

Die Buchenwälder auf den kalkarmen Lehmböden der Ostalb und die nacheiszeitliche Waldentwicklung auf diesen Böden.

Von **Rudolf Hauff**, Geislingen.

Einleitung.

Die kuppige Hochfläche der Ostalb trägt auf weite Strecken Böden, die, obwohl ursprünglich echte Kalkböden, in auffallend starkem Maße oberflächlich ausgelaugt sind, wohl infolge ihres sehr hohen Alters. Sie bilden den schärfsten Gegensatz zu den kalkreichen Böden, die man von der Alb sonst kennt.

Diese eigenartigen Bodenverhältnisse geben die Möglichkeit, aus dem Komplex von Faktoren, die für die Ausbildung von Pflanzengesellschaften maßgebend sind, einen einzelnen, nämlich den edaphischen, in seiner Bedeutung herauszustellen. Die übrigen Faktoren, also das Klima im weitesten Sinne, die Geschichte der Flora, die menschlichen Einflüsse sind ja auf den kalkfreien Böden der Ostalb keine wesentlich anderen als auf den unmittelbar benachbarten normalen Kalkböden.

Die Fragestellung ist einmal die, ob sich aus diesen edaphischen Unterschieden tiefgreifende Unterschiede auch im Gefüge der Pflanzengesellschaften ergeben und welche Pflanzengesellschaften gewissermaßen vikariierend auf kalkfreien Böden die ja so gut durchforschten Pflanzengesellschaften der kalkreicheren Böden der Alb ersetzen. Die pflanzensoziologische und floristische Durchsuchung des Albuchs, wo die eluvialen Böden die größte Verbreitung haben, erstreckte sich zunächst auf die Callunaheiden und Eichen-Birkenwälder. Sie führte zu der überraschenden Feststellung von bisher ganz unbekanntem Hochmoorbildungen auf der Rauhen Wiese. Dabei konnte eine ganze Reihe für die Alb neue Arten gefunden werden, die teilweise auch pflanzengeographisches Interesse bieten.

Eine zweite Frage, zu deren Lösung ein Beitrag geliefert werden sollte, ist die, wie sich die Buche auf diesen kalkarmen Böden verhält. Umstritten ist, ob diese bodensauren Wälder echte ursprüngliche Rotbuchenwälder sind, wie ihre soziologische Stellung zum Kalkbuchenwald und zum Eichenbirkenwald ist und ob eine weitere Degradation ihrer Böden im Gange ist.

Die Torfablagerungen der Rauhen Wiese ermöglichen auch Feststellungen über die nacheiszeitliche Geschichte der Wälder dieser kalkarmen Albböden und erlaubten es, eine Parallele zu ziehen zu der durch BERTSCH untersuchten Waldgeschichte der übrigen Alb.

Der erste Teil meiner Untersuchungen, welcher die durch die Ödlandskultivierung gefährdeten Pflanzengesellschaften der Heiden, Moore und Birkenwälder des Albuchs betrifft, wurde im Jahre 1936 durch die Württembergische Landesstelle für Naturschutz veröffentlicht. Der zweite Teil, der das heutige Bild der Buchenwälder der kalkarmen Böden und außerdem durch die Ergebnisse der Blütenstaubuntersuchungen von der Rauhen Wiese einen Beitrag zur pollenanalytischen Durchforschung Süddeutschlands geben soll, wurde im Herbst 1937 abgeschlossen.

I. Der kalkarme Buchenwald der Ostalb.

Nachdem in den letzten Jahren die Waldgesellschaften des württembergischen Unterlandes von FABER (1933), FEUCHT (1937) und KREH (1933) und die der Kalkböden der Alb von KUHN (1937) und FABER (1936) eingehend nach der Methode von BRAUN-BLANQUET geschildert und gegliedert sind und weil nun mit der Kartierung der Waldbestände in Württemberg begonnen werden soll, ist es sicherlich von Interesse, auch die Waldgesellschaften der Lehmböden der eigentlichen Hochalb eingehender zu untersuchen. Ich halte gerade den nordöstlichen Teil dieser Hochalb für einen besonders geeigneten Ausgangspunkt solcher Untersuchungen und zwar deshalb, weil er in Beziehung auf die Böden teilweise extreme Verhältnisse zeigt. Aus diesem Grunde läßt sich hier am ehesten die ganze Abstufung der ökologischen Verhältnisse und des inneren Zusammenhangs der dadurch bedingten Pflanzengesellschaften aufzeigen.

Das Gebiet, dessen Wälder ich auf vielen, sich über mehrere Jahre erstreckenden Begehungen untersucht habe, ist umgrenzt durch die Linie Hohenstadt—Nellingen—Westerstetten—Gerstetten—Steinheim—Zang—Lauterburg und den Albtrauf. Es umfaßt also einen Teil der kuppigen Albhochfläche. Die Meereshöhe der untersuchten Wälder liegt zwischen 600 und 800 m. Die Reliefenergie des Geländes beträgt zwischen 40 und 80 m.

Das Gestein ist durchweg oberer weißer Jura (δ , ϵ und ζ). Über diesen Schichten, die seit Anfang der Kreidezeit die Landoberfläche bildeten, lagerten keine anderen Gesteine als ebenfalls Jurakalk, so daß die Böden ausschließlich aus der Verwitterungsrinde des oberen weißen Juras gebildet sind.

Das gibt einen nicht unwesentlichen Unterschied zu den Muschelkalkböden des Unterlandes, über denen auch mergelige und sandige Schichten der Lettenkohle und des Keupers lagerten, die sicher an der Bildung der heutigen Böden mit beteiligt sind. Von einer Ablagerung von Löß ist im Untersuchungsgebiet nichts bekannt. Der Kalkstein und Dolomit, der diese Schichten des Weißjura bildet, hat einen wechselnden Gehalt von unlöslichen Rückständen. Nach WEIGER (1908) schwankt der Gehalt der Kalke und Dolomite der mittleren Alb an Kieselsäure und Tonen zwischen 0,5 und 8%, also immerhin recht erheblich. Der obere

Weißjura der Ostalb ist ausgezeichnet durch ein stellenweise reichliches Vorkommen von Kieselsäureknollen, die Kopfgröße erreichen können und nach Ansicht der Geologen schon während der Gesteinsbildung sich absonderten.

Die klimatischen Verhältnisse der Alb sind schon oft geschildert worden [GRADMANN (1936), MARX (1919), KLEINSCHMIDT (1928), KUHN (1937)]. Hier seien nur kurz die für die Vegetation wichtigsten

Unterschiede zwischen Albtrauf und Albhochfläche herausgestellt. Die Temperaturminima (mittlere und absolute) sind bei den Stationen der Albhochfläche weit niedriger, als bei denen in Hanglage. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in den Mulden der kuppigen Hochfläche gelegentlich bestimmt weit schärfere Fröste auftreten können, als

den wenigen Stationen tatsächlich gemessen werden. Das Frühjahr ist kalt und bringt bis in den Juni hinein fast regelmäßige Spätfröste. Der Sommer ist dann verhältnismäßig warm (Münsingen Juli $15,6^{\circ}$ nach GRADMANN, 1936), zeigt aber ebenfalls starke tägliche Schwankungen. Die Niederschläge betragen am Steilrand bis über 1000 mm und fallen dann nach Südosten in dem hier geschilderten Gebiet bis auf etwa 750 mm ab. Da nur wenig Regenstationen zur Verfügung stehen und diese vorwiegend direkt vor oder auf dem Steilrand oder viel weiter albeinwärts liegen, ist die Interpolation der Isohyeten nicht ganz sicher. Fraglich ist vor allem, wo die höchsten Werte einzuzeichnen sind, am Steilrand selbst oder etwas hinter der Kammlinie. Auf der Ostalb, wo der Trauf etwas nach Ost-Nord-Osten umbiegt und stellenweise fast gerade nach Osten verläuft, während die meisten Regenwinde eher von Süd- als von Nordwest ankommen und somit unter einem recht spitzen Winkel auf die Kammlinie auftreffen, wird man wohl die höchsten Niederschlagszahlen in nächster Nähe der Kammlinie erwarten dürfen.

Diese Kammlinie läuft auf der Ostalb unmittelbar am Nordhang entlang. Auch KLEINSCHMIDT (1928) hat seine Isohyeten so gezeichnet, daß sie vom Albtrauf an sofort gegen Südosten fallende Werte zeigen. Die östliche Hälfte der Albhochfläche unterscheidet sich von der südwestlichen klimatisch nicht wesentlich. Zwar liegt sie um rund 200 m tiefer, das wird aber dadurch weitgehend ausgeglichen, daß auf der Ostalb die Reliefenergie viel geringer ist und daß die Ostalb dem Regenschatten des Schwarzwaldes erheblich ferner liegt.

Standortsklimatisch hervorzuheben ist der Unterschied zwischen Kuppen- und Muldenlage. Doch sind die Höhenunterschiede viel zu gering, als daß man etwa von Temperaturumkehr und ähnlichen Erscheinungen sprechen könnte. Eine Ausnahme machen aber die absoluten Minima, die tatsächlich bei geeigneter Wetterlage auch bei geringen Höhenunterschieden und flachen Böschungen große Unterschiede zwischen Muldenboden und Hang zeigen und die für die Vegetation zweifellos von Bedeutung sind.

Der wesentlichste ökologische Faktor, der den unmittelbaren Grund für die Verschiedenheit der Vegetation am Albtrauf und der auf der Hochfläche gibt, ist der Boden.

Zwei Gesichtspunkte sind es, die das Verständnis für die Bodenbildung auf der Hochfläche eröffnen. 1. Das Ausgangsgestein ist überall Kalk, dem schwerer lösliche Beimischungen in wechselnden, aber im ganzen recht geringen Verhältniszahlen beigemischt sind (von 0,5 bis 8%). 2. Die Verkarstung bewirkt schon seit sehr langer Zeit eine Ausschaltung der oberflächlichen Abspülung, mindestens in den Mulden und auf den Kuppen. An den Hängen, die teilweise auch auf der „Hochfläche“ Böschungen bis zu 25% zeigen, ist auf ganz beschränktem Raume die Abspülung noch nicht ganz erloschen. Die Frage nach dem Alter der Verkarstung ist noch recht ungeklärt. Bestimmt hat sie nicht auf der ganzen Albtafel gleichzeitig eingesetzt, sondern zuerst in den von der alten Erosionsbasis im Südosten am weitesten entfernten Gebieten. Auch scheint Übereinstimmung darüber zu herrschen, daß der Ostflügel der Alb bei der Hebung dem Südwestflügel zunächst vorauseilte. Somit hätten wir gerade auf der Nordostalb die älteste Verkarstung. FRIESE (1933), welche die heute vorhandenen Karsthohlformen in ein System zu bringen sucht, kommt allerdings zu entgegengesetzten Vorstellungen. Auch über die Zeit der Entstehung der heutigen Talformen der Albhochfläche und ihrer Trockenlegung gehen die Ansichten noch auseinander. Viele Tatsachen sprechen aber für eine Zurückdatierung eines Teils dieser Täler mindestens bis ins frühe Tertiär. Ich nenne nur den Verlauf des Stubentales als Tangente zum miozänen Steinheimer Becken (LOTZE, 1930). Die eozänen Lehmeinschwemmungen in die Klüfte des oberen Weißjuras zeigen, daß die Verkarstung selbst auch schon sehr alt ist. Daß die Niederschläge, wenn sie einmal ihren Weg in die Tiefe gefunden haben, auch bei einer Steigerung der Niederschläge etwa im Diluvium nicht mehr oberirdisch abfließen, wird klar, wenn man sich die Natur dieser Klüfte ansieht, und wird auch durch die Tatsache bewiesen, daß die eiszeitlichen Wohnhöhlen sich nur in heute noch wasserführenden Tälern finden und die heutigen Trockentäler fast ausnahmslos meiden. Die Trockentäler haben ihr gleichsinniges Gefälle über diese ungeheuer lange Zeit hinweg deshalb halten können, weil sie fast alle periodisch für einige Stunden Wasser führen, wenn der Boden gefroren ist und dadurch für Schmelzwasser und Regen vorübergehend undurchlässig wird.

Die erste Phase der Bodenbildung auf Kalkstein ist wohl auf der ganzen Alb und bei jedem Böschungswinkel, der die Bildung von Humus erlaubt, die Kalkschwarze (Fleinsboden oder Renzina). Es sind AC-Böden, das heißt, die Humusschicht liegt direkt auf dem gewachsenen Gestein auf und ist stark durchsetzt mit kleineren oder größeren Kalkstückchen. Dabei kann der Boden eine recht bedeutende Mächtigkeit erreichen. STREMMER (1930) erwähnt ein Profil vom Plettenberg (auf Weißjura β), bei dem reine Renzina auf ebener Lage eine Tiefe von 55 cm erreicht. Auf der Ostalb habe ich eine derartige Mächtigkeit einer reinen Renzina nie gesehen. Vermutlich verhalten sich die mehr flächig verwitterten Bankkalke der β - und δ -Schichten anders als die unter der Bodenkrume sehr ungleichmäßig ausgewaschenen Massen-

kalke. Bei größerer Tiefe der Bodenschicht stellt sich auf Massenkalken ein brauner, ziemlich humusreicher Lehm unter der mit Kalkstückchen durchsetzten, mehr oder weniger mächtigen schwarzen Humusschicht ein. Das Anwachsen der Tiefe der Bodenschicht wird etwas verzögert durch die starke Verkarstung. Der Boden wird, wie FABER (1936) betont, zwar nicht oberflächlich abgeschwemmt, aber gerade bei ebener Lage in die Spalten des Untergrundes eingewaschen. Man hat den Eindruck, daß auf der Ostalb diese Spalten besonders zahlreich und schon besonders stark mit Lehm gefüllt sind. Das paßt gut zu der Vorstellung einer dort schon besonders lang bestehenden Verkarstung.

Diese Böden, auch die zuletzt genannten mit einer schon beginnenden Ausbildung eines B-Horizontes, enthalten noch Kalk und tragen den Kalkbuchenwald (*Fagetum calcareum*) in seinen verschiedenen Subassoziationen. Hat der Boden aber eine gewisse Tiefe erreicht, so bildet sich zwischen humusreicher Schicht und gewachsenem Fels eine dritte humusfreie Schicht aus, aus der auch die letzten Kalkpartikeln verschwunden sind, und die nur noch aus schwer löslichen Gesteinsrückständen besteht. Sie bilden eine durchlaufende, oft recht mächtige Schicht von Lehm unter dem Humus, eine ausgesprochene B-Schicht. Dieser Lehm ist wenigstens in seinen obersten Schichten steinfrei, ebenso wie der überlagernde Humus, oder aber enthalten beide Schichten stellenweise Feuersteinknollen und Bruchstücke von solchen. Das ist dort der Fall, wo Feuersteinknollen sich im Muttergestein fanden, besonders also im Albuch, aber keineswegs dort überall im gleichen Grade und keineswegs nur im Albuch.

Charakteristisch ist die Farbe des Lehms. In den unteren Lagen und besonders in den Klüften des Kalksteines ist dieser Lehm rot mit einer deutlichen Hinneigung zu orangefarbenen Tönen. Nach oben wird er heller gelblich bis gelblich-weiß, oder auch bräunlich, wenn ihm nämlich Humusstoffe reichlicher beigemischt sind, wie es überall auf den Äckern der Albhochfläche der Fall ist. HARRASSOWITZ (1926) nimmt an, daß diese Roterdeverwitterung die normale Kalkverwitterung auch in unserem heutigen mitteleuropäischen Klima ist, andere Bodenkundler betrachten alle Roterden als Überbleibsel tertiärer Verwitterungsrinden.

Da diese kalkfreien Lehm Böden die Wälder tragen, die hier untersucht werden sollen, habe ich aus jedem der untersuchten Bestände Bodenproben entnommen und ihren pH-Wert bestimmt. Dieser ist zwar sicher nicht der einzige für den Pflanzenwuchs maßgebende edaphische Faktor. Da das Muttergestein aber über das ganze Untersuchungsgebiet hin durchaus gleichartig ist, ergibt der Säuregrad des Bodens mindestens brauchbare Vergleichswerte, die auch über den so wesentlichen Kalkgehalt etwas aussagen. Es liegt kein Grund vor, zu bezweifeln, daß die Auswaschung des Kalkes mit einer allgemeinen Verarmung des Bodens an Nährsalzen Hand in Hand geht. Da diese pH-Werte sicherlich nach Jahreszeiten und Witterung stark wechseln, haben sie nur relativen Wert. Um wenigstens diesen sicherzustellen, wurden die hier

angegebenen Zahlen aus Bodenproben ermittelt, die innerhalb weniger Tage Anfang August 1937 während einer längeren Trockenperiode entnommen wurden.

Die pH-Bestimmungen wurden behelfsmäßig im Felde nach dem verbesserten Wheeryschen Tüpfelverfahren mit Farbindikatoren nach Tödt durchgeführt. (Bergmann, Berlin.) Eine Auswahl der gefundenen Werte, darunter ausnahmslos alle hier mitgeteilten, wurde dann mit dem Kapillar-Elektrometer (Georg Roeder) nachgeprüft bzw. verbessert. Als Vorlage wurde Essigsäure und in einigen Fällen Kaliumphosphat verwendet.* Die Werte wurden auf 2 Dezimalen abgelesen und dann auf 1 abgerundet.

Schon die überschlägige Untersuchung im Feld ergab die Tatsache, daß die pH-Werte sehr verschieden sind, je nach der Tiefe, in der die Proben entnommen wurden. Ich glaube, daß auf solchen ausgewaschenen Böden die übliche Entnahme in 10 cm Tiefe unter Umständen ein recht falsches Bild der tatsächlich für die Pflanzen der Krautschicht bzw. der Baumschicht wesentlichen Bodenverhältnisse geben kann. Grundsätzlich wurde deshalb die pH-Bestimmung mindestens an drei Punkten eines Bodenprofiles gemacht, nämlich in der humusreichen, stark durchwurzelten A-Schicht, in der humusfreien Lehmschicht und dann in der mir erreichbaren größtmöglichen Tiefe. Die absolute Tiefe der Probeentnahme ist also in den einzelnen Profilen nicht dieselbe, das wurde in Kauf genommen, um die für die Vegetation jeweils wesentlichen Daten zu erhalten.

Die pH-Bestimmung ergab, daß diese Lehm Böden alle mehr oder weniger versauert sind im Gegensatz zu den alkalischen oder neutralen Fleinsböden. Dabei schwanken bei den Lehm Böden die gefundenen Werte recht beträchtlich, nämlich von 6,6 bis 3,8.

Wie schon der Charakter des gesamten Pflanzenwuchses erwarten ließ, fanden sich die sauersten Waldböden im Albuch in größter Verbreitung, während gegen Südwest zur mittleren Alb und auch gegen Südost zur Donau hin die sauren Waldböden rasch an Säuregrad und Verbreitung gegenüber den kalkreicheren Böden abnehmen. Es ist schon früher (HAUFF, 1936) betont, daß das nicht auf klimatische Verhältnisse und auch nicht auf Besonderheiten der Waldnutzung zurückzuführen ist.

