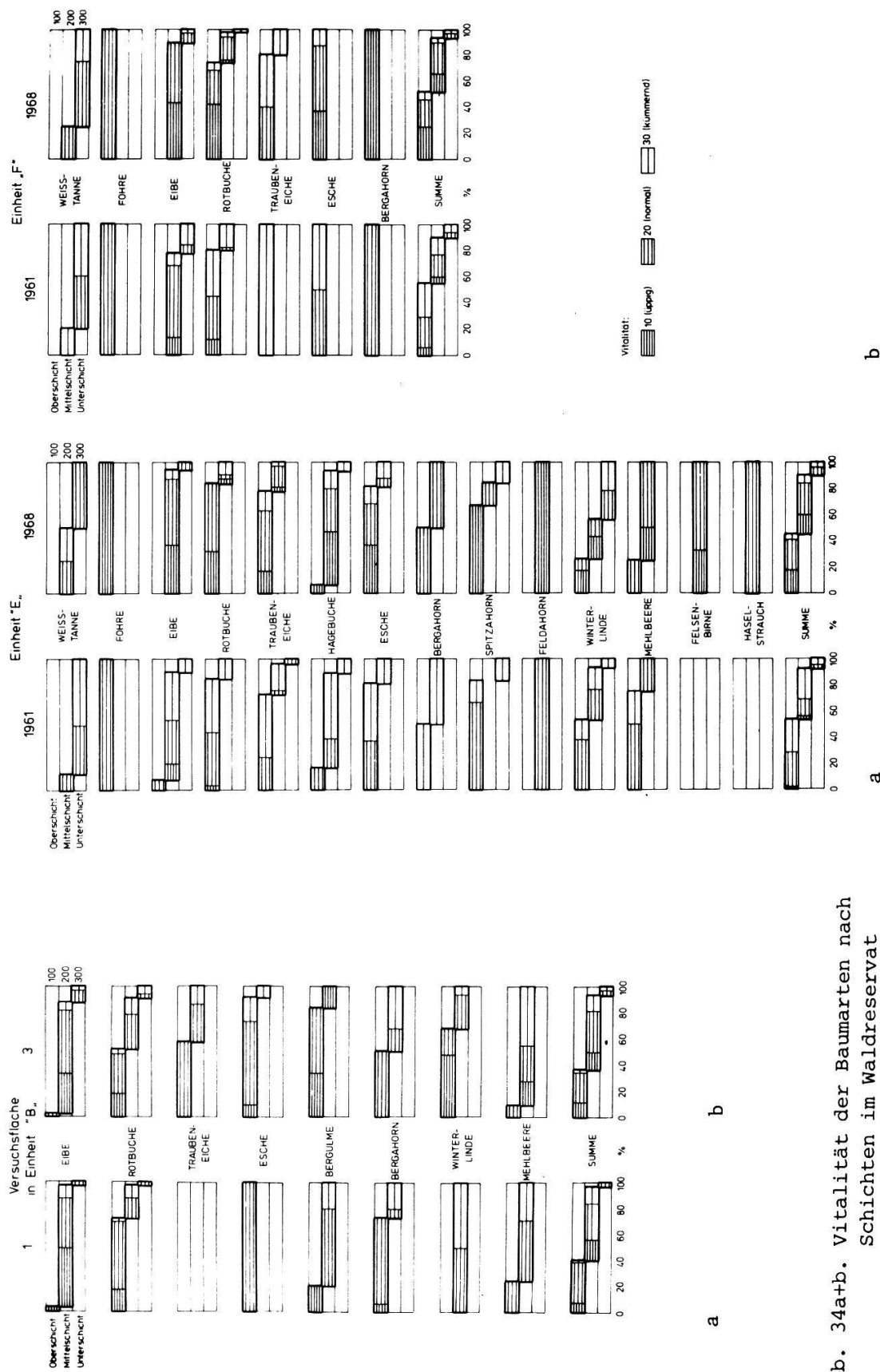
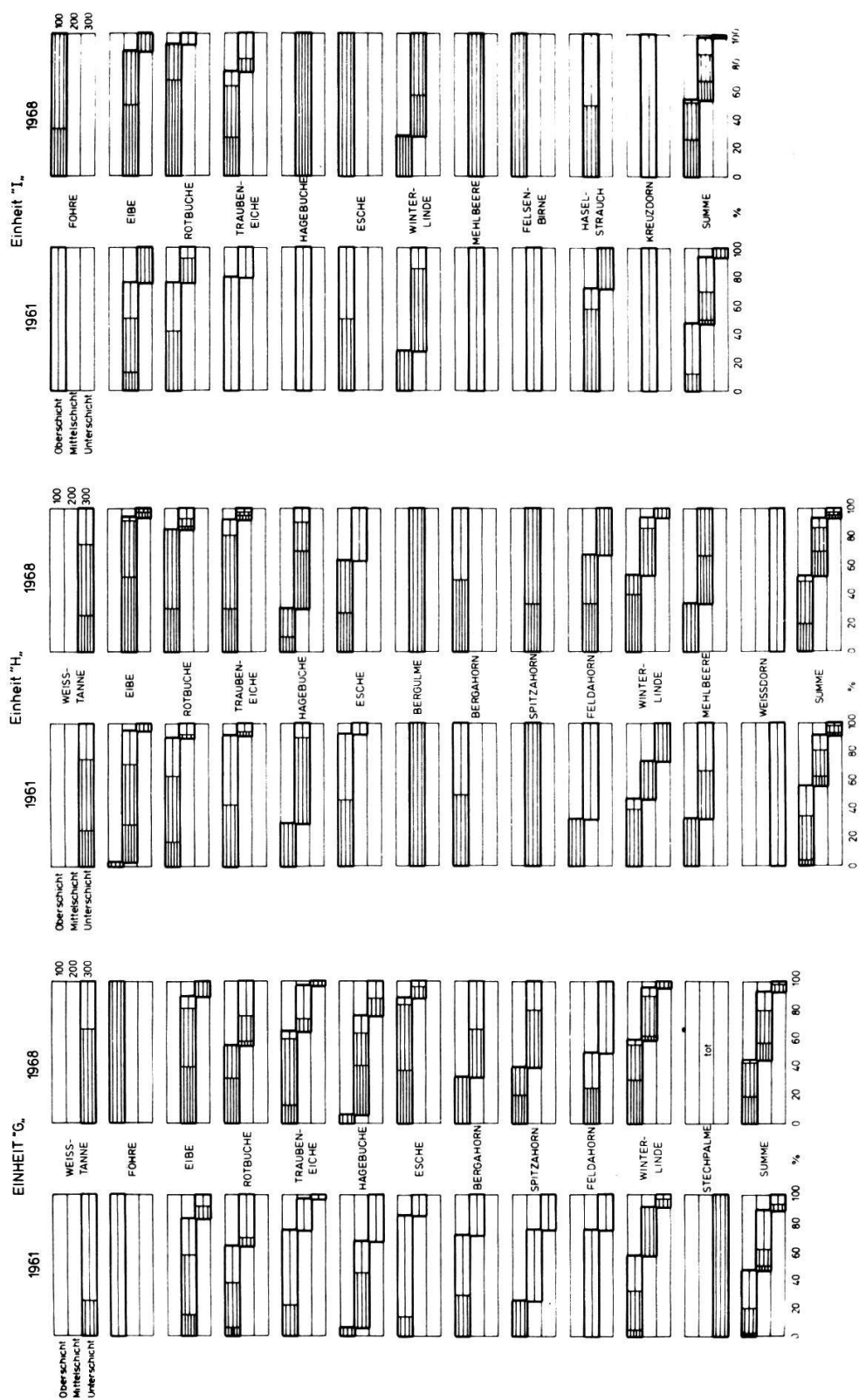


Abb. 33a-e. Stammzahl nach Baumarten in % und nach Stärkeklassen (lebende und tote Bäume) im Waldreservat "Weid", Einheiten E-I, Aufnahmen je 1961 und 1968





c

d

e

Abb. 35a-e. Vitalität der Baumarten nach Schichten (JUFRO-Klassifikation) im Waldreservat "Weid", Einheiten E-I, Aufnahmen je 1961 und 1968

und wenige starke Stämme. Dieses Mittelfeld wird zahlenmässig klar von der Eibe dominiert, die ihrerseits annähernd einer Normalverteilungskurve folgt. In den unteren Stärkeklassen sind vor allem die sogenannten "übrigen" Baumarten vertreten, während die Buche vor allem die stärksten Durchmesser stellt. Dies ist in der Versuchsfläche 1 deutlicher ausgeprägt als in Versuchsfläche 3.

Die Artenkombination und die prozentualen Anteile der "übrigen Arten" je Stärkeklasse sind aus Abb. 32 a+b ersichtlich, wobei vor allem die starke Vertretung der Mehlsbeere in den mittleren Durchmessern auffällt. Wie stark diese "übrigen" Baumarten durch die Konkurrenz von Buche und Eibe bedrängt sind, wird vor allem in Versuchsfläche 1 durch den hohen Anteil an toten Bäumen deutlich (Abb. 30a).

In beiden Beständen ist die Eibe die Hauptbaumart der Mittelschicht und ragt nur mit wenigen Exemplaren der Stärkeklasse VI (1) bzw. V (3) in die Oberschicht (Abb. 30 a+b). In der Fläche 3 spielen neben der Buche die Esche, Winterlinde und Ulme eine wichtige Rolle. Die Eibe zeigt beiderorts eine sehr gute Vitalität und nur einen sehr geringen Anteil kümmernder Exemplare (Abb. 34 a+b). Hingegen ist die Vitalität der "übrigen Arten", wie z.B. der Winterlinde und Mehlsbeere, deutlich beeinträchtigt, vor allem in Versuchsfläche 3.

Die Analyse der Dynamik (Graphika nicht beigelegt) gibt etwa dasselbe Bild: mehr als 70 % der Eiben sind in beiden Beständen mitwachsend, der Rest ist zurückbleibend. Bei der Buche fallen in der Versuchsfläche 3 einige vorwachsende neben einem grossen Anteil zurückbleibender Exemplare auf. Es ist aus der leider nur einen Aufnahme schwer auszumachen, ob dies ein Hinweis auf einen noch im Gange befindlichen, natürlichen "Ueberführungsprozess" ist.

Sonst deuten verschiedene Anzeichen auf einen an diesem Hang eher stationären Zustand hin (Dauergesellschaft). Die gefundenen Strukturmerkmale dieses Typus lassen gesamthaft erkennen, dass die Buche dank ihrer etwas eingeschränkten Vitalität einer ziemlich grossen Zahl von Arten, die auf besseren Standorten gegen sie nicht konkurrenzfähig sind, einen grossen Entfaltungsspielraum überlässt. Das Kronendach der Oberschicht, gebildet etwa je zur Hälfte von Buche und "übrigen Arten", lässt sogar für die Be-

dürfnisse von Licht- und Halbschattenarten noch genügend Licht in die Mittelschicht einfallen. Für die Eibe genügt diese Lichtmenge ohnehin für eine optimale Entfaltung. Die extreme Steilhanglage spielt dabei wegen des einfallenden Seitenlichts als Strukturelement auch eine wesentliche Rolle.

- 2. Typ (Probeflächen E, G, H, I, Waldreservat "Weid")

Im Bereich der mittleren Durchmesser ist hier das starke zahlenmässige Uebergewicht der "übrigen Arten" gegenüber Buche und Eibe auffällig. Die Stammzahlen pro ha sind wesentlich kleiner als beim 1. Typ. Der Bestandesaufbau ist nicht von Buche und Eibe dominiert.

Die Abb. 29 a,c,d,e lassen anhand der Stammzahlkurven von Eibe und Buche eine viel deutlichere Auftrennung in untere und obere Stärkeklassen erkennen, wogegen die Eiben des 1. Bestandestypus viel stärker auch in mittleren Durchmessern vertreten sind.

Trotzdem sind in der Bestandesschichtung nicht entsprechende Unterschiede vorhanden (vgl. Abb. 30 a+b mit 31 a,c,d,e). In beiden Fällen geht die Eibe nicht über die Mittelschicht hinaus (was aus genetischen Gründen über einer gewissen Bestandeshöhe nicht möglich ist). Dafür bieten sich zwei mögliche Erklärungen: Entweder ist der Standort des 2. Typus für die Eibe so viel schlechter, dass bei gleicher soziologischer Stellung nur Stämme der unteren Durchmesser entstehen können, oder dann ist einfach das Alter der Eiben geringer.

Für einzelne der Eiben am "Unterwilerberg" dürfte zutreffen, dass sie viel älter sind als die übrigen. Auf der anderen Seite ist auch die häufige Ueberschätzung des Eibenalters aufgrund des Phänomens bekannt, dass mehrere Stockausschläge zu starken Scheinstämmen zusammenwachsen können. Generell habe ich jedoch keine Anhaltspunkte gefunden, wonach die Eiben auf der "Weid" wesentlich jünger sein müssten.

Somit trifft eher die erste Erklärung zu, wonach die Eibe auf den Standorten des 2. Typus eine geringere Bonität aufweist. Das wiederum müsste sich in der Bestandeshöhe bzw. in der Höhe der Mittelschicht doch auch niederschlagen. Leider wurden bisher aber keine Höhenmessungen vorgenommen, doch unterstützen auch meine diesbezüglichen Beobachtungen eher diese These.

Der 2. Typus lässt sich, wie anhand der Stammzahlstruktur (Abb. 29 a, c,d,e) ersichtlich ist, nochmals in zwei ökologisch relevante Untertypen aufteilen:

- 1. Untertyp: (Bestände G und I) (Abb. c + e)

Die "übrigen Arten" dominieren zahlenmässig bis in die obersten vorhandenen Stärkeklassen oder stellen zumindest einen wesentlichen Anteil dieser Stämme (Abb. 29 c+e). Die Buche ist in diesem Bereich nicht dominant. Diese Tatsache bestätigt sich auch in der Schichtung: in beiden Beständen ist der Anteil der Buche an der Oberschicht gering (Abb. 31 c+e). Im Bestand G dominiert vor allem die Linde, die neben Buche und Eibe die beste Vitalität aufweist. Im Bestand I wird das unvollkommen geschlossene Kronendach vor allem durch Traubeneiche und Föhre gebildet. Die Eibe und die Buche gehören jedoch auch hier zu den vitalsten Baumarten. Trotz der zahlenmässig nicht mehr so dominanten Beteiligung der Eibe an der Mittelschicht bleibt sie ein wesentliches strukturelles und physiognomisches Merkmal (Abb. 33 c+e).

Die eher untergeordnete Rolle der Buche entspricht auch der soziologischen Stellung der Pflanzengesellschaften: Der Linden-Buchenwald (*Cardamino-Fagetum tilietosum*) weist eine deutliche Verwandtschaft zum Turnermeister-Lindenmischwald (*Asperulo taurinae-Tilietum*) auf, welcher nicht mehr dem Fagion-Verband angehört (vgl. hierzu Kap.4.2.6.).

Ebenso steht natürlich der Kalkfels-Föhrenwald (*Coronillo-Pinetum*) ausserhalb der Buchenwälder.

- 2. Untertyp: (Bestände E und H) (Abb. a und d)

Die "übrigen Arten" treten bei den oberen Stärkeklassen zugunsten der Buche stark zurück, welche die stärksten Stämme stellt (Abb. 29 a+d). Die Bestände sind auch entsprechend geschichtet (Abb. 31 a+d). Die Rolle der Eibe ist zu jener in den beiden soeben besprochenen Beständen kaum verschieden. In der Artenkombination unterscheiden sich die beiden Bestandestypen ebenfalls kaum, was auch die gemeinsame pflanzensoziologische Zugehörigkeit zum Zahnwurz-Buchenwald (*Cardamino-Fagetum*) bestätigt. Die vorwiegend gute Vitalität von Föhre, Spitzahorn und

Feldahorn (E) bzw. Traubeneiche, Spitzahorn und Hagebuche (H) bekräftigen jedoch die deutlich eingeschränkte Herrschaft der Buche im Haupt- und der Eibe im Nebenbestand.

Insgesamt lässt sich zum 2. Typus feststellen, dass Eibe und Buche auch hier markante Strukturelemente sind. Sie sind jedoch aufgrund der von Austrocknungstendenz und dem hohen Skelettgehalt der Böden geprägten Standortsbedingungen in ihrer Vitalität soweit eingeschränkt, dass die "übrigen Arten" das Hauptgefüge des Bestandes prägen und auch den grössten Anteil an mittleren Stämmen stellen.

Die Bestände wurden früher vermutlich unterschiedlich stark vom Menschen beeinflusst, weshalb sich einzelne unter ihnen noch in starker Entwicklung befinden dürften. Die beiden Aufnahmen, die mit nur 7 Jahren Zwischenzeit aufgenommen wurden, lassen diesbezüglich noch keine abschliessenden Folgerungen zu. Immerhin lässt sich sagen, dass die Bestände G und H langsamere Veränderungen zeigen als E und I. Sowohl die Kurven der "übrigen Arten" als auch jene der Eibe haben sich in dieser Zeit relativ stark nach rechts verschoben. Ebenfalls als Indiz für eine noch instabile Situation kann der Verlauf der Gesamtkurve betrachtet werden, der an den exponentiellen Kurvenverlauf ungleichförmiger Bestände erinnert.

