

Z81/28

MITTEILUNGEN

der

DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

EXKURSIONSFÜHRER

zur

JAHRESTAGUNG DER DBG

1979

in

FREIBURG i. Br.

Redaktion: H. W. ZÖTTL

Bd. 28

1979

ISSN - 0343 - 107 X

Schriftleitung: P. Hugenroth, Göttingen

Mitteilungen
der
Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft

EXKURSIONSFÜHRER

zur
Jahrestagung 1979
in
Freiburg i. Br.

Redaktion: H. W. Zöttl

1979

INHALT

	<u>Seite</u>
Vorwort (H. W. Zöttl)	1
Naturraum und Klima (W. Weischet)	3
Geologisch-tektonischer Aufbau und Gesteinsverbreitung (A. Schreiner und W. Wimmenauer)	23
Vegetation (E. Oberdorfer)	41
Böden (Fr. Hädrich, W. Moll und K. Stahr)	55
Forstwirtschaft (P. Gürth)	83
Landwirtschaft (K. Müller)	95
Weinbau (H. Konrad)	103
Regionalwirtschaftliche Gegebenheiten (E. Nießlein)	107
 <u>Exkursion A:</u>	
Höhenabhängigkeit der Bodenentwicklung im Gneisschwarzwald (K. Stahr, E. E. Hildebrand und H. W. Zöttl)	117
 <u>Exkursion B:</u>	
Bodengesellschaften des Bärhaldegranitgebietes (Fr. Hädrich, K. Keilen, K. Stahr und H. W. Zöttl)	173
 <u>Exkursion C:</u>	
Böden im Vorland und ihre Bedeutung für die Landschaftsplanung (Fr. Hädrich und P. Hummel)	245
 <u>Exkursion CH:</u>	
Böden im Faltenjura (L. F. Bonnard und E. Frei); Naßböden auf der Unteren Süßwassermolasse im Zusammenhang mit waldbaulichen Bewirtschaftungsproblemen (F. Richard und P. Lüscher)	293
 <u>Exkursion F:</u>	
Bodenbildung und Standortseigenschaften im Gebiet der Zentralvogesen (M. Gury)	371

Vorwort

Die Exkursionen dieser Tagung stehen unter dem Thema

"Bodenentwicklung und Landnutzung in Mittelgebirge und Vorland".

Sie führen in die Landschaften des Breisgau und Hochschwarzwalds, des Jura und Voralpenraumes der Schweiz sowie der Vogesen in Frankreich.

Die Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft setzt mit diesem überregionalen Charakter ihrer Tagung die traditionell gutnachbarlichen Beziehungen im Dreiländereck Deutschland - Frankreich - Schweiz fort.

Die Exkursionen A, B und C bewegen sich im Raum des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald. Die Beiträge im ersten Teil des Exkursionsführers geben eine geraffte Darstellung dieses Gebietes, seiner Böden und Nutzung. Anschließend sind die Exkursionsrouten und Bodenprofile eingehend geschildert.

Die Exkursionen CH und F werden dagegen in sich abgeschlossen beschrieben.

An der Vorbereitung der Exkursionen, der Untersuchung der Bodenprofile und der Darstellung der Ergebnisse waren viele Kollegen und Mitarbeiter beteiligt. Besonderer Dank gebührt den Kollegen in Frankreich und in der Schweiz für die Organisation der Exkursionen in die Nachbarländer.

Gleiches gilt für die Verfasser der einleitenden Beiträge über den Exkursionsraum Freiburg, für die Mitorganisatoren aus dem Geologischen Landesamt Baden-Württemberg sowie die weiteren an den Laboruntersuchungen für Exkursion C beteiligten bodenkundlichen Institute. Die Verfasser sind auf den Titelblättern der Beiträge bzw. Exkursionen genannt.

Mit ihrem großen Einsatz bei der Arbeit in Wald und Feld, im Labor und im Büro trugen die Angehörigen des Instituts für Bodenkunde und Waldernährungslehre die Hauptlast der Arbeit. Sie sind im Methoden-Teil der Exkursionsbeschreibungen aufgeführt. Frau H. Kawaletz und die Institutssekretärin Frl. P. Ricker besorgten die Schreibebeiten. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

Schließlich ist mit nachdrücklichem Dank die finanzielle Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg zu vermerken.

Naturraum und Klima

von

W. Weischet⁺)

1 Naturräumliche Übersicht

Grob generalisiert gliedert sich der dem Tagungsthema gewidmete Raum in das Mittelgebirge Schwarzwald sowie sein westliches und östliches Vorland (siehe Abb. 1).

Das westliche Vorland des Schwarzwaldes ist aus Landschaftseinheiten im tektonisch angelegten sowie fluviatil, äolisch und denudativ überformten Ober-rheintalgraben zusammengesetzt. Es sind die eigentliche Oberrheinebene mit einer Höhenlage um 200 m NN sowie die topographisch als Hügel- und Bergland im Höhenintervall zwischen 250 und 550 m NN zu bezeichnende Vorbergzone.

Tiefster Teil der Rheinebene ist die Rheinaue, eine bis zur Rheinkorrektur vor rund 150 Jahren noch regelmäßig vom Hochwasser überschwemmte, mit leichter Schlickauflage versehene Schotterfläche. Der Auewald war stark vom Grundwasser abhängig. Nach Anlage des Rheinseitenkanals und die dadurch verursachte Grundwasserabsenkung sind viele Teile des wasserdurchlässigen Schotterkörpers zu trockenen Standorten mit entsprechenden Folgen für die Neuformierung der Pflanzengesellschaften geworden. Die Rheinaue ist weitgehend siedlungsleer.

Mit deutlicher Terrassenkante, dem Hochgestade, ist der ausgedehnteste Teil der Rheinebene, die Niederterrasse, gegen die Aue abgesetzt. Sie besteht aus einzelnen Platten, die voneinander durch breite Kastentäler der vom Schwarzwald herabkommenden Bäche getrennt sind. (Diese Talböden haben wieder Auencharakter.) Die Platten steigen zum Fuß der Vorbergzone leicht an und

⁺) Geographisches Institut I
der Universität,
Werderring 4, D-7800 Freiburg i. Br.

haben dort flachwelligen Charakter. Es ist das eine Folge der an Mächtigkeit zunehmenden Schwemmlößauflage. Die rheinnahen Teile tragen demgegenüber nur eine fossile Auelehmdecke. Die Niederterrasse ist lückenlos in Agrarland verwandelt und von großen Haufendörfern besetzt.

Gemeinsame Kennzeichen des dem markanten Westanstieg des Schwarzwaldes vorgelagerten Berg- und Hügellandes (abgekürzt als "Vorbergzone" bezeichnet) sind folgende: es sind in der Staffelbruchzone der sog. "Schwarzwaldrandverwerfung" verschieden tief abgesunkene und unterschiedlich gekippte einzelne Schollen des mesozoischen Deckgebirges, deren versteifende Schichtpakete im wesentlichen aus Kalken bestehen. Auf die tieferen Teile der Schollen sind im Tertiär heute noch horizontal lagernde Decken vorwiegend aus Mergeln sedimentiert worden (Mächtigkeit ein paar Zehner von Metern). Im Pleistozän sind die Schollen von autochthonen kleinen Bächen und den größeren Schwarzwaldbächen fluviatil zerschnitten worden. Die letzteren haben in die entsprechend weiten Erosionshohlformen glazifluviale Schotterkörper in Form steiler Schwemmkegel aus groben Schwarzwaldschottern eingebracht und kleinere Schollen, die als "Bergle" aus dem Schwemmkegel heraus schauen, umlagert. Landschaftsbestimmend sind die Niederterrassenkegel von Neumagen, Dreisam und Elz in der Freiburger Bucht mit vielen einzelnen Bergle zwischen dem Krozinger Bergle im S und dem Nimberg im N. Und schließlich ist die ganze Überformung im Pleistozän vor sich gegangen bei gleichzeitigem äolischem Auftrag des Löß als geseigertem Auswehungsprodukt aus den glazifluviolen Schotterfluren des Rheines. Es sind Lösses von mindestens 5 durch Verlehmungshorizonte getrennten Lößbildungszeiten bekannt, die als bestimmte Abschnitte der Kaltzeiten abgeleitet werden können (MÜNzing 1976). Wo der äolische Auftrag groß und die Abtragungsprozesse klein waren, sind Lößmächtigkeiten von 10 - 20 m vorhanden. Das ist besonders auf den niedrigeren und plattenartig ausgebildeten Teilen der Vorbergzone (Markgräfler Hügelland, Ostkaiserstuhl, Emmendinger Vorbergzone) der Fall. Andererseits sind auf den steileren und höheren Teilen der eigentlichen Vorberge nur dünne Decken solifluidal umgelagerten Lößlehms vorhanden. Bemerkenswerterweise gibt es aber selbst auf den Niederterrassenschwemmkegeln lokale kleine Lößinseln.

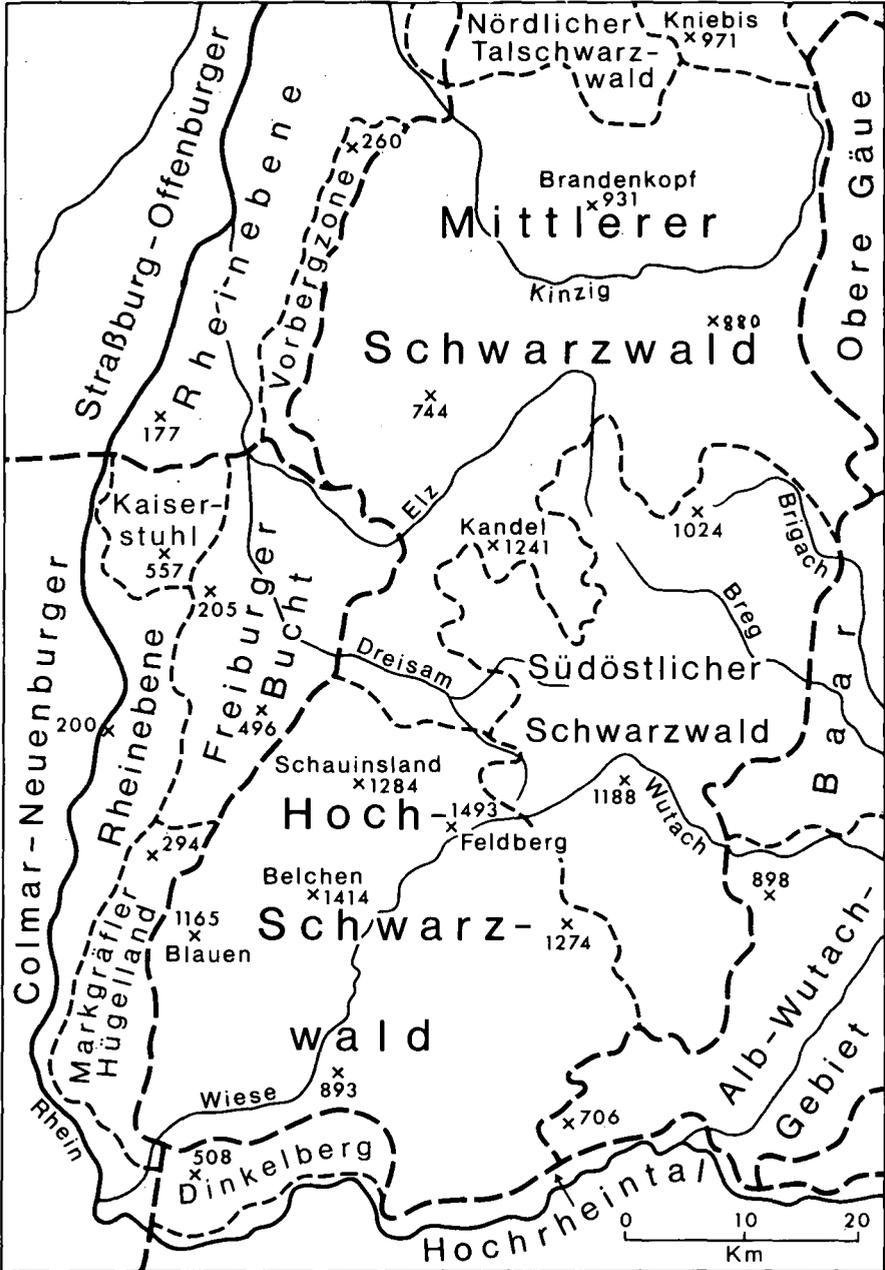


Abb. 1. Die Naturräumlichen Einheiten
(nach REICHELT 1964 sowie FISCHER u. KLINK 1967)

Individuelle Kombinationen der genannten gemeinsamen Kennzeichen haben zur Ausgliederung folgender Einzelräume geführt:

Das Markgräfler Hügelland erhebt sich mit deutlichem Steilanstieg von 50 - 100 m Höhe über die Niederterrassenebene. Im Nordteil ist es ein waldloses Riedelland von 280 - 300 m Höhe mit nur autochthonen weiten Muldentälern, im südlichen Teil überhöhen bewaldete Kuppen weniger tief abgesenkener Jurakalkschollen die umgebenden offenen Hügelländer (Kuppen 500 - 600 m, Hügelländer 300 - 400 m). Im Norden herrscht mit Ausnahme der Talgründe ausschließlich Weinbau, im Süden Weinbau im rheinnahen Teil, gemischte Agrarwirtschaft in den inneren Teilen.

Für die Freiburger Bucht ist, wie oben bereits dargelegt, bezeichnend die Kombination von lößbedeckten niedrigen Restschollen (Höhen um 280 - 350 m), die intensiver agrarischer Nutzung (meist Wein) unterliegen, mit umgebenden Schwemmkegeloberflächen, die in den oberen Teilen vom Mooswald bestanden sind und am nassen Fuß der Schwemmkegel von Auewald oder Grünlandniederungen eingenommen werden. Südlich der Dreisam sind am Schwarzwaldrand zwischen Schönberg und Staufener Schloßberg markante Vorberge angeordnet, die maximale Höhen von über 500 m erreichen. Auf den günstig exponierten Hängen sind Rebkulturen angelegt.

Der Kaiserstuhl besteht aus einem zentralen Teil vulkanischen Ursprungs, der durch fluviatile Hohlformen des Krottenbach- und Kammertales in einen nach W offenen hufeisenförmigen Kranz 490 bis maximal 557 m hoch aufragender Bergrücken (als "Zentralkamm" bezeichnet) und die zentrale Berggruppe um den 430 m hohen Badberg gegliedert ist. Die Talformen darin sind schmale Sohlentäler, die Talhänge bemerkenswert steil. Die Bergrücken bilden einen Laubwaldkranz, den aus subvulkanisch gebildeten Karbonatit bestehenden Badberg überzieht Trockenrasen. Die Talhänge tragen eine unterschiedlich mächtige Lößdecke; sie sind durch Kulturterrassen für den Weinbau vom Menschen künstlich umgestaltet. Der östliche Kaiserstuhl ist ein durch radial angeordnete breite Kastentäler gegliedertes Platten- und Riedelland von 250 - 350 m Höhe. Der Untergrund ist vorwiegend aus flachlagernd tertiären Mergel- und Kalkschichten aufgebaut, die durch besonders mächtige Lößdecken weitgehend verhüllt sind. Die Westseite des Kaiserstuhls besteht aus einem unregelmäßi-

gen, gegen W an Höhe verlierenden und in weiten flachen Riedeln ausklingenden Kuppen- und Hügelland, das ebenfalls eine mächtige Lößdecke trägt. Ost- und Westkaiserstuhl sind waldlose Landschaften, heute vollständig dem Weinbau und der Kultur von Obstplantagen gewidmet.

Der Schwarzwald als das höchste deutsche Mittelgebirge beginnt mit steilem Gebirgswestrand im Zuge der morphologisch deutlich ausgeprägten Bruchlinienstufe der Schwarzwaldhauptverwerfung und mit einer ebenso deutlichen Grenze des Waldlandes gegenüber dem waldlosen Vorland. Besonders markant wird der Westanstieg dadurch, daß die höchsten Erhebungen nicht im Zuge der zentralen Längsachse des Gebirges, sondern wie bei einer ostwärts einfallenden Keilscholle im westlichen Teil in unmittelbarer Nachbarschaft zum tektonisch abgesenkten Oberrheinalgraben auftreten. Hier auf der "rhenanischen" Seite liegt dazu die Erosionsbasis rund 400 m tiefer als auf der "danubischen" Ostabdachung. Geologisch besteht der Schwarzwald aus einem kristallinen Sockel und einer Deckgebirgsauflage aus Buntsandstein, die allerdings nur in bestimmten Teilen des Gesamtgebietes noch erhalten, dort dann aber formbestimmend ist.

Nach topographischer Höhenlage und Reliefausprägung sind Süd-, Mittel- und Nordschwarzwald zu unterscheiden.

Der Südschwarzwald ist als "kristalliner Hochschwarzwald" der tektonisch und topographisch höchste Teil, das Hauptmassiv, welches auf rund einem Viertel seiner Fläche höher als 1000 m aufragt und am Feldberg in 1493 m NN gipfelt. Er reicht im Norden ungefähr bis zur verkehrsmäßig überaus wichtigen Verbindungslinie Freiburg - Zartener Becken - Hinterzarten - Neustadt, die ihrerseits im Zuge eines Quergrabens liegt, der, vom Bodensee ausgehend, als "Bonndorfer Graben" den Schwarzwald in ESE-WNW-Richtung durchzieht und über die Freiburger Bucht hinaus bis zum Kaiserstuhl reicht. Durch die Täler von Alb, Wehra und vor allem Großer Wiese ist die Südabdachung des Südschwarzwaldes in Bergzüge und Höhenrücken mit beträchtlicher Reliefenergie aufgegliedert.

Während der Würmkaltzeit, als die klimatische Schneegrenze bis ins Höhenniveau zwischen 900 und 1000 m NN abgesunken war, trug der hohe Südschwarz-

wald eine Gebirgsvergletscherung mit verschiedenen Vereisungszentren (Blauen, Belchen, Schauinsland, Feldberg mit Herzogenhorn, Kandel, Rohrhardsberg). Glazigene Exarationsformen sind in Form von Karen besonders am Feldberg (Feldseekar), Herzogenhorn und Schauinsland, in Form von kurzen Trogtälern (St. Wilhelmer Tal, Bärenental, oberstes Wiesetal z. B.) und verbreitet vorkommenden Rundhöckerfelsen deutlich ausgeprägt. Talgletscher erreichten vom Feldberg aus im Wiesetal eine Länge von 23 km bei einer max. Mächtigkeit von 400 m (bei Schönau), gelangten nach E bis 6 km vor das heutige Neustadt und über das Albtal 25 km bis weit über St. Blasien hinaus. Markante Endmoränen sind jedoch im Bereich der Maximalstände der Gletscher nicht vorhanden. Dort gibt es nur eine Streu von Erratika. Dagegen sind die Zungenbecken im Zuge der Rückzugsstadien meist von Moränenstaffeln umrandet. Titisee und der natürliche Schluchsee sind von Endmoränen des sog. "Seen-Stadiums" abgedämmt. Oberhalb des Titisees folgen noch das Zipfelhof- und Feldsee-Rückzugsstadium. Nordwestlich des Titisees reichte der Gletscher über Hinterzarten hinaus bis an das Gegengefälle der Breitnauer Höhe und mit einer Zunge ins Höllental bis zum Hirschsprung. Der Schauinsland-Gletscher reichte bis ins obere Günters-, Kappeler- und Brugga-Tal. Ein besonders charakteristischer glazialer Formenschatz zeichnet auch den Talkessel von Präg aus.

Für die Rißeiszeit ist durch verstreute Erratika eine wesentlich ausgedehntere Vereisung belegt. Sie reichte z. B. südlich Badenweiler bis in die Vorbergzone hinunter, ostwärts Freiburg bis ins Zartener Becken. Die Wirkung auf die gegenwärtige Landschaftsprägung ist allerdings gering. (Bezüglich des eiszeitlichen Formenschatzes sind besonders die Arbeiten von PFANNENSTIEL, RAHM und HANTKE mit den entsprechenden Detailbelegen und Kartenskizzen wichtig, aus denen das voraufgehende Resumé zusammengestellt wurde.)

Der mittlere Schwarzwald liegt topographisch und tektonisch tiefer als der südliche Teil und ist morphologisch besonders stark durch die Tälerlandschaft des Kinzigsystems geprägt. Im wesentlichen ist es noch ein kristallines Gebirge mit den typischen kuppigen Bergformen. Im Westen, im Bereich der tektonisch abgesunkenen Hünersedelplatten, und im Osten im Gebiet der Randplatten bestimmen aber Deckschichten aus Buntsandstein mit Plateauformen das Land-

schaftsbild.

Der Nordschwarzwald schließlich ist als "Buntsandstein-Schwarzwald" ganz durch hochliegende, durchgehend bewaldete Hochflächenreste gekennzeichnet. Sie liegen zwischen 900 und 1100 m hoch. Erst wo die oben kastenartig steilen Täler bis auf den kristallinen Sockel eingesenkt sind, folgt im tieferen Gebirgsstockwerk wieder der Formenschatz des Kristallin mit der größeren Tal- und Gewässerdichte, den solifluidal abgeflachten Hängen, den vielen Quellmulden und Wiesentälchen. Während der Würmeiszeit hatten sich auch im Nordschwarzwald im Kniebis-Hornisgrinde-Gebiet in N- und NE-Exposition kleinere Gletscher gebildet, von denen einzelne Kare und Karseen zeugen.

Das östliche Vorland des Schwarzwaldes ist Teil des südwestdeutschen Schichtstufenlandes. Da die stratigraphisch tiefste der Deckschichten, der untere und mittlere Buntsandstein, wegen seiner sauren, nährstoffarmen Böden noch fast vollständig vom Waldland überzogen ist, beginnt das eigentliche Vorland mit den Rodungsfluren im Röt, die dann in die offenen Gäulandschaften über Muschelkalk überleiten.

2 Die thermischen Klimabedingungen

Die thermischen Bedingungen sind für einige repräsentative Stationen in verschiedenen Höhenlagen durch die mittleren sowie extremen Tagesmaxima und -minima in den Monaten des Jahres in Diagrammen dargestellt (Abb. 2). Es erübrigt sich, die Zahlen im einzelnen zu kommentieren.

Hinzuweisen ist darauf, daß die Hanglagen am westlichen Schwarzwaldrand und selbst die Schwarzwaldgipfel im Mittel der Wintermonate wesentlich wärmer sind, als es bei einem normalen mittleren Höhengradienten der Lufttemperatur zu erwarten wäre. Das ist eine Folge der relativ häufigen Temperaturumkehr im Zuge winterlicher Hochdruckwetterlagen, die ja gleichzeitig in Tallagen die tiefsten Temperaturen mit sich bringen. Im Januar liegen die Mitteltemperaturen in der Rheinebene bei $0,4^{\circ}\text{C}$. Dem müßte im Normalfall eine Höhenlage der Null-Grad-Isotherme in rund 100 m über der Rheinebene, also rund 350 m NN, entsprechen. Sie liegt aber rund 100 m höher. Eine zweite Temperaturumkehr bildet sich im Winter häufig zwischen den Beckenlagen der Hochflächenregion und den eigentlichen Gipfeln. So sind die Stationen Hinterzarten, Titisee,

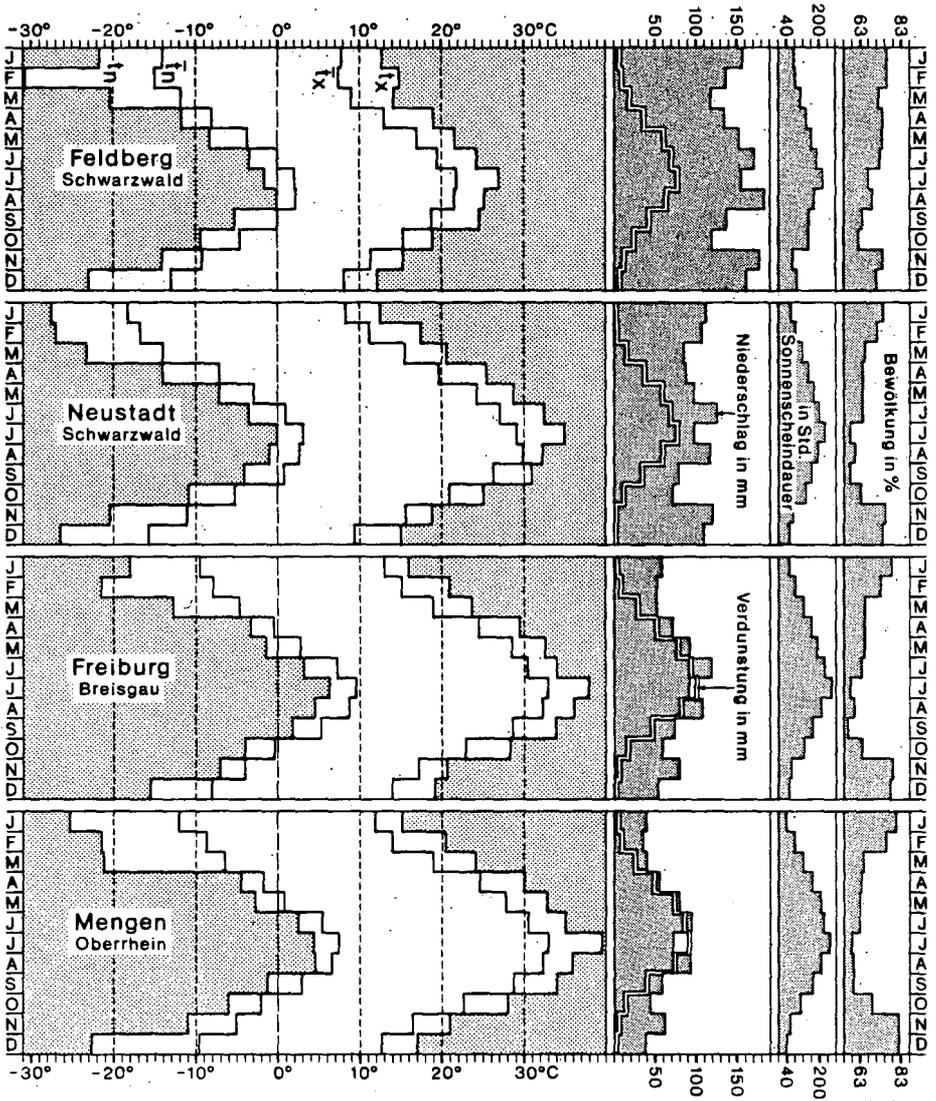


Abb. 2. Klimadiagramme. Temperatur 1949 - 1976; Niederschlag 1949 - 1976; Verdunstung 1947 - 1967; Sonnenscheindauer 1963 - 1977; Bewölkung 1951-1970.

Donaueschingen, St. Blasien in 700 - 850 m durch die gleichen Mitteltemperaturen ausgezeichnet wie die 300 bis 400 m höheren Berge der Umgebung (jeweils -1,4, -2,0 und -1,5° im Dezember bzw. Januar und Februar).

Am deutlichsten zeigt sich das - siehe Tab.1 - im Vergleich der mittleren Zahl von Frost- (nur die Minimumtemperatur ist unter 0°) und Eistagen (auch Tagesmaximum unter 0° C).

Der erste Frost tritt in den Mulden der Hochflächen (Donaueschingen z. B.) fast zur gleichen Zeit auf wie auf der Gipfelhöhe des Feldbergs, nämlich Ende September, und ebenso wie auf dem Feldberg sind gerade die Talböden und Mulden zwischen 700 und 800 m NN auch in den Sommermonaten nachfrostaffähig. Im Laufe des Jahres resultiert in diesem Niveau eine Zone besonders großer Frostwechselhäufigkeit. An 115 bis 118 Tagen wechselt die Temperatur zwischen Frost bei Nacht und positiven Temperaturen am Tag.

Im Rheintal gibt es durchschnittlich 18 bis 20 Eis- sowie 75 bis 80 Frosttage, was zu der für die Höhenlage noch relativ großen Zahl von rund 60 Frostwechseltagen führt. "Der erste Frost stellt sich gewöhnlich Ende Oktober, gelegentlich aber schon im letzten Septemberdrittel, nie jedoch später als im letzten Novemberdrittel ein" (v. RUDLOFF 1965).

Die Vegetationsperiode mit Mitteltemperaturen über 5° C beginnt in der Rheinebene durchschnittlich am 20. März, in mittleren Schwarzwaldlagen rund 4 Wochen später.

Für den Sommer sind neben den diagrammatisch dargestellten mittleren und extremen Tagesmaxima die Anzahl der Sommer- (Höchsttemp. $\geq 25^{\circ}$ im Schatten) und der Hitzetage (Höchsttemp. $\geq 30^{\circ}$) charakteristisch. In der Rheinebene muß man mit 45 bis 50 Sommertagen rechnen, von denen etwa 10 die Bedingung des Hitzetages erfüllen. Als absolut höchste Temperatur wurden am 2. Juli 1952 in Mengen 39,6° registriert (v. RUDLOFF 1965). Der wärmste Sommer (1947) brachte 90 Sommer- mit 40 Hitzetagen.

In mittlerer Höhenlage des Schwarzwaldes (800 m) ist mit ca. 15 Sommertagen, kaum mit Hitzetagen zu rechnen.

Tabelle 1

Mittlere Zahl der Frost (F)- und Eistage (E)

(Werte nach MANIG und SCHIRMER 1961)

		Höhe													Jahr
		m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Feldberg	F	1493	29,0	26,0	25,4	20,1	8,8	1,2	.	0,1	2,4	11,5	20,9	27,3	172,8
	E		18,6	16,4	12,2	6,6	1,3	.	.	.	0,4	3,2	8,2	17,2	84,1
Höchenschwand	F	1005	26,0	24,7	22,1	12,9	3,2	0,1	.	.	0,5	7,3	18,0	25,8	140,6
	E		13,3	10,9	6,1	0,9	.	.	.	.	.	0,9	5,2	12,4	49,7
St. Blasien	F	780	27,0	24,1	24,3	12,8	3,2	0,1	.	0,0	1,0	7,3	18,3	25,0	143,1
	E		9,5	6,2	1,6	0,1	.	.	.	.	.	0,1	2,3	8,9	28,7
Donau- eschingen	F	693	27,5	24,5	23,9	13,7	3,9	0,3	0,0	0,0	2,0	9,6	20,4	26,2	152,0
	E		11,8	7,6	1,7	0,1	.	.	.	.	.	0,1	3,0	9,9	34,2

3 Die hygrischen Bedingungen

Der Bereich von der Rheinebene über die Hochlagen des Schwarzwaldes bis zu seiner Ostabdachung gehört als ganzes betrachtet hygrisch zu jenen außertropischen Klimagebieten mit ganzjähriger Niederschlagsdisposition, in welchen die Sommermonate die häufigsten und zugleich ergiebigsten Niederschlagsereignisse bringen. Dabei ist das Sommermaximum in der Rheinebene und in der Vorbergzone besonders ausgeprägt, wo im regenreichsten Sommermonat ca. dreimal (Breisach) bzw. doppelt so viel Regen fällt (Freiburg) als im niederschlagärmsten Wintermonat. Nach der Höhe zu gleicht sich der Unterschied mehr und mehr aus und zwar dergestalt, daß oberhalb 1200 m NN der Dezember bereits gleiche mittlere Zahlen von Niederschlagstagen mit Niederschlagsmengen aufweist wie die Sommermonate. Darin kommen die unterschiedliche Genese und die verschiedene Einflußmöglichkeit der Reliefgegebenheit auf die niederschlagliefernden meteorologischen Prozesse zum Ausdruck. Im Winter dominieren die großflächig niedergehenden zyklonalen Frontalniederschläge von relativ geringer Intensität, gebunden an Warmfronten und Okklusionen, während Schauerregen konvektiver Entstehung und großer Intensität die Ausnahme bilden. In der wärmeren Jahreszeit ist es umgekehrt. Dann sind Kaltfronten mit ihrem konvektiven Geschehen am wetterwirksamsten. Unter diesen meteorologischen Randbedingungen haben die topographischen mit den Vogesen im W, dem tief eingesenkten Oberrheintalgraben in der Mitte und dem Schwarzwald im E andere Konsequenzen, obwohl im Winter wie im Sommer die Niederschlag liefernden Großwetterlagen nach der Häufigkeit nicht stark differieren. Im Dezember und Januar sind die Westwetterlagen mit einer Häufigkeit von 23 bzw. 27 % im Mittel noch etwas seltener als im Juli (31 %) und August (38 %). Aber die winterlichen Warmfrontniederschläge werden in ihrer räumlichen Verteilung wesentlich stärker von den Luv- und Lee-Effekten bestimmt, als das bei Konvektionsniederschlägen der Fall ist. Nach Überwehen der Vogesen unterliegt die Westströmung über dem Rheintalgraben einem Absinkeffekt, der sich sogar häufig in der sog. Breisacher Föhnluücke optisch bemerkbar macht. Die winterliche Trockeninsel als Konsequenz greift bis in den Kaiserstuhl hinein. Erst der beginnende Stau am Anstieg zum Schwarzwald läßt die Niederschläge in der Vorbergzone wieder deutlich ansteigen. Voll wirksam wird der Luv-Effekt aber erst in Höhen über 900 m NN. (Man vergleiche dazu Abb. 3 und

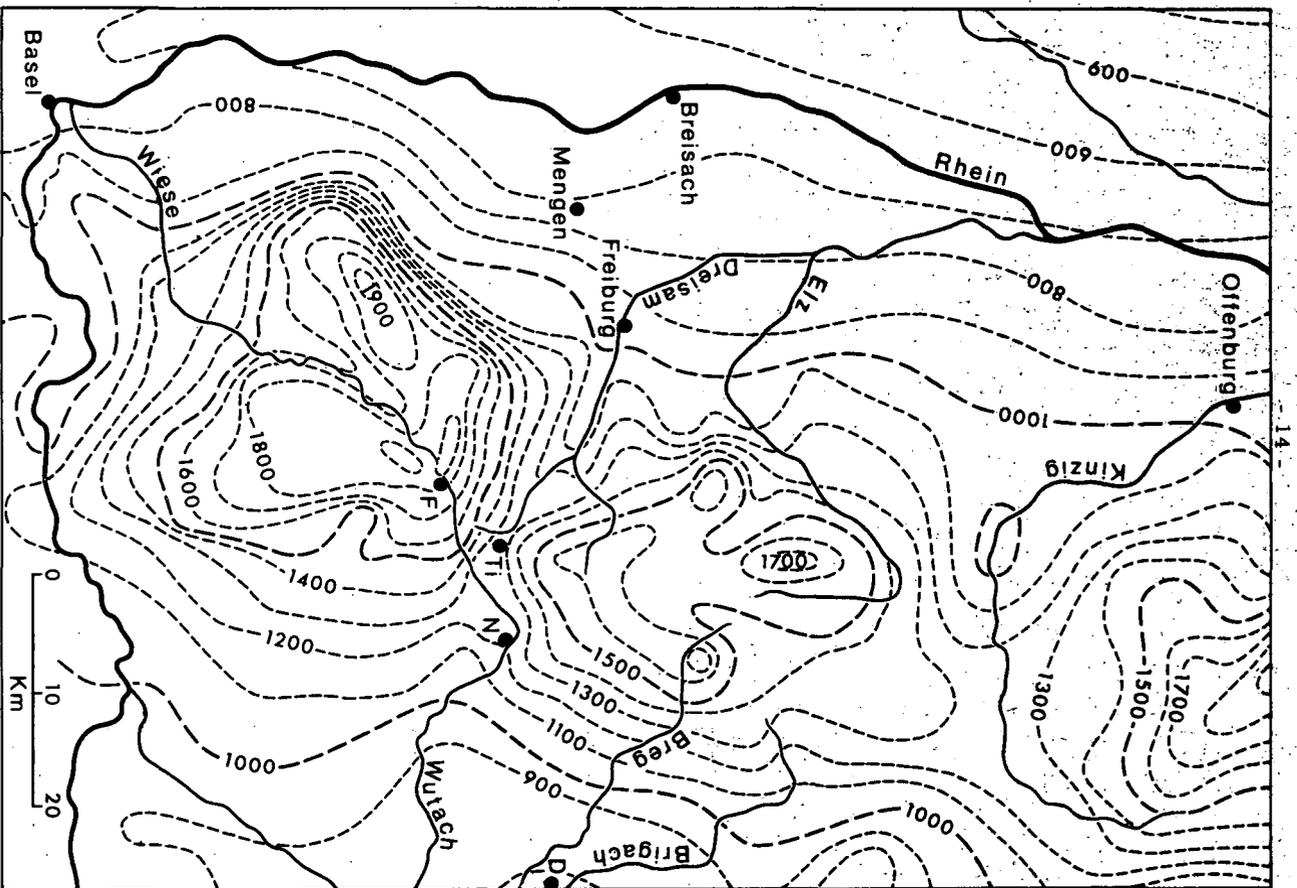


Abb. 3. Mittlere Jahresmenge des Niederschlages (1931-60) in mm
(nach v. RUDLOFF 1977)

Tab. 2).

Entsprechend der prinzipiell gleichen Entstehung sind im Sommer die extremen Niederschlagswerte für die Lagen im Rheintalgraben und die mittleren Höhen des Schwarzwaldes nicht sehr verschieden voneinander. Die größten sommerlichen Monatssummen unterscheiden sich im Kaiserstuhl oder Freiburg ebenso unwesentlich von den in Titisee oder Donaueschingen wie die größten Tagessummen (Werte um 170 bis 260 mm im regenreichsten Monat bzw. 52 bis 68 mm in 24 Stunden). Im Winter ist das wesentlich anders; dann liegen die Werte in den mittleren Lagen des Schwarzwaldes um rund 100 % höher. Mit Tagessummen von mehr als 100 mm ist nach den vorliegenden Daten nur in Höhen über 1000 m NN zu rechnen.

Bemerkenswert ist noch die große Häufigkeit extremer Niederschlagsereignisse in den Herbstmonaten, die gleichzeitig aber auch die größte Häufigkeit von Trockenperioden aufweisen. Das ist besonders auffällig in den Hochbecken auf der E-Abdachung des Schwarzwaldes (Donaueschingen als Beispiel), die in anderen Jahreszeiten relativ niedrige Extrema gemeldet haben.

Eine Trockenperiode ist durch die Aufeinanderfolge von Tagen mit weniger als 1,0 mm Niederschlag mit der Einschränkung definiert, daß bei einer solchen von 5 Tagen höchstens einmal eine Tagessumme von 0,3 - 0,5 mm, bei 10 Tagen höchstens einmal 0,6 - 0,9 mm vorkommen dürfen.

Eine Naßperiode ist die Aufeinanderfolge von Tagen mit wenigstens 0,2 mm Niederschlag.

Die Werte über die jahreszeitliche Verteilung von Trocken- und Naßperioden unterschiedlicher Dauer bringen die starke Veränderlichkeit des sommerlichen Niederschlagsgeschehens von Jahr zu Jahr zum Ausdruck. Während sich die gegensätzlichen Perioden kurzer Dauer (1 - 5 Tage) die Waage halten, überwiegen bei 6 - 10 Tagen eindeutig die Naßperioden, bei 11 - 15 Tagen hingegen die Trockenperioden, denen aber wieder zwischen 16 und 25 Tagen nur Naßperioden gegenüberstehen. D. h., daß es im Schwarzwald in den frühen Sommermonaten Mai bis Juli nur einmal in der Geschichte der Beobachtungen länger als 15 Tage hintereinander weniger als 0,2 mm geregnet hat. Das war im Juni/Juli 1949, als es 33 Tage lang trocken war. Jedes 8. bis 10. Jahr

Tabelle 2: Niederschlagsverhältnisse (Werte aus MANIG und SCHIRMER 1961)

	Höhe m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
<u>Mittlere Monats- und Jahressummen (mm) 1891 - 1930</u>														
Breisach	195	24	27	31	43	61	71	74	62	55	56	41	33	578
Kaiserstuhl	217	30	29	42	51	69	80	84	71	67	62	48	39	672
Freiburg	278	46	43	58	74	88	97	103	94	83	78	62	58	884
Titisee	857	89	76	89	93	105	111	117	101	98	97	97	115	1188
Feldberg	1267	160	148	160	150	177	189	206	168	173	185	160	204	2080
Donaueschingen	692	48	37	46	54	71	81	82	77	67	58	52	57	730
<u>Mittlere Zahl der Tage mit Niederschlag >1,0 mm</u>														
Freiburg		10,7	9,6	11,4	12,2	13,0	12,5	11,6	12,1	10,5	11,1	10,8	11,1	136,6
Titisee		13,4	10,4	13,4	14,5	14,4	15,1	13,6	13,5	12,4	12,3	12,3	13,4	158,7
Feldberg		15,2	12,6	14,6	15,7	15,2	14,9	14,5	14,1	13,2	13,6	13,2	15,6	172,4
Donaueschingen		9,8	7,6	9,9	10,8	11,8	11,9	12,0	11,3	9,7	9,9	9,3	10,1	124,1

Höhe (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
----------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	------

Größe und kleinste Monatssummen (ca. 60 Jahre)

Kaiserstuhl	217	102	109	98	149	151	168	191	164	160	166	121	97	1079
		5	2	5	0	10	19	15	8	1	4	6	8	543
Freiburg	278	115	130	132	200	309	236	257	238	223	195	203	219	1336
		10	2	8	0	11	27	6	12	5	4	4	8	607
Titisee	857	227	235	260	275	206	194	247	248	256	268	261	290	1790
		19	7	5	0	23	35	37	9	5	9	4	10	840
Feldberg	1267	398	402	465	361	503	364	473	398	424	571	651	570	2829
		13	3	29	1	33	77	40	26	7	4	10	10	1093
Donaueschingen	692	130	113	131	176	160	205	192	165	178	182	199	174	1164
		8	4	0	2	10	30	8	10	7	2	2	7	513

Größe Tagessummen (ca. 60 Jahre)

Freiburg	31	29	28	40	53	56	54	61	62	44	52	37	62
Titisee	68	54	40	39	66	58	68	51	68	60	92	63	92
Feldberg	101	100	79	81	177	76	126	67	101	129	114	133	177
Donaueschingen	46	28	25	36	47	33	52	68	65	33	50	34	68

Zahl von Trocken- (T) bzw. Naßperioden (N) verschiedener Dauer (1912-1944) in Titisee (857 m)

1 - 5 Tage	T	106	89	98	109	131	134	138	119	99	93	92	82
	N	101	93	107	109	129	122	138	132	108	103	98	100
6 - 10 Tage	T	13	10	20	20	14	16	17	22	19	23	10	20
	N	18	16	13	21	18	26	21	19	15	18	16	14
11 - 15 Tage	T	10	7	7	4	4	3	5	6	8	8	5	5
	N	6	2	4	5	2	2	-	1	3	4	2	6
16 - 25 Tage	T	1	4	3	-	-	-	-	2	2	3	3	3
	N	1	-	2	1	1	1	-	1	1	3	-	-

kann man mit einer Trockenperiode von 11 - 15 Tagen rechnen und nicht einmal die Hälfte aller Frühsommermonate haben eine Trockenperiode von 6 bis 10 Tagen. Dagegen hat es mehr als $2/3$ aller Frühsommermonate bis zu 10 Tagen hintereinander geregnet.

