

Zeitschrift:	Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
Herausgeber:	Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band:	60 (1950)
Artikel:	Die Standorte jurassischer Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden (Humuskarbonatböden und Rendzinen)
Autor:	Bach, Roman
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-42126

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.01.2026

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

Die Standorte jurassischer Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden (Humuskarbonatböden und Rendzinen)

Von *Roman Bach*, von Eschenz (Thurgau)

Mitteilung aus dem Agrikulturchemischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule
in Zürich
(Vorstand: Prof. Dr. H. Pallmann)

Eingegangen am 27. Februar 1950

	Inhaltsverzeichnis	Seite
I.	Einleitung und Problemstellung	52
II.	Methoden	53
	1. Aufnahme des Standortes, besonders des Bodenprofils	53
	2. Ermittlung der entscheidenden Standortsfaktoren der Pflanzen- gesellschaften	58
III.	Allgemeines zum Standort der untersuchten Pflanzengesellschaften im Jura	60
	1. Die unabhängigen Standortsfaktoren	60
	a) Das Muttergestein	60
	b) Das Relief	61
	c) Das Klima	61
	d) Die Zeit	62
	2. Die Böden	63
	a) Die Kalkböden im allgemeinen	63
	b) Die Humuskarbonatböden und Rendzinen	68
IV.	Untersuchungsergebnisse	74
	1. Der Standort der einzelnen Gesellschaften	74
	a) Einleitendes	74
	b) <i>Phyllitido-Aceretum</i>	75
	c) <i>Sorbeto-Aceretum</i>	81
	d) <i>Tilieto-Fagetum</i>	84
	e) <i>Arunco-Aceretum</i>	87
	f) <i>Equiseto-Abietetum</i>	92
	g) <i>Taxeto-Fagetum</i>	96
	h) <i>Seslerieto-Fagetum</i>	101
	i) <i>Cariceto-Fagetum</i>	108
	k) <i>Fagetum</i>	114
	l) <i>Abieto-Fagetum</i>	124
	m) <i>Rumiceto-Fagetum</i>	132
	2. Pflanzengesellschaft und Standort im allgemeinen	136
	a) Die entscheidenden Standortsfaktoren (s. str.)	136
	b) Indikatorwert der Pflanzengesellschaften	138
	c) Faktorenersatz	139

	Seite
3. Einige Zusammenhänge bei der Bodenbildung im Jura	142
4. Vegetations- und Bodenserien im Jura	143
V. Zusammenfassung	144
Literatur	150

I. Einleitung und Problemstellung

Während über die Böden des Mittellandes und der Alpen schon mehrere Untersuchungen veröffentlicht sind, waren die Böden des Schweizer Juras bisher sehr wenig bekannt. Die ausgedehnten pflanzensoziologischen Studien an den jurassischen *Wäldern*, die Herr Dr. Moor besonders während der letzten drei Jahre durchführte (eine umfassende Arbeit über das *Fagion* wird demnächst von ihm veröffentlicht werden; vgl. auch Moor, 1940, 1942, 1945, 1947), boten nun eine günstige Gelegenheit, auch die Untersuchung der jurassischen Böden in Angriff zu nehmen.

Im Rahmen dieser bodenkundlich-pflanzensoziologischen Zusammenarbeit hatten wir uns vorerst das Problem gestellt: Welches ist das Bodenprofil der verschiedenen Waldpflanzengesellschaften? Im Verlauf der Untersuchungen zeigte sich aber bald, daß nicht jede Pflanzengesellschaft ihr besonderes Profil hat und daß die Frage deshalb weiter gefaßt werden und lauten mußte: *Welches sind die entscheidenden Standortsfaktoren der einzelnen Gesellschaften?*

Zur Ermittlung dieser Faktoren war es notwendig, die Standorte der einzelnen Gesellschaften möglichst in ihrer ganzen Variationsbreite zu erfassen und sie mit den Standorten anderer, besonders der verwandten und benachbarten Gesellschaften zu vergleichen; denn die entscheidenden Faktoren können nicht an einem zufällig herausgegriffenen Einzelstandort ermittelt werden. Unsere Untersuchungen erstreckten sich deshalb fast über den ganzen Jura; von den etwa dreißig Assoziationen und Subassoziationen, die der Pflanzensoziologe bei den Wäldern ausschied, wurden bis zum Schluß über 800 Bestände pflanzensoziologisch und etwa 300 Profile bodenkundlich aufgenommen. Da das Material aber nicht bei allen Gesellschaften zu einer eindeutigen Charakterisierung der entscheidenden Standortsfaktoren ausreicht, muß vorliegende Arbeit auf das *Fagion* (den soziologischen Verband der Buchenwälder) beschränkt bleiben.

Die Feldaufnahmen waren eigentlich nur als Vorarbeit für exakte Untersuchungen gedacht: sie sollten zeigen, welche Messungen und Analysen für die Abklärung des Problems überhaupt in Frage kommen. Diese Vorarbeiten nahmen aber einen viel größeren Umfang an, als vorzusehen war, so daß das Resultat wohl vorweg publiziert werden darf. Dies um so mehr, als es zum quantitativen Beweis noch weiterer

jahrelanger Untersuchungen bedarf, Untersuchungen, für die zum Teil die Methoden noch nicht genügend ausgearbeitet sind (so vor allem für die Bestimmung des Wasser-, Luft- und Wärmehaushaltes der Böden).

In bodenkundlicher Hinsicht brachte die Problemstellung mit sich, daß aus der Arbeit nicht eingehende physikalische und chemische Kenntnisse einiger bestimmter Profile, sondern ein *Überblick über die verschiedenen Böden* resultierte, auf denen die jurassischen Wälder stocken. Durch die Untersuchungen von Herrn R. L e u e n b e r g e r (1949), der einige ausgewählte Profile — auch solche landwirtschaftlich genutzter Böden — physikalisch und chemisch analysierte, ist die Kenntnis von den Schweizer Juraböden aber schon bedeutend vertieft worden.

II. Methoden

1. Aufnahme des Standortes, besonders des Bodenprofils

Die pflanzensoziologische Untersuchung der Wälder durch Dr. M. M o o r wurde nach dem System *Zürich-Montpellier* (vgl. J. B r a u n - B l a n q u e t , 1928) durchgeführt, d. h. maßgebend bei der Aufnahme der Einzelbestände und bei der Ausscheidung der Gesellschaftseinheiten waren die *floristisch-soziologischen* Verhältnisse. Da die einzelnen Pflanzenarten eine bestimmte ökologische Amplitude haben, so ist durch die charakteristische Artenkombination einer Gesellschaft auch deren Standort definiert. Die Erforschung der *Ökologie* einer Gesellschaft ist eine der Hauptaufgaben der Pflanzensoziologie. Die Einzelbestände einer Gesellschaft werden deshalb schon bei der floristischen Aufnahme auch ökologisch kurz charakterisiert; man gibt zum Beispiel Meereshöhe, Exposition zur Sonne, Neigung der Bodenoberfläche, Geländeform und geologische Unterlage an.

Bei den Untersuchungen im Jura wurden nun in möglichst vielen Einzelbeständen der verschiedenen Gesellschaften auch *Bodenprofile* geöffnet und so genau als möglich beschrieben (mit wenigen Ausnahmen gruben wir die Profile selbst, weil man sie auf diese Weise am besten kennenlernenlernt). Die Standorts- und besonders die *Profilbeschreibung* wurde nach dem am Agrikulturchemischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule gebräuchlichen, hauptsächlich von P a l l m a n n ausgearbeiteten *Schema* (vgl. auch F r e i , 1944) durchgeführt, das in besonderen « Profilbüchern » oder auf Blättern vorgedruckt war. Das Schema ist folgendes :

I. Allgemeines und primäre Standortsfaktoren

1. Datum
2. Feldbuch (Nummer und Seite, wo sich die ergänzenden Notizen finden)
3. Ort

4. Besitzer des Grundstückes, in dem das Profil gegraben wird
5. Kartenblatt des topographischen Atlases und Koordinaten
6. Exposition
7. Neigung der Hangoberfläche
8. Höhe über Meer
9. Geländeform
10. Geologisch-petrographische Verhältnisse
11. Niederschläge und Temperatur der nächstliegenden meteorologischen Beobachtungsstation
12. Vegetation (soziologische Aufnahme)

II. Profilmerkmale

1. Entstehungsart des Bodens

autochthon: das Muttergestein ist an Ort verwittert
 kolluvial
 alluvial
 äolisch
 bio-, bzw. chemogen } Art der Ablagerung von vorverwittertem Muttergestein

2. Mächtigkeit des Bodenprofils

sehr flach	0— 10 cm
flach	10— 30 cm
mittel	30— 60 cm
tief	60—120 cm
sehr tief	über 120 cm

3. Physiologische Gründigkeit des Bodens

sehr flach	0— 10 cm	oder: Angabe der Mächtigkeit des Hauptwurzelraumes und des Nebenwurzelraumes in cm.
flach	10— 30 cm	
mittel	30— 60 cm	
tief	60—120 cm	
sehr tief	über 120 cm	

4. Grad der Horizontierung

nicht erkennbar
 schwach
 deutlich
 stark

5. Schärfe der Horizontgrenzen

diffus
 deutlich
 scharf

6. Entkarbonatungstiefe in der Feinerde

sehr flach	0— 10 cm	oder: Angabe in cm.
flach	10— 30 cm	
mittel	30— 60 cm	
tief	60—120 cm	
sehr tief	über 120 cm	

7. Wasserhaushalt des Profils (evtl. einzelner Horizonte)

- sehr trocken
- trocken
- frisch
- wechselfeucht
- vernässt

III. Horizontmerkmale

1. Körnung

a) Anteil des Skelettes an der festen Bodensubstanz (gewichtsmäßig)

- 1 = sehr wenig Skelett (vereinzeltes Skelett in die Feinerde eingebettet)
- 2 = wenig Skelett (Skelett in die Feinerde eingebettet)
- 3 = mittel viel Skelett (etwa gleich viel Skelett wie Feinerde)
- 4 = viel Skelett (Feinerde füllt nur die Hohlräume zwischen dem Skelett)
- 5 = sehr viel Skelett (Feinerde füllt die Hohlräume zwischen dem Skelett nicht)
oder: Angabe in %.

Komplementär ist der Gehalt an Feinerde zu beurteilen:

- 1 = sehr reich an Feinerde
- 2 = reich an Feinerde
- 3 = mäßig reich an Feinerde
- 4 = arm an Feinerde
- 5 = sehr arm an Feinerde

b) Größe des Skelettes

- | | |
|------------------|------------------------|
| 1 = grobblockig | über 50 cm Durchmesser |
| 2 = blockig | 20—50 cm Durchmesser |
| 3 = grobkiesig | 10—20 cm Durchmesser |
| 4 = mittelkiesig | 2—10 cm Durchmesser |
| 5 = feinkiesig | 0,2—2 cm Durchmesser |

c) Körnung der Feinerde

- | | |
|-----------------|--|
| 1 = grobsandig | } nach Skala der
Internationalen
Bodenkundlichen
Gesellschaft |
| 2 = feinsandig | |
| 3 = staubsandig | |
| 4 = lehmig | |
| 5 = tonig | |

Die Schätzungen stimmten mit Kontrollanalysen ordentlich überein.

2. Humusgehalt

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 = humusarm | 0—3 % Humus |
| 2 = humushaltig | 3—10 % Humus |
| 3 = humos | 10—20 % Humus |
| 4 = antorfig | 20—50 % Humus |
| 5 = torfig | über 50 % Humus |

Die Schätzungen waren meist niedriger als die Werte der Kontrollanalysen, standen aber im richtigen Verhältnis zueinander.

3. Humusform

- 1 = Rohhumus
- 2 = koprogener Mor
- 3 = chemogener Mor
- 4 = koprogener Mull
- 5 = chemogener Mull

4. Azidität

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1 = sehr sauer | pH unter 4,6 |
| 2 = sauer | pH 4,6—5,9 |
| 3 = schwach sauer | pH 5,9—6,7 |
| 4 = neutral | pH 6,7—7,3 |
| 5 = alkalisch | pH über 7,3 |

In den Aufnahmeprotokollen werden nur die an frischen Proben mit der Chinhydronelektrode gemessenen Werte wiedergegeben.

5. Kalkgehalt der Feinerde

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1 = kein Aufbrausen | unter 1 % CaCO ₃ |
| 2 = schwaches Aufbrausen, nicht anhaltend | 1—2 % CaCO ₃ |
| 3 = deutliches Aufbrausen, nicht anhaltend | 3—4 % CaCO ₃ |
| 4 = deutliches Aufbrausen, anhaltend | über 5 % CaCO ₃ |

6. Nährstoffgehalt

- | | |
|----------------|--|
| 1 = sehr arm | Die Schätzungen stimmten mit den Kontrollanalysen |
| 2 = arm | so wenig überein, daß sie im folgenden nicht wieder- |
| 3 = mittel | gegeben werden. |
| 4 = reich | |
| 5 = sehr reich | |

7. Biologische Aktivität

- 1 = sehr wenig aktiv (inaktiv)
- 2 = wenig aktiv
- 3 = mittel aktiv
- 4 = aktiv
- 5 = sehr aktiv

8. Gefüge

- 1 = schütteres Primitivgefüge
- 2 = schütteres Aggregatgefüge
- 3 = Schwammgefüge
- 4 = poröses bis dichtes Sintergefüge
- 5 = dichtes Betongefüge (oder bindiges Primitivgefüge)

9. Durchwurzelung : Haupt- und Faserwurzeln

- 1 = sehr wenige
- 2 = wenige
- 3 = mittel viele (z. B. im Hauptwurzelraum des *Abieto-Fagetum festucetosum*)
- 4 = viele
- 5 = sehr viele (z. B. im Hauptwurzelraum des *Seslerieto-Fagetum anthemionicetosum*)

10. Farbe

Angabe nach Unesma-Farbtafeln oder Abstrich mit feuchter Bodenprobe ins Profilbuch.

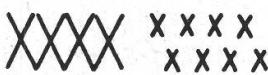
Dieses Schema diente nur als Hilfsmittel zur Erleichterung und Beschleunigung der Profilbeschreibung und Auswertung der Aufnahmen. Über allem Schema stand selbstverständlich die *Genauigkeit und Vollständigkeit* der Profilaufnahme: wo das Schema nicht paßte, wurde es auf der Seite gelassen, und die Beobachtungen wurden sonst so getreu als möglich wiedergegeben; ebenso wurde darauf geachtet, daß auch besondere Merkmale notiert wurden, die nicht im Schema enthalten sind. Die Anwendung des Schemas war an *analysierten Profilen und Proben* erlernt worden; später wurden solche zur *Kontrolle* benutzt. Es sei aber nochmals festgehalten: *die Angaben über Körnung, Humusgehalt usw.* (ausgenommen die pH-Werte) *beruhen auf Schätzungen*, die mit analytischen Daten nicht genau übereinstimmen; unter sich verglichen, stehen sie aber im richtigen Verhältnis zueinander.

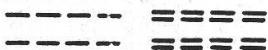
Von jedem Profil wurde auch eine *Zeichnung* angefertigt, für welche die am Agrikulturchemischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule gebräuchlichen Symbole verwendet wurden:

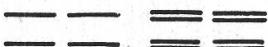
Signaturen für die Zeichnung des Bodenprofils

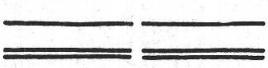
 Streu (lose, lagig, verklebt)

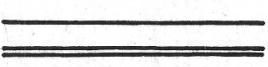
 Mull (die Zahl der Striche entspricht bei Humusgehalten unter 20 % dem geschätzten Humusgehalt in %)

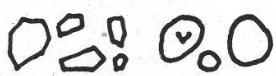
 Mor (verfilzt, körnig)

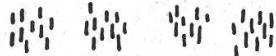
 Sand (karbonatfrei, karbonathaltig)

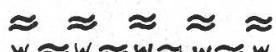
 Staubsand (karbonatfrei, karbonathaltig)

 Lehm { karbonatfrei
 karbonathaltig

 Ton { karbonatfrei
 karbonathaltig

 Skelett: eckig, gerundet; verwittert = v, das Zeichen für Karbonatgehalt (=) wird weggelassen, weil es sich bei den untersuchten Böden immer um Kalkskelett handelt; Menge, Größe und Form des Skelettes werden möglichst treu wiedergegeben

 Gley

 Kalkflaum
 Kalktuff, Kalkschmiere

 Wurmlösungen (werden in den einzelnen Beispielen von Profilaufnahmen nicht einzzeichnet, damit die Zeichnungen nicht überladen werden)

 Entkarbonatungstiefe

Bei großem Skelettgehalt eines Profils wird die Profilzeichnung zweigeteilt: links wird das Skelett gezeichnet, rechts die Feinerde mit den besonderen Merkmalen

Die *Horizonte* werden mit den üblichen *Symbolen* bezeichnet :

L	= Laubstreu vom Vorjahr
A ₀	= mehrjährige Laubstreu (Rohhumus)
A ₁	= Humushorizont
A ₁₋₂	= Übergang vom Humushorizont zum Mineralerdeverwitterungshorizont
A ₂	= Mineralerdeverwitterungshorizont
B _{ca}	= Kalkflaumanreicherungshorizont
G	= Gleyhorizont
C	= Muttergestein
D	= fremde Unterlage

Die *Horizontgrenzen* werden wie folgt markiert :

Bindestrich = diffuser Übergang, z. B. bA₂—bC

Binde-Bruchstrich = ± deutliche Grenze, z. B. kA₂ ≠ kB_{ca}

Bruchstrich = scharfe Grenze, z. B. kA₀/kA₁

Der *Bodentyp*, dem das Profil angehört, wird durch einen Koeffi-

- zienten bezeichnet, der den Horizonten vorangestellt wird :

k = Humuskarbonatboden
r = Rendzina
b = Braunerde

rk = rendzinoider HKB
kr = humose Rendzina
br = verbraunte Rendzina
bk = verbraunter HKB

2. Ermittlung der entscheidenden Standortsfaktoren der Pflanzengesellschaften

Ausgehend von der Tatsache, daß der Boden ein wichtiger Standortsfaktor für die Pflanzengesellschaften ist, hatten wir uns vorerst das Problem gestellt, das Profil einiger wichtiger Gesellschaften zu untersuchen. Nach wenigen Aufnahmen hatte sich aber gezeigt, daß nicht jede Pflanzengesellschaft ihr besonderes Profil hat, durch das allein sie sich schon von allen andern Gesellschaften unterscheidet, sondern daß immer der *Standort als Ganzes* maßgebend ist.

Die Ermittlung der Standortsfaktoren, die für die untersuchten Gesellschaften entscheidend sind, ist die Frucht engster Zusammenarbeit mit dem Pflanzensoziologen Dr. M. Moor.

Das Problem wurde auf folgende Weise zu lösen versucht : Jeder neu aufgenommene Standort wurde in bezug auf die einzelnen Faktoren mit den schon untersuchten Standorten sowohl der gleichen als auch aller andern Gesellschaften verglichen. Stimmt ein Merkmal bei zwei Gesellschaften in der Variationsbreite mehr oder weniger überein, so kann es selbstverständlich nicht entscheidend sein für die Verschiedenheit der beiden Gesellschaften; ebenso kann ein Merkmal für eine Gesellschaft nicht entscheidend sein, wenn es regellos innerhalb weitester Grenzen schwankt.

Mit wachsendem Aufnahmematerial schmolz nun die Zahl der Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Gesellschaften immer mehr zusammen; schließlich blieben nur noch wenige « *integrale Standortfaktoren* » (Pallmann, 1948 a) als entscheidend übrig, die sich nicht direkt aus der Untersuchung, sondern aus der Kombination der aufgenommenen Einzelfaktoren ergaben.

Sobald die entscheidenden Standortsfaktoren einer Gesellschaft ermittelt zu sein schienen, wurde das Ergebnis in der Weise nachgeprüft, daß bei jeder neuen Aufnahme gefragt wurde, ob am betreffenden Ort eine andere Gesellschaft stocken müßte, wenn einer der Faktoren anders wäre. Diese Überprüfung war möglich dank der reichen Erfahrung, die mit der Zeit gewonnen worden war.

Auf eine Auswertung der Aufnahmen nach den Methoden der mathematischen Statistik wurde verzichtet, weil erstens keine exakten Messungen, sondern nur relativ richtige Schätzungen vorlagen und weil zweitens bei genauer Beobachtung und Überlegung Zusammenhänge erkannt wurden, für deren rechnerische Ermittlung die zahlenmäßigen Unterlagen fehlten. In der Pflanzensoziologie und in der Bodenkunde gibt es eben viele Beziehungen, die der exakten Zahl widerstehen (Pallmann, 1948).

Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Pflanzengesellschaften, deren Standorte nach der oben beschriebenen Methode untersucht worden sind (Tabelle 1).

Tabelle 1
Die untersuchten Pflanzengesellschaften

Fagion	Verband der Buchenwälder
<i>Phyllido-Aceretum</i>	Hirschzungen-Ahorn-Wald
<i>tilietosum</i>	lindenreicher —
<i>sorbetosum</i>	mehlbeerreicher —
<i>lunarietosum</i>	mondvienreicher —
<i>Sorbelo-Aceretum</i>	Mehlbeer-Ahorn-Wald
<i>Tilieto-Fagetum</i>	Linden-Buchen-Wald
<i>Arunco-Aceretum</i>	Geißbart-Ahorn-Wald
<i>Equiseto-Abietetum</i>	Schachtelhalm-Tannen-Wald
<i>Taxeto-Fagetum</i>	Eiben-Buchen-Wald
<i>fraxinetosum</i>	eschenreicher —
<i>festucetosum</i>	schwingelreicher —
<i>Seslerieto-Fagetum</i>	Blaugras-Buchen-Wald
<i>anthericetosum</i>	graslilienreicher —
<i>hylocomietosum</i>	moosreicher —
<i>Cariceto-Fagetum</i>	Seggen-Buchen-Wald
<i>caricetosum albae</i>	weißseggenreicher —
<i>calcareum</i>	
<i>Fagetum</i>	Buchenwald
<i>typicum</i>	typischer —
<i>allietosum</i>	bärlauchreicher —
<i>luzuletosum</i>	simsenreicher —
<i>Abieto-Fagetum</i>	Tannen-Buchen-Wald
<i>festucetosum</i>	schwingelreicher —
<i>elymetosum</i>	haargrasreicher —
<i>tuzuletosum</i>	simsenreicher —
<i>Rumiceto-Fagetum</i>	Hochstauden-Buchen-Wald

Andere Gesellschaften	
<i>Hylocomieto-Piceetum</i>	Fichtenwald
<i>Pinetum Mugi jurassicum</i>	Bergföhrenwald
<i>Cariceto humilis-Pinetum</i>	Zwergseggen-Föhren-Wald
<i>Molinieto litoralis-Pinetum</i>	Pfeifengras-Föhren-Wald
<i>Asperuleto-Tilietum</i>	Lindenmischwald
<i>Querceto-Lithospermetum</i>	Flaumeichenwald
<i>Acereto-Fraxinetum</i>	Ahorn-Eschen-Wald
<i>lunarietosum</i>	mondviolenreicher —
<i>corydaletosum</i>	lerchenspornreicher --
<i>allietosum</i>	bärlauchreicher —
<i>Querceto-Carpinetum</i>	Eichen-Hagebuchen-Wald
<i>asaretosum</i>	haselwurzreicher —
<i>aretosum</i>	aronstabreicher —

Von allen diesen Gesellschaften wird im folgenden nur das *Fagion* behandelt, ausgenommen *Cariceto-Fagetum calcareum*, *Fagetum luzuletosum* und *Abieto-Fagetum luzuletosum*.

III. Allgemeines zum Standort der untersuchten Pflanzengesellschaften im Jura

1. Die unabhängigen Standortsfaktoren

Vor der Besprechung der Standorte der einzelnen Waldpflanzengesellschaften soll nachfolgend zuerst ein allgemeiner Überblick über die unabhängigen Standortsfaktoren im Jura gegeben werden (unabhängige Standortsfaktoren im Sinne Jenny's, 1941).

a) Das Muttergestein

Der Schweizer Jura besteht zum größten Teil aus mesozoischen Sedimenten. Die älteste Formation, die Trias, besteht aus terrestrischen und marinen Ablagerungen; sie wurde von unseren Untersuchungen nicht erfaßt. Die Juraformation umfaßt ausschließlich marine Sedimente, Tone, Mergel und Kalke, ebenso die Kreideformation. Tertiäre Sedimente (Bohnerzformation und Molasse) und diluviale Ablagerungen (Moränen und Schotter) kommen in unbedeutenden Mengen zerstreut im ganzen Gebiet vor; wir untersuchten davon aber nur die Böden auf Hangschutt des Juras und der Kreide.

Tektonisch ist der Jura in Tafeljura und Kettenjura gegliedert. Im Kettenjura sind die Schichten durch die Faltung stark zermalmt worden im Gegensatz zum Tafeljura, der nur horizontale Verschiebung erlitten hat.

Die mineralogische Zusammensetzung der Jura- und Kreidegesteine ist noch wenig erforscht. Als regelmäßige Beimischungen zum Kalk enthalten sie Quarzsand, ferner Tonmineralien und amorphe Kieselsäure und Sesquioxydgele. Eruptive Silikate sind nur in geringen Mengen vorhanden.

Chemisch bestehen die Jura- und Kreidesedimente vor allem aus Kalziumkarbonat, das bis über 98 % ausmachen kann. Die Zusammensetzung schwankt im übrigen innerhalb sehr weiter Grenzen, wie das bei der sehr verschiedenen Mineralführung zu erwarten ist. Es sollen hier deshalb keine Analysen wiedergegeben werden.

b) Das Relief

Der Tafeljura ist durch tektonische und Erosionstäler in viele Partien gegliedert. Die Ränder der Tafeln sind meistens ziemlich schroff, weil das Gestein hart ist.

Der Kettenjura besteht aus einer Folge von Gewölben und Mulden. Die Gewölbescheitel sind oft aufgebrochen und ausgeräumt. In den Antiklinalschenkeln sind in weicheren Schichten oft Isoklinaltälchen eingekerbt. In senkrechtem Winkel sind die Antikinalen von den Klusen durchschnitten, von denen aus die Erosion heute noch ständig weiterschreitet.

c) Das Klima

(nach Maurer, Billwiler und Heß, 1909)

Das Klima ist im Jura etwas rauher als im schweizerischen Mittelland, zeigt aber die gleichen Züge und Abweichungen.

Auf 500 m Meereshöhe reduziert, betrug die Temperatur im Mittel der Jahre 1864 bis 1900 8,02° C, im Januarmittel —1,49°, im Julimittel 17,51°. Die Temperaturabnahme betrug je 100 Meter Höhenzunahme im Jahresmittel 0,46°, im Januarmittel 0,25°, im Junimittel 0,60°. Über den jahreszeitlichen Temperaturverlauf gibt Tabelle 2 Auskunft.

Der Winter ist in den Talsohlen verhältnismäßig strenger als auf den Bergen. Die täglichen Wärmeschwankungen sind auf den höher gelegenen Stationen kleiner als auf den tiefer gelegenen, auf freiem Gipfel bedeutend kleiner als auf Hochland gleicher Meereshöhe.

Die jährliche Regenmenge beträgt nach der neuesten Regenkarte von Uttinger (1948) über 200 cm im äußersten Südwesten; sie wird gegen das Mittelland und gegen Nordosten geringer. Im Weißensteingebiet betragen die Jahresniederschläge noch zirka 120 cm, im Schaffhauser Gebiet nur noch 80 cm. Die Hauptmenge der Niederschläge fällt im Sommer und anfangs Herbst.

Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt auf den meisten Stationen im Jahresmittel 80 bis 82 %; sie schwankt zwischen 70 % im Tagesmittel des Monats Mai und 90 % im Tagesmittel des Monats Januar. Tabelle 3 gibt die Monatsmittel von Niederschlägen und relativer Luftfeuchtigkeit zweier extremer Jurastationen wieder.

Bei den Winden herrschen solche aus Nordost und aus Südwest oder West vor.

Die Bewölkung ist mittel, im allgemeinen hoch.

d) Die Zeit

Da der Jura während der Rißeiszeit auch vergletschert war, reichen die meisten Böden in ihrer Bildung nicht weiter zurück. Ausnahmen sind die Vorkommen der tertiären Bohnerzformation mit ihren Bolustonen, Huppererde und Glassanden. Da dem Wald praktisch nur die Hänge und Kuppen überlassen worden sind, wo Abtrag und Aufschüttung bis heute andauern, sind die Waldböden zum großen Teil sehr jung.

Tabelle 2

Temperatur im Monats- und Jahresmittel und Temperaturabnahme je 100 m Höhenzunahme, berechnet für die Jahre 1864 bis 1900 (Maurer, Billwiller und Heß, 1909)

	Mittlere Temperatur °C	Temperaturabnahme je 100 m Höhenzunahme °C
Januar	— 1,49	0,25
Februar	0,66	0,344
März	3,33	0,546
April	8,11	0,581
Mai	11,92	0,602
Juni	15,59	0,603
Juli	17,51	0,542
August	16,49	0,517
September	13,53	0,422
Oktober	7,89	0,407
November	3,37	0,396
Dezember	— 0,68	0,265
Jahr	8,02	0,459

Tabelle 3

Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit um 13 Uhr und Niederschlagsmenge, Monats- und Jahresmittel, berechnet für die Jahre 1864 bis 1900, der Stationen Lohn und Chaumont (Maurer, Billwiller und Heß, 1909)

	Lohn			Chaumont		
	Mittlere Temperatur um 13 Uhr °C	Mittlere relative Luftfeuchtigkeit um 13 Uhr %	Mittlere Regenmenge mm	Mittlere Temperatur um 13 Uhr °C	Mittlere relative Luftfeuchtigkeit um 13 Uhr %	Mittlere Regenmenge mm
Januar	— 1,5	91	35	— 1,1	86	55
Februar	1,8	86	33	1,7	85	53
März	6,2	78	46	3,3	84	65
April	11,2	71	52	8,2	78	70
Mai	14,7	70	81	11,1	77	80
Juni	19,2	72	99	15,5	77	113
Juli	20,6	72	92	17,2	77	105
August	20,5	73	97	17,5	78	104
September	17,2	77	86	15,0	81	99
Oktober	10,8	84	84	9,1	86	115
November	4,7	89	51	4,9	88	74
Dezember	0,1	91	52	0,7	86	78
Jahr	10,5	80	808	8,6	82	1011

2. Die Böden

a) Die Kalkböden im allgemeinen

Da uns die Böden der jurassischen Waldpflanzengesellschaften nicht bloß vom ökologischen, sondern auch vom rein bodenkundlichen Standpunkt aus interessierten, wollten wir sie auch mit anderen Böden vergleichen und im allgemeinen Bodensystem einordnen.

In der Literatur über die Kalkböden stimmen viele Angaben nicht nur nicht miteinander überein, sondern widersprechen sich geradezu, weil verschiedenartige Böden oft gleich, während anderseits gleichartige Böden oft verschieden bezeichnet werden. Der Grund dafür besteht darin, daß einseitig auf den Kalk¹ und eventuell noch auf den mengenmäßigen Gehalt an nichtkarbonatischen Bestandteilen abgestellt wurde. Sogar der Einfluß des Klimas wurde manchmal vernachlässigt, ebenso der des Reliefs und der Vegetation.

Unter sonst gleichen Bedingungen entstehen auf « Kalk » aber verschiedene Böden :

1. je nach der Art der Mineralien, die im Muttergestein außer dem Kalk noch vorhanden sind,
2. je nach der Menge dieser nichtkarbonatischen Mineralien, und
3. je nach dem Gefüge des Muttergesteins.

Statt die ganze Literatur ausführlich wiederzugeben, sei hier nur die *Bodenbildung* auf den verschiedenen Kalkgesteinen kurz beschrieben, weil damit auch das gesagt wird, was für das Verständnis der jurassischen Böden wichtig ist.

Kennzeichnend für die Bodenbildung auf Kalkgesteinen ist vor allem die *Auflösung des Kalkes*. Die *Löslichkeit des Kalkes* steigt mit zunehmendem CO₂-Gehalt des Wassers. Der CO₂-Gehalt des Wassers nimmt mit wachsendem CO₂-Druck in der Atmosphäre über dem Wasser zu und sinkt mit steigender Temperatur des Wassers. Die Entkarbonatung der Kalkgesteine verläuft deshalb um so rascher, je größer die Regenmenge am betreffenden Ort, je tiefer die Bodentemperatur und je höher die CO₂-Produktion im Boden zur Zeit der Hauptniederschläge ist. (Im Gegensatz dazu wird die Intensität der Verwitterung von Silikaten mit fallender Temperatur geringer, da die Dissoziation des Wassers und damit die Intensität der Hydrolyse mit sinkender Temperatur abnimmt.)

Dolomit (== Kalzium-Magnesium-Karbonat) ist schwerer löslich als Kalk; außerdem wird aus dem Dolomit CaCO₃ rascher gelöst als MgCO₃, im Gegensatz zur Löslichkeit der reinen Salze. Auf Dolomit verläuft die Entkarbonatung des Bodens darum langsamer als auf Kalk.

Die *Lösungsgeschwindigkeit* ist ferner um so größer, je feiner dispers das Gestein ist. In den feinsten Fraktionen der Kalkböden ist der

¹ Unter « Kalk » wird im folgenden CaCO₃ verstanden.

Karbonatgehalt deshalb am kleinsten; die Feinerde kann bis in große Bodentiefen entkarbonatet und sogar sauer sein, obwohl noch bis zuoberst Karbonatskelett darin eingebettet ist.

Da sich das Sickerwasser schon in den obersten Bodenschichten mit Kalk sättigt, werden zuerst diese entkarbonatet. Normalerweise ist deshalb im Obergrund der Kalkböden nichtkarbonatisches Material angereichert, und die Böden werden mit zunehmender Tiefe grobkörniger (vgl. z.B. Glinka, 1914; Aarnio und Stremme, 1924; Novák, 1926; Zvorykin, 1930).

Der Kalk, der gelöst worden ist, wird aber nicht immer ausgewaschen; er kann im Profil selbst wieder *ausgeschieden* werden, sei es als *Kalkflaum* im ganzen Profil verteilt, sei es in einem besonderen *Kalkanreicherungshorizont* (vgl. Gračanin, 1942; Montarlot, 1947).

Kalkflaum entsteht, wenn die Niederschläge so klein sind, daß das Wasser nicht durch das Profil durchfließt, sondern im Profil verdunstet oder von der Vegetation aufgebraucht wird. Durch den Wasserverbrauch kann die Vegetation also ebenso kalkfällend wirken, als sie durch die CO₂-Produktion kalklösend wirkt (vgl. Jagg, 1945). Gleichmäßige Verteilung und nicht zu große Mengen von Niederschlägen bei dauernd geringer Luftfeuchtigkeit sind für die Kalkflaumbildung am günstigsten; die Kalklösung kann so durch die Kalkwiederausscheidung fast wettgemacht werden.

Ein *Kalkanreicherungshorizont* kann unter nicht zu humidem Klima in jener Bodentiefe entstehen, bis zu der die Niederschläge normalerweise einsickern (vgl. Hilgard, 1914). Solche Böden haben schwarzerdeähnlichen Charakter, wenn es sich nicht gar um echte Schwarzerden handelt (vgl. Glinka, 1914; Ramanan, 1918).

Sehr oft ist die Bildung von *Kalkanreicherungshorizonten* oder *Kalkflaum* aber auf *Hangwasser* zurückzuführen, das durch das Profil fließt. Man findet sie deshalb in fast allen Böden auf Hangkalkschutt (Del Villar, 1937; Drouineau et coll., 1945; Montarlot, 1947). Von den Ausscheidungen aus dem Sickerwasser lassen sie sich oft nicht unterscheiden.

Außer der Kalkauflösung verläuft die Verwitterung der Kalkgesteine jedoch verschieden je nach dem Gefüge und der Mineralführung (vgl. Ramanan, 1918). Einzig sehr homogene, kompakte, reine Kalke verwittern fast nur durch Karbonatlösung, wobei die nichtkarbonatischen Bestandteile im Rückstand allmählich angereichert werden. Meistens sind die Kalksteine infolge tektonischer Vorgänge aber zerklüftet und unterliegen stark dem *Spaltenfrost*, so daß rasch eine mächtige Trümmer- schicht entsteht (vgl. Leiningen, 1911).

Ist der Kalkstein nicht homogen zusammengesetzt, so wird er bei der Kalklösung nicht einfach kleiner, sondern er zerfällt, weil zuerst der

weniger kompakte Kalk gelöst wird, der die dichteren Bestandteile (zum Beispiel Oolithen) zusammenkittet. Es muß nicht einmal alles Bindemittel gelöst werden; der Spaltenfrost kann schon früher einsetzen und das Gestein zerteilen. Das gilt auch von den «Kalkgesteinen», bei denen der Kalk bloß das Bindemittel nichtkarbonatischer Bestandteile darstellt, zum Beispiel von Kalksandsteinen.

Ein sehr wirksames Agens sind bei der Kalkverwitterung auch die *Pflanzenwurzeln*. Diese dringen in die feinsten Spalten ein, bohren sich eventuell durch Kalkauflösung gar ein Loch ins kompakte Gestein und sprengen dieses nachher durch das Dickenwachstum. Bei weichen Gesteinen, zum Beispiel Mergeln, können auch die *Bodentiere* an der Dispersion beteiligt sein (*biogene physikalische Gesteinsverwitterung*). Der Entkarbonatung wirken die Bodentiere eher entgegen, indem sie immer wieder kalkreiches Material aus dem Untergrund herauftransportieren.

Bakterien vermögen nach Jaag (1945) die Kalklösung kaum zu beschleunigen. Auch von den *Algen* und *Flechten*, die Jaag untersuchte, besaßen nur einige endolithische Flechten starke gesteinslösende Wirkung. Jaag erwähnt aber, daß andere Autoren eine große Zahl von Algen angeben, die Kalk aufzulösen imstande sein sollen.

Karren, *Schratten* und *Dolinen* werden nach Leiningen (1910) durch Kalklösung, Ausräumung des Verwitterungsrückstandes durch fließendes Wasser und durch die Schleifwirkung der im Wasser transportierten festen Bestandteile gebildet. Voraussetzung ist, daß der Fels ziemlich hart und nur von vertikalen, aber nicht von horizontalen Sprüngen durchsetzt ist.

Welche Veränderungen die *nichtkarbonatischen* Bestandteile bei der Verwitterung erfahren, hängt von ihrem Aufbau ab. Bestehen sie aus Mineralien, die unter den gegebenen Bedingungen, vor allem des Klimas und der alkalischen Reaktion im Boden, stabil sind, so werden sie unverändert im Rückstand angereichert; so Quarzsand und gewisse Tone. Wenn aller Kalk ausgewaschen ist und Entbasung und Versauerung eintreten, werden auch diese umgewandelt. Mineralien, die unter den herrschenden Bedingungen nicht stabil sind, werden angegriffen, sobald sie freigelegt sind. Das betrifft vor allem primäre Silikate. Die Verwitterbarkeit der Mineralien unter verschiedenen Bedingungen ist aber noch wenig erforscht, so daß sich keine genauen Angaben machen lassen, wie die Verwitterung der verschiedenen Kalksteine im einzelnen verläuft. Hochsilifizierte Mineralien verlieren einen Teil der Kieselsäure, dazu Alkalien, Erdalkalien, sogar Eisen und Aluminium (vgl. zum Beispiel Niggli, 1925; Schwind, 1931; Robinson, 1936). Verschiedene Autoren (zum Beispiel Schuchtt und Kurzon, 1935; Leuenberger, 1949) haben festgestellt, daß Kalzium⁺⁺ rascher

ausgelaugt wird als Magnesium⁺⁺ und Natrium⁺ stärker als Kalium⁺. Tone, die bei der Verwitterung gebildet oder freigelegt werden, werden in den Kalkböden durch die Erdalkaliionen koaguliert und so vor der Verlagerung geschützt, ebenso die Sesquioxide durch die OH-Ionen. Sie werden erst bei der Versauerung verlagerungsfähig. Die Kieselsäure hingegen ist im alkalischen Milieu hochdispers und kann ausgewaschen werden. Sie kann auch als Schutzkolloid für Sesquioxide wirken, so daß diese ebenfalls verlagert werden können (vgl. zum Beispiel Reifenberg, 1935; Robinson, 1936; Pallmann und Mitarbeiter, 1943 a und b; Drouineau et coll., 1945).

Besonders interessant sind jene Fälle, wo die Verwitterungsprodukte nicht vollständig ausgewaschen, sondern in einem *Anreicherungshorizont* im Profil selbst wieder niedergeschlagen werden. In Umkehrung der von Pallmann und Mitarbeitern (1943 a und b) für die Filtrationsverlagerung festgestellten Voraussetzungen lassen sich für die Bildung eines Anreicherungshorizontes folgende Bedingungen aufstellen:

1. Wiederausscheidung und Anreicherung gelöster oder suspendierter Stoffe tritt ein, wenn das Wasser aus der tropfbar flüssigen Phase verschwindet (weil es verdunstet, adsorbiert oder von der Vegetation aufgebraucht wird).
2. Das Wasser gerät beim Versickern auf eine weniger durchlässige Schicht, so daß gröbere Teilchen (Kolloide) abfiltriert werden.
3. Infolge chemischer oder physikalischer Reaktionen tritt eine Zusammenballung (Koagulation) der im Wasser suspendierten Teilchen ein, so daß sie ebenfalls abfiltriert werden.