Hauptursache dafür ist der sehr hohe Anteil kleiner Durchmesser bei den "übrigen Arten". Vorsicht ist bei der Interpretation allerdings insofern geboten, als diese Struktur nicht nur auf Ungleichaltrigkeit (plenterartige Struktur) beruht, sondern ein guter Teil der Arten standörtlich oder genetisch bedingt gar nicht über diese Durchmesser hinauswachsen kann (strauchförmige Bäume, Krüppelwuchs usw.).

- 3. Typ (Probefläche F, Abb. b)

Der Bestand besteht zahlenmässig fast nur aus Eibe und Buche (Abb. 29b). Die Buche hat bei den oberen, die Eibe bei den unteren Stärkeklassen einen markanten Schwerpunkt. Die "übrigen Arten" spielen eine sehr untergeordnete Rolle und zeigen die grösste Häufigkeit bei den mittleren Durchmessern.

Die Stammzahlen pro Hektar sind gering und entsprechen etwa jenen des Bestandes H. Daraus geht hervor, dass der Kronenschluss locker ist.

Die deutliche Trennung von Eiben und Buchen aufgrund der Stärkeklassen bestätigt sich auch in der Bestandesschichtung (Abb. 31b): Der Nebenbestand wird fast ausschliesslich von der Eibe gebildet und weit darüber ist das Kronendach eines fast reinen Buchen-Hauptbestandes, dem zu geringen Anteilen einige Lichtholzarten beigemischt sind.

Die Artenzahl ist gering, die Artenkombination vermutlich stark anthropogen beeinflusst.

Die Vitalität (Abb. 35b) der edaphisch eher anspruchsvolleren Lichtholzarten Esche und Eiche zeigt eher negative Tendenz, wogegen sich Bergahorn und Föhre noch gut zu halten scheinen.

Die gute Vitalität der Buche (wie auch ihre z.T. aufsteigende dynamische Tendenz) lässt vermuten, dass noch eine gewisse Ausbreitung der Buche in der Oberschicht auf Kosten von Esche und Eiche erfolgen wird.

Im Nebenbestand erweist sich die vorwiegend anthropogen eingebrachte Tanne als wenig vital und wird über kurz oder lang von der Eibe verdrängt werden.

Da an diesem Konkurrenzgeschehen nur wenige Konkurrenten von Buche und Eibe beteiligt sind, muss die Bestandesstruktur hier doch als nahe einem stationären Zustand angesehen werden. Diese strebt eher eine noch stärker ausgeprägte Zweischichtigkeit von Eibe und Buche an. Der ökologischen Frage, weshalb die Buche gerade auf diesem flachgründigen und mageren Standort zur ausgeprägten Herrschaft gelangt ist, wurde in Abschnitt 4.1.2. nachgegangen.

4.1.3.2. Zusammenfassung der strukturanalytischen Ergebnisse

- Die Strukturanalyse aufgrund der Stammzahlen, Stärkeklassen und Schichtzugehörigkeit der wichtigsten Baumarten gibt gute Anhaltspunkte über deren Wettbewerbsfähigkeit auf den verschiedenen Standorten.

In den Untersuchungsgebieten kann die Vertretung der Buche nach Menge und Stammdurchmesser mit einigen Ausnahmen (F) als Gradmesser für die edaphische Standortsgüte verwendet werden.

Die allgemein bekannte Erscheinung, dass die Buche Böden, welche zur Austrocknung neigen, schlecht erträgt (extreme Dürreempfindlichkeit, vgl. auch Tab. 5 und 8), bestätigt sich hier am spezifischen Unterschied zwi-

schen dem gut mit Wasser versorgten Mergelboden am "Unterwilerberg" und den verschiedenen Kalksteinrendzinen auf der "Weid". Allerdings ist zu betonen, dass die Vitalität der Buche auf schwach entwickelten, tonreichen Mergelrendzinen eher noch drastischer zurückgeht, sobald diese Böden zu länger andauernden Vernässung neigen. Hinzu kommt, dass die Buche ausserdem schlecht reagiert auf ungenügende Konsolidierung des Bodengefüges einerseits, sowie auf steinigen bis blockigen Oberboden andererseits. Offensichtlich hängen auch diese letztgenannten Schwierigkeiten nicht nur mit den erschwerten Keimungsbedingungen zusammen, wie die Wuchsform und -leistung aufgekommener Buchen zeigen. Diese Einflüsse treten an beiden Hängen örtlich auf. Durch sie wirken sich die Reaktion der Buche auf andere ökologisch kritische Faktoren wie den Wasserhaushalt umso empfindlicher aus (Typ 2, 1. Untertyp).

- Der wichtigste Unterschied zwischen der Bestandesstruktur auf den schroffen Mergelhängen am "Unterwilerberg" und derjenigen auf den Kalksteinrendzinen auf der "Weid" stammt jedoch von der unterschiedlichen Stellung der Eibe, welche bei vergleichbarer Vitalität der Buche auf den verschiedenen Standorten am Mergelsteilhang eine entscheidend bessere Position einnimmt. Diese äussert sich sowohl in den Stammzahlen als auch in den Stärkeklassen: nur gerade in den stärksten und in den geringsten Durchmessern ist die Eibe schlecht vertreten, prägt aber im ganzen Mittelfeld den Bestandescharakter. Vor allem ist es der grössere Einfall an Seitenlicht in der extremen Steillanglage, welcher der Eibe bei gleicher Vitalität der Buche vergleichsweise bessere Lebensbedingungen gewährt. Ausserdem verstärkt die Nordlage das von der Eibe bevorzugte schattig-luftfeuchte Mesoklima, welches ihre Vitalität unterstützt.
- Auf den Kalkböden der "Weid" hat die Buche vor allem in der Oberschicht eine starke bis herrschende Stellung, sofern nicht extrem skelettreiche Oberböden auftreten.

Ganz allgemein weisen diese Bestände jedoch wesentlich geringere Stammzahlen auf als jene am "Unterwilerberg". Diese dürften massgeblich vom hohen Skelettgehalt des Bodens abhängen: Die geringe Feinerdemenge bedeutet ökologisch ein kleines pflanzenverfügbares Wasserangebot und geringe Nährstoff-

dichte pro Fläche. Daraus ergibt sich ein ähnliches Phänomen wie bei trockenem Naturgrasland (Trockensteppe, Savanne), wo die oberirdischen Teile der Pflanzen nicht die ganze Bodenfläche decken, welche zur Wasserversorgung der Pflanzen notwendig ist. Die daraus resultierenden lichten Bestände - auch im Naturwald - lassen somit aufgrund anderer Ursachen genügend Licht für einen Nebenbestand durch, als Bestände in Steilhanglagen.

- Die drei Strukturtypen auf der "Weid" sind Ausdruck verschiedener Ausbildungen von Kalksteinrendzinen: auf jenen Stellen, wo die Buche aufgrund der Bodenverhältnisse in der Oberschicht stark zurücktritt, wird sie von Licht- und Halbschattenbaumarten ersetzt. Diese lassen erst recht genügend Licht in den Bestand einfallen, was die ökologische Stellung der Eibe solange stärkt, als sie nicht selbst an andere physiologische Grenzen stösst. Generell ist an diesem Südhang die Vitalität und die Produktivität der Eibe jedoch geringer als am "Unterwilerberg".

Die eher schlechten edaphischen Verhältnisse und das lufttrockene Südhangklima der "Weid" werden immerhin teilweise durch den hohen Lichtgenuss aufgewogen, welcher gemeinsam durch Südexposition und geringe Bestandesdichte zustande kommt.

Anmerkungen

- Als gute Ergänzung zu den Stammzahlen wäre eine detaillierte Betrachtung der Kreisflächen wünschenswert. Diese ist im Rahmen der erwähnten, spezifisch waldbaulich-ertragskundlichen Zusatzpublikation vorgesehen.
- Mit Hilfe von Höhenangaben könnten über die Bonität der jeweiligen Standorte wesentlich genauere und mit andern Standorten besser vergleichbare Angaben gemacht werden. Leider liegen entsprechende Erhebungen zu diesen Beständen noch nicht vor.
- Die Auswertung der Ansprachen von Vitalität und dynamischer Tendenz der Baumarten nach Schichten und Stammzahlen hat sich als eher problematisch erwiesen. Zwar lassen sich bereits aus jeweils einer Aufnahme interessante generelle Trends feststellen und für einzelne Baumarten wertvolle Erkenntnisse gewinnen. Sobald es sich jedoch darum handelt, präzisere Unterschiede und längerfristige Entwicklungstendenzen herauszuarbeiten, fällt im vorhandenen Material sofort auf, dass die Unterschiede in der Ansprache zwischen den beiden Aufnahmen oft grösser sind als jene zwischen den einzelnen Arten innerhalb derselben Aufnahme. Dies oftmals in so krasser Weise, dass kaum an eine entsprechend starke Bestandesveränderung zwischen den beiden Aufnahmen geglaubt werden kann. Offensichtlich liegen hier sehr starke Unterschiede in der subjektiven Beurteilung von Vitalität und Dynamik vor. Der

systematische Fehler dürfte somit vielerorts grösser sein als die angestrebte Präzision der Aussage. Auf die Mitlieferung der graphischen Darstellung der Dynamik wurde hier daher verzichtet und nur jene der Vitalität beigelegt. Da und dort wurde die dynamische Tendenz trotzdem erwähnt.

4.2. Die Eibe in der Schweiz

4.2.1. Die Einwanderungsgeschichte der Eibe in die Nordschweiz und umliegende Gebiete (s. Tab. 11, Anhang)

Für paläobotanische Nachweise der Eibe war man lange Zeit fast ausschliesslich auf Makroreste, fossile Funde oder Abdrücke von Holz, Zweigen oder Samen angewiesen. Unter günstigen Bedingungen bleibt das Holz auch rezent sehr lange gut konserviert (z.B. in Mooren) und ist an den Spiralfasern leicht kenntlich (MUELLER-STOLL 1947). Vereinzelt wurde schon im letzten Jahrhundert Eibenpollen gefunden, doch scheint sein einwandfreier Nachweis sehr schwierig, und es wurde erst in den sechziger Jahren eine zuverlässige Methode dafür entwickelt. Es gibt daher erst relativ wenige pollenanalytische Arbeiten, welche gute Aussagen über die Eibengeschichte ermöglichen.

Die ältesten Belege von *Taxus* für Mitteleuropa sind fossile Funde von Nadeln und Zweigen im Tertiär (MUELLER-STOLL 1947). Die damalige "subtropische" Vegetation dürfte viele klimatisch relativ anspruchsvolle Arten enthalten haben, die dann während der folgenden Eiszeiten stark dezimiert oder vernichtet wurden.

Immerhin zitiert ROSENKRANZ (1939) für Niederösterreich auch Nachweise der Eibe aus dem Hochglazial, zusammen mit Föhre, Tanne, Fichte und Esche, aufgrund von gefundenen Ueberresten in Nagerhöhlen. Nicht weniger erstaunlich sind *Taxus*-Nachweise aus der Risseiszeit in Nordfrankreich im Verband mit einer sehr kontinentalen bis subalpinen Artenkombination: *Picea*, *Pinus mugo*, *Larix decidua*, *Juniperus*, *Betula*, *Alnus viridis* und *incana*, *Loiseleuria procumbens* (P. FLICHE aus LUEDI 1953). Die meisten und reichsten Eibenfunde in unseren Breiten stammen jedoch aus klimatisch günstigeren Phasen, während umgekehrt in Kaltzeiten vor allem refugiale Vorkommen von *Taxus* in wärmeren Regionen Südeuropas (Apennin und Pyrenäen) belegt sind (WALTER und STRAKA 1970). So taucht *Taxus* in Pollendiagrammen aus Irland z.B.

bereits im vorletzten Interglazial (Riss-Mindel-Warmzeit) auf, zusammen mit *Buxus*, *Rhododendron* und *Juniperus*.

Vor allem für das letzte Interglazial (Eem-Warmzeit) wurden viele Beweise für die Beteiligung der Eibe am Aufbau der damaligen Pflanzendecke beigebracht, die zum Teil recht wertvolle Einblicke in die frühere Vegetationszusammensetzung gewähren: LÜDI (1953) erwähnt, dass im Pleistozän des nördlichen Alpenvorlandes ausgedehnte Tannenwälder vorhanden waren, zu deren charakteristischer Begleitvegetation u.a. *Taxus* gehörte. Dies trifft vor allem für die beiden letzten Zwischen-Eiszeiten, die sogenannte "Holstein-Warmzeit" und die "Eem-Warmzeit" zu (siehe auch WALTER und STRAKA 1954). Die weiteren genannten Arten passen im übrigen recht gut ins Bild eibenreicher *Abieti-Fageten*, wie sie auch heute bei uns vorkommen (vgl. Vegetationstabelle): *Picea omorica*, *Ajuga reptans*, *Rubus idaeus*, *Petasites* sp., *Carex pendula*, *Vaccinium myrtillus*, *Hylocomium*, *Thuidium*, *Fissidens taxifolius*, *Hypnum cupressiforme*, *Eurhynchium striatum*.

Die Laubmischwälder, die zu jener Zeit bei uns eher selten waren, dürften nach der gleichen Arbeit vor allem durch *Quercus robur* und *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata* und *Tilia platyphyllos*, *Acer platano-ides*, *Ulmus*, *Ilex aquifolium* und *Taxus baccata* charakterisiert gewesen sein. Die Rolle von *Fagus* war offenbar noch untergeordnet.

Diese Waldzusammensetzung entspricht ziemlich gut dem Bild, wie es heute oft da anzutreffen ist, wo die Buche ökologisch nicht voll konkurrenzfähig ist. Die damaligen klimatischen und edaphischen Gegebenheiten entsprachen ökologisch wahrscheinlich ungefähr denjenigen der heutigen Standorte, auf denen die Eibe ihre aktuellen Verbreitungsschwerpunkte und ökologischen Nischen hat.

Für die Eibe und andere ozeanische Elemente müssen anschliessend die ökologischen Verhältnisse vor allem von Klima und Konkurrenz her sehr günstig gewesen sein: Die Pionierwälder von Birke und Föhre (Kiefer) wurden sukzessive von Eichenmischwäldern abgelöst, welche vermehrt wärmeliebendere und anspruchsvollere Arten enthielten, jedoch durchaus so lichte Bestände bildeten, dass die Eibe in ihnen gut gedeihen konnte. So wird aufgrund ihres häufigen Auftretens in Mitteleuropa von WALTER und STRAKA (1954/70) sogar vorgeschlagen, die letzte Entwicklungsphase dieser Epoche nach Eiche, Hasel und Eibe zu be-

nennen: auf die "Birken" und die "Kiefer-Birken-Zeit" folgte demnach die "Eichenmischwald-Hasel-Eibenzeit".

Entsprechend den sehr hohen Pollenanteilen der Eibe (bis 24.2 %) in der Eem-Warmzeit Nordwestdeutschlands wählt K.F. BEHRE (aus WILLERDING 1968) für die Zeit des Eiben-Maximums den selben Namen. Bereits aufgrund wesentlich älterer Nachweise von Pollen, Samen und Holz der Eibe wurde vor allem die Lindenphase der Eichenmischwald-Zeit als besonders eibenreich angesehen (WILLERDINGS 1968). AVERDIECK (1971) schliesst für nordwestdeutsche Gebiete aus den sehr hohen Pollenanteilen der Eibe, dass sie damals (im Interglazial) "stellenweise beherrschende Bestände gebildet haben muss, und zwar sicher nicht allein in der Rolle des Unterholzes".

Im Interglazial wurden dann Hasel, Linde und andere Arten durch Massenausbreitung der Hagebuche (*Carpinus*) stark zurückgedrängt und verschwinden in den Diagrammen schliesslich parallel zum massiven Aufkommen von Tanne und Föhre zum Teil fast ganz. WALTER (1927) führt für diesen eibenreichen Zeitraum eine Verbreitung von *Taxus* und *Ilex* an, die weit über deren heutige osteuropäische Verbreitungsgrenzen bis nach Mittelrussland hinausragt, was auch AVERDIECK (1971) in seiner Arbeit über die postglaziale Verbreitung der Eibe in Nordwestdeutschland festhält. Eine grosse Zahl von Pollen- und Holzfunden, von West-Irland über England und Ostjütland bis nach Polen und Russland (weitere Literaturangaben daselbst) beweist die enorme damalige Verbreitung der Eibe, vor allem im Holstein-Interglazial (vorletzte Warmzeit).

Nach einer letzten Zurückdrängung dieser interglazialen Pflanzenwelt durch Vergletscherung (Würm), begann die eigentliche Entwicklung und Rückwanderung jener Vegetation, die sich bis zum heutigen Zeitpunkt im Raume nördlich der Alpen ausgebildet hat. Für das Verständnis unserer heutigen Verhältnisse, hier speziell der Stellung der Eibe, ist diese postglaziale Vegetationsgeschichte am wichtigsten. Die meisten der heute noch vorhandenen, wärmeliebenden bzw. ozeanischen Arten eroberten die Gebiete unserer breiten von ihren südeuropäischen Eiszeit-Refugien aus zurück (MEUSEL 1943). WALTER (1927) nennt in diesem Zusammenhang allerdings eine Reihe von Arten, die ihr früheres Areal nicht mehr voll zurückgewinnen konnten und daher in unserer heutigen Vegetation wesentlich seltener sind: z.B. *Taxus*, *Tilia platyphyllos*,

Trapa natans, *Ilex aquifolium*. Spätestens an der Wende der mittleren zur späteren Wärmezeit (Atlantikum-Subboreal) ist die Eibe in birken- und erlenreichen Eichenwäldern und Mooren des nordwestdeutschen Flachlandes nachgewiesen, also bevor die Buche auftrat oder sich massenhaft ausbreiten konnte (FIRBAS 1949 und 1952). Analoges kann nach verschiedenen Autoren für den nördlichen und südlichen Alpenrand angenommen werden (WILLERDING 1968). Immerhin nennt ROSENKRANZ (1934) die Eibe für Niederösterreich nur im Zusammenhang mit der Buche als sogenannten "Buchenbegleiter", wobei die Buchenausbreitung dort offenbar bereits im Atlantikum erfolgte.