Das ändert sich grundlegend im Spätsommer und Herbst. September, Oktober und November weisen die größte Zahl von niederschlagsfreien Perioden auf. An $2/3$ aller Jahre kommt eine solche zwischen 6 und 10 Tagen, jedes 4. Jahr von mehr als 11 und jedes 10. Jahr eine solche von 16 bis 25 Tagen vor. Ähnlich ist es noch im Februar und März. Die längsten Trockenperioden währten um 30 Tage und ereigneten sich jeweils im Oktober/November 1920, 1921, 1924 sowie 1943. 1893 hat es als absolute Extremsituation von März bis Anfang Mai 45 Tage lang nicht geregnet.

4 Schneebedingungen

Reine Schnee- sowie Schnee- und Regenfälle kommen im Mittel in der Oberrheinebene nur an 20, am Fuß des Schwarzwaldes an 25-30, in 800 m Höhe an 60 - 70 und in Gipfellagen an 90 - 100 Tagen im Jahr vor (siehe Tab. 3). Schneedecken sind normalerweise im Oberrheingraben, in der Vorbergzone und auch in den tieferen Lagen des Schwarzwaldes nur episodische Phänomene. Allerdings ist es aber selbst in der Rheinebene nur sehr selten, daß im Laufe eines Winters überhaupt keine kurzfristige Schneedecke zustande kommt (wie 1936/37).

Von den 121 Tagen der Wintermonate Dezember bis März kann man unterhalb der Hochflächenniveaus um 700 m nur bis zu 40 Tagen mit einer Schneedecke von wenigstens 10 cm Dicke rechnen. "Die Höhenzone 700 bis 850 m ist das Übergangsgebiet, das zum schneereichen Hochschwarzwaldwinter überleitet" (ROSSMANN 1948). Nach dem gleichen Autor ist die Null-Grad-Isotherme im Mittel der Monate Dezember bis März in den Luv- und Kammlagen zwischen 650 und 700 m anzusetzen.

In extremen Ausnahmefällen betrug die längste Schneedeckenperiode im Kaiserstuhl 64, in Freiburg 73 Tage (Winter 1941/42). In den mittelhohen Lagen (800-900 m) dauerte 1890/91 die Schneebedeckung 170 Tage. Und im Feldberggebiet blieb im Winter 1905/06 die Schneedecke 219 Tage erhalten. Die größte absolute Mächtigkeit wurde dort mit ungefähr 300 cm 1952 gemessen.

Tab. 3: Schneeverhältnisse (Mittel 1889 - 1918, nach ROSSMANN 1948)

	Erster *-Fall	Erste [*]	Letzter *-Fall	Letzte [*]	Winter- dauer	[*] - Tage Dauer	[*] Mittel	-Höhe cm	Abs.
Feldberggipfel (1497 m)	25.9.	16.10.	1.6.	15.5.	211	173	147		286
Feldberger Hof (1280 m)	26.9.	21.10.	24.5.	10.5.	201	169	176		270
Breitnau (1015 m)	10.10.	11.11.	12.5.	22.4.	163	127	87		162
Titisee (964 m)	10.10.	8.11.	10.5.	21.4.	164	128	68		130
Bernau (922 m)	21.10.	12.11.	6.5.	21.4.	160	120	70		140
St. Blasien (780 m)	29.10.	12.11.	4.5.	5.4.	152	96	54		100
Freiburg i. Br. (278 m)	19.11.	3.12.	7.4.	12.3.		30	15		
Oberrotweil (217 m)	Zahl der Tage mit Schneefall: 19						22		
Höhe (m)	< 200	300	500	700	900			> 1000	
mittl. *-fallzeit (Tage)	135,0	148,6	162,7	172,2	198,0				221,0
mittl. Winterdauer (Tage)	85,1	91,2	100,0	142,6	162,6				173,6

Mittlere Anzahl der Tage mit Schneedecke > 10 cm Höhe
in den Monaten Dezember bis März

Höhe (m)	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
	3	6	11	18	27	40	66	85	95	112	119

Die kürzeste Schneedeckenzeit (bei Minimalhöhe von 1 cm) betrug auf dem Feldberg 132 Tage, die minimale Mächtigkeit nie unter 50 cm (v. RUDLOFF 1965).

Literatur

- CREUTZBURG, N., H. EGGERS, W. NOACK, M. PFANNENSTIEL:
Freiburg und der Breisgau. Ein Führer durch Landschaft und Kultur. Freiburg i.Br. 1954.
- EGGERS, H.: Schwarzwald und Vogesen. Braunschweig 1964.
- FISCHER, H., H.-J. KLINK: Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 177 Offenburg. Geographische Landesaufnahme 1:200 000 - Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung. Bad Godesberg 1967.
- HANTKE, R.: Die Vergletscherung im Schwarzwald. In: Eiszeitalter, Bd.1 Thun 1978, S.412-431.
- KOTTWITZ, G.: Der Schwarzwald im Regenwetter. Diss.Phil. Fak.Tübingen 1934.
- MANIG, M., H.SCHIRMER: Das Klima des südlichen Schwarzwaldes. Ber.Dt. Wetterdienst Nr.77 (Bd.11), Offenbach a.M. 1961.
- MÜLLER, K. (Hrsg.): Der Feldberg im Schwarzwald. Freiburg i.Br. 1948.
- MÜNZING, K.: Zur Stratigraphie Breisgauer Lösses. Mitteil.Bad.Landesver. Naturk. und Naturschutz, N.F.11 (1976) S.257-272.
- PFANNENSTIEL, M., G.RAHM: Die würmzeitliche Vergletscherung des Talkessels von Prag. Ber.Naturforsch.Gesellsch.Freiburg 51 (1961) S.119-132.
- PFANNENSTIEL, M., G.RAHM: Die Vergletscherung des Wehrtales und der Wiesetäler während der Rißeiszeit. Ber.Naturforsch.Gesellsch. Freiburg 54 (1964) S.209-278.
- RAHM, G.: Die Vergletscherungen des Schwarzwaldes im Vergleich zu denjenigen der Vogesen. Alemann.Jahrbuch 12 (1966/67) S.257-272.
- REICHEL, G.: Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 185 Freiburg im Breisgau. Geographische Landesaufnahme 1:200 000 - Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg 1964.
- ROSSMANN, F.: Die Schneedecke des Hochschwarzwaldes. In: Der Feldberg im Schwarzwald. Hg.von K.Müller, Freiburg i.Br. 1948, S.195-210.

- RUDLOFF, H. von: Klima. In: Freiburg im Breisgau - Stadtkreis und Landkreis. Amtliche Kreisbeschreibung. Bd. I, Hg. v. Statistischen Landesamt Baden-Württemberg o.O. 1965, S. 61-83.
- RUDLOFF, H. von: Niederschlagskarte "Dreiländereck". Hg. v. Amt für Wehrgeophysik 1977 (als ergänzende Unterlage zu den Luv- und Leekarten, Amt für Wehrgeophysik 1973, SK 20-K-LL).
- WILMANN, O., W. WIMMENAUER, G. FUCHS, H. u. K. RASBACH: Der Kaiserstuhl - Gesteine und Pflanzenwelt. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs Bd. 8, 2. Aufl. Karlsruhe 1977.

Geologisch-tektonischer Aufbau
und Gesteinsverbreitung

von
A. Schreiner⁺⁾ und W. Wimmenauer⁺⁺⁾

1 Geologisch-tektonische Gliederung (SCHREINER)

Der Raum um Freiburg i. Br. gliedert sich im großen in den Oberrheingraben und in die Hochscholle des Schwarzwaldes. Die Trennungslinie zwischen diesen geologischen Körpern ist die Hauptverwerfung oder Schwarzwaldrandverwerfung, an der sich der Oberrheingraben um bis zu 3000 m abgesenkt hat.

1.1 Schwarzwaldscholle

Das Grundgebirge des Schwarzwaldes, vorwiegend aus Gneisen, Anatexiten und Graniten (siehe Abschn. 2.1 und 2.2) aufgebaut, ist von einem engen Netz tektonischer Störungen (Verfaltungen, Schieferungen, Schubflächen, Scherflächen, Ruschelzonen, Verwerfungen, Klüfte) durchzogen, denn zumindest die Gneise sind seit dem Praecambrium von allen gebirgsbildenden Vorgängen betroffen worden. So trifft man anstelle des sprichwörtlich festen Granit- und Gneisgesteins nicht selten auf ein stark zerschertes, aufgelockertes und darüber hinaus noch chemisch zersetztes (vergrustes) Grundgebirge. Diese tektonische und chemische Zersetzung der Grundgebirgsgesteine ist eine Vorstufe der Bodenbildung.

Vorwiegend aufgrund von Höhenunterschieden läßt sich die Schwarzwaldscholle in einige größere Teilschollen, die sich an alten und jungen, tertiärzeitlichen Verwerfungen gehoben und gesenkt haben, gliedern (HÜTTNER 1977): An der nach NE ziehenden Elztalverwerfung hat sich die Hünersedelscholle um 500 m

+) Geologisches Landesamt Baden-Württemberg,
Albertstr. 5, D-7800 Freiburg i. Br.

++) Mineralogisches Institut der Universität,
Albertstr. 23b, D-7800 Freiburg i. Br.

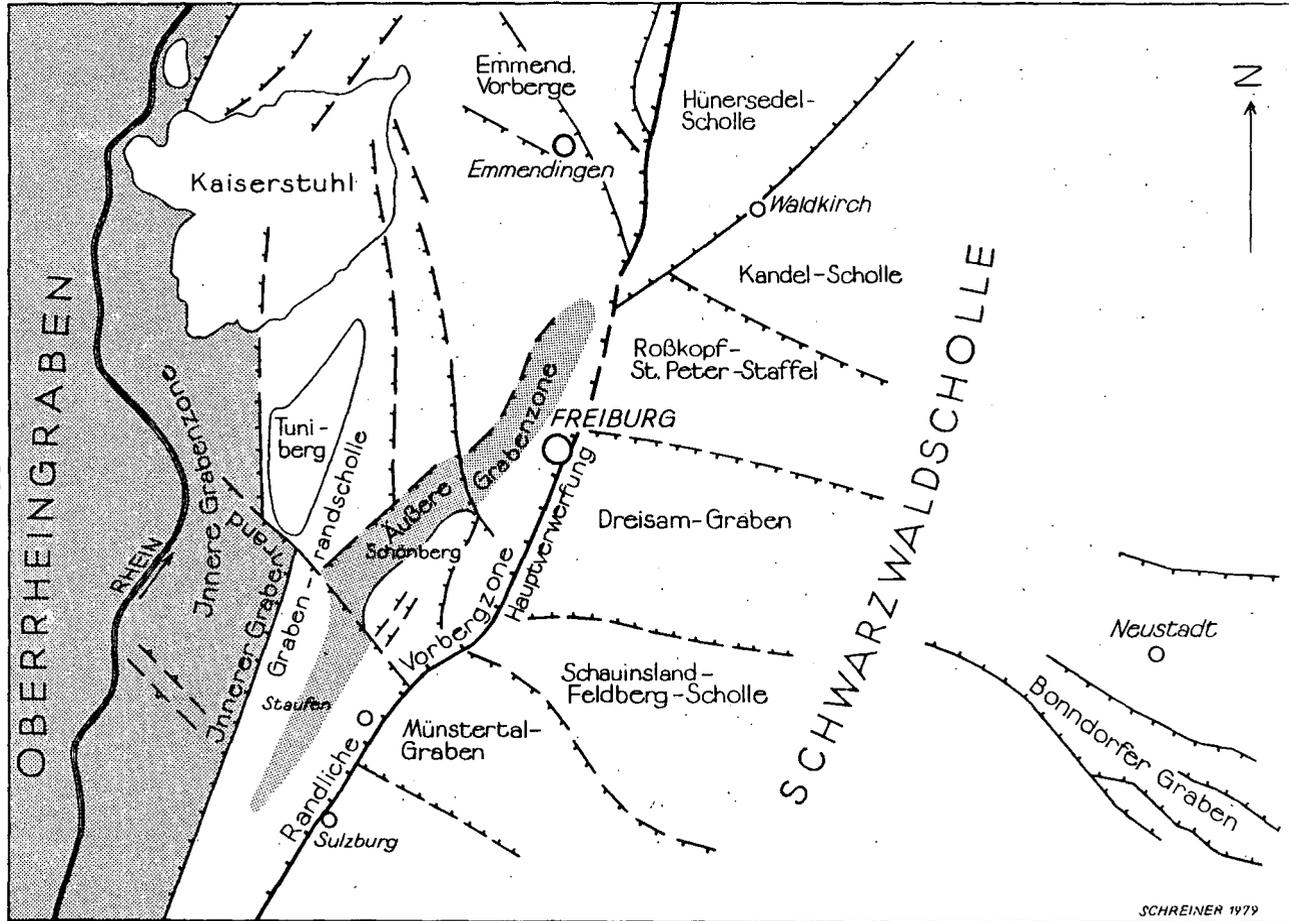


Abb. 1. Tektonische Übersicht mit Bezeichnung der Scholles

gegen die Kandelscholle abgesenkt. Die Kandelscholle bricht nach Süden um ebenfalls fast 500 m zur Roßkopf - St. Peter-Staffel ab. Hingegen ist die Ein-senkung des W-E verlaufenden Dreisam-Grabens, der die Höhen um 500 bis 800 m beiderseits des Zartener Beckens umfaßt und der sich nach Osten wahr-scheinlich in den Bonndorfer Graben fortsetzt, mit 200 bis 300 m geringer. Das in den Dreisam-Graben eingetieft Zartener Becken ist tektonisch bedingt, indem die Tieflage des Dreisam-Grabens zu einer Bündelung der Gewässer führte und das hier stark vergruste Grundgebirge die Abtragung erleichterte.

Der Schauinsland-Feldberg-Horst, im einzelnen durch zahlreiche Störungen zerteilt, erhebt sich zwischen dem Dreisam-Graben und Münstertalgraben, der durch die hier erhaltene Münstertäler Porphyrydecke (siehe Abschn. 2.3) gekennzeichnet wird.

Die ältesten, wohl altpaläozoischen tektonischen Vorgänge sind mit dem Auf-dringen granitischer Massen, die später zu Orthogneisen umgebildet wurden, in Zusammenhang zu bringen (HÜTTNER 1977). Von besonderer Bedeutung für die Bildung der Gebirgsstrukturen, besonders der Gneisschieferung, war die ins Ordovizium fallende Regionalmetamorphose. Bald darauf folgte die mehr thermisch wirksame Anatexis (Wiederaufschmelzung), mit der ebenfalls Strukturänderungen wie Falten- und Schlierenbildung und Homogenisierungen verbunden waren. Die im Karbon und Perm in mehreren Phasen ablaufende Variskische Gebirgsbildung, während der die Granite des Schwarzwaldes empordrangen, wirkte sich vorwiegend in Form von Verschiebungen und Zer-scherungen, also in der Bildung von Scherflächen und Ruschelzonen aus. Die jüngsten tektonischen Vorgänge im Tertiär, im Zusammenhang mit der Bil-dung des Oberrheingrabens führten im Schwarzwald besonders zu Vertikal-verschiebungen an den oben beschriebenen und zahlreichen weiteren Störungs-linien.

1.2 Oberrheingraben

Auch der Oberrheingraben mit der Vorbergzone weist eine starke tektonische Zerstückelung auf, die jedoch im Vergleich zum Grundgebirge des Schwarz-waldes gering ist, da die Oberrheingrabenscholle im wesentlichen nur die alpidische, tertiärzeitliche Orogenese in Form einer Grabenbildung mit zahl-

reichen Abschiebungen, also Zerrungsstrukturen erfahren hat.

Westlich an die Hauptverwerfung schließt sich die Randliche Vorbergzone an, eine Reihe von Schollen aus Sedimentgesteinen des Mesozoikums und des Tertiärs, die bei der Grabenbildung bis zur Saigerstellung und gelegentlichen Überkipfung hochgeschleppt und gegeneinander versetzt worden sind. Die Randliche Vorbergzone ist bis 5 km breit. Zu ihr gehören die mit Reben bewachsenen und ruinengekrönten Vorberge bei Sulzburg, der Staufener Schloßberg und der in mehrere Teilschollen gegliederte Schönberg bei Freiburg, der die gesamte Schichtenfolge der Trias, des Juras und Teile des Tertiärs enthält.

An die Randliche Vorbergzone schließt sich nach Westen die Äußere Grabenzone an, in der sich gebietsweise eine muldenförmige oder grabenförmige Einsenkung zwischen der Randlichen Vorbergzone und der im Westen folgenden Grabenrandscholle ausgebildet hat. Während die Äußere Grabenzone eine Füllung aus bis über 100 m mächtigem Quartär und bis 200 m Tertiär enthält, ragen in der Grabenrandscholle (Tuniberg, Nimburg und andere) Gesteine der Trias und des Juras über die mit Quartär erfüllte Oberrheinebene empor. Zwischen dem Tuniberg (vorwiegend lößbedeckter Hauptrogenstein des mittl. Juras) und der Äußeren Grabenzone im Osten ist ein tektonischer Höhenunterschied von 500 bis 700 m festgestellt worden. Zahlreiche Verwerfungen mit Sprunghöhen bis zu 600 m, meist in NW und NNW-Richtung durchziehen die Grabenrandscholle.

Der Innere Grabenrand oder die Rheinverwerfung mit Sprunghöhen von 500 bis über 2000 m trennt die Grabenscholle von der Inneren Grabenzone des Oberrheingrabens, die eine Füllung aus bis 200 m quartären Kiesen und um 2000 m Tertiär enthält.

Ein besonderes, in seiner Tektonik noch nicht genügend bekanntes Gebilde ist der Kaiserstuhl. Sein Ostteil mit Tertiär-Sedimenten und Jura gehört wohl zur Grabenrandscholle. Die Mitte wird von dem subvulkanischen Zentrum mit dem Karbonatitstock und andern subvulkanischen Gesteinen eingenommen, während der Westteil vorwiegend aus Gesteinen des Oberflächenvulkanismus über wahrscheinlich mächtigem Tertiär der Inneren Grabenzone gebildet wird.

2 Die Gesteine des Schwarzwald-Grundgebirges (WIMMENAUER)

Der im folgenden beschriebene Teil des Schwarzwald-Grundgebirges im Umkreis der Stadt Freiburg umfaßt mehrere, nach Gesteinsmaterial und geologischer Entwicklung verschiedene Haupteinheiten:

1. Die Gneise und Anatexite des Mittleren und Hochschwarzwaldes;
2. den Bärhalde-Granit und den Hochfirst-Eisenbach-Granit, sowie
3. die Ganggesteine im Gneis und den Münstertäler Porphyry.

Die weiter östlich und südlich anschließenden Granite und die gefalteten Sedimentgesteine und Vulkanite des Paläozoikums sind nicht in die Betrachtung einbezogen.

2.1 Die Gneise und Anatexite des mittleren und Hochschwarzwaldes

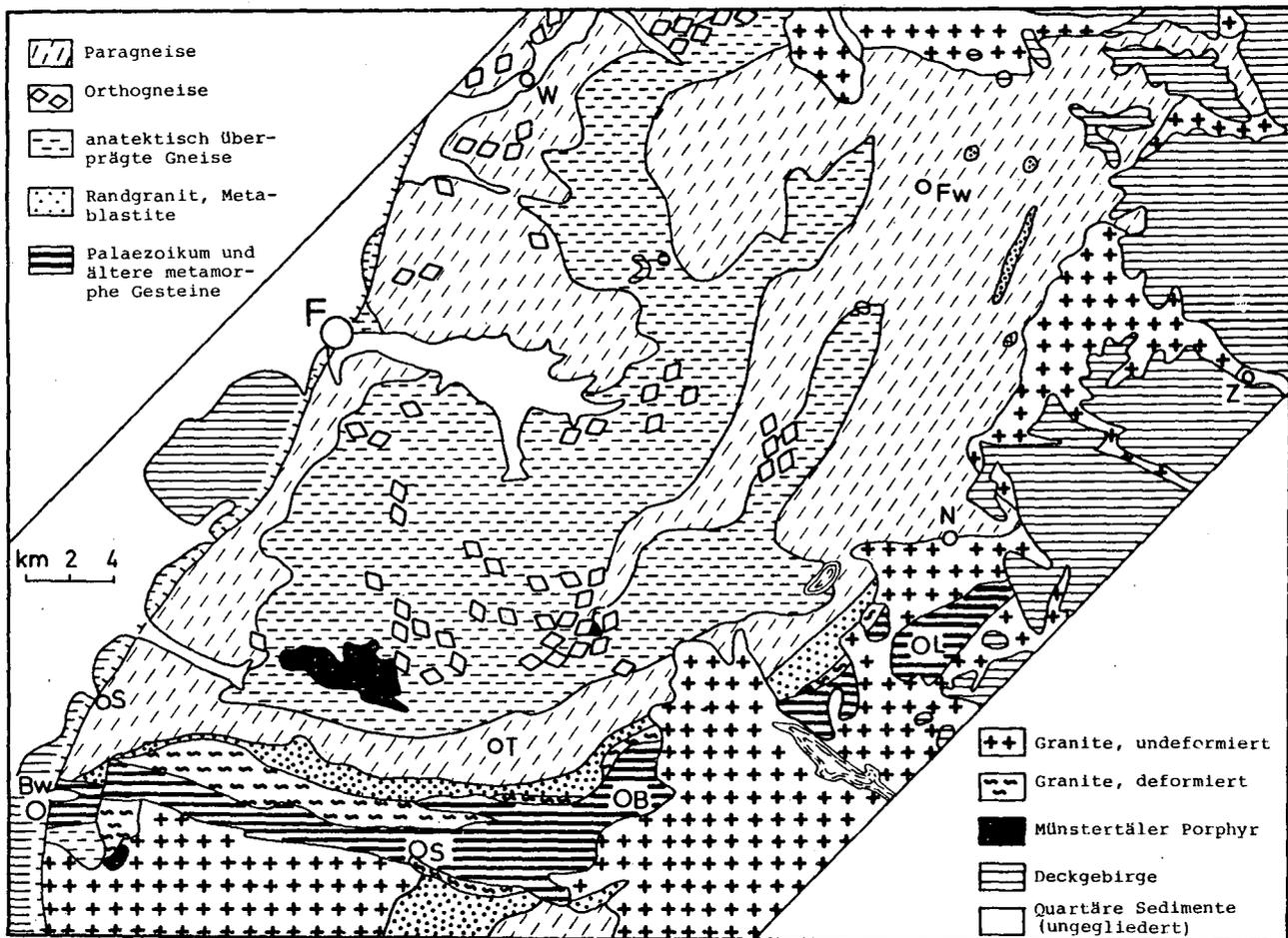
Die ältesten erfaßbaren Gesteine dieser Einheit sind metamorphe Grauwacken und tonige Grauwacken des Präkambriums; sie liegen jetzt als Paragneise vor. Einlagerungen, die auf basisches Ausgangsmaterial (Basalte, mergelige Gesteine) zurückgeführt werden können, sind flächenmäßig nur wenig bedeutend (Amphibolite). Am Süd- und Südostrand der Gneismasse tritt eine bis kilometerbreite Zone leukokrater Gneise auf, die ihrer Zusammensetzung nach aus sauren Vulkaniten oder deren Tuffen hervorgegangen sein können.

Als nächstjüngere Bildung sind die Orthogneise anzusehen, deren Ausgangsmaterial plutonische Gesteine von granodioritischer bis quarzdioritischer Zusammensetzung gewesen sein dürften. Sie treten in verschiedenen Teilen der Gneismasse als Linsen und Lagen von bis zu mehreren Kilometern Ausdehnung auf.

Die präkambrischen Sedimente, die sauren Vulkanite und die Plutonite wurden gemeinsam von einer Regionalmetamorphose betroffen und zu den heute vorliegenden Gneisen umgeprägt. Das Alter dieses Ereignisses ist mit wenigstens 470 Millionen Jahren, vielleicht aber auch noch höher, anzusetzen.

Alle Gneise des Mittleren und Hochschwarzwaldes wurden in der Folgezeit erneut erwärmt, wodurch in weiten Bereichen eine starke Veränderung der Makro- und Mikrogefüge und des Mineralbestandes eintrat. Besonders im

Abb. 2: Geologisch-petrographische Übersichtskarte (umgezeichnet nach WIMMENAUER).



Gebiet Schauinsland-Feldberg, aber auch anderenorts fand weiterhin eine teilweise Aufschmelzung und Neukristallisation statt (Anatexis). Die daraus hervorgegangenen Anatexite unterscheiden sich von den Gneisen durch mannigfaltige Lagen-, Ader- und Schlierengefüge. Durch fortgeschrittene Anatexis entwickelten sich nebulitische bis plutonitartige, massige, klein- bis mittelkörnige Diatexite. Die pauschale chemische Zusammensetzung der Gneise wurde durch diese Vorgänge kaum verändert.

Am Süd- und Südostrand der Gneismasse, in nächster Nähe der Aufschiebung dieser Einheit auf die südlich angrenzenden Gesteine des Paläozoikums, ereignete sich zu Beginn der variskischen Orogenese eine Granitisation, die bis zur Bildung von granitischen bis aplitischen Endprodukten in beträchtlicher Ausdehnung führte (der Randgranit). Als Ausgangsmaterial sind hier vor allem die oben genannten leukokraten Gneise hervorzuheben. Die aus ihnen hervorgehenden granitischen Gesteine sind deutlich reicher an K, Rb und Ba als das Ausgangsmaterial; besonders die begleitenden intermediären bis basischen Paragneise enthalten z. T. bis 4 cm große eingesprossete Kalifeldspäte. In diesem Fall war also die Granitisation von einer nicht unerheblichen Stoffzufuhr begleitet.

Die mineralische und chemische Zusammensetzung der Gneise und der Anatexite variieren nur innerhalb relativ enger Grenzen, sofern die wenig verbreiteten speziellen Einlagerungen (Amphibolite, extrem leukokrate Gneise, Kalifeldspatblastite) außer Betracht bleiben. In der Tabelle 1 sind die Analysenmittel (aus der Literatur) von Paragneisen, Orthogneisen, Diatexiten und eine berechnete mittlere Gesteinszusammensetzung des Einzugsgebietes der Dreisam aufgeführt. Stärkere Abweichungen von den angegebenen Werten kommen bei den Amphiboliten und den Kalifeldspatblastiten vor. Die ersteren enthalten bei SiO_2 -Gehalten von knapp 50 % bis zu 15 % CaO (als Silikat); in den Kalifeldspatblastiten kann der K_2O -Gehalt bis auf 6,5 %, der P_2O_5 -Gehalt auf 0,7 % ansteigen.

Fast allen Gneisen und Anatexiten gemeinsame Hauptminerale sind Quarz, Plagioklas und Biotit. Orthoklas ist in wechselnder Menge, meist weniger als Plagioklas, vertreten. Hornblende zeigt basischeres und Ca-reicheres Ausgangsmaterial an; bei Al-Überschuß treten Cordierit und Sillimanit auf. Primärer Muskovit kommt kaum vor, dagegen sind sekundärer Muskovit

("Serizit") aus der Plagioklas- und Cordierit-Umwandlung und Chlorit (aus Biotit und Cordierit) sehr verbreitet.

Das Verwitterungsverhalten der Gneise ist unterschiedlich; je nach Gesteinstyp und den topographischen Verhältnissen entwickeln sich grusartige oder steinig-lehmige Verwitterungsprodukte. An steilen Hängen sind Felsen und ausgedehnte Blockhalden recht häufig.

2.2 Der Bärhalde-Granit und der Hochfirst-Eisenbach-Granit

Während im allgemeinen die Granite des Südschwarzwaldes von den Gneisen des mittleren und Hochschwarzwaldes durch die Sedimentgesteine und Vulkanite des Paläozoikums getrennt sind, ist der Bärhalde-Granit als jüngste plutonische Bildung in alle drei genannten Einheiten quer zu den bis dahin bestehenden Strukturen eingedrungen. Sein Alter wurde mit etwa 290 - 300 Millionen Jahren als oberkarbonisch bestimmt. Der dem Bärhalde-Granit sehr ähnliche Hochfirst-Eisenbach-Granit grenzt zumeist an Gneise, nur im Süden auch an das Paläozoikum.

Der Bärhalde-Granit ist der sauerste, an dunklen Mineralen ärmste größere Granitkörper des südlichen Schwarzwaldes. Er enthält sehr wenig Fe, Mg und Ca; dafür sind bestimmte andere, seltenere Elemente, wie Rb, F und U, beträchtlich angereichert. Die Uranlagerstätte Menzenschwand liegt nahe dem NW-Ende des Granites.

Hauptminerale des Bärhalde-Granites sind Kalifeldspat, Na-reicher Plagioklas, Quarz und Muskovit. Der Biotit ist meist nicht unzersetzt erhalten. In geringer Menge, aber in großer Verbreitung auftretende akzessorische Minerale sind der fluorhaltige Topas und Hämatit.

Der Bärhalde-Granit ist gewöhnlich grobkörnig; am Westrand des Massivs und in Schlieren im Inneren kommen auch mittel- bis feinkörnige Abarten vor. Das Gestein zerfällt bei der Verwitterung zunächst zu Grus, was für die Bodenbildung bedeutsam ist (siehe Beitrag "Die Böden" und Exkursion B).

Der Hochfirst-Eisenbach-Granit ist in allen wesentlichen Eigenschaften dem Bärhaldegranit sehr ähnlich.

2.3 Die Ganggesteine im Gneis und der Münstertäler Porphyry

Zur Vervollständigung des Überblickes seien noch drei in geringerer Flächen-
ausdehnung auftretende Gesteinsarten des Mittleren und Hochschwarzwaldes
erwähnt:

- a) Die Ganggranite: meist schmale Gänge, seltener kleine Stöcke im
Gneis; klein- bis mittelkörnige, sehr helle Gesteine mit aplitgranitischer
Zusammensetzung.
- b) Die Granitporphyre: im Gneis und im Bärhalde-Granit aufsetzende
Gänge und kleine Stöcke, z. T. mehrere km lang. Zusammensetzung
granitisch, aber deutlich basischer als der Bärhalde-Granit.
- c) Der Münstertäler Porphyry ist der Erosionsrest einer ehemals sehr viel
ausgedehnteren Ignimbritlecke permischen Alters; er erreicht eine maxi-
male Mächtigkeit von 250 m. Das im frischen Zustand graugrüne Gestein
enthält zahlreiche Einsprenglinge von Quarz, Feldspäten und Biotit, dazu
eine Vielzahl von Gesteinseinschlüssen verschiedenster Herkunft und als
besonderes Kennzeichen der Ignimbritlecke die sogenannten "Fladen",
bis mehrere cm lange, geplättete Fetzen der ehemaligen Porphyryschmel-
ze. Die Pauschalsammensetzung des Porphyry ist granitisch bis
granodioritisch, wiederum deutlich basischer als die des Bärhalde-Gra-
nites.

Die zahlreichen Erz- und Mineralgänge des Gebietes haben wegen ihres gerin-
gen Volumens bodenkundlich kaum eine Bedeutung. Dagegen zeigen die bei
ihrem Abbau (vom frühen Mittelalter an bis heute) angelegten Halden und die
aus den Grubenbauen austretenden Wässer z. T. starke geochemische Anoma-
lien für mehrere Elemente (Pb, Zn, Cd, As und andere).

Tab. 1: Chemische Analysen verbreiteter Gesteinstypen des
Mittleren und Hochschwarzwaldes

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	67,21	70,54	65,90	66,50	75,40	68,68	67,10
TiO ₂	0,73	0,39	0,62	0,67	0,07	0,47	0,60
Al ₂ O ₃	15,46	14,55	16,75	16,39	13,60	15,62	14,90
Fe ₂ O ₃	2,11	0,94	1,07	1,78	1,21	2,14	1,22
FeO	3,41	2,02	3,72	3,43	n. b.	n. b.	2,30
MnO	0,07	0,05	Sp.	0,04	0,03	0,02	0,06
MgO	1,69	1,20	1,76	1,72	0,17	1,11	1,60
CaO	1,93	2,34	2,83	2,36	0,31	1,53	1,11
Na ₂ O	3,19	3,81	4,30	3,68	3,38	3,81	3,42
K ₂ O	2,97	3,01	2,25	2,70	5,01	5,12	5,31
P ₂ O ₅	0,12	0,18	0,12	0,15	0,19	0,21	0,30
H ₂ O+	1,11	0,73	0,68	0,62	0,70	1,21	1,89

- 1: Mittel der Paragneise des Schwarzwaldes aus MEHNERT 1953.
- 2: Mittel von vier Orthogneisen des Schwarzwaldes, nach verschiedenen Autoren
- 3: Diatexit, Holzschlägermatte am Schauinsland, aus MEHNERT 1953
- 4: Errechnete mittlere Zusammensetzung des Einzugsgebietes der Dreisam (230 Quadratkilometer).
- 5: Mittel des Bärhalde-Granites, aus EMMERMANN 1977, MnO und H₂O+ ergänzt.
- 6: Randgranit (Mittel aus 12 Analysen), aus ALTHERR 1975.
- 7: Münstertäler Porphyry (Ignimbrit), Küstelwald, aus MURAD 1974.

3 Die Gesteine im Kaiserstuhl (WIMMENAUER)

Der größte Teil dieses Vulkans miozänen Alters besteht aus Tephritlaven und -tuffen sowie der Zusammensetzung nach etwa äquivalenten subvulkanischen Gesteinen (Essexite, Theralithe und zugehörige Ganggesteine). Die als Standorte des Weinbaues gerühmten Tephrite haben die in Tab.2 angegebene mittlere Zusammensetzung.

Eine petrologische und geochemische Besonderheit des Kaiserstuhls ist der im subvulkanischen Zentrum liegende Karbonatit. Das magmatisch entstandene Gestein besteht im Durchschnitt aus über 90 % Calcit; dazu kommen mit wechselnden Mengenanteilen Glimmer, Forsterit, Magnetit und Apatit. Der Karbonatit tritt auf einer Fläche von weniger als 1 km² zutage. Alle anderen, artenreichen Gesteine des Kaiserstuhls (z. B. Limburgit, Olivinnephelinit, Phonolith) sind ebenfalls flächenhaft wenig bedeutend. Etwa vier Fünftel des vulkanischen Untergrundes des Kaiserstuhls sind von Löss und seinen Bodenbildungen bedeckt.

Tab.2. Chemische Analysen der Tephrite und des Karbonatites vom Kaiserstuhl

	1	2		1	2
SiO ₂	44,0	1,8	CaO	13,8	48,7
TiO ₂	2,8	0,2	Na ₂ O	2,6	0,2
Al ₂ O ₃	14,1	1,1	K ₂ O	1,8	0,1
Fe ₂ O ₃	6,7	6,0	P ₂ O ₅	0,5	4,9
FeO	4,9	1,3	CO ₂	0,2	32,8
MnO	0,2	0,7	H ₂ O+	2,6	0,3
MgO	5,7	1,6			

1: Analysenmittel von 7 Tephriten, aus WIMMENAUER 1970.

2: Karbonatit, Schelingen, Steinbruch V, aus WIMMENAUER 1970.

4 Die Gesteine im Oberrheingraben (SCHREINER)

In größerer Tiefe kommen auch im Oberrheingraben die Gesteine des Grundgebirges vor. Darüber folgen Sedimentgesteine des Perms, der Trias, des Juras, des Tertiärs und schließlich, die Oberfläche weithin überziehend und daher für die Bodenkunde von größter Bedeutung, das Quartär mit Kies, Löß und Lehm.

4.1 Perm

Am Mauracher Berg, 10 km NE Freiburg i. Br., bei Waldkirch und am Hornwald 3 km E Emmendingen stehen vorwiegend rote, zum Teil tonige Arkosen an, die zum Rotliegenden gehören.

4.2 Trias

Der Buntsandstein mit all seinen Stufen ist besonders in der Emmendinger Vorbergzone entwickelt (LEIBER 1977), wo er 210 m Mächtigkeit erreicht. Im engeren Freiburger Gebiet ist er in der Randlichen Vorbergzone am Lorettoberg, am Schönberg und in isolierten, kleinen Ausbissen bis nach Sulzburg zu finden.

Es sind vorwiegend rote, z. T. geröllführende, mittel- bis grobkörnige Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins und dunkelrote, feinkörnige, plattige Sandsteine und rote Tonsteine des Oberen Buntsandsteins.

Der Muschelkalk hat in der Freiburger Umgebung eine Gesamtmächtigkeit von 120 m (LEIBER 1977).

Der Untere Muschelkalk (35 m), aus grauem dolomitischem Mergelstein und sandigen Dolomithänken bestehend, wurde am Nord- und Ostrand des Schönberges in Ziegeleigruben abgebaut und steht in der Emmendinger Vorbergzone weitflächig an.

Der Mittlere Muschelkalk streicht an mehreren Stellen der Vorbergzone am Schönberg, bei Staufen und bei Emmendingen aus. Er besteht aus Mergelstein und Dolomit. Der ursprünglich vorhandene Gips ist weithin aufgelöst. Als Rückstände sind Zellenkalke und Hornsteine bezeichnend für Mittleren

Muschelkalk. Mächtigkeit mit Gips und Anhydrit 90 m, ausgelaugt 30 m.

Der Obere Muschelkalk ist mit seinen harten, grauen Kalksteinbänken der morphologisch bedeutendste Teil des Muschelkalks (55 m mächtig). Er wird in Trochitenkalk, Plattenkalk und Trigonodusdolomit gegliedert. Er ist in der Emmendinger Vorbergzone weit verbreitet und steht auch am Schönberg und bei Staufen an. Im Trochitenkalk sind neben Trochitenbänken auch zwei Oolithbänke zu erwähnen. Oolithe kommen auch an der Obergrenze der Plattenkalke und des Trigonodusdolomits vor.

Der Keuper, zusammen etwa 100 m mächtig (LEIBER 1977), streicht in der Vorbergzone am Nimberg, Schönberg und in einem schmalen Streifen bei Staufen-Sulzburg aus. Er ist selten zu sehen, da er meist von Hanglehm und Schutt bedeckt ist. Der mächtigste Teil ist der 80 bis 100 m mächtige Gipskeuper, dessen Gipslager früher bei Au und bei Laufen/Sulzburg abgebaut wurde. Der Schilfsandstein ist in geringmächtiger, tonreicher Normalfazies ausgebildet. Der obere Rest des Keupers ist nur 25 m mächtig. Die vindelizischen Sandschüttungen fehlen, dafür kommen mächtige Steinmergel (toniger Dolomit) vor.

Das Rhät ist nur 0,5 bis 2 m mächtig und als dunkelgrauer Tonstein mit einer quarzitischen Sandsteinlage ausgebildet.

4.3 Jura

Die Schichten des Juras, die bei Freiburg in einer Gesamtmächtigkeit von 430 m entwickelt sind, stehen besonders am Schönberg und in der Staufen-Sulzburger Vorbergzone an. Von der reich gegliederten Schichtenfolge werden hier nur einige landschaftlich und bodenkundlich besonders wirksame Abschnitte erwähnt. Eine vollständige Beschreibung gab zuletzt OHMERT (1977).