« *Kalkböden* » mit *Kolloidverlagerung* sind besonders die Terra rossa des wechselfeuchten heißen Mittelmeergebietes (vgl. zum Beispiel Blanck, 1915; Harrassowitz, 1930; Reifenberg, 1935, u. a.), ferner gewisse mitteleuropäische Kalkböden, von Robinson (1935, 1936) "brown and red limestone soils", von den Franzosen « *rendzines à horizons* » (vgl. Demolon, 1948) genannt, sodann verschiedene « degradierte Rendzinen », von denen die einen zur Braunerde (vgl. zum Beispiel Jenny, 1926; Schucht und Kuron, 1935), die anderen zum Podsol gezählt werden (vgl. zum Beispiel von See, 1921; Stremme, 1930; Rüger, 1930; Hoppe, 1930; Gračanin, 1942; siehe aber auch die Bemerkung, die unten über die Podsolierung gemacht wird).

Von der Kolloidverlagerung zu unterscheiden ist die *Durchschlammung* selbst grober Feinerde in skelettigen Profilen (vgl. zum Beispiel von See, 1921).

Die *Humusbildung* der Kalkböden (vgl. zum Beispiel Glinka, 1914; Smolík, 1929; Springer, 1932; Kotzmann, 1935;

Gračanin, 1942; Nájmír, 1943; Pallmann und Frei, 1943; Frei, 1944; Richard, 1945; Kubiena, 1948; Leuenberger, 1949) ist dadurch gekennzeichnet, daß die Humusstoffe mit Kalzium und eventuell Magnesium gesättigt und dadurch stabilisiert werden. Ist kein oder nur wenig Ton vorhanden, so wird vor allem *Ca-Humat* mit sehr hoher Umtauschkapazität (über 150 Mval/100 g Humus) gebildet; ist hingegen viel Ton vorhanden, so entstehen *Ton-Humus-Komplexe* mit mittlerer bis hoher Umtauschkapazität (zirka 70 Mval/100 g). Die Humusbildung wird außerdem stark durch das besondere Bodenklima der Kalkböden beeinflußt: trocken-heißes Bodenklima in den tonarmen Kalkböden, feucht-kaltes Bodenklima in den tonigen Mergelböden, wodurch starke Unterschiede in der Bodenfauna bedingt sind.

Welche Rolle die Humusstoffe in den Kalkböden bei der Verwitterung und Verlagerung spielen, ist noch nicht geklärt (vgl. dazu die Ansichten Glinkas, 1914; Blancks, 1915; von Sees, 1921). Solange die Böden aber noch CaCO_3 enthalten, können sie sicher nicht podsoliert werden, d. h. es können keine durch Humussäuren geschützte Sesquioxyde verlagert werden, auch wenn die Rohhumusaufklage, wie das unter kalt-humidem Klima vorkommen kann, mehrere Dezimeter dick ist.

Der Humus selbst wird in den Kalkböden vor allem durch die Bodentiere in die Tiefe verlagert, in groben Poren auch rein mechanisch durch das versickernde Bodenwasser.

Unter *aridem*, *semiaridem* und *semihumidem* Klima können Verwitterung und Humusbildung anders verlaufen als unter humidem Klima, da der *Verdunstungshub* wesentlich an der Bodenbildung beteiligt ist. Er fördert im Bodenwasser gelöste Stoffe an die Oberfläche, die ihrerseits die Verwitterung und Humusbildung beeinflussen können (zum Beispiel durch Alkalisierung der pH-Werte).

In *bergigem Gelände* wird die normale Bodenbildung durch *Abtrag* und *Aufschüttung* oft gestört, so daß manchmal sehr komplizierte Profile entstehen (vgl. Stremme, 1930; Montarlot, 1947). Daß die Erosionswirkung stark von der Schichtstellung des Muttergestein abhängt, ist eine bekannte Tatsache.

Über die *Klassifikation* der Böden hat man sich bisher nicht einigen können; daher kommt zum Teil auch die Verwirrung in der Literatur über die Kalkböden. Es ist hier aber nicht der Ort, alle Klassifikationen, die bisher aufgestellt worden sind, aufzuzählen und darzulegen, welche Stellung die verschiedenen «Kalkböden» darin einnehmen.

Die folgenden Ausführungen stützen sich auf das Klassifikationssystem von Pallmann (1947, 1948), mit der Einschränkung, daß die Böden nicht nach ihrem hypothetischen Entwicklungsziel in Serien, sondern nach ihren aktuell vorhandenen Merkmalen in Typen klassiert

werden. Der Begriff der «(genetischen) Bodenserie» wird also, wie ursprünglich (Pallmann, 1933, 1934) nicht in der Bodenklassifikation, sondern nur in der Bodengenetik und bei der Bodenkartierung verwendet (vgl. dazu die Bemerkungen über die «Bodenserien» am Schluß dieser Arbeit).

Von den verschiedenen Kalkböden werden im folgenden nur die *Humuskarbonatböden* und *Rendzinen* behandelt, die im System von Pallmann zwei besondere Bodentypen darstellen.

b) Die Humuskarbonatböden und Rendzinen

a. Charakterisierung der beiden Typen

Nach dem Klassifikationssystem von Pallmann sind die Humuskarbonatböden und Rendzinen wie folgt charakterisiert (Tabelle 4) :

Tabelle 4

Charakterisierung von Humuskarbonatboden und Rendzina als selbständige Bodentypen nach dem Klassifikationssystem von Pallmann

	Humuskarbonatboden	Rendzina
Kennzeichnende Perkolationsrichtung (Klasse)	endoperkolativ	endoperkolativ
Entstehungsart (Ordnung)	organo-petrogen	ogano-minerogen
Chemismus des anorganischen Gerüstes (Verband)	terralkitisch	siallit-terralkitisch
Kennzeichnendes Perkolat (Typ)	Terralk	Terralk

In bezug auf einige wichtige Merkmale der Humuskarbonatböden und Rendzinen ergibt sich folgender Vergleich (Tabelle 5) :

Tabelle 5

Vergleich einiger wichtiger Merkmale von Humuskarbonatboden und Rendzina

	Humuskarbonatboden	Rendzina
Muttergestein	Kalkstein, Dolomit	Mergel
Klima	kühl-humid	kühl-humid
Dominierender Faktor bei der Bodenbildung	Erdalkali-Karbonat	Erdalkali-Karbonat
Wichtigste Bildungsprozesse	Physikalische Verwitterung des Muttergesteins. Lösung und Auswaschung von Erdalkali-Karbonat. Bildung von Ca-Humaten	Biologische Erschließung des Muttergesteins. Lösung und Auswaschung von Erdalkali-Karbonat. Bildung von Ton-Humus-Komplexen

Tabelle 5 (Fortsetzung)

	Humuskarbonatboden	Rendzina
Zusammensetzung des Bodengerüsts	Kalkbruchstücke mit praktisch denselben Eigenschaften, wie sie das Muttergestein hat, und Ca-Humus Ton ganz untergeordnet	Kalk und Ton und Ton-Humus-Komplexe
Umtauschkapazität der Feinerde des Wurzelraums Sättigungsgrad Sorbierte Ionen	sehr groß klein hoch vorwiegend Ca (Mg bei Dolomit)	groß groß bis sehr groß hoch vorwiegend Ca
Luftkapazität und Wasserdurchlässigkeit Wasserkapazität Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt	groß bis sehr groß klein warm, neigt zur Austrocknung	mittel bis klein groß bis sehr groß kalt, physiologisch trocken, neigt eher zu Vernässung

Die Unterschiede zwischen Humuskarbonatboden und Rendzina gehen deutlich aus der Arbeit Leuenbergers (1949) hervor; demonstrationalshalber sind daraus die Daten für einige physiologisch wichtige Eigenschaften ausgezogen und in Tabelle 6 wiedergegeben. Zum Vergleich sind auch die Daten einer Braunerde angefügt, die sich aus Material entwickelt hat, das von Kalkböden abgeschwemmt und am Hangfuß wieder abgelagert worden ist.

Tabelle 6
Vergleich einiger wichtiger Eigenschaften von Humuskarbonatboden, Rendzina und Braunerde, bezogen auf den Wurzelraum unter 1 Quadratmeter Bodenoberfläche.
Nach Leuenberger (Diss. ETH 1949)

Eigenschaft	HKB	Rendzina	Braunerde
Mächtigkeit des Hauptwurzelraumes . . . cm	90	50	50
Gewicht der festen Bodensubstanz . . . kg	1187	636	651
Anteil des Skelettes am Gesamtbodengewicht kg	958	78	0
Anteil der Feinerde am Gesamtbodengewicht kg	229	558	651
Anteil der festen Bodensubstanz am Gesamtvolumen %	51	49	50
Anteil des Skelettes am Gesamtvolumen . . %	41	6	0
Anteil der Feinerde am Gesamtvolumen . . %	10	43	50
CaCO ₃ im Skelett des Gesamtbodens . . . kg	946	56	0
CaCO ₃ in der Feinerde des Gesamtbodens . . kg	100	179	0
CaCO ₃ im Gesamtboden kg	1046	235	0

Tabelle 6 (Fortsetzung)

Eigenschaft	HKB	Rendzina	Braunerde
Humusgehalt im Gesamtboden kg	26	22	8
Tongehalt im Gesamtboden kg	65	229	262
CaCO ₃ -Gehalt im Gesamtboden %	88	37	0
Humusgehalt im Gesamtboden %	2,2	3,5	1,2
Tongehalt im Gesamtboden %	5	37	40
CaCO ₃ -Gehalt in der Feinerde %	44	29	0
Humusgehalt in der Feinerde %	11	4	1,2
Tongehalt in der Feinerde %	29	42	40
Austauschbare Kationen im Gesamt- boden Äquivalente	79	256	185
Austauschbare basische Kationen im Gesamtboden Äquivalente	69	238	79
Austauschbare PO ₄ im Gesamtboden Äquivalente	1,1	1,7	5,3
H ⁺ -Ionenanteil an der Kationenumtauschgar- nitur %	12,5	7,0	57,3
Na ⁺ , K ⁺ , Mg ⁺⁺ -Anteil an der Kationen- umtauschgarnitur %	2,7	4,0	1,9
Ca ⁺⁺ -Anteil an der Kationenumtauschgarnitur %	84,8	89,0	40,8
Sättigungsgrad %	87,5	98	42,5

β. Untertypen des Humuskarbonatbodens und der Rendzina¹

Untertypen werden nach dem Ausprägungsgrad der verschiedenen Merkmale eines Bodentyps ausgeschieden. Da Verwitterung, Humusbildung und Verlagerung zum Teil aber unabhängig voneinander verschiedenes Ausmaß erreicht haben können, lassen sich die Untertypen nicht nach einem starren Schema ausscheiden. Es sei hier deshalb bloß dargelegt, welches Gewicht den verschiedenen Merkmalen bei der Beurteilung der Untertypen von Humuskarbonatboden und Rendzina beizumessen ist.

* Untertypen des Humuskarbonatbodens

1. *Verwitterungsgrad*. Das Muttergestein des Humuskarbonatbodens besteht aus fast reinem Kalk. Dieser erleidet außer der Weglösung von Karbonat praktisch keine chemische Verwitterung. Bei der Beurteilung des Untertyps kommt es deshalb nur auf die äußere Dispersität des Ge-

¹ Andere Einteilungen der Humuskarbonatböden oder Rendzinen (die beiden Ausdrücke werden meist gleichbedeutend verwendet) finden sich bei Miklaszewski (1924), Kopeccky und Spirhanzl (1932), Pelisek (1936), Till (1937), Gračanin (1942) und Spirhanzl, Göbl und Káš (1943), die alle irgendwie auf das Muttergestein abstellten, ferner bei Aubert (zitiert nach Demolon, 1948), der auf die Profilmorphologie abstellte, und bei Kubiena (1948), der nach dem Entwicklungsgrad einteilte.

steins im Boden an. Humuskarbonatböden können auch im voll entwickelten Profil beträchtliche Mengen Skelett enthalten, weil oft der gleiche Kalkstein nicht in allen Teilen gleich rasch verwittert. So kann noch Kalkskelett im Boden sein, wenn die Feinerde bereits Eigenschaften anderer Bodentypen zeigt (zum Beispiel der Braunerde). Anderseits kann man nicht von einem voll entwickelten Humuskarbonatboden reden, wenn das Profil fast nur aus Kalkskelett besteht und die Feinerde nicht einmal die Hohlräume zwischen diesem ausfüllt. Das gilt auch von jenen Böden, bei denen die Feinerde nur in den Klüften des anstehenden Muttergesteins zu finden ist. Die Mächtigkeit der Verwitterungsschicht ist mitzuberücksichtigen. Ein Maß wäre eventuell die *Menge Feinerde unter 1 m² Bodenoberfläche*.

2. *Humusbildung*. Dem Stand der Humusbildung ist bei der Beurteilung des Humuskarbonatboden-Untertyps größte Bedeutung beizumessen. Nicht bloß der *Humusgehalt der Feinerde* ist maßgebend, sondern der *Humusgehalt des Profils*, bezogen auf die Bodenoberfläche. Ein Humuskarbonatboden ist nicht voll entwickelt, wenn er nur einen dünnen Humushorizont aufweist, wenn der Humusgehalt der Feinerde auch noch so groß ist. Der Mächtigkeit des Mullhorizontes kommt um so größere Bedeutung zu, als im Untergrund keine weitere Profildifferenzierung sichtbar wird. Auf Kalksteinkolluvium lässt sich oft kaum feststellen, bis wohin die aktuellen bodenbildenden Prozesse reichen, d. h. wo das Bodenprofil aufhört.

Neben der Humusmenge ist die *Humusform* für die Beurteilung des Humuskarbonatboden-Untertyps sehr wichtig. Ein voll entwickelter Humuskarbonatboden enthält nur Mull, der durch die Bodentiere umgewandelt und geformt und mit mineralischer Feinerde innig gemengt worden ist. Er besteht zur Hauptsache aus *Ca-Humat*; Ton-Humus-Komplexe sind untergeordnet. Nicht voll entwickelt ist ein Humuskarbonatboden, der noch viele Humusbildner enthält, die aber nicht versauert sind. Kennzeichen eines anderen Bodentyps, nämlich des Podsolos, ist die Auflagerung von ausgelaugtem, stark saurem Mor infolge extremer Humidität des Klimas, starker Entbasung des Profilobergrundes oder extremer Durchlässigkeit des Profils. Bei Rohhumus muß man sich deshalb immer fragen, ob es sich um verzögerte Mullbildung oder um Morbildung handelt.

3. *Verlagerung*. Kennzeichnend für den Humuskarbonatboden ist die Wegfuhr von gelöstem Kalk. Sofern das mineralische Bodenmaterial aus reinem Kalk besteht, nimmt es dabei einfach an Menge ab, ohne indessen seine Eigenschaften zu verändern. Treten mit fortschreitender Kalklösung aber Eigenschaften *nichtkarbonatischer* Einschlüsse des Muttergesteins hervor, so handelt es sich nicht mehr um einen reinen Humuskarbonatboden, sondern um einen *Übergang* zu einem anderen

Bodentyp. So spricht man von einem schwach verbraunten Humuskarbonatboden, wenn das Profil im Mullhorizont in der Feinerde kein Karbonat mehr enthält, und von einem stark verbraunten (oder braunerdigem) Humuskarbonatboden, wenn auch die Feinerde des Mineralerdeverwitterungshorizontes entkarbonatet ist. Da, wie schon gesagt, die Grenze zwischen Feinerde und Skelett beim Kalk besonders willkürlich ist, so darf man nicht zu einseitig auf den Karbonatgehalt der Feinerde abstellen. Vielmehr kommt es darauf an, ob infolge der Entkarbonatung neue Eigenschaften aufgetreten sind, zum Beispiel Freilegung von Eisen, die für Braunerden charakteristisch ist. Manchmal handelt es sich bei Karbonatfreiheit auch um mangelnde Beimischung von Kalk zum Humus, wie das in Profilen vorkommen kann, die sehr wenige mineralische Feinerde enthalten.

Treten in der Feinerde die Eigenschaften von *Ton* hervor, so spricht man von einem *rendzinoiden* Humuskarbonatboden. Höherer Tongehalt braucht aber nicht immer auf Entkarbonatung zurückzuführen zu sein, vielmehr kann ein tonreicheres Muttergestein vorliegen. Beim Ton kommt es nicht so sehr darauf an, wieviel im Profil vorhanden ist, sondern ob seine Eigenschaften im Profil hervortreten oder nicht. Ein großer Tongehalt in der Feinerde kann z. B. durch einen hohen Gehalt an Feinskelett und an Humus kompensiert werden. T y u l i n (1940) verlangt z. B. für die Bildung von Ton-Humus-Komplexen, die im Humuskarbonatboden völlig unter die Ca-Humate untergeordnet sein sollen, ein Ton-Humus-Verhältnis von 3 : 1. Ton-Humus-Komplexe verleihen einem Humuskarbonatboden Rendzina- oder Braunerde-Eigenschaften.

Treten bewegliche Kieselsäure-Sesquioxid-Komplexe auf, so erhält der Humuskarbonatboden Züge eines «Kalksteinbraunlehms» (K u - b i e n a , 1948). Hier sei nochmals darauf hingewiesen, daß sich der Humuskarbonatboden nur auf Kalksteinen entwickelt, die praktisch keine primären, zur Tonbildung fähigen Silikate enthalten.

Wie ein Humuskarbonatboden im Kontakt mit der Schwarzerde aussieht, ist dem Verfasser nicht bekannt. Das Auftreten von Kalkflaum im Profil mancher Humuskarbonatböden läßt aber auf semihumide Verhältnisse schließen und damit auf Ähnlichkeit mit der Tschernosembildung. Theoretisch scharf davon zu trennen ist die Ausscheidung von Kalk aus dem Hangwasser; praktisch läßt sich die Entstehung von Kalkflaum aber nicht immer eindeutig erklären.

Humuskarbonatböden auf Gips und Serpentin können mangels Erfahrung nicht beurteilt werden.

** Die Untertypen der Rendzina

Wie beim Humuskarbonatboden, so sei auch bei der Rendzina bloß darauf hingewiesen, welche Bedeutung die einzelnen Merkmale bei der Beurteilung des Untertyps haben.

1. Verwitterungsgrad. Das Muttergestein der Rendzina ist Mergel. Dieser verwittert durch Kalklösung und physikalische Dispergierung des kompakten Gesteins. Welche Umbildung der Ton erfährt, der neben dem Quarzsand im Kalk vorhanden ist (primäre, zur Tonbildung fähige Silikate dürfen daneben praktisch nicht vorhanden sein), hängt von seiner Zusammensetzung ab. Hauptsache ist, daß die Rendzinaeigenschaften von Anfang an stark durch den Ton bedingt sind. Bei der Beurteilung des Untertyps kommt es deshalb vor allem darauf an, wie weit der Mergel durch die Verwitterung erschlossen ist, das heißt wie sehr das kompakte Gestein dispergiert ist. Enthält die Rendzina so viel *Kalkskelett*, daß dieses nicht bloße Verdünnungsmittel der Feinerde, sondern einen besonders für Luft- und Wasserhaushalt bedeutsamen Faktor darstellt, so spricht man von einer *skelettigen* Rendzina. Da mit hohem Skelettgehalt meist ein *hoher Humusgehalt* verbunden ist, spricht man, um die Ähnlichkeit mit dem Humuskarbonatboden rein wortmäßig zu betonen, von einer *humosen* Rendzina.

2. Humusbildung. Art und Menge Humus sind in gleicher Weise zu berücksichtigen. Der Humusgehalt in der Feinerde entscheidet bei gegebenem Tongehalt, ob hauptsächlich *Ton-Humus-Komplexe* vorliegen oder ob daneben Ca-Humat in beträchtlicher Menge vorhanden ist. Dies bedeutete eine Anlehnung an den Humuskarbonatboden; es tritt gewöhnlich nur bei relativ geringem Tongehalt des Muttergesteins auf. Daneben ist der *Humusgehalt des ganzen Profils* zu berücksichtigen, also neben dem Humusgehalt der Feinerde die Mächtigkeit des Mull- und Übergangshorizontes. In einer wenig entwickelten Rendzina sind oft noch Humusbildner vorhanden, in einer mäßig entwickelten Humoide.

3. Verlagerung. In einer voll entwickelten Rendzina muß in der Feinerde noch Karbonat enthalten sein. Wenn alles Karbonat ausgewaschen ist, so geht auch die Entbasung der Umtauschkörper relativ rasch vor sich, und Braunerde-Eigenschaften (Eisenfreilegung) treten auf. Kieseläsäure-Sesquioxyd-Verlagerung ist von primär tonreichen Profilen bisher nicht bekannt. Ein Merkmal für die Beurteilung des Rendzina-Untertyps ist auch die Vermischung von Mullfeinerde und mineralischer Feinerde im Übergangshorizont. In einer wenig ausgeprägten Rendzina ist der Übergangshorizont nur von einigen Wurmgängen durchsetzt, in denen Mullfeinerde abgelagert ist. In einer voll entwickelten Rendzina sind Mull- und Mineralfeinerde ziemlich gleichmäßig, aber nicht homogen, miteinander vermischt: in den Krümelaggregaten lassen sich meist Mull- und Mineralerdekrümel deutlich voneinander unterscheiden. Das ist übrigens ein Zeichen dafür, daß es sich bei der Vertiefung des Mullhorizontes vor allem um einen biologisch-mechanischen Vorgang handelt.

v. Lokalformen und Varietäten des Humuskarbonatbodens und der Rendzina

Es sollen hier auch nur einige allgemeine Richtlinien für die Ausscheidung von Lokalformen und Varietäten von Humuskarbonatboden und Rendzina aufgestellt werden. Bestimmte Beispiele werden bei der Besprechung der Böden der verschiedenen Pflanzengesellschaften angeführt werden.

Die wichtigsten Merkmale, die in Betracht fallen, sind folgende :

1. Skelett-, bzw. Feinerdegehalt und Körnung von Skelett und Feinerde.
2. Gründigkeit des Bodenprofils, was praktisch gleichbedeutend ist mit der gesamten Mächtigkeit von Mullhorizont und Übergangshorizont.
3. Humusgehalt der Feinerde und besonders Humusform.
4. Wasser- und Lufthaushalt (Vorkommen von Kalkflaum).
5. Orographische Lage (Abtrag, Aufschüttung).
6. Geologisch-petrographische Natur des Muttergesteins (anstehender Fels, Hangkolluvium).

Die Wichtigkeit der einzelnen Merkmale darf nicht aus dieser Reihenfolge abgeleitet werden; es ergeben sich vielmehr oft Verschiebungen.

Vom *physiologischen* Standpunkt aus sind Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens die wichtigsten Eigenschaften sowohl des Humuskarbonatbodens als der Rendzina.

IV. Untersuchungsergebnisse

1. Der Standort der einzelnen Gesellschaften

a) Einleitendes

Die Beschreibung des Standortes der einzelnen Gesellschaften umfaßt folgende Punkte :

1. Eine kurze soziologische Charakterisierung der Gesellschaft.
2. Die summarische Wiedergabe der Aufnahmeprotokolle.
3. Eine Aufzählung der entscheidenden Standortsfaktoren.
4. Eine kurze Beschreibung der Böden der Gesellschaft, ergänzt durch eine ausgewählte Profilaufnahme.

Es ist angezeigt, der eigentlichen Standortsbeschreibung eine kurze *soziologische Charakterisierung* der Gesellschaft vorangehen zu lassen, weil die Erkennung des Standortes im Feld definitionsgemäß auf der Pflanzengesellschaft beruht : sie ist das Kriterium für die besondere Ökologie eines Ortes, kurz für den speziellen Standort. Natürlich muß bei der Bestimmung der Pflanzengesellschaft auf sämtliche floristisch-soziologische Gesellschaftsmerkmale, besonders auf die ganze Arten-

kombination, abgestellt werden. Die ausführliche soziologische Beschreibung der Gesellschaften wird in der Arbeit von Dr. M. Moor zu finden sein; hier handelt es sich lediglich darum, mit einigen Angaben, die dieser Arbeit entnommen sind, das Bild der ganzen « Biochore » (Pallmann, 1948) abzurunden.

Aus den *Aufnahmeprotokollen* ist ersichtlich, innert welcher Grenzen die einzelnen Standorts- und besonders die Profilmerkmale bei der gleichen Gesellschaft variieren. Dies zu zeigen, genügt eine summarische Wiedergabe der Aufnahmen.

Die Beschreibung der *entscheidenden Standortsfaktoren* ist auf eine Aufzählung beschränkt, weil die Darlegung ihrer Ermittlung viel zuviel Platz beansprucht hätte. Bei jeder Gesellschaft wird aber das Differentielle gegenüber den anderen Gesellschaften besonders angeführt.

Da bei der vorliegenden Untersuchung die Zusammenhänge zwischen Pflanzengesellschaft und Boden im Vordergrund standen, werden von jeder einzelnen Gesellschaft die *Böden* gesamthaft kurz beschrieben. Dabei wird von den entscheidenden Standortsfaktoren der Gesellschaft aus abgeleitet, welche Böden entstehen können oder müssen. Die ausgewählte Profilaufnahme wird beigefügt, um einerseits ein charakteristisches Profil der betreffenden Gesellschaft — soweit man von einem solchen überhaupt sprechen darf — darzustellen, andererseits um verschiedene Erscheinungsformen der Humuskarbonatböden und Rendzinen zu zeigen. Die zu den gewählten Profilen gehörigen Vegetationsaufnahmen werden nicht wiedergegeben, da sie in der Arbeit von Dr. M. Moor publiziert werden, in der auch all das ausführlich dargelegt wird, was sie in ökologischer Hinsicht auszusagen vermögen.

b) *Phyllitido-Aceretum*

a. Soziologische Beschreibung

Das *Phyllitido-Aceretum* ist eine artenarme Pioniergesellschaft, die in ihrer Zusammensetzung nur wenig Schwankungen aufweist. In der Baumschicht dominiert der *Bergahorn*, in geringerer Meereshöhe etwa die *Sommerlinde*. In allen Beständen steigt Efeu buschig bis in die Baumkronen hinauf. Die Buche findet sich höchstens am Rand der Bestände; ebenso sind darin praktisch keine Nadelbäume vorhanden. Die Strauchschicht ist artenarm; nur Hasel und Schwarzholunder kommen regelmäßig vor. Artenarm ist auch die Krautschicht; die deckt höchstens einen Fünftel der Fläche. *Phyllitis Scolopendrium* und *Lunaria rediviva* sind die auch physiognomisch bezeichnenden Assoziations-Charakterarten. Von anderen Assoziationen des Verbandes unterscheidet sich das *Phyllitido-Aceretum* auch durch *Asplenium viride*, *Moehringia muscosa* und *Arabis alpina*, die aus einer Felsspaltenpioniergesellschaft übergreifen. An Stelle der Krautschicht ist die Moosschicht außerordentlich

üppig entwickelt. Die Moose überziehen die Blockhalde in großen Tepichen. Auffällig ist schließlich noch der Reichtum an Epiphyten (auch Blütenpflanzen) auf Strünken und Astgabeln.

Das *Phyllitido-Aceretum tilietosum* ist auf geringerer Meereshöhe verbreitet. Zur Linde gesellen sich regelmäßig *Esche* und *Ulme*.

Das *Phyllitido-Aceretum sorbetosum* kommt in größerer Meereshöhe vor. Es ist durch Mehlbeere und Vogelbeere ausgezeichnet.

Das *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* ist artenreicher, und der Deckungsgrad von Strauch- und Krautschicht ist bedeutend größer.

β. Aufnahmeprotokolle

* Phyllitido-Aceretum tilietosum und sorbetosum

Die Aufnahmen vom *Phyllitido-Aceretum tilietosum* (a) und *sorbetosum* (b) stammen von folgenden Stellen (a: Nrn. 1 bis 7; b: Nrn. 8 und 9; die Aufnahmen sind im übrigen chronologisch geordnet):

Nr.	Ort	TA ¹	Koordinaten	MM ²
1	Gerstelfluh N-Hang, b. Waldenburg	108	624,6 /232,4	11
2	Hollen bei Pfeffingen	9	611,0 /256,2	
3	Schitterwald, Weißenstein	112	602,6 /234,1	
4	Büttenrain bei Duggingen	10	611,85/255,3	
5	Unterhalb Ruine Mönchsberg, Pfeffingen . . .	9	610,1 /256,8	2
6	Unterhalb Chapelle du Vorbourg, b. Bellerive	95	593,95/247,6	1
7	Combe de Biaufond	116	556,9 /223,5	13
8	Hasenmatte, NE-Hang	109	601,2 /232,4	21
9	Côtes du Doubs	83	544,75/214,9	15

Unabhängige Standortsfaktoren³

Die *Exposition* aller Profile ist ENE bis NNE. Das *Phyllitido-Aceretum* kommt nur in Schatten- oder Schluchtlage vor.

Die *Hangneigung* schwankt zwischen 60 und 75 %, was bezeichnend ist für alle Bestände überhaupt.

Die *Meereshöhe* der Profile 1—7 beträgt 400—820 m, im Durchschnitt 620 m. Die Profile 8 und 9 liegen auf 1350, bzw. 800 m ü. M. Die Hauptverbreitung des *Phyllitido-Aceretum tilietosum* liegt zwischen 400 und 900 m, die des *Phyllitido-Aceretum sorbetosum* zwischen 900 und 1500 m.

Geländeform und petrographische Verhältnisse: Alle Profile liegen in Grobkies- und Blockschatthalden in Couloirs oder unterhalb von Felsbändern, wo ständig neuer Schutt zugeführt wird. Die Hangneigung entspricht dem natürlichen Böschungswinkel des groben Schuttes.

Profileigenschaften

Die Böden bestehen zur Hauptsache aus blockigem und grobkiesigem Skelett; feineres Skelett ist ganz untergeordnet. An der Bodenoberfläche ist es von

¹ TA = Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfried-Atlas), Blatt-Nr.

² MM = Nummer der Aufnahme in den Tabellen der demnächst erscheinenden Arbeit von Dr. M. Moor.

³ Independent factors nach J en n y , 1941.

großen Moosteppichen überzogen; dazwischen sind Nester von höchstens einem Jahr alter Streu. Im Profil drin sind die Hohlräume zwischen dem Skelett nur zum kleinsten Teil mit Feinerde ausgefüllt. Diese besteht fast nur aus Humus, da kein mineralisches Material vorhanden ist, das von den Bodentieren damit vermischt werden könnte. — Die pH-Werte der Feinerde betragen unmittelbar unter den Moospolstern 6,7 bis 7,5, in etwa 50 cm Tiefe 7,2 bis 7,5.

Zuoberst im Profil, unter den Moospolstern, besteht die Feinerde aus lauter koprogenen Krümeln, die 1 bis 3 mm groß und nur schwach aggregiert sind. Beigemischt sind viele Humusbildner, vor allem zerfallende Baumäste und Knospenschuppen. Im Profil drin ist die Feinerde gekrümelt und schwach aggregiert, oben durch ein mäßig dichtes Krautwurzelwerk, unten durch Baumwurzeln zusammengehalten. Das Baumwurzelgeflecht ist im oberen Profilteil nicht besonders dicht; man hat den Eindruck, daß die Bäume ihr Hauptwurzelwerk erst in größerer Bodentiefe entwickeln. Im sehr hohlraumreichen Profil werden die Feinerdekrümel, soweit sie nicht durch Wurzeln verheftet sind, nach unten geschwemmt, oder sie rieseln infolge der Schwerkraft nach unten, wenn sie aus dem Gefügeverband gelöst werden. Wegen des geringen Gehaltes an mineralischer Feinerde sind die Krümel sehr wenig druckfest.

Als Ganzes sind die Profile nicht konsolidiert; beim Graben rutscht ständig Material nach, und auch das Begehen des Hanges macht Schwierigkeiten. Nach der Moosdecke zu schließen, ist die oberflächliche Zu- und Wegfuhr von Schutt jedoch gering.

In einigen Profilen ist das Skelett von Kalkflaum überzogen, der wahrscheinlich darauf niedergeschlagen wurde, als es noch Bestandteil der Felswand war, die sich oberhalb der Schutthalde befindet.

** Phyllitido-Aceretum lunarietosum

Die Aufnahmen vom *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Schwelligraben, S Weissenstein	112	605,5 /233,35	25
2	Schitterwald, Weissenstein N-Hang	112	602,6 /234,1	22
3	Schwelligraben, S Weissenstein	112	605,5 /233,5	25
4	Pouëta-Comba, Vallorbe	291	516,85/172,3	23
5	Côte de la Dent-de-Vaulion	291	516,8 /171,2	
6	Schafgraben, E Weissenstein	112	606,5 /234,55	24

Unabhängige Standortsfaktoren

Exposition: 4 Profile sind E bis NNW exponiert, 2 ESE. Die Luvseite ist bevorzugt, doch kann die Gesellschaft in Schluchten auch auf der Leeseite vorkommen.

Die *Hangneigung* beträgt 60 bis 70 %, wie im ganzen übrigen Verbreitungsgebiet.

Die *Meereshöhe* beträgt 850 bis 1230 m, im Durchschnitt 1080 m. Das entspricht dem ganzen Verbreitungsgebiet.

Geländeform und *petrographische* Verhältnisse: Sämtliche Profile liegen in Schuttkegeln oder in Schutthängen. Die Hangneigung entspricht dem natürlichen Böschungswinkel des Schuttes. Dieser besteht aus hartem bis sehr hartem Kalkstein.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist folgender: $(kC)/kA_1^1 \neq kA_1^2 \dots \neq kA_{1-2} \cdot kAC$.

Mehrjährige Laubstreu ist höchstens noch in Nestern aufzufinden. Normalerweise wird die Laubstreu innert Jahresfrist vollständig abgebaut.

Die Bodenoberfläche ist zumeist mit Rieselskelett bedeckt, das mit Feinerdekrümeln (Wurmlosungen) vermischt ist.

Der Mullhorizont ist 60 bis über 140 cm mächtig, er wächst durch fortwährende Materialzufuhr immer weiter auf. In älteren Schichten schwindet der Humus; es entstehen diffuse Schichtübergänge.

Die Profile sind 100 bis 140 cm, im Durchschnitt 110 cm tief aufgeschlossen worden; bis zuunterst war in allen noch reichlich Humus in der Feinerde vorhanden.

Horizonteigenschaften

Körnung: Der Skelettgehalt beträgt in einem Profil 60 %, in den anderen über 80 %. Es ist blockiges bis feinkiesiges Skelett vorhanden; Mittelkies dominiert schwach. Die Feinerde ist lehmig; sie füllt die Hohlräume zwischen dem Skelett nicht immer vollständig aus.

Humus ist in der Feinerde 10 bis über 50 % vorhanden, im Durchschnitt im Hauptwurzelraum über 20 %. Es ist hemorganischer innig gemengter koprogener Mull.

Kalkflaum ist nur in einem Profil am Skelett und nur in geringer Menge vorhanden.

Der *pH-Wert* beträgt an der Bodenoberfläche 6,5—7,8, in der Mitte des Hauptwurzelraumes 6,8—7,8.

Die *biologische Aktivität* ist in allen Profilen groß bis sehr groß. Große Regenwürmer sind zahlreich vorhanden.

Gefüge: Die Feinerde ist gekrümelt; die Krümel sind nur schwach aggregiert, aber ziemlich stark wurzelverheftet. Das Wurzelgeflecht der Bäume ist mitteldicht; es hält aber das ganze Profil zusammen, das sonst beim Profilgraben immer wieder nachrutscht.

Der *Wasser- und Lufthaushalt* der Profile ist für die Vegetation relativ günstig. Geringer Wasserkapazität und großer Durchlässigkeit steht Schlucht- oder Schattenglage gegenüber, die einen dauernd hohen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens gewährleisten.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Phyllitido-Aceretum* sind :

1. feinerdearme Kies- und Blockschutthalde,
2. ständige, aber nur geringe Zufuhr von Felsschutt,
3. luftfeuchte Schatten- bis Schluchtlage.

Von 400 bis 900 m ü. M. gedeiht das *Phyllitido-Aceretum tilietosum*, darüber das *Phyllitido-Aceretum sorbetosum*. Auf 1480 m wurde der bisher höchste Bestand gefunden; vielleicht geht es aber noch höher, wenn der Standort im übrigen verwirklicht ist.

Vom *Phyllitido-Aceretum tilietosum* und *sorbetosum* unterscheidet sich das *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* durch feinere Körnung des Skelettes und durch höheren Feinerdegehalt. Auf einem Schuttkegel findet sich deswegen das *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* auf dem oberen

Teil, das *Phyllitido-Aceretum tilietosum* oder *sorbetosum* auf dem unteren Teil (vgl. Figur 13, S. 146).

Auf Schutthalden finden sich nur ausgesprochene Spezialistengesellschaften mit äußerst enger ökologischer Amplitude. Von den Gesellschaften, die am Standort des *Phyllitido-Aceretums* überhaupt in Frage kommen könnten, sind alle, außer dem *Piceetum*, durch den zu kleinen Feinerdegehalt zum voraus ausgeschlossen. Das *Tilieto-Fagetum* erträgt das luftfeuchte Klima noch — es kommt tatsächlich mit dem *Phyllitido-Aceretum* zusammen vor —, es geht aber lange nicht so hoch hinauf. Der Standort des *Sorbeta-Aceretums* ist lokalklimatisch wärmer und lokalklimatisch weniger feucht. Das *Asperuleto-Tilietum* verlangt einen warmen Standort. Das *Piceetum* erträgt ständige Schuttzufuhr und oberflächliche Hangbewegung nicht; es findet sich nur am Fuß der Felsschutthalden, wo blockiges Material ruhig liegt und auch durch vereinzelt frisch einrollende Blöcke kaum bewegt wird. Im *Fraxino-Carpinion*-Gebiet wird das *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* durch das *Acereto-Fraxinetum lunarietosum* ersetzt.

δ. Die Böden

Das *Phyllitido-Aceretum* stockt, wie gesagt, nur auf Schutthalden unterhalb ständig abbröckelnder Felsen in Nord- oder auf Südseite in Schluchtlage. Diese Bedingungen sind entscheidend auch für die Böden des *Phyllitido-Aceretums*.

Auf der Halde wird der Schutt nach der Größe fraktioniert: das feinere Material bleibt oben liegen, das gröbere rollt weiter (vgl. Figur 13, S. 146).

Auf dem grobkiesigen und blockigen Material, das auf geringerer Meereshöhe vom *Phyllitido-Aceretum tilietosum*, auf höherer Meereshöhe vom *Phyllitido-Aceretum sorbetosum* bestockt ist, kann sich dank dem feuchten Lokalklima trotz dem Mangel an mineralischer Feinerde eine — zwar nicht geschlossene — Kraut- und Moosvegetation entwickeln. Die anfallenden Humusbildner werden durch die Bodentiere, besonders durch die Regenwürmer, zu koprogenem Humus umgewandelt.

Soweit der Humus nicht durch das Wurzelwerk zusammengehalten wird, wird er im sehr groben Boden mechanisch in die Tiefe verlagert und wahrscheinlich dort angereichert. Der Feinerdegehalt in der Tiefe ist es wohl auch, der den Bäumen und Sträuchern das Fortkommen ermöglicht.

Da die Schuttzufuhr rascher vor sich geht als die Humusbildung und die Verwitterung des Skelettes an Ort, bleibt der Boden sehr feinerdarm und nichtkonsolidiert.

Eine gewisse Variationsbreite besteht in den Bodenprofilen lediglich in der Größe des Skelettes; am einen Ort ist etwas mehr blockiges, am

anderen Ort etwas mehr grobkiesiges Material vorhanden. In allen Profilen aber ist der Schutt sehr beweglich, und die Hohlräume zwischen dem Skelett sind nur zum kleinsten Teil mit Feinerde ausgefüllt.

Die Profile des *Phyllitido-Aceretum tiliетosum* oder *sorbetosum* sind zu bezeichnen als

Humuskarbonatböden,
wenig entwickelt, mit ständiger schwacher Neuüberschüttung,
sehr tiefgründig,
grobkiesig bis blockig, sehr feinerdearm,
frisch.

Sie entsprechen alle der *Lokalform* des « *Bellerive* »-Humuskarbonatbodens (s. Bemerkung unter « Beispiele von Profilaufnahmen »).

Auf dem mittel- und feinkiesigen Schutt, auf dem das *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* stockt, kann sich unter dem gegebenen Lokalklima dank dem — wenn auch geringen — Gehalt an mineralischer Feinerde eine ziemlich üppige Vegetation entwickeln, die zu bedeutender Humusanreicherung Anlaß gibt. Wenn der Gehalt an Feinerde im Profil auch nicht groß ist, so sind doch die Hohlräume zwischen dem Skelett mit Feinerde ausgefüllt, was zusammen mit dem Wurzelwerk genügt, daß das Profil als Ganzes relativ stabil ist und nur oberflächlich durch neue Schuttzufuhr Bewegung erleidet.