Mehrere neolithische Funde von NEUWILER (z.B. 1905 und 1925) und RYTZ (1912) bestätigen die damalige Anwesenheit der Eibe auch im Schweizer Mittelland. Die These von WILLERDING (1964), wonach der subboreale Rückgang der Eibe durch zwei teils überlagerte Ursachen bedingt war, scheint mir auch für die Verhältnisse im schweizerischen Mittelland vertretbar. Zum einen wurde die Eibe durch die Lichtkonkurrenz der sich damals stark ausbreitenden Buche zunehmend bedrängt. Ganz im Gegensatz zur Eibe wurde die Buche durch die Klimaverschlechterung in ihrer Ausbreitung eher begünstigt und wirkte so umso unerbittlicher als Konkurrent. Zum andern erfolgte ein erster deutlicher Einfluss des Menschen durch die Pfahlbauerkulturen der Bronzezeit, der etwas später einen zusätzlichen Schub des Eibenrückgangs brachte (vgl. auch BEUG 1964, Pollendiagramm am Ledrosee westlich des Gardasees). AVERDIECK (1971) sieht allerdings in diesen Erklärungen z.B. für die küstennahen Gebiete Nordwestdeutschlands, wo die Buche nur spärlich vorhanden war, keine hinreichenden Ursachen für das Fehlen der Eibe. Er vermutet vielmehr, dass sich unter anderem etwa die späte Mannbarkeit der Eibe und ihre schlechte Keimungsbiologie (bis 4-jähriges Ueberliegen der Samen), kombiniert mit der selektiven Eibennutzung durch den Menschen, so negativ ausgewirkt haben, dass die Eibe diese Gebiete nicht erreichen konnte. Dazu müsste man jedoch ein ebenso grosses Fragezeichen setzen, denn weshalb wäre sie dann trotz des ungleich stärkeren Konkurrenzdruckes der Buche bis in hinterste Winkel des (für die Buche) klimatisch günstigen Alpenraumes gelangt?

Die grosse Bedeutung der Eibe für die Pfahlbauerkulturen ist durch zahlreiche Arbeiten gut belegt und hat u.a. HOFMANN (1924) dazu bewogen, von einer eigentlichen "Eibenkultur" zu sprechen. Die vielen Funde von Pfählen,

Bogen und ungezählten Gebrauchsgegenständen aus Eibenholz können eine Ahnung davon vermitteln, wie intensiv man diese Baumart damals selektiv genutzt haben mag, aber auch davon, wie häufig sie vertreten gewesen musste (vgl. auch 4.2.2.).

Seit der ersten Buchenmischwaldzeit im Subboreal (bis etwa 800 v.Chr.) wird zwar noch eine ganze Reihe verschiedener Waldperioden unterschieden, die teilweise klimatischen Schwankungen entsprechen, doch dürfte für die Entwicklung der Eibe der menschliche Einfluss durch die Nutzung und Bewirtschaftung der Wälder von da an ein wesentlich wichtigerer Faktor gewesen sein, der alle übrigen Einflüsse überdeckte.

4.2.2. Die Wandlung der kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Bedeutung der Eibe und ihr Einfluss auf deren nacheiszeitliche Verbreitung

Um sich von der Bedeutung einer Baumart wie der Eibe in einer Kultur ein Bild machen zu können, müssen vor allem die folgenden Faktoren untersucht werden:

- Die Rolle des Waldes und die Art seiner Nutzung und Bewirtschaftung
- Die wirtschaftliche Rolle der Baumart (Verwendungszwecke)
- Die mythologische Bedeutung der Baumart

4.2.2.1. Eibenwälder im Spiegelbild der Rolle des Waldes und der sich wandelnden Bewirtschaftungsweise

Ueber die Beziehung der Menschen zum Wald in vorgeschichtlichen Zeiten weiss man relativ wenig. Sicher wurde der Wald lange Zeit vom Menschen kaum angetastet und man trat ihm höchstens in erfurchtsvoller und "empfangender" Haltung gegenüber. Alte Volkssagen (z.B. aus dem germanischen Raume) künden in vielfältiger Art von diesen Beziehungen zum Wald. Er war für den Steinzeitmenschen unergründliches Geheimnis und Quelle seiner Nahrung. Die ersten landwirtschaftlichen Kulturen wurden ihm durch Rodungen abgerungen. Dass landwirtschaftliche Kulturen einen kulturellen Fortschritt bedeuteten, geht schon aus dieser Verwendung des Begriffs "Kultur" hervor. So galt der Wald später lange Zeit als "Kulturfeind". Beide diese Attribute hafteten ihm auch bei uns teilweise noch bis ins letzte Jahrhundert an.

Besonders wertvolle Hölzer wurden vermutlich seit jeher selektiv genutzt, wie das bei der Eibe vor allem durch die Funde von Pfahlbauer- kulturen belegt ist. Von einer Waldbewirtschaftung im heutigen Sinne kann hier wohl kaum gesprochen werden. Diese Nutzungsweisen haben in bestimmten Gegenden zur Uebernutzung einer Art und damit zu deren Rückgang geführt, wie dies z.B. WILLERDING für den erwähnten Eibenrückgang in Mitteldeutschland zur Pfahlbauer- zeit vermutet. Die Haltung eines eher "erfürchtigen Nehmens" von der Natur dürfte schon damals periodisch in ein forderndes bis ausbeuterisches Verhalten umgeschlagen haben.

Sobald dem Wald nicht nur mehr einzelne Baumarten entnommen wurden, sondern eine ganze Wirtschaftsweise mit der Waldnutzung einherging, wurden jedoch ganz neue Dimensionen des menschlichen Eingriffs wirksam. Dies ist der Schritt von der planlosen (Be-)Nutzung (oft Raubbau) zur Bewirtschaftung mit System.

Für die Eibe haben sich die verschiedenen Phasen der Bewirtschaftung sehr unterschiedlich ausgewirkt: Der Mensch begann nach der Buchenzeit, die Wälder durch Schlag- und Weidebetrieb systematisch aufzulichten und schuf damit wieder ähnliche Waldverhältnisse, wie sie zur Eichen-Mischwald-Zeit existierten. Die Eibe war der Beanspruchung durch Waldweide und Schneitelung dank ihrer grossen Stockausschlagsfähigkeit vermutlich relativ gut gewachsen. Immerhin dürfte ihr die Ziege sehr stark zugesetzt haben, wie auch neuere Berichte bekräftigen (u.a. auch eigene Umfrage 1970). Dies umso mehr, als Wiederkäuer auf Taxin nicht stark reagieren sollen (nach MUHLE 1978 wurden Eibenzweige früher sogar als Laubstreu verwendet). Bis ins Mittelalter und bis zu den Anfängen moderner Hochwald-Bewirtschaftung entwickelten sich die verschiedensten Formen des Nieder- und Mittelwaldbetriebes, die der Eibe vermutlich alle irgendwie günstige Verhältnisse boten. Dass die Eibe noch zur Römerzeit bei uns auffallend häufig war, belegt z.B. eine Bemerkung des "Nichtbotanikers" Julius Cäsar: "taxo, cuius magna in Gallia Germaniaque copia est" (Bellum Gallicum 6, 31 aus HOOPS 1905). Seine Aeusserungen könnten sich sehr wohl auf eher stark bewirtschaftete Wälder, d.h. auf relativ gut zugängliche, teils erschlossene Wälder (z.B. entlang von Strassen) bezogen haben. Der weiteren Ausbreitung der Eibe, etwa wie in der Wärmezeit, stand nun aber vor allem im Mittelalter der doch massive Druck ihrer selektiven Nutzung entgegen. Vor allem ihre

Nutzung als Bogenholz (siehe unten) führte in England und Schottland zu einem derartigen Raubbau, dass die Art dort Ende des 15. Jahrhunderts beinahe ausgerottet war. Aus den Alpenländern (v.a. Oesterreich) und den Karpaten wurden von da an riesige Mengen Eibenholz via Danzig nach Holland und England exportiert, später auch aus der Schweiz und aus Süddeutschland (HOOPS 1905). BRANDSTETTER (1902) weiss sogar zu berichten, dass die Eiben Europas in noch älteren Zeiten den Weg bis nach Ostindien gefunden hätten. ELLENBERG (1978) erwähnt auch, dass das eibenreiche Albisgebiet bei Zürich ein altes Eibenholz-Exportgebiet für Bogen war. (Somit hätte also die Region Zürich eine uralte Tradition im Waffenexport.)

Bereits um 1500 mussten in Süddeutschland Eiben-Schonzeiten eingeführt werden (ATTENBERGER 1964, aus WILLERDING 1968), und Bayern erliess 1589 ein Schlagverbot für die Eibe (ROSENKRANZ 1934). Damit ist ein neues Bewusstsein in entgegengesetzter Richtung dokumentiert: Die Schonung, Hege und sogar die aktive Förderung der Eibe. Aus der Erwähnung von Eiben-"Heistern" in alten Forstarchiven (1617/18) zieht WILLERDING (1968) ebenfalls analoge Schlüsse.

Bestimmt ist der Gedanke an eine nachhaltige Bewirtschaftung der Eibe vielerorts auch schon früh aufgetaucht. Zumindest könnte die auffällige Häufung von Eibenvorkommen in der Nähe mittelalterlicher Burghügel einen Hinweis in dieser Richtung geben (vgl. auch ELLENBERG 1978). KOLLMANN (1909) spricht in diesem Zusammenhang sogar von "wachsenden Waffenkammern". Viele dieser steilen Standorte sind ohnehin vom Relief her "eibenfreundlich", doch scheint auch hier die Menschenhand stark mit im Spiel gewesen zu sein. Wie dem auch sei, 1689 sind aufgrund des fortdauernden Raubbaus auch in den Ostalpen keine schlagbaren Eiben mehr zu finden gewesen (SCHARFETTER 1938).

HOOPS (1905) erwähnt noch weitere mögliche Ursachen für den massiven Eibenrückgang, etwa die Entwässerung (!) weiter Gebiete, sowie Kahlhiebe. Wie die vorliegende Untersuchung jedoch zeigt, müssten etwa Entwässerungen, zumindest im extrem nassen Bereich, die Eibe eher gefördert haben. Wieweit das direkte Verpflanzen von jungen Eiben aus dem Walde in Pärke, Gärten, Friedhöfe usw. als wirksamer menschlicher Eingriff in Betracht kommt, ist sehr schwer abzuschätzen (v.a. könnte er ebensogut positiv zur Erhaltung der Art gewirkt haben).

Die Eibe hat seit der nacheiszeitlichen Ausbreitung der Buche dauernd

deren starkem Konkurrenzdruck ausweichen müssen. Sie wurde dadurch vermehrt auf die bekannten Spezial- und Extremstandorte wie Felswände, Mergel-Steilhänge und Blockschutthalden abgedrängt. Das sind gleichzeitig Gebiete, die einer regelmässigen Bewirtschaftung schlecht zugänglich waren. Von daher erklärt HOOPS (1905) auch, dass die Eibe in Deutschland heute vorwiegend ein Gebirgsbaum sei. Von diesen "Refugien" her sind in jeweils für die Eibe günstigeren Phasen auch Wiederbesiedlungen besserer Standorte erfolgt (vgl. auch WILLERDING 1968).

In den letzten 70 Jahren ist die Eibe in der Schweiz nachweislich stark zurückgegangen (vgl. 4.2.4.), obwohl gleichzeitig auch das wirtschaftliche Interesse an ihr abgenommen hat. Der von den beiden Zustandsanalysen umschlossene Zeitraum fällt in eine moderne Bewirtschaftungsepoche, die den Wald sehr stark verändert hat. Vor 100-150 Jahren begann man, von der Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung generell zu Hochwaldformen überzugehen.

Mit dem modernen Waldbau nahm aber nicht nur die örtliche Pflege- und Nutzungsintensität, sondern auch die Fläche der als Hochwald bewirtschafteten Wälder stark zu (Erschliessung). Damit wurden unsere Waldbestände allgemein wieder wesentlich dunkler (im Vergleich zum Mittelwald) und der ökologische Spielraum der Eibe in der Unterschicht der Hallenbestände erneut eingeschränkt. WILLERDING (1968) bezeichnet diesen neuen Walddtypus entsprechend auch als "Dunkelwald". Der Vorgang lässt sich in bezug auf die Eibe durchaus mit dem ersten natürlichen Eiben-Rückgang zur Zeit der Buchenausbreitung vergleichen, wenngleich ganz andere Ursachen dahinterstehen.

Die eigentliche intensive Bewirtschaftung des Waldes brachte es aber auch mit sich, dass das Pferd im Walde sehr häufig als Arbeitskraft eingesetzt wurde. Als Pferdegift wurde die Eibe deshalb in den meisten Nutzungsbeständen und entlang von Saumpfaden oder Pferdeweiden oft konsequent herausgehauen (LEIBUNDGUT, alte Förster und Bauern mündlich, sowie zahlreiche Literaturstellen, z.B. HESS et al. 1967, KLÖTZLI 1965). HEGI (1936) erwähnt, dass auf Grund der Giftigkeit der Eibe für die Pferde in Zürich seinerzeit ihre Entfernung entlang aller Strassen angeordnet, dass dieser Beschluss aber dank des Einspruchs der Zürcher Botanischen Gesellschaft wieder aufgehoben wurde - ein schon früher Naturschutzerfolg zugunsten der Eibe! Diese Art selektiven menschlichen Eingreifens hat mit Sicherheit zusätzlich die Tendenz verstärkt,

dass die Eibe aus den flacheren, forstlich leichter zu bewirtschaftenden Gebieten verschwunden ist.

Mit dem Aufkommen neuer Werkstoffe war man zudem immer weniger auf das harte Holz der Eibe angewiesen und auch von daher nicht mehr besonders an ihrer Hege interessiert. Steht die Eibe zu dicht im Nebenbestand eines schlagreifen Waldes, so kann sie im weiteren einen einzuleitenden Verjüngungsprozess durch ihren Schattenwurf sehr stark behindern. Viele Förster haben sie auch aus diesem Grunde aus dem modernen Waldbetrieb entfernt (div. Anmerkungen in der Umfrage 1970).

Bei uns, so muss man folgern, ist der letzte, durch die Hochwaldbewirtschaftung verursachte Eibenrückgang seit der Würmeiszeit wohl der stärkste gewesen und hat durch die Vielzahl der gleichgerichteten Wirkungen für die Verbreitung der Eibe die empfindlichsten Folgen gehabt. Kann man aus vielen Zeugnissen schliessen, dass die Eibe den mittelalterlichen Raubbau - zumindest in unseren Wäldern - doch relativ gut überstanden hat und sich später sogar wieder ausbreiten konnte (vielleicht auch dank einer teils gleichzeitigen Hege auf Grund des wirtschaftlichen Interesses an ihrem Holz), so stellen wir heute doch einen massiven, für grosse Gebiete fast totalen Ausfall fest, der zum überwiegenden Teil anthropogen verursacht ist.

4.2.2.2. Die wirtschaftliche Bedeutung der Eibe und die Wandlung ihrer Verwendungszwecke

Dass die Eibe ganze Kulturen geprägt oder mitgeprägt hat, wurde bereits unter 4.2.1. hervorgehoben. HOFFMANN (1924) hat, wie erwähnt, in diesem Zusammenhang auf Grund des hohen Eibenholzanteils an Pfahlbauten den Begriff "Eibenkultur" verwendet. Erst die Vielfalt der Verwendung des Eibenholzes kann jedoch auch vom qualitativen Gesichtspunkt her die tatsächliche kulturelle Bedeutung dieses Baumes erhellen.

Bereits im alten Aegypten war die Eibe offenbar im Gebrauch und wurde vor allem für kultische Gegenstände wie Särge, Kopfskulpturen usw. verwendet (MARZELL 1928). Der älteste bekannte Speer ist aus Eibenholz und gehörte einem Neandertaler. Er wurde in Südengland gefunden (GODWIN 1956). Zahlreiche prähistorische Funde, vor allem aus schweizerischen Moorprofilen, zeugen von einer vielfältigen Eibenholzverwendung von der jüngeren Steinzeit bis ins

Mittelalter (NEUWEILER 1905, 1910, 1924, MESSIKOMMER 1887, SCHWEINGRUBER 1965, HAGER 1961).

Wichtigste Verwendungszwecke von Eibenholz:

Jagd: Langbogen, Armbrustbögen, Keulen, Lanzen, Gewehrschäfte, Schilder für Jagdtrophäen.

Haushalt: Messer, Bleistifthülsen, Salatbestecke, Papiermesser, Nadelbüchsen, Strumpfkugeln, Zahnstocher, Schüsseln, Löffel, Nadeln, Trinkgefässe, Weberschiffchen, Pfeifenköpfe, Massstäbe, Lineale.

Landwirtschaft: Rechenzähne, Peitschenstöcke, Bergstöcke, Leitersprossen, Fasshahnen und -Pippen, Grenzpfosten, Zaunpfähle, Rebstickel, Tragbügel, Axtholmen, Beilfassungen, Hacken, Erntemesser, Hauspfähle (Pfahlbau), Werkzeugstiele (z.B. Hammerstiele), Griffe für Instrumente, Hobel, Wagnereigegenstände (z.B. Radachsen), Schlittenkufen.