Das Verfahren, das bei der soziologischen Aufnahme der Waldgesellschaften angewandt wurde, war folgendes:

Es wurden grundsätzlich in dem oben umgrenzten Untersuchungsgebiet alle erreichbaren hiebsreifen, d. h. etwa 80- bis 100jährigen Buchenbestände untersucht und aufgenommen, bei denen der Boden oberflächlich und bis zu einer Tiefe von 10 cm keine größeren oder kleineren Kalkstückchen enthielt und mit 30%iger Salzsäure keine Spur von Aufbrausen zeigte. Bei der meist sehr gleichförmigen und verhältnismäßig artenarmen Begleitflora war dieses umständliche Verfahren in diesem

* Diese pH-Bestimmungen konnten durch besonderes Entgegenkommen von Herrn Professor HAFFNER und Herrn Apotheker Dr. SCHULTZ im pharmakologischen Institut der Universität Tübingen ausgeführt werden.

besonderen Falle gut durchführbar. Aus dem gleichen Grunde wurde verzichtet auf eine genaue Abgrenzung der Untersuchungsfläche, sondern jeweils etwa 2 bis 300 qm aufgenommen. Dann wurden in der oben angegebenen Weise die Bodenproben zur pH-Bestimmung entnommen. Einzelne Moospolster und größere Pflanzenrasen, unter denen sich bekanntlich die Säureverhältnisse anders gestalten als in der unmittelbaren Umgebung, wurden dabei gemieden. Es wurden möglichst vegetationsfreie, nur mit Humus und Fallaub bedeckte Stellen zum Graben die Probelöcher ausgewählt.

Die so gewonnenen Aufnahmen wurden dann, geordnet nach dem Säuregrad, in einer Tabelle zusammengestellt. Ich erhielt so allerdings zunächst keine scharf begrenzten Assoziationen oder Subassoziationen, wie man sie z. B. zum Kartieren braucht, sondern eine ökologische Reihe, geordnet nach edaphischen Gesichtspunkten, genauer nach dem Säuregrad des Bodens. Die Tabelle I (Seite 58) gibt einen Überblick über die so gewonnenen Ergebnisse. Um eine Überlastung dieser Tabelle zu vermeiden, wurden nach Pflanzenbestand und Boden sehr ähnliche andere Aufnahmen jeweils ausgelassen. Eine vollständige Liste der in diesen anderen Aufnahmen auf kalkfreien Lehmböden noch vereinzelt gefundenen Pflanzen folgt in Tabelle II (Seite 64).

Die Tabelle I ist also in einer vom üblichen Verfahren etwas abweichenden Art zusammengestellt. Wenn sich trotzdem recht klar einzelne Subassoziationen erkennen lassen, so ist das ein guter Beweis für die ausschlaggebende Bedeutung ökologischer Faktoren für das Zusammentreten der Glieder einer Pflanzengesellschaft. Dabei wurde bewußt der Zirkelschluß vermieden, der darin liegt, daß man sich Charakterarten zurechtlegt und nach ihrem Fehlen oder Vorhandensein seine Probestellen im Felde aussucht.

Betrachtet man diese Listen, so fällt zunächst die Artenarmut der einzelnen Pflanzenbestände auf. Sie enthalten durchschnittlich 12 bis 15 Arten gegenüber durchschnittlich 30 bis 40 Arten, die sich in gleich großen Aufnahmen des Kalkbuchenwaldes finden. Das ist eine Erscheinung, die allgemein beobachtet wird, da wo der Buchenwald auf kalkarmem Boden steht, HUECK (1936) spricht deshalb direkt vom artenarmen Buchenwald im Gegensatz zum Kalkbuchenwald. Trotzdem ist der Deckungsgrad der Feldschicht meist ein recht hoher.

Um mich im folgenden kurz ausdrücken zu können, bezeichne ich als „schwach sauer“ die Böden mit den pH-Werten über 4,9 (in 10 cm Tiefe) (Aufnahmen 1—7 in Tabelle I), als „mäßig sauer“ die von 4,8—4,3 (Aufnahmen 8—16) und als „stark sauer“ die unter 4,3 (Aufnahmen 17—22).

Die Gräser und Kräuter der Feldschicht sind so angeordnet, daß zunächst eine Reihe von Pflanzen kommt, die in sämtlichen Aufnahmen durch alle Säuregrade hindurch sich ziemlich regelmäßig und mit ansehnlichen Deckungsgraden finden. Es sind dies: *Luzula nemorosa*, *Lathyrus montanus*, *Aspidium filix mas*, *Luzula pilosa*, *Majanthemum bifolium*, *Melampyrum pratense* und *Oxalis acetosella*. Mit Ausnahme

Tabelle I. Die kalkarmen Buchenwälder

	Übergangsform						
	1	2	3	4	5	6	7
Nummer der Aufnahme	590	620	680	660	765	620	660
Meereshöhe	2	5	7	0	5	2	0
Neigung in Graden	SO	W	S	—	N	SO	—
Auslage							
pH-Werte in der Tiefe von 2 cm	7,2	6,5	6,4	6,0	5,8	5,8	5,3
5 cm	—	—	—	—	—	—	—
10 cm	6,0	6,0	6,0	5,8	5,6	5,5	4,9
20 cm	6,3	6,3	6,8	—	—	—	—
40 cm	7,1	—	7,2	6,8	7,0	—	5,2
80 cm	—	7,2	—	—	—	7,6	—
Untergrund	W ϵ	W ζ	W ϵ	W ϵ	W δ	W ζ	W δ
Baum-schicht: Deckungsgrad %	100	100	100	90	100	90	90
M <i>Fagus sylvatica</i> L.	4	5	5	3	5	3-4	3
M <i>Quercus robur</i> L.	1	—	—	1	+	1	1
N <i>Betula pubescens</i> u. <i>verrucosa</i> EHRH.	—	—	—	—	—	—	+
M <i>Carpinus betulus</i> L.	1j.	—	—	+j.	—	1j.	1j.
Strauch-schicht: Deckungsgrad %	10	15	10	20	15	20	10
<i>Fagus sylvatica</i> L.	1	1-2	1	2	1-2	1	1
<i>Quercus robur</i> L.	—	—	—	+	—	—	—
<i>Betula pubescens</i> u. <i>verrucosa</i> EHRH.	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carpinus betulus</i> L.	1	—	—	—	—	—	+
M <i>Fraxinus excelsior</i> L.	—	—	+	1	—	—	—
M <i>Acer campestre</i> L.	+	—	—	—	—	+	+
M <i>Rosa arvensis</i> HUDS.	—	—	—	—	1	1	1
M <i>Crataegus species</i>	+	+	+	—	+	+	+
N <i>Sorbus aucuparia</i> L.	—	—	—	+	+	—	+
N <i>Rubus Idaeus</i> L.	—	—	—	+	+	1	—
N <i>Rhamnus frangula</i> L.	—	—	—	—	—	—	—
M <i>Lonicera xylosteum</i> L.	—	—	—	+	1	+	—
Kraut-schicht: Deckungsgrad %	60	30	50	40	60	40	80
Gruppe A.							
Acidophile Charakterpflanzen des kalkarmen Buchenwaldes.							
S <i>Luzula nemorosa</i> E. MEYER	1	1-2	1	+	+	1	1
M <i>Lathyrus montanus</i> BERNHARDI ..	+	+	+	+	+m.	+	+
N <i>Majanthemum bifolium</i> SCHMIDT ..	+	—	+	—	+	—	+
N <i>Melampyrum pratense</i> L.	—	—	—	—	—	+m.	+m.
Begleiter:							
N <i>Aspidium filix mas</i> SW.	—	—	—	+	—	—	+
N <i>Oxalis acetosella</i> L.	—	1	1	1	1-2	1	1
N <i>Luzula pilosa</i> WILLD.	+	—	—	—	—	+	+

der Ostalb. (Hinsichtlich der Abkürzungen siehe S. 97.)

Typischer kalkarmer Buchenwald										Stark versauerte Form					
8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18	19	20	21	22
720	630	680	720	700	700	680	690	600		660	680	680	660	710	700
2	2	7	0	2	5	10	2	0		5	0	0	0	0	5
S	N	O	—	W	W	S	SO	—		W	—	—	—	—	W
5,4	5,3	5,3	5,0	4,7	4,9	5,3	4,8	4,7		4,1	4,1	4,0	3,8	3,8	3,8
5,2	—	—	4,8	4,5	—	4,1	4,2	—		4,2	4,0	—	4,0	3,8	4,0
4,8	4,7	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3		4,3	4,3	4,3	5,0	4,3	4,2
4,6	5,5	—	4,5	—	—	4,6	6,3	—		—	—	—	5,5	4,6	—
—	—	4,7	5,3	4,6	—	—	—	4,4		—	—	—	—	—	4,5
6,2	—	—	6,7	—	—	6,6	—	5,0		—	5,7	—	—	—	—
W _ζ	W _ζ	W _ε	W _ζ	W _ε		W _ε	W _ε	W _ε	W _ε	W _ζ	W _ε				
100	100	100	90	100	90	100	100	100		90	90	60	90	80	90
5	5	4	5	5	5	5	4	5		4	4	4	4	3	4
—	1	1	—	—	—	—	1	—		1	1	—	—	1	1
—	—	1	—	+	—	+	1	+		—	—	—	1	1	—
—	—	+	—	—	—	—	—	—		—	—	—	+	—	—
0	10	5	2	0	5	0	0	0		5	5	10	5	0	0
—	1-2	1	+	—	1-2	—	—	—		1	1	1-2	+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	+	—	—	—	—	—	—		+	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		+	+	—	+	—	—
—	—	—	+	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		+	—	—	+	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
50	75	90	75	75	90	50	40	40		80	80	60	60	75	75
—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
1-2	1	1-2	1-2	1	+	1	1	+		2	1	1	+	2	1-2
—	—	—	+	—	—	—	—	+		—	1	—	1	—	—
—	—	1	+	—	—	—	—	1		+	—	+	—	1	—
—	—	—	+m.	—	—	—	+m.	—		+	—	—	—	—	—
+	1	—	1	1	1	+	+	1		—	—	—	—	+	+
2gr.	1	2	1	1	1	1	2gr.	—		—	—	—	—	+	—
+	+	—	+	+	—	—	+	+		—	—	—	—	+	—

[Noch Tabelle I. Die kalkarmen

	Übergangsform						
	1	2	3	4	5	6	7
Nummer der Aufnahme	590	620	680	660	765	620	660
Meereshöhe	2	5	7	0	5	2	0
Neigung in Graden	SO	W	S	—	N	SO	—
Auslage							
pH-Werte in der Tiefe von 2 cm	7,2	6,5	6,4	6,0	5,8	5,8	5,3
5 cm	—	—	—	—	—	—	—
10 cm	6,0	6,0	6,0	5,8	5,6	5,5	4,9
20 cm	6,3	6,3	6,8	—	—	—	—
40 cm	7,1	—	7,2	6,8	7,0	—	5,2
80 cm	—	7,2	—	—	—	7,6	—
Untergrund	W ϵ	W ζ	W ϵ	W ϵ	W δ	W ζ	W δ
Gruppe B.							
Stärker acidophile Pflanzen, die das Fagetum calcareum völlig meiden.							
Bi <i>Carex brizoides</i> L.	—	—	—	—	—	—	—
N <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—
M <i>Lysimachia nemorum</i> L.	—	—	—	—	—	—	—
N <i>Phegopteris dryopteris</i> FÉE	—	—	—	—	—	—	—
Gruppe C.							
Flachwurzelnnde Pflanzen des Fagionverbandes.							
N <i>Milium effusum</i> L.	1	+	1	+	2	1-2	2
Bg <i>Poa Chaixii</i> VILLARS	1	—	—	1	+	1	2
N <i>Asperula odorata</i> L.	1	—	1	1	1-2	1	2gr.
N <i>Anemone nemorosa</i> L.	+	—	+	+	+	+	+
N <i>Viola silvestris</i> LMK.	+	—	1	—	+	+	+
M <i>Carex silvatica</i> HUDS.	1	+	1	—	—	—	+
Bg <i>Polygonatum verticillatum</i> ALLIONI	+	—	+	—	+	—	—
Bg <i>Prenanthes purpurea</i> L.	—	—	+	+	—	—	+
M <i>Hieracium Sabaudum</i> L.	—	—	—	—	—	—	+
N <i>Epilobium montanum</i> L.	—	—	—	—	+	—	+
M <i>Stellaria holostea</i> L.	—	+	—	—	—	+	—
N <i>Stachys silvaticus</i> L.	+	—	—	+	+	—	—
N <i>Aspidium spinulosum</i> SW.	—	—	—	+	—	+	—
N <i>Aspidium filix femina</i> L.	—	—	—	+	+	—	—
M <i>Ajuga reptans</i> L.	—	—	+	—	—	+	—
Gruppe D.							
Pflanzen des Fagionverbandes mit tieferem Wurzelsystem.							
M <i>Hordeum Europaeum</i> ALL.	+	—	2	—	2	—	1
NBi <i>Lathyrus vernus</i> BERNHARDI	+	+	—	+	1	+	—
M <i>Phyteuma spicatum</i> L.	—	—	+	—	+	+	+
M <i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	—	+	—	—	+	+	+

Buchenwälder der Ostalb.]

Typischer kalkarmer Buchenwald									Stark versauerte Form					
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
720	630	680	720	700	700	680	690	600	660	680	680	660	710	700
2	2	7	0	2	5	10	2	0	5	0	0	0	0	5
S	N	O	—	W	W	S	SO	—	W	—	—	—	—	W
5,4	5,3	5,3	5,0	4,7	4,9	5,3	4,8	4,7	4,1	4,1	4,0	3,8	3,8	3,8
5,2	—	—	4,8	4,5	—	4,1	4,2	—	4,2	4,0	—	4,0	3,8	4,0
4,8	4,7	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	5,0	4,3	4,2
4,6	5,5	—	4,5	—	—	4,6	6,3	—	—	—	—	5,5	4,6	—
—	—	4,7	5,3	4,6	—	—	—	4,4	—	—	—	—	—	4,5
6,2	—	—	6,7	—	—	6,6	—	5,0	—	5,7	—	—	—	—
W _ε	W _ζ	W _ε	W _ζ	W _ε	W _ε	W _ε	W _ε	W _ε	W _ζ	W _ε				
2	—	3	+	3-4	3	2	—	—	+	—	+	1	+	—
+	—	+	—	+	—	—	—	—	3	5	4	4	3	3-4
+	+	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1gr.	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
+	1	1	2	+	1	+	1	1	—	—	—	—	—	—
+	1	1	2	+	—	1	1	+	—	—	—	—	—	—
+	1	1	1gr.	+	+	+	+	1	—	—	—	—	—	—
—	1	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
—	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+	—	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+m.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—
+	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[Noch Tabelle I. Die kalkarmen

	Übergangsform						
	1	2	3	4	5	6	7
Nummer der Aufnahme	590	620	680	660	765	620	660
Meereshöhe	2	5	7	0	5	2	0
Neigung in Graden	SO	W	S	—	N	SO	—
Auslage							
pH-Werte in der Tiefe von 2 cm	7,2	6,5	6,4	6,0	5,8	5,8	5,3
5 cm	—	—	—	—	—	—	—
10 cm	6,0	6,0	6,0	5,8	5,6	5,5	4,9
20 cm	6,3	6,3	6,8	—	—	—	—
40 cm	7,1	—	7,2	6,8	7,0	—	5,2
80 cm	—	7,2	—	—	—	7,6	—
Untergrund	W ϵ	W ζ	W ϵ	W ϵ	W δ	W ζ	W δ
Bi <i>Galium silvaticum</i> L.	1	—	—	+	—	+	—
M <i>Asarum Europaeum</i> L.	+	—	—	1gr.	—	1	—
M <i>Canpanula trachelium</i> L.	+	—	+	+	—	+	—
N <i>Poa nemoralis</i> L.	—	—	+	1	—	+	—
M <i>Bromus asper</i> L.	+	—	+	1	—	—	—
S <i>Carex umbrosa</i> HOST.	—	—	—	—	—	+gr.	+
N <i>Hieracium murorum</i> L.	—	—	—	—	+	+	—
M <i>Mercurialis perennis</i> L.	—	—	+	—	1gr.	—	—
N <i>Scrophularia nodosa</i> L.	—	—	+	—	—	—	+
M <i>Lamium galeobdolon</i> CRANTZ	+	—	—	—	—	—	+
N <i>Vicia sepium</i> L.	+	—	—	—	—	—	+
N <i>Fragaria vesca</i> L.	+	—	—	+	—	—	+
N <i>Paris quadrifolius</i> L.	—	—	—	—	+	—	—
M <i>Sanicula Europaea</i> L.	—	—	—	—	+	—	—
Fagussämlinge	+	—	—	2	—	1-2	1
Sämlinge anderer Waldbäume	—	—	—	—	Frax.	Frax.	Frax.
					+	1	+
Moosschicht: Deckungsgrad %	5	0	1	0	1	0	1
<i>Polytrichum formosum</i> HEDW.	1	—	+	—	—	—	+
<i>Dicranum scoparium</i> L.	1	+	+	—	1	—	—
<i>Catharinea undulata</i> L.	+	—	—	+	+	—	+
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	—	—	+	+	—	+	+
<i>Hypnum Schreberi</i>	—	—	—	—	—	+	—

Die Aufnahmen in Tabelle I stammen von folgenden Orten:

1: Filde, 4 km südöstlich Westerstetten. — 2: Sachsenhardt, 2,5 km südlich Sontheim im Stubental. — 3: Linsemer, 2,1 km westlich Rötenbach. — 4: Ziegelwald, 3,4 km westlich Stubersheim. — 5: Nördlich Widderstall, 3,2 km östlich Hohenstadt. — 6: Beim Neuburger Hof, 3 km südlich Gussenstadt. — 7: Eichhölzle, 2,5 km nordöstlich Türkheim. — 8: Rücken Kolmanswald, 3 km südwestlich Bartholomä. — 9: Sallenau, 3,5 km nordöstlich Gerstetten. — 10: Unterwehrenfeld, 2,6 km südöstlich Lauterburg. — 11: Leispel, 2,2 km östlich Weißen-

Tabelle II. Vereinzelte Arten.