Eine gewisse Variationsbreite besteht in den Bodenprofilen bezüglich der Skelettgröße und des Feinerdegehaltes sowie der Mächtigkeit des Mullhorizontes : neben mittelkiesigen, feinerdearmen Profilen gibt es solche, die neben dem Mittelkies auch ziemlich viel Feinkies und mittel viel Feinerde enthalten; immer aber ist die Feinerde humusreich und eher sandig.

Die Profile des *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* sind zu bezeichnen als

Humuskarbonatböden,
wenig bis mäßig (bis voll) entwickelt, mit ständiger schwacher Neuüberschüttung,
sehr tiefgründig,
mittel- bis feinkiesig, feinerdearm bis feinerdehaltig,
frisch bis feucht.

Als Beispiel diene die *Lokalform* des « *Pouëta-Comba* »-Humuskarbonatbodens.

Beispiele von Profilaufnahmen :

* *Phyllitido-Aceretum tiliетosum* und *sorbetosum*

Da die Profile alle gleich aussehen, muß hier die Beschreibung, die bei der Wiedergabe der Aufnahmeprotokolle gegeben worden ist, nicht wiederholt werden. Eine Profilskizze ist in Figur 13, Seite 146, wiedergegeben.

** *Phyllitido-Aceretum lunarietosum*

Aufnahme Nr. 4 (28.9.47)

Ort: *Pouëta-Comba*, SW Vallorbe. TA 91, K. 516,85/172,3.

Standort: Fein- bis mittelkiesige Skelettschutthalde. 850 m ü. M., Exp. E, Neig. 65 %.

Vegetationsaufnahme M. Moor, Nr. 28.

Profil (eine Skizze davon ist in Figur 13, S. 146 wiedergegeben).

Laubstreu vom Vorjahr deckt kaum 40 %, in einfacher, lose hingewehrter Schicht. Fast nur Buchenlaub, dazu wenig stark zerfallenes, netzfaseriges Bergahornlaub.

Bodenoberfläche: zu gut 90 % mit Skelett aller Größen bedeckt, schwierig zu begehen, leicht abrutschend. Überall und reichlich sind tiefschwarze Wurmlosungen, bespickt mit feinen Kalkkörnchen, mit dem Skelett vermischt.

kA₁ (bis 60 cm): 60 % Skelett aller Größen, hauptsächlich Feinkies. Feinerde sandig-lehmig. Über 20 % koprogener Mull. Kalkgehalt in der Feinerde gering. Reaktion alkalisch. Biologische Aktivität sehr groß. Feinerde besteht aus lauter Wurmlosungen. Krümel sehr wenig druckfest, sehr locker aggregiert, mäßig wurzelverheftet. Krümelung nimmt gegen unten ab, Aggregierung zu. Wurzelverhaftung nimmt stark ab. — Oben rauchschwarz, schwach bräunlich, unten grauschwarz.

kA₁₋₂ (unterhalb 60 cm): 70 % Skelett, grob- und hauptsächlich feinkiesiges. Feinerde lehmig-sandig. 2 % Humus. Kalkgehalt in der Feinerde sehr groß, Reaktion alkalisch. Sehr schwach bindiges Primitivgefüge, dichter gelagert als oben. Schwach gelbbräunlich-schmutzigrau.

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: mäßig entwickelt, mit ständiger schwacher Neuüberschüttung.

Varietät: sehr tiefgründig, sandig feinskelettig.

Frisch-feucht.

Lokalform: « *Pouëta-Comba* »-Humuskarbonatboden.

c) *Sorbeto-Aceretum*

a. *Soziologische Beschreibung*

Die Bestände des *Sorbeto-Aceretum* sind lichte, niedere Stockauschlagwälder. Die Baumschicht weist eine bemerkenswerte Zusammensetzung auf: neben dem dominierenden *Bergahorn* finden sich vereint Mehlbeere, Esche und Ulme. Buche und Nadelhölzer gedeihen nicht. In der Strauchsicht sind *Corylus Avellana*, *Rosa pendulina*, *Lonicera alpigena* und *Lonicera Xylosteum* regelmäßig vorhanden. Die Krautschicht deckt kaum die Hälfte der Bodenfläche; sie ist aber arten- und besonders hochstaudenreich. Assoziations-Charakterarten sind *Crepis blattarioides*, *Ranunculus platanifolius* und *Agropyron caninum*. Daneben kommen feuchtigkeitsliebende und wärmeliebende Arten zusammen vor. Moose fehlen ganz.

b. *Aufnahmeprotokolle*

Die Aufnahmen vom *Sorbeto-Aceretum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Roche-de-Van	281	547,55/197,8	6
2	Roche-de-Van	281	547,5 /197,7	7
3	Roche-de-Van	281	547,5 /197,65	1
4	Creux-du-Van	281	545,4 /198,3	8
5	Creux-du-Van	281	546,0 /193,3	3

Unabhängige Standortsfaktoren

Die *Exposition* ist SE bis E, vereinzelt WNW.

Die *Hangneigung* beträgt 70 bis 75 %.

Die *Meereshöhe* beträgt 1265 bis 1320 m.

Geländeform und *petrographische* Verhältnisse: Alle Bestände stocken auf Schutthalde aus hartem Kalk. Die Hangneigung entspricht dem natürlichen Böschungswinkel des Felsschutt.

Das *Sorbeto-Aceretum* ist auf hochmontane Stufe und Südexposition oder geschützte Lagen beschränkt.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist folgender: $kC/kA_1-kA_{1-2}-kA_2B_{ca}$. Nur in einem Profil reichte der Mullhorizont bis zur Aufschlußtiefe.

Die oberflächliche Skelettrieselschicht ist 10 bis 15 cm mächtig.

Der Mullhorizont ist 30 bis über 110 cm mächtig; Mullhorizont und Übergangshorizont zusammen sind je 110 cm mächtig, abgesehen vom initialen Profil Nr. 3.

Darunter ist bei 4 Profilen ein ausgesprochener Kalkschmier-Horizont, der bis über die Aufschlußtiefe hinausreicht.

Die Profile wurden 130 bis 180 cm tief erschlossen, im Durchschnitt 150 cm.

Körnung: Bei allen Profilen besteht die oberflächliche Schuttrieselschicht ausschließlich aus fein- und mittelkiesigem Skelett. Der Mullhorizont enthält 50 bis 70 %, der Übergangshorizont 60 bis 80 % und der Untergrund 90 % Skelett, und zwar auch mittel- und feinkiesiges. Die Feinerde füllt im Untergrund nicht einmal die Hohlräume zwischen dem Skelett aus. — Die Feinerde ist sandig-lehmig bis tonig-lehmig; mit zunehmender Tiefe wird sie größer. Im Untergrund findet sich aber nur herabgeschlämmtes, sehr feines Material.

Der *Humusgehalt* der Feinerde beträgt im Mullhorizont 5 bis 8 %, im wenig entwickelten Profil über 20 %. Es ist Kopromull.

Kalkflaum ist in den Profilen schon im Übergangshorizont z. T. in beträchtlichen Mengen vorhanden; nur ein Profil enthält keinen Kalkflaum.

Das *Gefüge* ist im Mullhorizont aller 5 Profile krümelig, schwach bindig bis lose. Im Übergangshorizont ist die Krümelung geringer. Im Kalkanreicherungs-horizont ist nur verschlammte Feinerde vorhanden.

Die *biologische Aktivität* ist mittel bis groß.

Wasser- und Lufthaushalt: Alle Profile sind sehr durchlässig, besonders im Untergrund. Der Untergrund ist aber sehr feucht vom Hangwasser, aus dem sehr viel Kalk ausgeschieden wird.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Sorbeto-Aceretum* sind :

1. Fein- und Mittelskelett-Schutthalde mit reichlich mineralischer Feinerde,
2. fast feinerdelose Skelettrieselschicht an der Bodenoberfläche, verursacht durch ständige Schuttzufuhr,
3. mittlere oder obere Montanstufe,
4. warme Lage.

Auch das *Sorbeto-Aceretum* ist ein Schutthalde-Spezialist; es braucht die Konkurrenz der meisten anderen Gesellschaften nicht zu fürchten, solange die Schuttzufuhr von den Felsen anhält. Nachher

dürfte allerdings Weiterentwicklung zum *Abieto-Fagetum festucetosum* oder — in höheren Lagen — zum *Rumiceto-Fagetum* einsetzen.

Vom *Phyllitido-Aceretum tilietosum* und *sorbetosum* unterscheidet sich das *Sorbeto-Aceretum* durch höheren Gehalt an mineralischer Feinerde, durch lokalklimatisch warme Lage und durch die Beschränkung auf die mittlere und obere Montanstufe. Grobskelettböden ohne oder mit nur sehr wenig mineralischer Feinerde, wie sie für das *Phyllitido-Aceretum* charakteristisch sind, bleiben unter dem trockenen Lokalklima des *Sorbeto-Aceretums* fast vegetationslos.

In der unteren Montanstufe wird das *Sorbeto-Aceretum* durch das *Asperuleto-Tiliatum* ersetzt.

In gleicher Höhenlage wird das *Sorbeto-Aceretum* in Nordexposition oder in ungeschützter Lage durch eine noch unbeschriebene Gesellschaft ersetzt.

δ. Die Böden

Die Besonderheiten der Böden des *Sorbeto-Aceretums* sind in erster Linie durch das Relief bedingt. Das *Sorbeto-Aceretum* stockt nämlich nur auf dem obersten Teil von Schutthalde unterhalb ständig abbröckelnder Felsen. Dort sind die feineren Schuttfraktionen angereichert: Mittel- und Feinkies und mineralische Feinerde. Das Grobskelett rutscht auf der Hangoberfläche ab und findet sich weiter unten auf der Halde. Durch die ständige Schuttzufuhr wachsen die Profile immer weiter auf. Oberflächlich sind sie von einer Skelettrieselschicht bedeckt, darunter sammelt sich die Feinerde an.

Die Feinerde, das relativ warme Lokalklima der Süd- oder Felsenzirkuslage und das vom Fels zufließende Hangwasser ermöglichen zusammen eine ziemlich reiche Vegetation mit hoher Produktion von Humusbildnern, aber auch rasche Umwandlung der Humusbildner vor allem durch die Würmer zu koprogenem Mull.

Das dichte Wurzelwerk der Vegetation hält das Profil und besonders die anfallende Feinerde zusammen.

Die Profile variieren relativ wenig in der Körnung: Mittel- und Feinkies herrschen in allen Profilen vor, die Feinerde ist lehmig, mit wechselndem Sand- und Tongehalt; der Feinerdegehalt ist klein bis mittel. Größere Variation besteht in der Horizontfolge: der Mullhorizont ist sehr verschieden mächtig, je nach dem Alter der Schutthalde und der Intensität der Schuttzufuhr. In manchen Profilen findet sich im Untergrund eine Anreicherung von Kalk, der aus dem Hangwasser ausgeschieden worden ist. Da der Untergrund in allen Profilen frisch bis feucht ist, kommt dem Vorhandensein eines Kalkanreicherungshorizontes keine weitere Bedeutung zu, solange dadurch nicht der Wurzelbaum reduziert wird. Bisher wurde das aber noch nie beobachtet.

In den *morphologischen* Eigenschaften gleichen die *Profile* der *Lokalform* des «*Im-Schluchen*»-Humuskarbonatbodens des *Tilieto-Fagetums*, höchstens die oberflächliche Skelettrieselschicht dürfte im *Sorberto-Aceretum* im Durchschnitt etwas mächtiger sein.

d) *Tilieto-Fagetum*

a. *Soziologische Beschreibung*

Das *Tilieto-Fagetum* ist ein Linden-Buchen-Wald mit relativ wenigen Strauch- und Krautarten.

Die *Buche* ist Hauptbaum. Daneben ist die Linde stark vertreten; mit zunehmender Meereshöhe nimmt sie an Menge aber ab. Bergahorn und Esche sind hochstet, ebenso die Tanne. In der Strauchsicht sind nur die drei Arten *Sambucus nigra*, *Corylus Avellana* und *Lonicera Xylosteum* von Bedeutung. Die Krautschicht ist schwach entwickelt. Bezeichnend sind Herden von *Mercurialis perennis*, *Actaea spicata* und *Dentaria pinnata* und *digitata*. Charakteristisch ist auch das Fehlen von Gräsern und Seggen. *Efeu* kommt in der Kraut- und in der Baumschicht regelmäßig vor. Bodenmoose sind praktisch keine vorhanden.

β. Aufnahmeprotokolle

Die Aufnahmen vom *Tilieto-Fagetum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Unterhalb Ruine Fürstenstein, Ettingen . . .	9	607,2 /257,5	18
2	Zwischen Kluser- und Balsthalroggen . . .	162	620,7 /239,6	23
3	Sonnenberghalde, N Maisprach	29	630,7 /264,8	
4	Born E-Hang, NW Aarburg	163	634,05/281,1	19
5	Hard bei Känerkinden, BL	147	629,4 /250,3	27
6	Langhalden, Geißberg NNE-Hang	36	657,2 /264,6	14
7	Einbergrain NW-Hang, b. Mariastein	9	604,4 /258,6	4
8	Unterhalb Ruine Klus bei Pfeffingen	9	609,93/257,1	2
9	Unterhalb Ruine Mönchsberg, bei Pfeffingen	9	610,05/256,85	3
10	Im Schluchen, bei Nuglar	10	618,25/258,15	22
11	Im Schluchen, bei Nuglar	10	618,2 /258,2	21
12	N Ruine Königstein, NW Küttigen	150	644,7 /252,85	20
13	Homberg, N-Hang	151	647,55/253,35	24
14	Hollen, NW Pfeffingen	9	611,0 /256,2	

Unabhängige Standortsfaktoren

Die *Exposition* sämtlicher Profile ist NE bis NW. Das *Tilieto-Fagetum* kommt in Südexposition nicht vor.

Die *Hangneigung* beträgt 60—80 %, im Durchschnitt 67 %, was ebenfalls bezeichnend ist für alle Bestände überhaupt.

Die *Meereshöhe* der Profile beträgt 420—780 m, im Durchschnitt 590 m. Das entspricht gut dem ganzen Verbreitungsgebiet.

Geländeform und *petrographische* Verhältnisse: die Profile liegen alle in Schutthalde unterhalb von Felsen, von denen ständig harter Kalkschutt nachgeliefert wird. An anderen Orten kommt das *Tilieto-Fagetum* nicht vor.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist folgender: (*kC*) — *kA₁* — (*kA₁₋₂*) — (*kB_{ca}*) — *kAC*. Manchmal liegen mehrere Profile übereinander.

Die noch vorhandene Laubstreu ist ganz mit Rieselskelett vermischt. Sie ist höchstens an geschützten ruhigen Stellen, z. B. unterhalb von Bäumen, etwas angereichert. Die Bestandesstreu wird normalerweise innert Jahresfrist abgebaut.

Die oberflächliche Skelettrieselschicht ist sehr verschieden mächtig. Sie kann lokal fast fehlen; in Rieselrungen erreicht sie 10 cm und mehr Mächtigkeit.

Der Mullhorizont ist 30—80 cm, im Durchschnitt 44 cm, bei 10 Profilen 30 bis 50 cm mächtig.

Ein Übergangshorizont ist nur bei 5 Profilen einigermaßen entwickelt.

Ein Kalkflaumhorizont ist bei 6 Profilen vorhanden, und zwar im Untergrund.

Körnung: Die oberflächliche Rieselschicht besteht fast nur aus Skelett. Der Skelettgehalt des Mullhorizontes beträgt 30—80 %, im Durchschnitt 60 %, bei neun Profilen 50—70 %. Unterhalb des Mullhorizontes beträgt der Skelettgehalt 50 bis 100 %, im Durchschnitt 75 %. Bei 2 Profilen ist auch der anstehende klüftige Fels in die heutige Bodenbildung einbezogen. In allen Profilen herrscht Mittelkies vor; gröberes und feineres ist in wechselnden Mengen beigemischt. Die Feinerde ist in allen Profilen lehmig, bei wechselndem Sand- und Tongehalt. Gegen unten im Profil wird die Feinerde größer.

Der *Humusgehalt* der Feinerde schwankt im Mullhorizont zwischen 4 und über 20 %; im Durchschnitt beträgt er 13 %. Es ist grobkörniger, mit mineralischer Feinerde innig vermischter koprogener Mull.

Kalkflaum ist in 3 Profilen schon im Mullhorizont festgestellt worden, wenn auch nur in geringen Mengen. 10 Profile enthalten im Untergrund Kalkflaum, 6 davon in beträchtlicher Menge.

Die *biologische Aktivität* ist in allen Profilen mittel.

Die *pH-Werte* betragen zuerst in der Feinerde 7,0—7,5; in der Mitte des Mullhorizontes 7,1—7,6, bei 10 Profilen 7,3—7,5; im Untergrund 7,5—8,3.

Gefüge: Im Mullhorizont besteht ein lockeres bis schwach bindiges, intensiv wurzelverhaftetes Krümel- bis Schwammgefüge, im Untergrund meist ein Primitivgefüge. Der Boden ist noch nicht konsolidiert; beim Graben rutscht die Profilwand oft nach.

Der *Wasser- und Lufthaushalt* der Profile ist durch die hohe Durchlässigkeit des Ober- wie des Unterbodens und durch die nicht sehr große Wasserkapazität des Mullhorizontes gekennzeichnet. Dank der Nordlage trocknen die Profile aber nicht so schnell aus. Auch hält da und dort Hangwasser den Boden frisch (Kalkflaumhorizonte!).

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die für das *Tilieto-Fagetum* entscheidenden Standortsfaktoren sind:

1. Fein- und Mittelskelett-Schutthalde mit mittlerem bis kleinem Gehalt an mineralischer Feinerde,
2. ständige Felsschutt-Zufuhr, die auf der Bodenoberfläche eine Skelettrieselschicht erzeugt,
3. Schattenlage, kühl und luftfeucht,
4. untere Montanstufe.

Das *Tilieto-Fagetum* ist ein Feinschutthalde-Spezialist. Hört die Schuttzufuhr auf, so entwickelt es sich zum *Fagetum typicum* oder, in höheren Lagen, zum *Abieto-Fagetum festucetosum*. Im Bodenprofil zeigt sich der Übergang durch das Verschwinden der oberflächlichen Skelettrieselschicht und in der Feinerdeanreicherung. Regressiv können sich *Fagetum typicum* und *Abieto-Fagetum festucetosum* in ein *Tilieto-Fagetum* verwandeln, wenn ihr Standort in den Bereich eines Schuttstromes gerät.

Bei größerem Skelett und geringerem Feinerdegehalt stockt an der Stelle des *Tilieto-Fagetums* ein *Phyllitido-Aceretum*.

In warmer Südlage ist das *Tilieto-Fagetum* durch das *Asperuleto-Tilietum* ersetzt.

In höheren Lagen tritt an die Stelle des *Tilieto-Fagetums* eine Gesellschaft, die zwischen *Phyllitido-Aceretum lunarietosum* und *Abieto-Fagetum festucetosum* steht; kommt zur höheren Lage noch Südexposition, so stellt sich das *Sorberto-Aceretum* ein.

Wie sich das *Tilieto-Fagetum* mit abnehmender Meereshöhe verhält, muß noch abgeklärt werden. Nach dem vorhandenen Aufnahmematerial tritt an seine Stelle ein *Acereto-Fraxinetum*, wahrscheinlich aber nur, wenn das Lokalklima oder der Boden etwas feuchter ist.

δ. Die Böden

Was von den Böden des *Sorberto-Aceretums* ausgesagt worden ist, gilt auch von den Böden des *Tilieto-Fagetums*. Die Südexposition oder geschützte Felsenzirkuslage des *Sorberto-Aceretums* ist beim *Tilieto-Fagetum* durch die höhere Temperatur der unteren Montanstufe ersetzt, die höhere Feuchtigkeit der hochmontanen Lage des *Sorberto-Aceretums* durch die Nordlage oder Schattenlage beim *Tilieto-Fagetum*. In diesem wurden manchmal auch Profile mit mehreren übereinanderliegenden Mullhorizonten gefunden, doch ist dies kein kennzeichnendes Merkmal.

Die *Profile* gleichen im wesentlichen alle der *Lokalform* des « *Im-Schluchen* »-Humuskarbonatbodens.

Beispiel einer Profilaufnahme:

Aufnahme Nr. 11 (30.7.48).

Ort: Im Schluchen, bei Nuglar. TA 10, K. 618,2/258,2.

Standort: Fein- bis mittelkiesige Skelettschutthalde.

610 m ü. M., Exp. NE, Neig. 60 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 21.

Profil (vgl. Figur 1¹)

Laubstreu vom Vorjahr deckt 0,95; der Rest sind Skelettrieselstellen. Streu verschieden, meist wenig mächtig. Nirgends verklebt, nirgends gebleicht, sehr

¹ In der Skizze ist der Kalkflaum am Skelett nicht gezeichnet.
Bei allen Profilskizzen ist 1 Teilstrich = 10 cm.

locker, hier und da etwas aufgeklast. Im Kontakt mit der Feinerde in grobblättrigem Zerfall und mit Wurmlosungen vermischt.

Bodenoberfläche: unter der Streu zu $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ von losem Skelett bedeckt. Dazu frische und zerfallene Wurmlosungen.

kA₁¹: 70 % mittel- und feinkiesiges Skelett. Feinerde lehmig. 20% koprogener Humus. Kalkgehalt in der Feinerde hoch. Biologische Aktivität hoch. Feinerde vollständig gekrümelt; Krümel 1—5 mm groß, rundlich, wenig bis mäßig druckfest, wenig aggregiert, intensiv wurzelverheftet. Viele Wurmlosungen. Rauchschwarz.

kA₁²: 70 % mittel- und feinkiesiges Skelett. Feinerde lehmig. 8 % koprogener Humus. Kalkgehalt in der Feinerde sehr groß. Biologische Aktivität mittel bis groß. Feinerde vollständig gekrümelt; Krümel 1—3—5 mm groß, kleinere rundlich, größere kantig, alle ziemlich druckfest, wenig aggregiert, ziemlich wurzelverheftet. Bräunlich-rauchschwarz.

kA₁—B_{ca}: 90 % mittel- und feinkiesiges Skelett. Feinerde lehmig. 4 % koprogener Humus. Kalkgehalt in der Feinerde sehr groß. Mittel viel Kalkflaum am Skelett und in der Feinerde. Biologische Aktivität klein bis mittel. Feinerde vollständig gekrümelt; Krümel 1—5 mm groß, rundlich bis kantig, wenig aggregiert, wenig wurzelverheftet. Kalkflaum bedingt schwachen Zusammenhalt. Bräunlich-grau.

kA₂—B_{ca}: ~ 100 % mittel- und feinkiesiges Skelett. Dazu etwas Kalksand. Skelettunterseite von sehr viel Kalkschmiere überzogen. Skelett lose geschüttet, Profilwand rutscht beim Graben nach. - Schmutzig fahl-gelb, Skelettunterseite weiß.

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: mäßig bis voll entwickelt, mit ständiger schwacher Überschüttung.

Varietät: kolluvial

mittel- bis feinskelettiig, sehr skelettreich

frisch

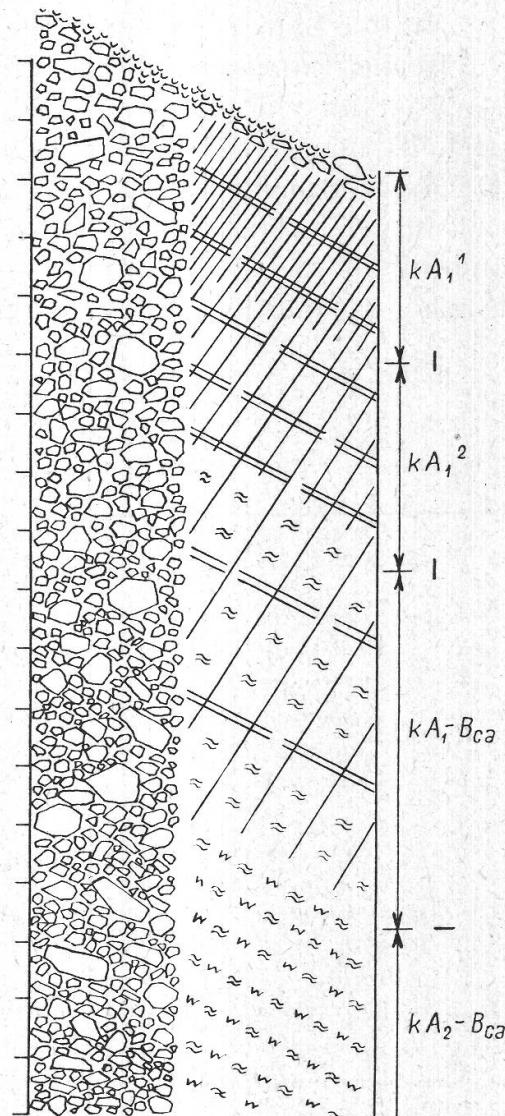
mit Kalkanreicherungshorizont im Untergrund.

Lokalform: « Im-Schluchen »-Humuskarbonatboden.

e) Arunco-Aceretum

a. Soziologische Beschreibung

Das *Arunco-Aceretum* bildet kleine, streng lokalisierte Waldbestände mit üppiger Krautflora.



Figur 1
Profil aus dem *Tilieto-Fagetum*

In der Baumschicht herrscht in der Regel der *Bergahorn*, bisweilen die Buche. Daneben gedeiht nur noch die Esche gut; die anderen Bäume wachsen nur kümmerlich. Die Strauchschicht ist sehr schwach entwickelt; nur Hasel ist von Bedeutung. Unter den Kräutern dominiert die Assoziations-Charakterart *Aruncus silvester*. Nebeneinander finden sich ferner Arten, von denen die einen an das *Acereto-Fraxinetum*, die andern an das *Fagetum* erinnern. Die Moose decken kaum 5 % der Fläche; es sind dieselben wie im *Fraxino-Carpinion*.

β. Aufnahmeprotokolle

Die Aufnahmen vom *Arunco-Aceretum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Creux de Moron	83	546,8 /215,3	6
2	Creux de Moron	83	547,0 /215,3	8
3	Creux de Moron	83	547,85/216,0	10
4	Zwischen Wilenberg und Egg, NW Küttigen	150	644,05/252,85	2
5	Combe de Biaufond	114	557,02/224,1	3
6	Combe du Noz	114	557,75/223,25	4

Unabhängige Standortsfaktoren*

Exposition: Die Profile sind NW bis ENE exponiert. In Südlage wurde bisher kein *Arunco-Aceretum*-Bestand gefunden.

Die *Hangneigung* der Profilorte beträgt 60 bis 95 %, durchschnittlich 75 %. Das *Arunco-Aceretum* besiedelt nur steile Hänge.

Die *Meereshöhe* schwankt zwischen 630 und 1120 m. Das *Arunco-Aceretum* entwickelt sich hauptsächlich in Höhenlagen zwischen 800 und 1100 m ü. M.

Geländeform: Alle Bestände stoßen auf Steilhängen, wo ständig frische Feinerde nachgeliefert wird, d. h. hauptsächlich unterhalb Coulloirs oder herausschauenden Mergelbändern.

Muttergestein: Die Profile liegen alle in kolluvialer Feinerde, die entweder von Mergelbändern stammt oder von andern Böden her eingerieselten ist.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist: (k)bA₁—(k)bA₁₋₂—kbA₂ oder rA₁—rA₁₋₂—rA₂.

Die Laubstreu wird innert Jahresfrist abgebaut; von mehrjähriger Streu ist deshalb nichts zu finden.

Entkarbonatungstiefe: 2 Profile enthalten Karbonat in der Feinerde bis zuoberst, 4 Profile enthalten kein Karbonat in der Feinerde. Diese dürfte aber schon entkarbonatet abgelagert worden sein.

Der Mullhorizont ist 20 bis 80 cm mächtig, im Durchschnitt 40 cm; der Übergangshorizont ist 50 bis über 100 cm mächtig, im Durchschnitt 65 cm.

Die Profile wurden 100 bis 120 cm tief aufgeschlossen.

Körnung: Der Mullhorizont enthält 0 bis 30 % Skelett, der Untergrund 50 bis 70 %, und zwar Skelett aller Größen von Block bis Feinkies; Mittelkies überwiegt.

Die Feinerde ist in allen Profilen tonig, und zwar von oben bis unten im Profil.

Humus: Der Mullhorizont enthält 5 bis 6 %, in einem Profil über 10 % koprogenen Mull.

Kalkflaum findet sich in 3 Profilen im Skelettkontakt; vielleicht handelt es sich dabei um Kalk, der durch die Lösungsverwitterung vom Skelett abgetrennt worden ist, ohne daß er selber in Lösung gegangen ist.

pH-Werte: An der Bodenoberfläche betragen die pH-Werte bei 3 Profilen 6,4—6,6, bei drei anderen 7,1—7,5; in der Mitte des Mullhorizontes 6,6—6,8, bzw. 7,1—7,3; in der Mitte des Übergangshorizontes 7,0—7,6.

Die *biologische Aktivität* ist in allen Profilen groß bis sehr groß. Es sind sehr viele große, dicke Würmer vorhanden.

Gefüge: Oberflächlich ist bei allen Profilen eine bis 10 cm mächtige Krümelrieselschicht vorhanden, die auslosem Wurmkompost besteht. Manchmal rieselt auch Skelett mit, doch wird dieses allmählich passiv abgeteuft.

Der Mullhorizont aller Profile weist ein bindiges Krümel- bis Schwammgefüge auf, der Übergangshorizont ein bindiges Schwammgefüge und der Untergrund ein bindiges Primitivgefüge.

Wasser- und Lufthaushalt: Dank dem Wasser, das ständig von den Felsen oberhalb der Profile herkommt, sind alle Profile im Mullhorizont dauernd frisch bis feucht, im Untergrund dauernd feucht. Gley wurde aber nicht festgestellt. Der ganze Hang scheint langsam im Abrutschen zu sein, so daß im Boden immer wieder Risse entstehen, die die Abfuhr überschüssigen Wassers sicherstellen.

Die *Farbe* des Mullhorizontes ist graubraun bis rauchschwarz, gegen unten wird sie heller bis braungelb.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Arunco-Aceretum* sind:

1. teils kolluvialer, teils alluvialer lehmig-toniger Boden,
2. an der Bodenoberfläche mächtige Krümelrieselschicht, bedingt durch Steilhanglage,
3. Montanstufe, ausgenommen höchste Partien,
4. Schattenlage.

Das *Arunco-Aceretum* ist Spezialist von schattigen Feinerde-Rieselhängen oder -Runsen.

Der lehmig-tonige Boden schließt alle *Skelettschutthalden-Gesellschaften* aus, ferner die Spezialisten feinerdeärmerer Steilhangböden, nämlich *Seslerieto-Fagetum* und *Querceto-Lithospermetum*.

Die topographisch bedingte mächtige Krümel-Riesel-Schicht behagt allen anderen Gesellschaften nicht, auch nicht dem *Taxeto-Fagetum* und dem *Molinieto litoralis-Pinetum*, die ähnlich tonige und steile Böden besiedeln.

Für das *Cariceto-Fagetum*, das *Fagetum* und das *Abieto-Fagetum* ist der Standort zu steil, der Boden zu bewegt, ebenso für das *Equiseto-Abietetum*, das zudem noch Vernässung verlangt. Für das *Cariceto-Fagetum* und wohl auch für das *Fagetum* (ausgenommen *Fagetum allietosum*) und das *Abieto-Fagetum* ist der Boden zu feucht.

Die Lage in der unteren und mittleren Montanstufe schließt einerseits das *Rumiceto-Fagetum* aus, das ähnliche Standorte in der hochmontanen Stufe, im Übergang zur subalpinen Stufe, noch zu besiedeln vermag, anderseits das *Acereto-Fraxinetum* der kollin-submontanen Stufe.

In offener Südlage wurde ein edaphisch ähnlicher Standort noch nie entdeckt.

δ. Die Böden

Von entscheidendem Einfluß sowohl für die Gesellschaft als auch für die Böden ist die Lage unterhalb feinerdelevernden Mergelfelsbändern oder Couloirs.

Die Böden bestehen ganz aus zusammengerieselten Mergelkrümeln oder aus entkarbonateten Krümeln, die von fremden Böden hierher verlagert worden sind. Diese lehmige oder tonige Feinerde ist an sich schon stark wasserhaltend; dazu kommt noch das Hangwasser, so daß die Böden dauernd frisch bis feucht sind. Das ermöglicht ein sehr üppiges Pflanzenwachstum und sehr hohe biologische Bodenaktivität, namentlich der Würmer. Auch der hohe Anfall an krautigen Humusbildnern neben der Laubstreu der Bäume ist dafür günstig. Der Boden wird darum äußerst intensiv durchmischt; er besteht in der obersten, zirka 10 cm mächtigen Schicht aus lauter Wurmlosungen, die wegen der Hangsteilheit schwach im Rieseln begriffen sind.

Die Profile variieren in der Mächtigkeit des Mullhorizontes und im Skelettgehalt. Da aber relativ wenig Skelett vorhanden und dieses ganz in die Feinerde eingebettet ist, ist es physiologisch kaum von Bedeutung. Die Vegetation ist auch dieselbe, ob die Feinerde entkarbonatet oder karbonathaltig ist.

Die Böden des *Arunco-Aceretums* sind je nach dem Ausgangsmaterial (karbonathaltig oder entkarbonatet abgelagert) zu bezeichnen als

Rendzina, reif oder verbraunt, oder Braunerde
kolluvial, am Steilhang
sehr tiefgründig
lehmig-tonig
frisch bis feucht
biologisch sehr aktiv.

Als Beispiel diene die *Lokalform* der «Creux-de-Moron»-Braunerde.

Beispiel einer Profilaufnahme:

Aufnahme Nr. 2 (10. September 1948).

Ort: Creux de Moron, N Le Locle, Gde. Les Brenets. TA 83, K. 547,05/215,35.

Standort: Feinerderieselhalde in Couloir, 1095 m ü. M., Exp. N, Neig. 85 %.
Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 8.

Profil (Figur 2; vgl. auch Figur 14, S. 147)

Letztjährige Laubstreu deckt etwa $\frac{2}{3}$; unterschiedlich mächtig, stellenweise zu 3 bis 5 cm mächtigen Schichten zusammengerutscht; überall aufgeklast. Nur geringe, fleckige Bleichspuren; in Nestern oft ganz gebleicht, oft schrotschußartig durchlöchert. Untere Lagen mit Krümeln und wenigen Molluskenschalen vermischt und grobblättrig zerfallend. Nirgends mit der Bodenoberfläche verfilzt, sondern allmählich in die rieselnde, extrem lockere Krümelschicht übergehend.

Bodenoberfläche: wo bloßliegend, von rieselnden Krümeln gebildet. Krümel rundlich bis kantig, 1—2—3 mm groß; stellenweise wenig bis mäßig verschlämmt und verkrustet, dort Faser- und gröbere Würzelchen der Krautpflanzen freigelegt.

bA₁: 10 % mittelkiesiges Skelett, Feinerde tonig, schwach sauer, im Skelettkontakt mit Kalkschmiere überzogen. 5 % koprogen Humus. Biologische Aktivität sehr groß. Haupt- und Faserwurzeln mittel viele. In den obersten 10 cm loses Krümelgefüge; Krümel meist 1 bis 3 mm groß, rundlich bis kantig, mäßig druckfest, nur selten Aggregate bis 2 cm Größe bildend, mäßig faserwurzelverheftet. Darunter sehr bindiges Schwammgefüge, das sich leicht in rundliche bis kantige Krümel und Aggregate aufteilen lässt. Braungrau.

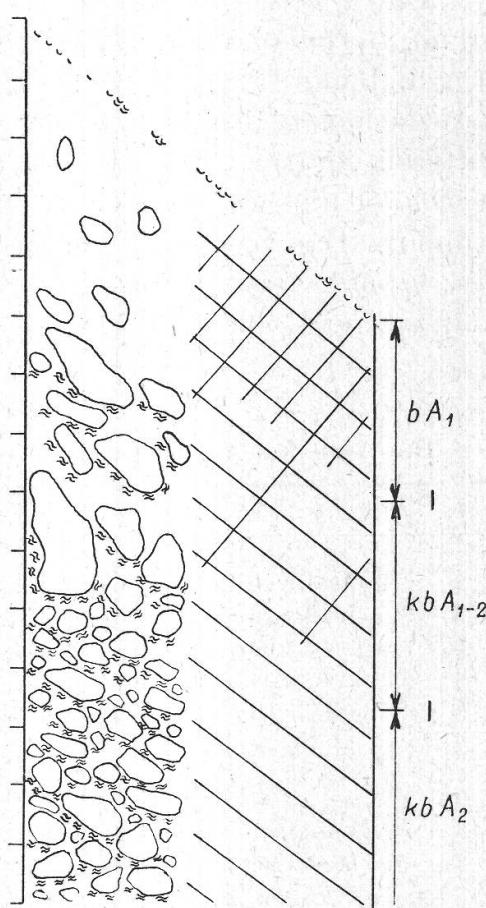
kbA₁₋₂: 60 % Skelett jeglicher Größe. Feinerde tonig. 1 % Humus. Schwach sauer. Biologisch aktiv. Wenig Haupt- und Faserwurzeln. Stark bindiges Schwammgefüge; Aggregierung ziemlich stabil; Krümel kantig bis scharfkantig, erinnern entfernt an Rendzinakrümel. Porenvolumen mittel. Feinerde im Skelettkontakt ganz naß, überzogen mit Kalkschmiere, die beim Abheben des Skelettes zum Teil an diesem haften bleibt. — Sehr viele Wurmgänge direkt zwischen Feinerde und Skelett: bevorzugte Kanäle für das Hangwasser. Alte Wurmrohren mit humusreicherem Material von oben ausgefüllt. In jüngeren eingezogene Humusbildner. Auch Wurzeln streichen zum Teil direkt dem Skelett entlang. Graubraun.

kbA₂: 70 % Skelett aller Größen. Feinerde tonig, schwach sauer. Biologische Aktivität gering. Stark bindiges Krümelgefüge. Krümel meist scharfkantig. Porenvolume gering. Gelbbraun.

Bodentyp: Braunerde.

Varietät: zum Teil alluvial, zum Teil kolluvial
tonig
frisch-feucht.

Lokalform: « Creux-de-Moron »-Braunerde.



Figur 2
Profil aus dem *Arunco-Aceretum*

f) Equiseto-Abietetum

a. Soziologische Beschreibung

Die *Equiseto-Abietetum*-Wälder sind bald von *Buche*, bald von *Esche*, *Bergahorn* oder *Tanne* beherrscht. Die Strauchsicht ist artenarm und nur schwach entwickelt. In der Krautschicht finden sich die Assoziations-Charakterart *Equisetum silvaticum* und die Assoziations-Differentialarten *Filipendula Ulmaria*, *Caltha palustris*, *Equisetum maximum* und *Carex pendula*, die an das *Cariceto remotae-Fraxinetum* erinnern. Das Bild wird beherrscht durch *hohe Gramineen* und *Seggen* und *großblättrige Kräuter*, vor allem Hochstauden, und Farne. Moose sind zahlreich vorhanden; sie erinnern ganz an *Fraxino-Carpinion*.

β. Aufnahmeprotokolle

Die Aufnahmen vom *Equiseto-Abietetum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Welschwegli, Weißenstein S-Hang	112	603,15/232,5	5
2	Zwischenberg, ESE Röthifluh	112	607,85/233,8	7
3	Schafgraben, NW Weißenstein	112	606,6 /234,7	2
4	Les Côtes du Champ-du-Moulin	279	549,75/200,6	3
5	Vordere Egg, bei Waldenburg	148	621,7 /246,85	2

Unabhängige Standortsfaktoren

Die *Exposition* der aufgenommenen Standorte ist ENE bis NNW. Schattenlage ist für die Gesellschaft günstig, aber nicht Voraussetzung.

Die *Hangneigung* beträgt 30—50 %. Größere Steilheit dürfte der Hanglehm kaum erreichen, wohl aber dürfte er bis in fast ebene Lage auslaufen, sofern das Gelände dies erlaubt.

Die *Meereshöhe* der Profile ist 850—1150 m. Die Hauptverbreitung des *Equiseto-Abietetums* liegt in der mittleren Montanstufe; bis wie weit hinunter es reicht, ist noch nicht abgeklärt.

Geländeform, Muttergestein: Die Profile liegen alle in kriechendem Hanglehm. Das Vorkommen des *Equiseto-Abietetums* ist deshalb auf Hangfuß und Mulden beschränkt.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist folgender: $(b)rA_1 - (b)rA_{1-2} - g(b)rA_2$.

Die Laubstreudicke wird längstens innert Jahresfrist abgebaut.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt 0—70 cm, im Durchschnitt 30 cm. Die Feinerde ist aber wohl nicht am Ort entkarbonatet, sondern schon karbonatfrei abgelagert worden.

Der Mullhorizont ist 20—40 cm mächtig, im Durchschnitt 28 cm.

Ein Übergangshorizont ist nur bei 3 Profilen ausgebildet; er ist dort 20 cm mächtig.

Der Hanglehm darunter ist mehr oder weniger stark vergleyt.