Vom Unteren Jura oder Lias (60 m mächtig) seien die fossilreichen Arietenkalke erwähnt, deren dickschalige Gryphaeen im Verwitterungsboden am Schönberg bei Wittnau und an anderen Stellen gefunden werden. Der oberste Lias geht in schwarzer Tonsteinfazies in den Opalinuston, der untersten Stufe des Mittleren Juras oder Doggers über. Der 80 m mächtige Opalinuston bildet schwere Tonböden und neigt bei Wasserzutritt zu Rutschungen, wie sie an der Panoramastraße Wittnau-Berghäuser Kapelle zu sehen sind. Die nächst höhere Schicht

sind die roten, eisenoolithischen Kalksteine der Ludwigienschichten, die im Schönberg bergmännisch als Eisenerz abgebaut worden sind. Der rote Verwitterungsschutt der Eisenoolithe zieht sich hangabwärts weit über die Opalinustonhänge.

Der Hauptrogenstein des Mittleren Juras ist mit 60 m die bedeutendste Kalksteinstufe des Breisgauer Juras. Sie bildet die meist bewaldeten Kalksteinsteilstufen am Schönberg und die lößbedeckte, schräg nach Osten geneigte Platte des Tuniberges. Der hellgrau-weiße Kalkoolith steht in dicken, schräggeschichteten Bänken an und wird in mehreren Steinbrüchen abgebaut. Der Name "Rogenstein" bezieht sich auf die fischrogenartigen Kalkkörnchen - die "Ooide", aus denen das Gestein großenteils aufgebaut ist. Der Hauptrogenstein kann in verwittertem Zustand als ziemlich massiger, brauner Kalkstein und in der Tiefe als grauschwarzer Dolomit vorliegen. Über der Kalksteinserie des Hauptrogensteins folgt wieder eine vorwiegend tonig-mergelige Schichtserie, die über den Calloviumton des Oberen Doggers in den Oxfordton des Oberen Juras oder Malms überleitet. Der Korallenkalk des Oberen Malms steht nur in Form von Blöcken in einem tertiären Tuffschlot am Schönberg an.

4.4 Tertiär

Nach der langen Festlandszeit während der Kreide setzte die Sedimentation im Alttertiär (Mittl. bis Oberes Eozän) wieder ein, und zwar in dem sich ein-senkenden Oberrheingraben. In dieser Zeit kam es im Breisgau, besonders am Schönberg zu vulkanischen Ausbrüchen, von denen Schlotbrekzien und Basaltgänge erhalten sind (SCHREINER 1977). Danach folgte eine Abtragsphase und dann im Gefolge starker Absenkung des Oberrheingrabens und Hebung der noch mit Trias und Jura bedeckten Schwarzwaldscholle die Sedimentation bis 2000 m mächtiger Schichten des Oligozäns. Flüsse aus dem Schwarzwald schütteten Schwemmfächer aus grobem Geröll in den Oberrheingraben. Das sind die bis 90 m mächtigen Kalkkonglomerate und Kalksandsteine, die den Gipfel des Schönberges und der Vorberge von Staufen-Sulzburg bilden. Gegen den Graben zu folgen Kalksandsteine und braungelb-graue Mergel (z. B. Batzenberg) und im tiefsten Becken des Grabeninneren kam es zur Ablagerung von Mergel, Gips, Anhydrit, Steinsalz und Kalisalz. Die limnisch-bräckisch

und salinaren Ablagerungen werden von zwei größeren marinen Überflutungen unterbrochen: Versteinerungsreiche Zone im Unteroligozän und Foraminiferenmergel, Fischschiefer und Melettaschichten des Mitteloligozäns.

Teile der Tertiär-Schichten treten im Ostteil des Kaiserstuhls und am Tuniberg als graue Mergel mit Kalkstein und Sandlagen unter dem Löß zu Tage und führen stellenweise bei Wasserzutritt zu Rutschungen in den Rebanlagen.

Braune Mergel mit Gerölllagen, die in das Untere Miozän zu stellen sind, kommen im NW-Kaiserstuhl im Limberg zwischen vulkanischen Laven und Tuffen zum Vorschein.

Jüngere Schichten des Tertiärs sind infolge Heraushebung des südlichen Oberrheingrabens abgetragen oder nicht mehr abgelagert worden.

4.5 Quartär in der Rheinebene

Nach der Festlands- und Abtragungszeit während des Jungtertiärs setzte im Pleistozän auch im südlichen Oberrheingraben wieder die Sedimentation ein. An der Wende Pliozän/Pleistozän sind die Aare und später auch der Alpenrhein-Hochrhein in die Oberrheinebene geflossen und haben hier alpine Kiese und Sande, mit denen sich die Kiese der Schwarzwaldflüsse mischten, abgelagert (Mächtigkeit bis 200 m). Die älteren, vorwürmeiszeitlichen Kiese, besonders die aus dem Schwarzwald, sind zu lehmigem Grus zersetzt. Die unter der heutigen Oberfläche liegenden, würmeiszeitlichen Kiese der Niederterrasse sind hart und frisch und werden in Baggerseen abgebaut. Die Ostgrenze der kalkreichen alpinen Kiese des Rheins verläuft ungefähr vom Tuniberg zum Nordende des Nimberges und durch die Riegeler Pforte. Der Rhein ist in der letzten Eiszeit auch östlich um den Kaiserstuhl herumgeflossen ("Ostrhein"). Östlich dieser Linie liegen die kalkfreien Kiese und Sande der Schwarzwaldflüsse (Dreisam, Glotter- und Elz-Schwemmfächer).

Große Flächen der Niederterrasse werden von Löß, umgelagertem Löß (Löß-aeulehm) und Auelemm verschiedenen Alters bedeckt: Lößdecke auf der Niederterrasse im nördlichen Kaiserstuhlvorland um Forchheim, Lößinseln bei Teningen, Vörstetten und Buchheim (SCHREINER 1977).

Löß und Lößlehm bedecken auch große Teile des Kaiserstuhls und der Vorberge. Am Ostrand des Kaiserstuhls ist Löß bis zu 62 m Mächtigkeit erbohrt worden (dabei kann umgelagerter Löß dabei sein). Es gibt Lößprofile, die 5 Lössen mit zwischengelagerten Paläoböden aufweisen (Bunte Halengasse Kaiserstuhl, Hahnengraben Buggingen), wonach die ältesten Lössen in das Altpleistozän gehören dürften (siehe auch HÄDRICH 1975).

4.6 Quartär im Schwarzwald

Große Flächen des Hochschwarzwaldes sind von einer lückenhaften Decke aus Moräne der Würmeiszeit bedeckt (Grundmoräne, fluviatil umgelagerte Moränen, Endmoränen). Die Gletscher überdeckten die Hochflächen besonders des Feldberg-Schauinslandgebietes und erfüllten die Täler mit bis zu 350 m mächtigem Eis. In den Tälern nach Norden reichten die Gletscherzungen beim Maximalstand bis in 500 m Höhe herab, in den Tälern nach Osten bis in 800 m Höhe (Wutach) und nach Süden bis in 600 m (Albtal).

Die Grundmoränen sind ein fest gelagertes Gemisch aus wenig Ton, Schluff, Sand, Kies und Blöcken aus den Gesteinen des jeweiligen Einzugsgebietes. Flächenmäßig und bodenkundlich von großer Bedeutung ist der steinig-lehmige Hangschutt, der die Hänge des Grundgebirges größtenteils bedeckt. Auf den Hochflächen gibt es 2 bis 3 m mächtige Decken aus grusig-steinigem Lehm, der als kryoturbar umgelagerte, vorwiegend pleistozäne Verwitterungsdecke angesehen wird (siehe auch Beitrag "Die Böden" und STAHR 1979).

Literatur

- ALTHERR, R. (1975): Der "Randgranit" der Zone Badenweiler-Lenzkirch (Südschwarzwald): Ein anatektischer Bereich. - Diss. Univ. Freiburg i. Br.
- EMMERMANN, R. (1977): A petrogenetic model for the origin and evolution of the hercynian granite series of the Schwarzwald. - N. Jb. Mineral. Abh. 128, 219-253, Stuttgart.
- HÄDRICH, Fr. (1975): Zur Methodik der Lößdifferenzierung auf der Grundlage der Carbonatverteilung. - Eiszeitalter und Gegenwart 26, 95-117, Öhringen.

- HÜTTNER, R. (1977): In: Geolog. Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Erl. zur geol. Karte Freiburg i. Br. und Umgebung 1:50 000, Stuttgart, S.199-228.
- LEIBER, J. (1977): In: Geol. Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Erl. zur geol. Karte Freiburg i. Br. und Umgebung 1:50 000, Stuttgart, S. 71-108.
- MEHNERT, K.R. (1953): Petrographie und Abfolge der Granitisation im Schwarzwald I. - N. Jb. Mineral. Abh. 85, 59-140, Stuttgart.
- MURAD, E. (1975): Note on the geochemistry of hercynian dykes and volcanics from Münstertal, Black Forest, Germany. - N. Jb. Mineral. Mh. 1975, 57-70, Stuttgart.
- OHMERT, W. (1977): In: Geol. Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Erl. zur geol. Karte Freiburg i. Br. und Umgebung 1:50 000, Stuttgart, S.108-133.
- SCHREINER, A. (1977): In: Geol. Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Erl. zur geol. Karte Freiburg i. Br. und Umgebung 1:50 000, Stuttgart, S.3ff., 133-152, 174-198, 229-248.
- STAHR, K. (1979): Die Bedeutung periglazialer Deckschichten für Bodenbildung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald. Habil. Schrift Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg i. Br., 271 S.
- WIMMENAUER, W. (1970): Zur Petrologie der Magmatite des Oberrheingrabens. - Fortschr. Miner. 47, 242-262, Stuttgart.

Vegetation

von

E. Oberdorfer⁺)

Die Landschaft zwischen Rhein und Hochschwarzwald zeigt infolge einer engen Schaarung klimatisch und edaphisch sehr unterschiedlicher Faktoren auf verhältnismäßig engem Raum eine Gegensätzlichkeit der Vegetation wie sie in Mitteleuropa sonst nur selten anzutreffen ist. Von atlantischen Florenelementen bestimmte Pflanzengesellschaften auf sauren Böden bei hohen Niederschlägen und milden Wintern stehen nahe benachbart solche mit subkontinentalen oder submediterranen Pflanzenarten auf basenreichen, leicht austrocknenden Böden gegenüber. Von einer südlich anmutenden Vegetation in dem 200 - 300 m über Seehöhe gelegenen Oberrheingebiet kann in kaum einer Autostunde in den Hochlagen des Schwarzwaldes bei 1000 - 1500 m Höhe ein Pflanzenkleid erreicht werden, in dem alpine oder arktische Pflanzen, die als Relikte der Eiszeit verstanden werden müssen, eine charakteristische Begleiterscheinung darstellen.

Fast überflüssig zu sagen, daß von den Tieflagen am Rhein bis in die Hochlagen des Schwarzwaldes am Feldberg oder Belchen ursprünglich die Formation des Waldes geherrscht hat, bis auf wenige Ausnahmen, an Ufern, in Mooren, an Felsen oder im hochmontanen Bereich auch an Karabstürzen und Wächteneinhängen. Er ist heute, je nach der Gunst der Standortsbedingungen, vom Menschen in ganz unterschiedlichem Ausmaß in Wiesen, Weiden oder Ackerkulturen umgewandelt worden, die sich selbst überlassen, bald wieder von Gehölzen überwachsen würden. Ausgangspunkt der Betrachtung müssen also als unmittelbarer Ausdruck der naturgegebenen Standortsbedingungen die den verschiedenen Gebieten eigenen "potentiellen" Waldgesellschaften sein, denen jeweils ganz bezeichnende anthropo-zoogene sekundäre "Ersatzgesellschaften" in einem bezeichnenden "Vegetationskomplex" zugeordnet sind.

So gesehen, ergeben sich für Breisgau und Schwarzwald einige durch unterschiedliche Klima- und Bodenverhältnisse scharf gegeneinander abgegrenzte

⁺) Brunnstubenstr. 31, D-7800 Freiburg i. Br.

Vegetationslandschaften.

1 Rheinaue

Diese nacheiszeitlich durch wechselnde Überschwemmungen geformte Landschaft rechts und links des Rheinstromes besitzt basenreiche Böden. Sie zeigt je nach der Korngrößenzusammensetzung der Böden und der Lage zum Wasserniveau von Natur aus drei landschaftsprägende Waldgesellschaften, die infolge des landeskulturhemmenden Sommerhochwassers am Rhein und im Gegensatz zu anderen großen Stromlandschaften Europas noch auf größeren Flächen und z. T. in naturnaher Form vorhanden sind. Einmal vor allem an Altwassern, naß stehend und periodisch im Frühsommer überschwemmt, die Silberweiden-Aue (*Salicetum albae* mit *Populus nigra*, Weichholzaunen), heute z. T. in Kanada-Pappel-Förste umgewandelt. Höhergelegen und nur episodisch überschwemmt schließt sich an die Eichen-Ulmen-Gesellschaft (*Quercus robur*-*Ulmus*, Hartholzaue) von submediterranem Charakter mit *Populus alba* und z. B. noch vor hundert Jahren häufig mit der Wildrebe (*Vitis sylvestris*) ausgestattet, heute gern auf Esche und Ahorn bewirtschaftet. Schließlich steht, mehr örtlich, ebenfalls erhöht auf alten Schotterbänken, also leicht oberflächlich austrocknenden Böden, inselförmig ein natürlicher Eichen-Kiefern-Krüppelwald, der mit den Schneeheide-Kiefernwäldern (aber ohne *Erica carnea*) des Alpenvorlandes verwandt ist.

Infolge der Korrektur des Oberrheines durch Tulla vor rund 150 Jahren und der damit verbundenen Grundwasserabsenkung sind die Waldgesellschaften vor allem der höher gelegenen Flächen allerdings in starker Umwandlung begriffen. Die Eichen-Ulmen-Standorte sind der Austrocknung ausgesetzt, z. T. abgestorben und zerstört. Sanddorngebüsche (*Hippophaetum*) haben sich vor allem am südlichen Oberrhein bei Grundwasserabsenkungen bis über 10 m (Istein-Neuenburg) breit gemacht. Kiefernforste sind angelegt worden; die alpenbürtige Weiße Segge (*Carex alba*), eine Kennart des Schneeheide-Kiefernwaldes, hat sich ausgebreitet. In die Reste der Eichen-Ulmenwälder sind Hainbuchen, Linden oder sogar die Rotbuche eingedrungen oder angepflanzt worden, Baumarten, die ursprünglich - insbesondere die überschwemmungsscheuende Rotbuche - der Rheinaue ganz gefehlt haben. Verunkrautungen durch die amerikanische Goldrute (*Solidago serotina*) in Lichtlücken, Schlägen oder Waldrändern ergänzen dieses Bild.

Weitere Ersatzgesellschaften bilden da und dort Orchideen-reiche Halbtrockenrasen (Mesobrometum) oder in nassen Mulden Kohldistelwiesen mit *Cirsium oleraceum* (Calthion).

2 Niederterrasse

Mehr oder weniger scharf gegen die eigentliche Rheinaue abgesetzt präsentiert sie rechts des Rheins in einer Breite von 10 - 20 km die eigentliche "Rheinebene" und reicht, unterbrochen vom Hügelland des Kaiserstuhles und Tuniberges, bis an den Fuß des Schwarzwaldes und die Vorberge. Sie war von Natur aus erfüllt von auenwaldartigen Wäldern oder Bruchwäldern, die in der Form des sog. Mooswaldes heute noch große Flächen der Breisgauer Bucht zwischen Kaiserstuhl und Freiburg bedecken. Mit den Wasserstufen sind vor allem drei Waldtypen zu unterscheiden: Ein Eichen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpinetum) mit viel Großer Sternmiere (*Stellaria holostea*) von subatlantischem Gepräge, z. B. mit *Ilex aquifolium* oder *Lonicera periclymenum* (Windendes Geißblatt)... Er ist auf großer Fläche in einer feuchten, seegrasreichen Form entwickelt. Die Verdämmung durch Seegras (*Carex brizoides*) wurde durch die frühere Nutzung gefördert. Die Rotbuche fehlt in diesen Wäldern nicht ganz. Sie konnte aber, obwohl klimatisch begünstigt, auf den ebenen, grundwassernahen Böden der Eiche (*Quercus robur*) oder Hainbuche gegenüber nicht wie sonst ihren unduldsamen Charakter voll entfalten und mußte sich mit der Rolle einer Nebenholzart zufrieden geben.

Nasse, z. T. episodisch überschwemmte Standorte tragen den unterholzreichen Erlen-Eschenwald (Pruno-Fraxinetum mit Traubenkirsche, *Prunus padus*), stellenweise sehr wertvolle Eschen- und Roterlen-Bestände. Wo sich der vom Gebirge herziehende Grundwasserstrom vor allem am Ostrand des Kaiserstuhles oder Tuniberges staut, kommt es auf torfigen Böden zur Ausbildung von heute selten gewordenen Erlen-Bruchwäldern (*Alnion glutinosae*), die teils atlantischen Charakter haben (z. B. mit dem Königsfarn *Osmunda regalis*), teils zum mittteleuropäischen *Carici elongatae*-Alnetum gehören.

Ersatzgesellschaften sind im Bereich der Carpineten die Glatthafer-Fettwiesen (Arrhenatheretum), im Bereich der Pruno-Fraxineten bodensaure Naßwiesen mit *Holcus lanatus* oder *Cirsium rivulare*. Natürlich gibt es auch ausgedehnte

Ackerbauflächen. Hier fallen die durch das warm-humide Sommerklima begünstigten weiten Maisfelder besonders ins Auge.

3 Hügelland

Unter diesem Begriff werden hier der Kaiserstuhl und Tuniberg sowie das aus Kalken aufgebaute Gebiet Schönberg - Markgräfler Hügelland als eigene Vegetationslandschaft behandelt. Verschiedenartiges Ausgangsgestein und verschieden hohe Niederschläge verlangen eine differenzierte Betrachtung.

3.1 Kaiserstuhl und Tuniberg

Der bis 557 m hoch aufragende Kaiserstuhl erhält vor allem in seinem südwestlichen Teil nur geringe um 700 mm liegende Jahresniederschläge. Es ist ein wärmebegünstigtes Gebiet. Der Weinort Ihringen am Südrand des Kaiserstuhls ist einer der wärmsten Orte Deutschlands. Trotzdem darf man sich nicht darüber täuschen, daß auch der Kaiserstuhl noch im Buchen-Klima liegt. Die botanisch berühmten Vorkommen submediterraner Vegetation sind an Sonderstandorte, nämlich südexponierte, steile, flachgründige Hanglagen mit basenreichen Böden gebunden. Sie machen immerhin die vegetationskundliche Grenzlage des ganzen Gebietes deutlich.

Wälder gibt es allerdings fast nur noch in den höheren Lagen des Kaiserstuhles auf Rankern und Braunerden aus Vulkaniten. Der tiefergelegene Lößmantel ist praktisch waldfrei und ganz dem Rebbau erschlossen, wobei die Rebumlegungen der letzten Jahre mit riesenhaften Erdverschiebungen eine völlige Umgestaltung des Landschaftsbildes bewirkt haben. Aus einer reinen waldfreien Reblandschaft besteht auch der vom Löß fast ganz bedeckte Tuniberg.

In den mittleren Hanglagen der bewaldeten höheren Erhebungen des Kaiserstuhls herrscht die Rotbuche. Entweder sind es auf basenreichen Böden wärmeliebende Orchideen-Buchenwälder (Carici-Fagetum) oder auf bodensauren Essexit-Verwitterungsböden Hainsimsen-Buchenwälder (Luzulo-Fagetum), wie sie auch in Schwarzwaldtieflagen vorkommen. Am frischkühlen Hangfuß stehen nur kleinflächig ausgebildet auch Perlgras-Buchenwälder (Melico uniflorae-Fagetum); nur in Mulden oder auf den Verebnungen der Kämme wächst ein anspruchsvol-

ler Eichen-Hainbuchenwald (*Galio sylvatici-Carpinetum*). Und nur im betont niederschlagsärmeren Südwesten des Kaiserstuhls entfaltet sich endlich in exponierten steinigten Hanglagen der submediterrane Flaumeichen-Busch (*Lithospermopurpurocaerulei-Quercetum pubescentis*), meist verschwistert mit submediterranen Trockenrasen (*Xerobrometum*), der von sicher primärer Natur auf flachgründig-felsige, gehölzfeindliche Örtlichkeiten beschränkt bleibt. Sekundäre Ersatzgesellschaften sind aber die durch ihren Orchideenreichtum bekannten Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*). Sie finden sich als Ergebnis jahrhundertelanger Mahd und Weide an Stelle von Fageten oder Carpineten auf tiefergründigen feinerdereicheren Böden. Primäre Kerne mag es im Saum der Xerobrometen aber auch schon in der ursprünglichen Naturlandschaft gegeben haben.

Die früher so häufigen Mesobrometen sind heute allerdings vielerorts durch Düngung in wärmeliebende Fettwiesen (*Arrhenatheretum brometosum erecti*) umgewandelt worden. Natürlich fehlt es in Mulden oder Tallagen auch nicht an typischen Fett- oder Naßwiesen sowie an Weizen- oder Maiskulturen. Auch die zahlreichen Süßkirschen- oder Walnuß-Kulturen sind ein besonderes Merkmal des Kaiserstuhles. Im übrigen sei verwiesen auf die Darstellungen von v. ROCHOW (1951) oder WILMANN (1977).

3.2 Schönberg und Markgräfler Hügelland

Diese aus Kalken aufgebauten Gebiete im Süden der Breisgauer Bucht stehen im Gegensatz zum Kaiserstuhl bereits stark unter dem Einfluß höherer Jahresniederschläge (800 - 900 mm) und einer größeren Sommerfeuchtigkeit. Damit wird die Rotbuche (noch ohne bodenständige Weißtanne) zum absoluten Regenten des Waldes. Dieser ist allerdings weithin in Wiesen (*Arrhenathereten*), Halbtrockenrasen (*Mesobrometen*), Fettweiden (*Lolio-Cynosureten*) oder Rebberge und Äcker umgewandelt. Jetzt herrscht nicht mehr wie am Kaiserstuhl der nur noch örtlich vorhandene Orchideen-Buchenwald, sondern auf basenreichen tonigen Böden weithin der Waldmeister-reiche Perlgras-Buchenwald (*Melicofagetum*). Auf skelett- und kalkreichen Braunjura-Böden wächst daneben als pflanzengeographische Besonderheit ein südwesteuropäischer Zahnwurz-Buchenwald (*Dentario heptaphyllae-Fagetum*) mit *Ilex aquifolium* oder *Euphorbia amygdaloides*, der am Schönberg bei Freiburg die absolute Nord- bzw. Nordost-Grenze seiner Verbreitung erreicht. An steilen südexponierten und warmen

Hängen, in Lagen also, in denen am Kaiserstuhl noch der Flaumeichenwald vorkommt, reicht es nur noch zur Entwicklung eines wärmeliebenden Eichen-Hainbuchenwaldes (*Galio sylvatici-Carpinetum*), der allerdings auch zahlreiche submediterrane Florenelemente enthält. Nur weiter im Süden taucht - vor allem im Umkreis von Weiß-Jura-Felsen - auch Flaumeichenbusch auf.

4 Westschwarzwald

Der Schwarzwald läßt sich in der West-Ost-Erstreckung nicht nur geomorphologisch, sondern auch vegetationskundlich in eine westliche laubholzreiche und eine östliche nadelholzreiche Landschaft gliedern. Der westliche Schwarzwald mit einem von 1000 auf 1500 mm ansteigenden Jahresniederschlag weist eine gut ausgeprägte Höhenzonierung der Vegetation auf. Die Formation des Waldes ist das dominierende Element der Landschaft. Hauptholzart ist neben der Rotbuche die Weißtanne (*Abies alba*). Die Fichte (*Picea abies*) war von Natur aus nur auf die Hochlagen über 900 m beschränkt. Als überall eingebrachter Forstbaum hat sie allerdings die ursprünglich viel schärfer ausgeprägte Höhengliederung der Vegetationszonen sehr stark verwischt. Von Natur aus können drei, durch die Höhenlage also vor allem durch die Änderung von Temperatur und Niederschlag bzw. Humidität bedingte Vegetationsstufen unterschieden werden.

4.1 Submontanes Eichen-Buchengebiet (bis ca. 600 m NN)

Der in diesem Vegetationsgebiet vorherrschende Rotbuchenwald wird vor allem dadurch charakterisiert, daß er als Nebenholz regelmäßig noch mitwüchsige Traubeneichen (*Quercus petraea*) enthält und daß die Weißtanne von Natur aus noch zurücktritt. Der Schein, den dunkle Weißtannen-Forste vor allem in der Umgebung von Freiburg und an den unteren Hängen des Dreisamtales erzeugen, trägt. Sie sind fast durchweg anthropogen, z. B. bei der Überführung ehemaliger Mittelwälder in Hochwald entstanden. Nur örtlich gibt es in luftfeuchten Lagen einen natürlichen Eichen-Buchen-Tannenwald (*Luzulo-Abietetum* mit Traubeneiche), der schon für das Mittelalter nachweisbar ist. Neben den Tannenforsten kommen heute, vor allem im Freiburger Stadtwaldgebiet, zahlreiche Douglasien-Aufforstungen vor, die als optimal wüchsige Bestände bekannt geworden sind.

Zwei Waldtypen sind es, die im submontanen Bereich ein charakteristisches, durch Exposition und Gründigkeit des Standortes modifiziertes Mosaik bilden (OBERDORFER und LANG 1957): Der trockene bzw. mäßig trockene Hainsimsen-Eichen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum mit *Quercus petraea*) mit *Luzula luzuloides*, *Deschampsia flexuosa*, *Melampyrum pratense* oder der Heidelbeere (vorherrschend in Südlagen) sowie der frische Perlgras-Eichen-Buchenwald (Melico-Fagetum), mehr in nördlicher Exposition oder in sonst schattigen oder frischen Lagen mit Perlgras (*Melica uniflora*), Waldmeister, Hasenlattich, Waldveilchen und anderen bekannten Mullhumuspflanzen. Als Seltenheit steht darin bei Freiburg als typischer Buchenbegleiter auch die Zwiebeltragende Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*). Beide Gesellschaften haben subatlantischen Charakter (zahlreiches Vorkommen von *Ilex aquifolium* oder herrschend auftretende *Luzula sylvatica*). Nur örtlich schieben sich zwischen diese Waldgesellschaften (außer dem schon erwähnten Eichen-Buchen-Tannenwald) in Talgründen oder an warmen Hängen (Schloßberg b. Freiburg, Möslewald beim Waldsee) Eichen-Hainbuchenwald-Gesellschaften (*Galio sylvatici-Carpinetum* oder *Stellario-Carpinetum*), an felsigen Stellen der Hainsimsen-Eichen-Birkenwald (*Luzulo-Quercetum petraeae*) oder in quellig durchsickerten Einschnitten der Bacheschen-Wald (*Carici remotae-Fraxinetum*) mit Esche, Roterle, der kleinen Winkelsegge (*Carex remota*) oder der bis mannshohen Hänge-Segge (*Carex pendula*).

Von ähnlicher Baumarten-Zusammensetzung (aber mit anderen Begleitern in Strauch- und Krautschicht) sind auch die bachbegleitenden Hainmieren-Erlen-Eschenwälder (*Stellario nemori-Alnetum glutinosae*), die oft in der Wiesenlandschaft der Schwarzwaldtäler galeriartig die Ufer der Gebirgsbäche begleiten. Soweit der Wald gerodet ist, herrschen vor allem Berg-Fettwiesen (*Alchemillo-Arrhenatheretum*) oder wird Ackerbau getrieben (vor allem Kartoffel, Roggen, aber auch noch Mais). Ausgedehnte Fett- oder Magerweiden wie im montanen und hochmontanen Bereich treten im Landschaftsbild noch ganz zurück.

4.2 Montanes Tannen-Rotbuchegebiet (ca. 600 - ca. 900 m NN)

Es ist dies die Stufe der Tannen-Buchenwälder mit den besten und schönsten Weißtannen des Gebietes. Die Bestände werden oft plenterartig bewirtschaftet und zeigen einen tannen- und einen buchenreichen Typ, der von Natur aus in

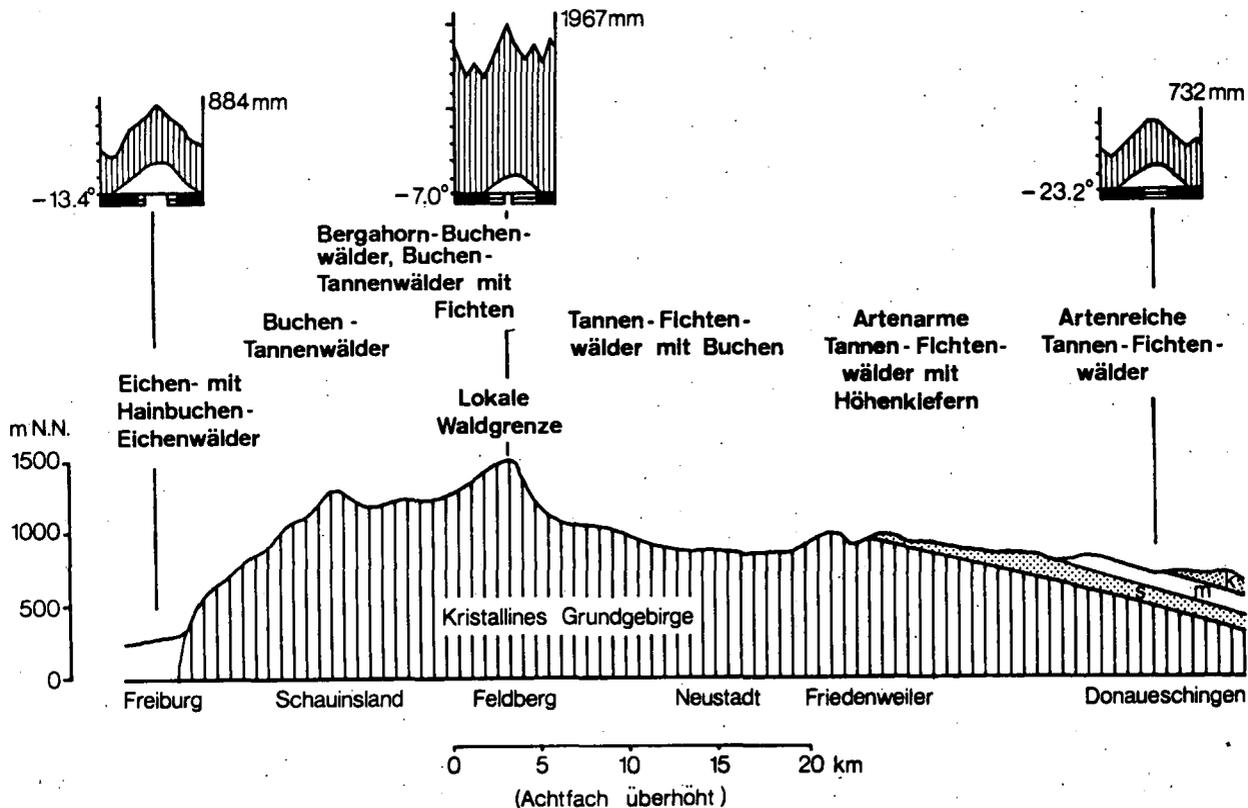


Abb. 1. West-Ost-Vegetationsprofil durch den Südschwarzwald (Rheinebene - Baar)

Entwurf: G. LANG

säkularen Phasen wechselt (HOCKENJOS 1956).

Ein den tieferen Lagen entsprechender Vegetationskomplex wird auf den mäßig trockenen Standorten vom Hainsimsen-Tannen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum mit *Abies alba*) und auf den frischen vom Waldschwingel-Tannen-Buchenwald (*Abieti*-Fagetum) mit viel *Festuca altissima* gebildet. Wenn auch an Stelle zahlreicher Bestände heute vielerorts ausgedehnte und wüchsige Fichtenforste getreten sind, so fehlte die Fichte dieser Höhenlage (wie Archive und Pollenanalysen beweisen) von Natur aus ganz.

Örtlich gibt es, ähnlich den tieferen Lagen, an Felsen noch Traubeneichen, in Quellgründen den Bacheschenwald oder an den Ufern der Gebirgsbäche die Rot-erlen-Eschen-Säume.

Ausgedehnte Ersatzgesellschaften erzeugt der hier bereits vorherrschende Großvieh-Weidebetrieb. Ackerbau (Kartoffel, Roggen oder Hafer) tritt ganz zurück. Sehr charakteristisch ist vor allem die subatlantisch-montane Flügelginster-Weide (*Festuco-Genistetum sagittalis*) mit der Silberdistel, der Schwarzen Flockenblume oder dem Feldthymian. Durch den neuerdings betriebenen Intensiv-Koppelbetrieb mit Elektrozäunen und Mineraldüngung wurde diese schöne und artenreiche Magerweide allerdings in den letzten Jahren mehr und mehr zurückgedrängt und in eutrophe, artenarme, Steinklee-reiche Fettweiden (*Alchemillo-Cynosuretum*) umgewandelt.

4.3 Hochmontanes Fichten-Tannen-Buchen-Gebiet (ca. 900 m - 1500 m NN)

In dieser Höhenlage mischt sich auch im westlichen Schwarzwald allen Buchenwald-Gesellschaften mehr oder weniger stark die Fichte (*Picea abies*) bei. Landschaftsbeherrschend tritt vor allem an den Hängen das Nebeneinander von zwei Waldtypen in Erscheinung, das mit dem Duo des mehr trockenen grasreichen und des frischen krautreichen Waldes der tieferen Lagen korrespondiert. Es wird einerseits vom artenarmen Hainsimsen-Fichten-Tannen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum mit *Picea abies*), andererseits von einem frischen Bergmischwald (*Aceri*-Fagetum) gebildet, der neben Buche, Tanne und Fichte auch öfter den Bergahorn enthält, in der Krautschicht mit dem Alpenmilchblätlich (*Cicerbita alpina*), dem Alpendost (*Adenostyles alliariae*) oder zahlreichen Farnarten sehr staudenreich sein kann und floristisch einen praealpin-borealen Charakter trägt.

Solche Gesellschaften ziehen sich, zuletzt als Knieholz-Gestrüpp entwickelt, noch heute (z. B. am Seebuck) bis in die höchsten Feldberglagen und haben vermutlich die weiten, sanfter geneigten Hochweiden des Feldberges oder des Belchens ursprünglich weitgehend bedeckt.

Echte Fichtenwaldgesellschaften (Bazzanio-Piceetum) mit angereicherter Fichte, mit einer moosreichen Flora oder echten Fichtenbegleitarten wie dem Herz-zweiblatt (*Listera cordata*) auf tiefgründig-humosen Böden kommen nur örtlich an Felsrippen, in Kaltluftlagen oder auf moorigen Verebnungen bzw. am Rand von Hochmooren vor. Denn das hochmontane Gebiet ist zugleich das Gebiet der Hochmoore (Oxycocco-Sphagnetea-Gesellschaften), die in Mulden oder in der Verlandungszone eiszeitlich entstandener Gletscherbecken-Seen erst in dieser Höhenlage die edaphisch-klimatischen Voraussetzungen für ihr Gedeihen finden und damit zugleich zu einem bezeichnenden Bestandteil des hochmontanen Vegetationskomplexes werden.

Dem echten Piceetum angenähert ist in ebenen Lagen, auf Bergrücken, an sanften Hängen oder in Mulden auf mehr mineralischen Böden mit geringerer Humusaufgabe ein Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald (*Luzulo-Abietetum*) mit *Blechnum spicant*, *Luzula luzuloides* und *L. sylvatica*. Die Rotbuche bleibt hier meist schlechtwüchsig im Unterstand der Nadelbäume zurück. Trotz der weitgehenden Umwandlung in Fichtenbestände gibt es noch schöne naturnahe Waldbilder mit vorherrschenden alten Weißtannen.

Von einer Fichtenstufe kann im Schwarzwald im Gegensatz zu den ostwärts gelegenen hercynischen Gebirgen nicht gesprochen werden. Der vorherrschend durch die Rotbuche bestimmte Waldcharakter des Hochschwarzwaldes klingt vielmehr an die waldgrenznahen Vegetationsstrukturen west- und südwesteuropäischer Mittelgebirge an, in denen schließlich die Fichte als natürliche Konkurrenzholzart ganz ausfällt.

Nur örtlich ist in den höchsten Lagen des Südschwarzwaldes, an Karabstürzen und Wächtenkanten, höhenmäßig sozusagen azonale herabgerückt, auch ein echt subalpiner Vegetationskomplex entwickelt. Er wird z. B. in Lawinenbahnen durch das Schluchtweiden-Gesträuch (*Salicetum appendiculatae*), an warmen felsigen Hängen durch die blumenbunte Hochgrasflur (*Sorbo-Calmagrostietum arundinaceae*) mit eingestreuter *Sorbus chamaemespilus* oder *S. aria* oder

(neben subalpinen Quellfluren und Quellmooren) an Wächtenhängen durch eine Borstgras-reiche Schneeboden-Gesellschaft (*Nardo-Gnaphalietum supini*) gebildet, die das natürliche Reservoir für die durch Beweidung auf ehemaligen Gehölböden entstandene hochmontan-subalpine Borstgras-Gesellschaft (*Leontodonto helveticum-Nardetum*) darstellt. Sie bildet heute mit alpinen Arten wie *Leontodon helveticus*, *Potentilla aurea*, *Arnica montana*, *Meum athamanticum* oder *Galium saxatile* die Hochweiden am Feldberg und Belchen. An ihre Stelle können bei Düngung und Mahd Goldhaferwiesen (*Trisetetum flavescens*) treten, die wie alle Pflanzengesellschaften dieser Höhenstufe durch zahlreiche praealpine und boreale Pflanzenarten ausgezeichnet sind.

5 Ostschwarzwald

Innerhalb des montanen bis hochmontanen Gebietes vollzieht sich im Schwarzwald auch in west-östlicher Richtung eine schon physiognomisch sehr auffällige Vegetationsveränderung. Haben wir die nach Westen tief eingeschnittenen Täler ostwärts überwunden, bietet sich in 900 - 1000 m Höhe dem Blick ein nach Osten nur allmählich wieder abfallendes Gebirge, das von dunklen Nadelforsten im Wechsel mit Wiesen überzogen kaum mehr das frische Grün des Laubholzes zeigt. Man mag zunächst daran denken, daß sich hier im sanfter modellierten und stärker vom Menschen besiedelten Gelände ein intensiverer forstlicher Einfluß geltend macht. Aber hier müssen in einem schwer zu entwirrenden Wirkungskomplex gewiß auch naturgegebene vom Groß- und Kleinklima ausgehende Faktoren verantwortlich gemacht werden. Das lehrt vor allem die Untersuchung der floristischen Gesamtstruktur dieser Nadelwälder, die ganz neue Waldgesellschaften, wie sie im Westen fehlen, zu Tage fördern. Die subatlantischen Rotbuchen-Begleiter, wie z. B. die *Luzula*-Arten (*L. luzuloides* und *L. sylvatica*), *Festuca altissima*, auch *Prenanthes purpurea* u. a. fehlen fast ganz. Auch die Rotbuche selbst, die sicher, wie Einzelbeispiele und vegetationsgeschichtliche Daten zeigen, nirgends so weitgehend gefehlt hat, wie das heute der Fall ist, ist nicht mehr so wuchsfreudig wie im Westen des Gebirges und bleibt in dienender Beimischung im Unterstand der herrschenden Nadelhölzer zurück. Wie eine noch nicht veröffentlichte Vegetationskartierung des Meßtischblattes Feldberg 1 : 25 000 zeigt, vollzieht sich der Wechsel vom west-

lichen zum östlichen Vegetationskomplex entlang einer ziemlich scharf ausgeprägten Linie, die von Breitnau über Hinterzarten-Bärenthal-Altglashütten zum Schluchsee zieht.

Nach der vegetationskundlichen Karte des Oberen Wutachgebietes (LANG und OBERDORFER 1961) werden die landschaftsbeherrschenden Bausteine der ostschwarzwälder Nadelwald-Vegetation aus zwei Waldtypen gebildet: Dem trockenen Hainsimsen-Buchenwald des Westens entspricht jetzt der mäßig trockene Preisselbeer-Fichten-Tannenwald, dem oft die Höhenkiefer (*Pinus sylvestris* ssp. *hercynica*) beigemischt ist, und an Stelle der westlichen krautreichen Buchen-Tannenwälder tritt ein frischer krautreicher Labkraut-Fichten-Tannenwald (*Galio-Abietetum*) mit *Galium rotundifolium*, *Oxalis acetosella* oder *Lonicera nigra*. Dieser hat auch eine etwas wuchsfreudigere Rotbuche beigemischt, wenn auch nur im Unterstand.