Die folgenden Arten wurden vereinzelt in den hier geschilderten Wäldern außerhalb der in Tabelle I zusammengestellten Aufnahmen beobachtet:

a) An Waldrändern:

N	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	N	<i>Rubus fruticosus</i> L.
N	<i>Agrostis vulgaris</i> WITH.	N	<i>Potentilla silvestris</i> NECKER
M	<i>Holcus mollis</i> L.	M	<i>Trifolium medium</i> L.
N	<i>Aera flexuosa</i> L.	M	<i>Hypericum pulchrum</i> L.
N	<i>Festuca ovina</i> L.	N	<i>Epilobium angustifolium</i> L.
N	<i>Nardus stricta</i> L.	N	<i>Calluna vulgaris</i> SALISBURY
N	<i>Convallaria majalis</i> L.	M	<i>Stachys officinalis</i> TREVIS.
N	<i>Corylus avellana</i> L.	N	<i>Veronica officinalis</i> L.
NBi	<i>Alnus incana</i> MOENCH	N	<i>Solidago virga aurea</i> L.
N	<i>Rumex acetosella</i> L.	S	<i>Senecio Fuchsii</i> DURAND
N	<i>Ranunculus auricomus</i> L.	M	<i>Senecio viscosus</i> L.

b) An feuchten Stellen:

N	<i>Equisetum silvaticum</i> L.	N	<i>Stellaria media</i> VILLARS
N	<i>Molinia caerulea</i> MOENCH	N	<i>Geum urbanum</i> L.
N	<i>Aera caespitosa</i> L.	M	<i>Hypericum humifusum</i> L.
M	<i>Carex muricata</i> L.	M	<i>Circaea lutetiana</i> L.
M	<i>Carex remota</i> L.	M	<i>Scrophularia alata</i> GILIB.
N	<i>Juncus conglomeratus</i> L.	S	<i>Knautia silvatica</i> DUBY
N	<i>Stellaria uliginosa</i> MURR.	N	<i>Gnaphalium silvaticum</i> L.
N	<i>Ranunculus repens</i> L.		

c) Im Innern der Bestände (besonders in der kalkbuchenwaldähnlichen Subassoziation):

M	<i>Brachypodium silvaticum</i> R.	N	<i>Pirola rotundifolia</i> L.
M	<i>Melica uniflora</i> RETZIUS	N	<i>Pirola minor</i> L.
N	<i>Moehringia trinervis</i> CLAIRV.	M	<i>Vinca minor</i> L.
M	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	N	<i>Veronica chamaedrys</i> L.
M	<i>Cardamine impatiens</i> L.	N	<i>Hieracium vulgatum</i> FRIES
M	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	N	<i>Hieracium umbellatum</i> L.
M	<i>Tilia cordata</i> MILLER	Bg	<i>Astrantia major</i> L.
N	<i>Daphne mezereum</i> L.	M	<i>Lactuca muralis</i> FRESENIUS

des Farns und des Sauerklee, die auch im *Fagetum calcareum* sich häufig finden, können sie als Charakterpflanzen der Buchenwälder der kalkfreien Lehmböden der Alb gelten. Ähnlich verhalten sich unter den Moosen *Polytrichum formosum* und *Dicranum scoparium*. Im folgenden nenne ich diese Pflanzen die Gruppe A.

Die Gruppe B enthält Arten, die nur bei mäßiger und starker Versauerung vorkommen, aber den schwach versauerten Böden fehlen, nämlich vor allem *Carex brizoides* und *Vaccinium myrtillus*.

Die Gruppe C umfaßt die Pflanzen der Feldschicht, die zwar die allersauersten Böden meiden, bei schwach sauren und mäßig sauren Böden aber sowohl hinsichtlich des Deckungsgrades wie der Konstanz eine wesentliche Rolle spielen. Ich nenne besonders *Milium effusum*, *Asperula odorata*, *Poa Chaixii* und *Viola silvestris* (als Art). Sie finden sich sämtlich auch im Kalkbuchenwald.

Zum Schlusse folgt eine umfangreichere Liste von Pflanzen, die dem Kalkbuchenwald angehören (Gruppe D). Sie finden sich, wenn auch meist nur spärlich und mit offensichtlich verminderter Vitalität, auf schwach versauerten Böden, während sie bei höheren Säuregraden völlig verschwinden.

Wenn man nun das von FABER (1936) angewandte Verfahren der Abtrennung von Subassoziationen nach dem Vorhandensein von Sammeldifferenzialarten und Sonderdifferenzialarten überträgt auf die Buchenwälder des kalkfreien Bodens, so lassen sich die Abnahmen zwanglos in drei Gruppen einteilen, die natürlich genau den Abstufungen der Versauerung entsprechen, aber auch in ihrem Pflanzenbestand sich deutlich gegeneinander abgrenzen.

1. Die erste dieser Subassoziationen (im Sinne BRAUN-BLANQUETS) enthält eine ganze Reihe von Pflanzen des *Fagetum calcareums* (Aufnahmen 1 bis 7). Daneben treten schon mit großer Vollständigkeit die ausgesprochen säureliebenden Charakterpflanzen des kalkarmen Buchenwaldes auf. Es sind also vertreten die Gruppen A, C und D, es fehlt die Gruppe B. Nach den Grundsätzen der Pflanzensoziologie könnte man diese Subassoziation als Übergangsform zum Kalkbuchenwald oder zum kalkarmen Buchenwald zählen, je nachdem die Gruppe A oder C und D überwiegt.
2. Die zweite Subassoziation (Aufnahmen 8 bis 16) hat von den Pflanzen des *Fagetum calcareum* nur noch eine ganz bestimmte Auswahl, nämlich die ausgesprochen flach wurzelnden Gräser und Kräuter, die als Gruppe C in der Tabelle zusammengefaßt sind. Daneben treten die säureliebenden Pflanzen der Gruppen A und B. Die tiefwurzelnden Pflanzen des Kalkbuchenwaldes (Gruppe D) fehlen.
3. Bei der dritten Subassoziation (Aufnahmen 17 bis 22) fehlen sämtliche Pflanzen des Kalkbuchenwaldes; sie setzt sich zusammen nur aus den säureliebenden Pflanzen der Gruppen A und B.

Es wird unten ausgeführt werden, daß diese drei Subassoziationen sich auch habituell und hinsichtlich ihres Bodenprofils gut gegeneinander abgrenzen lassen.

Wie soll man nun diese Wälder benennen? Der habituelle, floristische und ökologische Unterschied gegenüber dem Kalkbuchenwald (*Fagetum calcareum*) ist immerhin so groß, daß es sich empfiehlt, die drei hier behandelten Subassoziationen als eine eigene Assoziation (im Sinne BRAUN-BLANQUETS, FABERS und FEUCHTS) dem *Fagetum calcareum* gegenüberzustellen, mit den Charakterarten *Luzula nemorosa*, *Lathyrus montanus*, *Majanthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *Polytrichum formosum*. Diese Assoziation, die natürlich dem Fagionverband angehört, ist in letzter Zeit oft geschildert worden, und zwar aus allen Teilen Deutschlands, der Schweiz, sowie aus England. MARKGRAF (1932) nennt sie „Luzula albida-Buchenwald“, RÜBEL (1932) „Fagetum ericaceosum“,

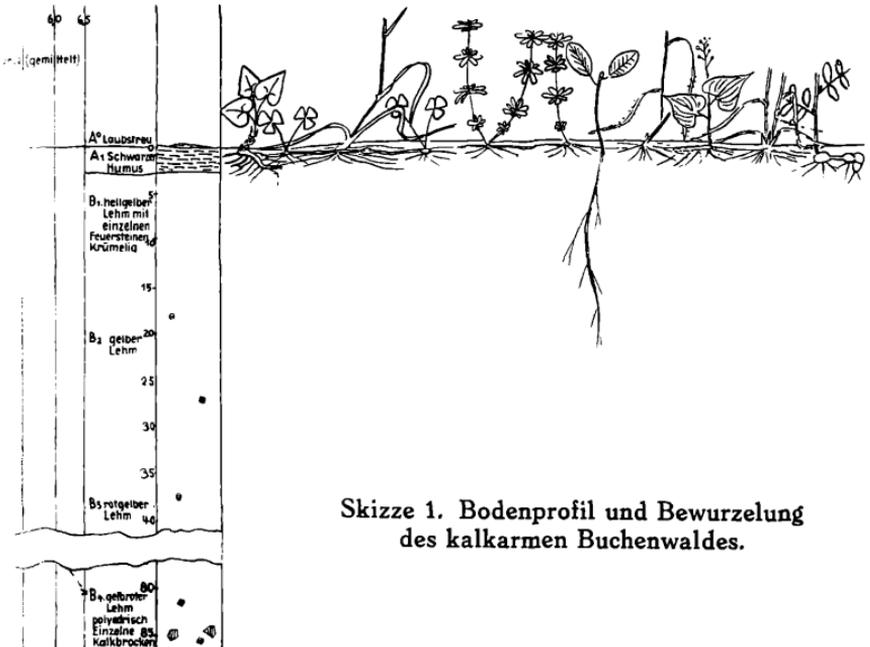
LÜDI (1934) „*Fagetum calcareum maturatum*“, KAREL (1932) für die Tschechoslowakei „*Fagetum spurium*“, TANSLEY (1932) für England „Plateau Beechwood“. Ein Vergleich der Pflanzenlisten dieser Autoren mit der für die Alb gewonnenen zeigt weitgehende Übereinstimmung. Es handelt sich höchstens um verschiedene geographische Variationen. Es steht also eine reiche Auswahl an Namen zur Verfügung. Nur um eine Übereinstimmung mit der von FABER (1933 und 1936) für das württembergische Unterland und den Albtrauf eingeführten Nomenklatur zu erreichen, werde ich im folgenden den Ausdruck „kalkarmer Buchenwald“ (*Fagetum eluviale*) für die hier dargestellte Assoziation gebrauchen. Sie gliedert sich für die Alb in drei Subassoziationen, die kalkbuchenwaldähnliche (*Fagetum eluviale intermedium*), die typische (*Fagetum eluviale typicum*) und die heidelbeerreiche (*Fagetum eluviale myrtilletosum*).

1. Der typische kalkarme Buchenwald (Aufnahmen 8—16).

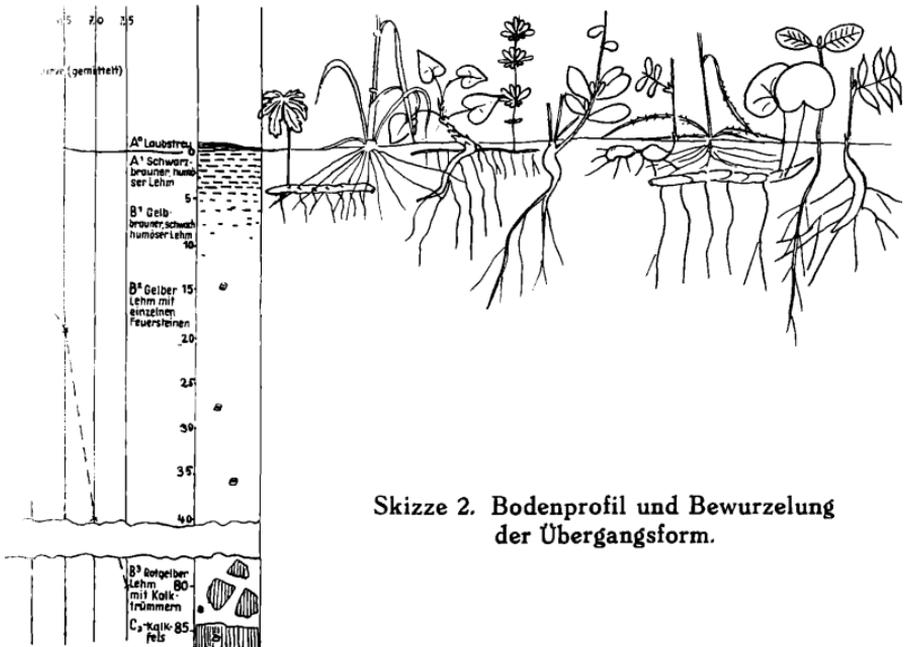
a) Das Bodenprofil. (Vgl. Skizze 1.)

Die Laubstreu ist ziemlich geschlossen und unten gut zersetzt. Eine Rohhumusbildung, die diesen Namen wirklich verdient, habe ich nie gesehen. Unter der Laubstreu folgt eine 1 bis 4 cm mächtige schwarze Humusschicht, die von Regenwürmern gut aufgelockert und durchlüftet ist. Ihr pH-Wert schwankt zwischen 4,7 und 5,4. Sie ist sehr stark durchwurzelt, so daß sich vielfach die ganze Kraut- und Grasschicht als ein zusammenhängender Rasen mühelos abheben läßt. Darunter folgt mit ganz scharfer Grenze gelblicher Lehm. Er ist kleinkrümelig und recht locker. Nach unten ändert sich seine Farbe ganz allmählich in gelbrot bis orange. Diese untersten Schichten zeigen deutliche Polyederstruktur. Der pH-Wert nimmt innerhalb des Lehmes bis zur Tiefe von etwa 10 bis 15 cm ab. Dort erreicht er die Werte 4,3 bis 4,8 und nimmt dann wieder, zuerst langsam, dann rascher zu. Der Lehm enthält oft haselnuß- bis faustgroße Trümmer von Feuerstein in wechselnder Beimischung. Der Anteil dieses Bodenskelettes an der Gesamtbodenmenge kann variieren zwischen 0 und 95% (geschätzt), ohne daß die Vegetation sich dadurch ändert.

Die Mächtigkeit dieser Lehmschicht konnte nicht in allen Fällen sicher festgestellt werden. Wo es möglich war, betrug sie 50 bis 120 cm. Der liegende Kalkfels ist oben stark verwittert, so daß ihm ein dicker Mantel von Kalkbrocken aufliegt. Der gewachsene Fels zeigt Spalten und Risse, die mit Lehm gefüllt sind. So können die Buchenwurzeln bis zu einer Tiefe von 2 m oder mehr bequem eindringen. Der Lehm zwischen dem Kalk ist tief gelbrot, schmierig und hat einen pH-Wert von 6,5 bis 7,5. Wenn auch ein deutlich abgegrenzter Ausbleichungshorizont den Böden dieser Wälder (im Gegensatz zu vielen Eichen-Birken-Wäldern und Fichtenwäldern des Albuchs) fehlt, so ist doch der Farbunterschied und namentlich der pH-Unterschied zwischen der oberen und unteren Lehmschicht ganz erheblich. Wenn man sie klassifizieren will, so sind diese Böden als degradierte Braunerdeböden anzusprechen.



Skizze 1. Bodenprofil und Bewurzelung des kalkarmen Buchenwaldes.



Skizze 2. Bodenprofil und Bewurzelung der Übergangsform.

Die schwach und mäßig sauren Lehmböden der Alb zeigen ausnahmslos einen recht eigenartigen Verlauf der pH-Kurve innerhalb der einzelnen untersuchten Profile. Wie oben schon angeführt, hat die oberste Humusschicht durchweg einen höheren pH-Wert als die unmittelbar darunter folgende humusarme Lehmschicht. Innerhalb dieser Lehm-

schicht nehmen die Werte nach unten zu, bis am gewachsenen Boden Werte von 7 oder mehr erreicht werden. Genau denselben Verlauf hat TANSLEY (1932) bei den ganz ähnlich aus Verwitterung von Kalk hervorgegangenen Lehmen der Plateau Beechwoods der Chilterns Hills und der South Downs festgestellt, nämlich bei den schwach sauren Böden ein Absinken von 5,5 auf 4,8 vom Humus zum Lehm und bei den mäßig sauren von 5,0 auf 4,5. Der geringere Säuregrad der Humusschicht ist zweifellos auf die ausgleichende Wirkung des Buchenfallaubes zurückzuführen, das von Bäumen stammt, die mit ihren Wurzeln bis in sehr kalkreiche Schichten, d. h. mindestens in den allermeisten Fällen bis auf den gewachsenen Kalkfels hinunterreichen. Diese Feststellung, die z. B. auch GRADMANN (1936) hervorhebt, ist wesentlich zur Beurteilung der Frage einer etwaigen weiteren natürlichen Degradation dieser Böden, wie sie die Sukzessionslehre annehmen muß.

b) Der Habitus. (Vgl. Abb. 1.)

Der Wald ist ein schöner Hallenwald mit gutem Kronenschluß. In der Baumschicht dominiert die Rotbuche unbedingt. Daneben kommt ziemlich häufig die Eiche (nur *Quercus robur*) und etwas seltener die Birke (*Betula verrucosa* und *pubescens*) in einzelnen Exemplaren vor, letztere hauptsächlich in Randpartien. Ahorn und Eschen fehlen. Die Hagbuche kommt nur ganz vereinzelt vor. Im Gegensatz zu den glatten Stämmen des Kalkbuchenwaldes zeigen die Rotbuchenstämme hier einen dichten Besatz von Flechten, meist ohne erkennbaren Einfluß der Exposition. Es handelt sich um:*

<i>Cetraria glauca</i>	<i>Everina prunastri</i>
<i>Parmelia cetrarioides</i>	<i>Usnea hirta</i>
<i>Parmelia physodes</i> f. <i>pinnata</i>	<i>Cladonia cenotea</i>
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Cladonia digitata</i>
<i>Parmelia fuliginosa</i> var. <i>glabrata</i>	<i>Cladonia coniocraea</i>
<i>Ramalina farinacea</i>	

und um die Moose: *Homolothecium sericeum* und *Ptilidium pulcherrimum*. In dieser Liste sind naturgemäß montane Arten enthalten.

Ob die Zusammensetzung der Baumschicht den ursprünglichen Verhältnissen entspricht oder künstlich durch die Forstwirtschaft herbeigeführt ist, darüber ist später noch zu sprechen.

Im höchsten Grade charakteristisch ist der Umstand, daß die Strauchschicht fast völlig fehlt. Selbst der Rotbuchennachwuchs ist stark unterdrückt, obwohl ein- bis zweijährige Sämlinge fast immer reichlich vorhanden sind. *Sorbus aucuparia* kommt ebenfalls vereinzelt vor, erreicht aber nie auch nur die Höhe eines Meters. Es ist der Lichtmangel, der in diesen typischen Dunkelschlägen dem Nachwuchs das Hochkommen schwer macht. Wird ein Samenschlag durchgelegt, so ist stets sofort der gewünschte Erfolg da.

* Für die freundliche Bestimmung der Flechten bin ich Herrn Dr. STEINER (Stuttgart) besonderen Dank schuldig.



Abb. 1. Buchenwald am Südhang des Kolmanswaldes südlich Bartholomä (vgl. Aufnahme 14 von Tabelle I). Stämme der Rotbuchen (Bonität III) mit Flechten bedeckt. Kein Unterholz. Bodenschicht Gräser (*Carex brizoides* und *Milium*).

(Die photographischen Aufnahmen verdanke ich Herrn Studienrat Kapif, Geislingen.)

Beobachtungen, die PACZOSKI (1934) im Urwald von Bialowiesh angestellt hat, zeigen, daß solche etwa gleichaltrigen Bestände mit scheinbar mangelndem Nachwuchs nicht unbedingt Kunstprodukte zu sein brauchen. Der Nachwuchs sei ständig da, sterbe aber ab, wenn sich nicht durch Absterben eines alten Stammes eine Lücke öffnet. So herrsche ein inneres Gleichgewicht zwischen alter und junger Generation in diesen urwüchsigen Laubwäldern.

Das fast völlige Fehlen der Strauchschicht ist wohl zum Teil auch auf die Eigenart des Bodenprofils zurückzuführen, bei dem auf eine verhältnismäßig dünne nährstoffreichere Humusschicht eine sehr nährstoffarme Schicht folgt, während in der Reichweite der Baumwurzeln die Verhältnisse wieder viel günstiger werden. Jedenfalls ist dieser Zug äußerst bezeichnend gegenüber der guten Entwicklung der Strauchschicht in sämtlichen Subassoziationen des Kalkbuchenwaldes.