Manchmal ist deutlich sichtbar, daß alte Profile unter neuen Hanglemschichten begraben worden sind.

Körnung: Alle Profile bestehen aus tonigem Lehm bis Ton, dem nur wenig Skelett beigemischt ist.

Humus: Der Humusgehalt im Mullhorizont beträgt 2—10 %, im Durchschnitt 5—6 %. Es ist hemorganischer innig gemengter koprogener Mull.

Die pH-Werte betragen an der Bodenoberfläche 5,7—7,0; im Mullhorizont 6,3 bis 7,0; im Gleyhorizont 7,1—7,4.

Wechselnde pH-Werte in verschiedener Bodentiefe lassen auf wiederholte Überführung mit neuen Lehmschichten schließen.

Die *biologische Aktivität* ist im Mullhorizont groß bis sehr groß. Die Bodenoberfläche ist vollständig bedeckt von Wurmlosungen, die manchmal groß sind (bis 5 ccm). Die Würmer bohren sich bei Trockenzeiten tief in den Gleyhorizont ein.

Das *Gefüge* ist im Mullhorizont stark bindig, schwammartig. Es lässt sich in kantige bis scharfkantige Krümel zerteilen. Die Durchwurzelung ist außerordentlich gering. Das Porenvolumen ist relativ groß. — Der vergleyte Untergrund ist bindig, sehr hohlräumarm. Er ist von Schwundrissen und Wurmkanälen durchzogen, die mit verschlämmtem Material tapeziert sind.

Wasser- und Lufthaushalt: Die Profile besitzen wegen des hohen Tongehaltes eine sehr hohe Wasserkapazität. Im Mullhorizont sind die Profile dank der intensiven Wurmtätigkeit gut durchlüftet und wohl kaum je ganz vernässt. — Der Untergrund hingegen ist im oberen Teil periodisch stark vernässt, er ist darum vergleyt. In einigen Profilen sind sogar ziemlich harte Eisenkonkretionen vorhanden. Darunter herrscht meist dauernde Vernässung, doch können die Drainageverhältnisse auch besser sein; eine wasserundurchlässige Schicht im Profil genügt als Ursache des besonderen Wasserhaushaltes.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Equiseto-Abietetum* sind :

1. unterhalb des Mullhorizontes vernäster Hanglehm,
2. montane Lage.

Vernäster Hanglehm wird in der Montanstufe von allen anderen Gesellschaften gemieden.

In der collinen Stufe wird das *Equiseto-Abietetum* durch *Fraxino-Carpinion*-Gesellschaften ersetzt, wahrscheinlich durch das *Cariceto remotae-Fraxinetum*, in der oberen Montanstufe durch das *Cicerbito-Adenostyletum*.

δ. Die Böden

Die entscheidenden Voraussetzungen sowohl für die Vegetation als auch für die Bodenverhältnisse des *Equiseto-Abietetums* sind Hangfußlage, tonreiche Böden in den höher gelegenen Hangpartien und viel Hangwasser. Durch dieses wird der Boden in den höher gelegenen Hangpartien erodiert; das erodierte Material wird auf dem auslaufenden Hang wieder abgelagert und kriecht von dort als zusammenhängende Masse weiter, solange der Wassergehalt des Hanglehms für die Aufrechterhaltung der Gleitfähigkeit ausreicht und nicht wegen des Reliefs eine Stauung eintritt.

Durch das Kriechen werden die Bodenteilchen gerichtet, der Lehm wird dadurch undurchlässig und der Boden vernässt, selbst wenn unter der Lehmschicht der Untergrund durchlässig ist. Das Gefälle ist aber am Hangfuß noch groß genug, daß das Wasser in den obersten Bodenschichten relativ rasch abgeführt werden kann und darin keine Vernässung eintritt. Die oberen Bodenschichten sind biologisch darum sehr aktiv und weisen ein hohlraumreiches Schwammgefüge auf. Die Vegetation ist entsprechend üppig, was umgekehrt die biologische Bodenaktivität erhöht.

Der Untergrund hingegen ist vernässt; zeitweise kann er auch austrocknen. So sind die Voraussetzungen für die Vergleyung gegeben: Reduktion und Löslichmachung des Eisens während der Vernässung, Transport im Wasser, das bei der Austrocknung des Bodens an die Verdunstungsstellen strömt, dort Oxydation, Ausscheidung und Anreicherung des Eisens.

Bei der Austrocknung des Bodens entstehen tiefgehende Schwundrisse, die mit humushaltigem Material ausgefüllt werden. Auch die Würmer bohren sich zur Trockenzeit tief in den Boden ein; die Wurmröhren sind ebenfalls oft mit humushaltigem Material ausgefüllt.

Die Wurzeln ertragen hingegen periodische Vernässung und Luftmangel nicht; sie wachsen deshalb nur in den gut durchlüfteten Ober schichten.

Die Profile unterscheiden sich voneinander durch den Skelett gehalt, der aber so gering bleibt, daß er keine Rolle spielt, und durch die Horizontfolge, indem manchmal mehrere Profile übereinander geschichtet sind, doch ist das für die Eigenschaften des heutigen Bodens ebenfalls nicht von Bedeutung. Je nach dem Ausgangsmaterial enthalten die Böden Karbonat oder nicht. Die Vegetation ist in beiden Fällen dieselbe.

Die Böden des *Equiseto-Abietetums* sind zu bezeichnen als

Rendzina oder Braunerde
im Untergrund vergleyt
auf kolluvialem Hanglehm
im Oberboden biologisch
sehr aktiv.

Als Beispiel diene die *Lokalform* der «*Schafgraben-Hangfuß*»-Rendzina.

Beispiel einer Profilaufnahme

Aufnahme Nr. 3 (18. Oktober 1947).

Ort: Schafgraben, Gde. Balm, SO, TA 112, K. 606,6/234,6.

Standort: auslaufender Hangfuß, kriechwulstig, stark wasserzugig

1010 m ü. M., Exp. NNW, Neig. 20 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 2.

Profil (Figur 3; vgl. auch Figur 14, S. 147)

Diesjährige Laubstreu deckt zirka $\frac{3}{4}$. Buchen haben etwa $\frac{1}{4}$ des Laubes verloren, Eschen $\frac{1}{2}$, Bergahorne alles. Buchenblätter sind lederig, schrotschüßartig durchlöchert, Bergahornblätter sind zum Teil schon bis auf die Rippen abgebaut, Zitterpappel- und Eschenblätter stark durchlöchert.

Von *letztjähriger Laubstreu* sind nur noch wenige blättrige und stengelige Reste und wenige Nadeln vorhanden, ganz vermischt mit Krümeln.

Bodenoberfläche ist vollständig gekrümelt. Wurmlosungen und von Mäusen aufgestoßene Haufen. In diesen sind Krümel aus dem Untergrund, kantig bis scharfkantig, meist 3 mm groß. — Infolge vollständiger Wassersättigung sind die Krümel wenig druckfest. Wo die Feinerde bloßliegt, ist sie hie und da etwas verschlämmt, aber nur wenig. Unter dichtem Krautschirm ist die Feinerde 5—7 cm tief ganz locker, intensiv von den Bodentieren durchwühlt.

*brA₁*¹: lehmig-tonig, skelettfrei; zirka 6 % Kopro-Mull; entkarbonatet, schwach sauer; vollständig gekrümelt, Krümel kantig bis scharfkantig, 2—6 mm groß, trotz Wassersättigung ziemlich druckfest, mäßig aggregiert, durch grobe und Faserwurzeln mittel verheftet. Porenvolumen sehr groß, Durchlüftung auch bei Wassersättigung gut. Biologisch aktiv bis sehr aktiv. Braunschwarz.

*brA₁*²: wie oben, aber sehr stark bindiges Aggregatgefüge. Etwas schwundrissig: bis 1 cm breite Spalten. Durchwurzelung gering. Biologisch mittel aktiv.

brA₁₋₂: tonig, skelettfrei; zirka 1 % Humus, entkarbonatet, schwach sauer; stark bindiges Primitivgefüge, nur wenige Anzeichen einer Aggregierung. Noch einige Schwundrisse, diese mit Material aus dem Mullhorizont tapeziert. Vermischung des Materials von oben und unten sonst sehr schlecht, fleckig. Längs Röhren Rostfarbe. Konservierte Holzreste. Vernässt, höchstens periodisch austrocknend. Biologisch sehr wenig aktiv.

grA₁₋₂: tonig, skelettfrei; humusfrei; karbonathaltig; biologisch sehr wenig aktiv. Bindiges Primitivgefüge, ohne alle Anzeichen einer Aggregierung. Praktisch ohne lebende Wurzeln. Porenvolumen sehr gering. Vernässt, periodisch austrocknend. Hellgrau, schmutzig gelb und schmutzig gelbbraun gefleckt. Rostige Röhren.

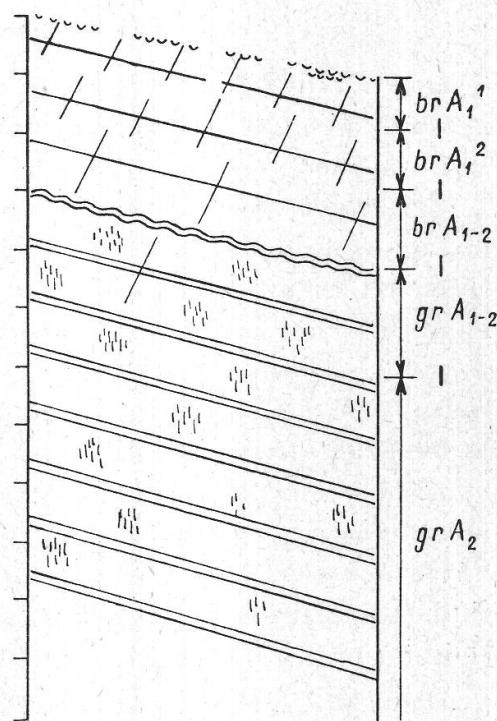
grA₂: tonig, skelettfrei; humusfrei; karbonathaltig; biologisch inaktiv. Bindiges Primitivgefüge, sehr hohlraumarm, fast ganz dicht. Einschlüsse konservierter Wurzeln. Vernässt. Hellgrau und schmutzig gelb gefleckt.

Bodentyp: Rendzina.

Untertyp: degradiert: bis 30 cm entkarbonatet (verbraunt)
darunter vernässt (vergleyt).

Varietät: tonmergelig
physiologisch flachgründig
feucht-frisch, biologisch sehr aktiv.

Lokalform: « Schafgraben-Hangfuß »-Rendzina.



Figur 3
Profil aus dem *Equiseto-Abietetum*

g) Taxeto-Fagetum

a. Soziologische Beschreibung

Das *Taxeto-Fagetum* bietet sich als äußerst lockeren Buchenwald dar, ohne ausgeprägte Strauchsicht, dafür mit eindrucksmäßig homogener Rasenschicht.

Zur *Buche* gesellen sich regelmäßig Bergahorn und Tanne, in höheren Lagen Fichte, und die besonders bezeichnenden Arten Eibe und Mehlbeere, in unteren Lagen auch Waldföhre, Esche und Ulme. In der Strauchsicht sind nur *Lonicera alpigena*, *Lonicera Xylosteum* und *Viburnum Lantana* hochstet. In der Krautschicht dominieren *Calamagrostis varia* neben *Carex flacca* und *Sesleria coerulea*. Bezeichnend sind daneben *Bellidiastrum Michelii*, *Lilium Martagon* und *Centaurea montana*. Moose sind zahlreich, decken aber nur wenig. Es sind tonzeigende Bodenmoose.

Das *Taxeto-Fagetum fraxinetosum* findet sich auf geringerer Meereshöhe. Es ist strukturell unausgeglichen, artenreich, niederwaldartig; es lehnt sich an das *Molinieto litoralis-Pinetum* an.

Das *Taxeto-Fagetum festucetosum* ist auf höhere Lagen beschränkt. Es ist homogener, artenärmer, hochwaldartig; es steht dem *Abieto-Fagetum* näher.

β. Aufnahmeprotokolle

Die Aufnahmen vom *Taxeto-Fagetum* stammen von folgenden Stellen (Nrn. 1 bis 3 *Taxeto-Fagetum fraxinetosum*; Nrn. 4—13 *Taxeto-Fagetum festucetosum*):

Nr.	Ort	•	TA	Koordinaten	MM
1	N Königstein bei Küttigen		150	644,8 /252,9	1
2	Wasserfluh NW Küttigen		150	644,35/253,5	2
3	Dürrenberg SW Waldenburg		148	622,45/247,2	3
4	Zwischenberg, E Weissenstein		112	607,85/233,8	
5	Zwischenberg, E Weissenstein		112	608,15/233,8	8
6	Zwischenberg, E Weissenstein		112	608,15/233,8	7
7	Nesselbodenröthi, E Weissenstein		112	607,4 /234,0	
8	Nesselbodenröthi, E Weissenstein		112	607,4 /233,95	
9	Schafgraben, NE Weissenstein		112	606,5 /234,5	10
10	Schafgraben, NE Weissenstein		112	606,3 /234,4	11
11	Creux du Vorbourg		92	592,2 /248,4	5
12	Wagnerbann, Stahlfluh, SW Weissenstein . .		109	599,3 /231,6	16
13	Gerstlerfluh, NE Grenchen		123	597,3 /229,6	4

Die folgenden Ausführungen beziehen sich nur auf das *Taxeto-Fagetum festucetosum*. Vom *Taxeto-Fagetum fraxinetosum* ist das Material zu dürftig, als daß es statistisch ausgewertet werden könnte. Die drei Profile stimmen mit den *Taxeto-Fagetum festucetosum*-Profilen im wesentlichen aber überein; der Unterschied zwischen den beiden Subassoziationen dürfte lediglich in der Höhenverbreitung liegen, indem das *Taxeto-Fagetum fraxinetosum* auf die untere Montanstufe

und Schattenlage beschränkt ist, während das *Taxeto-Fagetum festucetosum* in der mittleren und oberen Montanstufe auf Süd- und Nordseite gedeiht.

Unabhängige Standortsfaktoren

Exposition: 6 Standorte sind ENE bis NW exponiert, 4 E bis S. Im ganzen Verbreitungsgebiet zeigt sich keine eindeutige Bevorzugung einer bestimmten Exposition.

Neigung: Die Standorte sind 65—110 % geneigt, im Durchschnitt 96 %, bei 7 Profilen über 95 %. Das ist normal auch für die übrigen Bestände.

Die *Höhe über Meer* beträgt 820—1220 m, im Durchschnitt 1060 m. Tiefer als 800 m steigt das *Taxeto-Fagetum festucetosum* nicht, vielleicht aber höher als 1200 m, doch sind solche Standorte darüber aus geologisch-topographischen Gründen wohl sehr selten.

Geländeform: Die meisten Standorte liegen auf gleichmäßigem bis wulstigem oder stufigem Steilhang, meistens in schluchtartigen Kerbtälchen. Durch die Rasenhorste sind die Hänge feintreppig.

Das *Muttergestein* aller Profile ist Mergel, dieser ist meistens autochthon, manchmal kolluvial, durch manchmal hervortretende Rippen des anstehenden Gesteins gestaut.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist: (b)rA₁—(b)rA_{1—2} + rA₂—C.

Bei 3 Profilen ist im Untergrund ein Kalkanreicherungshorizont.

Die Laubstreue rutscht wegen der großen Steilheit des Hanges zum größten Teil ab oder wird fortgeweht. Nur hinter den Rasenhorsten ist etwas Laub gestaut. Dieses wird aber relativ rasch abgebaut, so daß mehrjährige Laubstreue höchstens in einigen Nestern zu finden ist.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt bei 3 Profilen 15, 20, bzw. 40 cm; die übrigen Profile enthalten Karbonat bis zur Bodenoberfläche.

Die Mächtigkeit des Mullhorizontes schwankt zwischen 10 und 50 cm; im Durchschnitt beträgt sie etwa 25 cm; bei 7 Profilen 15—30 cm.

Der Übergangshorizont ist 5—40 cm, im Durchschnitt 18 cm, bei 7 Profilen 10—20 cm mächtig.

Der Kalkanreicherungshorizont beginnt bei den 3 Profilen erst in 90, 100, bzw. 120 cm Tiefe.

Wo der Mineralerdeverwitterungshorizont aufhört und das Muttergestein anfängt, läßt sich beim (vorverwitterten!) Mergel nicht eindeutig feststellen.

Die Profile sind 80—150 cm tief aufgeschlossen worden.

Körnung: Hartes Kalkskelett ist in keinem der Profile vorhanden, wohl aber enthält der Mullhorizont bis 30 % (im Durchschnitt 10 %) Mergelbrocken, die wenig verwittert sind; im Übergangshorizont sind etwas mehr solche vorhanden, und darunter finden sich alle Verwitterungsstadien vom kompakten Mergel bis zur dispergierten Feinerde. — In allen Profilen ist die Feinerde lehmig bis tonig; mit zunehmender Tiefe wird sie nur wenig größer. — Der Kalkanreicherungshorizont findet sich nur in Profilen, die im Untergrund vorwiegend aus groben Mergelbrocken bestehen, zwischen denen das Hangwasser zirkuliert.

Der *Humusgehalt* der Feinerde ist auf 3—8 %, im Durchschnitt auf 5 %, bei 6 Profilen auf 4—6 % geschätzt worden. In allen Profilen besteht der Humus aus hemorganischem, mit der mineralischen Feinerde innig vermengtem bis komplex verbundenem, koprogenem Mull.

Kalkflaum findet sich nur im Untergrund von 3 Profilen, und zwar in mittlerer bis großer Menge. Er bildet eine mehr oder weniger dicke Schicht auf den Mergelbrocken, feucht-schmierig bis geschrumpft und krustenförmig.

Die *biologische Aktivität* ist im Mullhorizont aller Profile mittel bis groß.

Gefüge: Auf der Bodenoberfläche rieselt die Feinerde unterhalb der Rasenhorste hangabwärts und wird oberhalb der Rasenhorste wieder gestaut. — Der Mullhorizont aller Profile ist vollständig gekrümelt; die Krümel sind meist kantig, zum größten Teil 2—5 mm groß, mittel bis sehr druckfest, schwach bis stark aggregiert und mittel wurzelverheftet. — Im Übergangshorizont ist die Feinerde ebenfalls gekrümelt; die Krümel sind größer, stärker aggregiert. Deutlich kann man in den Aggregaten Krümel aus Mullerde und solche aus Mineralerde unterscheiden, so daß der ganze Horizont gefleckt aussieht. Absätze von rein mineralischer Feinerde finden sich auch in den Wurmgängen des Mullhorizontes; umgekehrt haben Würmer Mull-Feinerde bis in große Tiefe in den Mineralerde-Verwitterungshorizont eingebracht. — Im Mineralerde-Verwitterungshorizont zeigt auch das Gefüge alle Übergänge vom kompakten Mergel bis zur Feinerde.

Wasser- und Lufthaushalt: Der Mullhorizont ist ziemlich gut durchlüftet und deshalb ziemlich wasserdurchlässig. — Der Übergangshorizont ist eher hohlraumarm, der Untergrund sehr hohlraumarm. Die Wasserkapazität ist bei dem hohen Tongehalt im Mullhorizont groß, doch ist das Wasser des ganzen Profils nur zum kleineren Teil physiologisch nutzbar. Der Wassergehalt ist dazu wohl die meiste Zeit des Jahres ziemlich klein, da erstens wegen der großen Hangsteilheit die Regenmenge pro Fläche relativ klein ist und sie zudem größtenteils abfließt. Die Blätter (lebende und abgestorbene) der Rasenhorste decken nämlich dachziegelartig fast den ganzen Boden.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Taxeto-Fagetum* sind:

1. tonreicher, meist autochthoner Mergelboden,
2. Steilhanglage, wie sie nur auf anstehenden Felsschichten möglich ist,
3. eher kühles, luftfeuchtes Lokalklima : Schattenlagen; Sonnenlagen nur bei sehr großer Meereshöhe,
4. collin-submontane Lage für das *Taxeto-Fagetum fraxinetosum*, montane Lage für das *Taxeto-Fagetum festucetosum*.

Das *Taxeto-Fagetum* ist Spezialist kühler Mergelsteilhänge.

Durch den Tonreichtum unterscheidet sich das *Taxeto-Fagetum* in erster Linie von den Skelettschutt-Gesellschaften. Der natürliche Böschungswinkel der Skelettschutthalden erreicht auch nie die Steilheit der Hänge auf anstehendem Mergel.

Durch den Tonreichtum sind auch *Seslerieto-Fagetum* und *Querceto-Lithospermetum* ausgeschlossen. Diese ertragen auch die luftfeuchte Lage nicht.

Die Stabilität des Bodens, der höchstens schwache Abtragung und Aufschüttung erleidet, schließt das *Arunco-Aceretum* aus, das auf Hanglehmrunsen stockt, wo der Boden oberflächlich äußerst leicht beweglich ist.

Die übrigen Gesellschaften sind schon durch die Hangsteilheit ausgeschlossen, nämlich das *Cariceto-Fagetum*, das *Fagetum*, das *Abieto-*

Fagetum, das *Rumiceto-Fagetum* und das *Equiseto-Abietetum*, aber auch das ganze *Fraxino-Carpinion*. Diese besiedeln auch nicht autochthone Mergelböden.

Vom *Molinieto litoralis-Pinetum* unterscheidet sich das *Taxeto-Fagetum festucetosum* durch die montane Lage, das *Taxeto-Fagetum fraxinetosum*, das auf gleicher Meereshöhe wie das *Molinieto litoralis-Pinetum* vorkommt, durch die luftfeuchte Schattenlage, oder, wenn die beiden nebeneinander vorkommen, durch den weiter entwickelten, tiefergründigen Boden. Das *Molinieto-Pinetum* besiedelt außerdem auch wenig geneigte Böden, sofern diese nur tonmergelig und flachgründig sind.

δ. Die Böden

Die Böden des *Taxeto-Fagetums* erhalten ihre charakteristischen Eigenschaften von der Steilhanglage und vom Muttergestein: anstehendem oder kolluvialem Mergel. Die Bodenbildung ist so, wie sie bei der Rendzina beschrieben worden ist. Durch ständige oberflächliche Erosion wird der Boden aber immer wieder verjüngt. Anderseits hält das Wurzelwerk des Rasens die Feinerde intensiv zusammen, die abgestorbenen und lebenden Blätter des Rasens decken den Boden dachziegelartig und schützen ihn so vor dem niederprasselnden Regen, und die Rasenhorste stauen, was dennoch an Feinerde erodiert wird. Aus allen diesen Gründen ist die Erosion trotz der extremen Steilheit des Hanges sehr schwach, so daß sie oft nicht einmal mit der Kalkauswaschung Schritt hält.

Die Profile variieren in der Entstehungsart (kolluvial oder autochthon), in der Mächtigkeit des Mullhorizontes und in der Entkarbonatungstiefe. In den Eigenschaften des Hauptwurzelraumes stimmen sie aber annähernd miteinander überein, abgesehen vom Kalkgehalt, der die Vegetation kaum zu beeinflussen scheint. Ob unter dem wenig durchlässigen Übergangshorizont kompakter anstehender Mergel ist oder durchlässiger Mergelschutt, scheint für die Vegetation ebenfalls ohne Bedeutung zu sein.

Die Böden des *Taxeto-Fagetums* sind zu bezeichnen als

Rendzina
mäßig bis voll entwickelt bis verbraunt
feinmergelig
frisch, eher zur Austrocknung neigend
flach- bis tiefgründig
auf autochthonem oder kolluvialem Muttergestein.

Im wesentlichen entsprechen die Profile der Lokalform der « *Schafgraben-Steilhang* »-Rendzina.

Beispiel einer Profilaufnahme

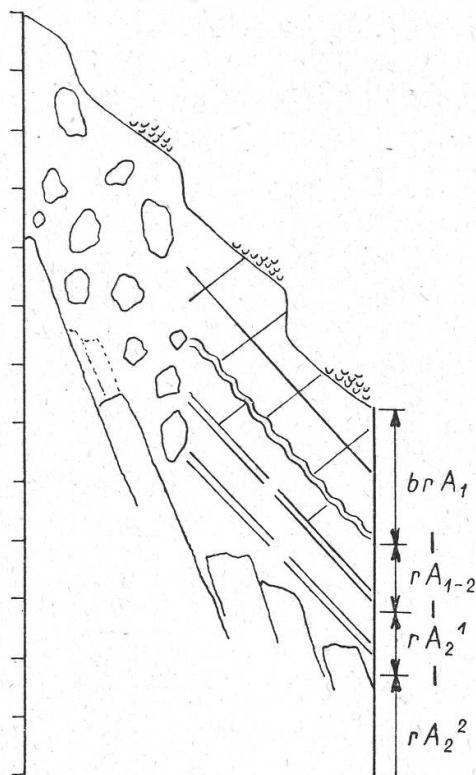
Aufnahme Nr. 9 (18. Oktober 1947).

Ort: Schafgraben, Gde. Balm, SO, TA 112, K. 606,55/234,55.

Standort: Steilhang, 1040 m ü. M., Exp. NW, Neigung 110 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 10.

Profil (Figur 4; vgl. auch Figur 14, S. 147)



Figur 4

Profil aus dem *Taxeto-Fagetum*

Aktivität mittel. Feinerde vollständig gekrümelt. Krümel kantig bis scharfkantig, 5–10 mm groß, mäßig aggregiert, durch Rasen- und Baumwurzeln mäßig verheftet. Porenvolumen groß. Weiße und grünliche Pilznester im Horizont drin häufig. Gräulich-braun.

rA₁₋₂: 35 % grob- und mittelkiesiges Skelett aus Mergel; Feinerde lehmig. 1–2 % Mull. Feinerde karbonathaltig. Biologische Aktivität mittel. Feinerde vollständig gekrümelt. Krümel etwas größer, schärfer kantig, etwas stärker aggregiert, durch Baumwurzeln etwa gleich verheftet. Porenvolumen etwas kleiner. Farbe etwas heller, fleckig, schlechte Vermischung von Mull- und Mineralerde.

rA₂¹: 40 % grob- bis feinkiesiges Skelett aus Mergel; Feinerde lehmig, karbonathaltig. Biologische Aktivität gering. Feinerde rendzinaartig gekrümelt. Krümel noch größer, noch stärker aggregiert, weniger verheftet durch Wurzeln. Porenvolume bedeutend geringer. Gefüge nähert sich bindigem Primitivgefüge. (Gefüge des biologisch noch wenig erschlossenen Mergels.) Graugelb.

rA₂²: lehmige Feinerde in den Klüften im anstehenden Mergelfels. Bindiges Primitivgefüge. Einzelne Würzelchen. Gelb.

Diesjährige Laubstreu deckt etwa $\frac{9}{10}$, d. h. die ganze Bodenfläche außer den allersteilsten Stellen. Buchen haben etwa $\frac{1}{4}$ des Laubes verloren, Eschen $\frac{1}{2}$, Bergahorne alles. Buchenlaub ist schrotschußartig durchlöchert, Eschen- und Ahornblätter sind stark durchlöchert, z. T. schon bis auf die Rippen abgebaut.

Von letzjähriger Streu sind nur noch stark abgebaute Reste von Buchenstreu und noch viele Nadelstreu vorhanden, ganz vermischt mit Krümeln. In halb verschütteten Nestern findet sich noch wenig abgebaute Buchenstreu, lagig verklebt, verpilzt, nicht gebleicht.

Bodenoberfläche ist vollständig gekrümelt. Krümel sind 1–2 mm groß, kantig bis scharfkantig, vermischt mit Nadelstreu und stark abgebauter Laubstreu; lose rieselnd: unterhalb Gräserhorsten Abtrag, oberhalb Stauung der Krümel. Wurmlosungen treten hinter den kantigen Krümeln ganz zurück.

brA₁: 30 % grob- und mittelkiesiges Skelett aus Mergelbrocken, tonige Feinerde. 4 % koprogener Mull. Feinerde karbonatfrei, schwach sauer. Biologische

Bodentyp: Rendzina.
Untertyp: schwach degradiert (verbraunt): im Mullhorizont entkarbonatet.
Varietät: skeletig-lehmmergelig
flach- bis mittelgründig
frisch bis trocken
am Steilhang mit sehr schwacher Erosion.
Lokalform: « Schafgraben-Steilhang »-Rendzina.

h) Seslerieto-Fagetum

a. Soziologische Beschreibung

Das *Seslerieto-Fagetum* bildet lockere, kurze Buchenniederwälder, reich an Baum- und Straucharten, mit auffälligem Blaugrasrasen.

In der Baumschicht herrscht die *Buche*; ferner sind Mehlbeere, Fichte und Linde regelmäßig vorhanden. Unter den zahlreichen Sträuchern sind diagnostisch besonders wichtig *Rhamnus alpina*, *Cotoneaster tomentosa* und *Juniperus communis*. Zur Krautschicht gehört die Assoziations-Charakterart *Cephalanthera longifolia*. Differentiell sind für die Assoziation neben dem massigen Auftreten der *Sesleria coerulea* *Campanula rotundifolia*, *Carduus defloratus* und *Thesium alpinum*. *Fagion*- und *Fagetalia*-Arten sind noch weniger zahlreich vorhanden als im *Cariceto-Fagetum*.

Das *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* ist durch Arten aus dem *Cariceto humilis-Pinetum* der trockensten und heißesten Kalkböden differenziert.

Das *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum* hingegen enthält zahlreiche Rohhumuszeiger und Moose aus dem *Vaccinio-Piceion*.

β. Aufnahmeprotokolle

* *Seslerieto-Fagetum anthericetosum*

Die Aufnahmen vom *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Gerstelfluh, bei Waldenburg	148	624,3 /247,85	1
2	Im Hoggen, N Im Holz, bei Solothurn . . .	112	602,55/231,78	2
3	Buchlibann, Wangen bei Olten	149	632,2 /245,0	
4	Bilsteinberg, Helfenberg S-Hang	148	622,5 /245,2	
5	Côte de St-Aubin, Gorgier	281	587,85/195,6	13
6	Oberdörferberg, W Gänssbrunnen	109	598,7 /233,4	9
7	Oberdörferberg, W Gänssbrunnen	109	598,5 /233,5	11
8	Bürgisriese, Wasserfluhs-Hang	150	643,7 /253,0	
9	Gerstelfluh, E Waldenburg	148	625,05/247,55	4
10	Ankenballen S-Hang	148	626,3 /246,2	

Unabhängige Standortsfaktoren

Die *Exposition* der Standorte ist SSE bis WSW. Das *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* ist auf die Südlagen beschränkt.

Die *Hangneigung* beträgt 30—80 %, im Durchschnitt 65 %, bei 6 Profilen 60 bis 75 %. Das entspricht gut den übrigen Vorkommen.

Die *Meereshöhe* beträgt 680—1180 m, im Durchschnitt 940 m. Die Hauptverbreitung liegt zwischen 800 und 1200 m.

Geländeform und Muttergestein: 9 Profile liegen im Steilhang, wo der Fels da und dort zutage tritt und sonst nur von einem wenig mächtigen Boden bedeckt ist. 1 Profil liegt in einer Skelettrieselhalde, was sehr selten vorkommt.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist im allgemeinen folgender: A_0-kA_1-kAC .

Die Laubstreu kann nicht innert Jahresfrist abgebaut werden. Sie ist in Nestern angehäuft und deckt $\frac{1}{10}$ bis fast die ganze Bodenoberfläche. Meist ist mehr als die Hälfte der Bodenoberfläche von mehrjähriger Streu bedeckt. Die Streu ist in den Nestern lagig, verklebt, gebleicht und verpilzt, sonst lagig und der Bodenoberfläche aufgeklast. Sie geht allmählich in den Mullhorizont über.

Karbonat ist bei 9 Profilen bis zur Bodenoberfläche vorhanden; nur 1 Profil zeigt erst ab 25 cm Tiefe Karbonatreaktion in der Feinerde. Häufig ist Karbonat nur in Form von kleinen Kalksplittern in den Krümeln eingeschlossen.

Der Mullhorizont ist 20 bis 110 cm mächtig, im Durchschnitt 50 cm, bei 5 Profilen 40 cm. Darunter steht der Fels an mit mehr oder weniger humusreicher Feinerde in den Klüften.

Körnung: Der Skelettgehalt des Mullhorizontes beträgt 40—90 %, im Durchschnitt 70 %. Es ist Skelett aller Größen vorhanden, vorwiegend mittelkiesiges.

Die Körnung der Feinerde lässt sich wegen des hohen Humusgehalts nur schwer feststellen; sie ist meist als feinsandig oder lehmig eingeschätzt worden. Die Feinerde füllt in mehreren Profilen die Hohlräume zwischen dem Skelett nicht vollständig aus. Mitten im Mullhorizont findet man häufig Spinnengewebe.

Humus: Der Mullhorizont enthält in der Feinerde 8 bis über 50 % Humus; im Durchschnitt dürfte der Humusgehalt nahezu 50 % betragen. Es sind alle Stadien des Abbaues vorhanden vom grobblättrigen Rohhumus bis zum feinkörnigen, locker bis innig gemengten humorganischen koprogenen Mull.

Kalkflaum ist in 5 Profilen vorhanden, manchmal nur am Skelett, manchmal auch in der Feinerde. Sicher ist der Kalkflaum hier nicht aus dem Hangwasser ausgeschieden worden.

Der *pH-Wert* beträgt an der Bodenoberfläche 6,2—7,3, bei 5 Profilen 6,5—6,9; im Mullhorizont 6,7—7,6.

Die *biologische Aktivität* ist klein bis mittel, im Durchschnitt eher klein. Im ganzen Mullhorizont wimmelt es von größeren und kleineren Bodentieren, hauptsächlich von Kerbtieren. Würmer sind nur spärlich vorhanden, meistens findet man sie eingerollt in größerer Bodentiefe. Auffällig sind die vielen Schneckenschalen. Die Bakterientätigkeit scheint gering zu sein.

Gefüge: Zuoerst im Mullhorizont gibt es viele wenig bis stark abgebauten Humusbildner, blättrig bis stengelig-faserig, relativ lose verfilzt, oft verpilzt, meist durch Faserwurzeln intensiv verheftet. Darunter finden sich koprogene kleine Krümel, wenig aggregiert, aber sehr intensiv verheftet durch Faserwurzeln. Gegen unten nimmt die Wurzelverheftung ab, die Aggregation zu. Die feinen Fraktionen der wenigen mineralischen Feinerde sind in den Humuskrümeln eingeschlossen; dazwischen sind Kalksand und feine Kalksplitter lose im Profil zerstreut. Das ganze Profil wird wegen des Mangels an Feinerde nur durch das sehr dichte Wurzelgeflecht der Bäume zusammengehalten; in den obersten 10—15 cm ist es so dicht, daß man die ganze Schicht zusammenhängend ablösen kann. Auch die *Sesleria* trägt durch ihre Wurzeln mächtig zur Verfilzung bei.

Wasser- und Lufthaushalt: Die Profile enthalten sehr wenig Feinerde; sie sind darum sehr stark durchlüftet und haben nur eine kleine gesamte Wasserkapazität. Die Feinerde trocknet darum leicht aus und läßt sich nachher nur schwer wieder benetzen, so daß der Regen zum Teil durch das Profil rinnen kann, ohne daß sich die Feinerde dabei mit Wasser sättigt. Die starke periodische Austrocknung hemmt die Aktivität der Bakterien; sie bedingt dafür das Vorhandensein einer ganz besonders reichen Bodenfauna.

** *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum*

Die Aufnahmen vom *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Crête de Côte Bené, Bressaucourt	90	570,4 /247,6	15
2	Kirchhölzli, SE Mümliswil	148	620,8 /242,8	
3	Westlich Balsthalroggen	162	620,6 /239,5	
4	Eselsgrat, ob Rüschgraben, Weissenstein . . .	109	602,1 /233,3	
5	Côte de la Dent-de-Vaulion	291	517,0 /171,3	
6	Nördlich Develier	94	589,1 /247,05	14
7	Dilitschgrat, Weissenstein	112	602,9 /233,85	23
8	Zwischen Gerstelfluh und Rehhag, W'burg .	148	627,15/247,5	18
9	Ankenballen	148	626,07/246,2	17

Unabhängige Standortsfaktoren

Exposition: 6 Profile sind NNW bis NNE exponiert, 3 WNW oder WSW. Das *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum* ist auf Luvseite beschränkt, doch kommt es in größerer Meereshöhe wahrscheinlich auch auf der Leeseite vor.

Die **Hangneigung** beträgt 20—100 %, im Durchschnitt 60 %, was dem ganzen Verbreitungsgebiet gut entspricht.

Die **Meereshöhe** beträgt 690—1240 m, im Durchschnitt 900 m. Die Hauptverbreitung der Gesellschaft liegt zwischen 500 und 1200 m. Die beiden am höchsten gelegenen Bestände haben starken *Vaccinio-Piceion*-Einschlag.

Geländeform und Muttergestein: Die Profile liegen auf dem Rücken oder auf der Luvflanke von Gräten, wo der anstehende Fels meist nur von einer dünnen Schicht von an Ort verwittertem oder kolluvialem Material bedeckt ist.

Profileigenschaften

Der **Profilaufbau** ist folgender: $A_0 \neq kA_1 - kA_{1-2} - kAC$.

Die Streu wird innert eines Jahres bei weitem nicht abgebaut. Mehrjährige Streu ist deshalb angehäuft, und zwar meist nesterweise; sie deckt 20—100 % der Bodenoberfläche. Unter Vacciniensträuchern und *Hylocomium*-Polstern erreicht die Mächtigkeit des angehäuften Rohhumus bis über 10 cm; die Streu des Baum- und Strauchbestandes bildet nie so dicke Auflagen, und sie zeigt auch nicht die faserig-filzige Struktur der Vaccinien- und Moosstreue. Die Bodenfauna des *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* findet sich ebenfalls nur in der Laubstreue der Bäume und Sträucher. Diese Laubstreue bleibt zum Unterschied von der Vaccinien- und der Moosstreue auch bei Regenwetter lange trocken, weil das Wasser oberflächlich abfließt. Der Übergang von der Rohhumusaufgabe zum Mullhorizont vollzieht sich ganz allmählich.

Karbonat ist in der Feinerde bei 7 Profilen bis zur Bodenoberfläche vorhanden; nur bei 2 Profilen ist die Feinerde im Mullhorizont karbonatfrei.

Der Mullhorizont ist 30 bis über 130 cm mächtig, im Durchschnitt 58 cm, bei 5 Profilen 30—40 cm. Da die Profile an Orten gelegt worden sind, wo nicht gerade der Fels zutage tritt, so beträgt die mittlere Mächtigkeit des Mullhorizontes sowohl in den Beständen, in denen die Profile liegen, als auch allgemein, wohl bedeutend weniger.

Die Mächtigkeit des Übergangshorizontes beträgt in den Profilen in kolluvialem Material 30 bis über 80 cm, im Durchschnitt wohl 50 cm.

Körnung: Der Mullhorizont enthält 40 bis über 80 % Skelett, im Durchschnitt 60 %. Grob- und Mittelkies herrscht vor. Blöcke und Feinkies sind untergeordnet. Die Feinerde ist lehmig; sie füllt oft nicht alle Hohlräume zwischen dem Skelett aus.

Humus: Im Mullhorizont beträgt der Humusgehalt in der Feinerde 8 bis über 50 %, im Durchschnitt über 25 %. Vom blättrigen Rohhumus an der Bodenoberfläche bis zum feinkörnigen humorganischen innig gemengten koprogenen Humus in der Mitte des Mullhorizontes finden sich alle Übergänge.

Kalkflaum ist in 4 Profilen vorhanden, und zwar nur am Skelett und nur in geringen Mengen.

Der pH-Wert beträgt an der Bodenoberfläche 5,8—6,7, im Mullhorizont 6,7—7,5.

Die *biologische Aktivität* ist klein bis mittel. Kerbtiere und Schnecken sind sehr häufig. Würmer sind spärlich vorhanden, aber doch zahlreicher als im *Seslerieto-Fagetum anthericetosum*. Meist sind sie aber eingerollt.

Gefüge: Im Mullhorizont besteht ein sehr intensiv wurzelverheftetes, sonst aber schwach aggregiertes Krümelgefüge. Neben den Krümeln sind noch lose Sandkörner vorhanden, eingesponnen in den Faserwurzelfilz. Ferner sind noch nicht vollständig abgebaute Humusbildner vorhanden. Pilzhypfen, die häufig vorkommen, bilden eine zusätzliche Verbindung der Krümel. Mit zunehmender Bodentiefe wird die Wurzelverheftung allmählich geringer, die Aggregierung zunächst besser, nachher wieder geringer. Das ganze Profil ist nur durch das sehr dichte Wurzelgeflecht zusammengehalten.

Wasser- und Lufthaushalt: Die Profile enthalten alle wenig Feinerde und vor allem wenig Ton. Sie sind darum sehr wasserdurchlässig und haben nur eine geringe Wasserkapazität. Wegen der starken Durchlüftung trocknen die Profile zudem leicht aus. Nachher lässt sich die Feinerde zunächst nur schwer benetzen. Einen gewissen Schutz vor der Austrocknung bietet die Rohhumusaufklage, besonders dort, wo sie einen großen Teil der Bodenoberfläche deckt, dazu noch in beträchtlicher Schicht. Die Trockenheit des Profils wird auch durch die Nordexposition etwas gemildert.