Der bekannteste und wohl auch über lange Zeiten kulturell bedeutungsvollste Verwendungszweck der Eibe war die Herstellung von Bogen und Armbrüsten aus ihrem Holz. Dies auf Grund seiner hervorragenden Zähigkeit und Federkraft. Wie eng die Eibe im Bewusstsein der Römer und bis ins Mittelalter mit diesem Verwendungszweck verknüpft war, zeigen Wortverwandtschaften wie *taxus* (lat.) mit dem griechischen *τοξον* (= der Bogen). Analog heisst im Althochdeutschen "iwa" Bogen (HEGI 1936). Auch heute noch ist das Eibenholz - und vermutlich wieder immer mehr - beliebt für spezielle Verwendungszwecke in der Drechslerei, im Kunsthandwerk, für Spielsachen (Achtung: nicht für Kleinkinder, die das giftige Holz lutschen!). In der aktuellen Umfrage wurde auch vielerorts hingewiesen auf die noch heute beliebte Verwendung des Holzes als Rebstickel (Jura), Marchpfähle (Innerschweiz, Graubünden) und allgemein überall dort, wo hartes, zähes oder dauerhaftes Holz in Haus und Hof gebraucht wird.

Neben dem Holz waren nach HEGI (1936) im Zürcher Oberland die Eibenzweige lange Zeit als Stubenbesen sehr beliebt gewesen und verschiedenorts, z.B. im südtürkischen Amurgebiet, dienen die "Beeren" als Speise. "Holzknechte" und Kinder essen diese oft als durstlöschendes Mittel. Dies zweifellos ohne Schaden, solange der Kern nicht zerbissen wird (das Fleisch ist nicht giftig, nur der Kern!).

4.2.2.3. Die Eibe - ein Baum der Mythen und Volksbräuche

Ob die Ägypter die erwähnten Särge und Kopfskulpturen auf Grund der guten Holzeigenschaften oder aus mythologischen Gründen aus Eibenholz anfertigten, ist hier nicht auszumachen. Sicher belegt und zum Teil auch heute noch gepflegt ist ein reiches und sehr ambivalentes Volksbrauchtum um diesen Baum aus den verschiedensten Lebensbereichen von den alten Griechen, Kelten und Germanen bis in unsere Zeit.

- Kultisch-mythologischer Bereich:

"Abwärts senkt sich der Weg,
von trauernden Eiben umdüstert
führt er durch Schweigen stumm
zu den unterirdischen Sitzen." (OVID, Metamorphosen IV, 432)

Nach HESS et al. (1967) hatte die Eibe bei den alten Griechen kultische Bedeutung als Symbol der Trauer. Für Römer wie Kelten war die Eibe ein den Todesgöttern geweihter, heiliger Baum, der möglicherweise als "Totenbaum" der Eburonen zu deren Namen beigetragen hat (ibos = Eibe auf irisch). Friedhöfe in früher keltischen Gebieten (Irland, Schottland, Bretagne) sind oft noch reich mit Eiben bepflanzt. Dieser nordische Mythos wurde vom Christentum weitgehend und z.T. umgedeutet übernommen: ähnlich, wie andere immergrüne Bäume, wird die Eibe auch heute noch auf christlichen Friedhöfen als Symbol des ewigen Lebens angepflanzt (vgl. WAGNER 1959). Im christlichen Kulturbereich werden die Eibenzweige vielerorts als "Friedenspalme" bei den katholischen Gottesdiensten des Palmsonntags verwendet, weshalb die Eibe z.B. im Vorderrheintal (Graubünden) auch "Palmèr" genannt wird.

In sonst eibenarmen Gebieten (z.B. Panix, Andest) galten die Eibenwuchsorte (z.B. das Flimser Bergsturzgebiet) als Geheimnis der Kirchenküster (HAGER 1916). Auch wird in Graubünden mancherorts die Türe der Braut mit Eiben bekränzt. In Niederösterreich werden zu Allerheiligen die Gräber und zu Weihnachten die Krippen mit Eibengrün geschmückt (ROSENKRANZ 1934).

Die mythologische Bedeutung der Eibe in germanischen Göttersagen soll nach HOFMANN (1924) von den Pfahlbauer-"Eibenkulturen" stammen. Im Mittelalter galt die Eibe im germanischen Sprachraum vor allem als "zauber-

wehrend" (antidämonisch). In Thüringen (Angelrode) legte man beispielsweise noch bis Ende des 19. Jahrhunderts Eibenzweige kreuzweise in Keller, Stuben und Küchen gegen stehende Zwerge und andere Ungeister. Auch hat dort das "Ausrändern" der Zimmer mit Eibenholz den Sinn, "unreine Geister" zu vertreiben. Eibenzweige in Korn und Stroh sollen gegen Mäuse und Ratten und vermutlich auch gegen anderes Ungeziefer gewirkt haben. Ihrer Verwendung als Streu im Viehstall kam demnach vielleicht eine ähnliche Bedeutung zu. (Einzelne Bauern nutzen eine analoge Wirkung heute noch bei der Verwendung von Adlerfarn als Streu; mündlich von Bauern im Jura). Ganz allgemein besagt ein alter unterfränkischer Volksspruch: "Bei den Eiben kann kein Zauber bleiben!" Entzauberungen durch Berührung mit Eibenzweigen kommen entsprechend in Sagen und Märchen vor (MARZELL 1928). Ausserdem soll der Genuss von "Eibenbeeren" "fest" (= schussfest) machen.

Die Kosaken tragen Talismane aus Eibenholz und in Bosnien soll sich die Eibe selbst als Mittel gegen Vampire und Hexen bewähren. Mohammedaner binden Kühen aus den gleichen Gründen Eibenhölzlein an die Hörner, fertigen Messerstiele aus Eibe und tragen eibenhölzerne Kreuzlein an den Kleidern (MARZELL 1928). In Spanien soll die Eibe sogar den Blitzschlag bannen und wird ähnlich wie in Süddeutschland und in der Schweiz als "Palm"-zweig verwendet.

Aber auch als Unglücksbringer hat die Eibe ihren wichtigen Platz in der Volksmythologie: Plinius (Arkadien) und Dioskorides (Narbonien) berichten, dass jemand, der unter Eiben ruhe, sterben oder schwer geschädigt werden könne und dass der Genuss von Wein aus Eibenbechern todbringend wirken könne. Auch Caesar wusste zu erzählen (De Bello Gallico), dass sich der Herrscher der Eburonen beim Vordringen der Römer mit Eiben das Leben genommen habe. Im mittelalterlichen Volksglauben ging ferner die Sage um, dass junge Obstbäumchen, die mit einem Eibenstickel gestützt werden, unfehlbar verdorren. So ist auch verständlich, dass die "Zaubereibe" in alt-schwäbisch-bayrischen Sagen als verhexender, todbringender Baum dargestellt wird. Die letzteren, todbringenden Eigenschaften dürften zu einem guten Teil auf tatsächlichen Erfahrungen mit der Giftwirkung der Eibe, teilweise aber auch auf übertriebenen Vorstellungen von deren Giftigkeit beruhen (MARZELL 1928)

- Volksmedizinischer Bereich:

Die wohl bekannteste Wirkung der Eibe ist jene als Abortivum, wenn der Absud ihrer Blätter getrunken wird. Sie heisst auf siebenbürgisch daher "Verbodä Bum" (verbotener Baum). Die Eibe wurde aber auch gegen Schlangenbisse und Insektenstiche eingesetzt und galt ferner als Mittel für die Steigerung der Milchabsonderung bei Kühen sowie gegen Ungeziefer am Vieh. Das Sägemehl soll im weiteren gegen Hundetollwut ("Tollholz") und als Medizin gegen den Kropf bei Pferden verwendet worden sein. Hierzu der Kuriosität halber ein Rezept von 1882:

"Wenn das Vieh rünglich (drehkrank?) wird, so nimb Meyenwürmlein (= Maiwurm, Oelkäfer, *Meloe proscarabaeus*, ein altes Tollwutmittel) todt oder lebendig, lege sie in Honig, schabe Eibenholz darzu und giebs dem Vieh auff Brod zu essen." (BOEHME, M.: "Kurze, doch bewährte Vieh-Artzney 1882", aus MARZELL 1928)

- Die Bedeutung der Eibe im Spiegel von Namen und Sprachgebrauch:

Wie volkstümlich schliesslich dieser Baum über lange Zeiträume unserer Vorgeschichte gewesen sein muss, kann man aus der eindrücklichen Vielzahl und Vielfalt von Flur-, Orts- und Familiennamen sowie aus anderen Bezeichnungen und deren Verwandtschaft zum Worte Eibe erahnen.

Die direkte Verwandtschaft zwischen dem lat. *taxus* und dem griechischen *tóxon* (Bogen) wurde bereits erwähnt. Auch das altnordische Wort "yr" heisst nach MARZELL (1928) gleichzeitig Eibe und Bogen.

BRANDSTETTER (1902) vermutet zwischen dem Althochdeutschen *îwa* (Eibe, Bogen) und *ewa* (Ewigkeit) eine symbolische Beziehung (immergrüner, sehr alt werdender Baum). KLUGE (1967, in BOSSHARD 1978) bestätigt diese Herkunft und ergänzt sie durch weitere althochdeutsche Formen wie *Twe*, *Tha* (weiblich), *Tgo* (männlich) oder das altsächsische *Ich* (genauere Angaben bei BOSSHARD 1978).

In der Schweiz sind die verschiedensten Bezeichnungen für Eibe gebräuchlich, zum Teil noch in vielen Namen versteckt:

- Ey, Eya, Eye, Eia, Eiä (Kantone Baselland, Jura, Solothurn, Zürich, Zug, Bern, Aargau, Luzern)
- Iba, Ibä, Iibä, Iib, Ible, Ibf, Ibli (Graubünden, Fürstentum Lichtenstein, Schaffhausen, Schwyz, Aargau, Appenzell, St. Gallen)

- I, Ii, Iibe, Ibe, I-Boum, I-Buum, Iholz (Luzern, Bern)
- Iie, Iiä, Ien (Glarus)
- Y, Ye, Yä (Urkantone)
- Ywa, Ywe, Yali, Yäli, Yli, Yelä (Schwyz, Zug)
- Iche (Luzern)

Eine weiterführende Zusammenstellung nach Regionen findet sich bei BOSSHARD (1978).

Von den "Beeren" her inspiriert sind Bezeichnungen wie "Rotzbaum" und "Schnuderbeeribom" (Thurgau). Ortsnamen wie Ibrig, Ibach, Igraben, Iwi, Yenwald, Ibikon, Iental, Ifel (If = Eibe, franz.) und viele mehr sind allesamt von der Eibe abgeleitet (BRANDSTETTER 1902).

ROSENKRANZ (1934) führt eine weitere Liste aus Oesterreich an. Daraus nur: Taxberg (Taxe = Eibe, vgl. auch HEGI 1936), Eibensessel, Eibenberg, Eibeck, Eybenstein.

Aus Deutschland stammen Ortsnamen wie Ibenstein, Eibach, Eibensee und Eyba, letzterer Ort sogar mit einem Eibenbaum im Wappen (HEGI 1936).

Auch Vornamen wie Iwo, Ibo, Iwald stammen von der Eibe und Eib, Eibel, Eibner sind einige entsprechende Familiennamen dazu (MARZELL 1928, HEGI 1936).

Ausführlichere Angaben und weitere Literatur zu den vorgängigen Abschnitten sind bei den genannten Autoren zu finden, vor allem bei MARZELL (1928), HEGI (1936) und ROSENKRANZ (1934).

4.2.3. *Der Einfluss der Fauna auf die Eibe*

An verschiedenen Stellen wird in dieser Arbeit auf die Bedeutung des Wildes für die Eibe hingewiesen. Im Vordergrund stehen vor allem die argen Verbissschäden durch Reh- und Rotwild sowie Fegeschäden (KLÖTZLI 1965), aber auch Verbiss durch den Feldhasen und das Kaninchen werden genannt (MUHLE 1978).

Das Auftreten der hohen Wilddichten in unseren Wäldern in den letzten 50-80 Jahren muss allgemein als Folge einer Störung des ökologischen Gleichgewichtes in unserer modernen Kulturlandschaft angesehen werden. Die praktisch vollständige Ausmerzung der natürlichen Feinde (Luchs, Wolf, Bär) von Reh und Hirsch ist wohl die Hauptursache, doch könnte diese Störung mit einer ökolo-

gisch vernünftigeren Bejagung durch den Menschen weitgehend aufgefangen werden. Die künstlich von Jägerkreisen extrem hoch gehaltenen Wildbestände verursachen ungeheure Schäden. Für die Eibe ist diese Situation in doppelter Hinsicht fatal: einerseits wird sie vom Wild geradezu als "Delikatesse" bevorzugt, extrem dort, wo sie am seltensten vorkommt (KLÖTZLI 1965) und andererseits bleibt sie, durch ihren langsamen Wuchs bedingt und aufgrund ihrer genetisch fixierten geringen Baumhöhe, äusserst lange dem Verbiss ausgesetzt. Die Wirkung der hohen Wilddichte im Wald wird zusätzlich noch dadurch verschärft, dass die an den Wald angrenzenden Oekosysteme in unserer Kulturlandschaft immer mehr verarmen oder für das Wild gänzlich unzugänglich gemacht werden (Siedlungen, Strassen, Industrieanlagen usw.). Dadurch verengt sich das Aesungsangebot noch mehr alleine auf den Wald. Ein Wildschaden, der da und dort zu beobachten ist (vom Autor z.B. 1979 am "Born"-SE-Hang bei Olten, Kt. Solothurn, festgestellt) ist das sogenannte "Spechtringeln". Nach KUCERA (1972) ist es vor allem der grosse Buntspecht (*Dendrocopus major* L.), der Stamm und Aeste von der Basis bis in die Krone in geschlossenen Ringen anhackt. Pro Ring wurden bis 26 einzelne Hackstellen gezählt. Die Ringe liegen oft wenige Zentimeter übereinander, so dass pro dm² bis zu 56 Verletzungen beobachtet wurden. Nach den Untersuchungen von KUCERA reichen nicht alle bis ins Kambicum und verheilen während der Dauer von 1-6 Jahren unter Wundholzbildung. Nach eigener Beobachtung sind sehr stark geringelte Bäume nicht abgestorben, in ihrer Vitalität aber doch stark geschwächt worden (sehr dünnes Nadelkleid).

Ausser den direkten Schäden sind durchaus auch noch weitere Veränderungen in der Fauna zu vermuten, die sich für die Eibe negativ auswirken könnten. So ist z.B. das Artengefüge der Tiere in einem als Hochwald intensiv bewirtschafteten "Dunkelwald" vermutlich sehr anders als in einem Mittelwald oder Urwald. Wieweit sich z.B. eine veränderte Zusammensetzung der Vogelbestände, der Kleinsäuger und Nagetiere für die Eibe verbreitungsbiologisch negativ auswirken könnte, kann hier nur als Frage aufgeworfen werden. Auch der heute allgemein beobachtete, zivilisatorisch bedingte Rückgang der Singvögel (z.B. Singdrossel), gehört in diese Ueberlegungen einbezogen. Es wurde leider kein Hinweis gefunden, wonach die Folgen dieser Veränderungen der Tierwelt erstens einigermaßen quantifizierbar würden und zweitens gewisse Rückschlüs-

se auf die Eibe zuliessen.

4.2.4. *Der Verbreitungszustand der Eibe 1905 und 1970 im Vergleich*

(Abb. 36, 37)

In Bezug auf die Verbreitungsschwerpunkte der Eibe hat sich 1970 das Bild von VOGLER von 1905 recht gut bestätigt. Nach wie vor verläuft eine sehr markante Zone dem Jura-Südfuss entlang, die sich vom Lac de Joux bis zu der Lägern erstreckt. Der Jura bei Genf ist fast eibenleer. Weitere Juratäler und -rücken weisen (vor allem im Gebiet des Vallon de St. Imier und des Val de Travers) ebenfalls eine recht grosse und nur wenig zurückgegangene Eibendichte auf.

Im Osten schliesst sich als grösstes, regelmässig mit Eiben bestocktes Gebiet das Zürcher Oberland bis zum Bodensee und ins St. Galler Rheintal an. Auch hier hat sich die Eibe, mit Ausnahme einiger Verschiebungen und einer gewissen Abnahme um St. Gallen (wo VOGLER selbst gearbeitet hat!), recht gut gehalten.

Weitere Schwerpunkte sind die Föhntäler der Alpennordseite: Aus dem Vorderrheintal und dem Prättigau wurden zwar in beiden Aufnahmen viele übereinstimmende Vorkommen notiert, doch stiess die Eibe bei Vogler noch konsequent weiter in den inneralpinen Bereich vor, namentlich im Hinterrheintal und im Albulatal. Das Walenseegebiet ist nach wie vor sehr eibenreich.

Im Gebiet des Vierwaldstättersees und des Zugersees wurde zwar ein deutlicher Rückgangstrend, aber trotzdem noch eine häufige Vertretung der Eibe festgestellt. Der nördliche Ausläufer davon, die Albis-Uetlibergkette und das Sihltal, der gleichsam die Brücke zu den Jura-Vorkommen bildet, ist wie eh und jeh sehr gut mit Eiben bestockt.