Hervorzuheben ist weiter das starke Vorherrschen von Gräsern in der Krautschicht. Diese ist in nicht gelichteten alten Beständen zu 30 bis 60% geschlossen. Da, wo in ungleichalterigen Beständen oder in der Nachbarschaft von alten Fichtenbeständen die Lichtverhältnisse ungünstiger werden, kann ihr Deckungsgrad bis auf einige Prozent sinken. (HAUFF, 1936.) Sie setzt sich zusammen aus acidophilen Arten, aber regelmäßig auch aus Arten des Fagionverbandes, die nicht als solche gelten. Ich nenne als wichtigste: *Milium effusum*, *Asperula*

odorata, *Viola silvestris*. Andere sonst sehr häufige Arten des Fagionverbandes, wie *Phyteuma spicatum*, *Campanula trachelium*, *Mercurialis perennis*, *Asarum europaeum*, *Galium silvaticum* fehlen dagegen. Dieses verschiedene Verhalten zweier Pflanzengruppen, die sonst als ökologisch gleichwertig gelten, geht wohl auf die verschiedene Bewurzelung zurück. Sämtliche Pflanzen der Krautschicht halten sich im kalkarmen Buchenwald der Alb mit ihren Wurzeln in den obersten 2 bis 3 cm, also in der Humusschicht. Die Lehmschicht darunter meiden sie trotz ihrer Lockerheit. Es ist ohne weiteres verständlich, daß Gräser unter diesen flachwurzelnden Pflanzen (Gruppe C der Tabelle I) besonders häufig sind. Manche der dort genannten Pflanzen, wie *Anemone nemorosa*, *Polygonatum verticillatum* und andere sind sozusagen „fakultative Flachwurzler“, d. h. ihr Wurzelsystem geht je nach Nährstoffgehalt der Unterlage mehr oder weniger in die Tiefe. Die in Gruppe D der Tabelle I zusammengefaßten Pflanzen des Fagionverbandes dagegen scheinen diese Anpassungsfähigkeit nicht zu besitzen. Die einzige Pflanze, die mit ihren Wurzeln auch im kalkarmen Buchenwald deutlich in die Tiefe strebt, ist der Fagussämling. Im August 1937 fand ich von dem reichlichen Bucheljahr 1936 her zahlreiche Jungpflanzen, die schon nach viermonatlichem Wachstum eine Tiefe von 20 cm erreicht hatten und somit schon durch die nährstoffärmsten Schichten durchgestoßen waren. Eschensämlinge, die ganz vereinzelt auch angefliegen waren, hatten um dieselbe Zeit erst 7 cm Tiefe erreicht. Die Skizze 1 soll die soeben geschilderten Bewurzelungsverhältnisse zur Darstellung bringen.

Der Waldboden ist verhältnismäßig feucht, da er gut beschattet ist und Krautschicht und Fallaub ihn vor Austrocknung schützen. Bei einer Regenhöhe von 800 bis 900 mm trocknet er trotz des durchlässigen Untergrundes auch bei größeren Niederschlagspausen selbst oberflächlich nicht aus. Da wo in Wagengeleisen der zahlreichen Waldwege der an sich porenreiche Lehm gepreßt ist, siedeln sich gelegentlich ausgesprochen feuchtigkeitsliebende Pflanzen an, wie *Carex remota*, *Stachys silvaticus*, *Lysimachia nemorum* und andere, die in Tabelle II aufgezählt sind; doch lohnt sich bei der engen Begrenzung dieser Stellen die Aufstellung einer eigenen feuchteren Subassoziation nicht.

Die Lichtverhältnisse sind trotz des Fehlens von Unterholz schlecht, nur ausgesprochen schattenliebende Pflanzen können sich halten. Solche, die mehr Licht beanspruchen, wie *Melampyrum pratense* und auch *Lathyrus montanus*, bevorzugen deutlich die Waldränder und Kahlhiebe. Erst recht gilt das von *Calluna vulgaris*, *Veronica officinalis*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina*. Alle diese Pflanzen eignen sich daher nicht recht zur Kennzeichnung des kalkarmen Buchenwaldes.

Die Mooschicht ist nur spärlich und lückenhaft vertreten. Auch an Stellen, die frei von Laubstreu und Krautschicht sind, fehlt sie meist; hier tritt der nackte Lehmboden zu Tage. Am besten besetzt von Moosen sind verrottete Baumstümpfe. Es handelt sich ausnahmslos um Moose, die als mäßig acidophil bekannt sind.

2. Die heidelbeerreiche Subassoziation (Aufnahmen 17—22).

Ich halte es nicht für angezeigt, diesen Wald nur als eine Fazies des soeben geschilderten typischen kalkarmen Buchenwaldes anzusehen, wie es die Regeln der Pflanzensoziologie vielleicht verlangen würden. Er hat ein anderes Bodenprofil und ist habituell und namentlich auch forstwirtschaftlich stark von dem Wald unterschieden, in dem die Heidelbeere nur eine untergeordnete Rolle spielt.

a) Das Bodenprofil.

Die Laubstreu ist zwar nicht dick, aber deutlich weniger gut zersetzt. Es zeigen sich die Anfänge von Trockentorfbildung in einer Dicke von 2 bis 15 mm. Der Humus selbst ist stark sauer (pH 3,8 bis 4,2) und etwa 2 bis 6 cm mächtig. Darunter folgt öfters eine nicht nur nach oben, sondern auch nach unten scharf abgegrenzte, deutlich ausgebleichte weißlichgelbe Lehmschicht in der Stärke von einigen Millimetern. Das pH beträgt hier 4,0 bis 4,2. Nach unten nimmt dann der Lehm allmählich gelbrote Farbe an und der pH-Wert steigt an. Hier ist also die Degeneration der Braunerde noch etwas weiter fortgeschritten und namentlich der Humus stark sauer, ohne daß man aber auch hier von einem deutlichen Bleicherdeprofil sprechen kann. Ein solches stellt sich aber ein, wenn diese Wälder in Fichtenbestände verwandelt werden.

b) Der Habitus. (Vgl. Abb. 2, S. 72.)

Diese heidelbeerreichen Wälder haben mit den oben geschilderten folgende Züge gemeinsam: Jeder Buchenstamm ist stark mit Flechten besetzt, das Unterholz fehlt, einzelne Eichen und Birken mischen sich in den Bestand ein, doch dominiert die Rotbuche unbedingt. Anders ist aber, daß der Kronenschluß etwas weniger dicht (60 bis 90%) ist, und die Bäume einen weniger gesunden Wuchs zeigen. Während die Bonität des typischen kalkarmen Buchenwaldes durchschnittlich mit III angegeben wird, also dem normalen Kalkbuchenwald (Hauptbuchenwald GRADMANNS) etwa entspricht, werden diese Werte beim heidelbeerreichen Buchenwald nicht erreicht. Infolge der besseren Lichtverhältnisse treten in der Krautschicht *Lathyrus montanus* und *Melampyrum pratense* etwas regelmäßiger auf. Die Pflanzen des Kalkbuchenwaldes fehlen infolge der Versauerung der Humusschicht vollständig, auch die Gruppe C. Säurezeigende Moose sind etwas häufiger, wenn es auch nie zur Bildung größerer Moospolster kommt. *Leucobryum* und *Sphagnum*arten habe ich nie gesehen.

Es ist nicht einfach, die ökologische Ursache der Ausbildung dieses doch immerhin vom typischen kalkarmen Buchenwald stark abweichenden heidelbeerreichen Buchenwaldes zu erkennen. Er findet sich besonders häufig in breiten Streifen an Waldrändern entlang, auch an nach West oder Südwest geneigten Abhängen nimmt er größere Flächen ein. Allerdings ist eine so deutliche Bevorzugung der Westhänge, wie sie R. SCHMITT (1936) aus dem Hochspessart schildert, auf der Alb nicht zu erkennen. Es ließ sich auch nicht feststellen, daß der Boden in allen



Abb. 2. Buchenwald im Kühholz westlich Röttenbach (vgl. Aufnahme 20 von Tabelle I). Rotbuchen, Birken und einzelne Hainbuchen (früherer Weidenwald), alle stark verflochten. Unten fast nur niedrige Heidelbeersträucher. Boden trocken (Erdfälle). (Aufn. Kapff.)

Fällen besonders reich an Feuersteintrümmern war. In vielen, vielleicht in allen Fällen kann man dagegen die Feststellung machen, daß die Nutzung durch den Menschen hier bis vor kurzem eine besonders intensive war. Regelmäßige Laubstreunutzung ist z. B. in der Gegend von Bartholomä gerade in solchen Wäldern bis vor kurzem üblich gewesen. Auch alte, an den Baumformen noch gut erkennbare Weidewälder zeigen einen dichten Heidelbeerunterwuchs. Die Nährstoffbilanz wurde dadurch für die Krautschicht derartig ungünstig, daß fast nur die anspruchslose Heidelbeere sich halten und, von der Konkurrenz anderer, etwas anspruchsvollerer Gewächse befreit, Raum gewinnen konnte. Dabei zeigt auch die Heidelbeere selbst keineswegs eine besondere Vitalität, es handelt sich durchweg um niedere Kümmerformen von etwa 15 cm Höhe, die sich in keiner Weise mit den Heidelbeerbeständen des Schwarzwaldes vergleichen lassen und auch sehr spärlich fruchten. Die Bildung des stark sauren Humus ist Folge und nicht Ursache der Massenausbreitung der Heidelbeere. Außerhalb des Albuschs scheint die Subassoziation in gut ausgebildeter Form auf der Albhochfläche nicht vorzukommen. Im Albusch nimmt sie häufig größere Flächen ein; dabei ist zu beachten, daß gerade auch dieser Buchenwald heute häufig in einen Fichtenbestand umgewandelt ist, da er durch den Raubbau zu Ende des 18. Jahrhunderts auch in seinem Baumbestand stark gelitten hatte.



Abb. 3. Eichenbirkenwald im Kühholz westlich Röttenbach. Lichter Bestand von stattlichen Eichen und Birken. Unten Heidelbeeren und andere acidophile Pflanzen (darunter zahlreich *Galium saxatile*). Horste von *Molinia* und Polster von *Polytrichum commune* zeigen die Vernässung des Bodens. (Aufn. Kapff.)

3. Die kalkbuchenwaldähnliche Subassoziation (Aufnahmen 1—7).

Sie stellt einen Übergang vom Hauptbuchenwald (Elymus-Buchenwald KUHNS [1936], Fagetum calcareum typicum FABERS [1936]) zum kalkarmen Buchenwald dar. Die ersten Aufnahmen der synökologischen Reihe in Tabelle I entsprechen noch fast völlig dem Hauptbuchenwald, während die Aufnahmen 6 und 7 doch schon recht erhebliche Unterschiede gegen die Pflanzenlisten KUHNS und FABERS zeigen. Doch sind die dazwischen stehenden Wälder mit einem pH von 5,5 bis 6,5 in den oberen Lagen der Hochalb so stark verbreitet, daß es sich lohnt, sie als besondere Subassoziation zu führen, wie es auch GRADMANN (1936) („Buchenwald des kalkarmen Bodens“) tut und FABER (1936) („Fagetum melampyretosum“) wenigstens andeutet. Als Grenzform läßt sich diese Subassoziation sowohl beim Kalkbuchenwald wie beim kalkarmen Buchenwald unterbringen.

a) Das Bodenprofil.

Der Verlauf der pH-Kurve ist derselbe wie im typischen kalkarmen Buchenwald der Alb, nur liegen die Werte durchweg höher. Unter der geschlossenen Laubschicht ist auch hier die Humusschicht nicht sehr mächtig. Nach unten ist aber die Grenze gegen den Lehm un scharf, dieser ist zunächst noch deutlich bräunlich gefärbt, um erst in etwa

10 bis 15 cm Tiefe in gelblichen Lehm überzugehen, der nach unten dann rötliche Farbe annimmt. Die Gesamttiefe der Lehmschicht ist im ganzen weniger beträchtlich, als in den beiden anderen Subassoziationen. (Vgl. Skizze 2, Seite 67.)

b) Der Habitus.

Die Baumschicht enthält auch hier eine spärliche Beimischung von Eichen. Die Hagbuche spielt nur eine untergeordnete Rolle. Auch Esche und Ahorn (*Acer campestre* und *pseudoplatanus*) finden sich selten und verschwinden gegenüber der unbedingt herrschenden Rotbuche. Der Kronenschluß ist dicht (80 bis 100%). Unterholz ist auch im nicht gelichteten Hochwald fast stets vorhanden, neben dem Nachwuchs der Waldbäume fallen auf die Kriechrose (*Rosa arvensis*) und der Weißdorn. In der Krautschicht treten Gräser wieder deutlich hervor, besonders *Milium effusum* und *Poa Chaixii*. Auch Farne sind häufiger als sonst im Buchenwald. Die acidophilen Arten (Gruppe A) treten auch im Aspekt deutlich hervor. Daneben findet sich eine größere Anzahl von Arten des Kalkbuchenwaldes, aber vielfach zeigen die spärlichen Exemplare eine deutlich verminderte Vitalität und kommen nicht zum Blühen. Es sind auch Arten darunter (Gruppe D), die mit ihren Wurzeln tiefer greifen, entsprechend der geringeren Verarmung des unter dem Humus liegenden Lehmbodens. (Vgl. Skizze 2.) Moose sind spärlich, nur an feuchteren Stellen treten sie regelmäßiger auf. Deutlich läßt sich beobachten, daß an Stellen, wo dieser Wald nur als eine größere oder kleinere Insel im Kalkbuchenwaldgebiet liegt, die Artenzahl der Bodenflora stark gesteigert ist. (Vgl. Aufnahme 7 von Tabelle I.) Das ist ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß die Arten des Kalkbuchenwaldes auf diesen Böden schlecht fruchten und deshalb auf dauernde Neueinwanderung angewiesen sind.

Die Verbreitung der drei Subassoziationen des kalkarmen Buchenwaldes auf der Ostalb ist die, daß die zuletzt genannte Übergangsform auf der ganzen Hochfläche wohl die häufigste Waldform ist. Das *Fagetum eluviale typicum* findet sich besonders im Albuch, etwa $\frac{2}{3}$ der dort noch vorhandenen Buchenwälder gehören ihr an. Außerhalb des Albuches ist sie seltener mit deutlicher Bevorzugung der ϵ - und ζ -Böden gegenüber den δ -Böden. Die heidelbeerreiche Form ist, wie gesagt, auf das Albuch beschränkt.

Wie fügt sich der kalkarme Buchenwald in das Schema der Waldgesellschaften Südwestdeutschlands ein? Richtet man sich streng nach dem Fehlen oder Vorhandensein von Begleitpflanzen, die sonst als Charakterpflanzen von Waldassoziationen in Südwestdeutschland gelten, so handelt es sich gar nicht um echte Rotbuchenwälder, sondern um Eichen-Hainbuchen-Wälder oder Eichen-Birken-Wälder. Doch kann es keinem Zweifel unterliegen, daß es sich auf der höheren Ostalb nicht um in Rotbuchenwälder umgewandelte Eichen-Hainbuchenwälder handelt, wie sie FABER (1933) vom Schönbuch beschrieben hat. Für eine solche Umwandlung fehlen alle Anhaltspunkte. Die Hainbuche

gedeiht an sich auf der Albhochfläche ganz gut, wie einzelne schöne Exemplare im freien Stand beweisen, ist aber dort der Konkurrenz der Rotbuche in keiner Weise gewachsen, wo eine solche in Erscheinung treten kann und nicht durch menschlichen Einfluß, zum Beispiel Weidengang im Wald und Niederwaldbetrieb, gelähmt ist. Die Hainbuche ist der Rotbuche überlegen in trockenen und wärmeren Gebieten mit einer geringen, aber sehr tief reichenden Bodenversauerung. Auf den eigenartigen, aus Kalk hervorgegangenen Lehm Böden der Alb, bei denen der Säuregrad des Bodens und seine chemische Zusammensetzung noch innerhalb des Bereichs der Baumwurzeln so starke Sprünge zeigt, ist die *Rotbuche Herr*. Darauf weist auch ihre gute Verjüngung hin, die selbst im heidelbeerreichen Buchenwald noch eine ausreichende ist; das beweist auch das Ergebnis der Blütenstaubuntersuchungen im Albuch, das unten mitgeteilt wird. Auch die lichtliebende Eiche und Birke kann sich auf der Albhochfläche nur in vereinzelt Exemplaren gegenüber der Buche halten, außer wenn der Lehmboden eine größere Tiefe erreicht und namentlich wenn er wasserzünftig wird. Klimatisch und edaphisch gehört heute die Albhochfläche zum allergrößten Teil dem Rotbuchenwald. Möglicherweise finden sich gegen die Donau hin auf tertiären Sandböden und Löß und bei geringerer Meereshöhe und Niederschlagsmenge echte Eichen-Hainbuchen-Wälder, aber nur außerhalb des Untersuchungsgebietes.

Neuerdings haben sich in anderen Gebieten Deutschlands und der Schweiz HESMER (1936), WANGERIN (1934) und LÜDI (1934) gegen eine generelle Bezeichnung aller dieser kalkarmen Buchenwälder als Eichen-Hainbuchen-Wälder gewandt und sie als echte Fageten bezeichnet.

Es zeigt dieser Fall, daß man nicht ohne weiteres den Zusammenhang, der in einem Gebiet zwischen einer bestimmten Krautflora und den waldbestimmenden Bäumen besteht, auch auf ein nahe benachbartes Gebiet mit anderen Boden- und Klimaverhältnissen übertragen darf. Es kann tatsächlich vorkommen, daß in Waldgesellschaften, die in keiner Weise in ihrem Baumbestand von Menschen verändert sind, trotzdem eine scheinbare ökologische und soziologische Diskordanz zwischen Waldbäumen und Bodenflora besteht. Neue pflanzensoziologische und pflanzengeographische (GROSS-CAMERER, 1931) Arbeiten zeigen mit aller Deutlichkeit, daß es in Waldgesellschaften auch innerhalb eines beschränkten Erdraumes treue Arten im strengsten Sinn nicht gibt. (MEUSEL [1935]: „Der Baumwuchs repräsentiert das Klima, die Bodenflora die edaphischen Verhältnisse“.) Außerdem ist auch die Dynamik in Baum- und Krautschicht verschieden. In der Baumschicht herrscht äußerster Konkurrenzkampf; der Baum, der optimale ökologische Verhältnisse findet, herrscht weitaus vor. In der Krautschicht ist vielfach die Raumkonkurrenz der oberirdischen Organe nicht so einschneidend und wesentlich.