Farbe: Der Mullhorizont ist durchwegs rauchschwarz. Gegen unten wird sie heller, bis die Farbe des Muttergesteins dominiert.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Seslerieto-Fagetum* sind :

1. fein- bis grobskelettiger, an mineralischer Feinerde armer bis sehr armer Boden,
2. Montanstufe,
3. Steilhang in Südexposition für das *Seslerieto-Fagetum anthericetosum*,

Grat oder Gratflanke in Nordexposition für das *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum*.

Das *Seslerieto-Fagetum* ist ein Spezialist extrem durchlässiger Böden.

Cariceto-Fagetum, *Fagetum*, *Abieto-Fagetum*, *Rumiceto-Fagetum*, erst recht die Mergel- und Tonböden besiedelnden Gesellschaften sind durch den Mangel an mineralischer Feinerde ausgeschlossen.

Noch weniger mineralische Feinerde enthält nur das *Piceetum*: nämlich gar keine.

Durch Flachgründigkeit und Mangel nicht bloß an mineralischer Feinerde, sondern auch an Humus, unterscheidet sich das *Cariceto humilis-Pinetum*, das zudem auf lokalklimatisch sehr trockene und heiße Standorte beschränkt ist.

Auf der Südseite ist das *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* in der unteren Montanstufe durch das *Querceto-Lithospermetum* ersetzt, in den obersten Lagen eventuell durch das *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum* oder sogar durch das *Hylocomieto-Piceetum*.

Bei zunehmendem Feinerdegehalt tritt an die Stelle des *Seslerieto-Fagetum* in Südexposition in den unteren Höhenlagen das *Cariceto-Fagetum*, in den mittleren das *Fagetum typicum*, in den oberen das *Abieto-Fagetum festucetosum* und in den allerobersten eventuell das *Rumiceto-Fagetum*; in Nordexposition in den unteren Höhenlagen das *Fagetum typicum*, in den mittleren das *Abieto-Fagetum festucetosum* und in den oberen eventuell das *Rumiceto-Fagetum*.

Die Schutthaldengesellschaften sind alle ausgeschlossen, weil das *Seslerieto-Fagetum* oberflächlich keine oder nur sehr geringe Materialbewegung aufweist, meistens sogar auf autochthonen Böden stockt, die eher Abtrag als Aufschüttung erleiden.

δ. Die Böden

Von entscheidendem Einfluß auf Vegetation und Böden des *Seslerieto-Fagetum* sind Steilhang- oder Gratflankenlage und Felsunterlage aus hartem Kalk. Dieser verwittert nur oberflächlich und sehr langsam; was an mineralischer Feinerde anfällt, wird leicht erodiert, sofern es nicht von den Wurzeln der Vegetation, besonders vom dichten Wurzelgeflecht der Sesleria-Rasendecke zusammengehalten wird. Der Feinerdegehalt im Profil ist darum klein bis sehr klein, der Humusgehalt in der Feinerde groß bis sehr groß. Das Skelett ist grob bis fein. Die Profile sind meist flachgründig.

Beim *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* verhindert das trocken-heiße Lokalklima der Südexposition die Würmer an der raschen Umwandlung der Streu; es sind hauptsächlich Kerbtiere am Abbau beteiligt. Neben Humusbildnern sind deshalb vor allem Humoide und nur wenig echte Humusstoffe vorhanden.

Die Profile variieren nur in der Skelettgröße und in der Mächtigkeit des Mullhorizontes.

Die *Böden* entsprechen in den wesentlichen Eigenschaften alle der *Lokalform* des «*Gerstelfluh-Süd*»-Humuskarbonatbodens.

Beim *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum* ist das Lokalklima feuchter und kühler, so daß sich Moose und auf ihrem Detritus Zwergsträucher ansiedeln können. Diese liefern schwer abbaubare Humusbildner, so daß es trotz klimatisch besserer Abbaubedingungen oberflächlich zur Anhäufung von Rohhumus kommen kann. Dieser schützt aber den Mullhorizont etwas vor Austrocknung, so daß darin eine relativ hohe biologische Aktivität, auch der Regenwürmer, herrscht.

Die Profile variieren außer in der Skelettgröße und in der Mächtigkeit des Mullhorizontes hauptsächlich in der Mächtigkeit der Rohhumusauflage, doch ist diese bei allen Profilen auf Nester beschränkt.

In den wesentlichen Eigenschaften entsprechen die *Böden* alle der *Lokalform* des «*Gerstelfluh-Nord*»-Humuskarbonatbodens.

Beispiele von Profilaufnahmen

* *Seslerieto-Fagetum anthericetosum*

Aufnahme Nr. 9 (15. Oktober 1948).

Ort: Zwischen Gerstelfluh und Rehhag, ESE Waldenburg

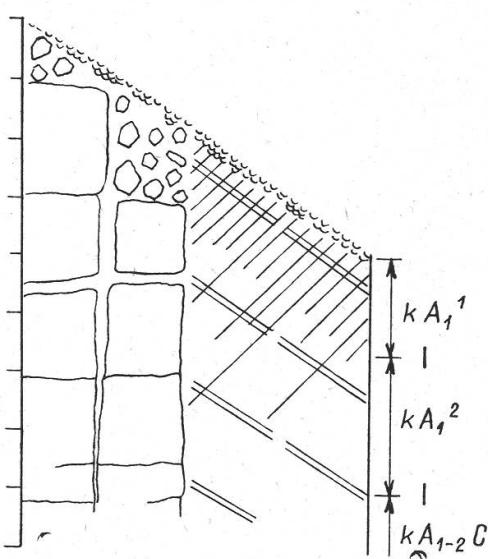
TA 148, K. 625,05/247,55.

Standort: Steilhang unmittelbar unterhalb Grat.

940 m ü. M., Exp. SSE, Neig. 75 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 4.

Profil (Figur 5)



Figur 5

Profil aus dem *Seslerieto-Fagetum anthericetosum*

Streu: Zwischen den Rasenhorsten größtenteils stark zerfallene Laub- und Nadelstreu. Viele kleine Nester von stark gebleichtem und verpilztem, mäßig zerfallenem Laub. Viele Fraßnester mit verschiedenartigen Losungen. Streu nicht verfilzt mit der Feinerde, sondern locker mit Feinerdekrümeln vermengt und schwach durchfaserwurzelt und verpilzt.

kA1^1: Auf den Felstreppen zirka 40 % Skelett. Feinerde lehmig. 15 % koprogener Mull. Kalkgehalt in der Feinerde gering. Biologische Aktivität gering bis mittel. Feinerde besteht im obersten cm unter der Streu aus feinen 1 mm großen Tierlosungen, darunter aus größeren Krümeln. Krümel und Krümelaggregate sehr druckfest, intensiv durchfaserwurzelt. Da und dort Nester von weißen Pilzhypfen (fäidige und körnige). Sehr dichtes Wurzelgeflecht der Bäume. Rauchschwarz.

kA1^2: Feinerde nur in Klüften im anstehenden Muttergestein. Feinerde lehmig. 3—4 % Humus. Kalkgehalt der Feinerde groß. Biologische Aktivität gering bis mittel. Bindiges Krümel- bis Schwammgefüge. Krümel zirka 5 mm groß, kantig, sehr

druckfest, ziemlich stark aggregiert. Faserwurzeln in der Feinerde zahlreich. Gröbere Wurzeln streichen hauptsächlich dem Skelett nach. Feinerde gegenwärtig etwas schwundrissig, dazu von vielen Wurmängen durchzogen. In solchen sind Nester von Pilzhypfen. Graubraun.

kA_{1-2} : Wie kA_1^2 , aber humusärmer, weniger durchwurzelt, heller.

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: wenig bis mäßig entwickelt.

Varietät: deckenmullig-felsig-klüftig
trocken.

Lokalform: « Gerstelfluh-Süd »-Humuskarbonatboden.

** *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum*

Aufnahme Nr. 8 (15. Oktober 1948)

Ort: Zwischen Gerstelfluh und Rehhag, ESE Waldenburg.

TA 148, K. 624,95/247,5.

Standort: Treppig abfallende Flanke des Grates.

925 m ü. M., Exp. NNE, Neig. 60 %.

Vegetationsaufnahme: M. M o o r , Nr. 4.

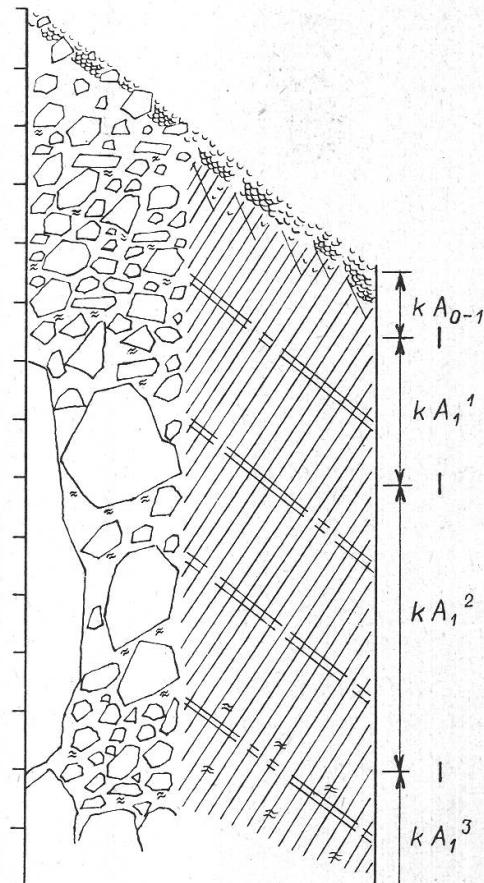
Profil (Figur 6)

Laubstreu vom Vorjahr deckt 0,8. Buchen- und Nadelstreu. Aufgeklast, nesterweise angereichert, besonders hinter Sesleriahorsten; durch Sesleriablätter und Vaccinienstauden stellenweise stark aufgelockert, wo nicht, lagig verklebt, verpilzt und verfilzt. Obenauf liegt diesjähriges Laub, von dem $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ gefallen ist.

Mehrjährige Laubstreu deckt ebenfalls 0,8. Stark verpilzt und sehr intensiv verfilzt, von der Bodenoberfläche nicht ablösbar. Anreicherungen von Fraßspuren. Alles vergraut; langsamer, gehemmter Abbau. Viele vermodernde Strünke, diese über und über mit Moosen und etwas Flechten überzogen. Darunter torfartiges Material.

kA_{0-1} : 40 % mittel- und feinkiesiges Skelett. Humusgehalt der Feinerde über 50 %. Humusbildner, gegen unten zunehmend vermischt mit koprogenen Krümeln aus dem Mullhorizont. Intensiv verheftet durch das Faserwurzelgeflecht des Rasens. Gegen unten zunehmend weiße Pilzhypfen, fädige und körnige, von 10 cm an nur noch an den Wurzeln. Baumwurzelgeflecht sehr dicht. Bräunlich bis glänzend rein schwarz.

kA_1^1 : 70 % Skelett, fein- und besonders mittelkiesiges. Feinerde lehmig. 20 bis 50 % koprogener Mull. Kalkgehalt der Feinerde gering. Biologische Aktivität gering bis mittel. Feinerde vollständig gekrümelt. Krümel 2—8 mm groß, rundlich, sehr druckfest, fast nicht aggregiert, aber



Figur 6

Profil aus dem *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum*

sehr intensiv wurzelverheftet. Hohlräume zwischen dem Skelett vollständig mit Feinerde ausgefüllt. Horizont durch dichtes Wurzelwerk der Bäume vollständig zusammengehalten. Faserwurzeln oft mit gelblich-grünen Pilzen überzogen. An der Skelettunterseite etwas Kalkflaum. Rauchschwarz, zerdrückt dunkelbraun.

*kA₁*²: 80 % Skelett, grob- und fein- und besonders mittelkiesiges. Feinerde lehmig. 20—50 % koprogener Mull. Kalkgehalt der Feinerde gering bis mittel. Biologische Aktivität gering bis mittel. Feinerde vollständig gekrümelt. Krümel 2—5 mm groß, rundlich, sehr druckfest, wenig und nur schwach aggregiert, aber vollständig wurzelverheftet. Wurzelgeflecht zwar klein. Faserwurzeln oft mit gelbgrünen Pilzhypfen bewachsen. Hohlräume zwischen dem Skelett nicht vollständig mit Feinerde ausgefüllt, Profilwand rutscht beim Graben stellenweise nach, aber nur schwach. An Skelettunterseite ein wenig Kalkflaum. Rauchschwarz, zerrieben dunkelbraun.

*kA₁*³: 90 % Skelett aller Größen. Feinerde lehmig. Humusgehalt der Feinerde etwa 15 %. Biologische Aktivität gering. Schüchteres bis schwach aggregiertes Krümelgefüge. Krümel meist 2—3 mm groß, rundlich bis spitzkantig, mittel bis sehr druckfest. Hohlräume zwischen dem Skelett nur zum kleinsten Teil mit Feinerde ausgefüllt; Skelett rutscht beim Profilgraben nach. Ein wenig Kalkflaum an der Skelettunterseite und in der Feinerde. Feinerde feucht-naß. Dunkelbraungrau, zerrieben graubraun.

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: mäßig entwickelt (-degradiert).

Varietät: tiefgründig
feinerdearm, mittelskelettig
leicht austrocknend.

Lokalform: « Gerstefluh-Nord »-Humuskarbonatboden.

i) *Cariceto-Fagetum carictosum albae*

a. Soziologische Beschreibung

Das *Cariceto-Fagetum* ist ein äußerst artenreicher, aber homogener Buchenmischwald. Es sind Stockausschlagwälder mit allen Übergängen vom buschigen Niederwald bis zum hochwaldartigen Bestand.

In der Baumschicht herrscht eindeutig die *Buche*, doch fehlen Mehlbeere, Bergahorn, Esche, Tanne und Traubeneiche fast nie. Differentiell von Bedeutung sind Waldföhre und — strauchig — Feldahorn. Besonders charakteristisch ist der Reichtum an Sträuchern. Zwölf davon sind hochstet, darunter die diagnostisch wichtigen Arten *Coronilla Emerus*, *Rosa arvensis*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Clematis Vitalba* und *Berberis vulgaris*. In der Krautschicht finden sich die beiden Assoziations-Charakterarten *Cephalanthera alba* und *Cephalanthera rubra*. *Fagion-* und *Fagetalia*-Arten sind relativ wenige vorhanden, dafür viele Begleiter, besonders wärme- und trockenheitliebende Arten, die die Verwandtschaft mit dem *Querceto-Lithospermetum* belegen. Eindrucksmäßig das auffälligste Merkmal in der Krautschicht ist der Seggenreichtum. *Carex alba*, *Carex flacca* und *Carex montana* alternieren. Moose sind in der Regel keine vorhanden.

β. Aufnahmeprotokolle

Die Aufnahmen vom *Cariceto-Fagetum caricetosum albae* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Blauen, S-Hang	9	606,7 /256,5	
2	Im Hoggen, oberhalb Im Holz, bei Solothurn	112	602,55/231,65	
3	Farisberg, SE Mümliswil	148	621,3 /242,3	21
4	Buchlibann, Wangen bei Olten	149	632,55/244,8	14
5	Buchlibann, Wangen bei Olten	149	632,5 /244,8	14
6	Eileten, SE Arisdorf, Basel-Land	28	625,5 /261,3	8
7	Eileten, SE Arisdorf, Basel-Land	28	625,6 /261,4	13
8	Beretenwald, N Holderbank	148	624,3 /243,2	
9	Beretenwald, N Holderbank	148	623,85/243,3	25
10	Beretenberg, N Holderbank	148	623,3 /243,5	
11	Buchlibann, Wangen bei Olten	149	632,5 /249,8	14
12	Buchlibann, Wangen bei Olten	149	632,55/244,85	14
13	Buchlibann, Wangen bei Olten	149	632,55/244,74	14
14	Sur Bramefan, NE Vallorbe	291	519,2 /175,1	
15	Montagne de Develier: Petite Côte	94	588,75/247,25	18
16	Im Schluchen, bei Nuglar	10	618,5 /257,9	10

Unabhängige Standortsfaktoren

Die *Exposition* von 10 Standorten ist SSW bis SSE, 6 Standorte sind E oder SE exponiert. Die Gesellschaft ist im ganzen Verbreitungsgebiet auf die Südseite beschränkt.

Die *Hangneigung* beträgt an den aufgenommenen Standorten 10—70 %, im Durchschnitt 45 %; bei 10 Profilen liegt sie zwischen 40 und 50 %. So ist es auch im ganzen Verbreitungsbereich.

Die *Meereshöhe* der Bestände beträgt 570—1080 m, im Durchschnitt 715 m; 11 Profile liegen auf Höhen zwischen 600 und 800 m. Die Hauptverbreitung der Gesellschaft liegt ebenfalls auf dieser Höhe (600—900 m), 1080 m liegt an der obersten Grenze des Vorkommens überhaupt, dagegen finden sich noch viele Bestände bis 400 m hinunter.

Geländeform: Alle Bestände liegen auf mehr oder weniger gleichmäßigem Hang, der höchstens schwach buckelig und an steileren Orten mit kleinen Schuttrieselflächen durchsetzt ist.

Muttergestein: 14 Profile liegen auf Hangkolluvium aus sehr hartem Kalk, der bei der Verwitterung wenig Ton, sondern Kalksand liefert. Nur 2 Profile umfassen neben einer dünnen Schicht von Kolluvium noch anstehenden Fels in Verwitterung.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist normalerweise wie folgt:

$$L - (kA_0)/kA_1 \neq (kA_{1-2}) \neq 'kB_{ca} - kC$$

Die Laubstreu vom Vorjahr (*L*) deckt meist den ganzen Boden, und zwar bis zum neuen Laubfall. Meist ist sie lose, gerollt, nicht gebleicht und nicht zerfallen, hier und da, besonders bei größeren Laubansammlungen in Nestern, gebleicht, verpilzt und mehr oder weniger verklebt.

Mehrjährige Laubstreu (*kA₀*) deckt in den zu den Profilen gehörigen Beständen 30—100 % der Bodenoberfläche, im Durchschnitt 70 %, bei 8 von 16 Beständen 60—80 %. Die Mächtigkeit der Streuauflage beträgt meist weniger als 1 cm, nur

in Nestern ist sie bis 10 cm dick. In dünner Schicht ist die Streu meist dem Boden aufgeklatscht, oft nur wenig verpilzt und verklebt. In den Nestern aber ist sie stark gebleicht, verpilzt und verklebt.

Häufig finden sich in der ein- und mehrjährigen Streu nesterförmige Tierfraßstellen mit Anhäufungen von Losungen verschiedener Form. Besonders Kerbtiere sind häufig. Auch Würmer sind vorhanden; sie setzen ihre Losungen manchmal in, manchmal auf der Streu ab. Im Kontakt mit der mineralischen Feinerde ist die Streu blättrig zerfallen, die Blattreste sind mit der Bodenoberfläche verfilzt und teilweise mit der Mullhorizont-Feinerde vermischt.

Die Bodenoberfläche ist, wo sie bloßliegt, mit feinen Krümeln bedeckt, die durch Faserwurzeln fixiert sind. Der Boden fühlt sich daher wie verkrustet an, ist es aber nicht.

5 Profile sind 8—30 cm, im Durchschnitt 16 cm tief entkarbonatet; 11 Profile haben Karbonat in der Feinerde bis zuoberst im Profil.

Der Mullhorizont ist 12—60 cm mächtig, im Durchschnitt 30 cm, bei 9 Profilen 20—30 cm. Er ist ziemlich deutlich abgesetzt vom Übergangshorizont. Der Mullhorizont ist zugleich Hauptwurzelraum der Bäume.

Der Übergangshorizont ist 0—50 cm mächtig. Bei 4 Profilen fehlt er ganz, bei den übrigen schwankt die Mächtigkeit stark. Der Übergangshorizont ist meist ziemlich scharf abgesetzt vom Kalkanreicherungshorizont. Der Übergangshorizont ist zugleich Nebenwurzelraum der Bäume.

Ein Kalkanreicherungshorizont ist bei 12 Profilen deutlich entwickelt, und zwar liegt er unmittelbar unter dem Übergangshorizont, ausgenommen bei 2 Profilen, wo ein wenig mächtiger, fast humusfreier Mineralerdeverwitterungshorizont dazwischengeschaltet ist. Der Kalkanreicherungshorizont reicht bis über die Aufschlußtiefe hinaus.

Die Aufschlußtiefe beträgt 70—180 cm, im Durchschnitt 110 cm.

Körnung: Der Skelettgehalt im Mullhorizont beträgt 10—70 %, im Durchschnitt 25 %; im Übergangshorizont 40—70 %, im Durchschnitt 50 %; darunter füllt die Feinerde höchstens die Hohlräume zwischen dem Skelett aus und selbst diese nicht immer. Oft sind die obersten 10 cm des Mullhorizontes skelettarm (10—20 %). In allen Profilen ist das Skelett grob- bis feinkiesig; Mittel- und Feinkies überwiegen.

Die Feinerde ist im Mullhorizont bei 5 Profilen feinsandig-lehmig, bei 10 Profilen lehmig und nur bei 1 Profil lehmig-tonig. Mit zunehmender Tiefe wird die Feinerde größer.

Humus: Der Humusgehalt der Feinerde beträgt im Mullhorizont 5—20 %, im Durchschnitt 9 %. Es ist durchwegs fein- bis mittelkörniger, hemorganischer innig gemengter koprogener Mull, dem besonders in den humusreichen Profilen oben noch etwas mittel bis stark abgebaute Humusbildner beigemischt sind. Im Übergangshorizont beträgt der Humusgehalt noch 2—4 %, ebenfalls koprogener Mull.

Kalkflaum ist bei 8 Profilen schon im Mullhorizont in geringer Menge in der Feinerde vorhanden, bei einem weiteren nur am Skelett. Bei 5 Profilen tritt Kalkflaum erst im Übergangshorizont auf, und zwar auch nur in geringen Mengen. Im Kalkanreicherungshorizont ist wenig bis viel, meist schwach mittelviel Kalkflaum angereichert. In einigen Profilen tritt auch Kalkschmier auf.

Die pH-Werte (von 14 Profilen) betragen an der Erdoberfläche 6,6—7,5, in der Mitte des Mullhorizontes 6,8—7,6, bei 11 Profilen 7,3—7,5; in der Mitte des Übergangshorizontes 7,0—7,7 und im Kalkflaumhorizont 7,3—8,1.

Die *biologische Aktivität* im Mullhorizont ist bei 12 Profilen mittel, bei 3 mittel bis groß und bei 1 Profil groß. Im Übergangshorizont ist die biologische Aktivität klein bis mittel.

Gefüge: Im Mullhorizont aller Profile ist die Feinerde gekrümelt, ausgenommen der Grobsand. Es sind koproogene Krümel, rundlich bis kantig, mittel bis sehr

druckfest, wenig bis mittel aggregiert, mittel bis sehr stark wurzelverheftet. Oft zusätzliche Aggregierung durch Pilzhyphen und Kalkflaum. Bei höherem Tongehalt ist das Gefüge fast schwammartig entwickelt. Dank dem dichten Carex-Wurzelfilz können die obersten 5 cm meist zusammenhängend abgelöst werden. Darunter kommt das dichte Wurzelwerk der Bäume, dank dem weitere 10—20 cm Boden zusammenhängend ablösbar sind. Das Wurzelwerk ist um so dichter, je weniger Feinerde vorhanden und je weniger mächtig der Mullhorizont ist. — Im Übergangshorizont ist die Feinerde größtenteils auch noch gekrümelt, die Wurzelverheftung ist aber bedeutend schwächer. — Im Kalkanreicherungshorizont ist das Gefüge primitiv oder höchstens schwach gekrümelt. Der Kalkflaum bedingt eine gewisse Aggregierung. Die Profile sind zum Teil außerordentlich kompakt gelagert, aber keines ist verdichtet, da der Tongehalt zu klein ist. Die Kompaktlagerung, die sich nur bei älteren Profilen findet, bedingt aber eine Reduktion der physiologischen Gründigkeit und der Mächtigkeit des Mull- und des Übergangshorizontes der Profile.

Wasser- und Lufthaushalt: Wegen des geringen Tongehaltes sind die Profile mittel bis sehr durchlässig. Sie trocknen deshalb leicht aus, sind aber sonst frisch. Die Streuauflage schützt etwas vor Austrocknung. Die edaphische Trockenheit wird durch die lokalklimatische Trockenheit verschärft.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Cariceto-Fagetum* sind :

1. gemischtskelettiger Boden mit kleinem bis mittlerem Feinerdegehalt, aber kleinem Tongehalt,
2. Hang mittlerer Neigung,
3. Südexposition,
4. submontane Lage.

Das *Cariceto-Fagetum* ist an mitteldisperse, eher tonarme Böden in warmen Südlagen der unteren Montanstufe gebunden.

Durch den geringen Feinerde- und vor allem durch den geringen Tongehalt unterscheidet sich das *Cariceto-Fagetum* vom *Fagetum*, vom *Abieto-Fagetum* und vom *Rumiceto-Fagetum* und von den Ton- und Mergelböden besiedelnden Gesellschaften. Am nächsten verwandt ist mit dem *Cariceto-Fagetum* innerhalb des *Fagions* das *Fagetum typicum*, das aber lokalklimatisch oder edaphisch feuchter ist.

Die Unterschiede gegenüber den *Querceto-Carpinetum*-Gesellschaften, mit denen das *Cariceto-Fagetum* in Kontakt steht, müssen noch schärfer herausgearbeitet werden; gerade im Kontaktgebiet spielen edaphische Faktoren eine große Rolle. Auch innerhalb des *Cariceto-Fagetum* können verschiedene Gesellschaften unterschieden werden, doch genügt das Material noch nicht zur standörtlichen Differenzierung. Was gesagt worden ist vom *Cariceto-Fagetum*, bezieht sich auf die Subassoziation *caricetosum albae*.

Schutthaldengesellschaften sind am Standort des *Cariceto-Fagetum* dadurch ausgeschlossen, daß dieser praktisch keine oberflächliche mechanische Materialzufuhr und -wegfuhr aufweist.

δ. Die Böden

Von entscheidendem Einfluß auf die Bodenverhältnisse des *Cariceto-Fagetum* sind gemischtes, nicht zu feinerdearmes und nicht zu tonreiches Bodenmaterial, Hanglage und trocken-warmes Lokalklima.

Das Lokalklima ist so trocken, daß Lösung und Auswaschung von Kalk nur sehr langsam vor sich gehen; das meiste Wasser wird von der Vegetation verbraucht, und der Rest verdunstet teilweise im Boden. Die meisten *Cariceto-Fagetum*-Profile enthalten darum beträchtliche Mengen von Kalkflaum, der sicher nicht aus dem Hangwasser, sondern aus dem Sickerwasser ausgeschieden worden ist. Im unteren Profilteil ist der Kalkflaum oft horizontförmig angereichert, so daß der Boden dort sehr kompakt ist.

Weil der Kalk so langsam ausgewaschen wird, enthalten die meisten Profile auch nicht viel Ton. Selbst wenn es sich um alte Böden handelt, ist höchstens der Mullhorizont in der Feinerde entkarbonatet; Karbonatskelett ist in allen Profilen bis zur Bodenoberfläche vorhanden.

Von der standörtlichen Trockenheit ist auch die Humusbildung stark beeinflußt. Trotz bunter Zusammensetzung aus Laub der verschiedensten Baum-, Strauch- und Krautarten kann die Streu nicht innert Jahresfrist abgebaut werden. Der Abbau wird hauptsächlich von Kerbtieren besorgt, die an den Fraßstellen ganze Nester von Losungen hinterlassen. In Nestern ist die Streu oft gebleicht und verpilzt. Im Profil drin geht die Humifizierung wegen der Trockenheit auch nur langsam vor sich. Wegen Mangels an Ton werden vor allem Ca-Humate und weniger Ton-Humus-Komplexe gebildet. Oft finden sich im Mullhorizont Nester von weißen Pilzhypfen, die bei hoher biologischer Bodenaktivität nicht vorkommen.

Wegen der geringen Wasserversorgung ist das Wurzelwerk der Vegetation sehr stark entwickelt, und zwar hauptsächlich in den obersten Bodenschichten, da in der Tiefe die Wasserversorgung noch schlechter ist. Ob der Wurzelraum auch durch die Kalkanreicherung im Untergrund eingeschränkt wird, ist eine offene Frage.

Das dichte Wurzelwerk schützt die Böden wirksam vor Erosion; ganz fehlen Abtrag und Aufschüttung an einem Hang natürlich nie.

Die Böden weisen in verschiedenen Eigenschaften eine ziemlich große Variation auf, die vor allem auf verschiedenes Alter der Böden zurückzuführen ist; so in der Körnung, in der Mächtigkeit des Mullhorizontes, in der Entkarbonatungstiefe, im Ausmaß der Kalkflaum-anreicherung im Untergrund. In bezug auf Streuabbau und Humusverhältnisse im Profil stimmen sie aber ziemlich miteinander überein, woraus auf ähnlichen Wasser- und Lufthaushalt geschlossen werden kann.

Zu bezeichnen sind die *Böden* des *Cariceto-Fagetum* als
 Humuskarbonatböden
 mäßig bis voll entwickelt bis verbraunt
 mittel feinerdehaltig, mittel- bis feinskelettig
 mittel- bis tiefgründig
 oft austrocknend, darum
 mit gehemmtem Streuabbau und
 mittel humushaltiger bis humoser, mäßig humifizierter Feinerde
 meist mit Kalkflaum am Skelett und in der Feinerde bis zur Boden-
 oberfläche, im Untergrund oft horizontartig angereichert
 auf Kolluvium oder anstehendem Fels.

Als Beispiel diene die *Lokalform* des «*Petite-Côte*»-Humuskarbonat-
 bodens.

Beispiel einer Profilaufnahme

Aufnahme Nr. 15 (12. Juni 1948).

Ort: Petite Côte, S-Hang der Montagne
 de Develier.

TA 54, K. 588,8/247,2.

Standort: ausgedehnter gleichförmiger
 Hang.

690 m ü. M., Exp. SSE, Neig. 60 %.

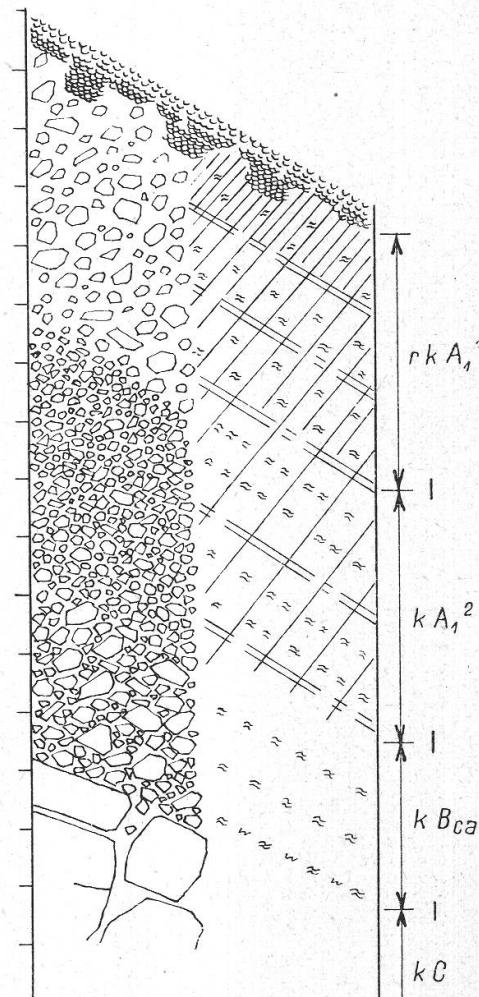
Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 18.

Profil (Figur 7¹)

Laubstreu vom Vorjahr deckt 1,0 in
 gut 5 cm mächtiger Schicht. Obenauf lose,
 schwach gerollt, unzersetzt. Darunter nach
 unten zunehmend lagig verklebt, verpilzt
 und gebleicht. Große weiße Pilzmyzelien.
 Nester von papierig gebleichtem, noch
 relativ wenig zersetzen Laub. Andere
 Nester mit ungebleichter nasser Streu. In
 den stark gebleichten Nestern zurzeit
 noch flüssiges Wasser in gelben Tröpfchen.

Mehrjährige Laubstreu deckt mehr
 als 0,5. Nur in Nestern. Stark zersetzte
 Humusbildner, stark verfilzt und in allen
 Stadien des Zerfalls; mit sehr wenigem
 feinkörnigem Material. Zuunterst allmäh-
 licher Übergang zur Feinerde, mit dieser
 vermischt.

Bodenoberfläche: Wo keine mehr-
 jährige Laubstreu liegt, ist sie mit ver-
 schiedenartigen Losungen (darunter nur
 wenige Wurmlosungen), Knospenschuppen
 und wenigem losem Feinskelett bedeckt.
 Darunter ein 1—2 cm mächtiger dichter
 Filz von Faserwurzeln, die die Feinerde



Figur 7
 Profil aus dem *Cariceto-Fagetum*

¹ Kalkflaum und Kalkschmiere am Skelett sind in der Profilskizze nicht eingezeichnet.

vollständig zusammenhalten. Diese Schicht enthält noch stark zersetzte Humusbildner. Stellenweise sind weiße Pilzmyzelien vorhanden.

kA₁: 40 % mittel- und besonders feinkiesiges Skelett. Feinerde lehmig. 20 bis 10 % koprogener Mull. Feinerde kalkhaltig, dazu etwas feinkörniger Kalkflaum. Biologische Aktivität mittel. Relativ hohe Aktivität von Kerbtieren. Loses Krümelgefüge. Sehr viele gut geformte, zirka 2 mm große, tönnchenförmige Krümel großer Druckfestigkeit, wenig aggregiert, aber intensiv verheftet durch grobe und Faserwurzeln. Besonders die obersten 10 cm durch Wurzeln intensiv verfilzt. Viele Pilzhyphen. Lagerung des Horizontes ziemlich locker, da nicht alle Hohlräume zwischen dem Skelett mit Feinerde ausgefüllt. Rauchschwarz.

kA₂: 60 % feinkiesiges Skelett. Feinerde lehmig. 5 % koprogener Mull. Feinerde enthält mittel viel feinkörnigen Kalkflaum. Biologische Aktivität gering. Feinerde koprogen gekrümelt, Krümel 2–3 mm groß, wenig druckfest, nur schwach aggregiert, durch Wurzeln mäßig verheftet. Horizont kompakt gelagert, obwohl nicht alle Hohlräume zwischen dem Skelett mit Feinerde ausgefüllt sind. Auch hier gelbe und weiße Pilznester. Bräunlich-dunkelgrau.

KB_{ca}: ~ 100 % mittel- und feinkiesiges Skelett, in loser Schüttung, ohne Feinerde in den Hohlräumen. Skelettunterseite von sehr viel Kalkflaum, unten im Horizont von Kalkschmiere überzogen. Diese fühlt sich noch naß an, ist zum Teil geschrumpft. Nur vereinzelte Wurzeln im Horizont.

kC: Anstehender Fels?

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: mäßig entwickelt.

Varietät: tiefgründig

lehmig-feinskelettig

trocken

mit Kalkanreicherungshorizont im Untergrund.

Lokalform: «Petite-Côte»-Humuskarbonatboden.

k) Fagetum

a. Soziologische Beschreibung

* Fagetum typicum

Das *Fagetum typicum* ist ein säulenhallenartiger reiner Buchenwald mit physiognomisch deutlich untergeordneter Strauch- und Krautvegetation.

In der Baumschicht dominiert die *Buche* umstritten; sie ist hier im Optimum. Tanne, Bergahorn und Esche sind beigemischt. Die anderen Baumarten sind ganz untergeordnet, vor allem die Fichte. Die Strauchschicht ist unterdrückt, in tieferen Lagen artenreicher als auf größerer Meereshöhe. Meist kommt nur Buchenjungwuchs in größerer Menge vor. Auch die Krautschicht ist relativ schwach entwickelt. Bezeichnenderweise kommen sehr viele *Fagion*- und *Fagetalia*-Arten vor; zusammen sind davon 15 Arten hochstet. Die einzelnen Arten zeigen aber nur geringen Deckungswert und geringe Soziabilität. Moose sind meist sehr wenige vorhanden.

** Fagetum allietosum

Die Bestände des *Fagetum allietosum* sind schöne, säulenhallen-

artige Buchenwälder mit scharf ausgeprägter Aspektfolge, die ganz an *Fraxino-Carpinion* erinnert.

In der Baumschicht kommen neben der herrschenden *Buche* regelmässig Bergahorn und Esche vor. Die Strauchschicht ist kaum kniehoch und individuenarm. Bezeichnend für die Krautschicht sind besonders die Frühlingsblüher *Allium ursinum*, *Primula elatior*, ferner *Anemone nemorosa*, *Euphorbia dulcis* und *Arum maculatum*. Die meisten davon sind Differentialarten der Subassoziation, zu denen auch *Quercus Robur*, *Erythronium europaeum* und *Carpinus Betulus* gehören. Stärker als die *Fagion*-Arten sind die *Fagetalia*-Arten vertreten, ein deutliches Zeichen der engen Verwandtschaft mit dem *Fraxino-Carpinion*, von dem viele Charakterarten übergreifen. Moose sind spärlich.

β. Aufnahmeprotokolle

* *Fagetum typicum*

Die Aufnahmen vom *Fagetum typicum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Wallenthal, Blauen N-Hang	9	606,85/256,8	
2	Schlossberg N-Hang bei Waldenburg	148	623,4 /247,95	
3	Hollen, Pfeffingen	9	611,2 /256,1	
4	Welschwegli, Oberdorf bei Solothurn	112	603,4 /232,6	35
5	Côte de Chaité, Bressaucourt	90	569,9 /247,9	
6	Halmet NE-Hang, E Arisdorf, Basel-Land	28	627,1 /262,3	
7	Bachthalenberg, Beretenberg N-Hang	148	623,6 /243,95	33
8	Bachthalenberg, Beretenberg N-Hang	148	623,6 /243,9	
9	Hard, SW Känerkinden, Basel-Land	147	628,9 /250,4	16
10	Creux du Vorbourg, W Bellerive, Bern	92	592,2 /248,15	19
11	Envers de la Chaive, N Delsberg	92	592,05/248,5	26
12	Envers de la Chaive, N Delsberg	92	592,05/248,7	20
13	Homberg S-Hang, NE Küttigen, Aargau	151	647,05/252,85	8

Unabhängige Standortsfaktoren

Die *Exposition* ist bei 10 Standorten NE bis NW, 3 sind ENE bis SSE exponiert. Das *Fagetum typicum* nimmt tatsächlich auf der Luvseite des Juras bedeutend grössere Flächen ein als auf der Leeseite.

Die *Hangneigung* der Standorte beträgt 20—75 %, im Durchschnitt 55 %. Bei 6 Beständen beträgt die Hangneigung 50—55 %. Das ist normal für *Fagetum typicum*.

Die *Meereshöhe* der Standorte liegt zwischen 500 m in NE-Exposition und 1030 m in SSE-Exposition. Die durchschnittliche Höhenlage ist 720 m; sie liegt unter dem Schwerpunkt der Gesamtverbreitung (600—900 m auf der Luvseite, 900 bis 1100 m auf der Leeseite).

Die *Geländeform* aller Bestände, in denen Bodenprofile geöffnet worden sind, ist ein mehr oder weniger gleichmässiger Hang, nur ausnahmsweise schwach terrassenförmig oder wulstig. Auch bei den übrigen *Fagetum typicum*-Beständen ist es so.

Muttergestein: Alle Profile außer einem liegen in kolluvialem Hangschutt aus meist hartem Kalk. Bei 4 Profilen ist auch der anstehende Fels von der aktuellen

Bodenbildung erfaßt. Das Skelett besteht zumeist aus hartem Kalk, ist frisch und kantig. Nur im Profil auf der Terrasse (Nr. 13) ist das Skelett gerundet, offensichtlich an Ort schon sehr lange der Verwitterung ausgesetzt. Daneben ist diesem Profil auch etwas Material alpiner Moräne beigemischt (trotzdem ist darauf ein *Fagetum typicum*!). Bei einem Profil (Nr. 2) überlagert das Kalkkolluvium tertiären (?) Kalksand.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist normalerweise so: $L/(kA_0)/(b)(r)kA_1-(r)kA_{1-2}-kA_2-kC$. Die Laubstreu vom Vorjahr ist bis zum neuen Laubfall erst zum kleinsten Teil abgebaut. Zusammengeweht oder zusammengerutscht liegt das Laub meist lose gerollt da; hie und da ist es aufgeklatscht, meist aber nicht verpilzt, verklebt und verfilzt.

Mehrjährige Laubstreu deckt 10—100 % der Bodenoberfläche, im Durchschnitt etwa 50 %. In Nestern, wo sie angehäuft ist, ist sie verklebt, gebleicht, verpilzt und mit der Bodenoberfläche verfilzt. Sonst ist sie lose, blättrig zerfallend und mit Wurmkompost vermischt. Vereinzelt finden sich Fraßstellen mit Tierlosungen.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt 0 (bei 5 Profilen) — 90 cm, im Durchschnitt 27 cm. Nach den Reliefverhältnissen zu schließen, dürfte der Mullhorizont in den meisten *Fagetum typicum*-Profilen entkarbonatet sein.