Einen sehr deutlichen Rückgang kann man hingegen im Bereich des Thuner- und Brienzersees, im unteren Haslital, im Kander-, Simmen- und Aaretal feststellen. Nördlich davon, im Emmental/Entlebuch, ist ein fast totaler Ausfall zu verzeichnen. Schon 1905 hat Vogler hier nur Einzelvorkommen registriert. Sicher sind auch heute noch solche vorhanden, die in meiner Umfrage nicht erfasst wurden.

Als letzter grosser Schwerpunkt ist das Rhonetal unterhalb Martigny und das obere Genferseegebiet zu erwähnen. Auch hier muss - trotz immer noch

guter Vertretung - ein deutlicher Rückgang registriert werden, dies vor allem im Bereich um Martigny und im kontinentaleren Bereich des Wallis. Erfreulich sind immerhin die auch heute noch vorhandenen vitalen Vorkommen im Lötschentäl und im Bietschtal.

Gesamthaft fällt ein grosser Verlust an Eibenvorkommen auf, der bestimmt nicht auf Fehler der Umfragen zurückzuführen ist. Auch wurden etliche heutige Fehlstellen, wo Vogler noch Eiben notierte, an Ort und Stelle überprüft und in fast allen Fällen das Resultat der neuen Umfrage bestätigt. Besonders eindrücklich ist der Eiben-Rückgang im westlichen Mittelland, vom Genfersee bis hin zur Albiskette und der Innerschweiz. Dieser dürfte zu einem guten Teil mit der Intensivierung der Waldbewirtschaftung zusammenhängen. Dieser Vorgang hat sicher auch schon wesentlich vor der Umfrage Voglers (1905) begonnen, gibt es doch weder klimatische noch edaphische Ursachen, welche zu den schon damals riesigen Unterschieden zwischen Emmental/Entlebuch und Zürcher Oberland geführt haben könnten. Denn diese Gebiete sind klimatisch und geomorphologisch so ähnlich, dass die Ursachen entweder in biotischen Faktoren oder im Faktor Zeit (andere Florengeschichte) zu suchen sind. Im Vordergrund steht der menschliche Einfluss:

Das Gebiet des Emmentals war früher besiedelt als das Zürcher Oberland. Zumindest von heute aus beurteilt entsteht bei einem Vergleich von Wald und Höfen dieser Landschaften zudem der Eindruck, dass die Emmentaler "ordnungsliebendere" Menschen sind, als die Zürcher Oberländer (Miststöcke, Bauerngärten, stattliche, verzierte und geschmückte Bauernhäuser). Die Wälder im Emmental sind sichtbar besser und intensiver gepflegt. Da die Eibe oft als störendes Element der Unordnung empfunden wird, vor allem, wenn zudem intensiv mit Pferden im Wald gearbeitet wird, könnte vielleicht auch darin eine Tendenz zu ihrer Ausmerzungen verankert liegen.

Wohl die wichtigste Erklärung könnte darin liegen, dass der Plenterwald des Emmentals - im Unterschied zum Zürcher Oberland - zu den typischen Weisstannengebieten gehört, wo die Tannen vom Menschen auch konsequent gefördert wurden. Die gestuften Plenterbestände wären an sich von den Lichtverhältnissen her sicher nicht ungünstiger als ehemalige Laubmittelwälder. Die Eibe dürfte jedoch unter dem Dach der immergrünen Tannen und Fichten vor allem dadurch stärker benachteiligt sein, dass im Unterschied zum Laubwald der Bestand

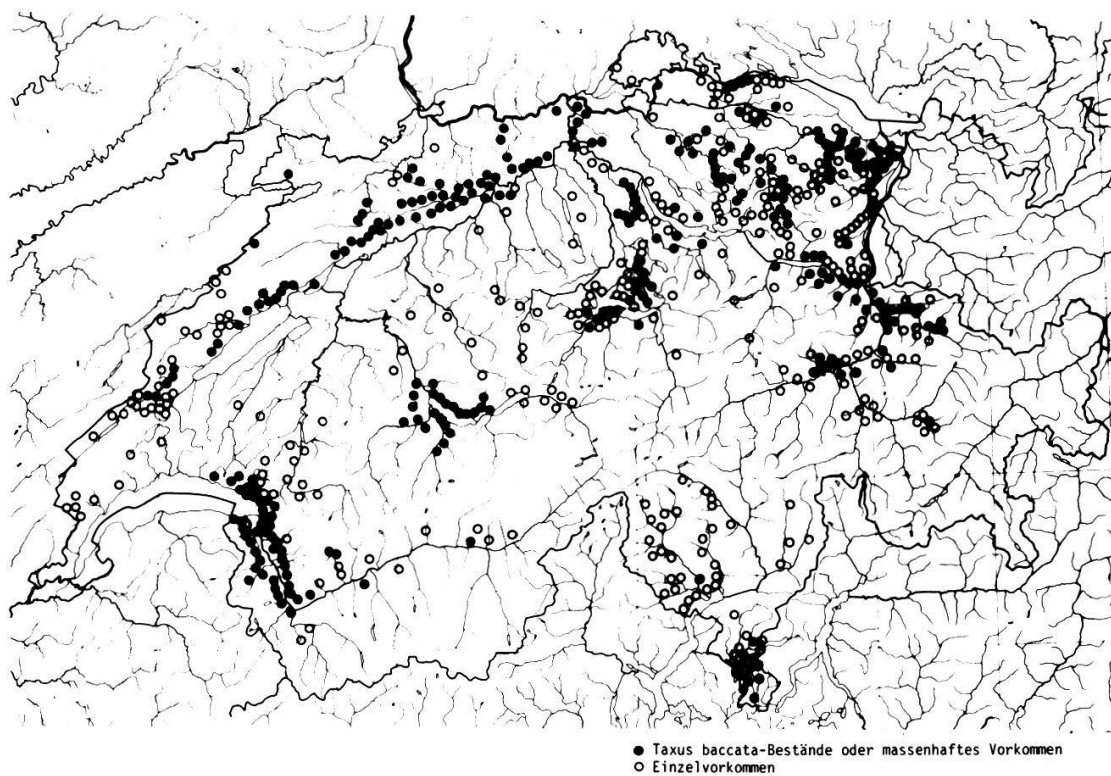


Abb. 36. Verbreitungskarte von *Taxus baccata* in der Schweiz 1905 nach VÖGLER.

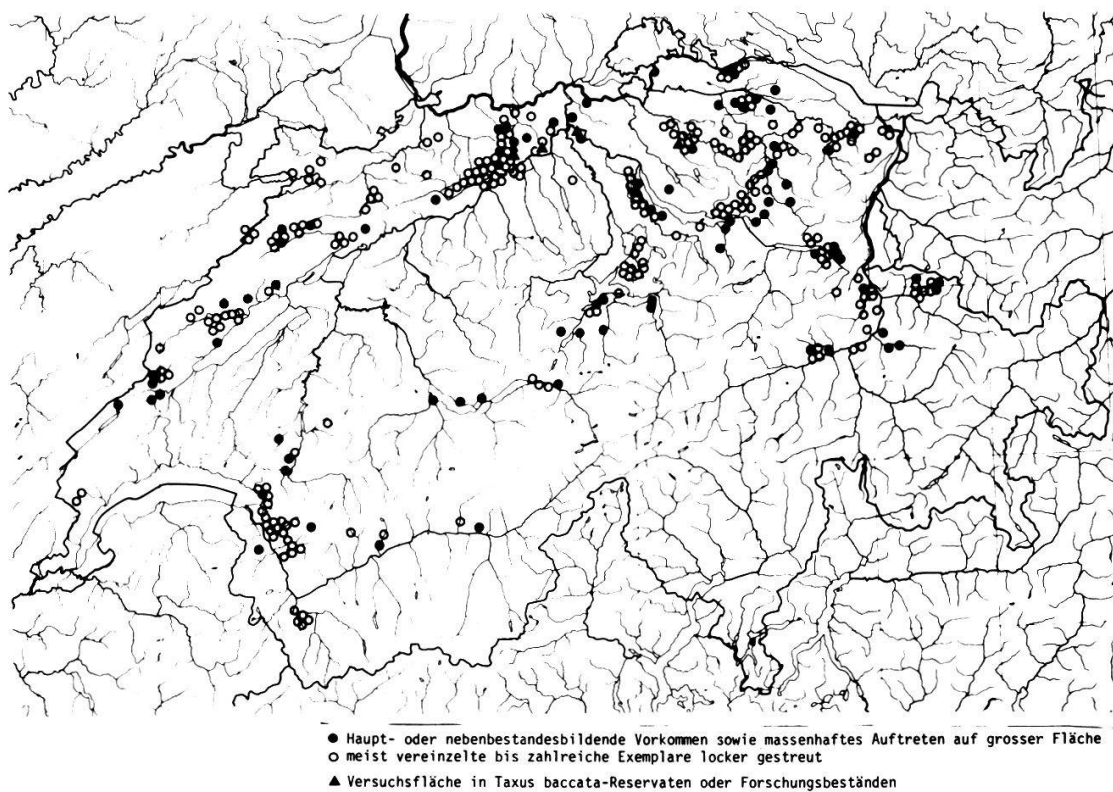


Abb. 37. Verbreitungskarte von *Taxus baccata* in der Schweiz, ohne Tessin, 1970 nach aktueller Erhebung

in den wichtigen Uebergangsjahreszeiten gleich dunkel ist wie sonst. Falls diese letztere, aus meiner Sicht eher wahrscheinlichere These zutrifft, so würden die Ursachen des Unterschieds zwischen Emmental und Zürcher Oberland in ähnlichen Vorgängen liegen, wie sie sich in den nacheiszeitlichen Waldbeständen bei der Buchenausbreitung abgespielt haben, nur von Menschenhand gelenkt und durch die immergrünen Arten im Hauptbestand verschärft.

Ausserdem ist es möglich, dass das Emmental seit langem forstlich intensiver genutzt wurde als das arme Hinterland Zürichs. Darüber konnte ich leider keine genügend schlüssigen und vergleichbaren Dokumente finden.

Für die übrigen Rückgänge, vor allem auf extremeren Vorposten in Tälern oder ganz allgemein in der Verbreitungsdichte gelten vermutlich ähnliche Ursachen, wie sie bereits unter 4.2.2. erörtert wurden. Zur wesentlich intensiveren und in der Form gewandelten Bewirtschaftung (Hochwald) kommt heute als sehr entscheidender Faktor, wie erwähnt, praktisch überall das Wild hinzu, das fast jeden Jungwuchs und jede Ansamung zunichte macht (Einzelheiten in KLÖTZLI 1965).

Der festgestellte Trend des Eibenrückgangs dürfte in diesem Sinne anhalten, vor allem auch im Hinblick auf die weitere Erschliessung bisher eher unwegsamer Waldgebiete, falls nicht aktiv forstliche Gegenmassnahmen ergriffen werden.

4.2.5. Das Standortsspektrum der Eibe in der Schweiz

Da unter 5.2. die aktuelle und potentielle Verbreitung der Eibe sowie ihre ökologischen Nischen diskutiert werden, soll sich hier die Auslotung des Standortsspektrums auf einige markante Anhaltspunkte beschränken und darauf konzentrieren, um ihr spezifisches Oekogramm zu entwerfen.

4.2.5.1. Das klimatische Standortsspektrum

1. Horizontalverbreitung

Da die Eibe wenig dürreempfindlich ist und von Spätfrösten kaum betroffen wird, gelingt es ihr, überall dort in subkontinentale bis kontinentale Klimate einzudringen, wo sie vor scharfen Winterfrösten geschützt ist. Der imposante Eibenwald mit Grau-Erle, Birke und Föhre im Wallis am Eingang

des Bietschtales (unterhalb des Eisenbahnviaduktes) ist ein sprechendes Beispiel dafür. In Einzelexemplaren geht die Eibe sogar noch weiter bis ins Oberwallis hinauf (Mörel). Nicht weniger erstaunlich ist ein von KLÖTZLI und LINDER (mündl.) gefundener Eibenstandort im Calfeisental (SG) inmitten von Bergföhren, Fichten, Bergahorn und Tannen. Die letzte Arve (!) auf diesem Wuchsort soll seither leider umgehauen worden sein. Weitere inneralpine Vorposten, vor allem in Graubünden, sind den Verbreitungskarten (Abb. 36 und 37) zu entnehmen (z.B. im Albulatal und im Hinterrheintal). Diese Beispiele bestätigen, dass die Kontinentalitätsgrenze der Eibe vor allem durch die tiefen Wintertemperaturen und nicht, wie bei der Buche, durch Spätfrost und Trockenheit bedingt ist. Die Eibe überschreitet daher vor allem in den warmen inneralpinen Trockentälern das klimatische Standortsspektrum der Buche. Dieser Befund ist analog zur Situation am osteuropäischen Rand des Eibenareals (vgl. auch Kap. 2.2.2.). Das lokale Klima, allenfalls sogar das Mikroklima eines Bestandes, spielen bei den einzelnen weit vorgeschobenen Standorten vermutlich eine wichtige Rolle. An Orten, die zur Bildung von Kälteseen neigen, wurden jedenfalls nie Eiben gefunden, ebenso nicht an ostwindexponierten Stellen.

Die Tendenz der Eibe, sich in geschützte, womöglich aber doch kühle und luftfeuchte Nischen zurückzuziehen, ist am deutlichsten durch die vielen Wuchsorte in Schluchten, Tobeln und engen Seitentälern dokumentiert. Diese Erscheinung ist vor allem am Rande des kontinentalen Klimagebietes auffällig: z.B. "Lonzaschlucht" (Lötschental, VS), Bietschtal (VS), Viamalaschlucht, Gorges du Durnand (bei Sembrancher, VS), viele Tobel im Prättigau und allgemein im Bündnerland. Analoges gilt auch für den Jura: Taubenloch- und Twannbachschlucht bei Biel, Klus bei Moutier usw. Es erübrigt sich zu erwähnen, dass natürlich auch im Herzen des Verbreitungsgebietes viele Schluchten und Tobel zu den Lieblingsrefugien der Eibe gehören.

Diese Spezialität der Eibe wird unter 5.2.1. etwas näher erörtert.

2. Vertikalverbreitung

Noch deutlicher als an der Kontinentalitätsgrenze wird die Eibe in der Höhe durch die Temperatur begrenzt, und dies vermutlich in doppelter Hinsicht: einerseits durch die Winterfröste (absolute Temperatur-Minima),

andererseits wirkt wahrscheinlich vielerorts auch der Mangel an Wärme im Sommer (Wärmesumme) für die Entwicklung der Eibe begrenzend. Letztere Vermutung wurde nicht genau untersucht. Sie stützt sich vor allem auf die Beobachtung ab, dass die Eibe in vergleichsweise warmen Föhntalgebieten häufiger und meist auch in höheren Lagen noch anzutreffen ist, als anderswo. Die absoluten Minimumtemperaturen liegen in diesen Gebieten normalerweise nicht höher als in föhnfreien Gegenden. Je besser die Lagen vor Wind und Frost lokal geschützt sind, desto höher kann die Eibe im Einzelfall steigen. In den Föhntälern Graubündens wurden die höchst gelegenen Bäume auf 1600–1700 m gefunden (Prättigau, Albula). Im Jura fanden sich Eiben bis 1200/1300 m (z.B. Vallon de St. Imier, Val de Travers). Auch hier spielt das Meso- und Mikroklima eine wichtige Rolle.

4.2.5.2. Das edaphische Standortsspektrum

1. Substrat, Bodenreaktion

Die Eibenvorkommen des gesamten Untersuchungsgebietes stocken vorwiegend auf basenreichen Böden. Insbesondere gilt dies auch für die drei genauer untersuchten Gebiete bei Baden, Auenstein und Erlinsbach. Auch an extremen Basenreichtum scheint die Eibe gut angepasst zu sein: es wurden nirgends chlorotische Erscheinungen festgestellt, auch nicht auf reinem Kalk. Neben Unterlagen aus reinen Kalken und Mergeln verschiedenster Herkunft wurden sehr viele Standorte mit mittleren pH-Werten (basisch bis leicht sauer) auf sehr unterschiedlichem Muttergestein gefunden: z.B. auf Dolomit, Kieselkalk, Bündnerschiefer, Molasse, verschiedenen Moränen, Deckenschotter, Nagelfluh, Flysch. Aber auch auf eindeutig saurem Muttergestein gedeiht die Eibe problemlos. Die Standorte südlich von Martigny sind die wichtigsten auf Kristallin im Untersuchungsgebiet. HAGER (1916) erwähnt aus dem Vorderrheintal (bei Ilanz) Eibenvorkommen auf Verrucano-Silikaten, während CHRIST (1912) und KIRCHNER et al. (1906) Eiben auf Gneis und Porphyry im Tessin beschreiben. Letztere erwähnen sogar eine Aschenanlage von KERNER, welche Eibenmaterial von Standorten auf Serpentin, Kalk und Gneis vergleicht (allerdings von 1869 stammend). Auch die bei VOGLER (1905) zusammengestellten Tessiner Vorkommen liegen grösstenteils auf Standorten im Bereich sauren Muttergesteins. Aus Gebieten ausserhalb der Schweiz zählt (MUHLE 1978) eine ganze Reihe von bodensauren

Eibenstandorten in Mitteldeutschland auf und MAYER (1974) beschreibt einen "Silikat-Steilhang-Buchenwald" aus Oesterreich. Auch WILLERDING (1968) erfasst in seinem weiten Spektrum von Eibenstandorten Deutschlands solche auf Quarzit, Tonschiefer und Gneis und HOFMANN (1958) liefert ausführliche pflanzensoziologische Unterlagen zu entsprechenden Standorten. Viele Vorkommen in England und im nordatlantischen Raum stocken nach LEIBUNDGUT (mündl.) ebenfalls auf saurem Substrat. Natürlich ist saures Muttergestein nicht identisch mit sauren Böden, obschon dieser Fall sehr häufig vorkommt. Immerhin handelt es sich aber auf solcher Unterlage im allgemeinen um kalkfreie und basenarme Böden, auch wenn tiefe pH-Werte des Muttergesteins durch die Bodenbildung oft bis gegen 7 hin neutralisiert werden können. Damit ist die immer wieder vertretene Ansicht, die Eibe sei ein ausgesprochener oder zumindest vorwiegender Kalkzeiger, auf breiter Basis widerlegt. Ob und wie weit sie auf basenreiche Böden besonders positiv reagiert und in diesem Bereich daher eine stärkere ökologische Position einnimmt, wurde nicht geklärt. Immerhin beschreiben Forstleute aus dem Tessin die Eibe auf jenen (sauren) Standorten als sehr vital, womit auch diese Vermutung, zumindest für die ökologischen Verhältnisse Insubriens, zweifelhaft erscheint.