Eine weitere, viel diskutierte Frage ist, ob auch unter natürlichen Verhältnissen eine Weiterentwicklung der Kalkbuchenwälder über die kalkarmen Buchenwälder zu den Eichen-Birken-Wäldern für

die Alb anzunehmen ist, d. h. ob es eine Sukzession im Sinne BRAUN-BLANQUETS für diese Wälder gibt und ob der Eichen-Birken-Wald auch für die Alb der Klimaxwald ist. WALTER (1937) ist der wohlbegründeten Ansicht, daß im Urwald die Nährstoffbilanz tatsächlich im Gleichgewicht sei, daß also eine Auslaugung des Bodens in Beziehung auf für die Pflanzen wichtigen Mineralstoffe nicht stattfindet. Die ganze, für die Vegetation nötige Nährstoffmenge sei in der früheren Generation von Bäumen und Kräutern vorhanden gewesen und komme durch die Humusbildung der kommenden Generation ohne jeden Verlust wieder zugute. Eine natürliche Degradation finde also nicht statt, und es sei für die Vegetation ganz unwesentlich, wieviel überschüssige Nährstoffe außerdem noch im Boden vorhanden seien. Er glaubt, daß diese im tropischen Urwald festgestellten Verhältnisse auch für Mitteleuropa Geltung haben. Es ist aber wohl nicht zu leugnen, daß auf ebenem Boden, ohne die Möglichkeit der Abschwemmung, das Bodenprofil durch die Gesteinsverwitterung allmählich tiefer wird. Dadurch verändern sich zum allermindesten die physikalischen Eigenschaften des Bodens auch im Wurzelbereich der Bäume. Aus Kalkstein wird z. B. Lehm mit reichlichem Bodenskelett und zuletzt reiner Lehm. Der Boden wird dadurch bestimmt immer weniger wasserdurchlässig und immer kälter. Alle diese physikalischen Bodenverhältnisse sind für das Bild des betreffenden Waldes doch auch mitbestimmend. Selbstverständlich handelt es sich bei diesen Bodenveränderungen um säkulare Vorgänge, die Zehntausende von Jahren umfassen. In diesem Zeitraum wird sich wohl das Klima ändern, die reliefbildenden Kräfte, die hierbei wesentlich sind, werden sich aber im allgemeinen gleich bleiben. Erst recht ist säkulare Dauer anzunehmen für die Nährstoffverluste, die, selbst wenn wir die Möglichkeit einer automatischen Auslaugung von Urwaldböden leugnen, doch wohl als möglich erscheinen durch Abblasen von Laub, durch Waldbrände, durch Tierfraß.

In diesem säkularen Sinne gemeint, ist doch wohl für die Alb eine ganz allmähliche Verwandlung der Kalkbuchenwälder der Hochfläche in kalkarme Buchenwälder und weiter in Eichen-Birken-Wälder (Abb. 3) denkbar, ohne daß menschlicher Einfluß dafür verantwortlich zu machen ist. Natürlich ist diese Erwägung zunächst theoretischer Natur, Urwaldverhältnisse haben wir in unseren Wäldern eben nicht mehr und können sie nie mehr haben, da ja die Materialentnahme nicht eingestellt werden wird, wie WALTER betont. Außerdem kommen für unsere Wirtschaftsplanung säkulare Vorgänge nicht in Frage. Aber diese Betrachtungen zeigen doch, in welcher Richtung der Nährstoffverlust der Wälder und die Versauerung des Bodens führt. Sie zeigen, wie weit der betreffende Wald noch von einem wirtschaftlich unerwünschten Zustand entfernt ist, und durch welche Bewirtschaftungsweise das ursprünglich vorhandene annähernde Gleichgewicht möglichst erhalten werden kann. Es ist selbstverständlich und längst erkannt, daß im Kalkbuchenwald Raubbau, z. B. durch Laubstreuentnahme, sich viel weniger drastisch auswirkt als im kalkarmen Buchenwald, wo sich sehr

rasch eine Änderung zunächst der Bodenflora bemerkbar macht, ohne allerdings den Baumwuchs selbst ebenso rasch zu schädigen. Anders ist es, wenn man Bäume mit anderer Wurzeltiefe auf solchen Etageböden einbringt.

Der kalkarme Buchenwald auf der Albhochfläche ist seit etwa 130 Jahren sehr weitgehend durch Fichtenwald ersetzt, der also heute schon teilweise in der zweiten Generation heranwächst. Diese Wälder zeigen ein unleugbares Fortschreiten der Versauerung in den oberen Bodenschichten und ein Verschwinden des nicht an ganz hohe Säuregrade angepaßten Unterwuchses. Dafür stellt sich in älteren Beständen ein dichtes Moospolster ein, wobei an feuchteren Stellen, die vorher dem Eichen-Birken-Wald gehörten, auch größere Sphagnumrasen sich bilden, wie früher schon geschildert (HAUFF, 1936). Ob auf die Dauer diese Böden den günstigen Eindruck, den die erste Fichtengeneration mit ihrer guten Selbstverjüngung macht, rechtfertigen werden, erscheint doch sehr fraglich.

Die Fichte kann die Nährstoffreserven, die der frische Kalkboden im Untergrund immer wieder der nächsten Buchengeneration bietet, eben nicht so leicht erreichen. Auch findet flaches Wurzelwerk auf dem lockeren, krümelig-sandigen Lehm keinen rechten Halt, der Schneebruch im Frühjahr 1936 hat im Revier Steinheim im Albuch stellenweise zwei Drittel der Stämme ent wurzelt.

Die starke Versauerung und die Veränderung des Säureprofils im Boden, die eintritt, wenn der kalkarme Buchenwald in Fichtenwald verwandelt wird, sollen folgende pH-Profile zeigen, die aus unmittelbar nebeneinander liegenden Buchen- und Fichtenwäldern stammen:

1. Waldteil Bux bei Stötten:

a) Buchenwald mit *Milium*, *Luzula nemorosa*, *Oxalis*, *Asarum*.

b) Fichtenwald, unmittelbar daneben, mit *Oxalis*, *Galium rotundifolium*, *Dicranum*.

2. Unterwehrenfeld bei Lauterburg:

a) Buchenwald mit *Carex brizoides* 3, *Luzula nemorosa*, *Oxalis*.

b) Fichtenwald, daneben, mit *Oxalis* 5.

3. Kühholz bei Röttenbach:

a) Buchenwald mit *Vaccinium myrtillus* 4.

b) Fichtenwald, daneben, ohne jeden Unterwuchs.

	pH - Profile.					
	1 a	1 b	2 a	2 b	3 a	3 b
— 0 cm	5,4	4,4	5,4	4,3	3,8	3,7
— 5 cm	5,4	4,4	5,4	4,3	3,8	3,7
— 10 cm	5,0	4,5	4,5	4,4	3,8	3,6
— 15 cm	5,0	4,5	4,5	4,4	3,8	3,6
— 20 cm					5,0	5,0
— 25 cm					5,0	5,0
— 30 cm	6,4	6,5	4,8	4,7		

Kurz sei noch die pflanzengeographische Stellung dieser Wälder berührt. GRADMANN (1936) hat mit seiner Zuteilung der Pflanzen der Schwäbischen Alb zu einzelnen pflanzengeographischen Typen ein gutes Mittel geschaffen, das es ermöglicht, die einzelnen Pflanzengesellschaften der Alb auch in pflanzengeographischer Beziehung miteinander zu vergleichen. Stellt man die Arten der Albwälder im allgemeinen (also im wesentlichen des Kalkbuchenwaldes im weiteren Sinne) und der Pflanzengesellschaften des kalkarmen Bodens der Alb, geordnet nach den GRADMANNschen Verbreitungstypen, einander gegenüber, so ergibt sich folgendes Bild:

	Albwälder im allgemeinen (GRADMANN 1936)		Kalkarme Buchenwälder der Alb (Tabelle I und II)		Callunaheide des Al- buchs (HAUFF 1936)	
N	92	35%	55	50%	42	67%
M	94	36%	43	38%	12	18%
S	12	5%	4	4%	3	5%
Bi	12	5%	2	2%	2	4%
NBi	9	3%	2	2%	0	0%
W	8	3%	0	0%	3	5%
Bg	36	13%	5	4%	1	1%
Summe	263 Arten = 100%		111 Arten = 100%		63 Arten = 100%	

Dieser Vergleich zeigt einmal die Verringerung der Artenzahl auf kalkarmen Böden. Weiter wird deutlich, daß solche kalkarmen Böden und die zu ihnen gehörigen Pflanzengesellschaften einen höheren Anteil an nördlichen Arten (im Sinne GRADMANNs) aufweisen als die mineralreicheren Kalkböden. Das gibt ein gutes Bild von dem eigentlichen Verbreitungszentrum der hier geschilderten Waldgesellschaften, die mit den schwach degradierten Braunerdeböden tatsächlich ja in Mittel- und Norddeutschland eine erhebliche Verbreitung besitzen. Mit den von dort geschilderten Buchenwäldern, besonders der Mittelgebirgslagen auf kalkarmen Gesteinen, hat der kalkarme Buchenwald der Alb große Ähnlichkeit.

Dagegen stimmt unsere Artenliste nicht überein mit dem *Fagetum-Abietetum myrtilletosum*, wie es OBERDORFER (1936) vom Schwarzwald und ISSLER (1932) von den Vogesen schildert. Diese Waldgesellschaft gehört den höheren Lagen dieser Gebirge an und enthält neben der Weißtanne als konstanter Beimischung viele Arten, die den Buchenwäldern der Albhochfläche fehlen. Offenbar sind auch die ökologischen Verhältnisse andere.

II. Die Blütenstaubuntersuchungen von der Rauhen Wiese.

Die Moorheide bei Röt en b a c h, mitten im Gebiet der kalkfreien Böden des Albuchs gelegen, gibt eine willkommene Gelegenheit, die Entwicklung der Wälder dieser Böden wenigstens in der 2. Hälfte der Nacheiszeit zu untersuchen und den Versuch einer Rekonstruktion ihrer Zusammensetzung bei Beginn des menschlichen Einflusses zu machen.

Zwar sind die Torflagen nur von geringer Mächtigkeit und außerdem sehr stark zersetzt, trotzdem ergab die Untersuchung ein recht klares und einheitliches Bild. Sie wurde in der folgenden Weise durchgeführt: Der Torf wurde nicht in Stichproben, sondern in ununterbrochenen Reihen entnommen. Ein Rohr aus Zinkblech von 6 cm lichter Weite wurde bis zum liegenden weißen Ton eingedrückt bzw. eingeschlagen, nachdem die Torfmächtigkeit durch eine Eisensonde festgestellt war. Der Bohrkern konnte dann verhältnismäßig leicht herausgepreßt werden. Da ergaben sich allerdings öfters je nach Wassergehalt Stauchungen bis zu 10%, die bei Angaben der Tiefe einkalkuliert wurden. Dieser Bohrkern wurde nun für die Untersuchung vorsichtig der Länge nach halbiert und die Probe aus dem innersten Kern entnommen, um Verunreinigung zu vermeiden. Dabei konnte bei der geringen Länge dieser Bohrkern (höchstens 55 cm) in geeigneten Fällen die Analyse in der Weise durchgeführt werden, daß durch 2 Längsschnitte im Abstand von 1 cm und durch Querschnitte Proben von je $\frac{1}{2}$ ccm Torf ($\frac{1}{2}$ cm dick, 1 cm hoch, 1 cm breit) in lückenloser Folge abgehoben wurden.

Daneben wurden sehr viele Profile durch Stichproben in 3 bis 5 cm Abstand untersucht, um das Alter des Torfes an den verschiedensten Punkten der 4 Moorstellen bei Röttenbach festzulegen. Auch der Rohhumus der Wälder wurde untersucht. Im liegenden Ton der Moorheiden wurden einzelne Flußsäureaufschlüsse durchgeführt.* Der Torf wurde in der üblichen Weise mit Kalilauge aufgeköcht und nach gründlichem Verrühren ausgezählt.

Die Pollen waren fast durchweg befriedigend erhalten und mit Ausnahme der alleruntersten und allerobersten Zentimeter sehr zahlreich. Unzentrifugiertes Material ergab bis zu 2000 Pollen pro Quadratcentimeter. Gezählt wurden jeweils mindestens 100, in vielen Fällen 200 Baumpollen. Die Tabellen III und IV und die Diagramme auf Skizze 3 (Seite 83) zeigen das Ergebnis zweier solcher Zentimeteranalysen, die an zwei etwa 700 m auseinander liegenden Moorstellen zwischen den Straßen Röttenbach—Weißenstein und Röttenbach—Böhmenkirch da ausgeführt wurden, wo die Torfschichten am mächtigsten waren. (Vgl. Kärtchen 1, Seite 84.)

Die erste Frage, deren Klärung die Blütenstaubuntersuchung bringen sollte, war die nach dem Alter der Moorbildung auf der Rauhen Wiese. Nachdem durch eine Fülle von Untersuchungen die zeitliche Aufeinanderfolge der blütenstaubliefenden Waldbäume in den einzelnen Landschaften Mitteleuropas zweifelsfrei festgestellt ist, ist es ohne weiteres möglich, die einzelnen Torfschichten nach ihrem Blütenstaubgehalt den einzelnen postdiluvialen Zeitabschnitten zuzuweisen.

Die ältesten Schichten fanden sich überall da, wo in der Mitte der Moorstellen der Torf am mächtigsten ist, und wo die jetzige Vegetation ganz von *Eriophorum vaginatum* beherrscht wird.

* Für die Einführung in die Methode der Blütenstaubuntersuchung und für jederzeitige, bereitwillige Hilfe und Beratung danke ich Herrn Dr. PAUL GRO-SCHOPF (Kitzeberg bei Kiel) herzlich.

Tabelle III. Blütenstaubtafel von Punkt a (Kärtchen 1)
in Prozenten der Baumpollen.

	Quercus	Tilia	Ulmus	Eichen- mischwald	Corylus	Betula	Alnus	Fagus	Carpinus	Pinus	Picea	Abies	Sphagnum	Cyperaceen	Ericaceen
3 cm	6	0	0	6	1	34	2	26	3	23	5	0	13	5	14
4 "	4	0	0	8	1	33	8	32	2	8	8	0	11	6	16
5 "	8	0	0	8	2	32	16	34	2	5	1	0	9	6	8
6 "	6	0	0	6	0	31	6	29	1	20	1	6	19	6	12
7 "	5	1	0	6	3	25	9	24	2	27	3	1	5	6	19
8 "	5	0	0	5	4	34	7	36	0	10	3	1	4	7	2
9 "	10	0	0	10	4	44	7	27	2	4	1	1	8	6	0
10 "	6	0	0	6	2	43	6	35	1	2	2	3	11	8	1
11 "	6	0	0	6	5	24	13	42	2	2	2	4	9	5	1
12 "	2	1	0	3	8	33	11	41	1	2	0	1	11	7	0
13 "	2	1	3	6	8	25	12	45	3	1	1	0	9	6	0
14 "	5	1	1	7	10	13	14	52	3	1	0	0	6	2	0
15 "	6	5	2	13	14	13	9	46	1	1	2	1	14	3	0
16 "	10	4	2	16	14	16	4	48	1	1	1	0	10	10	0
17 "	5	4	0	9	14	31	13	27	1	2	3	0	11	8	0
18 "	19	12	1	32	20	23	14	7	0	2	1	1	8	5	0
19 "	17	16	2	35	24	23	10	5	1	2	1	0	11	9	0
20 "	24	13	1	38	19	18	15	6	0	3	0	1	11	12	0
21 "	30	12	3	45	28	7	13	3	0	1	2	1	14	15	0
22 "	43	15	2	60	26	6	7	0	0	0	1	0	7	9	0
23 "	44	12	3	59	27	2	7	0	0	4	0	1	3	16	0
24 "	34	10	3	47	33	4	10	0	0	3	2	1	4	15	0
25 "	37	14	3	54	17	4	19	1	0	4	1	0	8	12	0
26 "	37	14	2	53	17	6	20	0	0	2	2	0	6	20	0
27 "	38	9	11	58	20	3	14	0	0	4	1	0	9	16	0
28 "	32	24	6	62	16	3	15	1	0	3	0	0	9	11	0
29 "	46	15	1	62	21	3	12	0	0	2	0	0	7	20	0
30 "	44	12	5	61	19	3	11	0	0	5	1	0	10	7	0
31 "	45	15	6	66	17	2	11	0	0	2	2	0	3	21	0
32 "	48	17	9	74	12	6	4	0	0	4	0	0	2	19	0
33 "	49	13	11	73	17	4	2	0	0	4	0	0	3	16	0
34 "	41	17	7	65	21	1	8	0	0	2	2	1	5	16	0
35 "	45	6	11	62	18	3	12	0	0	5	0	0	4	11	0
36 "	49	12	8	69	18	4	6	0	0	2	0	0	5	16	0
37 "	47	15	9	71	16	6	3	0	0	4	0	0	2	11	0
38 "	56	12	8	76	8	7	5	0	0	4	0	0	2	18	0
39 "	70	6	7	83	9	4	2	0	0	2	0	0	5	27	0
40 "	41	19	8	68	14	4	6	0	0	8	0	0	1	14	0
41 "	60	18	6	84	6	2	5	0	0	3	0	0	2	9	0
43 "	56	13	7	76	13	2	0	0	0	7	0	0	2	9	0
47 "	15	16	16	47	33	8	8	0	0	2	1	0	0	0	0

Tabelle IV. Blütenstaubtafel von Punkt c (Kärtchen 1)
in Prozenten der Baumpollen.