Der Mullhorizont ist 20—50 cm mächtig, im Durchschnitt 27 cm. In 8 Profilen ist der Mullhorizont 20 cm mächtig. Der Mullhorizont geht allmählich über in den Übergangshorizont. Der Mullhorizont ist auch der Hauptwurzelraum der Bäume.

Der Übergangshorizont ist 0—40 cm mächtig, im Durchschnitt 28 cm. Seine Mächtigkeit schwankt stark; bei 3 Profilen fehlt er ganz. Er ist mit dem Mineralerdeverwitterungshorizont diffus verbunden. Der Übergangshorizont ist der Nebenwurzelraum der Bäume.

Ein Kalkflaumhorizont unterhalb des Übergangshorizontes ist bei 4 Profilen entwickelt, aber nicht sehr ausgeprägt.

Die Aufschlußtiefe der Profile beträgt 60 (auf Fels) — 180 cm, im Durchschnitt 110 cm.

Körnung: Der Skelettgehalt beträgt im Mullhorizont 0—50 %, im Durchschnitt über 30 %, im Übergangshorizont 20—75 %, im Durchschnitt über 40 %, und im Untergrund 30 bis über 80 %, im Durchschnitt über 60 %. In den obersten 10 cm des Mullhorizontes ist der Skelettgehalt oft viel kleiner als darunter. Die Skelettgröße schwankt zwischen Block und Feinkies; vorherrschend sind Mittel- und Grobkies; gegen unten im Profil nimmt die Skelettgröße im allgemeinen etwas zu.

Die Feinerde ist im Mullhorizont feinsandig bis lehmig-tonig, in den meisten Fällen lehmig. Gegen unten im Profil wird die Feinerde meistens größer.

Humus: Der Humusgehalt der Feinerde im Mullhorizont ist auf 3—12 % geschätzt worden, im Durchschnitt auf 6 %. In der Form ist der Humus durchwegs körniger, hemorganischer innig gemengter bis komplex verbundener koprogener Mull.

Kalkflaum ist im Mullhorizont nur bei 1 Profil ein wenig vorhanden, im Übergangshorizont bei 2 Profilen (ein wenig am Skelett) und darunter nur bei den 4 Profilen mit schwach ausgeprägtem Kalkanreicherungshorizont.

Die pH-Werte betragen an der Bodenoberfläche 6,0—7,4, in der Mitte des Mullhorizontes 6,3—7,5, in der Mitte des Übergangshorizontes 6,7—8,0 und im Untergrund 6,8—8,0.

Die *biologische Aktivität* ist im Mullhorizont mittel bis groß bis sehr groß, in den meisten Fällen mittel bis groß. Im Übergangshorizont ist sie mittel.

Gefüge: Bei allen Profilen ist die Feinerde im Mullhorizont gekrümelt. Je nach dem Tongehalt besteht ein loses bis bindiges Krümelgefüge, eventuell sogar Schwammgefüge. Meist ist das Baumwurzelgeflecht ziemlich dicht, bei mäßiger Entwicklung des Faserwurzelgeflechtes. Im Übergangshorizont ist die Krümelung

meist nicht mehr so ausgeprägt; die Wurzelverheftung ist bedeutend schwächer, die Aggregierung der Krümel etwas stärker. Im Untergrund besteht je nach dem Tongehalt ein mehr oder weniger bindiges Krümel- bis Einzelkorngefüge.

Wasser- und Lufthaushalt: Die Profile sind frisch, doch trocknet der Oberboden anscheinend häufig etwas aus. Die Wasserdurchlässigkeit des Mull- und des Übergangshorizontes ist mittel, die des Untergrundes mittel bis groß. Die Streu schützt etwas vor Austrocknung.

* * *Fagetum allietosum*

Die Aufnahmen von *Fagetum allietosum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Schwelligraben, Weißenstein	112	605,56/288,35	
2	Côte de Chaité, Bressaucourt	90	569,9 /247,7	
3	Beretenberg	148	623,6 /243,5	
4	Densbürer Strichen	34	644,6 /256,0	9
5	Densbürer Strichen ¹	34	644,6 /255,9	10
6	Geißberg NE-Hang, bei Villigen	36	657,6 /264,6	1
7	Birrerberg, Kestenberg N-Hang	154	657,75/252,95	2
8	Creux du Vorbbourg, W Bellerive	92	592,3 /248,15	7
9	Zw. Wilenberg und Egg, bei Küttigen . . .	150	644,1 /252,75	
10	Homberg N-Hang, NE Küttigen, Aargau . .	151	647,7 /253,3	6

Unabhängige Standortsfaktoren

Exposition: 8 Standorte sind NE bis WNW exponiert, und nur 2 Profile sind ESE, bzw. SE exponiert. Diese Verteilung entspricht durchaus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Gesellschaft.

Die *Hangneigung* an den aufgenommenen Standorten beträgt 0—65 %, im Durchschnitt 30 %. Im allgemeinen sind die Bestände auf über 30 % geneigten Flächen selten.

Die *Meereshöhe* der Standorte beträgt 490—1200 m (in SE), im Durchschnitt aller Profile 785 m, im Durchschnitt der 8 Profile auf Luvseite (490—850 m) 700 m. Auf dieser Höhe liegt auch der Schwerpunkt der Gesamtverbreitung.

Geländeform: Die Profile liegen in Hängen, am Hangfuß, auf Plateau oder in schwach ausgeprägten Mulden. Hangfuß und Mulden sind bevorzugte Lagen.

Muttergestein: Die Profile haben sich zum Teil aus dem anstehenden Fels, zum Teil in Hangkolluvium entwickelt.

Profileigenschaften

Der Profilaufbau ist normalerweise:

bkrA₁—kr/oder rk]A_{1—2}—kr/oder rk/A₂—kC oder auch *bA₁—bA_{1—2}—bA₂*.

Die Laubstreue wird innert Jahresfrist abgebaut. Mehrjährige Streu ist darum nur auf 3 Profilen zu finden, und zwar auf zweien nur in vereinzelten Nestern, auf einem auf mehr als der Hälfte der Bodenoberfläche.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt 0 bis über 160 cm, im Durchschnitt 42 cm, bei 7 Profilen 20—40 cm. Wie weit die Feinerde schon entkarbonatet abgelagert und wie weit sie am Profilort entkarbonatet worden ist, kann nicht entschieden werden.

¹ Profil auf Gips; wird im folgenden nicht berücksichtigt.

Der Mullhorizont ist 10—70 cm mächtig, im Durchschnitt 34 cm, bei 7 Profilen zwischen 20 und 40 cm.

Der Übergangshorizont ist 0—40 cm mächtig, im Durchschnitt 18 cm.

Eine Grenze zwischen Mineralerdeverwitterungshorizont und Muttergestein läßt sich nicht festlegen.

Die Aufschlußtiefe der Profile beträgt 70—160 cm, im Durchschnitt 110 cm.

Körnung: Der Mullhorizont enthält 0 bis über 70 % Skelett, im Durchschnitt 20 %. 4 Profile haben in den obersten 20 cm überhaupt kein Skelett. Der Übergangshorizont enthält mehr Skelett; er ist in einigen Profilen auf die Auffüllung von Klüften im anstehenden Gestein beschränkt. — Das Skelett der kolluvialen Profile ist größtenteils mittelkiesig; gröbere und feinere Fraktionen sind in wechselnder Menge beigemischt.

Die Feinerde ist im Mullhorizont lehmig bis tonig, im Durchschnitt tonig-lehmig. Gegen unten im Profil wird sie größer.

Humus: Der Mullhorizont enthält in der Feinerde 3—10 % Humus, im Durchschnitt 5—6 %, bei 6 Profilen 4—5 %, und zwar koprogenen Mull.

Kalkflaum ist in keinem der Profile vorhanden.

Die pH-Werte betragen an der Bodenoberfläche 6,0—7,1, in der Mitte des Mullhorizontes 6,5—7,2, im Übergangshorizont 6,6—7,3 und im Untergrund 6,9—7,7.

Die biologische Aktivität ist im Mullhorizont aller Profile groß bis sehr groß.

Gefüge: Der Mullhorizont aller Profile weist ein bindiges Krümel- bis Schwammgefüge auf. Mit größerer Bodentiefe wird das Gefüge primitiver, hohlraumärmer.

Wasser- und Lufthaushalt: Der Mullhorizont ist dank der sehr hohen biologischen Aktivität gut durchlüftet. Er hat aber eine große Wasserkapazität und ist während der längsten Zeit im Jahr frisch bis feucht. Der Übergangshorizont ist weniger gut durchlüftet, der Untergrund noch weniger. Anzeichen von Vernässung, Gley, sind nur bei einem Profil im Untergrund vorhanden. Die übrigen Profile haben normalen Abfluß des überschüssigen Wassers durch den Untergrund. — Dank der günstigen Wasserversorgung genügt der Vegetation ein relativ kleines Wurzelwerk für größte Wuchsleistungen.

Die Farbe ist im Mullhorizont dunkelbraungrau bis braungrau; gegen unten wird sie heller, braungrau; bei 2 Profilen ist der Untergrund graubraun bis ockerfarbig.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die für das *Fagetum* entscheidenden Standortsfaktoren sind :

1. untere Montanstufe,
2. mitteldisperser (weder extrem tonreicher noch extrem tonarmer), im Profil und im Untergrund mittel drainierter, nicht flachgründiger Boden,
3. Ebene oder Hang, wo Abtrag oder Aufschüttung höchstens sehr gering sind.

Das *Fagetum* ist die Klimaxassoziation der unteren Montanstufe, bedingt durch das Klima (das Lokalklima entspricht weitgehend dem Generalklima) und durch mittlere Bodenverhältnisse. Kein Standortsfaktor ist so extrem, daß er den Einfluß des Klimas wesentlich überlagern könnte.

Die Höhenlage schließt das *Querceto-Carpinetum* der kollinen Stufe, das *Abieto-Fagetum* der mittleren und das *Rumiceto-Fagetum* der oberen Montanstufe aus, die ebenfalls Klimaxgesellschaften darstellen.

Der mitteldisperse Boden ohne nennenswerte Materialzufuhr und -wegfuhr schließt sowohl die Schutthalden- als die Steilhang- und Hanglehm-Spezialisten aus.

Innerhalb des *Fagetum* nimmt das *Fagetum typicum* die Hänge ein.

Auf etwas gröberen, tonärmeren Böden ist das *Fagetum typicum* auf Südhängen durch das *Cariceto-Fagetum* ersetzt. Das *Fagetum typicum* selbst stößt in den Bereich des *Abieto-Fagetum festucetosum* vor, wo die Böden größer und trockener sind, ebenso dieses in den Bereich des *Rumiceto-Fagetum*. Umgekehrt steigt das *Rumiceto-Fagetum* ins *Abieto-Fagetum festucetosum*-Gebiet herunter, wo die Böden toniger und feuchter sind, und dieses ins *Fagetum typicum*-Gebiet.

In gleicher Höhenlage nähert sich das *Fagetum* bei stark abnehmendem Feinerde- und vor allem Tongehalt dem *Seslerieto-Fagetum*.

Ebenso bestehen alle Übergänge zwischen den Schutthaldenspezialisten und der Klimaxgesellschaft, die sich einstellt, sobald Abtrag und Aufschüttung aufhören und genügend Feinerde vorhanden ist.

Auf flachere Lagen und deshalb tonreichere Böden beschränkt ist das *Fagetum allietosum*; dieses verlangt dazu noch schwache Mulden- oder Schattenlage. Es erweist sich standörtlich damit als etwas feuchter als das *Fagetum typicum*.

Welche Gesellschaften in der kollinen Stufe an die Stelle des *Fagetum typicum*, des *Fagetum allietosum* und des *Cariceto-Fagetum* treten, muß noch genauer abgeklärt werden. Die Verhältnisse in der kollinen Stufe werden bedeutend kompliziert dadurch, daß die Böden sich nicht alle aus dem gleichen, mehr oder weniger einheitlichen und wegen seiner extremen Zusammensetzung nachhaltig wirksamen Muttergestein entwickelt haben, sondern, entsprechend der äußerst verschiedenen Zusammensetzung der Muttergesteine, auch große Verschiedenheiten aufweisen. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß sowohl das *Querceto-Carpinetum calcareum* und das *Fagetum finicola* dem *Cariceto-Fagetum* einverleibt worden sind, das damit die eigentliche Verbindung von *Querceto-Carpinetum* und *Fagetum* darstellt. Auf feuchteren Standorten, und damit im Kontakt mit dem *Fagetum typicum* und dem *Fagetum allietosum*, stehen *Querceto-Carpinetum aretosum* und *Querceto-Carpinetum asaretosum*, an noch feuchteren Orten das *Acereto-Fraxinetum* (am ehesten *corydaletosum* und eine weitere, alliumreiche Subassoziation).

δ. Die Böden

* *Fagetum typicum*

Die Bodenverhältnisse des *Fagetum typicum* sind vor allem bedingt durch wenig steile Hanglage, hartes Muttergestein und das Klima der unteren und mittleren Montanstufe.

Solche Hänge sind beim vorliegenden Muttergestein von gemischt-körnigem mineralischem Material bedeckt; meist sind mittelkiesiges Skelett und lehmige Feinerde in etwa gleicher Menge vorhanden. Je nach der Intensität von Erosion und Aufschüttung sind die Profile mittel- bis tiefgründig und haben im Mullhorizont in der Feinerde noch Karbonat oder nicht mehr.

Infolge des kühleren Klimas und der höheren Niederschläge ist gegenüber dem *Cariceto-Fagetum* die Kalkauswaschung und Tonanreicherung unter sonst gleichen Verhältnissen bedeutend weiter fortgeschritten. Kalkflaum findet sich normalerweise nicht in den *Fagetum typicum*-Profilen, oder dann nur in größerer Bodentiefe, wo auch Hangwasser im Spiel sein dürfte.

Die Humusbildung im Profil drin weist keine Besonderheiten auf; im allgemeinen ist der Humusgehalt der Feinerde um so größer, je geringer der Tongehalt ist. Immer handelt es sich um koprogenen Mull, der bald mehr aus Ca-Humaten, bald mehr aus Ton-Humus-Komplexen besteht.

Der Streuabbau ist durch die zeitweilige Trockenheit, aber viel mehr noch durch die sehr einseitige Zusammensetzung der Streu aus Buchenblättern gehemmt. Überall, wo die Streu stärker gemischt ist, wird sie auch rascher abgebaut. Besonders förderlich ist die Mischung mit mineralischer Feinerde, d. h. mit Wurmkompost.

Weil die Böden aus klimatischen und edaphischen Gründen wenig feucht sind, muß die Vegetation ein großes Wurzelwerk entwickeln. Das Wurzelwerk des *Fagetum typicum* ist aber nicht so dicht wie im *Cariceto-Fagetum*; es reicht auch tiefer in den Boden hinein.

Die Profile weisen — entsprechend besonders verschiedenem Alter — ziemlich große Abweichungen voneinander auf in Körnung, Mächtigkeit des Mullhorizontes und Entkarbonatungstiefe. In Streuabbau und Humuszustand stimmen sie aber ziemlich überein, was auf ähnlichen Wasser- und Lufthaushalt schließen läßt.

Zu bezeichnen sind die *Böden* des *Fagetum typicum* als

Humuskarbonatböden bis rendzinoide Humuskarbonatböden
mäßig bis vollentwickelt bis verbraunt
wenig feinerdehltig bis feinerdreich
sandig-lehmig bis tonig-lehmig
fein- bis mittel- bis grobkiesig
mäßig humushaltig bis humos
frisch, schwach zur Austrocknung neigend
mittel- bis sehr tiefgründig
auf Kolluvium oder autochthonem Material.

Ein *Normalprofil* entspricht der *Lokalform* des «*Envers-de-la-Chaive*»-Humuskarbonatbodens.

** *Fagetum allietosum*

Das *Fagetum typicum* stockt auf Hängen, das *Fagetum allietosum* auf Ebenen, auf dem Hangfuß oder in Mulden, in Nord- oder in Schattennlage. Für die Böden bedingt das größere Feinerdeanreicherung, sei es im Rückstand oder durch Aufschüttung. Gewöhnlich ist die Feinerde auch ziemlich tief kalkfrei, sei es, daß sie am Ort entkarbonatet worden ist, sei es, daß sie entkarbonatet abgelagert worden ist.

Die besondere topographische Lage und der hohe Tongehalt gewährleisten relativ hohe Feuchtigkeit. Die Vegetation ist bei geringem Wurzelwerk deshalb sehr üppig und die biologische Aktivität im Boden sehr hoch. Die Streu wird sehr rasch abgebaut; der Humusgehalt in der Feinerde ist relativ klein.

Vernässung tritt höchst selten und nur im Untergrund auf.

Die Profile weisen große Unterschiede auf im Skelettgehalt, in der Mächtigkeit des Mullhorizontes und des ganzen Bodenprofils und in der Entkarbonatungstiefe. Sie stimmen aber überein in der Körnung der Feinerde und im Gefüge und Humuszustand, vor allem aber in der hohen biologischen Aktivität. Der Wasser- und Lufthaushalt ist in allen Profilen offensichtlich derselbe.

Zu bezeichnen sind die *Böden* des *Fagetum allietosum* als rendzinoide Humuskarbonatböden bis (skelettige) Rendzinen bis Braunerden

sehr feinerdreich
lehmig tonig
frisch bis feucht
biologisch sehr aktiv
tief- bis sehr tiefgründig
auf Kolluvium oder anstehendem Fels.

Als Beispiel diene die *Lokalform* des «*Densbürer*» Humuskarbonatbodens.

Beispiele von Profilaufnahmen

* *Fagetum typicum*

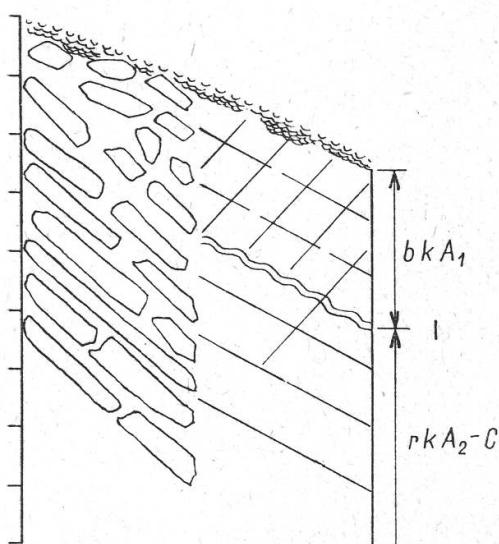
Aufnahme Nr. 11 (11. Juni 1948).

Ort: Envers de la Chaive, Delsberg. TA 92, K. 592,0/248,5.

Standort: Ausgedehnter gleichförmiger Hang, Übergang zur weniger geneigten Buckelfläche. 860 m ü. M., Exp. NNW, Neig. 50 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 26.

Profil (Figur 8; vgl. auch Figuren 15 und 16, S. 148 und 149)



Figur 8
Profil aus dem *Fagetum typicum*

Aktivität mittel bis groß. Schwammgefüge, lose. Krümel 2—10 mm groß, kantig bis scharfkantig, sehr druckfest, mäßig aggregiert. Dichtes Faserwurzelgeflecht, mäßig dichtes Faserwurzelgeflecht. Großes Porenvolumen. Nester von weißen Pilzhyphen. Dunkel bräunlichgrau, zerrieben braungrau.

rkA₂-C: Plattiges Skelett, 10×10×2 ccm bis 60×40×6 ccm in autochthoner Lagerung, aber nicht mehr im Verband mit dem Muttergestein. Klüfte und Spalten dazwischen 2—5 cm dick, ausgefüllt mit lehmig-toniger Feinerde. Bindiges Schwammgefüge, gegen unten zunehmend primitiver. Krümel rendzinaähnlich. Noch ziemlich dicht durchwurzelt. Vermischung von Mullerde und Mineralfeinerde sehr schlecht. Lebhaft braun-ockergelb.

Bodentyp: Humuskarbonatboden, rendzinoid. (Kalksteinbraunlehm?)

Untertyp: degradiert (verbraunt).

Varietät: mittelgründig
klüftig-felsig
frisch.

Lokalform: « Envers-de-la-Chaive »-Humuskarbonatboden.

** *Fagetum allietosum*

Aufnahme Nr. 4 (6. September 1947).

Ort: Zwischen Schinagelfluh und Strichen-Gupf, Densbüren.

TA 34, K. 644,6/256,0.

Standort: schwache Mulde auf Plateau. 835 m ü. M., Exp. WNW, Neig. 10 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 20.

Profil (Figur 9; vgl. auch Figur 15, S. 148)

Streu vom Vorjahr deckt 1,0. Buchen- und Nadelstreu. Obenauf lose, z. T. gerollt, fast völlig intakt. Stellenweise Nester mit lagig verklebter Streu, schwach gebleicht, unverpilzt. Solche Nester decken weniger als 0,1. Im Kontakt mit der mineralischen Feinerde ist die Streu blättrig zerfallen, z. T. koprogen körnig umgewandelt.

Mehrjährige Streu deckt über 0,8. Stark zerfallen, blättrig und körnig, verfilzt mit der Feinerde; über 0,5 der Fläche aber von lagiger, blättriger, lose verklebter, schwach gebleichter und nur selten etwas verpilzter Streu bedeckt. Streunester höchstens 5 cm mächtig. Unter den Nestern Streu vorwiegend körnig, daneben auch noch blättrig, intensiv vermischt und verfilzt mit der Feinerde. Viele Wurmlosungen aus mineralischer Feinerde der Streu aufgesetzt. — Streuabbau ist offensichtlich durch die außerordentliche Trockenheit (Sommer 1947) stark gehemmt.

Bodenoberfläche unter der Streu dank lebhafter Tätigkeit der Bodentiere lose, gut durchlüftet.

bkA₁: Skelett weniger als 5 %, feinkiesig. Feinerde lehmig. 8 % koprogener Mull. Feinerde karbonatfrei. Biologische Aktivität groß. Feinerde vollständig gekrümelt. Krümel in den obersten 5 cm 0,2—3 mm groß, rundlich, nicht aggregiert, nur schwach wurzelverheftet, schütter. Von 5—25 cm Tiefe Krümel 8 mm groß, kantig, würfelig bis abgeplattet, mäßig aggregiert (2—3 cm große Aggregate bildend), stark wurzelverheftet. Hohlraumsystem günstig.

kA₁: Skelett 70 %, mittelkiesig, mittelhart. Feinerde lehmig. 8 % koprogener Mull. Feinerde kalkhaltig. Biologische Aktivität mittel. Feinerde vollständig gekrümelt. Krümel 5 mm groß, weniger druckfest, weniger aggregiert, weniger wurzelverheftet. Im unteren Teil des Horizontes füllt die Feinerde nur die Hohlräume zwischen dem Skelett aus. Porenvolumen groß.

kA₁₋₂: 70 % Skelett, stark angewittert. Feinerde lehmig-sandig, nur schwach gekrümelt, nur von einzelnen Faserwurzeln durchzogen. Humusfreie Feinerde in Einzelkornzerteilung.

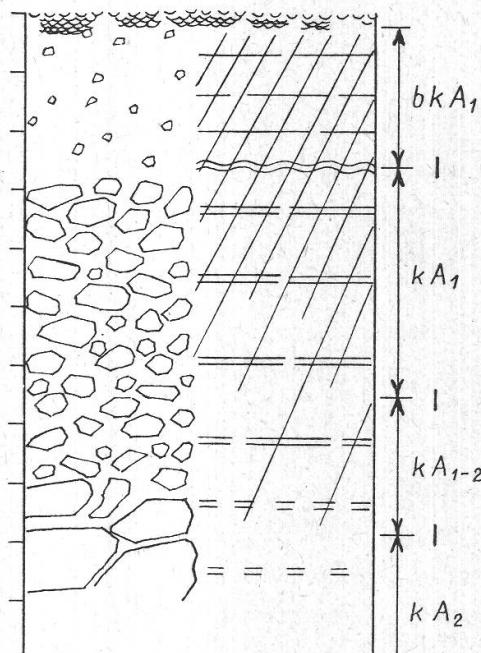
kA₂: Sandig-lehmig verwitterndes Muttergestein.

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: degradiert (verbraunt).

Varietät: tiefgründig
lehmig-skelettig
frisch.

Lokalform: « Densbürer » Humuskarbonatboden.



Figur 9
Profil aus dem *Fagetum allietosum*

I) Abieto-Fagetum

a. Soziologische Beschreibung

* *Abieto-Fagetum festucetosum*

Das *Abieto-Fagetum festucetosum* bietet sich als prachtvoller, hochaufragender, säulenhallenartiger Tannen-Buchen-Hochwald dar, in dem Strauch- und Krautschicht eindrucksmäßig fast fehlen.

In der Baumschicht dominieren gemeinsam die *Buche* und die *Tanne*. Von den Sträuchern sind nur *Rubus idaeus*, *Lonicera nigra*, *Rosa pendulina*, *Lonicera alpigena* und *Ribes alpinum* regelmäig vorhanden. Die Sträucher sind meist von reduzierter Vitalität. In der Krautschicht sind *Festuca altissima* und *Elymus europaeus* optimal entwickelt und auch physiognomisch die auffälligsten Merkmale. *Fagion-* und *Fagetalia-*Arten sind ebenfalls stark vertreten. Zum Unterschied vom *Fagetum typicum* enthält das *Abieto-Fagetum festucetosum* auch *Piceion*-Arten, ferner bedeutend mehr Moose und Farne. Im ganzen ist das *Abieto-Fagetum festucetosum* etwas artenärmer als das *Fagetum typicum*.

** *Abieto-Fagetum elymetosum*

Die Bestände des *Abieto-Fagetum elymetosum* sind fast alle übernutzt und gestört. Natürlicherweise bildet es Tannen-Buchen-Hochwälder, in denen Sträucher eindrucksmäßig zurück-, Gräser und Seggen hingegen stark hervortreten.

In der Baumschicht herrscht die *Buche*, nicht optimal entwickelt. Bergahorn und Esche herrschen mit. Nadelhölzer sind untergeordnet. Gewöhnlich sind etwa acht Straucharten vorhanden, aber keine ist diagnostisch besonders wichtig. In der Krautschicht sind *Festuca altissima* und *Elymus europaeus* regelmäßig und zahlreich vorhanden, ebenso *Fagion-* und *Fagetalia*-Arten. Flächenmäßig dominieren Herden von *Elymus*, *Carex flacca*, *Brachypodium silvaticum*, ferner Horste von *Deschampsia caespitosa*, *Carex sylvatica*, *Carex montana* und *Sesleria coerulea*. Im übrigen sind sowohl ton- als auch wärme- und trockenheiteliebende Arten vorhanden. Die Moosschicht ist unbedeutend.

β. Aufnahmeprotokolle

* *Abieto-Fagetum festucetosum*

Die Aufnahmen vom *Abieto-Fagetum festucetosum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Schitterwald, Weissenstein N-Hang	112	604,6 /234,3	4
2	Großkessel, W Weissenstein	109	601,8 /232,7	19
3	Dottenberg bei Olten	147	635,2 /248,5	30
4	Mont de Baulmes N-Hang	283	529,4 /184,7	13
5	Raisses Gueissaz, Mt. de Baulmes N-Hang . . .	283	529,3 /184,6	24

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
6	Beretenberg	148	623,5 /243,7	8
7	Bilsteinberg, Helfenberg N-Hang	148	622,6 /245,3	17
8	Schitterwald, Weißenstein N-Hang	112	604,25/233,85	
9	Kleinkessel, W Weißenstein	109	602,45/233,15	20
10	Bataillard, Vallorbe	291	518,75/175,2	7
11	Bataillard, Vallorbe	291	518,95/175,8	11
12	Schitterwald, Weißenstein N-Hang	112	603,3 /234,02	10
13	Schitterwald, Weißenstein N-Hang	112	603,2 /234,02	10
14	Schitterwald, Weißenstein N-Hang	112	603,0 /234,3	
15	Zwischen Rüschergraben und Diltsch, W'stein	109	602,4 /233,9	
16	Diltsch, Weißenstein	112	602,8 /233,85	32
17	Schitterwald, unterhalb Diltschkopf, W'stein	112	603,9 /233,6	38
18	Les Côtes du Champ-du-Moulin	279	549,35/200,25	3
19	Creux-du-Van	281	545,5 /198,6	31

Unabhängige Standortfaktoren

Exposition: 14 Profile sind NNW bis NNE exponiert, 5 E, NE oder NW. Das gesamte Verbreitungsgebiet dieser Gesellschaft liegt zwar zum größten Teil auf der Luvseite des Juras, doch ist die Leeseite in größerer Höhe durchaus nicht ausgeschlossen.

Die *Hangneigung* der aufgenommenen Standorte beträgt 40—90 %, im Durchschnitt 58 %. 11 Bestände liegen auf Hängen mit 50—65 % Neigung. Die hier ausgewählten Bestände sind im Durchschnitt steiler als der Durchschnitt des gesamten Verbreitungsgebietes. Ursache dieser Abweichung, wie übrigens auch in betreff der Exposition und der Höhenlage, ist die anfänglich zu einseitige und zu enge Fassung des *Abieto-Fagetum festucetosum*. Leider reichte die Zeit nicht aus, die Berichtigung auch durch eine entsprechende Anzahl von Bodenprofilen zu belegen.

Die *Meereshöhe* der Standorte beträgt 920—1240 m, im Durchschnitt 1070 m. Für die Luvseite ist dies normale Höhenlage; auf der Leeseite liegt das *Abieto-Fagetum festucetosum* auf 1100—1300 m.

Geländeform: Alle Bestände stocken auf gleichmäßigem Hang.

Muttergestein: 12 Profile liegen in kolluvialem Hangschutt; bei 7 Profilen ist auch der anstehende Fels in die aktuelle Bodenbildung einbezogen. Das Skelett wird durchwegs von hartem Kalkstein gebildet; in den meisten Profilen ist es kantig, wenig verwittert.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist gewöhnlich folgender:

$$L/(kA_0) \neq (b)rka_1 - rkA_1 - 2 - kA_2 - kC.$$

Die Streu vom Vorjahr wird bis zum neuen Laubfall nicht abgebaut. Sie ist in Nestern zusammengerutscht, deckt im übrigen den Boden in loser, wenig mächtiger Schicht.

Die mehrjährige Laubstreue deckt den Boden nur auf den steilsten und tonreichen Profilen nicht vollständig. Sie ist wegen der reichlich beigemischten Nadelstreu etwas lockerer gelagert, weniger verklebt und verpilzt als im *Fagetum typicum*. An trockenen Stellen kommen in der Laubstreue auch Flecken vor, die an *Cariceto-Fagetum* oder an *Seslerieto-Fagetum* erinnern.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt 0 bis über 80 cm, im Durchschnitt 16 cm. 9 Profile enthalten in der Feinerde Karbonat bis zur Bodenoberfläche; bei den

10 Profilen mit entkarbonatetem Oberboden findet man Karbonat im Durchschnitt ab 30 cm Tiefe. — Im ganzen Verbreitungsgebiet dürften die Profile, die Karbonat bis zur Bodenoberfläche enthalten, eher selten sein, weil die Hangneigung im Durchschnitt geringer ist.

Der Mullhorizont ist 10—80 cm mächtig, im Durchschnitt 38 cm, bei 10 Profilen 30—50 cm. Die Mächtigkeit ist am größten bei den tonarmen, skelettreichen Profilen, am kleinsten bei den skelettarmen, tonreichen Profilen. Der Mullhorizont geht diffus über in den Übergangshorizont. Der Mullhorizont ist meist auch der Hauptwurzelraum der Bäume, der 20—50 cm, im Durchschnitt 30 cm, umfaßt.

Der Übergangshorizont ist 0 bis über 60 cm mächtig, im Durchschnitt 24 cm. Er geht diffus über in den Mineralerdeverwitterungshorizont. Der Übergangshorizont ist auch Nebenwurzelraum der Bäume.

Ein Kalkflaumhorizont ist nur bei 5 Profilen vorhanden und auch bei diesen nur wenig entwickelt.

Die Aufschlußtiefe beträgt 40 (auf Fels)—160 cm, im Durchschnitt 100 cm.

Körnung: Der Skelettgehalt beträgt im Mullhorizont 0 bis über 80 %, im Durchschnitt 45 %, bei 8 Profilen 60 %; im Übergangshorizont, soweit er überhaupt entwickelt ist, bei 10 Profilen auf Kolluvium 40—90 %, im Durchschnitt 60 %; im Untergrund bei 8 Profilen auf Kolluvium 30 bis fast 100 %, im Durchschnitt 70 %. Bei Profilen auf anstehendem Fels ist zum Teil schon der Übergangshorizont auf die Klüfte beschränkt. — Die Skelettgröße schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen. Vorherrschend ist Mittelskelett.

Die Feinerde ist im Mullhorizont sandig-lehmig bis lehmig-tonig, im Durchschnitt tonig-lehmig. Gegen unten im Profil nimmt der Tongehalt im allgemeinen ab, der Sandgehalt zu. In sehr grobdispersen, feinerdearmen Profilen ist manchmal etwas Ton durchgeschlämmt.

Humus: Der Humusgehalt der Feinerde im Mullhorizont beträgt 5—30 %, im Durchschnitt 18 %, bei 10 Profilen 10—20 %. Es handelt sich durchwegs um körnigen, hemorganischen innig gemengten bis komplex verbundenen koprogenen Mull.

Kalkflaum ist in 3 Profilen in sehr geringer Menge im Mullhorizont festgestellt worden, bei einem von den dreien und bei drei anderen im Übergangshorizont und bei 5 Profilen im Untergrund.

Die pH-Werte betragen an der Bodenoberfläche 6,1—7,4; bei 9 Profilen 6,4—6,8; in der Mitte des Mullhorizontes 6,7—7,6, bei 13 Profilen 7,0—7,4; in der Mitte des Übergangshorizontes 7,1—7,8; im Untergrund 7,0—8,0.

Die *biologische Aktivität* ist im Mullhorizont schwach mittel bis groß eingeschätzt worden, im Durchschnitt eher über mittel.

Gefüge: Die Feinerde ist im Mullhorizont bei allen Profilen gekrümelt. Die Krümel sind rundlich bis kantig, die tonreicherem kantiger als die tonärmeren. Die Krümel sind klein, mäßig bis ziemlich druckfest, schwach bis stark aggregiert je nach Tongehalt, mäßig wurzelverheftet. Es ist ein schütteres bis bindiges Krümel- bis Schwammgefüge. — Im Übergangshorizont ist die Krümelung weniger ausgeprägt, die Wurzelverheftung schwächer. — Im Untergrund besteht ein loses bis bindiges Primitiv- bis Krümelgefüge.

Wasser- und Lufthaushalt: Die Profile sind im allgemeinen frisch. Es gibt solche, die eher zur Austrocknung neigen, und solche, die eher feucht sind. Eigentliche Trockenheit oder Vernässung kommt aber nicht vor, da der Tongehalt zu groß, bzw. der Untergrund zu durchlässig ist.

Die *Farbe* des Mullhorizontes ist rauchschwarz; in den Klüften treten manchmal Ockerfarben auf.

** *Abieto-Fagetum elymetosum*

Die Aufnahmen vom *Abieto-Fagetum elymetosum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Riesematt, Weissenstein	112	604,9 /233,1	15
2	Riesematt, Weissenstein	112	604,9 /233,05	15
3	Geißfluh, Oberdorf bei Solothurn	112	603,1 /233,4	14
4	Le Lessy, W Montagne de Boudry	281	548,6 /198,55	19
5	Frettereules, NE Brot-dessous	279	547,7 /201,25	7
6	N Frettereules, près le Reposieux	279	548,8 /202,15	8
7	Gemeindewald, N Grenchen	109	597,0 /229,5	5
8	Rathfluh, N Grenchen	123	596,5 /229,7	16
9	Oberdörferberg S-Hang, W Gänzenbrunnen	109	598,6 /233,4	9
10	Savoierberg, W Gänzenbrunnen	109	600,5 /234,3	10
11	Homberg, NE Küttigen	151	647,8 /253,3	1

Unabhängige Standortfaktoren

Die *Exposition* sämtlicher Standorte ist ESE bis SSW; 5 Standorte sind genau S exponiert. In Schattenlagen kommt das *Abieto-Fagetum elymetosum* nicht vor.

Die *Hangneigung* beträgt 0—65 %, im Durchschnitt 30 %. 65 % ist wohl die größte Steilheit, die vom *Abieto-Fagetum elymetosum* noch besiedelt werden kann. Die meisten Bestände liegen aber auf schwach, d. h. weniger als 30 % geneigten Hängen.

Die *Meereshöhe* schwankt zwischen 770 und 1330 m; im Durchschnitt beträgt sie 1100 m; bei 9 Profilen liegt sie zwischen 980 und 1220 m. Tiefer herunter als 770 m steigt das *Abieto-Fagetum elymetosum* kaum; seine Hauptverbreitung liegt oberhalb 1000 m. Wie hoch hinauf es reicht, ist noch nicht ganz abgeklärt.

Geländeform: Die Profile liegen in gleichmäßig geneigten Hängen oder auf Terrassen. Solche sind im ganzen Verbreitungsgebiet bevorzugt.

Muttergestein: Die Profile liegen teils in kolluvialem Hangschutt, teils im autochthonen Verwitterungsschutt der anstehenden Kalkfelsen.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist normalerweise folgender: *brkA₁—(b)rkA_{1—2}—rkA₂—rkC*.

Die Laubstreud wird nicht in allen Beständen innert Jahresfrist abgebaut. Mehrjährige Laubstreud findet sich deshalb in Nestern; sie kann bis über die Hälfte der Bodenoberfläche decken.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt 20—70 cm, im Durchschnitt 35 cm, bei 7 Profilen 30—40 cm.

Der Mullhorizont ist 10—40 cm mächtig, im Durchschnitt 23 cm, bei 7 Profilen 20—30 cm. Er ist diffus abgegrenzt.

Der Übergangshorizont ist 0—40 cm mächtig, im Durchschnitt 20 cm. Er ist diffus abgegrenzt vom Mineralerdeverwitterungshorizont.

Mineralerdeverwitterungshorizont und Muttergestein lassen sich nicht voneinander abgrenzen.

Die Profilaufschlufttiefe beträgt 40—100 cm, im Durchschnitt 70 cm.

Körnung: 2 Profile enthalten im Mullhorizont zirka 60 % Skelett, 2 weitere zirka 10 %; in den übrigen Profilen ist Skelett im Mullhorizont nur in unbedeutenden Mengen vorhanden. Wo der Übergangshorizont in kolluvialem Material liegt, enthält er 40—70 % Skelett; dieses ist größtenteils mittelkiesig. Bei den anderen

Profilen ist der Übergangshorizont auf die Ausfüllung der Klüfte im anstehenden Fels beschränkt.

Die Feinerde ist im Mullhorizont tonig-lehmig; ausnahmsweise tritt Sand oder Ton stärker hervor. Im Übergangshorizont scheint die Feinerde eher toniger zu sein, während sie im Untergrund deutlich größer, nämlich lehmig ist.

Humus: Der Humusgehalt der Feinerde beträgt im Mullhorizont 3—7 %, im Durchschnitt und bei 9 Profilen 4—5 %. Es ist koprogener Mull.

Kalkflaum ist nur bei einem Profil im Untergrund festgestellt worden.

Die pH-Werte betragen an der Bodenoberfläche 5,6—6,7, im Mullhorizont 5,8 bis 7,0, bei 8 Profilen 6,4—6,8; im Übergangshorizont 6,1—7,7, bei 6 (von 9) Profilen 6,7—7,4; im Untergrund (bei 8 Profilen) 6,7—7,8.

Die *biologische Aktivität* ist im Mullhorizont aller Profile groß eingeschätzt worden, mit kleinen Abweichungen nach oben und nach unten.

Gefüge: Im Mullhorizont aller Profile besteht ein bindiges Schwammgefüge. Krümel und Krümelaggregate sind etwa von gleicher Druckfestigkeit. Die Wurzelverheftung ist mittel (bis groß). Gegen unten wird das Gefüge primitiver; im Untergrund ist es bindig, ohne deutliche Aggregierung.

Wasser- und Lufthaushalt: Die Luftführung ist im Mullhorizont schwach mittelgroß, sie nimmt gegen unten rasch ab. Die Wasserkapazität der Feinerde ist groß im ganzen Profil, hingegen ist der Feinerdegehalt unterhalb dem Mullhorizont gering. Die Wasser durchlässigkeit des Profils und des Untergrundes ist eher gering. Anzeichen von Vernässung sind aber keine vorhanden; nie ist ein Profil auch nur in wassergesättigtem Zustande angetroffen worden. Im Gegenteil scheint der Boden meist eher trocken zu sein.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Abieto-Fagetum* sind:

1. Lage in der mittleren Montanstufe;
2. mitteldisperser (weder extrem tonreicher noch extrem tonarmer), im Profil und im Untergrund mittel drainierter, nicht flachgründiger Boden;
3. Ebene oder Hang, wo Abtrag oder Aufschüttung höchstens sehr gering sind.