Beide Waldgesellschaften zeigen vor allem durch das Zurücktreten der subatlantischen Florenelemente eine subkontinentale Ausprägung und schließen an Waldbilder an, wie sie weiter im Osten z. B. im Bayerischen Wald, Thüringer Wald oder Erzgebirge, aber auch im Alpenvorland weit verbreitet sind. Tatsächlich vollzieht sich im Übergang vom Westen nach Osten des Gebirges auch ein Wechsel der Klimawerte. Die Jahresniederschläge sinken auf 1000 - 900 mm ab, die jährlichen Temperaturoegensätze verschärfen sich und die Spätfröste nehmen an Häufigkeit und Intensität zu. Das Gesamtklima nimmt einen mehr subkontinental-kühlen Charakter an. Verstärkt wird dieser nadelholzfördernde Effekt ohne Zweifel durch die nur flach modellierten Hochtäler und die stärkere Besiedlung mit ihren forstlichen Eingriffen. Buchenreiche Waldgesellschaften, vor allem das Luzulo-Fagetum fehlen zwar nicht ganz, treten aber wie im Einzugsgebiet der Oberen Wutach nur örtlich und inselförmig an Steilhängen als "Vorposten" der westlichen Buchenwaldvegetation auf.

Wenn neben der Rotbuche auch die Weißtanne stark dezimiert ist, so ist dies wohl zur Hauptsache auf das Konto des Menschen zu setzen. Aktuelle Einzelbeispiele, wie auch die Ergebnisse pollenanalytischer Analysen (LANG 1971) zeigen, daß im vorkulturellen, verhältnismäßig spät besiedelten Ostschwarzwald die Tanne als Hauptholzart neben zurücktretender Buche und Fichte betrachtet werden muß. Es ist aber auch denkbar, daß zusätzlich zu den anthropogenen

Einflüssen die Klimaverschlechterung der letzten 500 Jahre zur heutigen Vorherrschaft der Fichte mit beigetragen hat.

In den großen Talmulden zwischen Hinterzarten-Titisee und Neustadt sowie zwischen Falkau und Lenzkirch haben die sanfteren Geländeformen zu einer stärkeren Besiedlung und damit Entwaldung des Geländes geführt. Da bei den gegebenen klimatischen Verhältnissen die Lebensgrundlage der Bevölkerung wie im Westschwarzwald die Viehwirtschaft bildet, führte dies zu einer ausgedehnten Wiesen- und Weidelandschaft. Die wichtigste Ersatzgesellschaft des Waldes, vor allem wohl des Galio-Abietetum, bildet die hochmontane Goldhafer-Gesellschaft (Trisetetum flavescens).

Der Ackerbau, nur zum Eigenbedarf betrieben, bleibt auf kleinen Flächen auf anspruchlose Früchte (Kartoffel, Roggen, Hafer) mit Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*)- und Spörgel (*Spergula arvensis*)-reichen Unkrautgesellschaften beschränkt.

Literatur

- HOCKENJOS, F.: Tannen-Buchen-Fichtenwirtschaft im Staatswald St. Märgen. D. Forstmann in Bad. -Württ. 6 (1), 2-6 (1956).
- LANG, G. und E. OBERDORFER: Vegetationskundliche Karte des Oberen Wutachgebietes. In: "Die Wutäch", Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad. -Württ. Bd. 6 (1971).
- OBERDORFER, E. und G. LANG: Vegetationskundliche Karte des Südschwarzwaldes bei Freiburg i. Br. Ber. Naturf. Ges. Freiburg 47 (2) 1957.
- v. ROCHOW, M.: Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. Pflanzensoziologie Bd. 8, Jena 1951.
- WILMANN, O., W. WIMMENAUER, G. FUCHS und K. RASBACH: Der Kaiserstuhl - Gesteine und Pflanzenwelt. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad. -Württ. Bd. 8, 2. Aufl. Karlsruhe 1977.

Böden

von

Fr. Hädrich⁺, W. Moll⁺⁺ und K. Stahr⁺

Die Vielfalt der naturräumlichen und kulturgeographischen Gegebenheiten innerhalb des darzustellenden Raumes kommt in Verbreitung und Vergesellschaftung der Böden deutlich zum Ausdruck.

Auf Grund des charakteristischen Zusammenspiels der Umweltfaktoren lassen sich folgende Bodenlandschaften klar abgrenzen: Rheinaue, Niederterrasse, Kaiserstuhl, Freiburger Bucht, Vorbergzone, Grundgebirgsschwarzwald, Deckgebirgsschwarzwald und Baar.

Die nachfolgenden Ausführungen halten sich eng an Text und Karte der Bodenbeschreibung für das Kreisbuch des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald (HÄDRICH, MOLL, STAHR 1979).

1 Rheinaue

Die Rheinaue als in der Nacheiszeit vom Rhein durchzogene Niederung grenzt im Osten in einem Steilanstieg von 2 - 5 m (Hochgestade) an die Niederterrasse. Im behandelten Bereich gehört die Rheinaue zu den am meisten vom Menschen beeinflussten waldbestandenen Landschaften Mitteleuropas (HÜGIN 1962). Im kleineren nördlichen Teil sind die Auenverhältnisse durch geringere Grundwasserabsenkung bzw. Aufstau des Altrheins durch Kulturwehre noch relativ natürlich. Wenn es hier auch nicht mehr zu regelmäßigen Überflutungen kommt, so wird doch das Grundwasser von der Auenwaldvegetation (Weiden, Pappeln, Ulmen etc.) noch erreicht.

⁺) Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre
der Universität,
Bertoldstr. 17, D-7800 Freiburg i. Br.

⁺⁺) Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung
der Universität,
Goethestr. 55, D-6300 Gießen

Im größeren südlichen Teil - etwa ab Höhe Gündlingen - machen sich nach Süden hin die anthropogen bedingten Umwandlungen der Auenlandschaft zunehmend bemerkbar. Es ist die, z. B. bei Hartheim mehr als sieben Meter betragende, durch Rheinkorrektur und Bau des Rheinseitenkanals bedingte Grundwasserabsenkung dafür verantwortlich. Während im Norden die Auenwälder nur graduelle Umgestaltungen erfuhren, sind diese im trockenen Süden großflächig weitgehend abgestorben, durch sekundären Trockenbusch oder durch schlechtwüchsige Kiefernkulturen ersetzt (DUFFNER 1959, VOGEL 1969, SCHÄFER 1977). Die Rheinsedimente sind in der gesamten Rheinaue meist zweischichtig aufgebaut. Der sandige Kies im Untergrund wird fast überall von einer feinsandig-lehmigen, in der Mächtigkeit wechselnden Hochflut-Deckschicht überlagert. Die Sedimente sind sehr carbonatreich.

Die Bodengesellschaft besteht im nördlichen Teil aus Auenrohböden vom Typ der Rambla (Subtyp: Kalkrambla) mit der Horizontfolge (A_h)-C-IICG_o in Überflutungsbereichen mit raschem Grundwasserzug, aus der Kalkpaternia mit schon deutlich ausgebildetem A_h -Horizont (A_h -C-IICG_o) in mehr grundwasserferneren Lagen ohne Überflutungen und aus dem Auengley (A_h -G_o-G_r), der sich an Stellen hohen Grundwasserstandes und verzögerten Wasserzuges in feinkörnigeren (tonig-schluffigen) Sedimenten entwickelte.

Die Kalkrambla zeichnet sich durch einen kaum entwickelten A_h -Horizont aus, ist noch deutlich sedimentogen geschichtet und unverwittert. Dagegen weisen Kalkpaternia und Auengley deutliche A_h -Horizonte, stärkere Verwischung der Schichtung infolge biogener Homogenisierung und bessere Horizontierung auf. Die Vegetation schöpft ihren Wasser- und Nährstoffbedarf aus dem Grundwasser. Die Standortseigenschaften sind für eine Auenwaldnutzung noch nahezu optimal.

Im südlichen Teil wurden die Standortverhältnisse durch Wegfall des Grundwassereinflusses und durch den häufig angewandten Vollumbruch vor Begründung der Kiefernbestände stärker egalisiert als im nördlichen. Wir finden hier heute durchgehend eine rein terrestrische Entwicklung von den Auenböden hin zur Pararendzina mit A_h -C-IIC oder A_h -IIC-Profil. Durch den Vollumbruch wurde die gesamte feinkörnige Deckschicht homogenisiert und mit humosen Bestandteilen vermischt. Bodenentwicklung und Verwitterung

stagnieren auf Grund des geringen Angebots an Niederschlagswasser (ca. 600 mm/Jahr). In der Vegetationsperiode verdunstet hier mehr Wasser, als mit den Niederschlägen zugeführt wird (HÄDRICH 1979). Das Nährstoffangebot ist auf Grund des Carbonatgehaltes und der gehemmten mineralischen Verwitterung sehr einseitig (SCHÄFER 1977). Die Elemente Kalium und Phosphor, vor allem aber das Wasser sind wachstumsbegrenzende Faktoren. Die Standortsgüte ist abhängig von der Mächtigkeit der lockeren, gut durchwurzelbaren wasserspeichernden Deckschicht. Die potentielle Speicherleistung für pflanzenverfügbares Wasser der durchschnittlich 35 cm mächtigen Deckschicht liegt bei 70 mm. Der Wasserhaushalt ist damit als "trocken" einzustufen. Die nicht mehr optimale forstliche Nutzung (Zuwachsstockungen, Schädlingsanfälligkeit etc.) ist traditionell begründet. Eine intensive landwirtschaftliche Nutzung mit Humuswirtschaft und Bewässerung wäre hier sinnvoller.

2 Niederterrasse

Die Niederterrasse schließt sich östlich an die Rheinaue an und reicht vom Bereich um Auggen im Süden bis an den Kaiserstuhl-Südrand im Norden. Ihre Begrenzung im Osten erfährt sie durch die Vorbergzone von Müllheim, ferner durch Fohrenberg, die Berge von Bingen und Schlatt, Batzenberg, Mengener Brücke und Tuniberg.

Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind in der Hauptsache würmeiszeitliche, meist alpine sandige Kiese des Rheins, die in den oberen 2 - 4 Dezimetern eine feinkörnigere Hochflut-Deckschicht tragen. Nach Osten gegen die Vorbergzone und Norden gegen den Kaiserstuhl hin werden jene von einer Schwemmlössschicht überlagert. Entlang der Schwarzwaldbäche, die die Niederterrasse durchziehen, wurden jüngere Sande, Kiese und Hochflutlehme aus dem Schwarzwald aufgeschüttet.

Im Gegensatz zur Rheinaue sind im Westteil der völlig ebenen, nahezu ausschließlich landwirtschaftlich genutzten Niederterrasse die carbonatreichen sandigen Kiese in den obersten Dezimetern intensiv verwittert. Die Böden sind bis zu einer Tiefe von 80 - 90 cm völlig entkalkt, stark verbraunt und schwach tondurchschlämmt. Der im Boden fehlende Kalk wurde in einem kreideweißen Basishorizont C_{Ca} angereichert. Auf Grund ihrer intensiv rötlich-

braunen Farbe im B_t -Horizont und der leichten Tonverlagerung werden sie rubefizierte Parabraunerde (MOLL 1970) genannt. Die Horizontfolge ist $A_h-A_l-B_t-C_{ca}-C$. Sie sind mittel- bis tiefgründig, haben nur geringe Nährstoffreserven, keinen Grundwasseranschluß, und ihre Körnung ist im Durchschnitt schluffiger Sand bis sandiger Ton mit bis zu 72 % Skelettanteil im B_t -Horizont. Die potentielle Speicherleistung für pflanzenverfügbares Bodenwasser bis 1 m Tiefe liegt bei nur 65 - 85 mm; der Wasserhaushalt ist damit "trocken". Gegenüber der Pararendzina in der Rheinaue ergeben sich wegen der kaum höheren Niederschläge für die Parabraunerde keine Unterschiede im aktuellen Wasserhaushalt, sieht man vom Nutzungseinfluß ab. Die Entkalkung und intensive Verwitterung setzt eine lange Bodenbildungsphase voraus. Die Böden konnten sich seit dem Ausklingen der Würmeiszeit (Entwicklungsoptimum im Atlantikum) entwickeln. Die rubefizierte Parabraunerde, die es auch weiter südlich bis Steinstadt (MOLL 1964) und ausgeprägter im Elsaß gibt, klingt nach Norden hin im Raum Gündlingen allmählich aus und wird hier von einer Schotterpararendzina mit Schwemmlößbeteiligung abgelöst.

Auch nach Osten hin folgen Pararendzinen aus Schwemmlöß mit der Horizontfolge A_p-C oder $A_p-C-IIC$ (vgl. auch 3.3). Ihre höhere natürliche Fruchtbarkeit ist bei entsprechend mächtiger Schwemmlößdecke aus dem höheren Nährstoffpotential und der im Vergleich zu den rubefizierten Parabraunerden besseren Wasserspeicherung zu erklären.

In der Umgebung der Schwarzwaldtäler haben sich auf den oben genannten carbonatfreien kristallinbürtigen Sedimenten typische Gleye ($A_h-G_o-G_r$) oder Auenböden vom Subtyp allochthone Vega ($A_h-MB_v-CG_o$) bzw. Braunerde-Vega ($A_h-B_v-CG_o$) entwickelt. Bei nicht mehr so hohem Grundwasserstand sind dies ertragreiche sandig-lehmige oder lehmige Ackerböden. Bei hohem Grundwasserstand ist nur Grünlandnutzung möglich.

Im äußersten Norden der Niederterrasse haben sich aus einem ehemaligen Anmoorgley - gebildet bei früher höherem Grundwasserstand - sehr humusreiche Pararendzinen entwickelt.

3 Kaiserstuhl

Die pedogenetischen Bedingungen im Kaiserstuhl sind wegen des starken räumlichen Wechsels von Ausgangsgestein, Relief, Zeitdauer der Bodenbildung und Nutzung der Böden sehr vielfältig. Innerhalb der "Vulkanlandschaft" Kaiserstuhl lassen sich pedologisch vier Teilbereiche mit typischen Bodengesellschaften unterscheiden.

3.1 Lößarme bis lößfreie, bewaldete Kuppen, Rücken und Steilhänge aus basischen Vulkaniten

Das in dieser Form für mitteleuropäische Verhältnisse einmalige Zusammenspiel von basischem, primär meist carbonatfreiem Gestein (Tephrit, Essexit etc.), ungewöhnlich trockenem, sommerheißem Klima und hoher Reliefenergie hat hier unter wärmeliebenden Laubmischwäldern einen seltenen Bodentyp hervorgebracht, der Erubasranker (A_h-C_n oder $A_h-C_v-C_n$) genannt wird und in verschiedenen Spielarten je nach Farbe, Humusgehalt, Körnung und Mächtigkeit vorkommt (GANSSEN, HARTH, MOLL und REHFUESS 1957, REHFUESS 1958). Im Durchschnitt ist dieser Boden flachgründig, die Körnung sandiger Lehm bis lehmiger Ton und das Gefüge krümelig bis polyedrisch. Nicht zuletzt die dunkle Färbung des A_h -Horizontes, die hohe biologische Aktivität und die Humusform Mull erlauben Vergleiche mit Rendzinen und Steppenschwarzerden. Auf Grund der Flachgründigkeit und des ansehnlichen Skelettanteils handelt es sich um trockene Standorte mit durchschnittlich weniger als 100 mm, häufig sogar weniger als 50 mm potentieller Speicherleistung für pflanzenverfügbares Bodenwasser. Wegen dieser Eigenschaften werden diese Ranker trotz hoher Nährstoffreserven und Nährstoffverfügbarkeit häufig von einem nur schlecht wüchsigen Laubmischwald oder Trockenbusch bestockt. In Hang- oder Hangfußlage hat sich das Bodenmaterial kolluvial angereichert, z. T. auch mit Löß vermischt. Hier entstanden bei fehlender oder geringer Lößbeimischung mittel- bis tiefgründige, nährstoffreiche Böden mit $A_h-B_v-C_v$ -Profil vom Subtyp Braunerde-Pelosol, deren Körnung zwischen Lehm und lehmigem Ton schwankt und die vor allem in den A- und B-Horizonten ein deutliches Polyedergefüge aufweisen. Ihre Wasserspeichermöglichkeit ist besser als die der Erubasranker und liegt potentiell bei 100 bis

200 mm, je nach Gründigkeit, Skelett- und Humusgehalt. Bei höherer Lößbeimischung entstanden kleinflächig carbonathaltige Böden aus Mischsubstrat vom Typ der Pararendzina.

3.2 Zentrale, lößarme bis lößfreie, nahezu waldfreie, rasenüberzogene, hauptsächlich aus Karbonatit aufgebaute Badberggruppe

Eine morphologische und mineralogisch-petrographische Besonderheit stellt die zentrale Badberggruppe dar. Hier hat sich auf der Gesteinsrarität Karbonatit (vgl. Beitrag v. SCHREINER und WIMMENAUER) ein extrem flachgründiger, humusreicher Boden mit A_n -C-Profil entwickelt, der auf Grund der sehr trockenen Verhältnisse als Xerorendzina bezeichnet wird. Der oftmals nur 10 - 15 cm tief entwickelte Boden mit einem potentiellen Speichervermögen für pflanzenverfügbares Wasser von nur 20 - 40 mm trägt Rasengesellschaften (Meso- bis Xerobrometen) oder Flaumeichengebüsch (HARTH 1956).

3.3 Peripherer, intensiv weinbaulich genutzter Lößgürtel der mittleren bis unteren Lagen

Die größte Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung haben im Kaiserstuhl die Böden aus Löß, der in den genannten Bereichen die Vulkanite mit einer bis zu mehreren Zehnern von Metern mächtigen Decke überzieht. Er dient oft bereits ohne nennenswerte pedogene Veränderungen als Standort von Reben und Obst (HÄDRICH 1970, HÄDRICH 1975, KHODARY-EISSA 1968).

Auf Grund der intensiven, sich seit fränkischer Zeit in Abständen wiederholenden Terrassierungen - neuerlich im Zeichen der Flurbereinigung - wurden die Böden auf Löß in ihrer Entwicklung immer wieder gestört. So findet man nur an wenigen Stellen voll ausgebildete Pararendzinen mit 25 - 40 cm Entwicklungstiefe (HÄDRICH 1966, MOLL 1959). Charakteristisch ist der carbonathaltige, humose, intensiv durchwurzelte, gut gekrümelte, sandig-lehmige A_n -Horizont, der ganz allmählich in den Rohlöß (C) übergeht. Die Fruchtbarkeit dieser Lößböden entspringt vor allem der leichten Bearbeitbarkeit, der guten Durchwurzelbarkeit und dem hohen Wasserspeichervermögen, das auch Trockenzeiten leicht überbrücken hilft. Mit einer potentiellen Speicherleistung für pflanzenverfügbares Wasser von ca. 210 mm für 1 m Profil-

tiefe ist der Wasserhaushalt als "frisch" bis "mäßig feucht" einzustufen. Die ehemals sicher auch hier vorhandene Parabraunerde aus Löß läßt sich rezent nirgends mehr eindeutig nachweisen; sie ist den vielfältigen anthropogenen Umgestaltungen der Landschaft zum Opfer gefallen.

Die größten Flächen im Lößgürtel (Terrassenflächen) werden von Entwicklungsvorstufen der Pararendzina eingenommen. Ausgehend von einem Lößsyrosem lassen sich Übergangsstadien unterscheiden. Ihre Fruchtbarkeit liegt bei entsprechender Humusdüngung nicht unter der der Pararendzina. Kompliziert wird die Bodengesellschaft im Lößgürtel dort, wo durch Terrassierung fossile Bodenhorizonte (fA_h - oder fB_t -Horizonte) der Interglazialböden in den Lößpaketen angeschnitten wurden, wobei es vielfach auf den Terrassenflächen zu einer Materialvermischung kam. Das fossile Bodenmaterial beeinflußt die jeweiligen Bodeneigenschaften jedoch nur graduell.

3.4 Zentripetale, wasserarme Talungen der Lößkolluvien und Schwemmlösse mit Acker- und Obstbau

In den häufig wasserlosen bis wasserarmen Talungen findet man kolluviale Pararendzinen mit relativ mächtigem MA_p -Horizont in grundwasserferner Lage. Bedingt durch Dichtlagerung zeigen diese Pararendzinen oft leichte Stauwasserphänomene. Mit Annäherung an das Grundwasser gehen die kolluvialen Pararendzinen über Pararendzina-Gleye (A_p-CG_o) in typische Gleye ($A_p-G_o-G_r$) über, die häufig gedränt wurden. Stellenweise wurden stark vernäßte Stellen auch mit Rohlöß aufgefüllt.

4 Freiburger Bucht

Die Freiburger Bucht ist ein in die Vorbergzone gegen den Schwarzwald hin eingreifender, nahezu allseits vom Berg- und Hügelland umschlossener Teil der Oberrheinebene. Sie war schon im Pleistozän das Sammelbecken für die Schuttfracht der aus dem Schwarzwald kommenden Bäche und Flüsse. Im Osten der Bucht bilden innerhalb des Kreisgebietes im Dreisamschwemmfächer pleistozäne sandige Kiese aus Grundgebirgskristallin das Ausgangsmaterial der Bodenbildung, die sich nach Nordwesten zur Riegeler Pforte hin abdachen und von jüngeren, feinkörnigeren postglazialen Sedimenten ab-

gelöst bzw. überdeckt werden. Zwischen Dreisam und Elz hat sich ein kleinerer selbständiger pleistozäner Schwemmfächer der Glotter, ausgebildet der manchmal großflächig mehrere Meter mächtige Lössе trägt.

Die Böden der Bucht waren früher in starkem Maße (heute eingeschränkt) von den Unterschieden in der Hydromorphie geprägt. In den mittleren und höheren (östlichen) Bereichen der Schwemmfächer hatten die Böden, mit Ausnahme kleinräumiger Becken, nie Grundwasseranschluß. Dagegen nehmen die heutigen oder reliktschen Merkmale des Grundwassereinflusses nach Westen und Nordwesten immer mehr zu. Die in den zentralen und westlichen Teilen der Bucht vorkommenden Mooswälder legen Zeugnis ab von der starken früheren hydromorphen Prägung der Böden in diesen Teilen. Der vom Schwarzwald mit der Abdachung nach Westen folgende Oberflächen- und Grundwasserstrom wurde an den Ostflanken der in der Bucht stehengebliebenen Staffelschollen (Nimberg, Lehener Berg), besonders aber am Tuniberg- und Kaiserstuhl-Ostrand so stark gestaut, daß die Böden dort durch Grundwasser bis Oberflächennähe stark beeinflußt wurden. Vielfältige menschliche Eingriffe haben dieses Bild verändert. Hochanstehendes Grundwasser gibt es nur noch kleinflächig. In der Regel haben aber die Böden in diesen Bereichen die alten Grundwassermerkmale konserviert.

Je nach den geologischen und ehemaligen bzw. heutigen hydrologischen Verhältnissen läßt sich die Bucht in drei Bodenteillandschaften gliedern:

4.1 Schwemmfächer der Dreisam

Wenn man die Stadt Freiburg i. Br. in Richtung St. Georgen, Lehen oder Vörstetten verläßt, bewegt man sich zunächst auf den höchsten Partien des Dreisamschwemmfächers. Es haben sich hier aus den sandigen Kiesen und geringmächtiger feinkörniger Deckschicht Braunerden ($A_h-B_v-C_v$) (MOLL 1959) und lockere Parabraunerde-Braunerden ($A_h-(A_l)-B_{tv}-C_v$) entwickelt. Es sind lockere, durchlässige, lehmig-sandige bis sandig-lehmige, skelettreiche Böden großer Entwicklungstiefe und mittleren Nährstoffgehalts. Mit 110 - 150 mm potentieller Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser bis 1 m Tiefe ist der Wasserhaushalt "mäßig frisch". Es handelt sich je nach Skelettgehalt um mäßige bis gute Ackerböden, die durch die zunehmende

Bebauung der landwirtschaftlichen Nutzung immer mehr verlorengehen. Unter forstlicher Nutzung tragen diese Böden meist Eichen-Hainbuchen-Wälder. Nach Westen und Nordwesten nimmt der Charakter einer hydromorphen Bodenentwicklung (Auen- und Gleymerkmale) immer mehr zu (s. 4.3).

4.2 Lößbedeckte Schotterfluren

Im Bereich der Schwemmfächer von Dreisam, Glotter und Elz gibt es isolierte, im Raum Vörstetten, Gundelfingen und Denzlingen zusammenhängende, mehrere Meter mächtige, spätwürmzeitliche Lößvorkommen (FRESLE 1969), die hier auf höher gelegenen bzw. von der späteren Erosion nicht weggeräumten Niederterrassenkiesen lagern. Dazu gehören die Vorkommen um Gundelfingen, "Hochacker" auf Gem. Neuershausen, "Hohe" auf Gem. Buchheim, der "Hunnenbuck" im Mooswald auf Gem. Freiburg und der "Blankenberg" östl. dem Tuniberg bei Tiengen.

Der Löß ist hier bis maximal 1,6 m tief entkalkt, verbraunt und tondurchschlämmt. Die Böden sind Parabraunerden mit $A_p-A_1-B_t-C$ -Profil (GHANEM 1976, HÄDRICH 1966). Es handelt sich um fruchtbare, schluffig-lehmige, tiefgründige Böden hoher potentieller Wasserspeicherkapazität (200 - 210 mm für 1 m Tiefe), die nahezu ausschließlich ackerbaulich genutzt werden. Schwache Merkmale einer Pseudovergleyung deuten auf leichten Stauwassereinfluß hin. Die Böden verdanken dies der Sackungsverdichtung nach Entkalkung und der Tonverlagerung. An den Plateaurändern und Einhängen zu Bachläufen wurde die Parabraunerde meist erodiert. Hier haben sich aus dem frischen Löß Pararendzinen (A_p-C) gebildet. Das abgeschwemmte Bodenmaterial ließ in Senken und an den Flanken der Plateauränder kolluviale Parabraunerden (A_p-MB_t) entstehen, die meist pseudovergleyt sind.

4.3 Holozäne Tiefebene im Westen und Nordwesten

Etwa westlich der Linie Schallstadt-Lehen-Gundelfingen verzahnen sich die pleistozänen, grobkörnigeren Sedimente des Dreisamschwemmfächers immer mehr mit holozänen, feinkörnigeren Ablagerungen bzw. werden von diesen überlagert. Vor der Begradigung und Eindeichung der Dreisam herrschten

bis an Tuniberg- und Kaiserstuhlostrand echte Auenverhältnisse mit periodischen oder episodischen Überflutungen, vor allem aber mit nach Westen zunehmendem Grundwassereinfluß. Wenn sich auch in den letzten 100 Jahren die hydrologischen Bedingungen in dieser Region stark gewandelt haben, so tragen doch die Böden noch weitgehend die ursprünglichen Merkmale.

Die unter 4.1 beschriebenen Braunerden werden im Bereich des Mooswaldes nach Westen allmählich von Auenböden abgelöst. Weit verbreitet ist die allochthone Vega mit A_h-M-G_o -Profil, die nur im unmittelbaren Bereich der Bachläufe noch Anschluß an das stark schwankende Grundwasser hat. Es handelt sich um sandig-lehmige Böden über Kies, deren M-Horizont als Bodensediment eine braune Farbe aufweist. Heute entwickeln sich diese Böden zu Auenbraunerden ($A_h-B_v-C-G_o$) weiter. Der Wasserhaushalt der heute trockengefallenen Vegen und Auenbraunerden ist als "mäßig frisch" einzustufen. Die Böden sind mit Stieleichen-Hainbuchen-Wäldern (Hartholzaue) oder Erlen-Eschen-Wäldern bestockt. Z. T. sind sie auch in landwirtschaftliche Nutzung genommen.

In Gebieten mit früher höherem Grundwasserstand und gehemmter Strömung entwickelte sich eine Reihe miteinander eng verzahnter Böden vom typischen Gley ($A_h-G_o-G_r$) über den Nassgley (A_h-G_r), Anmoorgley (A_a-G_r) bis zum Niedermoor ($T-G_r$). Diese Entwicklung wurde auch durch feinkörniges Sediment (feinsandig-schluffig, schluffig-lehmig oder schluffig-tonig) begünstigt. Auf diesen stark vernästen Böden stocken von Natur aus Bestände der Weichholzaue (Weiden, Pappeln, Eschen, Erlen etc.), Erlenbruchwälder sowie Seggen- und Schilfgesellschaften. Gerodete Flächen wurden ausschließlich als Grünland genutzt. Relikte solcher vernästen Stellen finden sich an den Osträndern von Lehener Berg, Nimberg, Tuniberg und Kaiserstuhl (Wasenweiler Ried). Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Grundwasserabsenkung führte zu Böden, die Gleymerkmale teilweise nur noch reliktsch führen.

Wenn diese ehemals stark vernästen Böden aus sehr feinkörnigen Sedimenten heute keinen Grundwasseranschluß mehr haben, entwickeln sich auf Grund geringer Durchlässigkeit Böden mit zeitweiligem Stauwasser. Es sind hinsichtlich der pedogenetischen Prozesse schwer zu gliedernde Böden, die im Unterboden noch Gley-Merkmale aufweisen. Wir stufen sie als Pseudogley -

Gley ($A_h-S_w-S_dG_o-G_r$) ein.

Auf etwas höher gelegenen Schotterfluren mit Hochflutlehmen haben sich ohne Grundwassereinfluß Braunerden oder Parabraunerde-Braunerden (s. 4.1 und 6.2) entwickelt.

5 Vorbergzone

Die Vorbergzone des Schwarzwaldes läßt sich geologisch-petrographisch und geomorphologisch zweiteilen in die z. T. voneinander isolierten Vorberge, die die Schotterfluren der Freiburger und der Staufener Bucht durchsetzen bzw. umgrenzen und um selten mehr als 100 m überragen, und in die südsüdwestlich von Freiburg gelegene, unmittelbar an den Kristallinschwarzwald stossende, eigentliche Vorbergzone.

5.1 Isolierte Vorberge

Zu den isolierten Vorbergen gehören Nimberg, Lehener Berg, Tuniberg mit Mengener Brücke, Batzenberg und die Berge von Biengen und Schlatt. Es handelt sich um im Kern mesozoische, von einem Lößmantel nahezu vollständig eingehüllte und damit im Charakter dem Lößgürtel des Kaiserstuhls (s. 3.3) entsprechende Erhebungen, die auch kulturgeographisch ähnliche Züge aufweisen. Mit dem Vorherrschen des Reb- und Obstbaus verdeutlicht sich die ähnlich intensive Umgestaltung der Landschaft durch den Menschen. Die Böden sind auch hier gering entwickelt. Es sind je nach Zeitdauer der Bodenbildung seit der letzten Lößumschiebung oder Erosion größtenteils Übergangsstadien zwischen Lössyrosem und Pararendzina.

5.2 Eigentliche Vorbergzone

Hierzu gehören die Schönberggruppe, Staufener Schloßberg, Fohrenberg und die Müllheimer Vorbergzone. Hier sind die mesozoischen und tertiären Gesteine in den unteren und mittleren Lagen (wie bei den isolierten Vorbergen) von einer nach oben hin an Mächtigkeit abnehmender Lößdecke eingehüllt. Diese tragen ähnliche Böden wie in 5.1 ausgeführt. Eine Ausnahme bilden die steileren und an Lößmächtigkeit geringeren unteren und mittleren Lagen an den Süd- und Ostflanken. Hier treten auf Grund des kleinräumigen Wechsels

im Ausgangsgestein und wegen der weniger intensiven menschlichen Eingriffe stärker entwickelte Böden aus Löß, mesozoischen und tertiären Gesteinen sowie Mischsubstraten auf. Auf Löß und Mischsubstrat sind es meist pseudo-vergleyte Parabraunerden.

Bereits in den mittleren, hauptsächlich aber in den oberen Lagen sind überwiegend Gesteine des Jura (Dogger, Malm) und des Tertiär (unteroligozänes Küstenkonglomerat) bzw. deren Hangschutt bodenbildend. Je nach dem Ton- und Carbonatgehalt der Gesteine sind hier die Böden der Ton- oder Kalkserie verbreitet. Auf Kalken des Dogger und Malm kommen unter dem Kalkbuchewald flachgründige, skelettreiche, bis zur Oberfläche carbonathaltige Böden mit A_h-C_c -Profil vor, die als Rendzina (BLUM 1968, MOLL 1959) eingestuft werden. Diese Böden sind humusreich, haben die Humusform Mull, sind aber sehr einseitig im Nährstoffangebot. Sie sind insbesondere arm an pflanzenverfügbarem Kalium und Phosphor. Auch die Reserven an diesen Nährstoffen sind gering. Der Wasserhaushalt ist mit potentiell 50 - 100 mm Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Bodenwasser nur als "trocken" zu bezeichnen. Das einseitige Nährstoffangebot, der hohe Skelettanteil und die Trockenheit machen diese Böden, die sich zudem in relativ steilen Reliefpositionen befinden, für landwirtschaftliche Nutzungsformen weitgehend ungeeignet. Besonders auf den Gesteinen des Dogger und des Tertiär, die einerseits relativ eisenhaltig, andererseits sehr klüftig sind, zeigen sich Übergangsstadien von der Rendzina zur Terra fusca ($A_h-B_v-C_c$). Ihre Entstehung kann aus zweierlei Ursachen erklärt werden: Zum einen aus der rezenten Bodenbildung bei relativ langer ungestörter Zeitdauer (Entkalkung, leichte Versauerung im Oberboden, Eisenfreisetzung, Bildung eines an Mächtigkeit zunehmenden, rötlich-bräunlichen B_v -Horizontes) und zum anderen aus der möglichen Einarbeitung tertiärer oder pleistozän-warmzeitlicher Verwitterungsreste, die in Klüften und Karsttaschen allenthalben gefunden werden, in die Hangschuttbildungen, von wo sie dann in die Bodenbildung eingehen. Im allgemeinen sind die Übergangsstadien zur Terra fusca hinsichtlich Nährstoffgehalt und -verfügbarkeit sowie Wasserhaushalt besser gestellt als die Rendzina, während sich bei der echten Terra fusca vor allem Wasser- und Lufthaushalt wieder verschlechtern.

Aus den Tongesteinen des Keuper und Jura, insbesondere dem Opalinuston, haben sich kleinflächig sehr tonreiche, plastische, quellende und schrumpfende, hinsichtlich Wasser- und Lufthaushalt jahreszeitlich und witterungsepisodisch stark wechselnde Böden mit A_h -P-C-Profil entwickelt. Es sind Pelosole, die je nach Entwicklungsgrad carbonathaltig, carbonatfrei, pseudovergleyt oder verbraunt sein können. Wegen der schweren Bearbeitbarkeit und dem starken Wechsel in den bodenphysikalischen Bedingungen werden sie meist als Grünland genutzt. Ein typisches Vorkommen befindet sich um die Tongrube Wittnau, zwischen dem Ort und der Berghäuser Kapelle.

6 Grundgebirgsschwarzwald

Östlich der Schwarzwaldhauptverwerfung, d.h. direkt östlich an Freiburger Bucht sowie Vorbergzone anschließend, setzt der Kristallinschwarzwald ein, in dem Gneise verschiedener Genese und Ausprägung sowie Granite das anstehende Gestein bilden. In diesem Gebiet nehmen die Niederschläge rasch zu, die Temperaturen zunächst langsam, dann aber stärker ab. Die Bodenentwicklung im gesamten Gebiet erfaßte nur wenig die anstehenden Gesteine sondern vor allem die hangenden periglazialen und glazialen Schuttsedimente (STAHR 1979). Diese Sedimente überziehen in durchschnittlich 1 - 2 m Mächtigkeit die Hänge und Hochflächen. Das anstehende Gestein tritt nur an besonders steilen, meist südexponierten Hängen und an Karwänden zutage. Wegen des rauheren Klimas hat der Mensch diese Landschaft später und in geringerem Maße verändert als im Vorland.

6.1 Lößbeeinflusste, submontane Fußzone des Schwarzwaldes

Am Schwarzwaldwestrand wurden während der Eiszeit bis etwa 600 m NN Höhe noch größere Lößmengen sedimentiert. Die Lössse sind heute vollständig entkalkt und bereits im Periglazial mit Gneisschutt vermengt worden (MAUS, STAHR 1977). Nach der Entkalkung setzte in diesen Böden zunächst Tonverlagerung ein. Heute dominiert die Dynamik saurer Braunerden. Es sind Braunerde-Parabraunerden und Parabraunerde-Braunerden mit einem A_h - A_1 - B_{vt} - C_v bzw. A_h - B_{lv} - B_{tv} - C_v -Profil. Diese Böden sind mäßig dicht, haben aber noch einen guten Wasser- und Lufthaushalt, während der Nähr-

stoffhaushalt durch relativ geringe Vorräte begrenzt ist. An Hangrippen finden wir teilweise nur eine geringmächtige Schuttdecke über dem Gneis. Dort haben sich flach- bis mittelgründige Braunerden ausgebildet.

An den Unterhängen und Hangfüßen wirkt sich die durch Sackung und Tonverlagerung eingetretene Verdichtung so stark aus, daß sich Stauwasserböden gebildet haben. Die wichtigsten Bodeneinheiten sind dabei die Pseudogleye ($A_h-S_w-S_d$) (MOLL 1959) und Pseudogley-Parabraunerden ($A_h-S_w-A_1-S_d-B_t-C$). Wegen des Luftmangels im Frühjahr wurzeln die Pflanzen nur sehr flach und werden im Sommer aus diesem flachen Wurzelraum nur ungenügend mit Wasser versorgt. Diese Böden sind daher als "wechsell trocken" einzustufen.

Die zu dieser Landschaftseinheit gehörenden Talabschnitte führen rasch ziehendes, überwiegend sauerstoffreiches Grundwasser. Aus den sandig-lehmigen bis kiesigen Auensedimenten bildeten sich allochthone Vegon, Oxigleye und Gleye.

6.2 Zartener Becken

Die flache Wanne des Zartener Beckens ist mit 30 - 50 m mächtigen pleistozänen und holozänen Sedimenten verfüllt (HÜTTNER, WIMMENAUER 1967). Morphologisch läßt sich das Becken in 2 Terrassenstufen und in die Auen der zahlreichen zentripetal zufließenden Bäche gliedern. Bei der Ortschaft Zarten sind auf der oberen Terrasse zweischichtige (Lehm über Kies) Braunerden-Parabraunerden verbreitet. Nach Osten wird die Lößbeeinflussung geringer und die Tonverlagerung schwächer. Auf der unteren Terrasse fehlt die lehmige Deckschicht weitgehend. Verbreitet sind hier Böden vom Typ Parabraunerde-Braunerde und Braunerde.

Auf den sandig-kiesigen Sedimenten der Auen größerer Bäche sind Gleye bzw. Oxigleye verbreitet. In den Auen kleinerer, vorwiegend von Norden zufließender Bäche wurde eine mächtigere, junge Decklehmschicht sedimentiert, die ältere Naßgleye und Anmoore überdeckt. Aus der jungen Auenlehmdecke entwickelten sich typische Gleye und allochthone Vegon.

Die Terrassenflächen des schon zur keltischen Zeit besiedelten Zartener Beckens werden heute überwiegend ackerbaulich genutzt, während die Auen

als Wiesen und Weiden dienen. Die Standorte ohne Grund- und Stauwassereinfluß am Gebirgsfuß und im Zartener Becken zählen pflanzensoziologisch zur submontanen Buchen-Eichen-Stufe.

6.3 Hänge und Hochflächen der montanen Stufe (ca. 500 - 900 m Höhe)

Dieser Bereich gehört der montanen Buchen-Tannen-Stufe an. Im wärmeren Westen beginnt er erst bei ca. 600 m NN und reicht teilweise etwas höher als 900 m NN. Weit verbreitet ist eine lockere, ca. 1 m mächtige steinig-lehmige Schuttdecke (Hauptfolge) über einer dichten, sandig-steinigen Basisfolge. Die Eigenschaften der Schuttdecken sind im wesentlichen durch die Eigenschaften der anstehenden Gneise geprägt. Löß wurde nur noch in geringem Umfang sedimentiert bzw. im Periglazial wieder abgetragen.

Verbraunung, Verlehmung und mäßige Versauerung führten zur Bildung typischer Braunerden. Zum Teil ist die Humifizierung der Streu in dieser Höhenstufe bereits gehemmt, so daß sich in den Wäldern eine Moderauflage bildet. Der Entwicklungszustand der Böden mit Moderauflage entspricht nicht mehr dem normalen Braunerde-Stadium. Die Versauerung erreicht bereits pH-Werte unter 4 und löst bereits Aluminiumoxidverlagerung aus. Innerhalb des Gneisgebietes ist jedoch noch nirgendwo das Podsolstadium erreicht. Selbst in ungünstiger Lage (Hangrippen) und unter Rohhumusauflage finden sich nur Böden vom Typ podsolige Braunerde mit der Horizontfolge $A_{he} - B_v - C_v$.