	Quercus	Tilia	Ulmus	Eichen- mischwald	Corylus	Betula	Alnus	Fagus	Carpinus	Pinus	Picea	Abies	Sphagnum	Cyperaceen	Ericaceen
2 cm	9	0	0	9	2	26	3	32	4	11	11	2	20	3	9
3 "	12	2	0	14	2	30	4	22	3	12	12	1	16	3	40
4 "	12	2	0	13	1	30	6	34	2	5	10	0	16	2	47
5 "	10	0	0	10	2	33	7	36	2	5	5	0	6	2	4
6 "	7	2	0	9	1	31	9	38	2	4	5	1	7	3	2
7 "	7	0	0	7	3	42	6	39	0	1	1	1	9	4	3
8 "	3	0	0	3	5	53	10	26	1	0	2	0	3	3	0
9 "	1	0	0	1	2	44	10	40	0	1	2	0	2	0	2
10 "	3	0	1	4	4	27	10	51	1	4	1	1	8	2	1
11 "	3	0	0	3	2	31	18	43	2	1	0	0	8	0	1
12 "	3	0	1	4	4	27	12	51	0	1	0	1	4	0	0
13 "	4	1	0	5	11	24	12	42	2	1	1	2	3	1	0
14 "	6	1	3	10	9	18	12	42	0	4	1	3	7	1	3
15 "	6	1	1	8	5	24	14	45	1	1	1	1	8	0	0
16 "	8	10	5	23	11	19	11	32	0	0	2	2	9	3	4
17 "	16	14	3	33	25	22	8	7	0	4	1	0	4	2	1
18 "	23	12	12	47	21	21	8	0	0	2	1	0	7	1	1
19 "	25	12	8	45	29	18	7	0	0	1	0	0	5	12	0
20 "	20	14	12	46	14	24	15	1	0	0	0	0	7	9	0
21 "	24	17	4	45	16	18	12	1	0	4	2	0	15	10	1
22 "	26	12	4	42	25	19	9	1	0	2	2	0	15	16	0
23 "	18	14	5	37	25	18	13	1	0	2	3	1	10	8	0
24 "	17	15	6	38	37	12	7	2	0	2	1	1	9	6	1
25 "	30	9	8	47	29	18	6	0	0	0	0	0	9	14	1
26 "	31	11	8	50	19	19	10	0	0	2	0	0	7	8	0
27 "	34	11	5	50	18	18	14	0	0	0	0	0	8	6	0
28 "	28	16	8	52	19	17	12	0	0	0	0	0	5	2	0
29 "	33	11	19	54	14	19	11	0	0	2	0	0	2	3	1
30 "	55	11	6	72	9	11	7	0	0	1	0	0	4	10	0
31 "	54	12	4	70	20	5	4	0	0	1	0	0	7	23	0
32 "	47	16	0	63	29	6	2	0	0	2	0	0	8	11	1
33 "	24	6	5	35	34	26	4	0	0	1	0	0	17	16	0
34 "	26	8	7	41	37	18	2	0	0	2	0	0	13	8	0
35 "	24	8	0	32	46	18	2	0	0	2	0	0	18	5	0

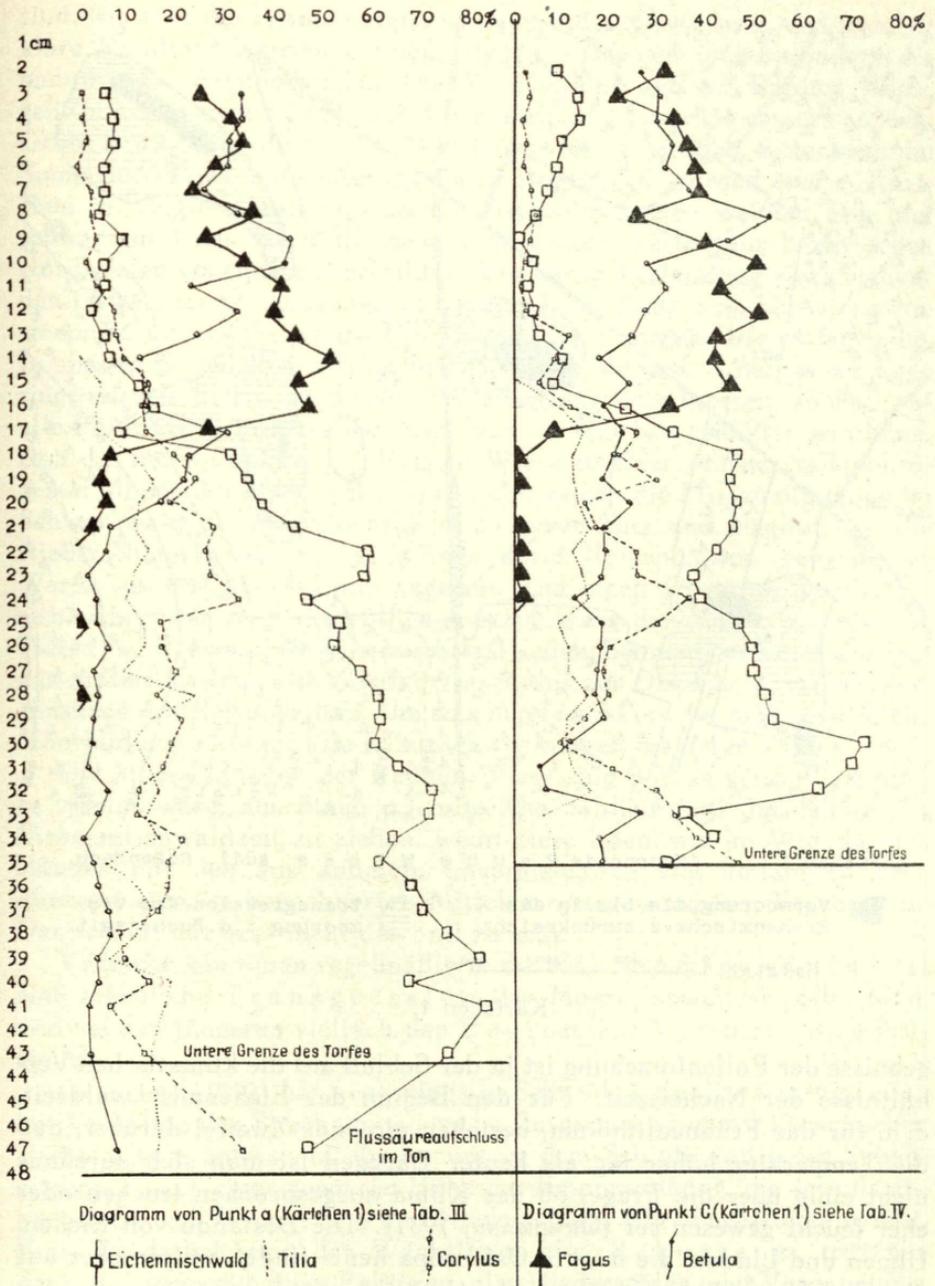
Sie gehören ganz eindeutig der Eichenmischwaldzeit an. Ob der Beginn der Torfbildung dem Anfang oder späteren Abschnitten dieser recht langen Periode zuzuweisen ist, läßt sich aus dem Befund der untersten, recht tonreichen Schichten entnehmen. Sie lieferten über 30% *Corylus* und verhältnismäßig viel *Tilia*, beides Merkmale, die nach den entsprechenden Funden in Südwestdeutschland auf den Beginn der

Eichenmischwaldzeit hinweisen. An einer Stelle fand sich in 45 cm Tiefe, 10 cm tief im liegenden humusreichen Ton des Untergrundes, 50% *Pinus* neben 27% Eichenmischwald. An der geringen Mächtigkeit der Torfbildung (für die gesamte Eichenmischwaldzeit nur 20 bis 30 cm) darf man sich nicht stoßen. Die bis heute etwa 3000 Jahre dauernde Buchenzeit lieferte auch nur etwa ebensoviel Torf. Die Torfbildung ging offenbar auf der Rauhen Wiese sehr langsam vor sich. Der Torf ist durchweg so stark zersetzt, daß die schwarzbraune, schmierige bzw. in Trockenperioden krümelige Masse den Namen Torf kaum noch verdient. Er enthält nur ganz selten erkennbare Reste organischer Substanzen außer den zahlreichen Pollen, ist aber, abgesehen von den alleruntersten Teilen, auch vollkommen frei von mineralischen Partikeln. Auch die Schopflocher Torfgrube lieferte nach BERTSCH (1929) in der Eichenmischwaldzeit nur etwa 40 cm Torf. So drückt sich der etwa 130 Jahre zurückreichende, heute im Albuch vorherrschende Anbau von Fichtenwald nur im obersten schwach zersetzten Torf etwas aus. Solche langsam wachsenden Torfbildungen von geringer Mächtigkeit kommen natürlich auch sonst vor, nur sind diese Vorkommnisse bisher kaum je untersucht worden, obwohl gerade sie für die Frage der Klima- und Waldentwicklung recht wichtige Aufschlüsse geben könnten.

Die Feststellung, daß der Beginn der Vermoorung auf der Rauhen Wiese in den ersten Teil der Eichenmischwaldzeit, also ins Frühneolithikum (nach BERTSCH), zurückreicht, ist von großer Bedeutung für die Beurteilung dieser für die Alb so außergewöhnlichen Vermoorungserscheinungen. GRADMANN (1936) spricht die Vermutung aus, daß diese Bildungen menschlich bedingt seien, d. h., daß sie erst eintreten konnten, nachdem der Boden durch starke Nutzung ohne Zufuhr von Dung bei dem Egarten- und Mähderbetrieb derart ausgelaugt worden war, daß Sauergräser und Torfmoose sich ansiedeln konnten. Diese Vermutung bestätigt sich nicht, außer wenn man eine solche Nutzung schon fürs Frühneolithikum annehmen wollte, und dafür fehlen nach unseren bisherigen Kenntnissen alle Anhaltspunkte. Die ersten bis jetzt festgestellten Spuren menschlicher Besiedlung in den Albuchwäldern stammen aus der frühen Hallstattzeit. Auch ist es nicht recht wahrscheinlich, daß die Nutzung in dieser Zeit schon so ausgiebig sein konnte und daß der Boden schon derart der Versauerung nahe war, daß es nur noch dieses kleinen Anstoßes bedurft hätte. Allerdings liegen diese alten Vermoorungsstellen alle im heutigen Kulturland, aber der Zusammenhang ist doch wohl so, daß diese Stellen bei der Rodung infolge ihres lichten Waldbestandes einen besonderen Anreiz boten.

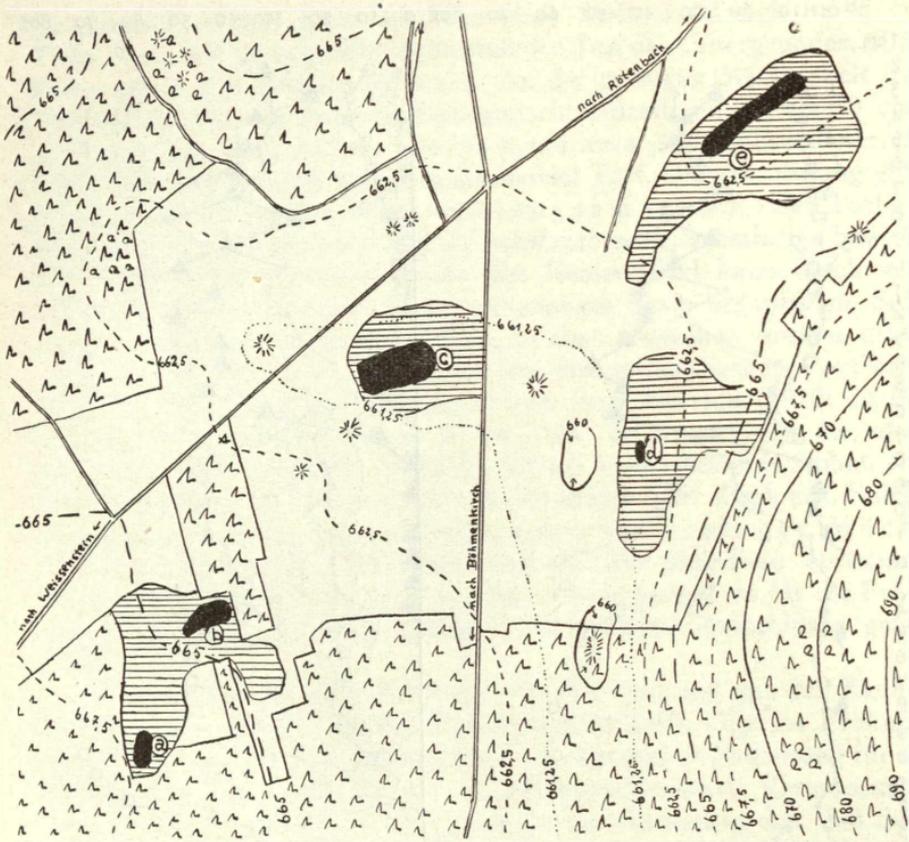
Alles deutet also darauf hin, daß mitten im Eichenmischwald an mindestens 4 Stellen annähernd gleichzeitig sich auf ebenem Boden Torfmoose ansiedeln konnten, die dann zu einer dauernden Vermoorung führten. (Vgl. Kärtchen 1, Seite 84.)

Die Torfmoose sind belegt durch Sphagnumsporen, die sich schon in den untersten Proben zeigen.



Skizze 3.

Wichtiger als die Feststellung, daß die Versauerung im Albuch schon recht alt und nicht durch den Menschen bedingt ist, ist aber wohl der Umstand, daß es gerade zu Beginn der Eichenmischwaldzeit zu einer Ver sä s s u n g des Bodens kam. Eines der wesentlichsten Er-



Kärtchen 1 Moorheide Raue Wiese südl. Röttenbach.



Vermooring, die bis in die
Elchenmischwz. zurückreicht.



Transgression der Ver-
mooring i. d. Buchenzeit.

Maßstab: 0 100 200 300-m

Kärtchen 1.

gebnisse der Pollenforschung ist ja der Schluß auf die klimatischen Verhältnisse der Nacheiszeit. Für den Beginn der Eichenmischwaldzeit, d. h. für das Frühneolithikum, bestehen nirgends Zweifel darüber, daß die Temperatur höher lag als heute. Dagegen ist man sich durchaus nicht einig über die Frage, ob das Klima ausgesprochen trocken oder eher feucht gewesen sei (GRADMANN, 1931). Die Bestände von Eichen, Ulmen und Linden, die man in Osteuropa heute findet, weisen eher auf eine Trockenperiode hin.

Die Baumfolge ist aber für die Beurteilung des Klimacharakters vielleicht nicht so aufschlußreich, wie die räumliche Ausdehnung der Vermooringen in den einzelnen, eben mit Hilfe der Baumfolge festgelegten Perioden. Neuerdings hat besonders GRANLUND (1932) in Schweden darauf hingewiesen. Es liegt auf der Hand, daß hierbei Moorbildungen, die topogen, d. h. durch das Relief der Unterlage bedingt

sind, wie z. B. die Verlandungen von stehenden Gewässern, viel weniger klare Resultate ergeben können, als die soligenen und besonders die ombrogenen Vermoorungen. Die Moorbildung auf der Rauhen Wiese geht nun bestimmt nicht auf die Verlandung eines Gewässers zurück. Gräben, die quer durch die Moorheide 200 m südlich Röttenbach im Sommer 1937 zu Entwässerungszwecken gezogen wurden (bei e, Kärtchen 1), zeigten deutlich, daß die Grenze zwischen weißem Ton und schwarzem Torf eine vollkommene, in diesem Falle ganz leicht gegen Nordwesten geneigte Ebene bildet. Von einer Verlandung eines stehenden Gewässers als Ausgangspunkt kann keine Rede sein, höchstens von einem seitlichen Einsickern von Grundwasser der nächsten Umgebung. In einigen Fällen (bei c, Kärtchen 1) ist die Moorstelle bei ebener Lage ringsum von tiefen, trockenen Erdfällen eng umschlossen, so daß auf alle Fälle der Grundwasserbereich nur ein sehr beschränkter sein kann. Daß das heutige Klima der Rauhen Wiese zu einer solchen halbombrogenen Moorbildung eben noch ausreicht, zeigen die Missenbildungen im Schwarzwald auf der Hochfläche zwischen Enz und Nagold, wo die Niederschlagskarten die allerdings durch Interpolation gewonnenen Werte von 800 bis 900 mm angeben. Um einen Grenzfall handelt es sich sicher, das zeigt die völlige Austrocknung der Moore bis in große Tiefen bei Trockenzeiten, wie sie fast jeden Sommer vorkommen, und das rasche Ansteigen des Grundwassers bis zur Oberfläche bei Wiedereinsetzen des Regenwetters. Um so empfindlicher muß eine solche Moorbildung aber auf alle Klimaschwankungen reagieren.

Die Moorbildungen der Rauhen Wiese sind nun so geringfügig, daß es sinnlos wäre, aus ihnen irgendwelche Schlüsse auf das Klima der Eichenmischwaldzeit zu ziehen, wenn diese irgendwie im Widerspruch ständen mit den aus anderen, unvergleichlich viel umfangreicheren Mooregebieten im benachbarten Mitteleuropa gewonnenen Ergebnissen. Das scheint mir aber nicht der Fall zu sein.

Vielmehr kann man regelmäßig in der Eichenmischwaldzeit eine erhebliche Transgression der Moore, soweit sie älter sind, und bei den jüngeren vielfach den Beginn der Vermoorung feststellen.

GRANLUND (1932) hat neuerdings in Schweden die Gesetzmäßigkeiten im Wachstum der Sphagnummoore im Zusammenhang mit klimatischen Verhältnissen untersucht. Er kommt zu dem Schluß, daß jedes Sphagnummoor nach einer gewissen Höhe der Emporwölbung, die jeweils abhängig ist von Verdunstung und Niederschlag, sein Wachstum einstellt. Eine Wiederbelebung des Wachstums, eine Rekurrenz, tritt nur dann ein, wenn sich diese Faktoren, also Niederschlag oder Verdunstung, ändern. Er findet in den schwedischen Mooren 5 solcher Rekurrenzflächen, die er mit Hilfe des Pollenbefundes genau datieren kann, die älteste davon um 2500 v. Chr., also in der Eichenmischwaldzeit. Auch die Untersuchung der Versumpfung, d. h. der Neubildung von Mooren, die in Südschweden in der Eichenmischwaldzeit besonders lebhaft war, führt ihn zu der Annahme, daß diese Zeit zwar sicher wärmer als die

heutige, aber im Vergleich zu der vorangehenden und folgenden Zeit niederschlagsreich war. Er nimmt eine der heutigen ähnlichen Niederschlagshöhe an, bei einer um 2 Grad höheren Temperatur.

Auch GROSS (1930) nimmt in der mitteleuropäischen Eichenmischwaldzeit, die er dem Atlantikum BLYTT-SERNANDERS und dem Litorinamaximum gleichsetzt, ein feuchtwarmes Klima mit hohem Grundwasserstand an, auf das dann eine trockenwarme Zeit mit tiefem Grundwasserstand folgte.

BERTSCH findet den Übergang von Flachmoor- zu Hochmoortorf und damit verbunden eine Transgression der Vermoorung über die Umgebung bei den Verlandungshochmooren Oberschwabens besonders häufig gerade zu Beginn der Eichenmischwaldzeit. Eine Transgression beobachtet er auch bei der Schopflocher Torfgrube, die nach Höhenlage und Klimabezirk sicher zu allen Zeiten mit der Rauhen Wiese gleichzusetzen ist, wenn auch das dortige Hochmoor sich aus der Verlandung eines Maar-sees ableitet, also eine ganz andere Entstehung hat. Im Wasenried bei Sigmaringen, dem einzigen Moor der eigentlichen Alb, das er (1929) außer der Schopflocher Torfgrube untersucht hat, fand er gleichmäßig ausgebildeten Riedtorf mit einem Verwitterungshorizont in der beginnenden Buchenzeit. Es handelt sich hier um ein typisches Flachmoor, entstanden durch Versumpfung eines Talstückes.

SCHAAF (1931 und 1932) hat die Moore im benachbarten Unterland bearbeitet. Das Häspelmoor und das Kupfermoor, beides Verlandungsmoore, zeigen ebenfalls den Beginn der Torfmoose, also der eigentlichen Hochmoorbildung in der Eichenmischwaldzeit. Die geringfügigen Waldmoore in der Gaildorfer Gegend, die zunächst als vollkommene Parallelerscheinungen zu der Rauhen Wiese erscheinen, sind sehr jung und zeigen reinen Bruchwaldtorf aus der Buchenzeit.

Der Nordschwarzwald ist für Süddeutschland das klassische Gebiet der rein ombrogenen Moorbildung. JAESCHKE hat 1934 die Blütenstaubuntersuchungen durchgeführt. Bei der Hornmisse fand er keine wesentlichen Transgressionserscheinungen und ziemlich gleichmäßiges Wachstum durch alle Zeiten, während auf der Hornisgrinde der Beginn der Vermoorung ebenfalls in der Eichenmischwald-Haselzeit zu finden ist. Der Torf ist dort mächtiger als auf der Rauhen Wiese, nämlich etwa 2 m dick; das Klima war dort wohl in der ganzen Nacheiszeit wesentlich feuchter als auf der Alb. Doch ist der Torf ebenfalls stark zersetzt, und die Torfbildung auf dem Kamme selbst zum Stillstand gekommen.