Wie tief der pH-Wert des Bodens der sauersten Eibenstandorte liegt, konnte leider nicht in Erfahrung gebracht werden.

HOOPS (1905) weist zudem auf rezente schottische und englische Moor- und Heidestandorte der Eibe hin ($\text{pH} \sim 4$, KLÖTZLI 1970), während AVERDIECK (1971) und WALTER (1927) verschiedene, paläontologisch nachgewiesene Eibenvorkommen auf norddeutschen Moorstandorten und im nordatlantischen Heidegebiet anführen. Auch bei MUHLE (1978) findet sich eine stattliche Liste nordwestdeutscher Eibenstandorte (verschiedener Autoren) auf Mooren. Wie weit es sich dabei jeweils um saure Moore und Heiden handelt, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht näher geklärt. Zumindest ergibt sich kein offensichtlicher Anhaltspunkt, wonach die Eibe weniger Säure ertrüge als die Buche, die ja praktisch das ganze pH-Spektrum umspannt.

Auf den normal drainierten Standorten mit mittlerem pH ist das Vorkommen der Eibe eine Frage der interspezifischen Konkurrenz, die vor allem in den Abschnitten 4.2.2. und 5.2. diskutiert wird.

2. Wasserhaushalt

Es braucht wenig ökologischen Scharfblick, um zu erkennen, dass die Eibe in Bezug auf Trockenheit sehr extreme Bedingungen erträgt. Wer Eibenstandorte auf jurassischen Felskretzen, auf Karstfelsen und an Felswänden von Klusen sowie im südexponierten, nackten Kalkfels über dem Walensee besucht hat, weiss, dass die Eibe den waldfähigen Bereich im Hinblick auf Boden-Trockenheit weit überschreitet. Zusammen etwa mit Föhre, Flaumeiche und Wachholder gedeihend, hat sie auf diesen Standorten den Beweis grösster Dürre-resistenz erbracht. Dass sie jedoch im inneren Wallis zusammen mit der Flaumeiche nicht auf den trockensten Standorten vorkommt, gibt immerhin einen Hinweis darauf, dass die Dürre-resistenz (vgl. 2.3.2.1.c) der Eibe nicht so weit geht, wie jene mediterraner Hartlaubgehölze. Auf der nassen Seite liegen die Verhältnisse weniger klar: Zwar wurden im Untersuchungsgebiet einzelne Eiben in staunassen Hangfusslagen im Jura gefunden, deren Vegetation zum Aronstab-Buchenwald (11) zu rechnen ist und sogar Uebergänge zu Ahorn-Eschenwald-Standorten bilden (z.B. auch Unterwilerberg).

Auf nasseren Standorten, auf denen die Buche gar nicht mehr gedeiht, konnten im Untersuchungsgebiet jedoch keine Eiben ausgemacht werden. Bei der Problematik, ob solche Standorte anderswo existieren, bin ich leider auf vage Angaben vorwiegend aus der Literatur und auf Vermutungen angewiesen, welche diese Frage eher positiv beantworten.

BURNAND und ROTH (1976) haben im "Bois de Chênes" eine 10 m hohe Eibe auf Bruchtorf gefunden, allerdings auch in Begleitung von Buchen. Das Grundwasser steht dort sehr hoch und die Bäume wurzeln flach, doch ist dies seit ca. 100 Jahren wohl kein Ueberschwemmungsstandort mehr (Drainage). Die genannten Autoren stellen auch diesen Standort ökologisch in die Nähe des Aronstab-Buchenwaldes. Einzig, wenn die Eibe älter als die Wasserspiegel-Korrektion und die Buche wäre, läge hier sicher ein extremes Nassstandort-Vorkommen vor.

Bei den von WILLERDING (1968) zitierten Angaben von CONWENTZ (1892) und BRANDES (1907), welche ebenfalls feuchte, torfige Eibenstandorte in Westpreussen und Walsrode erwähnen, könnte es sich auch um ähnliche Standorte handeln, ebenso bei den schottischen und englischen Vorkommen auf Torfmooren (HOOPS 1905).

MUHLE (1978) schreibt ebenfalls von Eiben in Bruchwäldern aufgrund

paläontologischer Funde. Nach Pollendiagrammen wird auf damalige eibenreiche Erlen-Birkenwälder geschlossen (um 1800-1700 v.Chr.). WILLERDING selbst gibt am äussersten Rand seines Eiben-Oekogramms "feucht bis nass" bzw. "hohe Bodenfeuchtigkeit" an, was immer das quantitativ bedeuten mag. ELLENBERG (1974) nennt eine Feuchtezahl (F) von 5, was bedeutet: "Frischezeiger, Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden, auf nassen sowie auf öfter austrocknenden Böden fehlend".

Diese letzte Angabe ist durch die vorliegenden Untersuchungen weitgehend widerlegt. Im Gegenteil umfassen wechselfeuchte bis wechselfrockene (Mergel-)Böden einen grossen Teil jenes speziellen Standortbereichs, welcher die Eibe fast nur noch mit der Föhre zu teilen braucht. Zwar hält sich die Eibe doch vorwiegend an besser entwickelte Mergelböden, wo auch die Buche noch gedeiht. Sie überschreitet aber jene Grenze, jenseits derer die Buche aus physiologischen Gründen nicht oder kaum mehr wächst. Nach ROTH (1979) wirken sich auf wechselfeuchten Böden vor allem zwei Faktoren für das Buchenwachstum limitierend aus: einerseits die geringe verfügbare Wasserkapazität zwischen Wassersättigung und Austrocknung (PWP), andererseits - und dies ist vermutlich noch entscheidender - der Sauerstoffmangel, der immer bei Sättigung des Bodenprofils auftritt, was bei geringen Mittel- und Grobvolumen praktisch bei jedem normalen Regenguss der Fall ist. Es bleiben also auf diesen Böden im Uebergang zwischen Vernässung und Austrocknung immer nur ganz kurze physiologisch günstige Momente für die Buche. Die Eibe hält diesen Stress etwas besser aus als die Buche, fällt jedoch in ihrer Vitalität bei wenig schlechteren Bedingungen bald auch stark zurück. Sie hält bei weitem nicht auf jenen extremen Verhältnissen durch, welche der Föhre praktisch alleine vorbehalten bleiben (v.a. Mergelrohböden).

3. Nährstoffhaushalt (Humus und Stickstoff)

Sowohl die Humus- als auch die Stickstoffanalysen haben ergeben, dass die Eibe auf nährstoffreichen wie auf armen Böden gut bis sehr gut gedeihen kann. Dieses Verhalten entspricht generell jenem der Pionierarten, mit denen die Eibe ja verschiedene Eigenschaften gemeinsam hat. ELLENBERG (1974) bezeichnet die Eibe bezüglich Stickstoffanspruch ebenfalls als "indifferent".

Der Einfluss einzelner Nährionen wurde im Detail nicht untersucht.

Auf physikalische Standortsfaktoren wie Steinschlag, Verankerung usw. wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen, weil es sich dabei um Spezialfälle handelt, die in verschiedenen anderen Kapiteln genügend ausführlich beleuchtet wurden.

4.2.6. Die pflanzensoziologische Stellung der Eibe in der Schweiz

4.2.6.1. Allgemeine Gesichtspunkte

Die nachfolgenden Ausführungen zielen nicht vor allem darauf ab, eine neue und verfeinerte floristisch- pflanzensoziologische Beschreibung und systematische Unterteilung der eibenreichen Wälder in der Schweiz zu geben. Auch hat sich auf Grund des untersuchten Materials keine Notwendigkeit ergeben, eine neue Einheit auf Assoziationsstufe auszuscheiden.

Vielmehr soll versucht werden, einen Ueberblick über Struktur und Breite jenes Gesellschaftsspektrums zu geben, welches die Eibe mehr oder weniger häufig enthalten kann. Da die Eibe meist eine starke physiognomische Prägung der jeweiligen Gesellschaft bewirkt und solche Flächen aus diesem Grunde meistens einfach "atypische" Ausbildungen einer bestimmten Gesellschaft sind, ist es sehr schwierig, eibenreiche und eibenlose Flächen pflanzensoziologisch zu vergleichen. Aus diesem Grunde wurden in dieser Arbeit (mit zwei Ausnahmen) nur Aufnahmen nebeneinander gestellt, welche die Eibe mindestens in der Strauchschicht enthalten.

Die hierbei erfassten Standorte sind in der Literatur pflanzensoziologisch bereits hinreichend beschrieben. Gut zwei Drittel der Aufnahmen stammen entsprechend aus der "Eibenliteratur" bzw. aus nicht veröffentlichtem Material. Der Rest wurde neu aufgenommen, wobei vor allem darauf geachtet wurde, das Spektrum nach Möglichkeit zu ergänzen.

Verschiedene Autoren wurden durch die physiognomisch prägende Wirkung der Eibe dazu verleitet, die Eibe als Hauptmerkmal bestimmter Gesellschaften oder Aufnahmen zu betrachten oder gar zum Ausgangspunkt systematischer Ueberlegungen zu machen. Wie sich aus dem Ueberblick über das sehr weite Standortsspektrum eibenreicher Standorte in der Schweiz zeigt, ist dieser Ansatz jedoch nur in den wenigsten Fällen günstig: denn sehr viele Gesellschaften enthalten die Eibe durchaus fakultativ. Oft ist das Fehlen der

Eibe auf bestimmten Standorten ja weitgehend anthropogen bedingt.

Ausser den zwei erwähnten Ausnahmen (Aufnahmen Nr. 1 und 2) enthalten alle 260 Aufnahmen der Vegetationstabelle die Eibe. Die beiden Ausnahmen betreffen die Probefläche C, einen unmittelbar an Eibenstandorte anschliessenden Ahorn-Eschenwald. Die Eibe dringt nicht bis auf diesen Standort vor. Um den ökologischen Vergleich vollständiger durchzuführen, wurde, wie erwähnt, die Vegetation dieses Standorts in die Tabelle miteinbezogen.

Die Aufnahmen der Vegetationstabelle stammen aus der ganzen Schweiz nördlich der Alpen, einschliesslich das Wallis und umspannen daher verschiedene Florenbereiche. Dies kommt unter anderem in der grossen notierten Artenzahl von insgesamt 515 Arten zum Ausdruck. Arten mit einer Stetigkeit von 2 oder weniger wurden, ausser in der Rohtabelle, nicht verarbeitet. Damit verblieben 352 Arten in der Tabelle. Von diesen haben sich 191 als diagnostisch wertvoll zur Differenzierung verschiedener Einheiten erwiesen. Dabei ist zu vermerken, dass aus Gründen der Uebersichtlichkeit in vielen Einzelfällen für bestimmte Einheiten typische Arten zu den "übrigen Arten" gestellt werden mussten (Tab. 14b).

In der Folge soll also nicht jede Einheit im Detail besprochen werden. Dazu ist die Originalliteratur greifbar. Es geht vielmehr um den Ueberblick über das Spektrum eibenreicher Waldgesellschaften in der Schweiz, um das Verständnis des ökologischen Zusammenhanges zwischen diesen Einheiten nach dem Gesichtspunkt "Eibe" und um einen Einblick in die Struktur der Vegetationstabelle.

4.2.6.2. Das ökologische Spektrum der Vegetationstabelle (s. Tab. 14 a-c und Abb. 44 im Anhang)

Obschon der Ordnung der Aufnahmen sehr viel Zeit gewidmet wurde, fällt auf, wie die Einheiten in verschiedenen Teilen der Tabelle besonders breite Uebergangsbereiche mit unscharfen Grenzen aufweisen. Dies ist vor allem in den beiden grossen Feldern links und rechts der Lindenmischwälder (Mitte) der Fall, das heisst in den Einheiten IV-IX und XI-XV.

Diese Tatsache ist charakteristisch für eibenreiche Wälder und hat verschiedene Gründe:

- Wie im ökologischen Teil gezeigt wurde, befindet sich die Eibe sehr oft auf Uebergangsstandorten, d.h. dort, wo z.B. ein Bodentyp mit einem andern in Kontakt steht oder wo andere Standortsfaktoren ändern.
- Die Eibe selbst führt durch ihren Lichtentzug dazu, dass Arten, die für den edaphischen Standort bezeichnend wären, wegen Lichtmangels sehr oft gar nicht vorhanden sind. Daraus ergibt sich häufig ein soziologisch verfälschtes Bild, das auch zu entsprechenden Abgrenzungsproblemen führen kann.
- Da eibenreiche Gesellschaften oft auf Standorten mit Dauergesellschaften (bzw. "azonaler Vegetation", s. ELLENBERG 1978) vorkommen, finden wir sehr oft "unreife", d.h. an der Weiterentwicklung durch irgendwelche Faktoren dauernd gehinderte Gesellschaften, die bei unterschiedlichem Allgemeinklima ähnliche Erscheinungsformen hervorbringen. Es läuft keine normale Sukzession ab, die Entwicklung ist dauernd gestört. Damit ist die Vegetation jeder derartigen Aufnahme stärker von der jeweils speziellen standörtlichen Situation geprägt, als der Standort seinerseits durch die Rückwirkung der Vegetation (Auf Klimaxstandorten finden wir eher die umgekehrte Tendenz). Aus der unvollständigen Rückkoppelung ergibt sich eine zwischen Standort und Vegetation relativ grosse Heterogenität unter den einzelnen Aufnahmen.
- In anderen Fällen wiederum befinden wir uns jedoch zeitlich auf dem Weg zur Klimax. Der natürliche Sukzessionsablauf wurde in unseren Wäldern durch die Bewirtschaftung oft stark gestört oder zurückgehalten (z.B. durch Niederwaldbewirtschaftung, Ziegenweide etc.), so dass wir heute noch vielerorts recht unterschiedliche Artenzusammensetzungen auf ökologisch nahe verwandten Standorten finden, v.a. in der Baumschicht. Auch daraus ergibt sich eine Erschwerung von Abgrenzungen.

Zur Struktur der Vegetationstabelle:

In ökologischer Hinsicht ist die Struktur der Tabelle deutlich mehrdimensional. Immerhin liess sich die ganze Fülle an Aufnahmen mehr oder weniger deutlich entlang eines Hauptgradienten von oben links nach unten rechts ordnen: nach der Bodenfeuchtigkeit. Links sind die Gesellschaften auf trockenen, rechts jene auf feuchten Standorten zu finden.

Verschiedene andere Faktoren spielen nun jedoch hinein: Am auffälligsten ist dies in der Mitte der Tabelle der Fall, wo die Spezialstandorte wärme-liebender Lindenmischwälder (X) aus voralpinen Föhntälern eingefügt wurden. Diese Standorte, die in Höhenlagen zwischen 400 und 700 m ü.M. ihren Schwerpunkt haben, kommen vor allem auf Grund des feucht-milden Seen-Föhntal-Klimas einerseits und der skelettreichen Böden andererseits zustande. Ebenfalls durch skelettreiche Böden (z.T. bis zu Blockschutt) und durch luftfeuchtes, jedoch allgemein etwas kühleres Klima (vorwiegend in Lagen zwischen 700-1200 m ü.M.) geprägt sind die Standorte der Zahnwurz-Buchenwälder (Einheit XV). Ihre Einordnung in der Tabelle im äusseren rechten Flügel ist vorwiegend auf Grund der Luftfeuchtigkeitszeiger erfolgt. Auch ökologisch ist die relativ hohe Luftfeuchtigkeit praktisch der wichtigste Standortsfaktor, welcher diese Standorte mit den benachbarten Einheiten XVI und XVII verbindet. Einheit XVII - soziologisch zu den Ahorn-Eschenwäldern gestellt - markiert am äussersten rechten Tabellenrand gleichzeitig auch den physiologisch bedingten Grenzbe-reich der Eibe gegen zu nasse Böden hin.