An den Unterhängen war bis in jüngste Zeit die Wasser- oder Flößwiesennutzung verbreitet. Im Frühjahr wurde Bachwasser in einem Grabensystem hangabwärts geleitet, an wechselnden Stellen aufgestaut und damit die tiefer gelegenen Wiesen bewässert. So wurden die Böden jährlich mit humosem Mineralbodenmaterial überschlickt. Es entstanden kolluviale Braunerden mit einem homogenen A_h -M-Profil. An sich wäre bei Niederschlägen zwischen 1300 mm und 1500 mm eine Bewässerung nicht notwendig gewesen. Die Böden erhielten jedoch durch die Erwärmung und "Natur-Düngung" einen Vegetationsvorsprung von bis zu einem Monat gegenüber unbewässerten Wiesen in gleicher Höhenlage.

In stärker vernässten Hangnischen konnten sich stellenweise Hanggleye bilden.

In den Tälern dieser Höhenlage überwiegen Nassgleye mit der Horizontfolge A_h-G_r und Anmoore mit der Horizontfolge A_a-G_r .

Alle diese Böden sind in ihrem Wasserhaushalt als "frisch" bis "feucht" einzustufen, wobei die Naßgleye und Anmoore sogar für die Grünlandnutzung teilentwässert werden müssen. Ackernutzung ist in dieser Höhenlage auf den Mull- bis Moderbraunerden der mäßig steilen Hänge möglich, da diese Böden ein sehr stabiles Gefüge aufweisen und kaum zur Erosion neigen.

6.4 Kuppen und Hochflächen der montanen bis hochmontanen Stufe im ehemaligen Periglazialbereich (800 - 1100 m Höhe)

Das Gebiet umfaßt die Hochfläche von St. Peter und St. Märgen, die nach Süden bis zur Weißtannenhöhe bei Breitnau ansteigt. Unter Wald sind hier Moderbraunerden mit Eigenschaften, wie die in der tieferen Stufe, verbreitet. An Unterhängen unter naturnaher Waldvegetation und auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen überwiegen Mullbraunerden (SCHMIDT, SCHULER 1978). Auf den Kuppen kommt auch hier, besonders unter Fichtenwäldern, eine nichtpodsolige Braunerde mit Rohhumusaufgabe vor. Diese Sauerbraunerden sind oft nur 4 - 5 dm mächtig entwickelt, sehr locker, extrem stark versauert und leuchtend braun gefärbt. Es hat eine deutliche Eisenfreisetzung und Aluminiumverlagerung stattgefunden, ohne daß sich aber ein Podsol-Bleichhorizont ausbildete (STAHR 1979). Podsoliierte Böden sind in dieser Landschaft nicht bekannt. Stellenweise ist eine rötlich gefärbte, steinärmere Variante der Braunerde verbreitet (GARCIA-GONZALES, WIMMENAUER 1975). Die Rotfärbung läßt sich auf eine Beimengung von hämatitischem Ton zurückführen, der aus Resten permischer Sedimente sowie roten Kluftbelegen im Gestein und hydrothermalen Gängen stammt. Diese Böden sind auf der Hochfläche in der Regel als Acker genutzt.

In Senken und auf größeren Verebnungsflächen kommen ferner Stauwasserböden vor. Die Naßphase ist in dieser Höhenlage viel ausgeprägter als am Gebirgsfuß; echte Trockenphasen treten nicht auf. Unter diesen Bedingungen unterliegen die Böden einer Naßbleichung, vorwiegend durch langsamen seit-

lichen Wasserzug. Diese nassen, sauerstoff- und nährstoffarmen Böden haben in der Regel die Horizontfolge $0_1-0_h-A_h-A_e S_w-S_d$ der Stagnogleye.

Bei weniger starker Vernässung treten Hangogleye und Übergänge zwischen Braunerde und Stagnogleye auf, während typische Pseudogleye wegen des ganzjährig humiden Klimas nicht vertreten sind.

Die Stagnogleye werden in größeren Vernässungsflächen z.T. durch Torfstagnogleye, Waldmoore und schließlich sogar Hochmoore abgelöst. Beispiele hierfür finden sich im Wildmooswald und beim Hüttenbauernhof im Turnergebiet. Unterhalb solcher Vernässungsflächen findet man farbintensive Ockererden (KEILEN 1978) mit $A_h-B_v G_o-C_v$ -Profil. Diese Böden sind relativ reich an Nährstoffen, haben aber wegen ihrer kleinflächigen Verbreitung kaum wirtschaftliche Bedeutung.

In den Tälern sind Nassogleye, Torfogleye ($T-G_r$), Niedermoore (T_N-G_r) und vereinzelt Waldmoore verbreitet. Nach Entwässerung werden diese Böden heute überwiegend als Grünland genutzt.

6.5 Ehemaliges Glazialgebiet der hochmontanen Zone zwischen Schauinsland, Feldberg, Breitnau und Neustadt

Vom vorher beschriebenen Gebiet unterscheidet sich das Glazialgebiet vor allem durch eine andere geomorphologische Entwicklung. Statt Hängen mit gleichförmiger Neigung und engen V-Tälern trifft man hier konvexe Hänge und breite U-Täler. Die Hänge wurden von den Talgletschern teilweise unter schnitten, so daß es zur Bildung von Bergstürzen und Schutthalden kam. Über tiefung und Sedimentation führten in den Talungen zu stark wechselnden hydrologischen Verhältnissen. Stärker noch als die morphologischen Veränderungen wirkte auf die Bodenentwicklung die teilweise stark abweichende Substratzusammensetzung im ehemals vergletscherten Gebiet. So kam es flächenhaft zu Geschiebelehmüberlagerungen, z.B. nördlich Hinterzarten (MEINIG 1966) und nördlich von Falkau (HAASE 1963). Diese lehmig-sandigen Geschiebelehme sind gekennzeichnet durch Frostblättrigkeit und besonders intensive Dichtlagerung. Sie sind deshalb hinsichtlich der Durchwurzelbarkeit und Bodenentwicklung ähnlich ungünstig zu beurteilen wie die Basisfolge im Periglazialgebiet.

In den Tälern ist dieser Sedimenttyp seltener. Dort wurde das Material stärker durch fließendes Wasser fraktioniert, so daß man auf engem Raum, häufig sogar übereinander, Endmoränen, Sander, Beckentone und fluvioglaziale Schotter findet.

Der Nord- und Westteil des Glazialgebietes mit Schauinsland, Feldberg und Hinterzarten gehört der zentralen Schwarzwälder Gneismasse an, während südlich des Seebachtals mit Hochkopf, Bärhalde und Hochfirst sowie nordöstlich Neustadt der Bärhalde-Hochfirst-Eisenbach-Granit große Flächen einnimmt. Zur Zeit des Vereisungsmaximums lag das gesamte Gebiet unter einer geschlossenen Eiskappe; später wiesen das Gneis- und das Granitgebiet getrennte Eisstromsysteme auf (PFANNENSTIEL 1958). Deshalb finden wir heute in beiden Gebieten Ablagerungen aus Mischungen verschiedener Gesteinsarten mit unterschiedlichem Chemismus und wechselnder Körnung. Diese Unterschiede haben besonders die Entwicklung der terrestrischen Böden, dagegen kaum die der hydromorphen Böden beeinflußt.

Unter den terrestrischen Böden stellen im Gneisgebiet an den Hängen die Moderbraunerden die am weitesten verbreitete Bodeneinheit dar. Im Feldberggebiet entwickelte sich ferner eine Braunerdevarietät, die vor allem im südwestlichen Hochschwarzwald und in den Vogesen weit verbreitet ist ("Rasenbraunerde"). Da sich diese Varietät auch unter naturnahen Buchen-Tannen-Wäldern gebildet hat, bezeichnen wir sie als Humusbraunerde (MÜLLER et al. 1967). Sie hat einen mindestens 40 cm mächtigen humosen bis humusreichen A_h -Horizont mit stabilem Krümel- bis Subpolyedergefüge. Die Humusform ist auch unter Wald stets Mull, allerdings mit einem relativ weiten C:N-Verhältnis von ca. 17. Zahlreiche große Regenwürmer (*Lumbricus badensis*) besiedeln diese Böden bis in 2 m Tiefe. Im Normalfall geht der A_h fließend in einen gering-mächtigen B_v über. Auf den waldfreien höchsten Erhebungen, wie am Feldberg, zeigt diese Varietät Verglebungerscheinungen. Gelegentlich sitzt der mächtige A_h auch direkt auf dem anstehenden Gestein auf. Diese beiden Ausnahmen stellen Übergänge zum Hangley bzw. zum Ranker dar.

Auf den selektierten, basenarmen, sandigen Endmoränen-, Terrassen- und Sanderablagerungen kommen innerhalb der Gneismasse die einzigen vollent-

wickelten Podsole vor. Die Bleichhorizonte dieser Podsole sind geringmächtig (bis 20 cm), sandig-lehmig und ziemlich dicht. Humus- und Sesquioxidanreicherungen markieren eine Schichtgrenze zum Unterboden, dessen Körnung wesentlich gröber (sandig bis sandig-kiesig) ist. Neben typischen Podsolen (O-A_e-B_h-B_s-C) kommen sämtliche Zwischenglieder der Braunerde-Podsol-Reihe vor. Durch Ackernutzung werden diese Böden soweit homogenisiert, daß sie im Profilaufbau wieder Braunerden oder sogar Regosolen (A_p-C) ähneln.

In Erosionslagen (Karwände, Kuppen) findet man ein Kleinmosaik verschiedenster Bodentypen, nämlich Syrosem, Tangelranker mit mächtiger Rohhumusauflage auf anstehendem Fels und typischer Ranker mit einem 10 - 30 cm mächtigen A_h-Horizont über Fels sowie seltener Regosole mit einem A_h-Horizont über C_v-Lockergestein (MATHE 1962). Aus Feinmaterialanreicherungen zwischen Felsspalten entstanden Braunerden. An der Basis von Karwänden kommen noch hydromorph geprägte Böden hinzu. Diese erosionsgefährdeten Standorte eignen sich nur zur Erhaltung eines naturnahen Schutzwaldes.

Mächtigere Grundmoränenablagerungen werden überwiegend von hydromorphen Böden eingenommen. Als terrestrische Bodenbildung ist in geringem Ausmaß eine schwach entwickelte Mull- bis Moderbraunerde mit hellbraunem B-Horizont anzutreffen. Wo in der letzten Periglazialphase die glazigenen Sedimente stellenweise ausgeräumt bzw. umgeformt wurden, entspricht die Bodengesellschaft derjenigen der montanen Stufe der Hochflächenlagen (vgl. 6.4).

Die terrestrischen Böden des Bärhaldegranitgebiets (GOLTZ, MÜLLER, RAISCH, WIPF 1976, ZÖTTL, STAHR, KEILEN 1977) unterscheiden sich deutlich von den terrestrischen Bodenbildungen im übrigen Kristallin des Südschwarzwaldes. Der Bärhaldegranit ist extrem sauer (ca. 76 % SiO₂) und zerfällt grobkörnig, während die anderen Granite nach Mineralführung, Körnung und Chemismus eher den Gneisen ähneln. In der Bärhalde sind daher Humuseisenpodsole (GANSSEN 1957) (O-A_{eh}-B_h-B_{hs}-C_v) flächenhaft verbreitet. Die pH-Werte liegen im Auflagehumus (Rohhumus) zwischen 2 und 3, in den Verarmungshorizonten zwischen 3 und 4 und überschreiten pH 4 erst im Anreicherungshorizont. Die Bleichzonen sind 20 - 100 cm mächtig. Für

diese Podsole ist eine Schichtgrenze oberhalb des B_{hs} kennzeichnend, unterhalb der die Sand- und Skelettgehalte sprunghaft zunehmen. Größere zusammenhängende Podsolflächen sind in den Kammlagen von Hochkopf, Bärhalde und Hochfirst, aber auch auf fluvioglazialen Sanden wie z.B. bei Bärenthal anzutreffen. Die Standortseigenschaften dieser Podsole sind relativ günstig, da infolge des jungen Granitschutts auch die Bleichhorizonte noch viele verwitterbare Minerale enthalten und die Anreicherungszone normalerweise erdig und nicht als Ortstein ausgebildet ist. Die Hauptwurzelzone liegt aber in der Humusaufgabe, so daß diese mineralischen Nährstoffreserven kaum nutzbar für die Pflanzen sind.

Hangabwärts treten an die Stelle der Podsole zunächst Braunerde-Podsole und Podsol-Braunerden, die schließlich von podsoligen Braunerden bzw. typischen Braunerden abgelöst werden. Entgegen früheren Annahmen (AMELUNG 1954) wurde die Podsolbildung nicht in erster Linie durch verstärktes Aufkommen der Fichte, sondern primär durch die Besonderheiten der Körnung und des Chemismus des Bärhaldegranits gefördert (GOLTZ, MÜLLER, RAISCH, WIPF 1976, THEES, SEGATZ 1979). Auch die Reliefposition scheint das Ausmaß der Podsolierung zu beeinflussen. Teilweise wurden diese Böden der Podsolreihe durch Ackernutzung homogenisiert und zu Phänobraunerden umgewandelt. Gegenüber einer Wiederaufforstung mit Koniferen erweisen sich solche Böden als labil, so daß sie vielfach bereits in der ersten neuen Waldgeneration abermals zu podsoligen Braunerden mit Rohhumus- oder Moderauflagen degradieren.

Neben den podsolierten Böden kommen auf lehmigeren Substraten auch weitverbreitet Mullbraunerden und Braunerden mit einer Moder- bis rohumusartigen Auflage vor. Sie sind charakteristisch für Gebiete - wie zwischen Bärhalde und Lenzkirch - wo während einer längeren Periglazialzeit die Frostverwitterung intensiver wirken konnte, oder wo durch Beimengung von Ganggesteinen oder Gneis der Granitschutt mit leichter verwitterbaren Mineralen angereichert wurde. Diese Braunerden sind meist tiefgründig entwickelt. Sie sind ferner gekennzeichnet durch einen sehr lockeren A_h - und B_v -Horizont sowie deutliche Anzeichen einer Aluminiumverlagerung und somit den Braunerden der montanen Stufe des Gneisgebietes vergleichbar.

Während die Braunerden sich bestens für landwirtschaftliche Nutzung eignen, überwiegen im Granitgebiet jedoch Assoziationen von Podsol-Rankern, Podsol-Braunerden und Braunerde-Podsolen, die als typische Standorte für natürliche Fichtenwälder (Bazzanio-Piceetum) gelten.

Die hydromorphen Böden im Gneis- und Bärhaldegranitgebiet sind weit weniger vielfältig, obwohl ihr Anteil hier größer ist als in allen anderen Gebieten des Kristallin-Schwarzwaldes. Typischer Vertreter der Stauwasserböden ist der Stagnogley, der in sehr ähnlicher Ausprägung sowohl auf Hochflächen und Verebnungsrändern als auch auf flachen Hängen, in Quellmulden und auf Karböden verbreitet ist. An den Hängen wird die Stagnogleybildung durch dichte Geschiebelehm- oder Basisfolgeschichten im Untergrund unterstützt. In den Zentren größerer Stagnogleyflächen ist es durch Anhäufung von Auflagehumus unter den perhumiden Klimabedingungen des Hochschwarzwaldes zu Torfbildungen und zur Ausbildung von Torfstagnogleyen und Waldmooren an den Hängen sowie Hochmooren auf Verebnungen gekommen. Oberhalb solcher Stagnogleye findet man häufig Hanggleye, für die eine Umlagerung von Eisen- und Manganoxiden typisch ist, während die eigentliche Naßbleichung dort noch nicht eingesetzt hat. Hangabwärts werden Stagnogleye und Moore häufig von Ockererden geringer Ausdehnung abgelöst. Typische Gleye sind beschränkt auf Bachabschnitte, in denen das Grundwasser tiefer steht, wie z. B. unterhalb alter Rückzugshalte der Gletscher. Allochthone Vegen und kalkfreie Paternien konnten sich nur in geringem Umfang in den Auen größerer Bäche entwickeln. Eine Besonderheit im Bodenmosaik dieser Region stellen die Verlandungsmoore ehemaliger Seen der Grund- und Endmoränenlandschaft dar. Hierzu zählen das Hinterzartener Moor, das Michelsmoos (Eschengrundmoos) und das Rotmeer. Ihren mit Spirken bestandenen Hochmoorkern umgibt jeweils ein schmaler, überwiegend mit Fichten bestockter Waldmoorgürtel. In den anschließenden, meist flachen und breiten Tälern sind Niedermoore mit einer Torfschicht von 0,5 - 1,5 m Mächtigkeit weit verbreitet. Die meisten Niedermoore werden heute als Grünland genutzt. Neben den Niedermooren nehmen in den gleichen Talabschnitten auch Torfgleye und Nassgleye größere Areale ein.

7 Deckgebirgsschwarzwald und Baar

Östlich von Neustadt ist das Schwarzwaldkristallin von mesozoischen Schichten überlagert. Durch die Heraushebung des Kristallins wurden die Sedimentschichten - nach Osten einfallend - schräggestellt. Durch Erosionsvorgänge bildete sich im Laufe der Zeit eine Schichtentreppe, die als schwäbisch-fränkische Schichtstufenlandschaft bekannt ist. Die westlichste dieser Schichtstufen, der Buntsandstein, wird noch zum Schwarzwald gerechnet, während die Schichtstufen des Muschelkalkes und des Keuper bereits als Teil der Gäulandschaften gelten, als deren südlichstes Teilgebiet die Baar einzuordnen ist.

7.1 Buntsandsteinschwarzwald

Der westliche Teil der Buntsandsteinschichtstufe ist aus konglomeratischen, quarzreichen, teilweise tonigen Schichten des mittleren Buntsandsteins aufgebaut.

Aus diesem Material entwickelten sich in der Regel Böden der Podsolreihe, vom Braunerde-Podsol bis zum Podsol. Die Verbreitung ausgeprägter Humuseisenpodsole ist vor allem auf Hanglagen begrenzt, wo extrem arme quarzitisches Sandsteine des Hauptkonglomerats bodenbildend anstehen. Aus dem Schutt der etwas quarzärmeren höheren und tieferen Schichtglieder entwickelten sich schwächer podsoliierte Böden, deren Standortseigenschaften jedoch ebenfalls infolge geringer Nährstoffvorräte und Rohhumusbildung als sehr ungünstig einzustufen sind.

Auf den Hochflächen bilden, nach Osten zunehmend, lehmigere Schichten des oberen Buntsandsteins das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Verbreitet sind hier nährstoffärmere Braunerden mit rohumusartiger organischer Auflage. In den Senken werden diese Typen von Stagnogleyen, Torfgleyen, Ockererden und Waldmooren abgelöst (KWASNITSCHKA 1954, SCHWEIKLE 1971). Die gesamte Region wird überwiegend forstlich genutzt, wobei insbesondere die Stagnogleyflächen als Windwurfstandorte Schwierigkeiten bereiten (STEEGMAYER 1957).

7.2 Baar

Die Region der Baar liegt noch im kühl-humiden bis subhumiden Klimabereich. Aus den mergeligen und kalkigen Schichten des Muschelkalks entwickelten sich Böden der Ton- und Kalkreihe.

Auf den lehmigen und tonigen Substraten des unteren und mittleren Muschelkalks sind Pseudogley-Pelosole mit der Horizontfolge $A_h-B_{aw}-S_d$ verbreitet, die als Wiesenstandorte geeignet sind. Zur Ackernutzung müssen sie drainiert werden, da sonst im Frühjahr die nassen Oberböden nicht geflügt werden können. In steileren Lagen bildeten sich typische Pelosole mit einem A_h-P-C -Profil oder Mergelpelosole bzw. Mergelrendzinen.

Im oberen Muschelkalk herrschen Rendzinen (A_h-C_{vc}) vor. Wo alte Verwitterungslehme oder geringe Lößauflagen den Muschelkalk bedecken, bildeten sich auf den Hochflächen Übergangsformen zwischen Parabraunerde und Terra Fusca ($A_h-B_v-C_{vc}-II C$).

Nordöstlich von Löffingen erreicht das Kreisgebiet noch die Schichtstufe des unteren und mittleren Keuper, in der Schichten aus Sandstein, Mergel, Tonstein, Gips und Dolomit in rascher Folge wechseln. Entsprechend vielfältig ist das Mosaik der Bodentypen auf engem Raum. Auf den Verebnungen des unteren Keupers (Lettenkeuper), auf denen Lößlehmschleier weit verbreitet sind, bildeten sich Braunerden (A_h-B_v-C) und Parabraunerden ($A_h-A_1-B_t-C$), die unter Ackernutzung stehen. Im mittleren Keuper sind Böden der Pelosol-Reihe verbreitet, vor allem typische Pelosole, Braunerde-Pelosole, Pseudogley-Pelosole und Mergelpelosole. Durch Auslaugung von Gips und Kalk im Untergrund entstanden Dolinen (Erdfälle), in denen sich humoses Oberbodenmaterial und meistens auch Wasser sammelt, so daß es zu Anmoor-Bildungen kommt.

Die Bachauen dieses Gebietes sind erfüllt von tonigen Sedimenten, aus denen sich allochthone Vegen und tonige Gleye entwickelten. Die sehr tonigen "Pelogleye" sind gekennzeichnet durch das Zusammenwirken von ganzjährigem Grundwassereinfluß mit den ungünstigen Gefügeeigenschaften der Pelosol-Pseudogleye (Wechsel von Quellung, Schrumpfung, Übersättigung, Austrocknung).

Die Umlenkung der Feldbergdonau in die Wutach verursachte einen besonders tiefen Einschnitt in die Landschaft, die Wutachschlucht. An den steilen Hängen der Erosionsschlucht entwickelten sich auf sämtlichen durchschnittenen Gesteinskomplexen, vom Granit über Buntsandstein bis zum Muschelkalk nur Rohböden bzw. Böden mit A-C-Profil. Auf den anstehenden Gesteinen findet man deshalb in enger Nachbarschaft Ranker, Pararendzinen, Mergelrendzinen und Rendzinen. In der schmalen Aue haben sich Paternien und talab Kalkpaternien und Ramblen ausgebildet.

8 Literatur

- AMELUNG, G., 1954: Beiträge zur Kenntnis forstlich genutzter Böden des Hochschwarzwaldes. Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 101 S.
- BLUM, W. E., 1968: Sedimentogene und pedogene Entwicklungsmerkmale von Böden auf Karbonatgestein - am Beispiel des südlichen Oberrheingraben. Freiburger Bodenkdl. Abh., 1, 184 S.
- DUFFNER, W., 1959: Bodenuntersuchungen in der von der Grundwasserabsenkung betroffenen Rheinniederung zwischen Neuenburg und Breisach. Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 50 S.
- FRESLE, F., 1969: Zur Genese der Löss-Inseln auf den würmzeitlichen Schwemmfächern von Dreisam und Elz (nördliche Freiburger Bucht). Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 135 S.
- GANSSEN, R., 1953: Beiträge zur Problematik deutscher Mittelgebirgsböden, insbesondere der Braunerde. Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 63, 45-60.
- GANSSEN, R., 1957: Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingraben und angrenzender Gebiete. III. Mitt.: Die Böden der östlichen Randgebiete des Oberrheingraben, insbesondere des Schwarzwaldes. Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 79, 107-119.
- GANSSEN, R., H. HARTH, W. MOLL und K. E. REHFUESS, 1957: Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingraben und angrenzender Gebiete. I. Mitt.: Die Böden des Kaiserstuhls. Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 76, 38-47.
- GARCIA-GONZALES, M. und W. WIMMENAUER, 1975: Mineralogische und geochemische Untersuchungen an tektonischen Störungszonen des Schwarzwaldes. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 65, 97-118.
- GHANEM, A., 1976: Altersstellung und anthropogene Beeinflussung von Parabraunerden in der Emmendinger Vorbergzone. Freiburger Bodenkdl.

Abh., 5, 133 S.

- GOLTZ, H. v. d., G. MÜLLER, W. RAISCH und J. WIPF, 1976: Die Bodengesellschaften im oberen Haslachtal bei Neuglashütten (Hochschwarzwald). Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 249 S.
- HAASE, E., 1963: Der Verlauf der eiszeitlichen Vergletscherung im Talbereich der Haslach (nordöstlicher Südschwarzwald). Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 178 S.
- HÄDRICH, Fr., 1966: Die Böden der Emmendinger Vorbergzone (südliches Oberrheingebiet). Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 56, 23-76.
- HÄDRICH, Fr., 1970: Zur Anwendbarkeit einiger bodenkundlicher Untersuchungsmethoden in der paläopedologischen und quartärgeologischen Forschung unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchung von Proben aus Lößaufschlüssen. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 60, 103-137.
- HÄDRICH, Fr., 1975: Zur Methodik der Lößdifferenzierung auf der Grundlage der Carbonatverteilung. Eiszeitalter u. Gegenw., 26, 95-117.
- HÄDRICH, Fr., 1979: Der Wasserhaushalt einer Zweischicht-Pararendzina unter Kiefernjungbeständen im Trockengebiet am südlichen Oberrhein. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 29 (in Vorber.).
- HÄDRICH, Fr., W. MOLL, K. STAHR, 1979: Bodenentwicklung und Bodentypen im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (mit Bodenkarte). In: Kreisbuch für den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (im Druck).
- HARTH, H., 1956: Beiträge zur Kenntnis der Steppen- und steppenähnlichen Böden des Oberrheintals. Diss. Univ. Freiburg i. Br., 72 S.
- HÜGIN, G., 1962: Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. In: Beiträge zur Landespflege, Bd. I: Festschrift für Prof. Wiepking, S. 186-250, Ulmer, Stuttgart.
- HÜTTNER, R. und W. WIMMENAUER, 1967: Erläuterungen zur geologischen Karte von Baden-Württemberg 1 : 25.000, Blatt 8013, Freiburg i. Br., 158 S.
- KEILEN, K., 1978: Spurenelementverteilung und Bodenentwicklung im Bärhaldegranitgebiet (Südschwarzwald). Freiburger Bodenkdl. Abh., 8, 278 S.
- KHODARY-EISSA, O., 1968: Feinstratigraphische und pedologische Untersuchungen an Lößaufschlüssen im Kaiserstuhl (Südbaden). Freiburger Bodenkdl. Abh., 2, 149 S.
- KWASNITSCHKA, K., 1954: Standortsuntersuchungen im südlichen Ostschwarzwald (Fürstlich Fürstenbergisches Forstamt Friedenweiler). Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 203 S.

- MATHE, P., 1962: Beiträge zur Gesellschafts- und Wirkungsordnung der Bodenformen im hochmontanen Hochschwarzwald. Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 211 S.
- MAUS, H. und K. STAHR, 1977: Auftreten und Verbreitung von Lößlehmbeimengungen in periglazialen Schuttdecken des Schwarzwaldwestabfalls. Catena, 3, 369-386.
- MEINIG, R., 1966: Die würmeiszeitliche Vergletscherung im Gebiet Breitenau-Hinterzarten-Neustadt/Schwarzwald. Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 166 S.
- MOLL, W., 1959: Die Bodentypen im Kreis Freiburg i. Br.. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 49, 5-58.
- MOLL, W., 1964: Übersichtskarte der Bodentypen im südlichen Oberrheingebiet mit Erläuterungen. I. Abschnitt: Basel-Staufen. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 54, 135-156.
- MOLL, W., 1970: Beiträge zur Genese und systematischen Stellung rubefizierter Parabraunerden aus alpinen Schottern und Geschieben. Freiburger Bodenkdl. Abh., 3, 180 S.
- MÜLLER, S. et al., 1967: Südwestdeutsche Waldböden im Farbbild. Schriftenreihe d. Landesforstverw. Baden-Württ., 23.
- PFANNENSTIEL, M., 1958: Die Vergletscherung des südlichen Schwarzwaldes während der Rißeiszeit. Ber. Naturf. Ges., Freiburg i. Br., 48, 231-272.
- REHFUESS, K. E., 1958: Beiträge zur Kenntnis der Bodenentwicklung auf Tephrit im Kaiserstuhl. Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 149 S.
- SCHÄFER, G., 1977: Nährelementhaushalt von Kiefernjungbeständen in der südlichen Oberrheinebene. Freiburger Bodenkdl. Abh., 7, 153 S.
- SCHMIDT, J. und R. SCHULER, 1978: Die Bodengesellschaften des Hochschwarzwaldes (Gneishochfläche zwischen Turner und Joostal bei Breitenau). Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br., 130 S.
- SCHWEIKLE, V., 1971: Die Stellung der Stagnogleye in der Bodengesellschaft der Schwarzwaldhochfläche. Diss. Univ. Stuttgart-Hohenheim, 103 S.
- STAHR, K., 1979: Die Bedeutung periglazialer Schuttdecken für Bodenentwicklung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald. Habilitationsschrift Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg i. Br. 271 S.
- STEEGMAYER, E., 1957: Beiträge zur Kenntnis der Braunerden unter natürlicher Waldvegetation im südlichen Hochschwarzwald. Dipl. Arb. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 85 S.

- THEES, O. und E. SEGATZ, 1979 Die Bodengesellschaften im Bereich der Bärhalde (Hochschwarzwald). Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br.
- VOGEL, O., 1969: Bestockungsumbau im Trockengebiet Oberrhein. Schriftenreihe d. Landesforstverw. Baden-Württ., 26, 143 S.
- ZÖTTL, H.W., K. STAHR und K. KEILEN, 1977: Bodenentwicklung und Standortseigenschaften im Gebiet des Bärhaldegranits (südlicher Hochschwarzwald). Allg. Forst- u. Jagdz. 148, 185-197.

Forstwirtschaft

von
P. Gürth⁺)

1 Bewaldungsverhältnisse

Das Gebiet ist durch eine ungewöhnliche Mannigfaltigkeit der Waldverhältnisse gekennzeichnet, die vor allem klimatisch bedingt ist. Auf etwa 50 km Luftlinie von Breisach zum Feldberg steigt man 1300 Höhenmeter empor. Die Jahresniederschläge nehmen dabei von unter 600 mm auf fast 2000 mm zu und die Jahresmitteltemperatur nimmt von mehr als 10^o C auf 3^o C ab. Das sind Extreme, wie sie in der Nord-Südrichtung zwischen Lappland und der ungarischen Steppe auftreten.

Die Waldfläche des besprochenen Raumes beträgt rd. 69 000 ha. Das entspricht bei einer Gesamtfläche des Gebietes von 152 500 ha einem Waldanteil von 41 % (Bundesrepublik = 29%). Bei 363 700 Einwohnern entfallen statistisch 0,19 ha Wald auf jeden Einwohner (Bundesrepublik = 0,12 ha).

Zwischen den einzelnen Naturräumen finden wir jedoch große Unterschiede in der Bewaldung (Tab. 1).

Tab. 1: Waldflächenverteilung (Stand 1.1.75)

Rheinaue	Rheinebene	Vorbergzone mit Kaiserstuhl	Schwarzwald (Baar)	zusammen
2.640	5.050	3.512	58.037	69.239 ha
4	7	5	84	100 %

Die Rheinaue ist bis auf einen Streifen bei Breisach überwiegend bewaldet.

⁺) Bad.-Württ. Forstamt Wolfach,
Bahnhofstr.16, D-7620 Wolfach

In den ehemaligen Flußauen der Rheinebene fällt der durch die besonderen hydrographischen Verhältnisse bedingte rd. 3 000 ha große, geschlossene Komplex des Mooswaldes auf. Im Kaiserstuhl mußte der Wald vor Landwirtschaft und Weinbau in die steilsten Gipfellagen zurückweichen. Auch in der fruchtbaren Vorbergzone beschränkt sich die Bewaldung auf die landwirtschaftlich schlechter nutzbaren Steillagen.

Der Hauptanteil des Waldes liegt im Schwarzwald. Jedoch finden sich auch hier gebietsweise Unterschiede. Auf der Hochebene von St. Peter - St. Märgen zeichnet die Wald-Feldverteilung stellenweise die morphologischen und bodenmäßigen Gegebenheiten nach, während die steilen Taleinhänge des Dreisamtalles von Natur aus und die engere Umgebung des Feldberges natürlich und durch spätere Wiederaufforstung ehemaliger Rodungsflächen überwiegend dicht bewaldet sind.

In den vergangenen 30 Jahren hat die Waldfläche um fast 2 000 ha zugenommen. Bei näherer Untersuchung muß man jedoch feststellen, daß der Wald in der Rheinebene und der Vorbergzone, also dort, wo er einerseits schon bisher einen geringen Anteil besaß, andererseits aber besonders wichtige Schutz- und Erholungsfunktionen für die dichtbesiedelte Kulturlandschaft ausübt, weiter abgenommen hat. Insgesamt mußten rd. 1 100 ha Wald für Wohnungsbau, Industrieansiedlung, Verkehrsbauten, Kiesgewinnung usw. geopfert werden. Gegenüber stehen Erstaufforstungen von rd. 3 100 ha, die vorwiegend auf landwirtschaftlichen Grenzertragsböden des Schwarzwaldes erfolgt sind.

2 Waldeigentumsverhältnisse

Von der Waldfläche gehören 22 % dem Staat, 45 % den Gemeinden und sonstigen Körperschaften und 33 % den Privaten. Vom Privatwald sind wiederum 1/3 Großprivatwald der ehemaligen Standesherrn und 2/3 Kleinprivatwald, überwiegend Bauernwald. Die Bauernwaldungen des Hochschwarzwaldes gehören überwiegend zu sog. geschlossenen Hofgütern. Der Besitz geht bei diesen jeweils ungeteilt auf einen einzigen Hoferben über, wenn der alte Bauer sich zur Ruhe setzt.

In diesem Gebiet ist der Waldanteil der einzelnen Höfe hoch und die Zahl der Flurstücke gering; der Wald bedeutet eine wichtige Einnahmequelle für die

Bauern. Dagegen ist der Kleinprivatwald in den übrigen Naturräumen durch Erbteilung stark zersplittert. Der Waldanteil je Eigentümer ist oft zu gering, um wirtschaftliche Bedeutung für diesen zu besitzen.

Organisatorisch gehört das Gebiet zu 9 staatlichen Forstämtern, welche als sog. Einheitsforstämter sowohl für die Bewirtschaftung des Staats- und Gemeindegewaldes als auch für die Beratung des Kleinprivatwaldes zuständig sind. Die Stadt Freiburg i.Br. besitzt ein eigenes städtisches Forstamt, welches den über 5 000 ha großen Stadtwald bewirtschaftet.

3 Waldbauliche Verhältnisse

3.1 Natürliche Waldgesellschaften

Nach SCHLENKER (1977) gehört das Exkursionsgebiet folgenden Regionalen Einheiten an:

<u>Wuchsgebiet</u>	<u>Einzelwuchsbezirke</u>	<u>Regionalgesellschaft</u>
Oberrheinisches Tiefland	Rheinebene von Altenheim bis Breisach	Planarer Stieleichenmischwald und Stromauenwald
	Rheinebene von Breisach bis Basel	" "
	Freiburger Bucht	Planarer Stieleichenmischwald und Flußauenwald
	Kaiserstuhl	Kolliner Laubmischwald (meist buchenreich)
	Markgräflerland	" "
Schwarzwald	Mittlerer Schwarzwald zwischen Kinzig und Dreisam	Montaner Buchen-Tannenwald (mit einzelnen Fichtenvorkommen)
	Südschwarzwald	" "
	Teilbezirk Feldberg	Hochmontaner Tannen-Fichten-Buchenwald
Baar-Wutach	Baar-Schwarzwald	Boreal-montaner Tannen-Buchen-Fichten-Kiefernwald bzw. subborealer Tannen-Buchen-Fichtenwald
	Obere Wutach-Bonndorfer Platte	" "

3.2 Waldgeschichte bis zum Beginn einer geregelten Waldnutzung

Bis es zu dieser Ausbildung der natürlichen Waldgesellschaften, wie wir sie vor Beginn einer geregelten Waldnutzung ab dem 15. Jahrhundert angetroffen hätten, kam, erlebten die Waldungen eine wechselvolle Geschichte.

Nach BRANDL (1970) kann man folgende waldgeschichtliche Zeiten unterscheiden:

Kiefern-Birkenzeit 10 000 - 9000 v. Chr. Allerödzeit

Birken-Bergkiefernzeit 9 000 - 8000 v. Chr. Jüngere subarktische Zeit

Kiefern-Zeit 8 000 - 6800 v. Chr. Präboreal

(im Hochschwarzwald noch Birke)

Haselzeit 6 800 - 5500 v. Chr. Boreal

(mit Bi, Kie, Aspe, später auch mit Ei, Ul, sLb)

Eichenmischwaldzeit 5 500 - 2500 v. Chr. Atlantikum

(Ei mit Li, Ul, Es, BAh, gegen Ende der Zeit erscheinen im Schwarzwald Bu und Ta)

Tannenzeit 2 500 - 800 v. Chr. Subboreal

(im Schwarzwald in den tieferen Lagen Ei-Mischwald mit Bu, in der Rheinebene Ei-Mischwald. In den höchsten Lagen Einwanderung der Fi)

Buchen-Tannenzeit 800 v. Chr. - 1000 n. Chr. Subatlantikum

(im Schwarzwald, in der Rheinebene weiter Ei-Mischwald und Ausbreitung der Er wegen des feuchten Klimas. Weiteres Vordringen der Fichte in den Hochlagen des Gebirges)

Bis zum Hochmittelalter hatten sich auf Grund der natürlichen Faktoren also zwei sehr unterschiedliche Waldgesellschaften, der Bergwald im Schwarzwald und der Auewald im Oberrheintal, entwickelt, die das Bild der Landschaft prägten.

Die steilen Lagen im Bergwald und die versumpften Auewaldungen (Mooswald) waren beide gleichermaßen siedlungsfeindlich, so daß die Rodung sich zunächst auf ein schmales Zwischengebiet, die Vorbergzone, beschränkte.

3.3 Die Waldentwicklung unter dem Einfluß der Forstwirtschaft

Im Rheinufer- und im Flußauewald kam es erst im 20. Jahrhundert zu wesentlichen Veränderungen der natürlichen Waldgesellschaften durch den Menschen. Das Gebiet südlich Breisach entwickelte sich infolge der Grundwasserabsenkung, die durch die TULLA'sche Rheinkorrektion im 19. Jahrhundert begann und durch den Bau des Rheinseitenkanals nach 1918 wesentlich verschlimmert wurde, zu einem ausgeprägten Trockengebiet. Die ursprünglichen Auewäldungen wurden zerstört, die im Auewald heimischen Baumarten fanden keine Existenzmöglichkeit mehr. Als einzige Möglichkeit weiterer forstlicher Nutzung blieb die Umwandlung in Kiefernwäldungen übrig. Zweifellos wurde dadurch der Landschaftscharakter einschneidend verändert. Auch sind die gleichförmigen Kiefernwäldungen durch Feuer und Insekten gefährdet.

Nördlich und etwas südlich von Breisach konnte durch neuartige Verfahren zum Ausbau des Rheines (Schlingenlösung, Kulturwehre) der ursprüngliche Rheinauewald erhalten werden. Das Waldbild wurde von den Forstleuten in maßvoller Weise durch den Anbau hochleistungsfähiger Pappelsorten an Stelle der alten Schwarzpappeln, Silberpappeln und Weiden sowie durch verstärkten Anbau des Ahorns (Bergahorn auf frischen, Spitzahorn auf trockenen Standorten) und der Esche verändert.

Problematisch sind die zahlreichen Kiesabbaustellen. In den Flußauewäldern der Freiburger Bucht traten im Gefolge der Flußkorrekturen und der Grundwasserentnahme im Ballungsraum Freiburg ebenfalls Veränderungen des Grundwasserspiegels ein. Bei dem durch die stark unterschiedliche Höhe des ursprünglichen Grundwasserhorizontes oft auf kürzeste Entfernung festzustellenden Wechsel zwischen versumpften Standorten und trockenen Kiesstandorten wirkte sich die Grundwasserabsenkung unterschiedlich aus.

Die Fläche der versumpften Standorte ist geringer geworden. Sie sind meist mit erlenreichen Auewäldern bestockt. Versuche des Fichtenanbaus scheiterten am Blattwespenbefall. Für den Pappelanbau scheint man erst heute passende Sorten gefunden zu haben. Nach wie vor finden sich auf größerer Fläche hervorragende frische Auewaldstandorte, die in erster Linie mit Eiche, Esche, Bergahorn und Hainbuche sowie mit selteneren Laubbäumen bestockt sind.

Auf diesen guten Standorten wachsen, wie draußen am Rhein, auch hervorragende Wirtschaftspappeln.

Zugenommen hat dagegen die Fläche der trockenen, kiesigen Standorte. Von Natur aus mit hainbuchenreichen geringwüchsigen Eichenwäldern bestockt, wurden auf ihnen von den Forstleuten mit gutem Erfolg die amerikanische Rot-eiche, die Akazie und Spitzahorn mit Kirsche und Sommerlinde angebaut. Gutes Wachstum zeigt auf diesen Standorten von den Nadelbäumen die nordamerikanische Douglasie. Aus Sicherheitsgründen (Gefahr von Sturmschäden, von Befall durch Schütte und Wollaus) und zur Erhaltung des Landschaftsbildes muß mit der Umwandlung in Douglasie jedoch Maß gehalten werden.