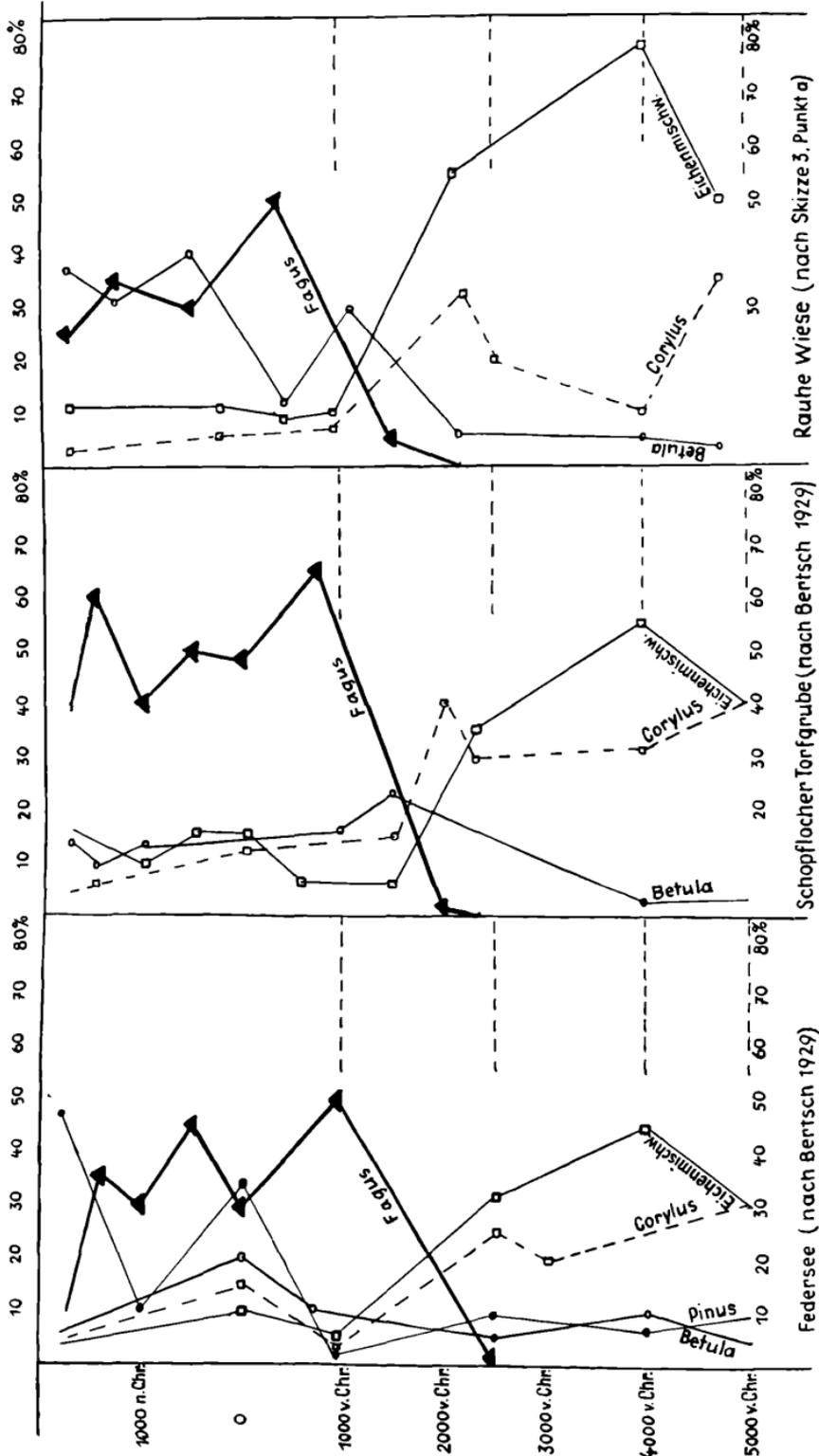
BROCHE (1929) hat im Südschwarzwald hauptsächlich Verlandungsmoore untersucht. Bei den soligen-ombrogenen Mooren auf der Grafenmatte und bei Bernaueck fand er starke Transgression bzw. Beginn der Vermoorung in der Eichenmischwaldzeit, am Zweiseenblick erst später in der Tannenzeit.

Die Gehängemoore des Riesengebirges, wie das Koppenplanmoor, zeigen nach RUDOLPH-FIRBAS (1928) ebenso wie die der Ostalpen nach GAMS und die der Rhön nach OVERBECK (1928) ein besonders kräftiges Wachstum in der postglazialen Wärmezeit.

So ist der Befund auf der Rauhen Wiese doch wohl ein weiteres Glied einer Beweiskette dafür, daß wir uns die Eichenmischwaldzeit, die für die Siedlungsgeschichte so ganz besonders wichtig ist, nicht als eine ausgesprochene und gleichmäßige Trockenzeit vorzustellen haben. Trotz der Geringfügigkeit der dortigen Torfbildung hat diese deshalb vielleicht dadurch erhöhtes Gewicht, daß die Rauhe Wiese, wie schon erwähnt, klimatisch und in Beziehung auf die Grundwasserverhältnisse direkt an der Grenze der Möglichkeit einer Vermoorung liegt und so ein besonders empfindlicher Gradmesser für Klimaänderungen ist.

Leider ist aus eben diesem Grunde die Zersetzung des Torfes so stark geworden, daß es unmöglich ist, den Rhythmus des Wachstums des Torfes auch an der Torfbeschaffenheit abzulesen. Auch zur Frage, ob sich zu Beginn der Buchenzeit ein Austrocknungshorizont zeigt, erlaubt der Befund keine Feststellung. Die spärlichen Holzreste von Birke, Eiche (und Rotbuche?), die sich lagenweise finden, halten keinen bestimmten Horizont ein. Sicher ist aber das Wachstum nicht zu allen Zeiten gleichmäßig gewesen, so daß die einzelnen Zentimeter der zusammenhängenden Profile bestimmt keine unter sich gleichwertigen Zeitabschnitte repräsentieren. Ein ganz auffallend gleichmäßiges Wachstum des Torfes zeigen die oberen Hälften der beiden Diagramme von Skizze 3 (Seite 83). Einzelne markante Stellen, z. B. der 2. Haselgipfel, der Anstieg der Buchenkurve, der Betulagipfel, stimmen in beiden Diagrammen bis fast auf den Zentimeter überein. Auffallend ist nur der verschiedene Verlauf der Betulakurve in der unteren Hälfte. Hier liegen offenbar rein lokale Verschiedenheiten im Baumbestand der Moorstellen selbst vor. Der überraschend schnelle Anstieg der Buchenkurve in allen untersuchten Proben, der innerhalb von 3 cm von 4% zu 50% führt, spricht dafür, daß zu Ausgang der Eichenmischwaldzeit die Torfbildung keineswegs besonders rasch vor sich gegangen sein kann. Es wird ja manches Jahrhundert gedauert haben, bis das Waldbild sich derart grundlegend geändert hatte, besonders wenn wir die Langlebigkeit der Eiche und Linde in Rechnung stellen. Die Buche konnte ja nur den Nachwuchs unterdrücken und zunächst den alten Bäumen nichts anhaben.

Um die Möglichkeit zu haben, den Verlauf der Blütenstaubkurven der Rauhen Wiese in Einzelheiten mit den Kurven benachbarter Moorgebiete vergleichen zu können, habe ich den Versuch gemacht (Skizze 4, Seite 88), sie mit den von BERTSCH (1929) gegebenen Diagrammen vom Federsee und von Schopfloch in zeitliche Übereinstimmung zu bringen. Diese Synchronisierung geht von der Annahme aus, daß gewisse Punkte der Kurven benachbarter Gebiete, weil sie klimatisch bedingt sind, zeitlich zusammenfallen. Ich habe als solche Punkte ausgewählt den Schnittpunkt Corylus-Eichenmischwald, den Eichenmischwaldgipfel, die absolute Pollengrenze von Fagus und den ersten Fagusgipfel. Bei den beiden letzteren Punkten ließ ich (nach BERTSCH) Schopfloch und die Rauhe Wiese, weil weiter östlich gelegen als der Federsee, entsprechend



Raue Wiese (nach Skizze 3. Punkt a)

Schopflocher Torfgrube (nach Bertsch 1929)

Fedensee (nach Bertsch 1929)

Skizze 4.

der von BERTSCH angenommenen Wandergeschwindigkeit der Buche, „nachgehen“ gegenüber dem Federsee. Die zwischen diesen Fixpunkten liegenden Teile der Kurven wurden interpoliert, wobei der auf der Torfmächtigkeit beruhende Verlauf der zunächst vorliegenden Kurve möglichst gewahrt, die Kurve also gewissermaßen „entzerrt“ wurde. Die absolute zeitliche Datierung ist von BERTSCH übernommen.

Der Verlauf der Kurven der einzelnen Bäume stimmt gut mit den von BERTSCH gewonnenen Ergebnissen aus benachbarten Gebieten überein. Diese Übereinstimmung erstreckt sich auch auf folgende Einzelheiten: Die Linde erreicht ähnlich wie auf der Schopflocher Torfgrube und im Wasenried eine recht hohe Prozentzahl, auf der Rauhen Wiese wurden stellenweise bis 26% gezählt, ebenso ist die Ulme mit stattlichen Zahlen vertreten (bis zu 19%). Der Eichenmischwald erreicht sehr hohe Zahlen (bis über 80%). Das rührt her von der geringen Rolle, die auf der Rauhen Wiese wegen der unbedeutenden Ausdehnung der Moorstellen die moorbegleitenden Bäume spielten. So kommen die eigentlichen Waldbäume viel besser zum Ausdruck, als es sonst oft der Fall ist.

Auch der von BERTSCH öfters erwähnte zweite Haselanstieg* ist gut ausgebildet (bis über 30%), wenn es auch nicht zu einer deutlichen Überschneidung der Eichenmischwaldkurve kommt.

Die Birke hat am Ende der Eichenmischwaldzeit einen starken Anstieg (bis 30%), und zwar nach dem eben besprochenen zweiten Haselanstieg. BERTSCH hat ihn an Stelle des Haselgipfels im Wasenried bei Sigmaringen gefunden, wobei allerdings die Frage offen bleibt, ob hier durch die Stichprobeentnahme nicht der zweite Haselgipfel überschlagen ist. Die Buche setzt sehr spät auch mit ihrer absoluten Pollengrenze ein und gewinnt dann sehr rasch die Überhand (etwa 50%), wenn auch nicht so unbedingt, wie sie der Eichenmischwald hatte.

In der zweiten Hälfte der Buchenzeit macht die Birke der Buche stärkste Konkurrenz und überschneidet sie sogar vorübergehend in allen Diagrammen. Das kann lokale Gründe haben, d. h. die Birke bildete vielleicht nur in wenigen Stämmen den lückenhaften Baumbestand auf den vermoorten Stellen selbst und wäre dann natürlich stark überpräsentiert. Da aber die vermoorten Stellen einen so geringen Umfang haben, ist es wahrscheinlicher, daß der starke Anteil der Birkenpollen auch einen Schluß auf die umliegenden Wälder erlaubt. Die Birke im Zusammenhang mit der allerdings schwächer vertretenen Eiche würde dann den Eichenbirkenwald repräsentieren. Der starke Anstieg der

* Ich habe abweichend von sonstiger Gepflogenheit, aber in Übereinstimmung mit BERTSCH, die Haselpollen wie Baumpollen bei der Prozentberechnung mitgezählt, und zwar aus folgendem Grunde: Die Hasel ist heute im eigentlichen Albuch sehr selten, wie das obere Ende ihrer Blütenstaubkurve zeigt, sie ist für die Beurteilung des Waldbildes hier von ebenso großer Bedeutung wie einer der Waldbäume und geht mit der soeben besprochenen charakteristischen Ausnahme durchaus mit dem Eichenmischwald. BERTSCH betont besonders die Notwendigkeit, den ersten Haselgipfel in Erscheinung treten zu lassen, das gilt natürlich ebenso für den zweiten Haselgipfel.

Birke gegen die Jetztzeit zu hängt wohl mit dem Überhandnehmen des menschlichen Einflusses auf die Wälder und Streuwiesen in den letzten 1000 Jahren zusammen. Bestimmt trifft die Annahme, daß es sich um den Baumbestand der allernächsten Umgebung handelt, zu für die Erle. Sie findet sich mit etwa 10%, gelegentlich bis 20% ansteigend, so ziemlich durch das ganze Profil, abgesehen von den untersten Zentimetern, aber bis unmittelbar an die Oberfläche heran. Das ist recht auffällig. *Alnus incana* kommt heute sehr vereinzelt und spärlich an den Waldrändern des Albuchs vor, *Alnus glutinosa* fehlt heute der Rauhen Wiese und dem eigentlichen Albuch, wie meines Wissens der ganzen Albhochfläche mit Ausnahme der Vulkantuffböden. An bruchwaldähnlichen Stellen ist sie heute überall durch die Moorbirke (*Betula pubescens*) ersetzt. Ihr völliges Verschwinden auf der Rauhen Wiese muß erst in die allerjüngste Zeit fallen. Daß sie künstlich so vollkommen entfernt wurde, ist nicht recht wahrscheinlich, schon wegen ihrer großen Regenerationskraft. Wahrscheinlicher ist die Annahme, daß die Standortverhältnisse sich geändert haben, und da ist wohl in erster Linie an die Bodenverhältnisse zu denken. *Alnus glutinosa* braucht verhältnismäßig nährstoffreiche, besonders stickstoffreiche Böden. Das bedeutet also, daß im Zusammenhang mit der starken Nutzung der Moorstellen als Streuwiesen der Nährstoffgehalt des Bodens allmählich noch weiter gesunken ist, und zwar besonders in allerjüngster Zeit. Ferntransport der Pollen ist deshalb nicht anzunehmen, weil die Pollenkurve der Erle so gleichmäßig und lückenlos ist und weil das nächste heutige Vorkommen der Erle immerhin etwa 10 km entfernt auf dem braunen Jura des Albtraufes liegt und sehr wenig umfangreich ist.

Die Nadelhölzer zeigen, ähnlich wie in dem oberen Teile des Schopflocher Profiles, durchweg nur geringe Zahlen. Das ausgedehnte Nadelwaldgebiet im Albvorland bei Gmünd—Gaildorf liegt etwa 20 km entfernt in der Richtung gegen Westen. Man kann also ohne weiteres an Ferntransport denken, besonders da urkundlich feststeht, daß Fichte und Weißtanne im Albuch bis etwa zum Jahre 1800 völlig fehlten.

Zu erwähnen ist das vorübergehend stärkere (bis 6% wurden gefunden) Vorkommen von Weißtannepollen im ersten Teil der Buchenzeit, das gut zum Bild eines ausgesprochen feuchten atlantischen Klimas paßt. Auch hier handelt es sich um Ferntransport.

Die Kiefer tritt gelegentlich in der Mitte der Buchenzeit mit hohen Prozentzahlen (25%) in fortlaufenden Reihen auf. Vielleicht war sie doch im Albuch selbst heimisch, möglicherweise auf den Moorstellen selbst. Das würde dann die Tatsache erklären, daß sie nur an einigen Bohrstellen mit größeren Prozentzahlen auftritt. Heute ist sie in der näheren Umgebung nur ganz vereinzelt angepflanzt. Ziemlich gesichert scheint ihr spontanes Vorkommen auf den Felsen des Albrandes und z. B. auch auf den Dolomittfelsen des Wentales, etwa 6 km in nördlicher Richtung entfernt.

Welche Schlüsse erlaubt nun der Befund der Baumpollen in Beziehung auf die Zusammensetzung der Albuchwälder in den einzelnen nacheiszeitlichen Klimaperioden? Wie schon oben ausgeführt, glaube ich, daß gerade solche kleine Moorkommen ein besonders klares und aufschlußreiches Bild hierüber geben können. Bei ihnen kann der Baumbestand des Moores selbst und seiner nächsten feuchten Umgebung keine große Rolle spielen gegenüber dem Baumbestand der Wälder, die ringsum auf trockenem Boden nur wenige dutzend Meter entfernt sich anschließen oder sich angeschlossen haben. Es ist schon darauf hingewiesen, daß das Kurvenbild für die waldbestimmenden Bäume, wie Eiche, Linde, Ulme und Buche Werte zeigt, wie sie sonst selten festgestellt werden, während eigentliche Moorbäume wie Erle und Kiefer zu allen Zeiten zurücktreten. Daß die Birke im Albuch zu beiden Kategorien gehören kann, ist ebenfalls schon dargelegt. Klar ist auch, daß für die Urlandschaftsforschung, namentlich wenn man an ihre Bedeutung für die Siedlungsgeschichte denkt, Moorkommen außerhalb der eigentlichen Hochmoorgebiete besonders wichtig sind, weil diese Hochmoorgebiete ja häufig spät besiedelt sind. Aus diesem Grunde hat TÜXEN (1931) die Forderung aufgestellt, solche geringfügigen und isolierten Vorkommen besonders eingehend zu untersuchen.

Für die Alb liegen zwei von BERTSCH (1929) untersuchte Moorprofile vor, das eine von der Donauseite bei Sigmaringen, das andere von der Neckarseite der Hochal von der Schopflocher Torfgrube. Mit diesen beiden Profilen stimmt das der Rauhen Wiese, was die Eichenmischwälder betrifft, gut überein, besonders wenn die Erle außer Betracht bleibt. Das heißt also, daß während der Eichenmischwaldzeit das Waldkleid der Alb recht gleichmäßig war, und daß das Albuch damals keine nennenswerten Besonderheiten hinsichtlich der Waldbäume aufwies. Diese Tatsache ist recht aufschlußreich, wenn man an die heutige starke Abweichung der Albuchflora denkt, die sich durch alle Pflanzengesellschaften zieht und die zweifellos edaphisch bedingt ist. (HAUFF, 1936.) WALTER (1936) hat neuerdings den Satz ausgesprochen, daß in natürlichen Waldgesellschaften der Boden nur von geringem Einfluß sei, während er in genutzten Waldbeständen ausschlaggebend werde. Sehr gut stimmt damit zusammen, daß in der Eichenmischwaldzeit die Albuchböden denselben Wald tragen, wie die Kalkböden rings um die Schopflocher Torfgrube, während im Pollenbild der Buchenzeit die Unterschiede um so größer werden, je mehr der menschliche Einfluß zunimmt (auch abgesehen von der Einbringung ganz fremder Holzarten, wie der Fichte). Immerhin muß man aber bedenken, daß die heutigen Buchenwälder der kalkarmen Lehm Böden, wie sie oben geschildert sind, die doch gerade in bezug auf Siedlungsfeindlichkeit sich wesentlich von den Kalkbuchenwäldern unterscheiden, im Pollenbild von diesen Kalkbuchenwäldern nicht unterschieden werden könnten. So darf man doch wohl auch den Eichenmischwald nicht als eine überall, bei jeder Klimanuanze und auf jedem Boden gleichartige Pflanzengesellschaft betrachten, sondern eben

wie die Buchenwälder als einen Verband im Sinne BRAUN-BLANQUETS, dessen einzelne Assoziationen für die Siedlungen recht verschiedenartige Bedingungen geboten haben.