Zwischen die Linden-Zahnwurz-Buchenwälder (linker Flügel von Einheit XV) und die Lindenmischwälder (X) sind vier Einheiten eingeschoben, die vor allem über eine "mittlere Brücke" taxusbegleitender Arten mit geringem ökolo-gischem Aussagewert mit den benachbarten Einheiten verbunden sind. Jene Seite, die mit einem breiten gemeinsamen Band von Arten in der Mitte der Tabelle an die Lindenmischwälder anschliesst, kann relativ eindeutig zu den Weiss-seggen-Buchenwäldern gestellt werden. Die restlichen drei Einheiten dieses Bereichs sind soziologisch praktisch nur noch durch die von links nach rechts abnehmende Artenzahl gekennzeichnet und umfassen vorwiegend dunkle Eiben-wälder verschiedenster Expositionen und Neigungen. Gemeinsam ist den meisten, dass sie auf Molasse-Mergeln stocken. Die vier extremsten Aufnahmen (XIV) stammen aus Schluchten und von Wänden und wurden mehr der Vollständigkeit halber eingefügt, wobei praktisch nur noch die Eibe selbst überhaupt einen Anschluss an benachbarte Einheiten herstellt. Das ökologisch bedeutsamste Merkmal dieser Einheiten ist die Dunkelheit auf dem Waldboden.

Links der Mitte schliesst zuerst eine Gruppe mittlerer Standorte an den Lindenmischwald an (VIII und IX) und leitet zu jenen für die Eibe besonders charakteristischen wechselfeuchten Standorten über (eigentlicher Eiben-Buchen-

wald VI und VII). Das Muttergestein (Mergel) ist hier der ökologisch prägende Hauptfaktor. Mit zunehmend extremeren Bedingungen gegen links wird die Föhre immer konkurrenzfähiger. Entsprechend schliessen die Aufnahmen verschiedener Pfeifengras-Föhrenwald-Standorte an (IV und V). Ebenfalls teilweise von der Föhre dominiert ist der restliche linke Teil der Tabelle (I - III), welcher ökologisch allerdings deutlich abzutrennen ist vom wechselfeuchten Bereich. Hier haben wir es zu tun mit verschiedenen extremen Ausbildungen von trocken-warmen Kalkstandorten bis hin zu Gratlagen auf karstigem Fels.

Im Gegensatz zum feuchtesten Flügel handelt es sich dabei nicht mehr um Waldstandorte im engeren Sinne. Trotzdem wurde bei diesen Standorten die physiologische Trockenheitsgrenze der Eibe noch nicht unterschritten - auch dies ein Gegensatz zur Situation auf der feuchten Seite.

4.2.6.3. Zur Problematik der Klassifizierung eibenreicher Waldgesellschaften und Aufnahmen

Dass die Eibe eine Baumart ist, deren ökologische Nische in vielerlei Hinsicht, wie erwähnt, oft auf Grenzstandorten liegt, lässt sich auch soziologisch gut zeigen. Generell fällt dies sogleich auf, sobald der Versuch unternommen wird, Aufnahmen aus eibenreichen Gesellschaften in das Gefüge der mehr oder weniger klar definierten übrigen Gesellschaften einzuordnen. Nur selten wird man sogenannte "typische" Aufnahmen finden, bei denen eine Zuordnung zu einer bestimmten Gesellschaft sehr eindeutig ist. Tatsächlich wirkt sich die ökologische Grenzlage häufig in soziologischer Hinsicht so aus, dass namentlich in der Baumschicht die eine Art nicht mehr optimal gedeiht, eine andere aber doch noch an ihrer dominanten Entfaltung hindert. Dieses Phänomen ist etwa bei der Buche im Kontakt mit Linde, Esche, Bergahorn und Eiche besonders häufig zu beobachten. Obschon solche Uebergänge im Einzelfall meistens anhand ihrer floristischen Zusammensetzung als lokal gültige Einheiten beschrieben und abgegrenzt werden können, darf man sich normalerweise nicht erhoffen, damit einen allgemein gültigen, für die Eibe spezifischen Standort charakterisiert zu haben. KUHN (1967) und REHDER (1962) haben im Gebiet der Albiskette (SW von Zürich) ähnliche Erfahrungen gemacht und ebenfalls auf diese Problematik hingewiesen.

Auf der anderen Seite hängt die schwierige Klassifizierbarkeit eibenreicher Standorte vermutlich noch stärker mit der Tatsache zusammen, dass die Eibe selbst durch ihren extremen Schattenwurf viele Bodenpflanzen ausschaltet, die sonst für den edaphischen Standort charakteristisch wären. Diese Schwierigkeit, die einen Aufschluss über die potentielle floristische Zusammensetzung von Eibenwaldstandorten praktisch verunmöglicht, wird auch von ELLENBERG (1978) betont. REHDER (1962) hat in diesem Zusammenhang die beiden Begriffe "Eibenfliehende" und "Eiben-indifferente" Arten verwendet. Er hat in seiner Betrachtung eibenreicher Föhrenwälder ebenfalls aufgezeigt, wie irreführend es wäre, auf einem an sich homogenen Standort Stellen unter Eiben als soziologische Besonderheit zu beschreiben: damit würden normalerweise vorwiegend schattenertragende "Buchenbegleiter" erfasst, während gerade bei Aufnahmen z.B. die für den Standort charakteristischen lichtbedürftigen Föhrenwaldarten fehlten.

Auch die grobe Uebersicht über den ökologischen Aufbau der Vegetationstabelle (s. Kap. 4.2.6.2.) macht im gleichen Sinne deutlich, dass der Versuch, eibenreiche Vegetationsaufnahmen tabellarisch zu ordnen, mit viel Aufwand zwar "optisch" durchaus gelingen kann, dass jedoch die starken "floristischen Störfaktoren" den ökologischen Sinnzusammenhang zwischen den Einheiten "überschattet". Selbstverständlich können andere Aufreihungen der Einheiten als die vorgeschlagene diskutiert werden. Es werden jedoch immer wesentliche Widersprüche und Abgrenzungsprobleme bleiben. Dies liegt nicht nur daran, dass es sich um ein ökologisch mehrdimensionales Gefüge handelt. Es war zum Beispiel in der Tabelle kaum möglich, die Zahnwurz-Buchenwälder tabellarisch befriedigend neben Aufnahmen aus dem relativ nahe verwandten Weissegg-Buchenwald zu stellen, ganz einfach, weil ein grosser Bereich sonst häufig gemeinsamer Arten bei der einen oder bei der andern Einheit fehlte. Auch die Lage der Zahnwurz-Buchenwälder im rechten, sonst vorwiegend durch höhere Bodenfeuchtigkeit charakterisierten Teil der Tabelle ist beispielsweise nicht sehr (öko-)logisch und erklärt sich hauptsächlich negativ aus den grossen Lücken im sonst breiteren mittleren Feld der Arten.

Diese teils unlogische und eher zufällige Abfolge von Einheiten ist insofern auch als Ergebnis zu betrachten, als die Eibe an sich das übliche floristisch-systematische Bild verfälscht und sich eine allein darauf abgestützte ökologische Aussage über den Standort nur sehr bedingt als möglich erweist.

Aus diesen Gründen hat sich grundsätzlich gezeigt, dass die rein pflanzensoziologische Charakterisierung eibenreicher Wälder, besonders wenn sie sich vorwiegend auf die Bodenvegetation abstützt, an sich sehr fragwürdig ist.

Die reine Pflanzensoziologie versagt hier methodisch, soweit sie den Anspruch erhebt, einen Standort auf Grund der Pflanzendecke ökologisch hinreichend zu charakterisieren. Vielmehr ist man bei diesem Bestreben auf die bewährte Kombination von Informationen aus dem Bodenprofil, des Klimas, der Lage und der Geschichte besonders stark angewiesen (vgl. KLÖTZLI 1972). Auch stellt sich bei der Betrachtung derartiger Standorte die Frage des Kontinuums (vgl. WILDI 1977) besonders ausgeprägt, und man ist oft versucht zu behaupten, dass jegliche Grenzziehung völlig willkürlich ist. Es liegt auch durchaus in der Natur der Sache, dass besonders im breiten Uebergangsbereich zwischen Pionier- und Schlussgesellschaften eine Grenzziehung kaum je befriedigend gelingen kann, ausser es handle sich um eine Dauergesellschaft (spezielle "azonale Vegetation").

4.2.6.4. Die wichtigsten eibenreichen Pflanzengesellschaften in der Schweiz

In der Folge werden die einzelnen Einheiten der Differentialtabelle (Tab. 14a) mit wenigen Hinweisen soziologisch charakterisiert, und zwar von links nach rechts. Die genannten Zahlen in runden Klammern hinter den Gesellschaftsnamen bedeuten jeweils die Nummer der Einheiten in ELLENBERG und KLÖTZLI (1972).

Einheit I:

Den extremsten Flügel auf der trockenen Seite bilden die Kreten-Föhrenwälder des Jura, die MOOR (1957) und RICHARD (1960) als *Daphno-Pinetum* und RICHARD (1972) als *Coronillo-Pinetum* beschrieben haben. Die vier Aufnahmen der Tabelle stammen alle vom Waldreservat "Weid". Die Gesellschaft besteht in der Baumschicht nur noch aus wenigen nieder- und krummwüchsigen Bäumen (v.a. Waldföhren, Traubeneichen und Eiben) mit einem Deckungsgrad von 30-60 %, stellenweise mit einer starken Strauchschicht. Sie kann nicht mehr als Wald im engeren Sinne angesprochen werden. Dies zeigt sich auch an der grossen Zahl von sehr

lichtbedürftigen Bodenpflanzen, die vor allem auf den häufigen rasigen Stellen von *Sesleria* und diversen *Carex*-Arten wachsen (Artengruppen A und B₁).

Einheit II:

Standörtlich wie räumlich schliesst an diese extremen Kretenlagen im Jura oft der Blaugras-Buchenwald (*Seslerio-Fagetum*, 16) an. Diese Einheit ist nach der Tabelle gegenüber dem *Daphno-Pinetum* vor allem durch das Auftreten der Gruppe A₁ abzugrenzen. Es handelt sich vorwiegend um Aufnahmen von MOOR (1952). Die Eibe ist in diesem lichten Buchenwald vereinzelt bis zahlreich vertreten und leidet noch nicht stark unter dem Konkurrenzdruck der Buche.

Einheit III:

In dieser Einheit sind vor allem die von SCHWEINGRUBER (1973) beschriebenen "Föhrenwälder mit Eschen in der Krautschicht" (*Fraxino-Pineten*) am Vierwaldstättersee zusammengefasst. Sie repräsentieren einen Spezialstandort auf Kalkschutt in feucht-warmem Föhntal-Seen-Klima und heben sich von den übrigen soziologischen Einheiten vor allem durch die nur hier vertretene Artengruppe A₂ ab. Die Baumschicht dieser Gesellschaft besteht vorwiegend aus Waldföhre, Mehlbeere, Traubeneiche und Bergahorn. Die Eibe ist vorwiegend in der reichen Strauchschicht vorhanden, wo auch die Esche wächst, die SCHWEINGRUBER zu dieser Namensgebung veranlasst hat. Die Buche fehlt in der Baumschicht praktisch völlig.

Ueber die Gruppen B₁ und B₂ besteht eine Verwandtschaft zu den extremeren *Molinio-Pineten*, während die Gruppe D zusätzlich den Uebergang zu den *Taxo-Fageten* nach ETTER und MOOR markiert. Die Gruppen I und K₁ stellen die Verbindung zu einer grossen Zahl weiterer Einheiten, v.a. auch im Bereich mittlerer Standorte her.

Einheiten IV und V:

Mit dem Pfeifengras-Föhrenwald, (*Molinio-Pinetum*, 61) und dem Orchideen-Föhrenwald (*Cephalanthero-Pinetum*, 62), deren gegenseitige Abgrenzung in zwei Assoziationen auf Grund der Gruppen B, C₁ und L₁ erfolgen kann, befinden wir uns am extremen, zur Austrocknung, wie auch

zu periodischer Vernässung neigenden Flügel einer wechselfeuchten bis wechsellrockenen Standortssequenz. Es handelt sich hier immer noch um lichtreiche Föhrenwälder, welche die Eibe vor allem in ihren weniger extremen Ausbildungen häufig enthalten. Die Eibe wird von der übrigen Baumschicht her in ihrer Entwicklung kaum beeinträchtigt.

Oekologisch besteht zwischen dem Pfeifengras-Föhrenwald und den trockenen Kalk-Föhrenwäldern kein kontinuierlicher Uebergang. Im Oekogramm (Abb. 42) sind diese Standorte im speziellen wechselfeuchten Bereich dargestellt, der als etwas ökologisch Abgetrenntes behandelt wird. Nach ROTH (1978) kommt hier, wie erwähnt, die physiologisch bedingte Einschränkung von Buche und Eibe eher durch periodische Vernässung als durch Trockenheit zustande - ein Beleg mehr, dass diese Standorte ökologisch nicht eindeutig zu den Trockenstandorten zu stellen sind.

Einheiten VI und VII:

Diese beiden Einheiten umfassen jene mehr oder weniger homogenen Teile der Aufnahmen von ETTER (1947) und MOOR (1952), welche durch die Gruppen C_1 und C_2 gemeinsam und eigenständig als Eiben-Buchenwald (*Taxo-Fagetum*, 17) charakterisiert sind. Einheit VII enthält vorwiegend Aufnahmen aus montanen Höhenlagen (um 1000 m), was sich im Auftreten der montanen Artengruppen Q_1 und Q_2 sowie im Fehlen wärmeliebender Arten (Gruppen E_2 , F_1 , K_1 , K_2) niederschlägt. In dieser Einheit sind auch *Taxo-Fagetum*-Aufnahmen von KUOCH (1954) enthalten.

Das *Taxo-Fagetum* tritt hier somit in einer collinen bis submontanen (VI) und in einer montanen Ausbildung (VII) in Erscheinung.

Einheit VIII:

Ueber die montanen Arten (Gruppe Q) ist auch der Uebergang zu taxusreichen Tannen-Buchenwäldern (*Abieti-Fagetum*, 18) gegeben. Diese Standorte liegen nicht mehr im Bereich wechselfeuchter (Mergel-)Böden.

Trotzdem gehen noch einige Arten der Gruppe E vereinzelt mit.

Einheit IX:

Es handelt sich um eine kleine Gruppe von Aufnahmen, welche mit dem Tannen-Buchenwald standörtlich nahe verwandt, jedoch in tieferen Lagen zuhause sind. Sie stehen von der übrigen Artenkombination her vorwie-

gend dem Lungenkraut-Buchenwald (*Pulmonario-Fagetum*, 9 und 10) nahe. Mit den Einheiten VIII und IX sind wir in einen ökologischen Bereich mittlerer bis guter Standorte vorgedrungen. Diese Einheiten sind über verschiedene Frische- und Luftfeuchtigkeitszeiger mit dem Eiben-Buchenwald verbunden.

Einheit IX würde praktisch nahtlos zu Einheit XI überleiten, mit einer gewissen Erweiterung des Artenspektrums (v.a. in den Gruppen F und G, sowie M). Aus Gründen eines bestmöglichen Anschlusses der in diesem Rahmen etwas speziellen Einheit X wurde letztere hier eingefügt. Sie verursacht eine auch optisch gut erkennbare Zäsur in der Tabelle.

Einheit X:

Die von TREPP (1947) beschriebenen, z.T. eibenreichen Lindenmischwälder (*Asperulo-Tilietum taurinae*, 25) sind typisch für warme Föhntallagen und stocken auf Blockschutt. Kalk- und nährstoffliebende Elemente warm-feuchter Gebiete gedeihen hier besonders gut (z.B. *Tilia cordata*, *Primula vulgaris*, *Cyclamen europaeum*, *Hepatica triloba*, *Salvia glutinosa*, *Pimpinella major*), was sich vorwiegend in der Gruppe 0 niederschlägt. Mit den besprochenen Einheiten VI-IX besteht eine floristische Verbindung über Artengruppen mit vielen Luftfeuchtigkeitszeigern (v.a. Gruppen N_1 und N_2).

Die Buche hat an der Baumschicht einen nur unbedeutenden Anteil, während Winterlinde, Esche, Ulme und Stieleiche als wichtigste Arten hervortreten. Auch die Eibe steigt nur vereinzelt in die Baumschicht auf, ist jedoch in der Strauchschicht recht stetig vertreten.

Einheit XI:

Wie erwähnt, schliessen die Aufnahmen dieser Einheit unmittelbar an Einheit IX an und gehören teilweise zum Lungenkraut-Buchenwald mit Immenblatt (*Pulmonario-Fagetum melittetosum*, 10). Sie zeigen verschiedentlich noch wechselfeuchte Verhältnisse an. Die ersten fünf Aufnahmen, für welche dies zutrifft, stammen aus der Probefläche L im Untersuchungsgebiet "Chlähbalden". Die übrigen Aufnahmen gehören mehrheitlich bereits zum Weissegg-Buchenwald (*Carici-Fagetum*, 14). Die Einheit liesse sich demnach - wie übrigens die meisten andern auch -

zwanglos noch weiter aufteilen, doch bestünde dadurch für unsere Zwecke die Gefahr, dass die Grobstruktur in der Betrachtung zu stark in den Hintergrund treten würde. Es würde ausserdem wenig Neues bringen, weil eine weiter verfeinerte Gruppierung von tendenziell eher untypischen Aufnahmen (Störfaktor Eibe) als nicht sinnvoll erachtet wird.

Einheit XII:

An diese mittleren Standorte schliessen sich - unter nochmaliger Reduktion der Artenzahl auf ein mittleres Band von vorwiegend schattenresistenten Arten - die im Mittelland immer wieder anzutreffenden eibenreichen Wälder an, deren Gemeinsamkeit vor allem die Dunkelheit im Bestand ist. Sie stocken grösstenteils auf Molasse-Mergeln und treten in Schluchten und Tobeln an Molassehängen häufig in physiognomisch ähnlicher Weise in Erscheinung. Entsprechend sind auf diesen Standorten oft wechselfeuchte Verhältnisse vorhanden.