Im Kaiserstuhl wurde der Wald bis in die jüngste Zeit durch Landwirtschaft und Weinbau immer wieder zurückgedrängt und der verbliebene Wald, vielfach stark parzellierter Bauernwald, oft unzureichend gepflegt. Auch hier sind durch die Forstleute, vor allem seit 1945, ertragreiche Edellaubbaumbestände auf den besseren und Douglasienbestände auf den geringeren Standorten angelegt worden. Die Erhaltung der eigenartigen Flora und des Landschaftsbildes muß dabei besonders sorgfältig im Auge behalten werden, insbesondere das Vorkommen südlicher Eichenarten, wie der Flaumeiche, auf den heißen felsigen Standorten des SW-Kaiserstuhles.

Im Kaiserstuhl liegt auch ein größeres Versuchsgelände der Landesforstverwaltung mit Samenplantagen und Exotenanbauten. Als Kuriosum sei die Einbringung der Weißtanne im nordöstlichen Kaiserstuhl im 18. Jahrhundert erwähnt, welche sich auf die evangelischen Gemeinden der ehemaligen Herrschaft Baden-Hachberg beschränkte.

Auch in der Vorbergzone finden wir auf engem Raum standörtliche Extreme: Trockene, flachgründige und felsige Steilhänge mit Krüppelwuchs einerseits und tiefgründigere, frische Lehmböden mit besonders wertvollen, zuwachsstarken Laubbaumbeständen andererseits.

Besonders zu erwähnen sind die Furniereichenbestände des Margräflerlandes, die Buchenwertholzbestände des Schönbergs und wiederum die Edellaubbäume (Ahorn, Esche und viele andere). Die Tanne ist im Laufe der letzten Jahrhunderte zunehmend vom Schwarzwald herabgestiegen und unterwandert die Laubwälder. Sie ist jedoch in diesem Gebiet nicht standortsgemäß und mancher-

lei Gefährdungen ausgesetzt, ebenso wie die Fichte. Hervorragende Erfolge wurden dagegen mit dem Anbau der Douglasie auf trockenen, im Oberboden kalkfreien Standorten erzielt. Auch die Europäische Lärche hat im Waldbau der Vorbergzone einen festen Platz.

Der Schwarzwald ist in erster Linie das Gebiet der Tannen-Fichten-Buchengewaldungen. Noch ausgeprägter als in die Vorbergzone ist die Tanne in den früheren reinen Laubwaldgürtel der unteren Schwarzwaldlagen eingewandert. Reine Laubwaldungen sind nur noch kleinflächig erhalten. Die Wuchsleistung in den unteren und mittleren Schwarzwaldlagen hängt bei ähnlichem Grundgestein von Exposition und Neigung ab. Auf den flachgründigen und trockenen Hängen, Rücken und Köpfen der West- und Südlagen wurde an Stelle geringwüchsiger Tannen-Laubbaumbestände vielfach die Douglasie eingebracht. Sie erzielt unter diesen Verhältnissen noch eine gleich hohe Leistung wie die einheimische Tanne auf den besten Standorten. Der Stadtwald Freiburg i. Br. weist im Bergwald bereits einen Douglasienanteil von 18 % auf und wird damit von keinem anderen Kommunalwald Westeuropas übertroffen.

Je höher wir ins Gebirge hinaufkommen, desto häufiger ist dem Tannen-Buchewald bereits seit der Zeit vor dem Beginn der forstlichen Bewirtschaftung die Fichte beigemischt und desto öfter wird der Mischwald von reinen Fichtenbeständen aus Aufforstung unterbrochen. Ab 900 m Höhe tritt die Tanne am Westabhang des Feldberges merklich zurück und von 1200 m an bildet die Fichte mit wenigen Buchen, Ahorn und Vogelbeeren die Bestockung. Bereits im Gebiet von Hinterzarten und erst recht östlich des Feldberges überwiegt die Fichte durchaus vor Tanne und Buche. Hierfür ist eine Reihe von Ursachen verantwortlich, nämlich die mehr kontinentale Tönung des Klimas, die umfangreichen Aufforstungen früher landwirtschaftlich genutzter Flächen und das Auftreten basenärmerer Grundgesteine.

Zweifellos ist die Buche auch durch die Holznutzung für die zahlreichen Glashütten im 18. Jahrhundert weiter zurückgedrängt worden, da sie für die Holzkohlegewinnung besser als die Nadelbäume geeignet ist.

Die Baumgrenze auf dem Feldberg ist seit langer Zeit anthropogen herabgedrückt. Nach Funden in ehemaligen Kohlenmeilern und nach alten Urkunden war der ganze Feldberg ursprünglich von einem lichten Mischwald, in dem die

Fichte vorherrschte, bedeckt. Wie der Name Feldberg sagt, wurde er jedoch offenbar bereits in der alemannischen Landnahme zur Viehweide gerodet. Die vereinzelt Fichten, welche heute direkt unterhalb der Kuppe des Berges den Eindruck einer natürlichen Baumgrenze erwecken, sind nichts anderes als Anflug auf einem Weidberg, den die Natur, mühsam gegen die extremen Klimabedingungen ankämpfend, dem Wald zurückzuerobern versucht (MÜLLER 1948).

3.4 Heutiger Waldzustand

Die sehr verschiedene Baumartenverteilung in den Naturräumen geht aus Tab. 2 hervor. Im Auewald dominieren die "Sonstigen Laubbäume", gefolgt von Eiche und Kiefer. Die Vorbergzone ist die Domäne der Buche, gefolgt von Eiche, sonstigen Laubbäumen und der Tanne. Im Schwarzwald (Baar) kommen auf 81 % Nadelbäume nur 19 % Laubbäume. Unter den Nadelbäumen überwiegt eindeutig die Fichte mit 59 % der Gesamtwaldfläche, gefolgt von der Tanne mit 18 % und der Buche mit 15 %.

Tab. 2 Baumartenverteilung

	Gesamt- gebiet	Rhein- u. Flußau- wald	Vorberg- zone	Schwarzwald (Baar)
Fichte - Douglasie	51 %	2 %	5 %	59 %
Tanne	15 %	-	8 %	18 %
Kiefer - Lärche	6 %	14 %	4 %	4 %
Nadelbäume insgesamt	72 %	16 %	17 %	81 %
Buche	15 %	-	38 %	15 %
Eiche	4 %	23 %	25 %	1 %
sonstige Laubbäume	9 %	61 %	20 %	3 %
Laubbäume insgesamt	28 %	84 %	83 %	19 %

Als Betriebsart ist für die Waldungen der Vorbergzone und des Schwarzwaldes von jeher Hochwald gebräuchlich.

Auf die Betriebsform des Plenterwaldes entfallen schätzungsweise nur 3 - 4 % der Gesamtwaldfläche. Beim Plenterwald finden sich ständig Bäume aller Altersstufen in inniger Mischung auf der ganzen Fläche. Diese Betriebsform

eignet sich besonders für den bäuerlichen Waldbesitz. Allerdings kann sie nur bei ausreichenden Niederschlägen und nur in Wäldern aus Tanne (mit Fichte und Buche) betrieben werden.

Die Auewaldungen wurden früher überwiegend als Nieder- und Mittelwald, das heißt mittels Nachzucht aus Stockausschlag allein oder kombiniert mit Nachzucht aus Samen (wie im Hochwald) bewirtschaftet. Nach dem ersten Weltkrieg wurden diese Betriebsarten wegen der veränderten wirtschaftlichen Verhältnisse fast überall verlassen. Die Überführung der Auewaldungen in Hochwald ist heute weitgehend abgeschlossen.

Die Vorrats- und Zuwachsverhältnisse in den einzelnen Naturräumen sind - entsprechend der Baumartenverteilung - sehr unterschiedlich.

Nach HUBER (1976) beträgt der durchschnittliche Holzvorrat (Vfm) der Auewaldungen im Bereich der Forstdirektion Freiburg 128 Vfm/ha, ihr durchschnittlicher Zuwachs 5,2 Vfm/ha/Jahr.

Dagegen dürfte der Durchschnittsvorrat im Schwarzwald und der Vorbergzone nach der Forsteinrichtungsstatistik 1961 - 1970 für den Öffentlichen Wald etwa bei 300 Vfm/ha liegen und der durchschnittliche Zuwachs in diesen beiden Naturräumen etwa bei 7,5 Vfm/ha/Jahr. Genauere Zahlenangaben sind mit Rücksicht auf den beträchtlichen Anteil des Privatwaldes nicht möglich, in dem die letzte Erhebung bereits fast 30 Jahre zurückliegt.

In den öffentlichen Waldungen konnten Vorrat und Zuwachs seit der ersten Erhebung um 1840 jeweils um etwa $\frac{1}{3}$ gesteigert werden (LAUTERWASSER 1976).

Die Holznutzung betrug im Forstwirtschaftsjahr 1976 insgesamt rd. 320 000 Erntefestmeter (Efm), das entspricht etwa 4,5 Efm/ha. Hierbei bestehen jedoch wiederum entsprechende Schwankungen zwischen den Wuchsgebieten. So lag der Einschlag 1976 im Forstbezirk Breisach (Auewald und Kaiserstuhl) bei 2,2 Efm/ha und im Forstbezirk St. Märgen (Hochschwarzwald) bei 5,7 Efm/ha.

4 Aufgabenstellung für die Forstwirtschaft

In der Oberrheinebene und in der Vorbergzone dienen die Wälder vor allem dem Schutz des Grundwassers und dem Schutz gegen Frostschäden sowie Immissionen. Im Schwarzwald spielt die Speicher- und Filterwirkung des Waldes für die Wasserversorgung ebenfalls eine wichtige Rolle. Vor allem schützt der Wald dort die Landschaft gegen Erosion in den Steillagen des Gebirges.

Von hervorragender Bedeutung ist der Wald im behandelten Gebiet für die Erholung der Menschen - sowohl für die Bewohner des Ballungsraumes von Freiburg als auch für die Hunderttausende von Urlaubern, welche alljährlich die weltberühmte Erholungslandschaft des Hochschwarzwaldes aufsuchen. So wird das forstliche Handeln in diesem Raum in besonderem Maße von den Rücksichten auf die Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes bestimmt.

Nach § 12 des Bad.-Württ. Landeswaldgesetzes von 1976 ist jeder Waldbesitzer verpflichtet, den Wald im Rahmen seiner Zweckbestimmung nach anerkannten forstlichen Grundsätzen nachhaltig, pfleglich, planmäßig und sachkundig zu bewirtschaften sowie die Belange der Umweltvorsorge zu berücksichtigen. Innerhalb dieses allgemeinen Auftrages ergeben sich folgende Schwerpunkte für die Forstwirtschaft des Raumes um Freiburg:

- a) Erhaltung des Waldes, insbesondere der Schutz- und Erholungswaldungen, vor allem in Oberrheintal und Vorbergzone,
- b) Rekultivierung von Landschaftsschäden (Kiesentnahme usw.) im Oberrheintal,
- c) Begrenzung und landschaftsgerechte Gestaltung der Neuaufforstungen, vor allem im Schwarzwald.

Hinsichtlich der Betriebsziele und Baumartenwahl steht in der Rheinaue, der Rheinebene und in der Vorbergzone die Produktion starker, wertvoller Laubhölzer (Eiche, Buche, Edellaubbäume, Pappel) im Vordergrund. Hierfür geeignete Standorte sind in der Bundesrepublik nicht häufig.

Im Schwarzwald soll auf allen hierfür geeigneten Standorten der ungleichalterige, stufige Mischwald aus Tanne, Fichte und Buche Betriebsziel sein. In den höheren Lagen tritt an seine Stelle Fichte mit Buche und Bergahorn. Hier ist auch der reine Fichtenbestand vielfach durchaus als ökologisch stabil zu be-

trachten. In den untersten Lagen des Gebirges sind auf entsprechenden Standorten auch reine Buchen- oder Eichenbestände anzustreben.

Unbefriedigende Bestockungen auf den trockenen, flachgründigen Süd- und Westhängen des Gebirges und der Vorberge werden im Rahmen des landschaftlich Möglichen weiterhin in Douglasien-(Laubbaum-)bestände umgewandelt.

Auch im Bergwald soll mittels langer Umtriebszeiten und entsprechender Pflegemaßnahmen möglichst starkes und wertvolles Stammholz erzeugt werden. Instabile reine Fichtenbestände sind in der Folgegeneration in stabile Mischbestände umzuwandeln. Die Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes kann im Einzelfall Abweichungen bedingen (Bannwälder, Dauerbestockung auf Schutzwaldstandorten).

Die Bestandesbegründung erfolgt, wo irgend möglich, auf dem Wege der Naturverjüngung. Die insbesondere zum Bestockungsumbau erforderlichen Kahlschläge sind mit Rücksicht auf etwaige Erosionsschäden flächenmäßig zu beschränken und dem Landschaftsbild anzupassen.

Der Erhaltung und Einbringung von Tanne, Buche und den übrigen Laubbäumen gilt besondere Aufmerksamkeit. Hierzu ist ein zahlenmäßig angepaßter Wildstand die wichtigste Voraussetzung.

Die Bestandespflege (Jungbestandspflege und Durchforstung) ist zur Produktion wertvollen starken Stammholzes, zur Erhaltung der Baumartenmischung und zur Sicherung gegen Sturm und Schnee so intensiv wie möglich zu betreiben. Das größte Problem ist dabei der Schwachholzabsatz zu ausreichenden Preisen. In geeigneten Beständen kann langfristig der Plenterwald angestrebt werden.

Voraussetzung eines erfolgreichen Waldbaus ist die weitere Erschließung der Waldungen durch landschaftsgerecht angelegte Wege. Ein erheblicher Nachholbedarf besteht vor allem noch im Kleinprivatwald.

Die strukturellen Nachteile des Kleinprivatwaldes sind weiterhin durch fachliche Beratung und Betreuung, finanzielle Förderung, die Bildung forstlicher Zusammenschlüsse und evtl. durch Waldflurbereinigung zu mildern.

Der Ausbau der Erholungseinrichtungen ist schwerpunktmäßig abzuschließen und ihre Unterhaltung zu sichern (geplanter Naturpark Südlicher Schwarzwald).

Besonderes Interesse gilt der Förderung des Skisportes (Langlaufloipen, Abfahrtspisten).

Literatur

BRANDL, H.: Der Stadtwald von Freiburg i.Br. Freiburg i.Br., 1970.

HUBER, E.: Die Auewälder des oberrheinischen Tieflandes - insbesondere ihre Überführung in Hochwald und deren betriebswirtschaftliche Folgen. Jahresbericht Deutscher Forstverein 1976, Münster - Hilstrup, S. 68-85 (1976)

LAUTERWASSER, E.: Waldwirtschaft in Entwicklungsräumen, Konflikte und Chancen. Ebenda, S. 24-35 (1976)

MÜLLER, K.: Der Feldberg im Schwarzwald. Freiburg i.Br., 1948.

SCHLENKER, S. und S. MÜLLER: Erläuterungen zur Karte der Regionalen Gliederung von Baden-Württemberg III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald) Mitt. des Vereins f. Forstl. Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung 26, 3-52 (1978).

Landwirtschaft

von
K. Müller ⁺)

1 Einführung

Der behandelte Raum umfaßt im wesentlichen den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, auf den die statistischen Angaben dieses Beitrages bezogen sind, und Teile des Landkreises Emmendingen. Das Gebiet erstreckt sich somit vom Rhein bis zu den höchsten Lagen des Schwarzwaldes. Es weist mit diesen großen Höhenunterschieden - Breisach 195 m, Feldberg 1493 m über NN - auch extreme Klimaunterschiede auf (Tab.1).

Tab.1: Vergleich der wichtigsten Standortsbedingungen zwischen Ober-
rheinebene und Schwarzwald

	Oberrheinebene		Schwarzwald		
	von	bis	von	bis	mittel
Höhe m über NN	180	240	300	1490	800
mittl. Jahrestemp. °C	8,5	10	9	3,5	5,5
Jahresniederschlag mm	600	850	800	2000	1400
mittl. Vegetationszeit Tage	230	250	220	170	190

Charakteristisch für den Freiburger Raum ist deshalb, daß alle wuchsklimatischen Wärmestufen des Bundesgebietes (nach ELLENBERG) hier anzutreffen sind, von der Stufe "sehr heiß" im Kaiserstuhl, bis zur Stufe "äußerst kalt" in den höchsten Lagen des Schwarzwaldes. Das Besondere ist nun der schroffe Wechsel dieser Stufen auf kürzeste Entfernung. So liegt z. B. das Glottertal

+) Regierungspräsidium Freiburg

Erbprinzenstraße 2, D-7800 Freiburg i. Br.

unter dem klimatischen Einfluß der Rheinebene bis ca. 350 m. noch im Weinbauklima (Wärmestufe "sehr warm"), der in nur 3,5 km Luftlinie entfernte Kandel (1.230 m über NN) in der kältesten Klimastufe.

Auch die landwirtschaftliche Bodennutzung ist natürlich durch diese Extreme geprägt. Die "Länder", wie hier die Bewohner der Oberrheinebene genannt werden, können intensiven Ackerbau betreiben, Reben, Obst, Gemüse und sonstige Sonderkulturen anbauen; die "Wälder" dagegen sind überwiegend auf Grünland- und Viehwirtschaft, häufig in Verbindung mit bäuerlichem Waldbesitz, angewiesen.

Die große Reliefenergie des Schwarzwaldes benachteiligt den Schwarzwaldbauern aber auch in anderer Hinsicht. Ganze Gemarkungen bestehen fast nur aus Steillagen, d.h. es überwiegen Flächen mit mehr als 30 % Neigung, die nur mit Spezialmaschinen, mit Seilzug- oder Handarbeit und damit ungewöhnlich schwierig und teuer zu bewirtschaften sind.

2 Agrargeographische Gliederung

Die naturräumlichen Unterschiede kommen auch in der agrargeographischen Gliederung Baden-Württembergs in "Vergleichsgebiete" zum Ausdruck. Zu Freiburg gehören 3 solcher Vergleichsgebiete:

2.1 Rheinebene

"Im Gebiet der Rheinebene ist der Ackerbau vorherrschend, sämtliche Ackerkulturen sind anzutreffen. Erhebliche Bedeutung hat der Anbau von Sonderkulturen. Die Bodenverhältnisse wechseln sehr stark von Sand, teilweise mit Kies vermischt, über alluviale Schwemmlandböden, teilweise in Form von Lehm und Ton bis zu Lößböden. Entsprechend ist das Gebiet in 'Bessere Rheinebene' und 'Geringere Rheinebene' zu unterteilen.

Bodenklimazahl:	50 - 70 (Bessere Rheinebene) 20 - 50 (Geringere Rheinebene)
Ackeranteil:	70 - 80 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)."

2.2 Westschwarzwald

"Vom Rheinklima her begünstigte Westhanglagen des Schwarzwaldes bis Höhenlagen nahe 1.000 m. Gegenüber dem übrigen Schwarzwald zeichnet sich das Gebiet durch eine relativ lange Vegetationsperiode aus. Den geologischen Unterbau bilden in der Hauptsache Buntsandstein, Granit und Gneis, denen flachgründige lehmige Sandböden aufgelagert sind. Der Ackerbau spielt mit Getreide und Kartoffeln eine untergeordnete Rolle.

Bodenklimazahl: 20 - 40
Ackeranteil: 20 - 40 % der LF."

2.3 Hochschwarzwald

"Hochlagen des Schwarzwaldes. Den geologischen Untergrund bilden mittlerer Buntsandstein, Granit und Gneis. Der Ackerbau tritt weitgehend zurück.

Bodenklimazahl: unter 20
Ackeranteil: unter 20 % der LF."

3 Die Landwirtschaft des Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald

Von der Gesamtfläche des Kreises werden 40 % landwirtschaftlich genutzt, 46 % sind Wald (Tab. 2). Die regionale Aufgliederung der Zahlen spiegelt aber deutlich die oben geschilderten Standortunterschiede wider: Der Bezirk des Landwirtschaftsamtes (LWA) Müllheim liegt vorwiegend in der Rheinebene und hat den relativ höchsten LF- und geringsten Waldanteil. Genau umgekehrt ist das Verhältnis im LWA-Bezirk Titisee-Neustadt, während der LWA-Bezirk Freiburg, mit etwa gleichen Rheinebene- und Schwarzwaldanteilen, ungefähr dem Durchschnitt entspricht.

Tab. 2: Landwirtschaftlich genutzte (LF) und Waldfläche im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald

LWA-Bezirk	Gesamt ha	LF ha	Wald ha
Freiburg	69.194	29.193 (42, 2 %)	27.710 (40, 0 %)
Müllheim	34.822	16.274 (46, 7 %)	12.636 (36, 3 %)
Titisee-Neustadt	49.042	15.181 (31, 0 %)	29.439 (60, 0 %)
Lkr.Br. -Hochschw.	153.058	60.648 (39, 6 %)	69.785 (45, 6 %)

Auch im Acker-Grünland-Verhältnis und im Umfang der Spezial- und Sonderkulturen kommen diese Unterschiede zum Ausdruck (Tab. 3). Stehen Ackerland und Grünland im LWA-Bezirk Freiburg im Verhältnis 1:1, dann ist diese Relation in den beiden anderen Bezirken - 1 : 0,4 in Müllheim und 1 ; 4,7 in Titisee-Neustadt - beträchtlich verschoben.

Tab. 3: Die wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturarten im Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald (Angaben in ha)

LWA-Bezirk	Acker	Grünland	Reben	Obst	Gemüse und sonst. Sonder- kulturen
Freiburg	11.980	11.868	4.304	538	502
Müllheim	10.065	4.363	1.353	165	328
Titisee-Neustadt	2.660	12.457	-	-	63
Lkr. Br. -Hochschw.	24.705	28.688	5.657	703	893

Im Ackerbau der Rheinebene dominieren mit einem Anteil von oft über 80 % in der der Fruchtfolge Getreide und Mais (Tab. 4); fast die gesamte Hybridmais-Saatguterzeugung der Bundesrepublik liegt in diesem Gebiet. Weitere Spezialkulturen geringeren Umfanges sind Frühkartoffeln und Feldgemüse.

Der Ackerbau wird mit modernsten Maschinen und Methoden betrieben, ist aber aufgrund der engen Getreide-Mais-Fruchtfolgen nicht ohne Probleme. Es seien hier nur das Vordringen schwer bekämpfbarer Unkräuter und spezifische Getreide- und Maisschädlinge und -krankheiten erwähnt, die ihrerseits zu ständigen und u. U. umweltproblematischen Bekämpfungsmaßnahmen zwingen. Die Humusversorgung ist hingegen auch in den oft viehlosen Ackerbaubetrieben durch Strohdüngung, Zwischenfruchtanbau usw. weitgehend gesichert.

Tab. 4. Anbauverhältnisse auf dem Ackerland des Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald (Angaben in ha)

LWA.Bez.	Getreide	Körnermais ⁺)	Kartoffeln ⁺⁺⁾	Futterpfl. ⁺⁺⁺⁾	Feldgemüse
Freiburg	6.874	1.995	1.040	1.454	361
Müllheim	5.630	1.955	560	1.485	49
Titisee-Neustadt	1.923	-	358	377	-
Lkr. Br. -Hochschwarzw.	14.427	3.950	1.958	2.939	410

davon: ⁺) 1.457 ha Hybridsaatmais; ⁺⁺⁾ 275 ha Frühkartoffeln;

⁺⁺⁺⁾ 1.179 ha Silomais

Das Getreide herrscht zwar auch im - wenig umfangreichen - Ackerbau des Schwarzwaldes vor, erreicht dort aber selten über 70 % Anteil an der Fruchtfolge. Es ist auch wegen der heute noch betriebenen Acker-Grünland-Wechselwirtschaft höchstens hinsichtlich seiner Ertragshöhe und wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit, nicht aber aus biologischen oder ackerbaulichen Gründen problematisch.

Eindeutiger Schwerpunkt der Schwarzwaldlandwirtschaft ist die Grünland-, Weide- und Viehwirtschaft (s. Tab. 3). In der Zusammenstellung über die Rinderhaltung (Tab. 5) kommt dies zwar nicht so deutlich zum Ausdruck wie in Tab. 3, doch zeigt auch die ums Doppelte höhere Viehdichte je Flächeneinheit im Nurn-Schwarzwaldbezirk Titisee-Neustadt das Vorherrschen des Futterbaus und der Tierhaltung.

Tab. 5. Rinderhaltung im Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald

LWA-Bez.	Rinder insges.	Kühe	Rinder/ha LF	Ø Milchleistung/ kg/Jahr
Freiburg	19.835	8.498	0,7	3.500
Müllheim	10.541	4.216	0,6	3.800
Titisee-Neustadt	15.775	7.595	1,1	3.500
Lkr. Br. -Hochschwarzw.	46.151	20.309	0,8	

Die landwirtschaftlichen Probleme im Schwarzwald sind völlig anders als in der Rheinebene. Hier stehen die Erzielung ausreichender Einkommen bei ungünstigen Standortverhältnissen und damit auch die Erhaltung der Landschaft durch die Landwirtschaft im Vordergrund. Durch gezielte agrarpolitische Maßnahmen (Schwarzwaldweideplan, Schwarzwaldplan, Schwarzwaldprogramm, EG-Bergbauernprogramm usw.) konnte in den letzten Jahren eine gewisse Stabilisierung der Situation erreicht werden. Ein von Konjunktur- und Marktschwankungen empfindlich abhängiges Gebiet wird der Schwarzwald - wie alle Berggebiete - aber auch in Zukunft sein.

Im Ackerbaugesamt der Rheinebene fand in den letzten 15 - 20 Jahren ein erheblicher Strukturwandel statt. Er hatte zur Folge, daß heute weniger und größere Betriebe, vorwiegend auf Getreide- und Maisanbau, evtl. auch einige Sonderkulturen spezialisiert, vorhanden sind. Die Viehhaltung ist im Vergleich zu früher insgesamt zurückgegangen. Sie wird aber in einer geringeren Zahl von Betrieben ebenfalls als spezieller Betriebszweig und dann meist in größerem Umfange betrieben (Milcherzeugung, Bullen-, Schweinemast usw.).

In den Weinbaugesamten haben sich vor allem durch die Rebflurbereinigungen und die Modernisierung der Kellerwirtschaft und Weinvermarktung starke Umwandlungen ergeben. So war z. B. der Kaiserstuhl früher ein "armes" Gebiet; heute werden dort die höchsten landwirtschaftlichen Einkommen (z. T. über 50.000 DM/Arbeitskraft) des gesamten Freiburger Raumes erzielt.

Im Schwarzwald haben sich dagegen weniger spektakuläre Wandlungen vollzogen. Die größeren Waldbauernbetriebe im "Höfeggebiet" des Mittleren Schwarzwaldes (östlich und nordöstlich von Freiburg) haben sich mehr durch eine innere Aufstockung (Intensivierung der Flächennutzung und höhere Tierzahlen und -leistungen, bauliche Maßnahmen usw.) den heutigen Gegebenheiten und Notwendigkeiten angepaßt. Die Einkommenssituation ist allerdings wesentlich ungünstiger als in der Rheinebene (um 20.000 DM/Arbeitskraft). Am Rande sei erwähnt, daß vor allem im Höfeggebiet die "Ferien auf dem Bauernhof" stark zugenommen haben. Rund 2.000 Gästebetten in Bauernhöfen stehen zur Verfügung, die Auslastung liegt mit ca. 140 Übernachtungen/Bett weit über dem Durchschnitt des Bundesgebietes.

Der zum Südschwarzwald gehörende südöstliche Teil des Freiburger Raumes

hat im Gegensatz zum Höfegebiet eine klein- und kleinstbäuerliche Struktur. Die Landwirtschaft wird dort heute nur noch im Nebenerwerb betrieben, sie hat aber eine enorme landeskulturelle (und über den Fremdenverkehr auch volkswirtschaftliche) Bedeutung und wird deshalb besonders gefördert. Charakteristisch für diesen Teil des Schwarzwaldes sind die großen Gemeinde- und Genossenschaftsweiden, die in einer jahrhundertealten Tradition gemeinschaftlich genutzt werden.

Rheinebene und Schwarzwald unterscheiden sich also auch in landwirtschaftlicher Hinsicht erheblich. Insgesamt ist der Freiburger Raum ein ländliches Gebiet. Dies ist schon daran ersichtlich, daß der durchschnittlich 2,5-prozentige Anteil der Landwirtschaft am Bruttoinlandsprodukt Baden-Württembergs hier mit 11,6 % wesentlich überschritten wird.

Weinbau

von

H. Konrad ⁺⁾

Auf 5.700 ha wird der Weinbau im Freiburger Raum betrieben. Dies ist die Hälfte der gesamten Weinbaufläche Südbadens. Der Raum Freiburg umfaßt folgende Gebiete: Kaiserstuhl-Tuniberg (4.834 ha), Nördliches Markgräflerland um den Schönberg und Batzenberg (717 ha), altes Stadtgebiet von Freiburg (80 ha) und Glottertal mit den Gemarkungen Denzlingen und Gundelfingen (70 ha).

1 Kaiserstuhl-Tuniberg

4.834 ha weisen den Kaiserstuhl-Tuniberg als den größten Bereich des Badischen Weinbaugebiets aus. Der Kaiserstuhl ist als ausgesprochene Wärmeinsel ein hervorragender Standort für die Rebe. Auf den wärmespeichernden Vulkanverwitterungsböden des südlichen und westlichen Kaiserstuhls wachsen überdurchschnittliche Qualitätsweine, die den Ruf des Kaiserstühler Weins begründet haben.

Über die Hälfte der Rebfläche ist mit Reben aus der Reihe der Burgundersorten (Blauer Spätburgunder, Ruländer und Weißer Burgunder) bepflanzt. Aus diesen Sorten werden höchste Qualitäten erzeugt. Mit 37 % der Rebfläche spielt auch der Müller-Thurgau eine bedeutende Rolle am Kaiserstuhl. Die aus ihm gewonnenen leichten Weine kommen meist als Schoppenweine in Verkehr.

Der Silvaner, früher die Hauptrebsorte in Deutschland, konnte sich mit ca. 10 % am Kaiserstuhl behaupten. Er ist in allen Gemarkungen anzutreffen, besonders aber in der "Silvanergemeinde Ihringen", wo er 50 % des Rebbesatzes stellt.

Bukettsorten wie Gewürztraminer, Scheurebe, Muskateller und Muskat-Otonel sowie in einigen Gemarkungen der Riesling runden den Sortenspiegel ab.

⁺⁾ Regierungspräsidium Freiburg, Erbprinzenstr. 2,
D-7800 Freiburg i.Br.

Der Ausbau und die Vermarktung der Weine erfolgt überwiegend durch die örtlichen Winzergenossenschaften oder über die Zentralkellerei Badischer Winzergenossenschaften in Breisach (ZBW), die mit 150 Mill. hl die größte Kellerei Europas ist.

Vorbildliches wurde auch in den Flurbereinigungen des Kaiserstuhls geleistet. Durch sie wurden über 50 % der Rebflächen wirtschaftlicher.

Am Tuniberg, zwischen Kaiserstuhl und Freiburg, sind als Hauptrebsorten der Müller-Thurgau und der Blaue Spätburgunder zu nennen. Sie machen zusammen 95 % der Rebfläche aus. Als Ergänzung dienen Ruländer, Gewürztraminer, Weißer Burgunder und Muskateller. Die 8 örtlichen Winzergenossenschaften liefern ihre Trauben alle der ZBW in Breisach ab, die die Weine ausbaut und vermarktet.

2 Nördliches Markgräflerland

Die Gegend südlich von Freiburg am Schönberg und Batzenberg gehört zum Bereich Markgräflerland. Die Reben (717 ha) wachsen hier an West- und Südwesthängen auf Löß und Lößlehm. Hauptrebsorte und Spezialität ist der Gutedel, der sonst nirgendwo in Deutschland angebaut wird. Er wurde im 18. Jahrhundert aus der Schweiz ins Markgräflerland eingeführt. Sein Anteil beträgt in manchen Gemarkungen über 60 %. Zum Sortenspiegel gehören auch hier Müller-Thurgau, die Burgundergruppe, Silvaner und Gewürztraminer. Als wichtige Ergänzungsorte erwies sich die Neuzüchtung Nobling (Silvaner x Gutedel) des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg. Die Winzergenossenschaften haben den größten Anteil an der Vermarktung. Daneben gibt es auch eine Reihe selbstvermarktender Winzer.

3 Freiburg - Stadt

Zum alten Stadtgebiet Freiburgs zählen 80 ha Rebfläche. Der größte Teil davon befindet sich am Westhang des Schönbergs in Freiburg-St. Georgen. Auf den Lößlehm- und Lehmböden werden hauptsächlich die Sorten Gutedel und Müller-Thurgau angebaut. Die Winzergenossenschaft liefert ihre Trauben nach Breisach ab.

Die restlichen Rebflächen liegen am Schloßberg und am Lorettoberg. Dort befinden sich auch die Versuchsanlagen des Staatlichen Weinbauinstituts. Neben den Standardsorten Müller-Thurgau, Blauer Spätburgunder, Riesling, Ruländer und Traminer werden verschiedene Neuzüchtungen auf ihre Anbaueignung hin überprüft.

4 Glottertal

Nördlich von Freiburg liegt das zum Bereich Breisgau gehörende Glottertal. Seine Rebfläche mit den Gemarkungen Denzlingen und Gundelfingen beträgt zwar nur 70 ha, doch sind die Weine des Glottertals gesuchte Spezialitäten. Die Reben, vornehmlich die Sorte Blauer Spätburgunder, stehen meist an Steilhängen auf Gneis- und Granitverwitterungsböden. Besonders bekannt ist der Glottertäler Weißherbst und der Glottertäler Rotwein, beide aus der Blauen Spätburgundertraube gewonnen. Vereinzelt werden auch Ruländer, Müller-Thurgau und Gewürztraminer angebaut. Absatz findet der Glottertäler Wein über die hervorragenden Gastronomiebetriebe, die ihren eigenen Weinbau betreiben. Die übrigen Winzer sind zu einer Winzergenossenschaft zusammengeschlossen.

Tab.1. Weinbauflächen im Raum Freiburg i.Br.

	Kaiserstuhl- Tuniberg	Nördliches Mark- gräflerland	Freiburg-Stadt	Glottertal	gesamt
Rebfläche 1976	4.834 ha	717 ha	80 ha	70 ha	5.701 ha
bereinigte Rebfläche 1976	2.813 ha	558 ha	40 ha	-	3.411 ha
Zahl der Weinbaubetriebe	6.326	1.091	112	145	7.674
Betriebsgröße < 0,5 ha	3.479	673	80	135	4.367
0,5-1.0 ha	1.467	235	17	5	1.724
> 1,0 ha	1.372	181	15	5	1.573
Ausbauende, selbstmark- tende WG	13 + ZBW	5	-	1	19
nicht ausbauende WG	15	2	1	-	18
selbstvermarktende Winzer	83	16	23	13	135

Regionalwirtschaftliche Gegebenheiten

von

E. Nießlein⁺)

Nach dem Baden-Württembergischen Landesplanungsgesetz wird das Land in 12 Regionen eingeteilt. Für jede dieser Regionen wurde ein Regionalverband als öffentlich-rechtliche Körperschaft ins Leben gerufen, dem die Regionalplanung für seinen Verbandsbereich obliegt. Mit Hilfe dieser Regionalpläne sollen die Zielvorstellungen des Landesentwicklungsplanes konkretisiert und jene raumplanerischen Vorgaben erarbeitet werden, die den Gemeinden sodann eine sinnvolle und überörtlich koordinierte Ortsplanung ermöglichen. Gleichzeitig bietet die Regionalplanung einen vielgestaltigen Einblick in die wirtschaftlichen, sozialen, kulturellen und landschaftlichen Gegebenheiten der Region. Es sollen deshalb im folgenden aus dem Entwurf des Regionalplanes Südlicher Oberrhein einige Analyseergebnisse und Entwicklungsziele wiedergegeben werden, um damit das Verständnis für die räumlichen Verhältnisse der Stadt Freiburg und ihres Umlandes zu erleichtern.

Der Verbandsbereich umfaßt den Stadtkreis Freiburg sowie die Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald, Emmendingen und Ortenaukreis. Auf einer Fläche von 4.071 qkm leben rd. 850.000 Menschen, was einer Einwohnerdichte von 208 Ew/qkm entspricht. 300.000 Einwohner bevölkern den Verdichtungsraum Freiburg und die dazu gehörige Randzone; 106.000 Einwohner leben im Verdichtungsgebiet Lahr - Offenburg. Das als ländlicher Raum ausgewiesene restliche Gebiet der Region mit 3.392 qkm wird von ca. 440.000 Menschen, also von knapp mehr als der Hälfte der Bevölkerung der Region bewohnt. Daraus ist bereits zu ersehen, daß die Region eine sehr unterschiedliche innere Struktur besitzt und daß es eine große Bandbreite von wirtschaftlichen und sozialen Problemen gibt, die im Oberzentrum Freiburg völlig anders gelagert sind als in abseits gelegenen bäuerlichen Gemeindeteilen des Schwarzwaldes

⁺) Institut für Forstpolitik und Raumordnung der Universität
Bertoldstr.17, D-7800 Freiburg i.Br.

oder in den Fremdenverkehrs- und Kurorten dieses Raumes.

Mit der Bevölkerungsdichte von 208 Ew/qkm liegt die Region deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 258, hat damit aber ähnliche Verhältnisse wie die benachbarten Regionen Nordschwarzwald und Hochrhein. Der Industriebesatz mit 123 Industriebeschäftigten je 1000 Ew. ist jedoch nicht nur gegenüber dem Landesdurchschnitt mit 175 erheblich geringer, sondern stellt den niedrigsten Durchschnittswert aller baden-württembergischen Regionen dar. Auch hinsichtlich der Steuerkraft liegt die Region mit 304 DM/Ew. (gegenüber 384 im Landesdurchschnitt) an zweitletzter Stelle aller Regionen. Diese Vergleichszahlen zeigen, daß der Raum Freiburg über einen verhältnismäßig niedrigen Industrialisierungsgrad und über ausgewogene, z. T. noch sehr ursprüngliche landschaftliche Gegebenheiten verfügt - was auch in der hohen Wertschätzung etwa als Wohnstandort und als Universitätsstadt zum Ausdruck kommt. Daneben muß aber gesehen werden, daß damit nicht unerhebliche wirtschaftliche und finanzielle Probleme verbunden sind, die sich in Zukunft vermutlich noch verschärfen werden. In einem von der PROGNOSE-AG erstellten Gutachten über die wirtschaftliche und demographische Entwicklung in der Region Südlicher Oberrhein wird nämlich prognostiziert, daß die Bevölkerungsentwicklung zwar stagnierend bis abnehmend sein wird, daß aber trotzdem - nicht zuletzt wegen der zu erwartenden Zuwanderung - ein Defizit von rd. 50.000 Erwerbsstellen zu erwarten ist. Daraus kann abgeleitet werden, welche umfangreiche Bemühungen entwicklungspolitischer Art notwendig sind, um die wirtschaftliche Existenz der in diesem Raum lebenden Menschen zu sichern.