Daß damals tatsächlich schon Unterschiede edaphischer Art zwischen der übrigen Albhochfläche und dem Albuch bestanden haben, ist durch die Tatsache bewiesen, daß die Versumpfung und Versauerung, die zur Ansiedlung von Sphagnum führte, schon in der Eichenmischwaldzeit einsetzte. Gerade auf Böden, die in ihrer chemischen Zusammensetzung sich so sehr vom Muttergestein unterscheiden, wie die aus reinem Kalkstein hervorgegangenen kalkfreien Lehm Böden, spielt sicher auch die Tiefe des Bodens eine Rolle. Diese nimmt auch ohne menschlichen Einfluß irgendwelcher Art im Laufe der Zeit zu, wenn die Abspülung fehlt. Dabei wird die Baumschicht länger als die Strauch- und Krautschicht ihren ursprünglichen Charakter bewahren können. Die Tatsache, daß der Eichenmischwald sich in fast gleicher Zusammensetzung im Pollenbild von Landschaften Mitteleuropas findet, die heute starke klimatische und edaphische Unterschiede und damit ein recht verschiedenes Waldkleid zeigen, spricht bestimmt nicht gegen die oben angeführte Ansicht WALTERS (1937). Für sich allein genommen, läßt sie sich aber auch auf die Weise erklären, daß die Eichenmischwälder der einzelnen Landschaften hinsichtlich der Strauch- und Krautschicht ganz verschiedenartige Waldgesellschaften darstellen.

In der Frage, ob der Buchenwald der Lehm Böden der Alb nicht künstlich dadurch verändert sei, daß durch den heutigen Dunkel-schlagbetrieb die Buche auf Kosten der Eiche und der Hainbuche begünstigt werde, erlaubt das Ergebnis der Blütenstaubuntersuchung für das Albuch einen eindeutigen Schluß. Hainbuchenpollen kommen zwar immer wieder vereinzelt vor, aber nie in größerer Anzahl. In Schopfloch tritt sie in den allerobersten Schichten mit einigen Prozenten (bis zu 6%) auf, vermutlich repräsentieren diese aber schon die geschichtliche Zeit, in der die Hainbuche in den Weidewäldern zweifellos stark an Boden gewinnen konnte. Überhaupt ist es auffällig, wie sehr dieser Baum in den Pollenspektren zurücktritt, und zwar in fast allen Gegenden Mitteleuropas. Nach BERTSCH (1935) tritt er erst im Karpathenland mit namhaften Zahlen auf. OBERDORFER (1937) erklärt das Fehlen der Carpinuspollen damit, daß sie schlecht erhaltungsfähig seien, und hat auch Versuche hierüber angestellt. Für die Rauhe Wiese ist die Annahme, daß die Carpinuspollen verschwunden oder unkenntlich seien, nicht stichhaltig, die wenigen vorhandenen Pollen sind recht gut erhalten, mindestens ebenso gut wie die Faguspollen. Ein Beweis dafür, daß die Hainbuche auch in früheren Jahrhunderten im Albuch nicht zu häufig war, ist wohl auch, daß als Grenzmarken für die Gerechtigkeiten der Jagd im 17. Jahrhundert öfters Hagbuchen erwähnt werden, was in einem Wald mit starkem Hagbuchenbestand doch recht seltsam wäre. Heute findet sich die Hainbuche im eigentlichen Albuch nur an Stellen, die eindeutig als alte Weidewälder kenntlich und nachweisbar sind.

Auch die Eiche bringt es in der Buchenzeit nicht mehr zu höheren Zahlen, bezeichnenderweise am ehesten noch in der 2. Hälfte, wo schon menschlicher Einfluß vorhanden ist.

Die Eichen-Birkenwälder des Albuchs dagegen möchte ich als ursprünglich gegeben annehmen, und zwar mit starkem Vorwiegen der Birke. Das Pollenbild spricht mindestens nicht dagegen. Dabei kann es sehr wohl von menschlichen Einflüssen herrühren, daß die Birke in den oberen Schichten so stark zunimmt und sogar die Buche übertrifft. Die Birke konnte manche Kahlhiebe besetzen (vielleicht nur vorübergehend), die ursprünglich dem Buchenwald gehörten, so wie man es noch überall beobachten kann. Der Weidewaldbetrieb begünstigte zweifellos ebenfalls die Birke. Ebenso ist, wie auch GRADMANN (1936) angibt, nachweislich ein großer Teil der heutigen Birkenbestände aus Callunaweide sekundär entstanden. Ich glaube aber doch, daß auf tieferen und namentlich auf feuchteren Lehmböden die Birke und die Eiche schon vor der Rodezeit geschlossene Bestände bildeten, vermutlich in einzelnen Inseln über die ganze Länge der Albhochfläche weg. Dafür spricht die eigenartige Zusammensetzung der Nardeten und Calluneten der Albhochfläche. Sie sind ganz bestimmt nicht ursprünglich waldfreie Stellen, sondern an allen Stellen anthropogen; ihre Flora macht aber durchaus nicht den Eindruck, daß sie sich rein zufällig zusammengefunden hätte. Dazu ist sie viel zu eigenartig und über weite Flächen weg viel zu gleichartig. KUHN (1936) gibt Beispiele dafür, ebenso habe ich früher (HAUFF, 1936) diese auffällige Gleichartigkeit und Geschlossenheit hervorgehoben. Das Nardetum der südwestlichen und mittleren Alb enthält eine Reihe alpiner Mattenpflanzen (Hochgebirgspflanzen im Sinne GRADMANN'S) wie *Meum athamantinum*, *Ranunculus montanus*, *Polygonum viviparum*, die der Nordostalb fehlen. Das steht im Einklang mit dem sonstigen, durch die heutigen Klimaverhältnisse und durch die Höhenlage nicht erklärbaren Verhalten dieser pflanzengeographischen Gruppe auf der Alb und spricht doch stark dafür, daß es sich um echte Relikte handelt und nicht um zufällige Neuwanderungen, nachdem der Mensch die ökologischen Voraussetzungen für ihr Vorkommen geschaffen hatte. Nun kommen aber sämtliche Leitpflanzen des Nardetums, wie neben den genannten auch *Arnica montana*, *Carex pilulifera*, *Lycopodium clavatum*, *Jasione perennis* und auch *Calluna vulgaris* auf der Alb nie in einem Buchenwald irgendeiner Art vor, dagegen finden sie sich überall im Eichenbirkenwald, der ihnen viel größeren Lichtgenuß gewährt. Nach der Rodung dieser Eichenbirkenwälder sind diese Pflanzen übrig geblieben und haben wohl auch sekundär noch andere Stellen besetzen können, die ursprünglich Buchenwald trugen.

Außer den Mooruntersuchungen auf der Rauhen Wiese habe ich auch noch die Humusböden der oben geschilderten Wälder auf Blütenstaubkörner untersucht. Meist war die Ausbeute nicht lohnend und nicht recht auswertbar. In einigen Fällen waren die Pollen aber überraschend gut erhalten und geben wenigstens einigermaßen ein Bild vom

früheren Aussehen eines Bestandes. Dabei ist allerdings eine zeitliche Festlegung nicht möglich, da irgendeine Art von Profil bei der geringen Mächtigkeit der pollenhaltenden Schicht nicht aufstellbar ist. Zwei Beispiele seien angeführt:

1. Im Kühholz. 60jähriger Fichtenbestand mit *Vaccinium myrtillus* 3, *Polytrichum formosum* 3 und *Sphagnum acutifolium* 2.

18 cm saurerer Humus (pH 3,8), darin in 15 cm Tiefe folgende gut erhaltenen Pollen: *Betula* 72%, *Quercus* 8%, *Pinus* 6%, *Picea* 3%, *Corylus* 1% und *Fagus* 10%. Daneben fanden sich Sphagnumsporen 7%, Gramineen 3%, Cyperaceen 4%.

Das Vorhandensein von Faguspollen und das nur spärliche Vorkommen von Piceapollen erlaubt wenigstens die obere und untere zeitliche Grenze zu setzen. Es handelt sich um Buchenzeit, aber nicht um die letzten 80 Jahre, in denen im Albuch schon blühende Fichten reichlich vorhanden waren.

Der Bestand war ein ausgesprochener Birkenwald mit wenigen Eichen (und Kiefern?), damals offenbar schon recht feucht.

2. Im Schorren (Stadtwald Heubach). 80jähriger Buchenbestand mit einzelnen Eichen, *Vaccinium myrtillus* 4, offensichtlich ein alter Weidewald.

7 cm Rohhumus über Feuersteingeröll, darin in 5 cm Tiefe folgende Pollen: *Quercus* 45%, *Fagus* 35%, *Betula* 6%, *Pinus* 6%, *Picea* 5%, *Abies* 2%, *Carpinus* 1%. Außer diesen 100% Baumpollen konnten erkannt werden: 2 Ericaceentetraden, 2 Fransporen, 1 Graspöle.

Auch diese Probe kann nicht von der heutigen Baumgeneration stammen, da Piceapollen nur spärlich vertreten sind.

Der repräsentierte Bestand enthält mehr Eichen als der heutige, dagegen wie der heutige die Weißbuche nur spärlich. Vermutlich stammt die Probe aus der Weidewaldzeit, in der der lichte Wald wohl zahlreiche alte Eichen enthielt.

Ganz klar zeigt die Blütenstaubkurve der Rauhen Wiese die Tatsache, daß auch auf kalkfreien Feuersteinlehmböden, die in einem Umkreis von 5 km um die Rauhe Wiese mindestens 90% der Böden ausmachen, der Buchenwald auch ohne menschlichen Einfluß die Vorherrschaft erlangt hat in imponierend raschem Aufstieg. Nur der Eichenbirkenwald macht ihm stellenweise Konkurrenz. Der Einfluß des Menschen hat offensichtlich die Buche eher zurückgedrängt, als begünstigt.

Zusammenfassung.

1. Auf den kalkarmen Böden der Ostalb steht ein echtes Fagetum, das sich in seiner Krautschicht, in seinem Habitus und in physikalischen und chemischen Besonderheiten seines Bodenprofils vom *Fagetum calcareum* unterscheidet. Es schließt sich an die in Mitteldeutschland verbreiteten bodensauren Buchenwälder an.

2. Dieser Wald ist in seinem Baumbestand dadurch gegen Degeneration geschützt, daß die Buchenwurzeln bis in kalkreiche Schichten reichen können, in seiner Krautschicht dadurch, daß das sich gut zersetzende Fallaub Nährstoffverluste verhindert.
3. Wird die normale Humusbildung durch menschliche Einwirkung gestört, so bildet sich (als Paraklimax im Sinne BRAUN-BLANQUETS) der heidelbeerreiche Buchenwald aus; wird durch den säkularen Vorgang der Gesteinsverwitterung das Bodenprofil tiefer und weniger wasserdurchlässig, so stellt sich ein Eichenbirkenwald ein.
4. Die Pollenanalyse von der Rauhen Wiese zeigt, daß die Vermoorung dort in der Eichenmischwaldzeit einsetzt. Daraus folgt, daß die starke Degradation der Albuchböden älter als der menschliche Einfluß ist. Die Moorbildung ist nicht topogen; zur Zeit, in der sie ihren Anfang nahm, kann daher nicht wohl ein ausgesprochenes Trockenklima geherrscht haben.
5. Das Pollenbild der Eichenmischwaldzeit zeigt in seinem Baumbestand keinerlei Unterschied zu dem der übrigen Albmoore auf, das der Buchenzeit zeigt neben der vorherrschenden Buche ein ungewöhnlich starkes Auftreten der Birke. Ein Eichenhainbuchenwald ist im Pollenbild nicht vorhanden.

Herrn Professor ZIMMERMANN (Tübingen) bin ich zu größtem Dank verpflichtet für das Interesse, das er von Anfang an meiner Arbeit entgegenbrachte und für die wertvolle Beratung und Förderung, die ich in vielen Besprechungen und bei gemeinsamen Begehungen des Gebietes von ihm erhalten durfte.

Schriftenverzeichnis.

- K. BERTSCH, Blütenstaubuntersuchungen im Federseegebiet und anderen Oberschwäbischen Rieden. Veröffentlichungen der Staatlichen Stelle für Naturschutz in Württemberg. Heft 4, 1928.
- Wald- und Florengeschichte der Schwäbischen Alb. Veröffentlichungen der Staatlichen Stelle für Naturschutz in Württemberg. Heft 5, 1929.
- Der deutsche Wald im Wechsel der Zeiten. Biologie in Einzeldarstellungen. Band I, 1935.
- Beiträge zur Waldgeschichte Württembergs. Veröffentlichungen der Staatlichen Stelle für Naturschutz in Württemberg. Heft 7, 1931.
- W. BROCHE, Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des südlichen Schwarzwaldes und der Baar. 1929.
- A. FABER, Über Waldgesellschaften in Württemberg. Bibliotheca botanica 108. 1933.

- A. FABER, Über Waldgesellschaften auf Kalksteinböden und ihre Entwicklung im Schwäbisch-Fränkischen Stufenland und auf der Alb. Bericht des Deutschen Forstvereins, Landesgruppe Württemberg. 1936.
- O. FEUCHT, Zur Frage der natürlichen Waldgesellschaften Südwestdeutschlands. Forstliche Wochenschrift „Silva“. 25. April 1937.
- H. FRIESE, Die Karsthohlformen der Schwäbischen Alb. Stuttgarter geographische Studien. Heft 37/38, 1933.
- R. GRADMANN, Süddeutschland. 1931.
— Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. 3. Auflage. 1936.
- E. GRANLUND, De Svenska Högmossarnas Geologi. Stockholm 1932.
- H. GROSS, Nacheiszeitliche Klima- und Florenzentwicklung in Nord-Mitteleuropa. Beiheft zum Botanischen Zentralblatt. II. Abteilung, Band 47, 1931.
- H. GROSS-CAMERER, Arealmäßige und ökologische Beziehungen verschiedener Waldpflanzen zur Formation des Rotbuchenwaldes. Beiheft LXIV zu Feddes Repertorium. 1931.
- H. HARRASSOWITZ, Studien über mittel- und südeuropäische Verwitterung. Geologische Rundschau (Festschrift Steinmann). 1926.
- R. HAUFF, Die Rauhe Wiese bei Böhmenkirch-Bartholomä. Veröffentlichungen der Württembergischen Landesstelle für Naturschutz. Heft 12, 1936.
- H. HESMER, Die Bewaldung Deutschlands. Forstliche Wochenschrift „Silva“. 1936.
- K. HUECK, Pflanzengeographie Deutschlands. Berlin 1936.
- J. JAESCHKE, Zur postglazialen Waldgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes. Beiheft zum Botanischen Zentralblatt. II. Abteilung, Band 51, 1934.
- E. ISSLER, Die Buchenwälder der Hochvogesen. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel. Heft 8, 1932.
- D. KAREL, The beech forestes of Czechoslovakia. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel. Heft 8, 1932.
- E. KLEINSCHMIDT, Neue Niederschlagskarte von Württemberg. Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. 1928.
- W. KREH, Das Pflanzenkleid der Umgebung von Stuttgart. Veröffentlichungen der Staatlichen Stelle für Naturschutz in Württemberg. Heft 10, 1933.
- K. KUHN, Die Pflanzengesellschaft im Neckargebiet der Schwäbischen Alb. Öhringen 1937. Dissertation Tübingen.
- R. LOTZE, Zur Frage der Präexistenz des Talsystems im Gebiet des Steinheimer Beckens. Jahresbericht und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins. Neue Folge 19, 1930.
- W. LÜDI, Zur Frage des Waldklimax in der Nordschweiz. Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel. 1934.
- F. MARKGRAF, Der deutsche Buchenwald. (In: „Die Buchenwälder Europas“.) Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel. Heft 8, 1932.
- R. MARX, Die klimatischen Verhältnisse der Schwäbischen Alb. Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. 1919/1920.
- H. MEUSEL, Waldtypen des Grabfeldgäues. Beiheft zum Botanischen Zentralblatt. Abteilung B, 53. 1935.
- E. OBERDORFER, Bemerkenswerte Pflanzengesellschaften und Pflanzenformen des Oberrheingebietes. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. I,1.
— Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Oberrheins. Zeitschrift für Botanik. XXX. 1937.
- F. OVERBECK, Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. Zeitschrift für Botanik. XX. 1928.

- J. PACZOSKI, Die Wälder von Bialowiesh. Besprechung (von Buchholz) in Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 1931.
- E. RÜBEL, Zusammenfassende Schlußbetrachtung zur Vortragsrunde über die Buchenwälder Europas. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübél. Heft 8, 1932.
- K. RUDOLPH und FR. FIRBAS, Das Koppenplanmoor im Riesengebirge. Naturwissenschaftliche Zeitschrift „Lotos“. Heft 76, 1928.
- G. SCHAAF, Der obergermanische Limes und seine Beziehung zur Laub- und Nadelwaldgrenze. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1931.
- Blütenstaubbählungen an Hohenloher Mooren. Veröffentlichungen der Staatlichen Stelle für Naturschutz in Württemberg. Heft 9, 1932.
- R. SCHMITT, Die waldbauliche und bodenkundliche Bedeutung der Bodenflora des Buchenwaldes im Hochspessart. Würzburg 1936.
- H. STREMMER, Die Böden Deutschlands. In: E. BLANCK, Handbuch der Bodenlehre V. Berlin 1930.
- A. TANSLEY, British-Beechwoods. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübél. Heft 8, 1932.
- R. TÜXEN, Die Grundlagen der Urlandschaftsforschung. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte. 1931.
- Ist die Buche die Nährmutter des deutschen Waldes? Forstarchiv. Januar 1932. Sonderheft für forstliche Vegetationskunde.
- H. WALTER, Nährstoffgehalt des Bodens und natürliche Waldbestände. Forstliche Wochenschrift „Silva“. 1936.
- Pflanzensoziologie und Sukzessionslehre. Zeitschrift für Botanik. Jahrg. 31, Heft 12, 1937.
- W. WANGERIN, Beiträge zur pflanzengeographischen Analyse und Charakteristik von Pflanzengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung des Rotbuchenwaldes. RÜBEL: Ergebnisse der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion. 1934.
- K. WEIGER, Beiträge zur Kenntnis der Spaltenausfüllungen im Weißen Jura. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1908.

Erklärung der in den Tabellen gebrauchten Abkürzungen.

Die Buchstaben vor den Pflanzennamen beziehen sich auf die Verbreitungstypen GRADMANN'S (1936).

N = Nordisch, M = Mitteleuropäisch, Bi = Binnenländisch, S = Südlich, N-Bi = Nordisch-Binnenländisch, Bg = Bergpflanzen.

Die Zahlen und Kreuze in den Tabellen sind die üblichen Stufen einer 6-teiligen Skala der Frequenz.

gr = truppweise, m = nur an Waldrändern.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [93](#)

Autor(en)/Author(s): Hauff Rudolf

Artikel/Article: [Die Buchenwälder auf den kalkarmen Lehmböden der Ostalb und die nacheiszeitliche Waldentwicklung auf diesen Böden 51-97](#)