Die verbindende Artengarnitur zu den anderen Einheiten besteht praktisch nur noch in einem fast allen Einheiten gemeinsamen Mittelband von Arten mit geringem ökologischem Zeigerwert. Es bleibt lediglich die unbefriedigende Möglichkeit einer vollkommen negativen Charakterisierung der Einheit. Oberhalb und unterhalb dieses Bandes ist auf Grund des starken Lichtmangels praktisch das ganze Artenspektrum abgeschnitten, selbst wenn es sonst allenfalls für den edaphischen Standort sogar charakteristisch sein sollte.

Dieser immer wieder auftauchende Walddtypus fordert den Soziologen heraus, dafür trotzdem eine eigenständige und sinnvolle (Arbeits-) Bezeichnung zu finden. XII wird somit provisorisch als Eiben-(Molasse-) Buchen-Tobelwald bezeichnet und als sehr artenarme Subassoziation des Eiben-Buchenwaldes aufgefasst. (Bezeichnung: 17a^a vgl. 1)). Auf diese Problematik wird unter Punkt 4.2.6.5. nochmals eingegangen.

1) Im Bemühen um ein differenziertes, praktisches und in der Praxis verwendbares Abkürzungssystem, haben F. Klötzli, J. Burnand und ich einen noch unpublizierten konkreten Vorschlag ausgearbeitet, bei dem besondere, nicht direkt an den Boden gebundene Standortmerkmale (z.B. Luftfeuchtigkeit, Artenarmut) mit einem Kleinbuchstaben als Hochindex gekennzeichnet sind ($x^a = x$, artenarm, $x^{aa} = x$, extrem artenarm).

Einheit XIII:

Auf rund 10 oder weniger Arten reduziert sich das Spektrum der Krautschicht, sobald das Kronendach von Eibe und Buche nochmals dichter wird oder wenn auf Grund der extremen Steilheit der Hänge durch rutschende Laub- und Humuspakete das Aufkommen einer Bodenvegetation noch zusätzlich erschwert wird. Dies ist in der vorliegenden Gruppe von Aufnahmen der Fall: oftmals kann der Standort nur noch nach der (meistens vom Menschen beeinflussten) Baumschicht und dem Boden beurteilt werden. Eine pflanzensoziologische Erfassung solcher Standorte ist praktisch nicht möglich.

In dieser Einheit sind unter anderem Aufnahmen der Eiben-Probefläche B am "Unterwilerberg" enthalten. Als Versuch sei auch diesem Kind im Rahmen dieser Arbeit ein Name gegeben: "dunkler Eiben-Buchenwald" (17a^{aa}, vgl. 1). Die Einheit ist als extreme Variante von Einheit XII aufzufassen. Sie ist oft auch durch besonders schroffe Hanglagen gekennzeichnet und abgrenzbar.

Einheit XIV:

Etwas anders liegt die Situation bei den eigentlichen Schlucht- und Felswand-Standorten: hier ist zwar die Artenzahl ebenso gering wie bei Einheit XIII, doch ist der Lichtmangel im allgemeinen nicht so ausgeprägt und somit auch nicht Hauptursache dafür. Vielmehr sind oft nur noch einige Felsspalten da, wo sich wenige Farne und Moose ansiedeln können neben den wenigen Bäumen, die solche halsbrecherischen Standorte erklommen haben. Die Standorte sind in diesem Sinne auch nicht mehr Waldstandorte (obschon oft mit nahezu geschlossenem Kronendach), sondern eher eine Art Kuriositäten, die demonstrieren sollen, wie extrem sich die Eibe standörtlich oft verhalten kann. Die vier Aufnahmen wurden mehr im Sinne ökologischer Vollständigkeit in die Tabelle einbezogen, als mit der Absicht, eine soziologische "Einheit" zu bilden. (Zur obligatorischen Ausrüstung des Pflanzensoziologen gehört hier das Bergseil.)

Einheit XV:

Eine erneute Erweiterung erfährt die Artenzahl im Bereich des Zahnwurz-Buchenwaldes (*Cardamino-Fagetum*, 12/13). Vom Boden her gehört diese Einheit (wie erwähnt) nicht so weit an den rechten Rand der Tabelle, wo der Uebergang zu den feuchtesten Standorten herzustellen ist, sondern eher in die Nähe der Lungenkraut- und Weisseggen-Buchewälder (Einheiten IX und XI). Die immer noch ausgeprägte, auf ein schmales Mittelband konzentrierte Artenarmut einerseits sowie die häufig vertretenen Luftfeuchtigkeitszeiger andererseits lassen jedoch diese Aufnahmen tabellarisch zwanglos in die Nähe der *Aro-Fageten* rücken.

In dieser Einheit, die ihrerseits zumindest noch in eine lindenreiche (Sommerlinde, *Cardamino-Fagetum tilietosum*, 13) und in eine "normale" (*typicum*, 12) Subassoziaton unterteilbar ist, finden sich die meisten Aufnahmen der Probeflächen von "Weid" (E, F, G, H) sowie jene der Probefläche A am "Unterwilerberg".

Einheit XVI: Die Aufnahmen des eigentlich bodenfeuchten bis nassen Standortbereichs stammen vor allem von Hangfüssen mit Hangdruck und von unmittelbar benachbarten Muldenlagen. Erstere wurden in dieser Einheit zusammengefasst und sind soziologisch relativ eindeutig als Aronstab-Buchenwald (*Aro-Fagetum*, 11) anzusprechen. Die Eibe gedeiht hier noch sehr vital, wird jedoch sofort selten, sobald die Verhältnisse noch nasser werden.

Einheit XVII:

Diese Gruppe von Aufnahmen umfasst einige Eibenstandorte in Uebergangszonen zu eigentlichen Ahorn-Eschenwäldern (*Aceri-Fraxineten*, 26). Die Aufnahmen wurden jeweils in der nächsten Umgebung der gerade noch letzten, am weitesten in die Bodennässe vorgedrungenen Eiben gemacht. Die Buche ist hier oft schon nicht mehr, oder zumindest nicht mehr vital vorhanden.

Die zwei äussersten Aufnahmen (Ahorn-Eschenwälder) enthalten, wie bereits erwähnt, die Eibe nicht, wurden jedoch in die Tabelle aufgenommen, weil sie aus der ökologisch untersuchten Probefläche C in unmittel-

telbarer Nachbarschaft von noch eibenfähigen Standorten stammen. Die Ahorn-Eschenwälder sowie ein Teil der Aronstab-Buchenwälder sind durch das Auftreten der Gruppe R deutlich gegenüber allen übrigen Arten abgerenzt.

Insgesamt fällt in der Tabelle auf - und diese Tatsache wurde auch zu einem wesentlichen ordnenden Kriterium - , dass die Artenzahl der Aufnahmen von links nach rechts (in grossen Zügen) stark abnimmt. (Dort, wo nicht der Lichtmangel die entscheidende Rolle spielt, konnten innerhalb der einzelnen Abschnitte oftmals zusätzlich noch edaphische Ausbildungen unterschieden werden.)

4.2.6.5. Die Frage des Eiben-(Steilhang-)Buchenwaldes (*Taxo-Fagetum*, 17)

ELLENBERG beschreibt 1963 noch den "Eiben-Steilhang-Buchenwald" (*Taxo-Fagetum*) als Antagonisten des Weissegg-Buchenwaldes (*Carici-Fagetum*) in der montanen Stufe des Jura und des Alpenvorlandes. Jener hätte demnach vor allem die steilen Nordlagen, dieser vorwiegend Südhänge besiedelt. Er fügt jedoch gleich an, dass die Vorliebe der Eibe für schattig-kühle Standorte "merkwürdig" sei im Hinblick auf ihre in andern Gebieten ausgeprägte Bevorzugung von warmen und trockenen Südlagen (z.B. im illyrischen Karst, auf den südostenglischen Kalkhöhen usw., WRABER 1952, TANSLEY 1939).

Diese vermeintlich typische Bindung der Eibe an kühle Nordhänge stammte offensichtlich aus dem vorhandenen Aufnahmematerial von ETTER (1947) und MOOR (1952), welche das damals sehr weit gefasste *Taxo-Fagetum* vorwiegend aus solchen Lagen beschrieben hatten. In Wirklichkeit bevorzugen verschiedene eibenreiche Gesellschaften auch im Schweizer Mittelland und im Jura sogar eher Südlagen: so z.B. im Napfgebiet und im Entlebuch, wo AREGGER (1950) auf die Bevorzugung von Südlagen durch die Eibe hingewiesen hat. Ebenso geben die grossen Häufungen von Eibenstandorten am Jura-Südfuss, an den Südhängen der Albiskette (KUHN 1967, REHDER 1962) und am Nordufer des Walensees ähnliche Hinweise. Hierzu sind auch die unter 2.3.2.1.c bereits erwähnten neueren Ergebnisse von ROTTENBURG und KOEPPNER (1972) zu beachten, wonach die Eibe auf Wasserverlust zwar empfindlich reagiert, dank der hohen Reaktionsfähigkeit der Stomata dagegen aber gleichzeitig relativ gut geschützt ist. Diese Fähig-

keit ist namentlich als auffälliger Unterschied zur Konstitution der Weiss-tanne festzuhalten, welche beispielsweise am Jura-Südhang häufig gepflanzt wurde und nun vielerorts abstirbt. Dass eine solche Art jedoch trotzdem wo immer möglich luftfeuchte Standorte bevorzugen würde, leuchtet andererseits schon aus Gründen der Konkurrenzfähigkeit ein: je häufiger die Stomata am Tage offen bleiben können, desto grösser wird die Netto-Assimilation und dadurch die Konkurrenzfähigkeit einer Art. Dies spielt aber überall dort keine Rolle mehr, wo an Südhängen die Konkurrenzkraft der Hauptbaumarten, vorab der Buche, aus andern (meistens edaphischen) Gründen eingeschränkt ist - und das ist bei den meisten eibenreichen Südhangesellschaften der Fall.

In ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) wird die Vorstellung der Nordhang-Bindung schliesslich fallen gelassen und der Eiben-Buchenwald als Pflanzengesellschaft beschrieben, deren Exposition keine grosse Bedeutung hat, was schon allein aus der Lage des dort verarbeiteten Aufnahmемaterials ersichtlich ist (vgl. auch ELLENBERG 1978).

Diese Entwicklung in der Anschauung macht nebenbei deutlich, wie leicht eine eher zufällige, z.B. durch die Auswahl des Untersuchungsgebietes bzw. des Aufnahmемaterials bedingte Korrelation zwischen ökologischen Faktoren und gewissen Phänomenen, hier der Eibenhäufigkeit mit Nordhängen, zu einer kausalen Standortsbeziehung aufgewertet werden kann. Die ausgeprägte Physiognomie schattig-kühler Eibenbestände dürfte diesen Eindruck der kausalen ökologischen Verknüpfung mit dem Nordhangklima in unserem Beispiel noch speziell unterstützt haben.

Ausser der erfolgten Loslösung des ursprünglich von ETTER und MOOR beschriebenen *Taxo-Fagetum* vom obligatorischen Standortsfaktor "Nordhangklima" wurde seither vor allem von KUHN (1967) auf die heterogene Zusammensetzung der damals gefassten Assoziation hingewiesen. KUHN hat das ursprüngliche *Taxo-Fagetum* aufgeteilt und viele jener Aufnahmen andern Einheiten zuordnen können. Ein trotzdem übriggebliebener, relativ homogener Teil wurde von ihm für das Gebiet der Albiskette dann als "Mehlbeeren-Hagenbuchenwald mit Pfeifengras" bezeichnet.

In der Tabelle deutlich von diesem "klassischen" Teil des *Taxo-Fagetum* abgetrennt, ist ein zweiter Eibenschwerpunkt, der auch etliche Aufnahmen enthält, die in der Literatur als sog. *Taxo-Fageten* bezeichnet wurden. Auch

meine eigenen Aufnahmen aus den typischen Eibenflächen am "Unterwilerberg" (Probefläche B), welche ursprünglich als typisches *Taxo-Fagetum* angesehen wurden, sind hier zu finden.

Die Abtrennung der zwei Einheiten XII und XIII vom "typischen" *Taxo-Fagetum* erfolgt (wie erwähnt) aufgrund der ausgeprägten Artenarmut an Bodenpflanzen, vor allem Ausdruck des minimalen Lichteinfalls. Dem Schatten sind unter anderem auch die typischen *Taxo-Fagetum*-Arten der Gruppen C₁ und C₂ zum Opfer gefallen. Soziologisch besteht unter anderem über die Gruppen F, G, H, L und N eine Verwandtschaft zum *Taxo-Fagetum* nach ETTER und MOOR, sonst jedoch keineswegs Identität.

Da die Abgrenzung der Einheiten XII und XIII vom *Taxo-Fagetum* nur negativ, d.h. durch das Fehlen von Artengruppen gegeben ist, umgekehrt jedoch eine deutliche physiognomische Standortsverwandtschaft besteht, liegt die Versuchung nahe, diese Einheiten als artenarme Variante des ETTER'schen *Taxo-Fagetum* zusammenzufassen. So wurden sie mit den Arbeitstiteln "Eiben-(Molasse-) Buchen-Tobelwald" und "dunkler Eiben-Buchenwald" bezeichnet (vgl. 4.2.6.4.). Die Möglichkeit, diese beiden Einheiten ökologisch zu definieren, ist allein von der soziologischen Seite her nicht gegeben, doch wäre es eventuell wünschbar, anhand einer Faktorenanalyse experimentell einen ausführlichen ökologischen Standortsvergleich durchzuführen. In der vorliegenden Untersuchung war diese Abklärung leider nicht mehr möglich.

Durch die gemachten Ausführungen wurde bereits deutlich, wie schwierig und problematisch die systematische Gliederung typischer eibenreicher Standorte im Untersuchungsgebiet ist.

Die ursprüngliche Absicht, den Anschluss dieser Aufnahmen an solche ausserhalb des Untersuchungsgebiets, vor allem an jene von HOFMANN (1958) aus Mitteldeutschland, herzustellen, wurde daher fallengelassen.

Bereits innerhalb des Untersuchungsgebiets haben sich florengeographische Unterschiede als zusätzliche Erschwerung zu den übrigen Problemen der selektiven Artenarmut, der besonders subjektiven Flächenauswahl usw. erwiesen. Sie dürften sich bei einem derartigen Versuch noch stärker niederschlagen. Ein allein soziologischer Vergleich erscheint mir weder sinnvoll noch möglich. Generell konnte ich feststellen, dass neben HOFMANN auch MUHLE (1978) ein sehr ähnliches, im Bereich basenreicher Standorte praktisch identisches Standorts-

spektrum der Eibe erfasst hat - zumindest soweit, wie man annehmen darf, dass gleiche oder ähnliche Bezeichnungen von Gesellschaften auch ähnliche Standorte beinhalten.

Einzig im Bereich mittlerer, teils neutraler bis saurer Standorte auf eher silikatischen Böden hat z.B. HOFMANN eibenreiche Waldgesellschaften beschrieben, die in meinem Untersuchungsgebiet vermutlich fehlen (z.B. Perlgras-Buchenwald, *Melico-Fagetum*; Hainsimsen-Traubeneichen-Buchenwald, *Melampyro-Fagetum*). MUHLE erweitert diese Liste noch um einige zusätzliche Gesellschaftsnamen eher saurer Standorte und MAYER (1974) beschreibt den auch bereits erwähnten "Silikat-Eiben-Steilhang-Buchenwald" (*Taxo-Fagetum-polypodietosum*) auf steilen Granitwandabbrüchen im Freyensteiner Donauwald (Strudengau, Oesterreich); dies nebst einigen Kalkgesellschaften, die den hier beschriebenen Einheiten wohl recht nahe verwandt sind.

Nach dem Studium der Struktur der pflanzensoziologischen Tabelle mit den 260 Aufnahmen sowie als Folgerung aus der Vielzahl sehr unterschiedlicher, als *Taxo-Fagetum* bezeichneter Vegetationsaufnahmen ist die bereits erwähnte Vermutung von ELLENBERG (1978) ernstlich zu prüfen, wonach das *Taxo-Fagetum* gar keine als Assoziation zu fassende Einheit darstellt: "Wahrscheinlich handelt es sich gar nicht um eine besondere, in sich einheitliche Assoziation, sondern um *Taxus*-Fazies verschiedener Gesellschaften." Sicher ist zutreffend, dass es sich bei sehr vielen derartigen Aufnahmen lediglich um eibenreiche, und daher physiognomisch und soziologisch stark "entstellte" Ausbildungen anderer Pflanzengesellschaften handelt. Diese wären somit eben als eibenreiche Subassoziationen oder als Varianten derselben zu bezeichnen. Für die Beurteilung dieses Sachverhalts ist allerdings das hier verarbeitete, ausschliesslich eibenreiche Aufnahmematerial nicht sehr geeignet, da es keine Möglichkeit zum Vergleich und Anschluss an eibenlose Ausbildungen dieser Gesellschaften bietet.

Insgesamt besteht jedoch kein Zweifel darüber, dass die mergeligen Steilhänge im Schweizer Mittelland und im Jura einen stets wiederkehrenden, eibenreichen Standortstyp enthalten, der als ökologisch signifikante Standortseinheit zwischen den Herrschaftsgebieten von Buche und Föhre zu finden ist. Auf die grossen Schwierigkeiten, seine Abgrenzung rein analytisch (z.B. soziologisch) einwandfrei vorzunehmen, wurde wiederholt hingewiesen.