Das *Abieto-Fagetum* ist die Klimaxassoziation der mittleren Montanstufe. Die Höhenlage schließt das *Fagetum* der unteren und das *Rumiceto-Fagetum* der oberen Montanstufe aus, die ebenfalls Klimaxgesellschaften darstellen.

Der mitteldisperse Boden ohne nennenswerte Materialzu- oder -wegfuhr schließt sowohl die Schutthalden- als die Steilhang- und Hanglehm spezialisten aus, zu denen naturgemäß aber alle Übergänge bestehen.

Innerhalb des *Abieto-Fagetum* nimmt das *Abieto-Fagetum festucetosum* die Hänge ein.

Auf flacheres Gelände und deshalb tonreichere Böden in warmen Lagen beschränkt ist das *Abieto-Fagetum elymetosum*.

In gleicher Höhenlage nähert sich das *Abieto-Fagetum festucetosum* bei stark abnehmendem Feinerde- und vor allem Tongehalt dem *Seslerieto-Fagetum*, in den oberen Lagen sogar dem *Hylocomieto-Piceetum*.

δ. Die Böden

* *Abieto-Fagetum festucetosum*

Für die Böden des *Abieto-Fagetum festucetosum* gilt im allgemeinen, was vom *Fagetum typicum* gesagt worden ist. Die Profile des *Abieto-Fagetum festucetosum* sind im Durchschnitt aber feuchter, stärker entkalkt und tonreicher, weil sie auf größerer Meereshöhe liegen. Das Wurzelwerk der Vegetation ist entsprechend weniger mächtig. Die Streuauflage hingegen ist trotz höherer Feuchtigkeit mächtiger, weil sowohl Buchenlaub als Tannennadeln schwer abbaubar sind und beim äußerst dichten Kronenschluß der Bäume zu wenig Licht und Wärme bis zum Boden gelangt.

In den Bodenprofilen besteht eine noch größere Variationsbreite als im *Fagetum typicum*.

Zu bezeichnen sind die *Böden* des *Abieto-Fagetum festucetosum* als Humuskarbonatböden bis rendzinoide Humuskarbonatböden mäßig bis voll entwickelt bis stark verbraunt wenig feinerdehaltig bis feinerdereich sandig-lehmig bis lehmig-tonig fein- bis mittel- bis grobskeletig mäßig humushaltig bis humos frisch mittel- bis sehr tiefgründig auf Kolluvium oder autochthonen Felsen.

Ein *Normalprofil* ist die *Lokalform* des «*Schitterwald*»-Humuskarbonatbodens.

** *Abieto-Fagetum ely metosum*

Das *Abieto-Fagetum festucetosum* besiedelt die Hänge, das *Abieto-Fagetum ely metosum* hingegen die südexponierten Terrassen (ausnahmsweise auch tonige Hangböden in warmer Lage). Davon röhren auch die Hauptunterschiede in den Böden.

Die Böden des *Abieto-Fagetum ely metosum* sind gewöhnlich sehr alt, sie haben sich meist aus dem anstehenden Fels entwickelt. Sie sind weitgehend entkalkt und enthalten deshalb viel Feinerde, besonders Ton.

Sie sind relativ trocken, weil Terrassen im Untergrund meist gut drainiert sind und weil das Lokalklima sehr warm ist. Die Trockenheit hemmt die biologische Aktivität; die Profile sind deshalb meist wenig durchlüftet.

Infolge des hohen Tongehaltes wird die physiologische Trockenheit der Profile noch verschärft. Die Vegetation braucht deshalb zur Wasserversorgung ein mächtiges Wurzelwerk, ähnlich dem des *Fagetum typicum*.

Abweichungen zwischen den verschiedenen Profilen bestehen haupt-

sächlich im Skelettgehalt und in der Entkarbonatungstiefe. In der Körnung der Feinerde, im Gefüge und im Humuszustand stimmen sie aber weitgehend überein : der Wasser- und Lufthaushalt dürfte derselbe sein.

Zu bezeichnen sind die *Böden des Fagetum elymetosum* als
Humuskarbonatböden bis rendzinoide Humuskarbonatböden
bis Rendzinen
mittel bis stark verbraunt
tonig-lehmig
skeletterm
frisch bis trocken
mittelgründig
auf anstehendem Fels oder auf Kolluvium.

Als Beispiel diene die *Lokalform* der « *Geißfluh* »-Rendzina.

Beispiele von Profilaufnahmen

* *Abieto-Fagetum festucetosum*

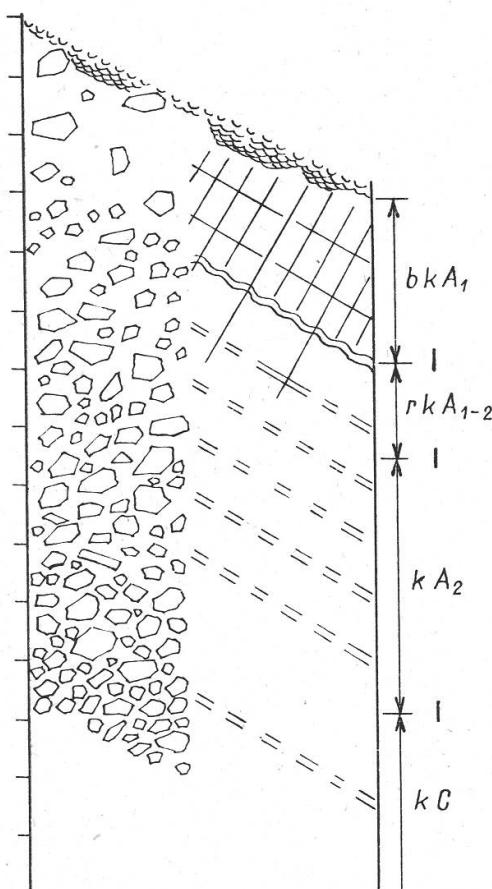
Aufnahme Nr. 8 (26. August 1947).

Ort: Schitterwald, Weißenstein N-Hang. TA 112, K. 604,25/233,85.

Standort: Ausgedehnter gleichmäßiger Hang.

1110 m ü. M., Exp. NNW, Neigung 50 %.

Vegetationsaufnahme: Dr. E t t e r , 26. August 1947.



Figur 10
Profil aus dem Ab.-Fag. festuc.

Profil (Figur 10; vgl. auch Figur 16, S. 149)

Laubstreu vom Vorjahr deckt 1,0, ausgenommen hervortretende Steine, die moosbewachsen sind. Fast nur Buchenwald, relativ wenige Tannennadeln. Oberflächlich lose, zum Teil gerollt; stellenweise aufgeklast.

Mehrjährige Laubstreu in Nestern lagig; nicht überall verklebt, gebleicht und verpilzt. Im Kontakt mit der Feinerde zerfällt die Streu feinblättrig; sie wird sofort mit der Feinerde vermischt und durchfaserwurzelt. Stellenweise finden sich Fraßnester mit feinkörnigen Lösungen.

Bodenoberfläche lose feinkrümelig; unmittelbar darunter intensiv durchfaserwurzelt.

bkA₁: Weniger als 20 % Skelett, fein- und besonders mittelkiesiges. Feinerde lehmig. 7 % koprogen Humus. Feinerde entkarbonatet, neutral. Biologische Aktivität mittel. Feinerde vollständig gekrümelt, Krümel kantig bis spitzkantig, mäßig aggregiert, ziemlich stark durchfaserwurzelt.

rkA₁₋₂: 40 % Skelett, grob- und besonders feinkiesiges. Feinerde sandig-leh-

mig. 1—2 % Humus. Feinerde kalkhaltig, neutral. Biologische Aktivität mittel. Nebst gekrümeltem Material, besonders feinem, auch Kalksand in Einzelkornzerteilung.

kA₂: Über 50 % mittelkiesiges Skelett. Feinerde sandig. Kalksand mit wenig Ton und evtl. wieder ausgeschiedenem Kalk schwach verfestigt. Ganzer Horizont kompakt gelagert.

kC: Lose Schüttung von mittelkiesigem Skelett. Nicht alle Hohlräume mit Feinerde ausgefüllt.

Bodentyp: Humuskarbonatboden.

Untertyp: degradiert (verbraunt).

Varietät: tiefgründig

kolluvial

mittelskelettiig.

Lokalform: « Schitterwald »-Humuskarbonatboden.

** *Abieto-Fagetum elymetosum*

Aufnahme Nr. 3 (24. Juli 1948).

Ort: Geißfluh, SSW Hinterer Weißenstein. TA 112, K. 603,1/233,4.

Standort: Terrasse im sonst stärker geneigten Hang.

1190 m ü. M., Exp. SSW, Neigung 45 %.

Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 14.

Profil (Figur 11; vgl. auch Figur 15, S. 148)

Laubstreudekton vom Vorjahr deckt fast 100 % in unterschiedlicher Mächtigkeit. In Nestern bis 6 cm mächtig, mit nur wenigen Bleichspuren, der Bodenoberfläche unverfilzt aufliegend, schon ziemlich zerfallen. Sonst aufgeklast.

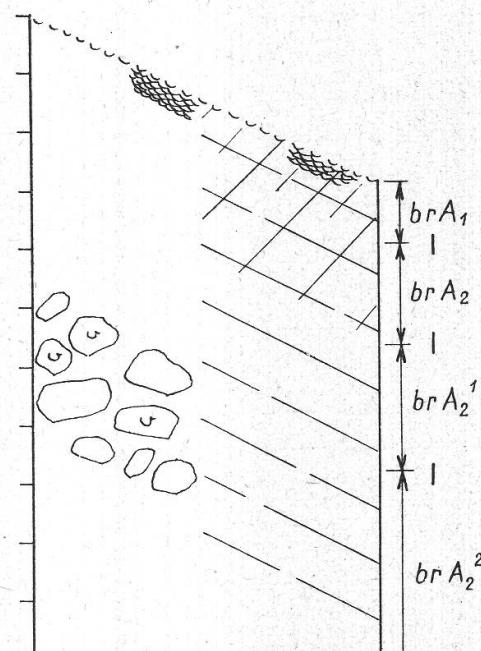
Mehrjährige Laubstreudekton nur an einigen Stellen und in geringer Mächtigkeit vorhanden.

Bodenoberfläche, wo bloßliegend, schwach verkrustet, mit zahlreichen Wurmlosungen bedeckt.

b(r)A₁: Skelett nur vereinzelt vorhanden. Feinerde lehmig. 5 % koprogener Humus. Feinerde karbonatfrei, schwach sauer. Biologische Aktivität groß. Schwammgefüge, nicht ausgeprägt gekräumelt. Hohlraumsystem rissig und kanälig, Porenvolumen nicht groß. Grob- und Faserwurzelgeflecht mäßig. Graubraun.

brA₁₋₂: Skelett nur vereinzelt vorhanden. Feinerde lehmig-tonig. 3 % Humus. Feinerde karbonatfrei, schwach sauer. Biologische Aktivität mittel. Bindiges Schwammgefüge. Porenvolumen gering. Durchwurzelung schwach. Hellgraubraun.

brA₂: Skelett nur vereinzelt vorhanden. Feinerde lehmig-tonig, humusfrei, karbonatfrei, neutral. Stark bindiges Schwamm- bis Primitivgefüge. Geringes Porenvolumen. Nur einzelne Wurzeln. Braungelb.



Figur 11
Profil aus dem *Ab.-Fag. elymetosum*

brA₂: 50 % mittel- bis grobkiesiges, z. T. durchverwittertes Skelett. Feinerde tonig, enthält Kalk nur im Kontakt mit dem Skelett. Stark bindiges Schwamm- bis Primitivgefüge; nicht mehr durchwurzelt. Braungelb.

Bodentyp: Rendzina (Kalksteinbraunlehm?).

Untertyp: stark degradiert (sehr stark verbraunt).

Varietät: kolluvial

tiefgründig

frisch (bis trocken).

Lokalform: « Geißfluh »-Rendzina.

m) Rumiceto-Fagetum

a. Soziologische Beschreibung

Das *Rumiceto-Fagetum* ist ein gedrungener, kurzsächtiger Buchen-hochwald mit äußerst üppiger Hochstaudenvegetation.

In der Baumschicht herrscht die *Buche*, der sich nur Fichte und Bergahorn, ferner strauchig Vogelbeere beigesellen. Die Bäume sind stark epiphyten-, vor allem flechtenbehangen. In der Strauchschicht sind fünf Arten hochstet, nämlich *Rosa pendulina*, *Lonicera nigra*, *Rubus idaeus*, *Ribes alpinum* und *Lonicera alpigena*; physiognomisch werden die Sträucher durch die Hochstauden verdeckt. Für die Krautschicht sind bezeichnend die Assoziations-Charakterarten *Rumex arifolius*, *Cicerbita alpina* und *Anthriscus silvestris* ssp. *alpestris*. *Fagion-* und *Fagetalia*-Arten sind stark vertreten. Unter den Assoziations-Differentialarten und Begleitern finden sich hauptsächlich Hochstauden, die mit ihrer üppigen Fülle den Boden oft vollständig decken. Sie erinnern an die Hochstaudenflur des *Cicerbito-Adenostyletum*. Moose sind spärlich vorhanden; es sind dieselben wie im *Fraxino-Carpinion*.

β. Aufnahmeprotokolle

Die Aufnahmen vom *Rumiceto-Fagetum* stammen von folgenden Stellen:

Nr.	Ort	TA	Koordinaten	MM
1	Schitterwald, Weißenstein N-Hang	112	605,3 /233,7	2
2	Hasenmatte, W Weißenstein	109	601,2 /232,4	
3	Hasenmatte, W Weißenstein	109	602,0 /232,45	
4	Hasenmatte, W Weißenstein	109	602,1 /232,6	
5	Aiguilles-de-Baulmes, N-Hang	283	528,6 /183,9	14
6	Chasseron NW-Hang	282	531,5 /189,7	
7	Chasseron NW-Hang	282	531,2 /189,4	
8	Chasseron SE-Hang	282	532,0 /188,6	
9	Röthi, E Weißenstein	112	603,55/233,5	4
10	Dent-de-Vaulion	291	517,0 /171,05	16
11	Dilitschkopf, Weißenstein	112	603,55/233,5	3
12	Stahlfluh, W Weißenstein	109	600,1 /232,0	5
13	Pré au Favre, SE Creux-du-Van	281	587,7 /198,8	11

Unabhängige Standortsfaktoren

Exposition: 10 Profile sind NW bis NE exponiert, 3 SW bis SE. Das Schwerpunkt der Gesellschaft liegt zur Hauptsache zwar wohl auf der Luvseite, doch kommt sie in höheren Lagen auch auf der Leeseite vor.

Die *Hangneigung* der Standorte beträgt 10—80 %, im Durchschnitt 48 %, bei 8 Standorten 40—60 %. Das *Rumiceto-Fagetum* bestockt vielfach die Gewölbescheitel der hohen Juraketten (wo es fehlt, ist es durch die Menschen verdrängt worden), doch gibt es typische Bestände auch an Hängen. Beide Arten sind durch gute Bodenprofile vertreten.

Meereshöhe: Die Bestände liegen auf 1240—1450 m, im Durchschnitt auf 1340 m. Das entspricht der Gesamtverbreitung (1200—1600 m auf der Luvseite, 1300—1600 m auf der Leeseite).

Geländeform: Die Profile liegen im Steilhang, im mäßig geneigten gleichmäßigen Hang, auf schwach geneigter Kuppe, in leichter Mulde und zuoberst im Felsschutthang.

Muttergestein: Neben Profilen in kolluvialem Hangschutt gibt es auf den Gewölbescheiteln auch solche, die sich aus dem anstehenden Fels entwickelt haben.

Profileigenschaften

Der *Profilaufbau* ist gewöhnlich folgender:

brA₁—*brA₁₋₂*—*brA₂*—*rAC* bis *kA₁*—*kA₁₋₂*—*kAC*.

Die Laubstreue wird meist innert Jahresfrist abgebaut. Mehrjährige Laubstreue findet sich nur auf den 6 am höchsten gelegenen Profilen. Sie deckt bei 2 Profilen etwa die Hälfte, bei den anderen kaum einen Fünftel. Sie findet sich nur in Nestern, wo große Haufen von Laub zusammengerutscht oder zusammengewieht sind. Es scheint nicht, daß der Abbau gebremst wäre, vielmehr kann einfach die große Masse Laub nicht in einem Jahr abgebaut werden. Rohhumuszeigende Pflanzen sind keine vorhanden.

Die Entkarbonatungstiefe beträgt 0—90 cm, im Durchschnitt 44 cm.

Der Mullhorizont ist 10—70 cm mächtig, im Durchschnitt 32 cm, bei 7 Profilen 20—40 cm. Er geht diffus über in den Übergangshorizont. Der Mullhorizont ist auch Hauptwurzelraum der Bäume.

Der Übergangshorizont ist 0—70 cm mächtig, im Durchschnitt 28 cm, bei 7 Profilen 20—30 cm. Er geht diffus über in den Mineralerdeverwitterungshorizont. Der Übergangshorizont ist Nebenwurzelraum der Bäume.

Mineralerdeverwitterungshorizont und Muttergestein können nicht voneinander abgegrenzt werden.

Die Aufschlußtiefe beträgt 30 (auf Fels)—160 cm, im Durchschnitt 100 cm.

Körnung: Der Skelettgehalt beträgt im Mullhorizont 0—60 %, im Durchschnitt 30 %, bei 8 Profilen 20—40 %; im Übergangshorizont 10—90 %, im Durchschnitt 55 %, bei 3 Profilen ist er auf die Ausfüllung von Klüften im anstehenden Fels beschränkt. Im Untergrund nimmt der Skelettgehalt bei den Profilen auf Kolluvium zu. — Das Skelett ist im Mullhorizont feinkiesig bis blockig, meistens grobkiesig bis blockig, ebenso im Übergangshorizont.

Die Feinerde ist im Mullhorizont lehmig bis tonig, im Durchschnitt lehmig-tonig, ebenso im Übergangshorizont. In kolluvialen Profilen wird sie mit zunehmender Tiefe größer; autochthone wurden nicht so weit aufgeschlossen.

Humus: Der Humusgehalt der Feinerde beträgt im Mullhorizont 3—10 %, im Durchschnitt 6 %, bei 9 Profilen 4—7 %. Es ist hemorganischer innig gemengter bis komplex verbundener koprogener Mull.

Kalkflaum ist in keinem Profil festgestellt worden.

Die pH-Werte betragen an der Bodenoberfläche 5,6—7,5, bei 6 Profilen 6,0—6,6;

im Mullhorizont 5,7—7,5, bei 5 Profilen 6,4—6,8; im Übergangshorizont 5,7—7,8; im Untergrund 6,3—7,9.

Die *biologische Aktivität* ist im Mullhorizont sämtlicher Profile groß, bei einem Profil sehr groß. Es gibt viele Würmer und Mäuse.

Gefüge: In allen Profilen besteht im Mullhorizont ein Schwammgefüge, je nach Tongehalt mehr oder weniger bindig. Die obersten 15 cm sind von einem dichten Krautwurzelwerk durchzogen, die Bäume haben ein eher geringes Wurzelwerk. — Im Übergangshorizont ist die Krümelung weniger deutlich, und im Untergrund besteht ein bindiges Primitivgefüge.

Wasser- und Lufthaushalt: Alle Profile sind frisch bis feucht; auch nach langer Trockenheit sind die Profile im Mullhorizont noch frisch. Die Durchlüftung des Mullhorizontes ist gut, darunter nimmt sie rasch ab. Bei einigen Profilen finden sich im Untergrund Anzeichen von Vernässung, Gley.

γ. Die entscheidenden Standortsfaktoren

Die entscheidenden Standortsfaktoren für das *Rumiceto-Fagetum* sind :

1. obere Montanstufe,
2. nicht zu tonarmer, aber auch nicht vernäßter, nicht zu flachgründiger Boden,
3. Ebene oder Hang, wo Abtragung und Aufschüttung nicht zu groß sind.

Das *Rumiceto-Fagetum* ist die Klimax-Gesellschaft der oberen Montanstufe. Das Klima ist hier so mächtig, daß unter den edaphischen Faktoren nur noch allerextremste Verhältnisse eine Änderung der Gesellschaft erzwingen können, nämlich extreme Tonarmut das *Phyllitido-Aceretum* oder gar das *Piceetum*, oder Vernässung das *Equiseto-Abietetum*.

δ. Die Böden

Weil das Klima in der hochmontanen Lage relativ extrem ist, ist sein Einfluß sehr stark, und die edaphischen Faktoren können beim *Rumiceto-Fagetum* stärker von der Norm abweichen, als es bei tieferliegenden Gesellschaften der Fall ist.

Gegenüber dem *Abieto-Fagetum festucetosum* ist die Entkalkung und Tonanreicherung unter sonst gleichen Bedingungen noch viel ausgeprägter. In manchen Profilen scheint sogar eine schwache Tonverlagerung stattgefunden zu haben, wie sie für Braunerde charakteristisch ist.

Da die Juraberge nicht über die Höhenlage hinausreichen, in der das *Rumiceto-Fagetum* gedeiht, findet sich dieses zumeist auf Kuppen, was der Tonanreicherung ebenfalls förderlich ist, wenn man Steilhanglagen damit vergleicht. Indessen besiedelt das *Rumiceto-Fagetum* auch Hänge und sogar Schutthalden, sofern sie genügend Ton enthalten oder bergfeucht sind, und Mulden, sofern diese nicht stark vernäßt sind. Daß Böden auf primär tonreichem Gestein besiedelt werden, ist selbstverständlich.

Auf diesen feucht-frischen Böden entwickelt sich, vor allem general-klimatisch bedingt, eine äußerst üppige Hochstaudenflur, die leicht abbaubare Streu liefert. Auch die Laub- und Nadelstreu der Bäume wird in dieser Mischung sehr rasch abgebaut; es wird kein Rohhumus angehäuft.

Die biologische Aktivität in den Böden ist sehr hoch. Der Mullhorizont weist gewöhnlich ein Schwammgefüge auf, das dem der *Querceto-Carpinetum aretosum*-Braunerden nicht nachsteht.

Dank der hohen Luft- und Bodenfeuchtigkeit genügt der Vegetation ein relativ geringes Wurzelwerk.

Zu bezeichnen sind die *Böden* des *Rumiceto-Fagetum* als

rendzinoide Humuskarbonatböden bis Rendzinen

(bis Braunerden)

voll entwickelt bis stark verbraunt

lehmig-tonig

frisch bis feucht, im Untergrund eventuell sogar

schwach vernässt

biologisch sehr aktiv

mittel- bis sehr tiefgründig

auf Kolluvium oder anstehenden Felsen.

Ein *Musterprofil* ist die *Lokalform* des «*Dilitschkopf*»-Humuskarbonatbodens.

Beispiel einer Profilaufnahme

Aufnahme Nr. 11 (22. Juli 1948).

Ort: Dilitschkopf, N Hinterer Weißenstein. TA 112, K. 603,55/233,5.

Standort: Kuppe, 1320 m ü. M., Exp. NNE, Neigung 15 %.

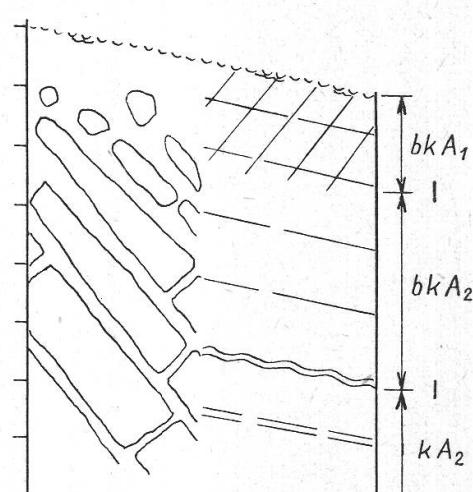
Vegetationsaufnahme: M. Moor, Nr. 3.

Profil (Figur 12; vgl. auch Figur 16, S. 149)

Laubstreu vom Vorjahr deckt 0,95 in sehr wenig mächtiger Schicht (1—5 Lagen). Buchenlaub, beigemischt etwas Bergahorn- und Vogelbeerlaub. Überall aufgeklast. Z. T. schon stark zerfallen und mit Feinerde vermischt; stellenweise fleckig gebleicht, stellenweise weiß verpilzt.

Mehrjährige Laubstreu ist nur in Spuren vorhanden.

Bodenoberfläche ist zu etwa 5 % mit frischen Maushäufen bedeckt. Unter der Streu finden sich frische und zerfallene Wurmlosungen, sonst das Schwammgefüge des Mullhorizontes. Auf zirka 5 % der Fläche tritt Grobskelett zutage (nicht Schichtköpfe!).



Figur 12
Profil aus dem *Rumiceto-Fagetum*

b(k)A₁: Skelett nur in einzelnen Brocken vorhanden. Feinerde lehmig-tonig. 3 % koprogen Humus. Feinerde karbonatfrei, stark sauer. Biologische Aktivität groß. Braunerdeschwammgefüge: Krümelung nicht ausgeprägt, nur frische Wurmkrümel als solche erkennbar; Krümel und Aggregate sind im übrigen nicht auseinanderzuhalten. Porenvolumen groß, rissig und kanälig. Grob- und Faserwurzelgeflecht mäßig. In Rissen Nester von weißen Pilzhypfen. Graubraun.

bkA₂: Schichtköpfe etwa 100 % steil anstehend. Klüfte dazwischen mit toniger Feinerde ausgefüllt. Diese humusfrei, karbonatfrei, neutral. Bindiges Schwammgefüge. Krümelung hier deutlicher ausgeprägt. Krümel kantig bis scharfkantig. Leuchtend braungelb.

Bodentyp: Humuskarbonatboden (Kalksteinbraunlehm?).

Untertyp: stark degradiert (braunerdig).

Varietät: deckenmullig-klüftig

frisch-feucht.

Lokalform: « Dilitzschkopf »-Humuskarbonatboden.

2. Pflanzengesellschaft und Standort im allgemeinen

a) Die entscheidenden Standortsfaktoren (s. str.)

Im Vorausgegangenen sind jene Faktoren als entscheidend bezeichnet worden, welche am Standort der betreffenden Gesellschaft immer vorhanden sind und in denen sich die verschiedenen Gesellschaften voneinander unterscheiden. Im eigentlichen Sinne sind aber nur solche Faktoren entscheidend, die direkt physiologisch wirksam sind.

Versucht man nun, die Standorte, wie sie bei den einzelnen Gesellschaften beschrieben worden sind, in diesem Sinne zu deuten, so ergibt sich, daß folgende Faktoren entscheidend sind :

- a) *Lokalklima*,
- b) *Bodenklima* (Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens) und
- c) *Beweglichkeit des Bodens* (Bewegung, Abtragung oder Aufschüttung des Bodens).

Daß das Klima auf die Pflanzengesellschaften entscheidenden Einfluß hat, ist eine altbekannte Tatsache. Man darf aber nicht bloß auf das Generalklima einer Gegend abstehen, sondern muß das Lokalklima betrachten, das zum Beispiel auch stark vom Relief (Neigung, Exposition, Umgelände) abhängt.

Der entscheidende Einfluß der Beweglichkeit des Bodens ist offensichtlich: dauernde Bewegung, Abtragung oder Aufschüttung, die auch dem Nichtfachmann sofort auffallen, werden nur von wenigen Pflanzen ertragen.

Daß das Bodenklima ein entscheidender Faktor sein kann, ist ebenfalls seit langem bekannt, doch hat man es ob anderen Bodenfaktoren, die meist sinnenfälliger und leichter feststellbar sind, immer wieder vernachlässigt.

Statt des Bodenklimas ist zum Beispiel häufig die Körnung des Bodens untersucht worden, die ein Maß für seine Porosität sein sollte.

Zwischen Porosität und Körnung besteht aber keine einfache Beziehung: bei gleichem Korn kann das Bodenvolumen eines Bodens verschieden sein. Oft hat man auch die Wasser- und Luftkapazität des Bodens gemessen; allein auch damit ist das Bodenklima noch nicht charakterisiert, denn erstens ist zum Beispiel die Wärme damit nicht berücksichtigt, zweitens hängt das Bodenklima auch noch von anderen Faktoren ab (vom Lokalklima, vom Hangwassereinfluß, von der Drainage des Untergrundes usw.), und schließlich ist es überhaupt nicht eine konstante Größe, die mit einer einmaligen Messung charakterisiert werden kann.

Für die kontinuierliche Messung des Wasser-, Luft- und Wärmehaushaltes der Böden gibt es bis heute tatsächlich noch keine Methoden, die für Serienuntersuchungen in Frage kämen. Sind diese erst einmal geschaffen, so müssen sich die Messungen über Jahre erstrecken, damit zuverlässige Daten erhalten werden.

Die Unterschiede in den chemischen Eigenschaften der Böden sind zu klein, als daß sie für die Gesellschaften entscheidend sein können; denn die Böden der untersuchten Gesellschaften haben sich alle aus Kalksedimenten entwickelt, und der Einfluß des CaCO_3 wirkt auch bei jenen, die in der Feinerde bereits entkarbonatet sind, bis heute nach.

Was den CaCO_3 -Gehalt betrifft, so kommt ihm insofern eine gewisse Bedeutung zu, als mit zunehmender Entkarbonatung die sehr feindispersen nichtkarbonatischen Bestandteile des Muttergestein im Rückstand angereichert werden und dadurch das Bodenklima verändert wird. Da das Bodenklima und damit die Gesellschaft aber unabhängig vom Karbonatgehalt variieren können, so ist dieser für die Standortsbestimmung dennoch nicht entscheidend.

Ein gewisser Einfluß des pH zeigt sich bei jenen Gesellschaften (z. B. *Abieto-Fagetum festucetosum* und *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum*), bei denen auf dem Boden stellenweise versauerter Rohhumus aufgelagert ist: es wachsen darauf *Piceion*-Pflanzen. Die Bildung von saurem Rohhumus ist hier aber selber eine vor allem klimatisch bedingte Sekundärerscheinung; sie ist außerdem so gering, daß die Gesellschaft nicht grundlegend verändert wird.

Die Bedeutung des Chemismus des Bodens für die untersuchten Gesellschaften wird sich dort feststellen lassen, wo kalkige und silikatische Unterlage nebeneinander vorkommen, wie es im Voralpengebiet stellenweise der Fall ist. Die wenigen Vorkommen silikatischen Muttergestein im Jura und ihre Vegetation sind noch zu wenig untersucht, als daß sich bereits sichere Aussagen machen ließen. Hier sei nur so viel erwähnt, daß auf den alpinen Moränen das *Fagetum luzuletosum*, in höheren Lagen das *Abieto-Fagetum luzuletosum* stockt, dessen Differentialarten offenbar auf den Bodenchemismus ansprechen.

Daß die geologische Formation, die den Untergrund einer Pflanzen-

gesellschaft bildet, für diese ohne jede Bedeutung ist, braucht nach dem Gesagten wohl nicht besonders dargelegt zu werden. Ist doch die Schichtbezeichnung eine reine Altersangabe, die nicht einmal mit der Bodenbildung etwas zu tun hat. Wichtig sind die petrographische Zusammensetzung und die tektonischen Verhältnisse des Muttergestein. Darin sind aber verschiedene Schichten oft gleich, während innerhalb der gleichen Schicht große Verschiedenheiten bestehen können. So verläuft zum Beispiel die Bodenbildung auf hartem Kalk gleich, ob dieser zum Dogger oder zum Malm gehört, während der Boden auf Doggerkalk verschieden ist vom Boden auf Doggermergel.

Ebenso scheint es nachträglich selbstverständlich, daß die einzelnen Pflanzengesellschaften nicht *ein* bestimmtes Bodenprofil mit bestimmten chemischen, physikalischen und morphologischen Eigenschaften haben, da es ja nur auf die genannten entscheidenden Standortsfaktoren ankommt. Daß unter sonst vergleichbaren Verhältnissen die Bodenprofile einer Gesellschaft auch in nebенsächlichen Eigenschaften übereinstimmen, eventuell sogar um ein statistisches Mittelprofil gehäuft sein können, ist damit nicht ausgeschlossen. Ferner lassen sich unter sonst gleichen Verhältnissen die Bodenprofile verschiedener Pflanzengesellschaften meist schon morphologisch voneinander unterscheiden.

Wenn im Vorausgegangenen Luft- und Bodenklima und Beweglichkeit des Bodens als entscheidende Standsfaktoren für die untersuchten Gesellschaften bezeichnet worden sind, so ist damit nicht ausgeschlossen, daß innerhalb einer Gesellschaft einzelne Arten auf besondere Faktoren (z. B. Mikroorganismen) ansprechen, die aber ihrerseits ebenfalls von den «entscheidenden» Faktoren abhängen.

b) Indikatorwert der Pflanzengesellschaften

Nachdem die entscheidenden Standortsfaktoren von einigen jurassischen Waldfanzengesellschaften ermittelt worden sind, soll nun etwas über den Indikatorwert der Pflanzengesellschaften gesagt werden. Die wichtigsten allgemeinen Regeln dafür finden sich bei Pa l l m a n n (1947, 1948).

1. Eine Pflanzengesellschaft indiziert den Standort schärfer als irgendeine ihrer isolierten Pflanzenarten.
2. Die treuen Arten einer Assoziation, d. h. Arten, deren Vorkommen sich in der Regel auf die betreffende Assoziation beschränkt, zeigen die größte Indikatorschärfe unter all den Einzelarten; diese reicht bisweilen fast bis an jene der Assoziation selbst.
3. Die schärfste Indikation von dominanten Einzelfaktoren zeigt sich meist bei den Pflanzengesellschaften am Anfang der Sukzessionsreichen, wo die Standortsbedingungen am extremsten sind.

4. Die niedersten Einheiten des pflanzensoziologischen Systems haben den größten Indikatorwert.

Folgende Darstellung soll das Gesagte am Beispiel des Schweizer Juras veranschaulichen. Um das Schema nicht zu komplizieren, werden nur *Fagion*-Gesellschaften angeführt (Tabelle 7).

Tabelle 7
Beispiele der Standortsindikation systematisch verschiedenwertiger Pflanzengesellschaften im Schweizer Jura

Gesellschaft	Indizierter Standort
Klasse <i>Querceto-Fagetea</i> Ord. <i>Fagetalia silvaticae</i>	warm gemäßigtes Klima (C nach Köppen) sommerkühles, feuchttemperierte Klima gemäßiger Breiten (C_{fb} nach Köppen) = gemäßigte Zone Mitteleuropas
Verb. <i>Fagion</i>	kühl-atlantisches Klima = montanes Klima der Schweiz
Assoziationen Klimaxassoziationen: <i>Fagetum</i> <i>Abieto-Fagetum</i> <i>Rumiceto-Fagetum</i>	untere montane Stufe mittlere montane Stufe obere montane Stufe, im Kontakt mit der subalpinen Stufe
Spezialisten-(Pionier- und Dauer-)Assoziationen: <i>Phyllido-Aceretum</i> <i>Sorberto-Aceretum</i>	kühle, feinerdearme, skelettige Schutthalde hochmontane warme gemischt-körnige Schutthalde
<i>Tilieto-Fagetum</i>	niedermontane schattige gemischt-körnige Schutthalde
<i>Arunco-Aceretum</i> <i>Equiseto-Abietetum</i> <i>Taxeto-Fagetum</i> <i>Seslerieto-Fagetum</i> <i>Cariceto-Fagetum</i>	montane schattige Feinerderieselhänge montaner vernässter Hanglehm montane kühle Mergelsteilhänge montane feinerdearme Steilhangböden submontane sehr warme feinerdereiche Böden
Ass. <i>Fagetum</i>	untere montane Stufe
Suba. <i>Fagetum typicum</i> <i>Fagetum allietosum</i>	untere montane Stufe, trockenere Hangböden untere montane Stufe, feuchtere Böden, bevorzugt ebenere Lagen
(Der <i>Einzelbestand</i> , keine Einheit der Systematik, sondern deren reales Objekt, spiegelt die realen Standortsverhältnisse wieder: z. B. <i>Fagetum typicum</i> « Envers-de-la-Chaive »)	Muster der Lokalform des « Envers-de-la-Chaive »-Humuskarbonatbodens)

c) Faktorenersatz

Schon bei der Besprechung der für die Gesellschaften entscheidenden Standortsfaktoren ist auf die mannigfachen Möglichkeiten des Fak-

torenersatzes hingewiesen worden. Einige häufige Fälle seien hier kurz zusammengestellt:

1. *Klimatische Faktoren, die sich ersetzen können :*

kühl-humides Generalklima	— schattige Schluchtlage, Luvseite
warm-trockenes »	— geschützte Südlage, Leeseite
höhere Niederschläge	— höhere Luftfeuchtigkeit
geringere Niederschläge	— austrocknende Winde
höhere Temperatur	— geringere Luftfeuchtigkeit
höhere Temperatur	— geringere Niederschläge

2. *Klimatische und edaphische Faktoren, die sich ersetzen können :*

höhere Niederschläge	— größeres Wasserhaltevermögen, geringere Durchlässigkeit des Bodens
höhere Luftfeuchtigkeit	— do.
geringere Temperatur	— do.
austrocknende Winde	— geringeres Wasserhaltevermögen, größere Durchlässigkeit des Bodens
höhere Wärmeeinstrahlung	— dunklere Bodenoberfläche

3. *Bodeneigenschaften, die sich ersetzen können :*

hoher Tongehalt	— hoher Humusgehalt
hohe Wasserkapazität	— Hangwasser- od. Grundwassereinfluß
geringe Wasserkapazität	— Flachgründigkeit, Kuppenlage
gröberes Korn	— größere Krümel, stärkere Durchwühlung durch Bodentiere
wenig durchlässiger Oberboden und durchlässiger Unterboden	— durchlässiger Oberboden und weniger durchlässiger Unterboden
großer Nährstoffgehalt der Feinerde	— Tiefgründigkeit, Zufluß nährstoffreichen Hangwassers

Aus dem Jura sollen nur einige besonders auffällige Beispiele von Faktorenersatz extra nochmals erwähnt werden; dabei seien nun auch andere als *Fagion*-Gesellschaften angeführt.

Auf ausgeräumten Karren und auf grobblockigem Felsschutt steigt das *Piceetum* der subalpinen Stufe bis in die montane Stufe herunter. Das vollständige Fehlen mineralischer Feinerde verursacht hier die Aufhäufung von Rohhumus, der eine stark wasserhaltende und saure Morauflage bildet. Diese ersetzt das kühlere Generalklima und den Podsolboden des eigentlichen *Piceetum*-Areals. Rein edaphische Faktoren ersetzen somit generalklimatische Faktoren.

Auf den an mineralischer Feinerde sehr armen untersten Steilhängen in Südexposition der innersten Jurakette stockt das *Querceto-Lithospermum*, das sonst submediterranes Klima verlangt. Geringer Feinerde-

gehalt, also edaphische Trockenheit, verbunden mit hoher Sonneneinstrahlung und geringen Niederschlägen infolge der Hangsteilheit und der südexponierten Leelage, also lokalklimatische Trockenheit und Wärme, ersetzen zusammen trockenwarmes Generalklima. Das ist ein Beispiel kombinierten Faktorenersatzes.

Auf tonigen Böden steigt das *Rumiceto-Fagetum* ins *Abieto-Fagetum*-Areal herunter; umgekehrt stößt das *Abieto-Fagetum festucetosum* auf tonärmeren Böden ins *Rumiceto-Fagetum*-Gebiet vor. Edaphische Feuchtigkeit, bzw. Trockenheit ersetzt klimatische Feuchtigkeit, bzw. Trockenheit.

Die Beispiele ließen sich beliebig vermehren.

Da auch der Wind auf den Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens wegen der Steigerung der Verdunstung entscheidenden Einfluß hat, verdienen in diesem Zusammenhang die Beobachtungen von Kraus (1911) noch besondere Erwähnung :

1. Die Windgeschwindigkeit nimmt vom Tal den Hang hinauf bis zur Höhe regelmäßig zu.
2. Auf dem Plateau ist der Wind am Boden am schwächsten und nimmt mit zunehmendem Abstand vom Boden von Zentimeter zu Zentimeter zu (Vertikalregel).
3. Die Windstärke nimmt vom Rand des Plateaus gegen innen ab (Horizontalregel).
4. Jede noch so geringe Unebenheit des Bodens verändert die Windstärke oft bis zur Windstille.

Kraus leitete diese Regeln von den Windverhältnissen des mitteldeutschen Wellenkalkgebietes ab; sie gelten aber auch für den Jura. Hier findet man oft die Plateauränder von einer thermo- und xerophileren Gesellschaft besiedelt als das Plateauinnere, z. B. vom *Cariceto-Fagetum* gegenüber dem feuchteren *Fagetum*.

Extrem starkem Windeinfluß sind auch die Bestände des *Pinetum Mugi jurassicum* ausgesetzt, das auf Felsköpfen und Gräte beschränkt ist.

Es ist wohl möglich, daß auch beim *Seslerieto-Fagetum hylocomietosum* der nordexponierten Gratflanken Windeinfluß im Spiele ist.

Ein eindrückliches Beispiel für den Einfluß des Windes aber ist das Gipfelphänomen: Statt Wald findet man auf den höchsten Gipfeln des Juras natürliche *Rasengesellschaften*, obwohl die Baumgrenze der Meereshöhe noch nicht erreicht ist.