Die wirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten des Gebietes wurden in der Vergangenheit bis zur Beendigung des 2. Weltkrieges durch die Grenzlage negativ beeinflußt. Aber auch in der jüngsten Zeit hat sich die in den Begründungen zum Landesentwicklungsplan angesprochene "zentrale Lage der Region in der EG" nicht in entsprechenden Standortsvorteilen für eine starke wirtschaftliche Entwicklung niedergeschlagen. Es ist vielmehr zu beobachten, daß sich ausgeprägte europäische Entwicklungsachsen außerhalb des Verbandsbereiches herausgebildet haben (z. B. Amsterdam-Ruhrgebiet-Frankfurt-Mannheim-Karlsruhe-Stuttgart-München). Darüber hinaus wird die wirtschaftliche Entwicklung dieses Raumes auch dadurch geprägt, daß sich eine zunehmende ökologische Verletzbarkeit des südlichen Oberrheingebietes abzeichnet. Soll einer strukturellen

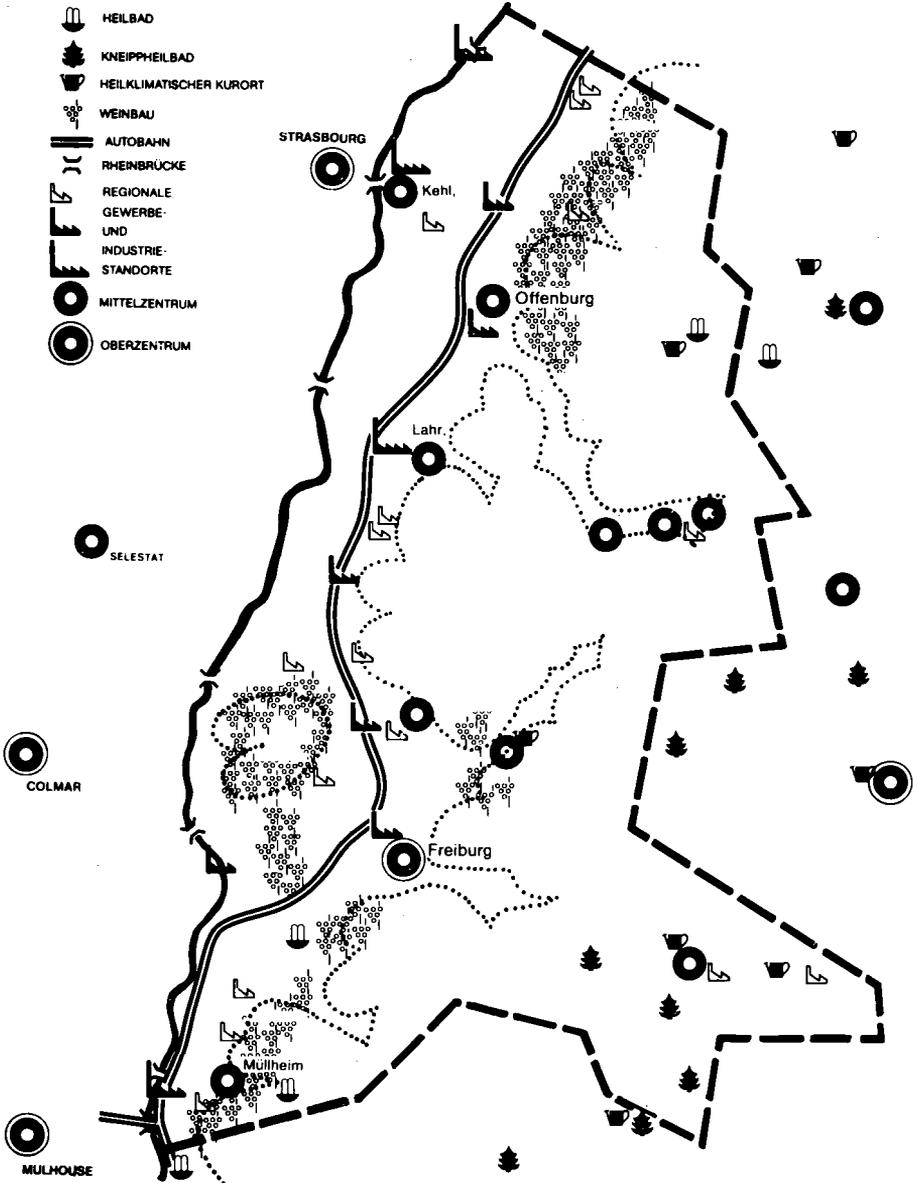


Abb. 1. Regionale Charakteristik

Arbeitslosigkeit im Verbandsbereich bzw. einer Abwanderung der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter entgegengewirkt werden, wie dies auch in der Vorgabe der landesplanerischen Richtwerte zur künftigen Entwicklung zum Ausdruck kommt, so ist weiterhin eine staatliche Wirtschaftsförderung unerlässlich. Bereits heute werden der Mittelbereich Titisee - Neustadt im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe von Bund und Ländern und die Mittelbereiche Haslach - Hausach - Wolfach, Lahr, Emmendingen und Waldkirch sowie die Landesausbauorte Müllheim-Neuenburg und Breisach vom Land Baden-Württemberg mit speziellen Förderungsprogrammen unterstützt.

Der Anteil des primären Wirtschaftssektors, gemessen an der Zahl der Vollerwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft gegenüber der Gesamtzahl der Erwerbstätigen, lag 1970 mit 12,2 % erheblich über dem Durchschnitt des Landes Baden-Württemberg von 7,9 %. Die Bedeutung der Land- und Forstwirtschaft als Wirtschaftszweig für die Region Südlicher Oberrhein kommt auch darin zum Ausdruck, daß die Durchschnittsproduktivität der Landwirtschaft, gemessen am Bruttoinlandsprodukt je Vollerwerbstätigem, mit DM 9.900, -- über dem Landesmittel von DM 9.400, -- lag. Auch wenn nach den vorliegenden Prognosen die Landwirtschaft weiterhin von einem Strukturwandel mit Freisetzungseffekten von Vollerwerbstätigen betroffen sein wird, ist durch entsprechende Maßnahmen in den geeigneten Teilräumen darauf hinzuwirken, daß die Landwirtschaft neben der Erfüllung ihrer ökonomischen und landespflegerischen Funktion weiterhin dazu beitragen kann, spezielle mit dem ländlichen Raum verbundene Lebensformen zu ermöglichen. Dabei ist zu bedenken, daß sich die ungleichen Lebensbedingungen zwischen Schwarzwaldzone und Rheinebene in den vergangenen Jahren verschärft haben. Für den Schwarzwald kommt es aber entscheidend darauf an, daß die Kulturlandschaft für die Erholung erhalten und der Naturhaushalt funktionsfähig bleibt. Diese werden dadurch beeinträchtigt, daß die Existenz der Höhenlandwirtschaft immer stärker gefährdet ist. Die Landesregierung wirkt dem durch Maßnahmen des Schwarzwaldprogramms entgegen.

Wesentliche Teile der Region, vor allem der Schwarzwald, die Vorbergzone, der Kaiserstuhl und die Rheinaue, bieten wegen ihrer vielfältigen landschaftlichen Reize ideale Voraussetzungen für Urlaubs-, Ferien- und Freizeitaktivitäten und damit für die Erholungsnutzung. Diese Grundlagen für Erholung

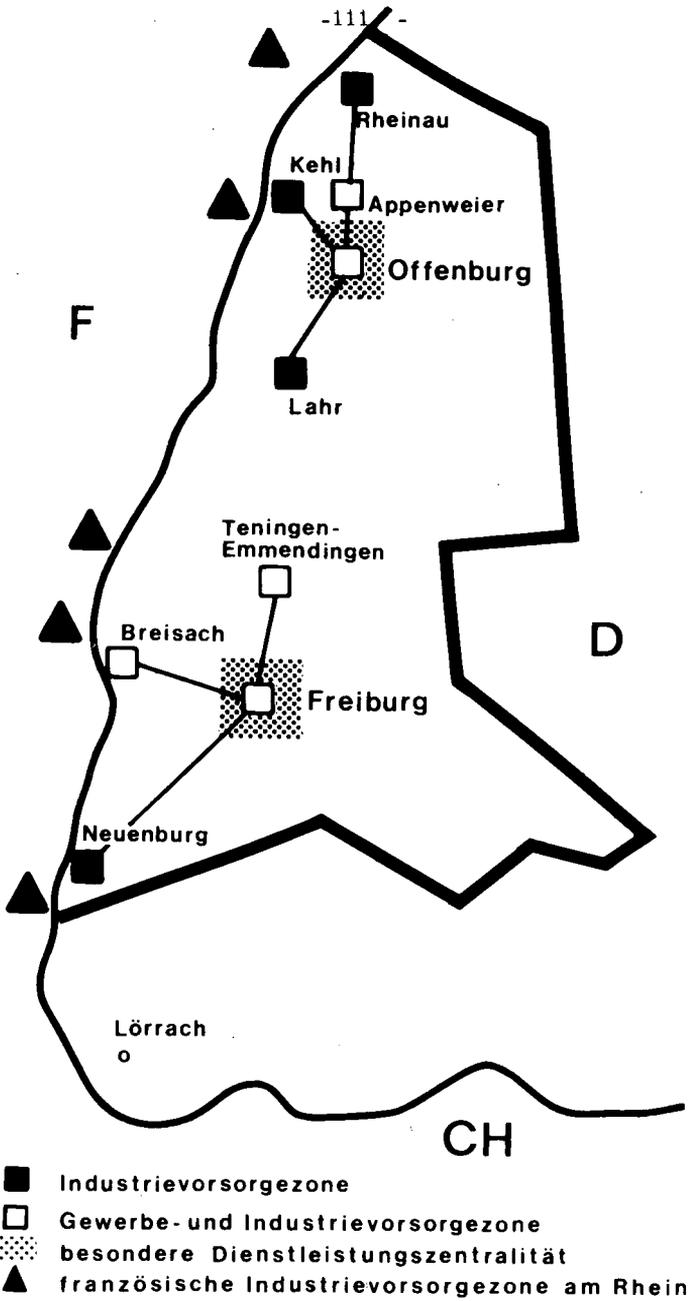


Abb. 2. Vorsorgezonen für Industrie und Gewerbe

und Fremdenverkehr sind vor Beeinträchtigungen zu sichern und in verbesserter Weise der Erholungsnutzung zu erschließen. Der Schwarzwald und die Baar sind aufgrund ihrer landschaftlichen und klimatischen Vorzüge für länger dauernde Erholungsaufenthalte bisher gut geeignet. Diese beiden Landschaften sollen daher als Ferienerholungsgebiete weiter entwickelt werden. Der Kaiserstuhl kommt vor allem für den Aufenthalt im Frühjahr und Herbst in Form von Kurzurlauben infrage. Die landschaftlichen Grundlagen für die Erholung im Kaiserstuhl werden in letzter Zeit allerdings durch massive Geländeänderungen bei Rebumlegungen mehr und mehr beeinträchtigt. Bei der Schaffung von Fremdenverkehrseinrichtungen, die sich im Grunde durch den Markt regelt, wird in Zukunft mehr als bisher auf die voraussichtliche Entwicklung der Nachfrage zu achten sein und ist nicht so sehr die Kapazitätsausweitung als die Qualitätsverbesserung anzustreben.

Nach Auffassung des Regionalverbandes soll durch die Errichtung der Schwarzwaldautobahn eine wichtige regionsübergreifende Querverkehrsverbindung zwischen den beiden Nord-Süd-Autobahnen A5 und A 81 geschaffen werden, womit gleichzeitig die Erreichbarkeit des Oberzentrums Freiburg für die Bewohner der Landschaften bis zum Bodensee verbessert und der Freiburger Einflußbereich im östlichen Hinterland maßgeblich gestützt werden könnte. Die vom Fremdenverkehr abhängigen Wirtschaftszweige des Schwarzwaldes erwarten davon eine weitere Belebung des Besucherstroms und eine bessere Anbindung an den europäischen Ferientourismus.

Die Landschaften innerhalb der Region Südlicher Oberrhein bieten eine Vielzahl an charakteristischen Merkmalen, Vorzügen und Schönheiten, die nicht nur von der einheimischen Bevölkerung geschätzt werden. In der Rheinebene ist es der Wechsel von trockenen und feuchten bis nassen Böden, vor allem als Folge der unterschiedlichen Flurabstände des Grundwassers, der sich in den Vegetations- und Bodennutzungsformen vom Trockenbusch und Trockenwald über die Ackerfluren und Wiesen bis zum Auwald ausdrückt. Die Vorbergzone ist geprägt durch landwirtschaftliche Intensivkulturen, aber auch durch biologische, mineralogische, geomorphologische sowie floristische und faunistische Besonderheiten. Hierbei verfügt der Kaiserstuhl über einen außerordentlichen Reichtum an solchen Besonderheiten. Der Reiz der Schwarzwaldlandschaft liegt in seinen Bergen, Hochflächen und Tälern, in der abwechslungsreichen Folge von Wäldern

und offenen Fluren und den typischen Siedlungsformen mit dem Schwarzwaldbauernhaus. Die freien, unbebauten Flächen zählen zu den nicht mehr vermehrbaren Kulturgütern. Der Naturhaushalt kann nur dann im positiven Sinne funktionsfähig bleiben, wenn große zusammenhängende Freiräume erhalten bleiben. In der Region haben die von Siedlungen und Verkehrswegen beanspruchten Flächen beachtlich zugenommen; während im Jahre 1950 der Anteil der bebauten Fläche noch bei rd. 5 % der Gesamtfläche lag, betrug er im Jahre 1973 bereits etwa 8 %.

Landwirtschaft und Forstwirtschaft leisten einen besonderen Beitrag zur Erhaltung und Pflege von Natur und Landschaft. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die ökonomischen Erfordernisse mit den ökologischen und wasserwirtschaftlichen Notwendigkeiten abgestimmt werden. Dazu gehören die Vermeidung der Überlastung des Bodens und des Grund- und Oberflächenwassers durch Düngemittel und Chemikalien, die Erhaltung von Baum- und Gebüschgruppen in der Flur, die Pflege von Mischwäldern und der Schutz des Bodens vor Erosion, ebenso der Verzicht auf nicht unbedingt notwendige Trockenlegungen und Gewässerbegradigungen.

Der Abbau von Kies und Sand hat sich in der Rheinebene in den letzten Jahren zu einem besonderen Problem entwickelt. Die Baggerseen im Bereich der Region Südlicher Oberrhein nehmen bereits eine Gesamtfläche von etwa 1.000 ha ein, weitere rd. 660 ha sind zur Naßbaggerung freigegeben. Eine Ordnung des Kies- und Sandabbaues, bei der sowohl die ökonomischen als auch die landschaftsökologischen Belange Berücksichtigung finden, ist dringend notwendig. Das Regierungspräsidium Freiburg hat deswegen in der Rheinebene wasserwirtschaftliche Vorrangflächen vorläufig festgesetzt.

Die Errichtung von Landschaftsschutzgebieten soll der Erhaltung der Substanz der Landschaft dienen. Hinzu kommt in Tallagen der Schutz von Erholungsräumen vor Bebauung. Besonders wichtige Biotope sollen unter Naturschutz gestellt werden. Mehrere Verfahren zur weiteren Einrichtung von Landschafts- oder Naturschutzgebieten sind im Gange.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Region Südlicher Oberrhein über vielgestaltige und wertvolle Voraussetzungen für gesicherte menschliche Existenzbedingungen sowohl in ökonomischer Hinsicht als auch in bezug

Tab. 1. Strukturdaten

Naturräumliche Gliederung, Meereshöhen, Klima

	Fläche	Höhe (m ü. M.)	Niedersch. in mm	Temp. in °C
Region Südl. Oberrhein	4071 km ²	125–1493	640–>2000	<4–>9
Rheinebene	24%	125–240	640–>1000	>9
– Rheinaue	3%		640–850	>9
– Niederterrasse	11%		640–1000	>9
– Niederungszone	10%		640–1000	>9
Vorbergzone	19%	180–640	770–1200	>9
Schwarzwald	56%	bis 1493 Feldberg	900–>2000	<4–9
Baar	1%	700–900	850–950	6

Besiedelte Flächen in ha 1976 (1960)

	Region	Baden-Württemberg
Gebäude und Hofflächen	18356 (12999)	160293 (95134)
Verkehrswegef lächen	14421 (11323)	158662 (129680)
Sonstige besiedelte Flächen	4783 (3292)	43185 (27206)
Besiedelte Flächen insgesamt	37560 (27614)	362140 (252230)

Katasterfläche nach Hauptnutzungsarten 1975 in ha

Katasterfläche	407121 (100%)	3575133 (100%)
Landwirtschaftl. genutzte Flächen (LF)	162752 (40%)	1735313 (49%)
Waldflächen	183725 (45%)	1301374 (36%)
Gebäude- und Hofflächen	18104 (4%)	157573 (4%)
Verkehrswegef lächen	14278 (4%)	156488 (4%)
Übrige Flächen	28262 (7%)	224385 (6%)

Einwohner und Fläche

(Anteil an Baden-Württemberg in %)

	Region	Baden-Württemberg
Fläche	4071 km ² (11,4%)	35751 km ²
Bevölkerungsdichte	208 Ew/km ²	256 Ew/km ²
Einwohner 1961	704003 (9,1%)	7759140
Einwohner 1970	804233 (9,0%)	8895048
Einwohner 1975	850162 (9,2%)	9226240
Einwohner 1977	848002 (9,3%)	9120678
Ausländeranteil 1977	5,3%	9,0%

Altersstruktur der Wohnbevölkerung 1975

unter 15 Jahre	23,0%	22,3%
15 bis 65 Jahre	63,7%	64,5%
über 65 Jahre	13,3%	13,3%

Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen 1970

Land- und Forstwirtschaft	12,1%	7,9%
Produzierendes Gewerbe	44,1%	54,7%
Dienstleistungen	43,8%	37,4%
Erwerbstätige insgesamt	360941	4176053
in % der Wohnbevölkerung	44,9%	46,9%

Industriebeschäftigte (1970 = 100%)

1964	87 399 (86,6%)	1 462 900 (89,3%)
1970	100 911 (100,0%)	1 638 800 (100,0%)
1974	98 705 (97,8%)	1 537 700 (93,8%)
1976	89 388 (88,6%)	1 396 600 (86,4%)

Industriebeschäftigtenstruktur 1973

Beschäftigte in ausgewählten Branchen in % der Industriebeschäftigten insgesamt

Elektrotechnik	15,7%	16,2%
Maschinenbau	9,6%	17,1%
Chemische Industrie	8,4%	4,0%
Textilindustrie	7,1%	8,3%
Nahrungs- und Genußmittel	6,8%	3,8%
Druckerei, Vervielfältigung	6,0%	2,5%
Holzverarbeitende Industrie	5,8%	3,2%

Steuerkraft und Bruttoinlandsprodukt DM

Steuerkraft d. Gemeinden je Ew 1976	390	486
BIP je Kopf d. Wirtsch. bevölk. 1974	15 250	16 500

Land- und Forstwirtschaftsbetriebe

ab 0,5 ha 1975 (1960) insgesamt	27 158 (38 757)	199 436 (324 320)
0,5 bis unter 5 ha	67,4%	54,8%
5 bis unter 10 ha	17,0%	17,5%
10 bis unter 20 ha	11,0%	17,5%
20 ha und mehr	4,6%	10,2%
Rebflächen 1975 (in % der LF)	9 881,1 (6,1%)	24 665,2 ha (1,4%)

Verkehr

Schiene:	TEE/IC-Halte:	Freiburg, Offenburg
	D-Halte:	Hausach, Kehl, Lahr, Müllheim
	Containerbahnhöfe:	Freiburg, Offenburg
Straße:	BAB A5 Hamburg – Frankfurt – Basel mit direktem Anschluß an das französische und schweizer Autobahnnetz	
Wasser:	Rhein mit den öffentl. Häfen	Kehl (Umschlag 1977: 1 481 000 t) Breisach (Umschlag 1977: 763 000 t)
Luft:	Verkehrslandeplätze	Freiburg (13 766 Flugbewegungen 1977) Offenburg (13 333 Flugbewegungen 1977)

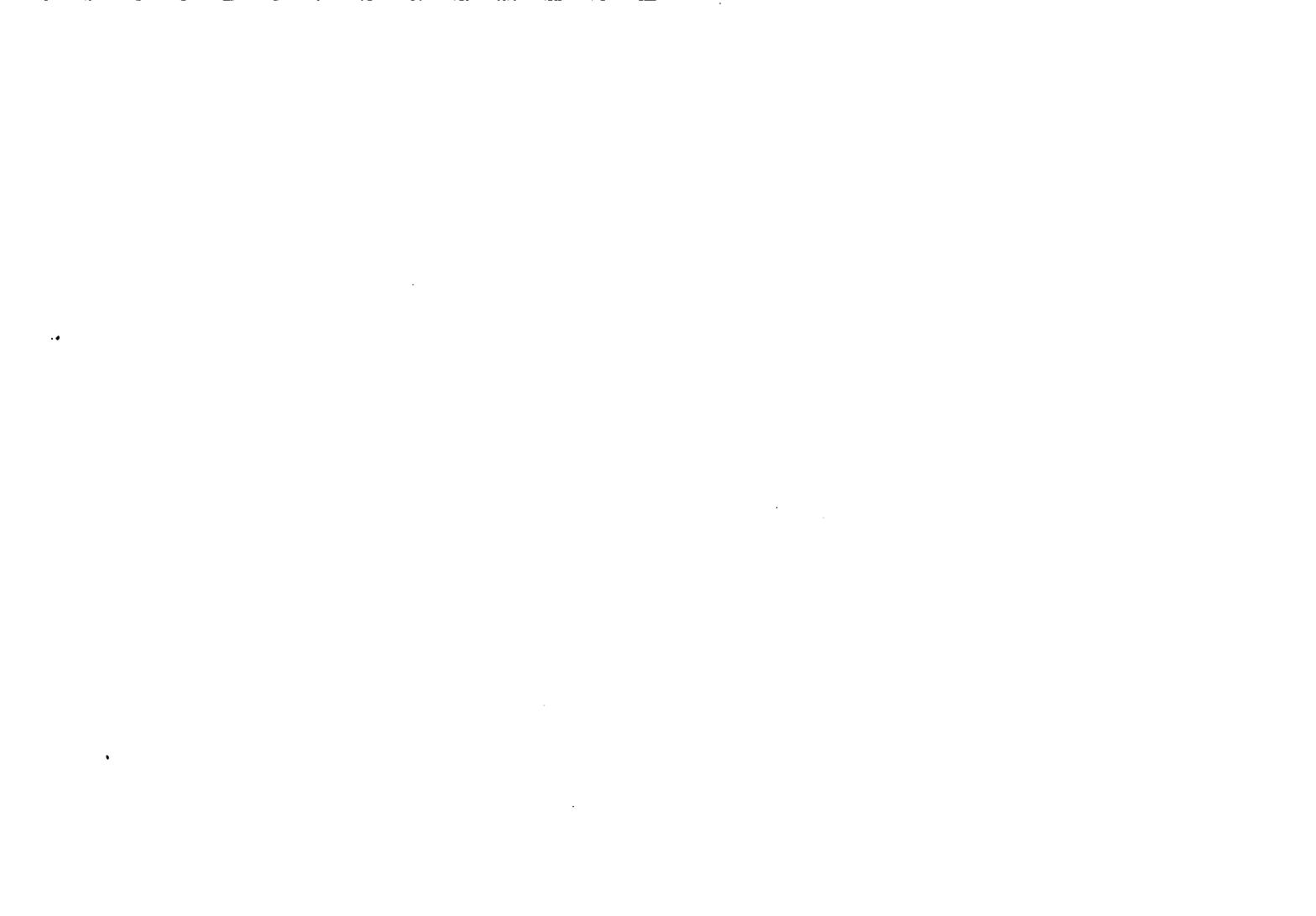
Bildung 1975/76

1 Universität:	Freiburg (17 400 Stud.)
1 Pädagogische Hochschule:	Freiburg (4 200 Stud.)
4 Fachhochschulen:	2 Freiburg, 1 Offenburg, 1 Kehl (750, 460, 370, 640 Stud.)
1 Musikhochschule:	Freiburg (500 Stud.)

Fremdenverkehr 1976/77

	Betten	Übernachtungen
3 Heilbäder	10 931	1 846 887
3 Heilklimatische Kurorte	10 249	1 490 453
3 Kneippkurorte	6 274	700 685
17 Luftkurorte	19 304	2 343 230
18 Erholungsorte	11 629	1 411 647
Region insgesamt	58 387	7 792 902
(in % von Baden-Württemberg)	(27,3%)	(27,1%)

auf eine anzustrebende hohe Lebensqualität verfügt; daß aber in verantwortungsbewußter und vorausschauender Weise vieles getan werden muß, um diese günstigen Voraussetzungen weiter zu entwickeln und vor nachteiligen oder zerstörenden Einwirkungen zu schützen.



E X K U R S I O N A

HÖHENABHÄNGIGKEIT DER BODENENTWICKLUNG IM GNEISSCHWARZWALD

Deckschichtenaufbau, Bodenbildung und Standortseigenschaften im Gebiet der Zentralschwarzwälder Gneise.

FAHRTROUTE: Freiburg - Gundelfingen (Exkursionspunkt 1) -
Freiburg - Ebnet (Exkursionspunkt 2) -
Kirchzarten - Buchenbach - Wagensteig (Exkursionspunkte
3 + 4) -
St. Märgen - Breitnau (Exkursionspunkt 5) -
Mittagspause - (Exkursionspunkte 6 + 7) - Hinterzarten -
Titisee - Feldberg - Hebelhof (Exkursionspunkt 8) -
Todtnau - Schauinsland - Freiburg

FÜHRUNG: K. Stahr, E.E. Hildebrand und H.W. Zöttl
Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

TERMINE: Sonntag, den 9.9.1979 und
Freitag, den 14.9.1979

ABFAHRT: 8⁰⁰ Uhr vor dem Tagungsort

RÜCKKEHR: ca. 19⁰⁰ Uhr

FAHRTROUTENBESCHREIBUNG DER EXKURSION A:

- Freiburg** Vom Stadtzentrum führt die Route zuerst auf dem Dreisam-Schwemmfächer nach Norden. In diesem Bereich grenzt die Freiburger Bucht ohne zwischengeschaltete Vorbergzone an den Kristallinschwarzwald (Freiburger Schloßberg).
- Herdern/
Zähringen** An den Kern der Stadt schließen sich die Vororte Herdern und Zähringen an, die aus Bauernsiedlungen hervorgingen und mit Freiburg zusammengewachsen sind. Oberhalb Zähringen Burgruine der ersten Grafen des Breisgaus (11. Jh.).
- Gundelfingen** Vom Stadtbereich nur durch eine schmale Grünzone getrennt, schließt sich die ebenfalls aus einer landwirtschaftlichen Gemeinde hervorgegangene Industrie- und Wohnsiedlung Gundelfingen an. Hier liegen im Verzahnungsbereich des Dreisam- und Glotterschuttfächers Löß und Lößlehme auf praewürmzeitlichen Terrassenablagerungen (vgl. Exk. C). Direkt am Fuße des Grundgebirgs-Schwarzwalds im NE des Orts liegt die alte Ziegeleigrube (A1). Hier verzahnen sich mit den Landschaftseinheiten Freiburger Bucht und Schwarzwald auch die entsprechenden Bodengesellschaften.
- Freiburg** Der Weg von Gundelfingen in den Schwarzwald geht nochmals zurück in die Innenstadt. Von dort führt die Ost-West-Verkehrsader, die Schwarzwaldstraße (B 31), aus der Stadt heraus. Sie verläuft auf der Niederterrasse des hier relativ engen Dreisamtales nach E und überquert bei Ebnet den Dreisamkanal.
- Ebnet** Im Ortskern von Ebnet biegt die Exkursion zu einem Abstecher in das Welchental nach N ab. Dieses Gebiet blieb wegen seiner relativ steilen Hänge und nicht zuletzt wegen der Besitzverhältnisse (Herrschaft Ebnet, späterer Gemeindevwald, seit 1977 Stadtwald Freiburg) ungerodet. Im Waldgebiet verengt sich das Tal zu einem Dobel und fingert schließlich in eine Anzahl kleiner Sturzbäche auf (A2).

- Zartener Becken Die Exkursion folgt wieder der B 31 nach E und durchquert das intramontäne Zartener Becken. Dieses Becken ist durch den Dreisamgraben angelegt (vgl. SCHREINER, WIMMENAUER in diesem Band), aber durch fluviatile und möglicherweise glaziale Formung stark ausgestaltet. Über vergrusten Gneisen lagern 20 - 40 m mächtige Schotterpakete. Das Becken ist durch zahlreiche Bachauen, die zum Teil auf längerer Erstreckung parallel laufen gegliedert. Die Niederterrasse besteht aus zwei Staffeln. Die Terrassensprünge werden nach
- Zarten E zu generell größer (bis ca. 10 m). Die traditionelle landwirtschaftliche Nutzung spiegelt sich heute noch in der durch Weiler und Einzelhöfe dominierten Besiedlung des Gebietes wider. Die scharfe Nutzungsgrenze zwischen Auen (Grünland) und Terrassen (Acker) besteht weitgehend noch bis heute.
- Kirchzarten/
Burg Östlich Kirchzarten diente die hoch herausgehobene Terrasse als keltische Fliehburg (Tarodunum). Heute erinnert daran nur noch die wallartige Erhöhung des Hochgestades im Bereich der Birkenhof-Siedlung.
- Himmelreich Bis zum Weiler Himmelreich reichte die Vereisung im Höllental während des Würm-Maximalstandes (Neustädter Stadium). Die Exkursion biegt vor Himmelreich in das Wagensteigtal nach N ab. Dieses Tal und seine Seitenbäche lagen während der Würmeiszeit im Periglazialbereich. Deshalb darf es als ein gutes Beispiel für ein im Periglazialbereich durch fluviatile Formung entstandenes V-Tal gelten. Die Talaue ist meist schmal, eine Niederterrasse fehlt weitgehend. Die steilen Talflanken sind durch eine Vielzahl von Seitenbächen zerschnitten (Pfaffendobel, Griesdobel, Diezendobel, Spirzendobel), an deren Ausgang im Haupttal zum Teil mächtige Schuttkegel aufgeschüttet wurden, die den Wagensteigbach an die gegenüberliegende Talseite drängten und zum Teil zu Gefällstufen geführt haben. Diese Schuttkegel sind häufig von Einzelhöfen oder Weilern besiedelt und blieben trotz starker allgemeiner Tendenz zur Wiederaufforstung bis heute Grünland.

- Griesdobel In einem größeren Amphibolitvorkommen wird seit längerer Zeit ein Schotterwerk betrieben. Der Anteil der in Wasserwiesennutzung stehenden Unterhänge ist bis heute sehr groß (vgl. 'Die Böden' in diesem Band). Talauf verengt sich der Querschnitt immer stärker. Die einzelnen Höfe liegen in größeren Abständen direkt am Bach. Die Bewaldung der Talhänge nimmt zu. Im obersten Talabschnitt windet sich die Straße in Serpentin an der steilen Südflanke (A3 und A4) durch den "Großen Ohmenwald" hinauf.
- St. Märgen Die Klostersiedlung St. Märgen (gegr. 1118) liegt am Rande der Hochfläche St. Peter - St. Märgen, die durch eine Staffelscholle (vgl. SCHREINER und WIMMENAUER, Abb.1) gebildet wird. Wegen des günstigeren Reliefs und der besseren Bearbeitbarkeit der Böden (geringere Steingehalte, höhere Tonanteile) nimmt der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzung wieder zu. Auf dieser Hochfläche, die in ähnlicher Form ohne die Unterschneidung durch die jungen rhenanischen Talzüge bereits im Perm einmal Landoberfläche war, sind die "roten Braunerden" weit verbreitet (vgl. 'Die Böden' in diesem Band).
- Thurner Die Hochfläche steigt von St. Peter (700 m) über St. Märgen (900 m) und den Thurner (1000 m) bis zur Weißstannenhöhe (1190 m) - also nach S und E zu - relativ gleichmäßig an. Diese Hochfläche des Schwarzwaldes wurde vom Rheintal aus bereits im 12. Jahrhundert besiedelt. Im Mittleren Schwarzwald entstanden Einzelhofgüter mit Streifenflur (30 - 70 ha), die am Unterhang inmitten des zugehörigen Schlasses angelegt wurden. Diese Besitz- und Nutzungsstruktur der "Breitnauer Schlagwirtschaft" kann bis heute in typischer Ausbildung im Raum von Wildmooswald Breitnau - Jostal beobachtet werden. Die hoffernen, steilen oder vermoorten Flächen blieben dem Wald erhalten. Die Waldnutzungsform ist traditionell der Plenterwald, wodurch diese Wälder noch heute als Buchen-, Tannen-, Fichtenbestände erhalten blieben. Erst die Aufforstungsperioden des 19. und 20. Jahrhunderts schufen reine Fichtenforsten. Die Bewaldung

stieg in diesem Bereich von ca. 20 - 30 % im Jahre 1800 auf ca. 50 - 60 % an (SCHMIDT und SCHULER, 1979) (A5 und A6).

Breitnau-
Dorf

Nördlich der Weißtannenhöhe und des Roßbergs (1125 m) liegen zwei breite muldenförmige Hochtäler, die sich deutlich von den bisherigen Talungen unterscheiden. Bis hierher reichten die Gletscherzungen vom Feldbergmassiv im Hochglazial nach Norden (MEINIG, 1966). Da vor der Gletscherzunge kein Gefälle bestand, das Eis vielmehr von Hinterzarten bergauf floß, bildete sich vor der Eiszunge der Breitnauer Eisrandstausee aus. Das katastrophentartige Auslaufen dieses Stausees und die Umlenkung der Wutach von der Donau zum Rhein fallen zeitlich zusammen. Heute entwässert schließlich die Breitnauer Talung direkt nach Westen über die Ravennaschlucht, Höllental und Dreisam zum Rhein. Von der Vergletscherung zeugen heute noch Grundmoränen und Endmoränenablagerungen sowie Beckentonsedimente, auf denen sich Moore ausgebildet haben. Die Oberhänge des Gebietes wurden aber in der folgenden Periglazialphase noch stark umgebildet und sind heute in ihrer Schuttbedeckung und Bodenentwicklung nicht vom Periglazialgebiet zu trennen. Die Bodenentwicklung auf Endmoränen und Sandern neigt stärker zur Podsolierung als im übrigen Gneisgebiet (vgl. 'Die Böden' in diesem Band) (A7). Von Breitnau folgt die Exkursion der B 500 (Schwarzwaldhochstraße) und führt im ehemaligen Glazialgebiet auf das Zentrum der Vereisung zu. Zwischen Ravenna und Oberhöllsteig läßt sich nach Westen das ca. 300 m tief eingeschnittene rhenanische Höllental erkennen. Auf der Hochfläche selbst ist das Gefälle gering (danubisches Relief) und die Senken sind größtenteils vermoort (z. B. Birklehofmoor). Wegen der Talrichtungen von E nach W, die die Hauptverkehrsverbindung vorher bestimmt haben, läßt sich bis heute das Feldberggebiet vom N nur auf Umwegen erreichen. Aus diesem Grunde folgt die Schwarzwaldhochstraße von Oberhöllsteig nach E zunächst dem Hinterzartener Hochtal. Dieses Tal stellt eine alte danubische Talung dar, deren ehemalige Fortsetzung nach

Oberhöllsteig

W im Rückblick von der "Lafette" noch erkannt werden kann. Heute hat sich zwischen Hinterzarten und Titisee eine Talwasserscheide ausgebildet, auf der sich eine Moorfläche von ca. 75 ha befindet. Ein Teil dieser Moorfläche ist kultiviert und steht in Grünlandnutzung.

Titisee Östlich der Ortschaft Titisee mündet die Hinterzarten-Altenweger-Talung (Feldberg-Donau) in das breite Gutachtal aus. Dieses Gutach-Seebachtal führt vom Feldberg über Feldsee und Titisee nach NE bis nach Neustadt und bildet eines der schönsten glazial geformten Täler des Südschwarzwaldes. Nach Lokalitäten in diesem Tal benannte ERB (1948) die Rückzugsstadien des Schwarzwaldglazials.

Die Straße führt am Nordhang des Seebachtals entlang. Im Talgrund liegt der Titisee, der hinter einer Endmoräne aufgestaut wurde (Titisee-Stadium, ca. 16 000 v. Chr?). Die Wanne des Sees ist nicht glazial übertieft wie bei ähnlichen Alpenseen. Der See ist deshalb bei einer Größe von rund 1800 x 750 m maximal 40 m tief. Ursprünglich dürfte die Spiegelhöhe des Sees etwas höher gewesen sein, so daß er sich über das heutige Bruchwaldgebiet hinaus an seinem Oberende ausgedehnt haben dürfte. Oberhalb des Titisees ist die Trogtalform eines glazigen geformten Tales erkennbar.

Bärental Zwischen dem Seebachtal und den angrenzenden Talungen bestanden während des Würmmaximums und auch noch beim Titiseestand eine Reihe von Gletschertransfluenzen. Beispiele hierfür sind die Rotmeersenke südlich Bärental, die zum Haslachtal und Schluchsee hinführt sowie am Gegenhang der Eschengrund und Erlenbruck, die Pässe ins Hinterzartener Hochtal darstellen. Den Paß von Bärental nach Süden benutzt die Schwarzwaldhochstraße (B 500) in Richtung Schluchsee.

Hochkopf Die Exkursion folgt der B 317, die weiter am Hang des Seebachtals verläuft. Nach Süden grenzt an das Tal der Bärhaldè-Granitpluton. In diesem Granit hat sich unterhalb des Hochkopfes ein Großkar, die "Große Wanne", entwickelt, durch dessen

Karboden und anschließende steile Karwand die Straße führt.

- Caritas-
Haus Zwischen Hochkopf (Bärhalde-Granit) und Seebuck, (Gneisana-
textit) hindurch führt der Feldberg-Paß, der das Seebachtal und
das Menzenschwander-Albtal verbindet. Auch dieser Paß wurde
durch Eis ausgeformt, wie ein auf der Nordseite der Straße
liegender Gletscherschliff beweist.
- Feldberg-
Kirche Das Feldberggebiet ist ein ausgedehntes Hochweidegebiet, das
bereits seit dem 10. Jahrhundert genutzt wurde. Die Lage der
natürlichen Waldgrenze ist lange strittig gewesen. Der zentrale
Feldberg (1496 m) wird von einer Reihe weiterer Köpfe umgeben,
die z. T. nur wenig niedriger sind (Seebuck, Herzogenhorn,
Stübenwasen, Tote Mann). Die Landwirtschaft hat gegenüber dem
Tourismus nur noch wenig Bedeutung. Im Bereich des Natur-
schutzgebietes kollidieren die Interessen der Skisportler und
Touristen bereits stark mit dem Anliegen zur Erhaltung der
Landschaft. Von der Straße blickt man südwärts in das Trogtal
der Menzenschwander Alb mit seinen bekannten Endmoränen-
Wällen in der Kluse.
- Feldberg/
Hebelhof Am Hebelhof führt ein weiterer Paß hinunter ins Große Wiesen-
tal. Der Südhang des Seebucks wird heute noch als Hochweide
genutzt (A 8); in den Wäldern fällt der hohe Laubholzanteil
(überwiegend Buche) westlich der Kammregion sofort auf.
- Fahler Loch Der Talschluß und die nordexponierten Hänge dienen als Zen-
trum des Skisports im Schwarzwald (Bundesleistungszentrum
Herzogenhorn).
- Fahl Das Wiesental war während der Würmeiszeit ebenfalls von ei-
nem Gletscher erfüllt. Wegen des starken Gefälles nach Westen
ist im obersten Talabschnitt die Trogtalform kaum zu erkennen.
Die bäuerliche Wirtschaftsform hat sich im Südschwarzwald
anders entwickelt als im mittleren Schwarzwald (Breitnau).
Hier herrscht eine Zweiteilung der Gemarkung in "zahmes" Feld
= kultivierte Flächen der Unterhänge und "wildes" Feld = unge-

teilte Allmende als Weide oder Wald. Die Anlage der meist kleinen Äcker im zahmen Feld erfolgte in Gefällsrichtung (Konturpflügen im mittleren Schwarzwald). Die Äcker wurden nach dem System der Feldgras- oder Egartenwirtschaft laufend verlegt. Der Privatbesitz der Höfe beträgt hier häufig nur 2 - 3 ha.

- Todtnau Am mittelalterlichen Städtchen Todtnau biegt die Fahrtroute aus dem Wiesental ab. Todtnau war vom 12. bis 16. Jahrhundert ein Zentrum des Schwarzwälder Bergbaus und Sitz einer Vorderösterreichischen Münze. In der Neuzeit ging von Todtnau der Schwarzwälder Skisport aus (SC Todtnau gegr. 1891).
- Notschrei Über den Paß am Notschrei führt die wichtigste Straßenverbindung vom Südschwarzwald ins Zartener Becken und nach Freiburg.
- Schauinsland Der Freiburger Hausberg (1284 m) wird auch Erzkasten genannt, da seine Blei-, Zink und Silbererze den Reichtum Freiburgs während des Mittelalters garantierten. Die Bergbauerngemeinde Hofgrund (Heimatmuseum) liegt in der nach Osten geöffneten Firnmulde. Über der Ortschaft erkennt man am Horizont den Feldberg.
- Schauinsland Die Straße führt über die traditionelle (gewundene) Bergrennstrecke hinunter zur Talstation der Kabinenbahn und in den Rennstrecke Freiburger Villenvorort Günterstal. Im oberen Teil dieser Strecke ist bei gutem Wetter der Blick frei auf die Vorbergzone, die Oberrheinebene (mit Breisach und KKW Fessenheim), den Kaiserstuhl und die Vogesen.
- Freiburg Auf dem Weg zum Stadtzentrum durchfährt man den Vorort Wiehre und überquert den Dreisamkanal.