Allgemein sei noch festgestellt, daß im Jura der Einfluß des Klimas mit zunehmender Meereshöhe zunimmt, nach der allgemein gültigen Regel, daß ein Faktor um so wirksamer ist, je extremer er ist. Das Areal der Spezialistengesellschaften ist deshalb im Hochjura nicht bloß aus topographischen, sondern auch aus generalklimatischen Gründen stark reduziert, die edaphische Variabilität der Klimaxgesellschaften hingegen größer.

Das *Rumiceto-Fagetum* besiedelt z. B., was edaphische Verhältnisse (besonders Tongehalt und Abtragung oder Aufschüttung) anbelangt, Standorte, auf denen sich in der unteren Montanstufe *Fagetum typicum*, *Fagetum allietosum*, *Cariceto-Fagetum*, *Tilio-Fagetum*, *Arunco-Aceretum* und *Acereto-Fraxinetum* finden. Die Vielfalt der Pflanzengesellschaften ist in der unteren montanen Stufe also größer als in der obersten.

Die Feststellung Braun - Blanqueta (1931), wonach sich die Klimaxgesellschaft oft schon einstellt, bevor die Bodenklimax erreicht ist, trifft also ganz besonders auf klimatisch extreme Gebiete zu.

3. Einige wichtige Zusammenhänge bei der Bodenbildung im Jura

Bei der Beschreibung der Böden der einzelnen Pflanzengesellschaften ist wiederholt auf die Zusammenhänge zwischen unabhängigen Standortsfaktoren (Klima, Muttergestein, Relief, Vegetation und Zeit) und Boden hingewiesen worden. Hier seien nur einige für den Jura besonders bezeichnende Tatsachen festgehalten.

1. Der Einfluß des *Muttergesteins*: Da die jurassischen Sedimente, auf denen die Böden untersucht worden sind, neben Kalk und Ton primäre Silikate außer Quarz nur in untergeordneter Menge enthalten, bilden sich unter dem herrschenden Klima Böden des *Humuskarbonatboden-* und *Rendzina*-Typs sowie Übergänge zwischen beiden. Nach der vollständigen Entkarbonatung der Feinerde degradieren sie gegen *Braunerde*. (Es ist möglich, daß gewisse degradierte Humuskarbonatböden und Rendzinen zu den Kalksteinbraunlehmern zu zählen sind; Analysen werden darüber Aufschluß geben.)

Von der petrographischen Natur des Muttergesteins hängt es ab, ob unter sonst gleichen Verhältnissen ein skelettiger, sandiger oder toniger Boden gebildet worden ist, was vor allem für den Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt der Böden wichtig ist.

2. Der Einfluß des *Klimas*: Da die Kalklösung im Jura alle anderen Verwitterungsprozesse überwiegt, sind die Böden cet. par. um so stärker entkarbonatet, je höher die Niederschläge sind und je geringer die Temperatur ist oder, mit andern Worten, je höher über Meer die Böden gelegen sind. Die Unterschiede werden noch verschärft dadurch, daß in den feuchteren höheren Lagen die Vegetation weniger Wasser verbraucht als in den trockeneren Lagen auf geringerer Meereshöhe. Am Jurasüdfuß kann die Kalklösung durch die Wiederausscheidung des Kalks fast wettgemacht werden.

3. Der Einfluß des *Reliefs*: Das Relief ist vor allem die Ursache der ständigen Aufschüttung und Abtragung, die am Standort der jurassischen Waldpflanzengesellschaften den Einfluß der anderen Bodenbildungsfaktoren oft überwiegen. Daneben beeinflußt das Relief wesentlich das Lokalklima und das Bodenklima.

4. Der Einfluß der *Vegetation*: Die Vegetation beeinflußt stark die biologische Aktivität des Bodens, besonders die Humifizierung, weil sie das Bodenklima mitbedingt und die Humusbildner, d. h. die Nahrung für die meisten Bodenlebewesen, liefert. Gemischte Streu wird rascher abgebaut als einseitig zusammengesetzte. Besonders langsam abgebaut wird reine Buchenstreu. Der Streuabbau hängt im übrigen von so vielen Faktoren ab, daß man darüber keine allgemeingültige Aussage machen kann (vgl. Richard, 1945).

Aus der Dichte des Wurzelwerkes, das die Vegetation entwickelt, kann man mit ziemlicher Sicherheit auf den Grad der Wasserversorgung des Bodens schließen, die von den verschiedensten Faktoren abhängt. Die Böden des *Seslerieto-Fagetum anthericetosum* sind demnach die trockensten, die des *Fagetum allietosum* und des *Rumiceto-Fagetum* die feuchtesten der untersuchten Böden, wenn man von den vernäßten des *Equiseto-Abietetum* absieht.

4. Vegetations- und Bodenserien im Jura

Es wäre verlockend gewesen, die Pflanzengesellschaften und auch die Böden nach der Veränderung je eines der entscheidenden Standortsfaktoren in Reihen anzurichten. Eine solche Anordnung wurde lange Zonierung genannt, doch ist der Begriff der Zonierung besonders in der Bodenkunde heute einseitig mit dem Klima verknüpft («zonale» Bodentypen).

Clements (1916) verwendete in der Pflanzensoziologie an Stelle von Zonierung den Ausdruck «seres» (= series = Serie). Er war der Auffassung, daß alle Zonierung nur räumlich nebeneinander zeige, was sonst zeitlich hintereinander folge, denn die Umwandlung aller Standorte einer Gegend verlaufe in Richtung auf dasselbe, vor allem durch das Generalklima festgelegte Ziel. Die Gleichsetzung von räumlichem Nebeneinander und zeitlichem Nacheinander wurde mehrmals widerlegt (vgl. Lüdi, 1932), doch wurden die Ausdrücke nie eindeutig festgelegt.

Braun-Blanquet (1928) definierte vom pflanzensoziologischen Standpunkt aus die «Serie» als «Reihe der genetisch verbundenen, aufeinanderfolgenden und sich gesetzmäßig ablösenden Stadien»; er unterschied Vollserien, die auf vegetationslosem Boden beginnen und bis zur Klimax reichen (*priseres* nach Clements), und Teilserien, die nur einen Ausschnitt davon umfassen (*subseries* nach Clements).

Genau im gleichen Sinn spricht Kubiena (1948) von Vollzyklen und Teilzyklen der Bodenbildung, wobei er in ein und demselben Zyklus auch Stadien auf verschiedenem Muttergestein miteinander vergleicht.

Braun-Blanquet spricht im gleichen Sinn, wie er Serie definierte, auch von «genetischen Serien», «Entwicklungsserien» und «Sukzessionsserien».

Pallmann (1934, 1943) faßt alle Böden mit gleicher Entwicklungstendenz zu einer «genetischen Bodenserie» (in Verbindung mit dem Namen eines Bodentyps oft auch einfach «Serie» genannt, z. B. Braunerde-Serie) zusammen.

Die zusammengesetzten Ausdrücke weisen darauf hin, daß «Serie» stets einen weiteren Sinn hatte als nur den des genetischen Nacheinanders, daß «Serie» vielmehr eine Vielfalt meinte, bei der die Glieder aber nicht willkürlich oder zufällig, sondern nach einem bestimmten Merkmal angeordnet, «gereiht» sind. Es dürfte deshalb richtig sein, sowohl in der Pflanzensoziologie als auch in der Bodenkunde außer von genetischen auch von anderen, z. B. topographischen oder hydrologischen, Serien sprechen.

Milne (1935) (vgl. auch Vageler, 1942) nannte eine topographische Serie von Böden, die unter dem Einfluß von Erosion und Wiederablagerung entstanden sind und charakteristischen Wasserhaushalt zeigen, «Catena». Von diesem Begriff aus gelangte Bushnell (1942, 1944, 1945) zu seinen «major soil profiles», die etwa einer hydrologischen Serie entsprechen.

Jenny (1946) ordnete die Böden nach den fünf Bodenbildungsfaktoren in «sequences»: Climosequence, Toposequence, Lithosequence, Chronosequence und Biosequence. Die Unterschiede der Böden einer Sequence sind auf die Veränderung eines einzigen Bildungsfaktors zurückzuführen, während die übrigen Faktoren konstant zu halten sind.

Die Sequences Jenny's entsprechen ungefähr den Serien, wie sie der Verfasser versteht. Da in der Natur die Veränderung eines einzigen Standortsfaktors meist eine ganze Kette weiterer Veränderungen nach sich zieht, so ist indessen eine Serie zwar nur nach *einem* Standortsfaktor aufzustellen, doch sollen die Veränderungen der übrigen Faktoren, welche die Veränderung des betreffenden Faktors natürlicherweise nach sich zieht, innerhalb der Serie toleriert werden.

Im Folgenden sollen zur Veranschaulichung einiger auffälliger natürlicher Zusammenhänge wenige, ganz einfache Beispiele von Vegetations- und Bodenserien aus dem Jura dargestellt werden. Da die Glieder der Serien einzeln bereits erläutert worden sind, genügt hier die bildmäßige Wiedergabe (Figuren 13—16, S. 146—149).

V. Zusammenfassung

Im Rahmen der pflanzensoziologischen und bodenkundlichen Erforschung des Schweizer Juras sind die Standorte jurassischer Waldpflanzengesellschaften untersucht worden, wobei den Böden besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Ausgedehnte Aufnahmen im Feld haben ergeben, daß für die untersuchten Gesellschaften (Assoziationen und Subassoziationen des *Fa-*

gions), die alle auf Jurasedimenten stocken, vor allem folgende Standortsfaktoren entscheidend sind:

- a) Standortsklima;
- b) Bodenklima (Wasser-, Luft- und Wärmeaushalt des Bodens) und
- c) Beweglichkeit des Bodens (Vorhandensein oder Fehlen von Aufschüttung oder Abtragung).

Die exakte Analyse dieser Faktoren erfordert Untersuchungen, die sich über Jahre erstrecken und für die zum Teil die Methoden erst geschaffen werden müssen.

Die entscheidenden Standortsfaktoren resultieren aus dem Zusammenspiel vieler Einzelfaktoren, die zum Teil unabhängig voneinander variieren und sich in der Wirkung ersetzen können. Die Einzelstandorte einer Pflanzengesellschaft sind darum nicht in allen Eigenschaften gleich, sondern nur in ihrer Gesamtwirkung; sie sind analog.

Was die Böden einer Gesellschaft betrifft, so ist ihre Variabilität um so größer, je klimaxnäher die Gesellschaft ist. Im Zusammenhang mit den übrigen Standortsfaktoren betrachtet, lassen sich die Böden einer Gesellschaft meistens aber deutlich von denen einer anderen Gesellschaft unterscheiden. Übergänge in der Pflanzengesellschaft entsprechen unter sonst gleichen Verhältnissen Übergänge in den Böden und umgekehrt.

Die Einzelstandorte und besonders die Böden der einzelnen Pflanzengesellschaften sind eingehend beschrieben worden.

Von den untersuchten Juraböden läßt sich allgemein sagen, daß ihre Entkarbonatung mit zunehmender Meereshöhe wegen der Vermehrung der Niederschlagsmenge zunimmt; aus diesem Grunde sind auch die Böden auf der Luvseite stärker entkarbonatet als auf der Leeseite. Meistenorts aber ist die Entkarbonatung durch die reliefbedingte Abtragung oder Aufschüttung gebremst. Durch die Entkarbonatung und die Bodenschichtenverlagerung wird auch der Einfluß des Muttergestein auf den Feinerde- und besonders den Tongehalt der Böden überlagert. Der prozentische Humusgehalt der Feinerde der Böden ist indirekt proportional dem Gesamtgehalt an mineralischer Feinerde der Profile; die Humusform hängt hauptsächlich vom Klima ab.

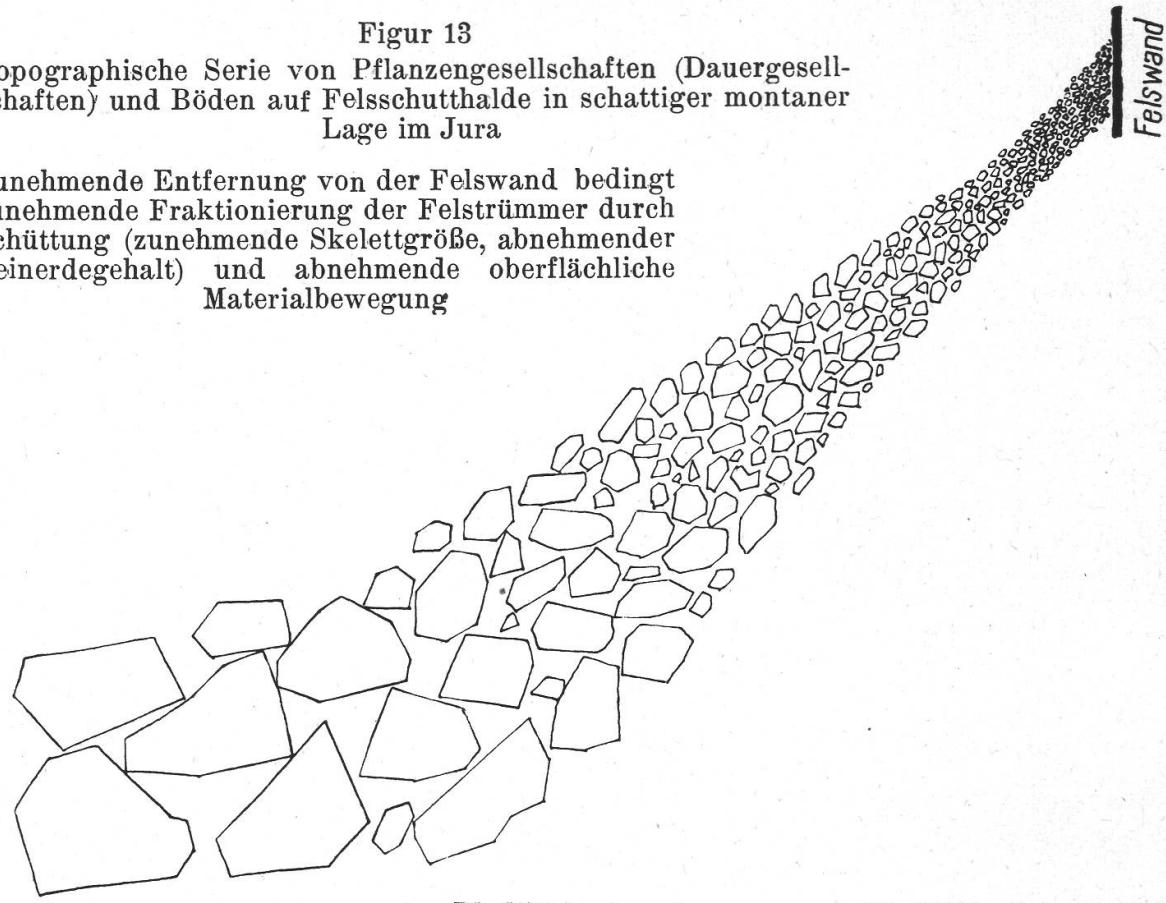
Bei jedem einzelnen Profil sind für die Erklärung seiner Eigenschaften die unabhängigen Standortsfaktoren Muttergestein, Klima, Relief, Zeit und Vegetation in gleicher Weise zu berücksichtigen.

Systematisch (nach der Bodenklassifikation von Pallmann) handelt es sich bei den untersuchten Böden um Humuskarbonatböden und Rendzinen, in einigen Sonderfällen um Braunerden oder um Übergänge zwischen diesen. Bildung und Eigenschaften dieser Böden sind allgemein und für die einzelnen Standorte besonders beschrieben worden.

Figur 13

Topographische Serie von Pflanzengesellschaften (Dauergesellschaften) und Böden auf Felsschutthalde in schattiger montaner Lage im Jura

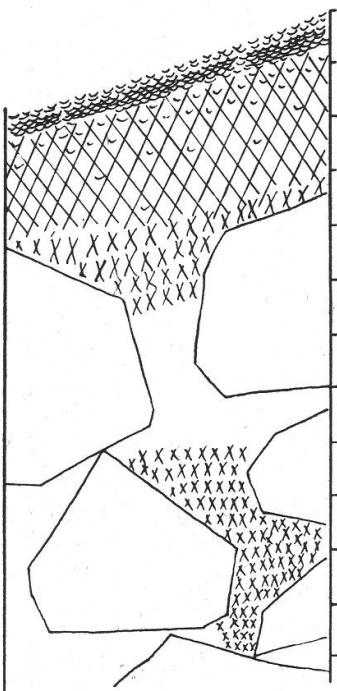
Zunehmende Entfernung von der Felswand bedingt zunehmende Fraktionierung der Felstrümmer durch Schüttung (zunehmende Skelettgröße, abnehmender Feinerdegehalt) und abnehmende oberflächliche Materialbewegung



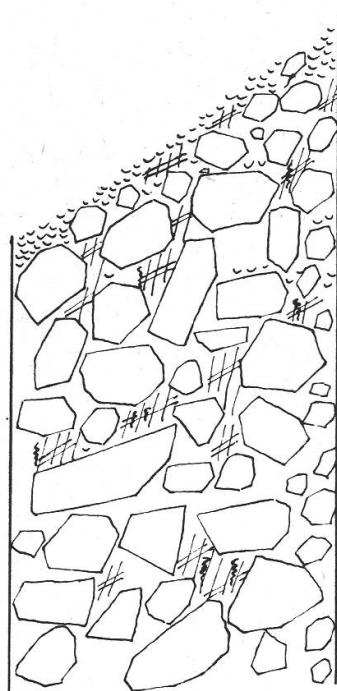
Hylocomieto-Piceetum

*Phyllitido-Aceretum
sorbetosum*

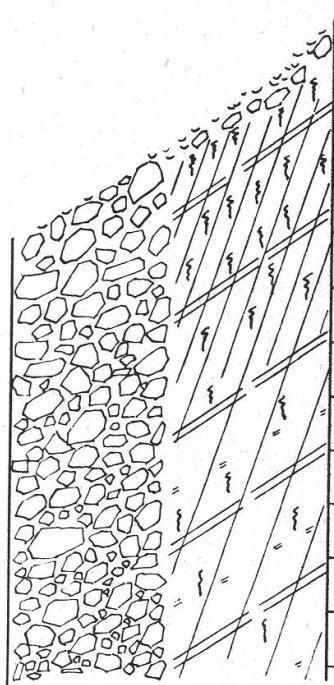
*Phyllitido-Aceretum
lunarietosum*



deckenmöriger
mineralerdeloser
grobblockiger
Karbonat-Rohboden



frischer
sehr mineralerdeärmer
blockig-grobkiesiger
wenig entwickelter
Humuskarbonatboden
Lokalform: «Bellerive»



frischer
mineralerdeärmer (-haltiger)
mittel- bis feinkiesiger
mäßig entwickelter
*Humuskarbonatboden*¹
Lokalform: «Pouëta-Comba»

¹ In der Profilliste links Skelett, rechts Feinerde.

Figur 14

Topographische Serie von Pflanzengesellschaften (Dauergesellschaften) und Böden auf Mergel in schattiger montaner Lage im Jura

Abnehmende Hangsteilheit bedingt auslesende mechanische Bodenschichtenverlagerung, zunehmende Fraktionierung durch fließendes Wasser, also zunehmend toniger Boden; zunehmende Wasserhaltung des Bodens

Equiseto-Abietetum

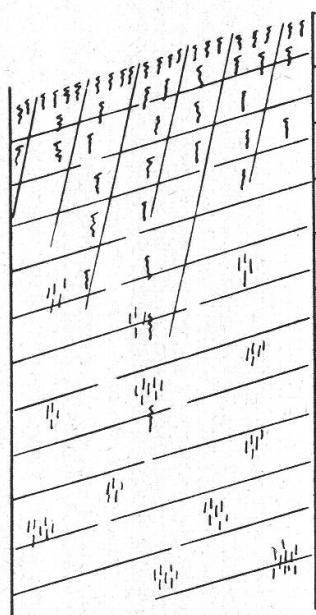
Arunco-Aceretum

Taxeto-Fagetum

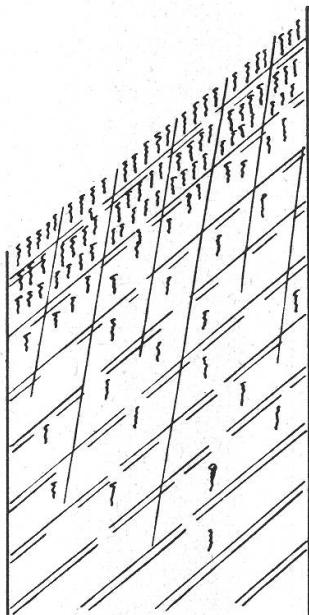
Teils kolluviale, teils alluviale Zufuhr von entkarbonatetem Ton und darin eingeschlossenem Material (kriechender Hanglehm)

Weg- und Zufuhr (durch Schwerkraft und abfließendes Wasser) von teils entkarbonateter, teils karbonathaltiger Feinerde

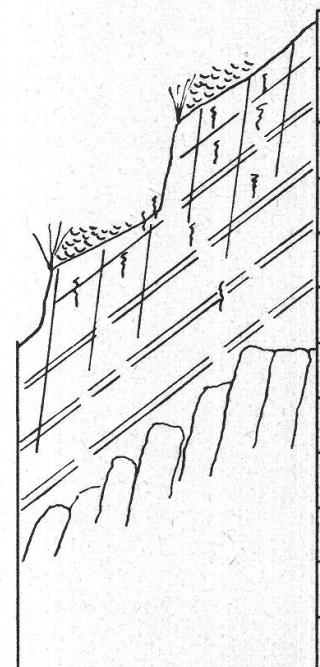
Geringe Wegfuhr (durch Schwerkraft und oberflächlich abfließendes Wasser) von entkarbonateter und karbonathaltiger Feinerde



feucht-frische
gut durchlüftete
im Untergrund vergleyte
tonige
kolluvial-alluviale
Braunerde



frische (-feuchte)
sehr gut durchlüftete
sehr tiefgründige
lehmig-tonige
kolluvial-alluviale
Rendzina



frische (-trockene)
mäßig durchlüftete
flach- bis mittelgründige
lehmige
autochthone
mäßig entwickelte
Rendzina

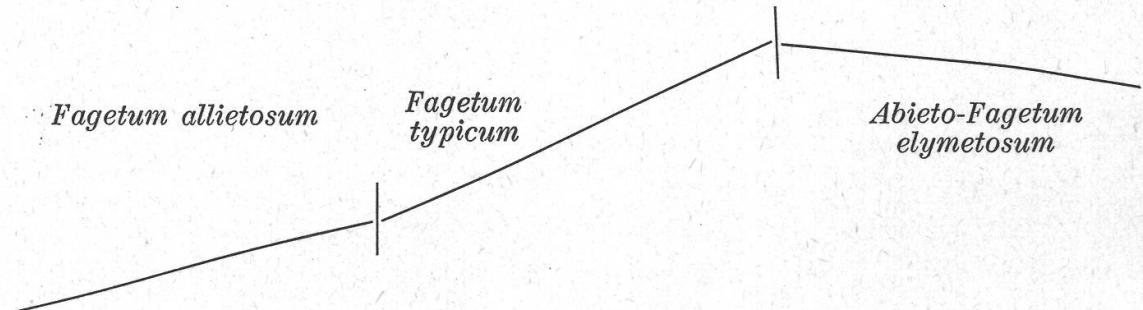
Figur 15
Topographische Serie von Pflanzengesellschaften (verschiedenen Ausbildungen der Klimaxassoziation) und Böden in der montanen Stufe des Juras

Luv ←

Lokalklima frisch, mäßig warm
Mulde, Hangfuß Hang

→ Lee

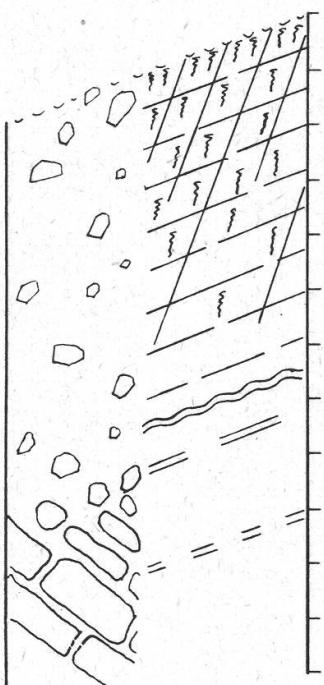
Lokalklima trocken, warm
schwach geneigtes Plateau



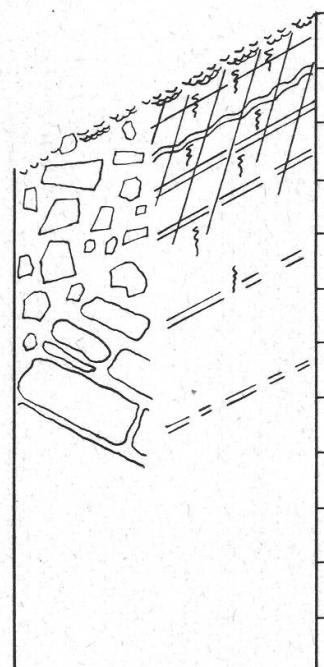
Sehr langsame Aufschüttung (besonders durch oberflächlich abfließendes Wasser) vor allem von entkarbonateter Feinerde

Sehr langsame Abtragung und Aufschüttung (durch die Schwerkraft und oberflächlich abfließendes Wasser)

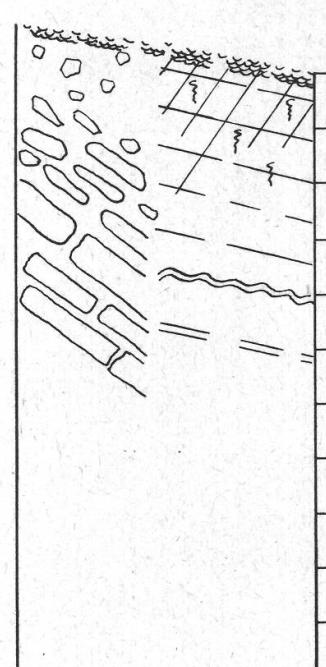
Praktisch keine Weg- und Zufuhr von Material



frische bis feuchte
gut durchlüftete
lehmig-tonige
tiefgründige
kolluviale
Braunerde



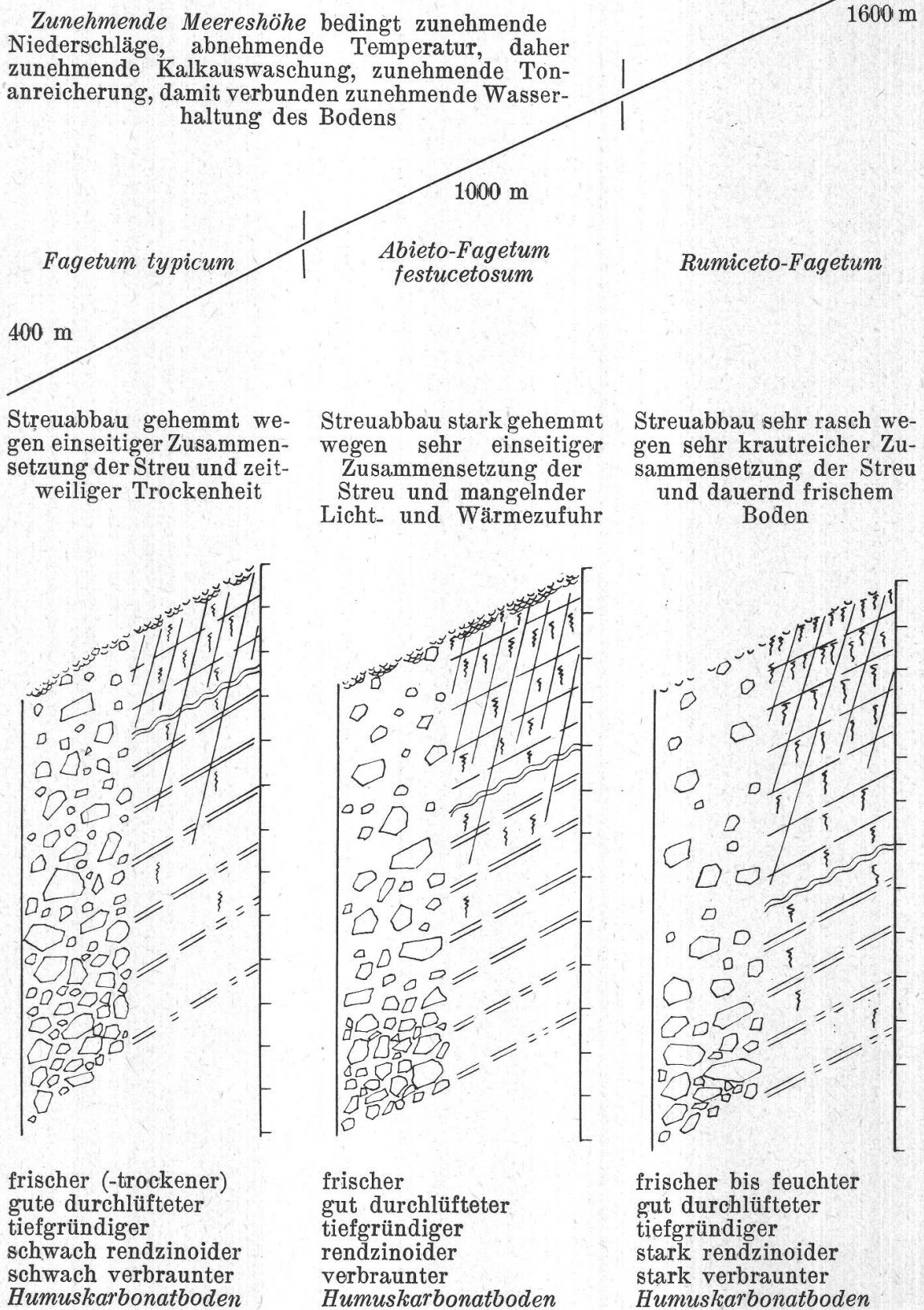
frischer
gut durchlüfteter
skelettig-lehmiger
tiefgründiger
schwach verbraunter
Humuskarbonatboden



physiologisch trockener
wenig durchlüfteter
lehmig-toniger
tiefgründiger
stark verbraunter
Humuskarbonatboden

Figur 16

Klimatische Serie von Pflanzengesellschaften (Klimaxgesellschaften) und statistisch normalen Böden auf kolluvialem Hangschutt auf der *Luvseite des Juras*



Literatur

- Aarnio, B., und Stremme, H., 1924. Zur Frage der Bodenbildung und der Bodenklassifikation. Agr. Medd., Nr. 17, Helsingfors.
- Blanck, E., 1915. Kritische Beiträge zur Entstehung der Mediterranroterde. Landw. Versuchsstat., **87**, 251—314.
- Braun-Blanquet, J., und Jenny, H., 1926. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges., **63**.
- 1928. Pflanzensoziologie. Springer, Berlin.
- 1941. Sur le rôle de la géobotanique dans le retour à la terre. Comm. S. I. G. M. A., Montpellier, n° 77, 5—13.
- Bürger, H., 1922. Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitt. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Vers., **13**, 1—221.
- Bushnell, T. M., 1942. Some aspects of the soil catena concept. Proc. Soil Sc. Soc. Am., **7**, 466—476.
- 1944. The « catena drainage profiles » key form as a frame of reference in soil classification. Proc. Soil Sc. Soc. Am., **9**, 219—222.
- 1945. The catena caldron. Proc. Soil Sc. Soc. Am., **10**, 335—338.
- Clements, F. E., 1916. Plant Succession. Carnegie Inst., Washington.
- Demolon, A., 1948. La dynamique du sol. Dunod, Paris.
- Drouineau, G., Boissière, G., et Pierrard, A., 1945. Les sols de la zone côtière du sud-est de la France. Ann. agr., **15**, 483—495.
- Frei, E., 1944. Morphologische, chemische und kolloidchemische Untersuchungen subalpiner Weide- und Waldböden der Rendzina- und der Podsolserie. Ein Beitrag zur Humusklassifizierung. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **54**, 267—346.
- Glinka, K., 1914. Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Borntraeger, Berlin.
- Gračanin, M., 1941. Ein Beitrag zur Morphologie und Genesis der Rendzinaböden Kroatiens. Rev. Scient. Agr., **4**, 22—44. Zagreb.
- 1942. Die Bodentypen des Hrvatsko Zagorje. Rev. Scient. Agr., **6**, 113. Zagreb.
- Gschwind, M., 1931. Untersuchungen über die Gesteinverwitterung in der Schweiz. Diss. ETH.
- Harrassowitz, H., 1930. Fossile Verwitterungsdecken. Handbuch der Bodenlehre, Bd. 4, S. 269. (Herausgeber: E. Blanck.)
- Hilgard, E. W., 1914. Soils. The Macmillan Company, London.
- Hoppe, W., 1930. Untersuchung über Verwitterung und Bodenbildung des Muschelkalkes der Umgebung von Jena. Chemie d. Erde, **5**, 165—181.
- Jäg, O., 1945. Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. Beitr. z. Kryptogamenflora der Schweiz, **9**, Heft 3.
- Jenny, H., 1926. S. Braun-Blanquet, J., und Jenny, H., 1926.
- 1941. Factors of Soil Formation. McGraw-Hill, New York.
- 1946. Arrangement of soil series and types according to functions of soil forming factors. Soil Sc., **61**, 373—391.
- Joffe, J. S., 1936. Pedology. Rutgers University Press, New Brunswick.
- Kopecky, J., und Spirančík, J., 1932. Übersichtskarte der Bodenarten in der Tschechoslowakischen Republik. Ern. d. Pfl., **28**, 393—394.
- Kotzmann, L. G., 1935. Genetic and chemical characteristics of Rendzina soils. Trans. 3rd Int. Congr. Soil Sc. Oxford, 296—297.
- Krauss, G., 1911. Boden und Klima auf kleinstem Raum. Fischer, Jena.
- Kubiena, W., 1943. Beiträge zur Bodenentwicklungslehre; Entwicklung und Systematik der Rendzinen. Bodenkunde u. Pflanzenern., **29**, 108—119.

- Kubiena, W., 1945. Beiträge zur Bodenentwicklungslehre; der Kalksteinbraunlehm (*Terra fusca*) als Glied der Entwicklungsserie der mitteleuropäischen Rendzina. Bodenkunde u. Pflanzenern., **35**, 22—45.
- 1948. Entwicklungslehre des Bodens, Springer, Wien.
- Leiningen, W., Graf zu —, 1911. Beiträge zur Oberflächengeologie und Bodenkunde Istriens. Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landw., **9**, Hefte 1 und 2.
- Leuenberger, R., 1949. Beitrag zur Kenntnis der Humuskarbonatböden und Rendzinen im Schweizer Jura. Diss. ETH.
- Maurer, Jul., Billwiler, Rob. jun., und Heß, Clem., 1909. Das Klima der Schweiz. Huber & Co., Frauenfeld.
- Miklaszewski, St., 1924. Nomenclature et classification des sols. Com. Int. Péd., 4^e Comm., n° 17, 245—255.
- Milne, G., 1935. Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African soils. Soil Research, **4**, 181—198.
- Montarlot, G., 1942. Observations sur des concrétions calcaires. Ann. agr., **12**, 276—288.
- 1947. Observations pédologiques sur quelques sols des divers environs des Bourges (Cher). Ann. agr., **17**, 643—657.
- Moor, M., 1940. Pflanzensoziologische Beobachtungen in den Wäldern des Chasseralgebietes. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **50**, 545—566.
- 1942. Die Pflanzengesellschaften der Freiberge. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **52**, 363—422.
- 1945. Das *Fagetum* im nordwestlichen Tafeljura. Verh. Natf. Ges. Basel, **56**, 187—203.
- 1947. Die Waldfallengesellschaften des Schweizer Juras und ihre Höhenverbreitung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw., **98**, 1—16.
- Najmr, St., 1943. S. Spirhanzl und Mitarb., 1943.
- Niggli, P., 1925. Die chemische Gesteinsverwitterung in der Schweiz. Schweiz. Min. Petr. Mitt., **5**, 322—347.
- de Quervain, F., und Winterhalter, R. U., 1930. Chemismus schweizerischer Gesteine. Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotech. Serie, XIV. Lieferung. Kümmerly & Frey, Bern.
- Novák, V., 1926. Schematische Skizze der klimazonalen Bodentypen der Tschechoslowakischen Republik. Sborník Československé Akademie Zemědělské, I. A., 67—76.
- und Pelíšek, J., 1939/40. Rendzinaböden auf Serpentingestein. Ann. Fac. Agr. Bucarest, **1**, 1—15.
- Pallmann, H., und Haftter, P., 1933. Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **42**, 357—466.
- 1934. Über Bodenbildung und Bodenserien in der Schweiz. Ern. d. Pfl., **30**, 225—234.
- 1943. Über Waldböden. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstvereins, **21**, 113—140.
- und Frei, E., 1943. Beitrag zur Kenntnis der Lokalklima einiger kennzeichnender Waldgesellschaften des Schweizerischen Nationalparkes. Ergebn. d. wissensch. Unters. d. Schweizerischen Nationalparkes, **1**, 437—464.
- Frei, E., und Hamdi, H., 1943a. Die Filtrationsverlagerung hochdisperter Verwitterungs- und Humifizierungsprodukte im Profil der mäßig entwickelten Braunerde. Koll. Zeitschr., **103**, 111—119.
- — und —, 1943b. Die Filtrationsverlagerungen hochdisperter Verwitterungsprodukte im Bodenprofil einiger Glieder der schweizerischen Braunerdeserie. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **53 A**, 175—191.
- 1947. Pédologie et phytosociologie. C. R. Congr. Int. Péd., Montpellier-Alger, 3—36.

- Pallmann, H., 1948a. Bodenkunde und Pflanzensoziologie. ETH, Kultur- und Staatswissenschaftl. Schriften, **60**.
- 1948b. Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. Verh. Schweiz. Natf. Ges. St. Gallen, 23—42.
 - Richard, F., und Bach, R., 1948. Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10. Kongr. d. Int. Verb. forstl. Forschungsanst., Zürich, 57—95.
- Pelišek, J., 1936. Zur Charakteristik der Rendzinaböden auf den Kalksteinen von Ober-Kreideformation aus Westmähren. Sbornik, **11**, 561—569.
- Ramann, E., 1918. Bodenbildung und Bodeneinteilung. Springer, Berlin.
- Reifenberg, A., 1935. Soil formation in the Mediterranean. Trans. 3rd Int. Congr. Soil Sc. Oxford, **1**, 306—310.
- Richard, F., 1945. Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweiß-Testschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., **24**, 297—397.
- Robinson, G. W., 1935. Soils of Great Britain. Trans. 3rd Int. Congr. Soil Sc. Oxford, **2**, 11—23.
- 1936. Soils. Thomas Murby & Co., London.
- Rüger, L., 1930. Das Bodenprofil. Handbuch der Bodenlehre, **5**, 1—47. (Herausgeber: E. Blanck.)
- Schucht, F., und Kuron, H., 1935. Bodenbildung auf Gesteinen der Muschelkalkformation Mitteldeutschlands. Trans. 3rd Int. Congr. Soil Sc. Oxford, **2**, 313—316.
- See, K. von, 1921. Beobachtungen an Verwitterungsböden auf Kalksteinen, ein Beitrag zur Frage der Rendzinaböden. Int. Mitt. f. Bodenkunde, **11**, 85—104.
- Smolík, L., 1929. Die Pedochemie der mährischen Böden. Mitt. Int. Bodenkundl. Ges., **4**, 113—119.
- Spirhanzl, J., Gößl, V., Nájmír, St., und Káš, V., 1943. Böhmisches Humuskarbonatböden der Kreideformation. Sbornik, **18**, 152—175.
- Springer, U., 1932. Die organischen Stoffe, bes. die echten Humusstoffe und ihre Zustandsformen im Boden. Bodenkundl. Forsch., **3**, 39—70.
- Stremme, H., 1930. a) Die Böden Deutschlands; b) Degradierte Böden. Handbuch der Bodenlehre, **3**, 271—521. (Herausgeber: E. Blanck.)
- Till, A., 1937. Übersichtskarte der Bodentypen Österreichs. Ern. d. Pfl., **33**, 377.
- Tüxen, R., 1931. Die Pflanzensoziologie in ihren Beziehungen zu den Nachbarwissenschaften. Der Biologe, **1**, 180—187.
- Comm. SIGMA, Montpellier, Nr. 14.
- Tyulin, Th., 1940. Herkunft, Struktur und Eigenschaften organo-mineralischer Bodenkolloide. Bodenkunde und Pflanzenern., **21/22**, 544—568.
- Uttiger, H., 1949. Die Niederschlagsmengen in der Schweiz 1901—1940. Schweiz. Meteorolog. Zentralanst. Zürich. Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Zürich.
- Vageler, P., 1942. Die Technik der modernen bodenkundlichen Aufnahme von Großraumländern. Parey, Berlin.
- Villar, E. H. del, 1937. Los suelos de la Península Luso-Ibérica. Madrid.
- Zvorýkin, J., 1930. A contribution to the degradation of rendzina in the Moravian Karst. Proc. Int. Soc. Soil Sc., **5**, 59—60 (abstr.).
-