PROFIL GUNDELFINGEN A 1

A
1

ORT: Lehmgrube Gundelfingen

TOP.KARTE 7913 Freiburg NE R: 34 16 425
1 : 25 000: H: 53 23 325

HÖHE: 250 m

LANDSCHAFT: Mittlerer Schwarzwald
Fußzone des Westabfalls

RELIEF: flacher, gerader Unterhang, 5 % WNW

NAT. VEGETATION: Eichen-Hainbuchenwald

NUTZUNG: Unland (Neubaugebiet)
benachbart Laubmischwald

GESTEIN: Lößlehm-Gneis-Fließerden über
kaolinisiertem Paragneis

BODENTYP: Pseudogley - Parabraunerde

HUMUSFORM: Mull

STANDORTSBEURTEILUNG:
phys. flach-mittelgründig und gut durch-
wurzelbar
wechselfeucht, schlecht durchlüftet
mäßige P, gute N- und Basenversorgung

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefüge-
Besonderheiten, Dichte, Durchwurzelung

Ah	0 - 5 cm	Decksediment, 2, 5Y3/4, krümelig-subpolyedrisch, locker, sehr stark durchwurzelt.
A1 ₁	- 15 cm	Decksediment, 2, 5Y4/4, subpolyedrisch polyedrisch, locker, mäßig durchwurzelt
A1 ₂	- 30 cm	Decksediment, 2, 5Y6/6, subpolyedrisch polyedrisch, kleine Fe-Konkretionen, locker, mäßig durchwurzelt.
Btg ₁	- 50 cm	Hauptfolge, 10YR6/6, subpolyedrisch, marmoriert, Tonbeläge, Mn-Überzüge, dicht, sehr gering durchwurzelt
Btg ₂	- 70 cm	dto.
Bgt	-100 cm	Hauptfolge, 10YR6/6, subpolyedrisch-prismatisch, schwach marmoriert, Tonbeläge, Mn-Überzüge, sehr dicht, nicht durchwurzelt.
Bt	-140 cm	Basisfolge, 10YR6/6, subpolyedrisch, Tonbeläge, schwach marmoriert.
Btv	-190 cm	Basisfolge, 10YR5/8, subpolyedrisch-kohärent, Tonbeläge, Mn-Überzüge, sehr dicht.
BvC	-300 cm	Basisfolge, 10YR5/8, kohärent, Rostflecke, Tonbeläge, Mn-Überzüge, sehr dicht.
Cv	-300 cm	Zersatzzone, 2, 5Y6/6, geschiefert, mäßig kaolinisierter Gneis.

136

Erläuterungen zu Profil A 1

Landschaftsgeschichte

Seit dem Tertiär in tektonischer Bewegungszone; westlichste Scholle des Schwarzwaldes; das Anstehende hier ausschließlich aus (Para)-Gneisen gebildet; Gneise zum Teil durch alte (tertiäre) Tiefenverwitterung verändert; Lössanwehung während mehrerer Eiszeiten? (vgl. Exk. C); periglaziale Umlagerung von Löss-Gneis-Mischsedimenten.

Nutzung

Seit langer Zeit Lehmgrubengelände, davor wahrscheinlich Laubmischwald (Niederwald) wie benachbart. Landwirtschaftliche Nutzung zu früherem Zeitpunkt möglich, da sehr altes Siedlungsgebiet (neolithisch); Rebkultur wegen Profilaufbau und -eigenschaften sehr unwahrscheinlich.

Bodengesellschaft

Typisches Profil flacher bis mäßig steiler Unterhänge am Fuß des Schwarzwaldes. Vergesellschaftete Profile mehr oder weniger stark pseudovergleyt. Zur Freiburger Bucht hin, Tendenz zur Parabraunerde (erodierte bzw. Ackerparabraunerde); hangauf rasch Abnahme der Lössanteile, der Tonverlagerung und Pseudovergleyung.

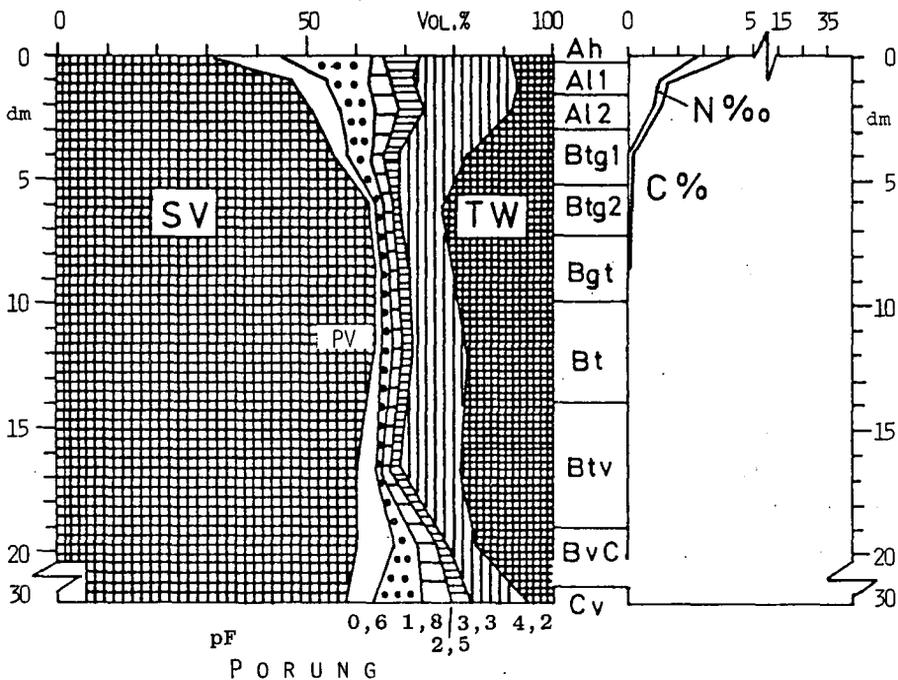
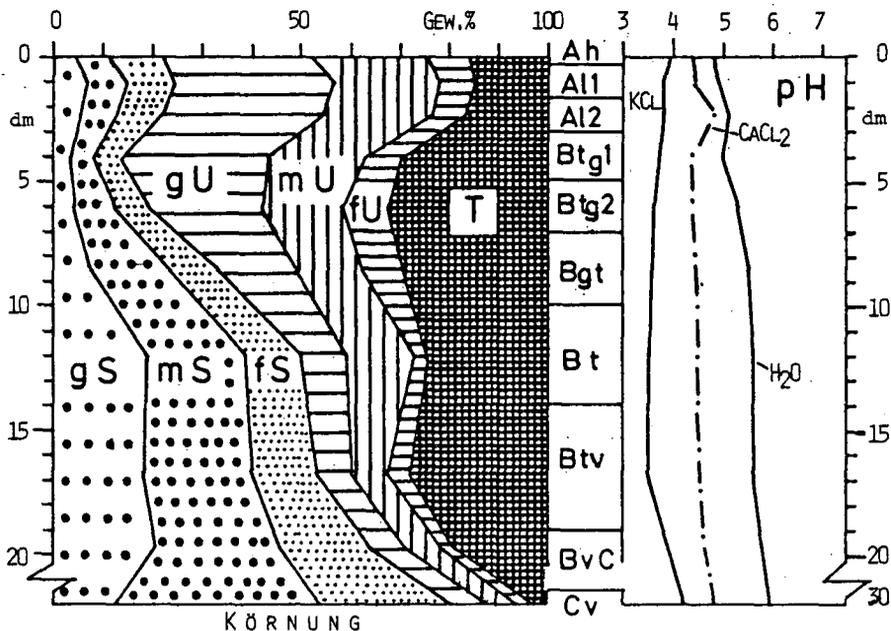
Substrat und Schichtaufbau

Decksediment (Gneis-Löss-Fließerde) ca. 30 cm mächtig mit deutlicher Körnungs- ($\bar{Q}_K = 1.66$) und Mineralbestandsgrenze ($\bar{Q}_M = 1.30$) an Hauptfolge (Gneis-Löss-Fließerde) ca. 70 - 110 cm mächtig grenzend. Grenze zur Basisfolge (lössbeeinflusste Gneisfließerde) ebenfalls durch Körnung ($\bar{Q}_K = 2.09$) und Mineralbestand ($\bar{Q}_M = 1.32$) betont. Übergang in Gesteinszersatz (2 - 3 m tief) mit deutlicher Körnungsgrenze ($\bar{Q}_K = 2.08$, $\bar{Q}_M = 1.12$). Vorhandensein von altem Verwitterungsschutt typisch für Schwarzwaldfußzone, sonst selten.

Bodenentwicklung

Bilanzierung pedogener Prozesse nach Rekonstruktion des Ausgangszustands möglich (MAUS und STAHR 1977, STAHR 1978).

Humusakkumulation mäßig (16 kg/m^2), davon 11 kg/m^2 im A_h - A_1 -Bereich (= Decksediment).



Profil Gundelfingen A1

- 129 -

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2µ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ah	0- 5	20	10	30	-	10	-	15	5	5
All	- 15	20	5	30	-	15	-	20	5	5
Al2	- 30	15	10	35	-	15	-	20	5	-
Btg1	- 50	15	15	35	-	5	Sp	35	5	-
Btg2	- 70	20	15	20	5	Sp	5	30	5	-
Bgt	-100	15	20	10	15	Sp	5	35	Sp	Sp
Bt	-140	30	15	5	30	-	-	20	Sp	Sp
Btv	-190	30	15	5	30	-	-	20	-	-
BvC	-230	30	15	-	35	-	-	20	-	-
Cv	>300	35	25	-	20	-	-	20	-	Sp

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Ah	1	1.1	0.90	2.61	7.9	1.2	4.8	3.1	1.5	.06	.14	1.2
All	1	1.5	1.24	2.65	4.9	1.1	2.6	1.7	.9	.02	.00	1.0
Al2	1	1.2	1.39	2.69	4.3	.9	2.3	1.4	.9	.01	.03	.7
Btg1	10	.4	1.49	2.69	7.4	2.0	5.0	2.3	2.6	.01	.04	1.9
Btg2	10	.5	1.67	2.65	8.8	1.3	6.7	3.0	3.6	.01	.11	1.1
Bgt	15	1.1	1.70	2.66	8.5	.9	6.6	2.9	3.6	.01	.13	.8
Bt	15	4.4	1.68	2.62	7.9	.7	7.0	3.5	3.3	.01	.17	.5
Btv	30	3.4	1.63	2.69	14.	.9	8.8	4.9	3.7	.01	.16	.7
BvC	30	3.3	1.62	2.69	11.	.3	7.0	4.2	2.7	.01	.14	.1
Cv	99	2.4	1.58	2.69	4.5	.1	2.9	1.8	1.0	.01	.11	.0

Hor.	----- % o = mg/g -----										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Ah	.89	2.96	10.7	21.3	.410	.53	.73	1.4	52.1	.4	348
All	.73	3.16	11.0	21.8	.245	.54	.74	1.0	55.0	.4	361
Al2	.49	3.06	11.6	23.3	.160	.51	.76	.9	57.0	.4	365
Btg1	.27	2.25	22.5	35.4	.070	.25	.50	.2	66.4	.2	319
Btg2	.20	1.51	23.8	35.2	.060	.28	.47	.0	71.3	.4	345
Bgt	.20	1.32	21.8	33.0	.025	.16	.35	.0	73.3	.6	345
Bt	.18	1.19	20.4	32.9	.050	.12	.30	.8	78.0	.2	339
Btv	.17	.97	23.3	40.8	.025	.07	.22	.9	83.8	.3	325
BvC	.13	.85	27.6	41.9	.025	.16	.30	1.0	85.8	.3	320
Cv	.11	.67	14.0	26.1	.020	.14	.24	.8	80.0	.4	341

Hor.	----- % o = mg/g -----							
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL
Ah	10.7	10.5	2.8	4.3	.500	3.2	.465	82
All	11.8	11.3	2.3	4.3	.455	3.2	.478	47
Al2	11.7	10.8	2.2	4.6	.395	3.2	.472	31
Btg1	8.4	10.8	1.8	5.4	.345	3.8	.387	35
Btg2	6.6	10.5	1.3	4.8	.270	3.8	.360	38
Bgt	6.0	11.0	1.3	4.4	.265	4.2	.364	40
Bt	8.0	12.8	1.5	4.7	.200	4.3	.318	37
Btv	9.9	14.2	1.6	5.3	.350	3.6	.216	40
BvC	12.1	18.2	1.1	4.4	.380	4.0	.220	40
Cv	10.4	20.7	1.5	4.0	.420	3.8	.248	27

Starke Entbasung bei unsicherer Bilanzgrundlage (Grad der Gneisverwitterung).

Verluste im Vergleich zum Durchschnitt von 13 terrestrischen Gneisprofilen

hoch bis sehr hoch: Na = 34 (25) %; K = 28 (12) %

Ca = 81 (26) %; Mg = 38 (21) %.

Gesamter Basenverlust wegen großer Entwicklungstiefe bei geringem Skelettgehalt sehr hoch (3.2 kval/m^2).

Hoher Anteil des Fe durch Verwitterung und Verbraunung freigesetzt (31 % von $\text{Fe}_t = 10 \text{ g/kg}$).

Sehr hohe Tonneubildung ($280 \text{ kg/m}^2 = 76 \text{ g/kg}$) bei sehr hoher Gesamt-Tonmenge (910 kg/m^2); Tonbildung durch Vorverwitterung und hydromorphen Einfluß begünstigt.

Gehalt der Fe-Oxide in Basisfolge und besonders in Zersatzzone relativ hoch gegenüber Tongehalt (Fe-Oxid-Bildung läuft Tonbildung voraus). Trotz niedriger pH-Werte noch keine Al-Verlagerung oder gar Podsolierung nachweisbar. Qualitativ und quantitativ starke Veränderung des Profils durch Tonverlagerung. Verlagerte Tonmenge bis 1 m Tiefe ca. 40 kg/m^2 . Aufgrund der Profilmorphologie Tonverlagerung auch in größerer Tiefe wahrscheinlich einphasig?

Tonmineralumwandlung durch Smectitentstehung dominiert (Löseinfluß!).

Mg-Chlorit eindeutig lößbürtig, Vermiculit aus Gneisverwitterung. Wechselagerung überwiegend chloritisch, auch sekundäre Chloritschichten.

Standortseigenschaften

Phys. Flachgründigkeit durch aktuelle Durchwurzelung (auch im Wald) belegt, mechanische Gründigkeit durch Einlagerungsverdichtung im Bgt ebenfalls begrenzt. nFK für den Wurzelraum nur gering (75 mm); trotz relativ hoher Niederschläge der Vegetationsperiode regelmäßig Trockenperiode im Herbst (Wasserdefizit ca. 200 mm in Vegetationsperiode). Luftmangel tritt im Frühjahr regelmäßig auf (Luftkapazität 5 %); mittlerer N-Vorrat bei durchschnittlichem C/N-Verhältnis ($A_h = 15$); gute N-Versorgung wahrscheinlich; mittlerer P-Vorrat bei engem C/P-Verhältnis ($A_h = 71$) und guter Verfügbarkeit $\text{pH} = 4 - 5$.

Hohe bis sehr hohe Basenvorräte sind wegen überwiegend silikatischer Bindung nur langsam mobilisierbar.

PROFIL EBNET A 2

A 2

ORT: Gemeindewald Ebnet, .
zwischen Horngrund und Ochsenlager

TOP.KARTE: 7913 Freiburg NE, R: 34 19 425
1 : 25 000 H: 53 19 525

HÖHE: 515 m

LANDSCHAFT: Mittlerer Schwarzwald

RELIEF: gerader Mittelhang, 45 % S

NAT. VEGETATION: Hainsimsen-Eichen-Buchenwald
(Luzulo-Fagetum mit Quercus-
petrea)

NUTZUNG: Fichten-Tannen-Forst mit Eiche, Buche
und Kiefer

GESTEIN: mächtige Fließerden aus Paragneis bis
Metatexit mit geringer Lößbeimengung

BODENTYP: Parabraunerde - Braunerde

HUMUSFORM: Moder

STANDORTSBEURTEILUNG:
tiefgründig und gut bis mäßig durchwur-
zelbar, mäßig frisch, sehr gut durch-
lüftet, mäßige N und P-Versorgung,
durch hohe Vorräte gute Basenversor-
gung.

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe-
sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung

Ol 4- 3 cm Laub und Nadelstreu

Ofh 3- 0 cm fließende Übergänge zwischen den gering-
mächtigen Lagen der Humusauflage,
5YR 2, 5/1, -, -, sehr locker, sehr stark
durchwurzelt.

Ahl 0- 15 cm Decksediment, 2, 5 Y 4/4, krümelig-singulär,
-, sehr locker, stark durchwurzelt.

Blv - 35 cm Decksediment, 2, 5 Y 5/6, subpolyedrisch, -,
locker, stark durchwurzelt.

Btv - 65 cm Hauptfolge, 10YR 5/7, subpolyedrisch bis
polyedrisch, Tonbeläge, mäßig dicht, mäßig
durchwurzelt.

BvC -100 cm Basisfolge, 10 YR 5/6, singulär-köhärent,
eingeregelt Steine, Parallel-Textur,
Schluffkappen, sehr dicht, nicht durchwur-
zelt.

Cv1 -140 cm dto., nicht durchwurzelt

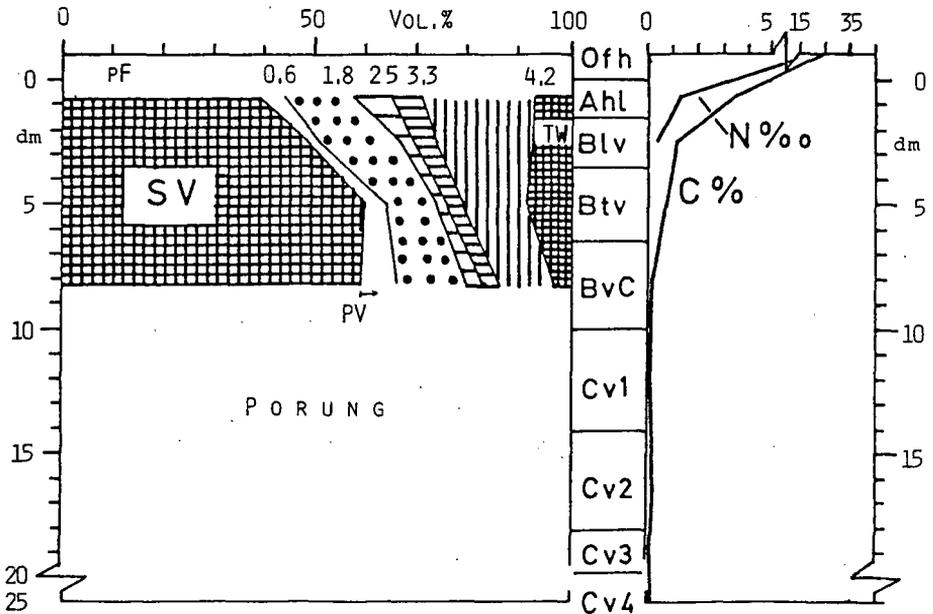
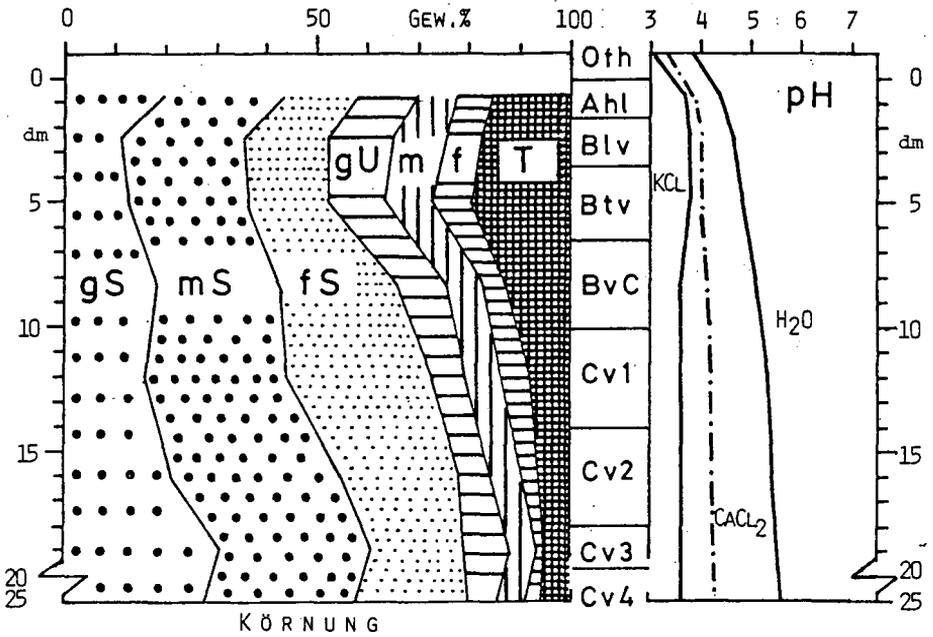
Cv2 -180 cm dto., 10YR 5/5, dto.

Cv3 -205 cm Basisfolge, 10YR 5/6, singulär, eingere-
gelte Steine, Sandlinse, dicht nicht durch-
wurzelt.

Cv4 - 250 Basisfolge, 10YR 5/6, singulär-kohärent,
eingeregelt Steine, paralleltexturiert, sehr
dicht, nicht durchwurzelt.

131

PROFIL EBNET A 2



Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ - Fraktion									
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F	
Ofh	3- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ahl	0- 15	20	-	-	10	Sp	60	-	5	5	
Blv	- 35	20	-	-	5	Sp	65	-	5	5	
Btv	- 65	25	-	-	5	Sp	55	-	5	10	
BvC	-100	15	10	-	-	15	30	15	5	10	
Cv1	-140	15	10	-	-	10	40	20	-	5	
Cv2	-180	15	10	-	-	10	40	15	-	10	
Cv3	-205	20	15	-	15	10	25	15	-	-	
Cv4	-250	10	10	-	20	10	20	20	Sp	5	

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff}			mval/100 g		K	Na	Al
	St	FSK	RG	d	T	H	S	CA	Mg			
Ofh	-	-	-	-	16.0	6.1	6.0	4.1	1.4	.21	.25	5.4
Ahl	15	20.5	1.01	2.56	4.4	4.2	.2	.0	.1	.01	.14	4.6
Blv	15	26.6	1.28	2.61	2.7	2.4	.3	.2	.1	.01	.06	2.5
Btv	30	35.0	1.63	2.70	3.1	2.8	.3	.1	.1	.01	.10	3.0
BvC	70	53.6	1.62	2.73	3.9	2.7	1.2	.2	.8	.01	.17	2.7
Cv1	90	62.6	-	-	3.7	1.8	1.9	.1	1.6	.01	.23	1.8
Cv2	90	68.2	-	-	4.1	1.6	2.5	.2	2.2	.01	.17	1.5
Cv3	90	59.8	-	-	6.0	1.6	4.4	.3	3.9	.01	.19	1.4
Cv4	90	62.6	-	-	4.8	.9	3.9	.4	3.3	.01	.30	.8

----- %o = mg/g -----

Hor.	%o = mg/g											
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t	
Ofh	1.54	2.26	11.4	17.9	.150	.12	.29	1.9	38.2	.5	-	
Ahl	1.04	2.76	17.7	35.5	.010	.02	.28	2.7	74.7	1.0	311	
Blv	.53	2.25	16.2	34.1	.005	.02	.25	2.0	73.0	.9	332	
Btv	.42	2.01	17.4	38.0	.005	.02	.28	1.7	77.0	.9	327	
BvC	.14	.85	18.5	49.9	.010	.02	.39	1.6	90.7	1.2	299	
Cv1	.12	.73	18.8	58.9	.010	.04	.49	1.6	89.2	1.4	299	
Cv2	.08	.51	22.0	58.8	.020	.06	.50	.9	88.2	1.0	295	
Cv3	.08	.49	17.4	39.8	.020	.07	.39	.8	74.8	.6	333	
Cv4	.10	.64	21.0	49.2	.030	.11	.54	.8	90.8	.4	309	

----- %o = mg/g -----

Hor.	%o = mg/g							GVL
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	
Ofh	6.9	7.2	4.2	3.6	.525	2.4	.236	-
Ahl	12.8	13.9	3.4	6.5	.350	5.4	.315	84
Blv	11.4	13.3	4.0	6.8	.225	4.8	.322	47
Btv	11.4	13.3	3.1	8.9	.250	5.2	.295	43
BvC	20.0	12.8	2.9	12.8	.300	6.7	.246	44
Cv1	15.8	15.1	3.4	14.1	.332	6.8	.217	33
Cv2	16.9	14.9	2.4	13.2	.390	6.5	.233	44
Cv3	13.2	9.8	.8	8.7	.337	5.0	.207	38
Cv4	14.6	17.1	2.7	12.1	.412	6.4	.208	24

Erläuterungen zu Profil A 2

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Periglazialgebiet der letzten Eiszeit; präwürmzeitliche Böden und Verwitterungsbildungen soweit bekannt abgetragen; Entstehung eines vollständigen Fließerdezyklus unter Beteiligung von Fernlöß. Soweit bekannt, altes Waldgebiet (herrschaftlicher Waldbesitz) - frühere landwirtschaftliche Nutzung auch wegen Relief unwahrscheinlich.

Bodengesellschaft

Parabraunerde - Braunerde an Hängen weit verbreitet in allen Expositionen; auf Rücken flachgründigere Varianten, Parabraunerde-Merkmale hangab zunehmend; in Dellen und an Unterhängen schwache Pseudovergleyung häufig; in Rinnen Hanggleye; in Tälern kalkfreie Gleye und Vegen.

Substrat und Schichtung

Typische Abfolge Decksediment/Hauptfolge/Basisfolge; Lößanteile nur in Hauptfolge und Decksediment; Übergang Decksediment/Hauptfolge gleitend und deutliche Struktur-, Körnungs- ($\bar{Q}_K = 1.47$) und Mineralbestandegrenze ($\bar{Q}_M = 1.31$) zur Basisfolge; Basisfolge durch Sandlinsen unterteilt.

Bodenentwicklung

Mittlere Anreicherung von Humus 20 kg/m^2 aber nur 1 kg/m^2 in Auflage und 7 kg/m^2 in Humushorizonten.

Durchschnittliche bis unterdurchschnittliche Basenverluste

Na 14 (25) %; K 12 (12) %

Ca 15 (26) %; Mg 17 (21) %

durch hohe Skelettgehalte bedingt; trotzdem starke Versauerung; (Ausgangsgelalte = 100 % gesetzt, in Klammer Vergleich zu Durchschnitt von 13 terrestrischen Gneisstandorten).

Gesamter Basenverlust wegen hoher "Entwicklungstiefe" hoch (1.1 kвал/m^2).

Starke Verbraunung setzt ca. 20 % des silikatischen Fe frei (5 g/kg).

Durchschnittliche bis hohe Verlehmung (58 kg/m^2 Tonneubildung) bei hoher Gesamtmenge an Ton (195 kg/m^2). Im Verhältnis zur Höhenstufe und auf die Masse bezogen nur geringe Tonneubildung (18 g/kg). In Basisfolge gegenüber

Tonneubildung starke Verbraunung. Verhältnis Fe_d : Ton = 0.29.

Tonverlagerung qualitativ und quantitativ noch sehr deutlich. Verlagerte Tonmenge ca. 4 kg/m^2 . Tonanreicherung in Dünnschliff auch noch im BvC-Horizont erkennbar.

Keine Al-Verlagerung oder Al-Verluste erkennbar (Bilanz 96 %).

Tonmineralumwandlung

Verwitterung von Illit. Neubildung von Al-Chlorit und wenig Vermikulit.

Standortseigenschaften

Gründigkeit durch dichte, steinreiche Basisfolge begrenzt; Durchwurzelbarkeit auch im Btv durch Steingehalt und relativ dichte Lagerung bereits eingeschränkt.

Nutzbare Speicherkapazität des Wurzelraumes 135 mm.

Maximal pflanzenverfügbares Wasser und potentielle Evapotranspiration etwa ausgeglichen (ca. 700 mm). Wasserversorgung deshalb immer gut bis ausreichend. Durchlüftung nicht begrenzt. Geringe bis mittlere N-Vorräte (450 g/m^2) bei weitem C/N-Verhältnis und ungünstige Humusform möglicherweise wachstumsbegrenzend.

P-Versorgung bei hohem Vorrat im Wurzelraum (170 g/m^2) und engem C/P-Verhältnis im $A_h = 100$ nicht begrenzend.

Basenvorräte im Wurzelraum etwa durchschnittlich wie Ton und Humusvorrat ($K = 8,5 \text{ kg/m}^2$, $Ca = 2,3 \text{ kg/m}^2$, $Mg = 4,9 \text{ kg/m}^2$), wegen niedriger pH-Werte ausreichende Versorgung zu erwarten.

PROFIL ST.MÄRGEN A 3

A
3

ORT: Wanderparkplatz unterhalb
Hummelmühle an der Straße Wagensteig-
St. Märgen

TOP. KARTE: 7914 St. Peter, R: 34 31 400
1:25 000 H: 53 19 075

HÖHE: 740 m

LANDSCHAFT: Mittlerer Schwarzwald

RELIEF: gerader Unterhang, 63 % SE

NAT. VEGETATION: artenreicher Waldschwingel-
Tannen-Buchenwald (Abieti-
Fagetum)

NUTZUNG: Tannen-Buchen-Fichten-Mischwald

GESTEIN: Fließerdien aus Paragneis-Metatexit

BODENTYP: Braunerde

HUMUSFORM: Mull

STANDORTSBEURTEILUNG:

sehr tiefgründig und gut - sehr gut
durchwurzelbar, frisch, gut bis sehr
gut durchlüftet gute bis sehr gute N,
P und Basenversorgung.

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefüge-
besonderheiten, Dichte, Durchwurzelung

Ah ₁	0- 3 cm	Hauptfolge, 10YR 3/1, krümelig bis subpolyedrisch, -, sehr locker, sehr stark durchwurzelt.
Ah ₂	- 10 cm	Hauptfolge, 10 YR 3/2, krümelig bis subpolyedrisch, -, sehr locker, sehr stark durchwurzelt.
AhBv ₁	- 20 cm	Hauptfolge, 10YR 3/3, subpolyedrisch, sehr locker, stark durchwurzelt.
AhBv ₂	- 40 cm	Hauptfolge, 10 YR 4/3, subpolyedrisch-Wurmrohren, sehr locker, sehr stark durchwurzelt.
Bv ₁	- 70 cm	Hauptfolge, 10YR 4/4, feinkoaguliert-subpolyedrisch, -, locker, stark durchwurzelt.
Bv ₂	-100 cm	Hauptfolge, 10 YR 5/5, feinkoaguliert - subpolyedrisch, -, locker, stark durchwurzelt.
BvC ₁	-135 cm	Basisfolge, 10 YR 5/5, Einzelkorngefüge, eingeregelt Steine, Schluffkappen, Paralleltexur, dicht, gering durchwurzelt,
BvC ₂	-165 cm	dto.
Cv	165 cm	Zerfallszone, 10YR 5/4, Einzelkorngefüge, Schluffkappen, Sandlinsen, dicht, sehr gering durchwurzelt.

Erläuterungen zu Profil A 3

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Periglazialgebiet der letzten Kaltzeit; Abtragung älterer Böden und Verwitterungsbildungen; der Höhenstufe entsprechend typische Ausbildung der Schuttfolgen, Lössanwehung nur sporadisch bzw. wieder erodiert. Nutzung zwischenzeitlich als Weide, sehr frühe Wiederaufforstung ca. 1800 - 1830.

Bodengesellschaft

Humusform der Braunerden mit Mächtigkeit der Hauptfolge korreliert. Bei mittleren Mächtigkeiten (~ 50 cm) häufig Moder, bei geringen Mächtigkeiten (ca. 30 cm) auch Rohhumus und dann häufig Ausprägung von Sauerbraunerden (A 4). Bei Auftreten der Deckfolge oder auf Rücken zum Teil auch podsolige Braunerden. Humusform kaum an Exposition gebunden. Auf Hochflächen und an den Hängen häufig lithogen rötliche Braunerden (Ranker und Syrosene kleinflächig am Hang). Alle bisher untersuchten Profile dieses Raumes haben Al-Verlagerung. In Rinnen und Tälern Naßgleye, Anmoore und "Wässerwiesen".

Substrat und Schichtung

Schichttyp Hauptfolge/Basisfolge/Zerfallszone in dieser Höhenstufe weit verbreitet. Schichtübergänge gleitend und nur durch Körnung und Lagerung betont; im Mineralbestand trotz Fernlößbeimengung von ca. 10 % in Hauptfolge weitgehend homogenes Profil.

Bodenentwicklung

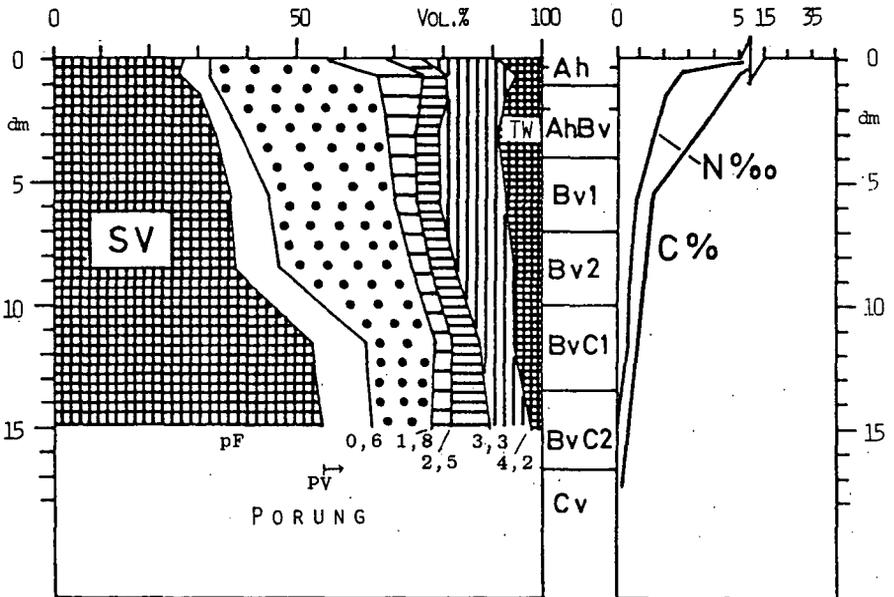
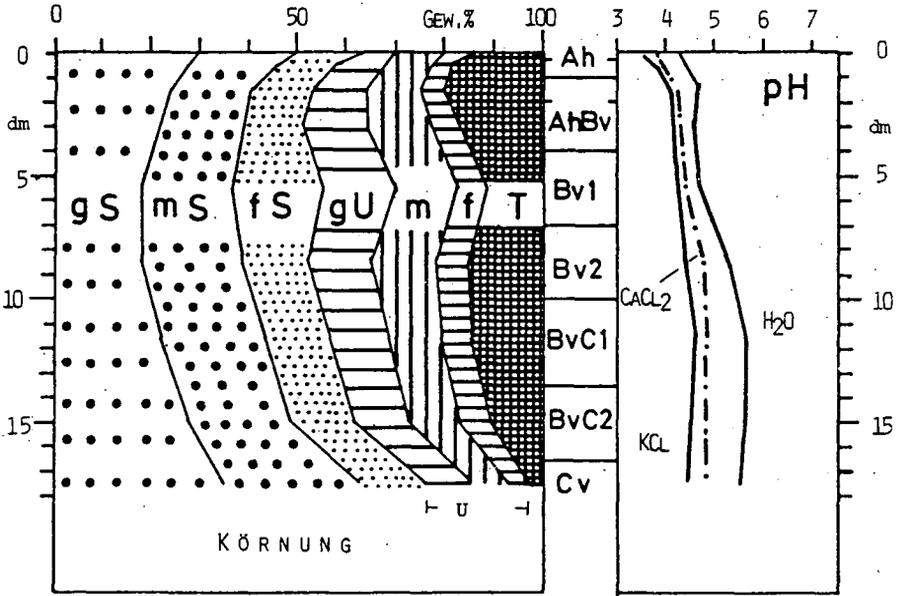
Hohe Humusakkumulation (34 kg/m^2); davon 17 kg/m^2 in den Humushorizonten. Mächtiger Humuskörper mit gleichmäßiger Abnahme der C-Gehalte nach unten.

Durchschnittliche Basenverluste Na 30 (25) %; K 10 (12) %;
Ca 17 (26) %; Mg 3 (21) %

bei Ausgangsmenge = 100 % gesetzt, in Klammer durchschnittliche Verluste 13 terrestrischer Gneisstandorte; geringe Verluste an Mg, Mg-Chloritanteil ist aber nicht überdurchschnittlich; Gesamtverlust an Basen $0,8 \text{ kвал/m}^2$.

Verbraunung mittel bis hoch, wobei 14 % (= 4 g/kg) des gesamten Fe freigesetzt.

PROFIL ST. MÄRGEN A 3



Profil St. Märgen A3

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 u-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ah1	0- 3	25	-	-	-	25	50	-	-	-
Ah2	- 10	40	-	-	-	-	60	-	-	-
AhBv1	- 20	40	5	5	-	5	35	10	Sp	Sp
AhBv2	- 40	30	10	5	-	15	20	20	-	-
Bv1	- 70	30	10	5	-	10	20	25	-	-
Bv2	-100	20	5	10	-	10	15	35	Sp	5
BvC1	-135	20	5	Sp	-	10	10	50	Sp	5
BvC2	-165	25	10	-	-	15	-	50	Sp	Sp
Cv	>165	20	10	5	-	10	-	50	10	5

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _S ^{eff}			mval/100 g				
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Ah1	20	33.5	0.64	2.42	8.2	5.0	.9	.5	.3	.05	.06	6.3
Ah2	20	36.5	0.66	2.56	5.8	2.1	.3	.2	.1	.02	.03	5.1
AhBv1	20	34.5	0.80	2.61	3.1	2.1	.2	.1	.1	.01	.03	2.8
AhBv2	20	36.1	0.88	2.70	2.2	1.7	.1	.0	.0	.00	.05	1.9
Bv1	20	26.1	1.00	2.79	1.8	.8	.1	.0	.0	.01	.04	1.5
Bv2	40	31.9	1.02	2.79	1.0	.3	.2	.1	.0	.02	.06	.5
BvC1	40	40.9	1.48	2.80	.8	.1	.2	.0	.2	.00	.09	.1
BvC2	70	44.2	1.52	2.80	.7	.1	.2	.0	.1	.01	.06	.1
Cv	70	56.4	-	-	.6	.4	.1	.0	.1	.00	.01	.0

----- %o = mg/g -----

Hor.	Fe				Mn			Al		Si	
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Ah1	3.97	6.67	15.2	37.5	.015	.26	.57	4.3	65.6	.2	261
Ah2	3.41	7.28	15.4	40.0	.110	.38	.66	5.5	71.2	.4	297
AhBv1	3.42	8.23	17.8	48.8	.095	.48	.78	7.1	78.2	.8	292
AhBv2	1.97	7.17	17.6	45.2	.060	.51	.85	8.6	82.0	1.1	298
Bv1	.69	6.59	15.8	44.2	.035	.44	.79	9.6	86.7	1.8	310
Bv2	.54	4.83	14.8	43.0	.040	.34	.77	10.2	88.5	2.6	311
BvC1	.28	3.47	12.8	43.2	.015	.22	.66	9.2	90.9	2.4	313
BvC2	.21	2.47	11.2	42.2	.020	.21	.68	5.9	87.7	1.8	316
Cv	.11	1.01	11.7	39.4	.015	.19	.59	3.0	81.6	1.0	327

----- %o = mg/g -----

Hor.	Na, K, Ca, Mg, P, Ti, Zr, GVL							
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL
Ah1	7.0	11.6	2.6	7.4	.955	4.6	.265	217
Ah2	8.3	12.2	1.8	8.4	.722	4.6	.274	122
AhBv1	7.9	13.0	3.6	8.9	.852	4.6	.290	105
AhBv2	7.8	13.0	2.8	9.4	.910	4.7	.289	89
Bv1	8.2	13.6	4.3	9.9	.865	4.7	.294	53
Bv2	9.4	14.4	4.1	11.0	.880	5.4	.301	43
BvC1	10.1	15.3	3.8	11.3	.885	6.0	.309	33
BvC2	10.1	5.6	4.0	11.2	.725	5.4	.322	34
Cv	11.0	16.0	5.0	10.6	.485	4.4	.261	25

Tonneubildung ebenfalls durchschnittlich ($44 \text{ kg/m}^2 = 20 \text{ g/kg}$). In Zerfallszone Verbraunung deutlich ohne stärkere Tonbildung.

Tonverlagerung noch nachweisbar, Umlagerung aber weniger als 1 kg/m^2 .

Al-Umlagerung bereits gut erkennbar mit ca. 2 kg/m^2 aber noch relativ unbedeutend; nicht ausschließlich durch Ton erklärbar.

Tonmineralumwandlung durch Illit und Chloritverwitterung gekennzeichnet; Neubildungen ausschließlich Al-Chlorit.

Standortseigenschaften

Mechanische und physiologische Gründigkeit sehr hoch (ca. 14 dm), Durchwurzelbarkeit bis 1 m nicht eingeschränkt.

Nutzbare Speicherleistung des Wurzelraumes hoch (155 mm), durch hohe Niederschläge tritt bereits ein Wasserüberschuß von ca. 200 mm in der Vegetationsperiode auf, d.h. bei gleichmäßiger Niederschlagsverteilung wird die Feldkapazität nicht unterschritten. Durchlüftung nicht eingeschränkt.

Hoher N-Vorrat (960 g/m^2) bei durchschnittlichem C/N-Verhältnis ($A_n = 22$).

Sehr hohe P-Vorräte (820 g/m^2) bei engem C/P-Verhältnis ($A_n = 103$). Hohe Basenvorräte ($K = 13 \text{ kg/m}^2$, $Ca = 3.5 \text{ kg/m}^2$, $Mg = 10 \text{ kg/m}^2$).

PROFIL WAGENSTEIG A 4

A
4

ORT: Alter Steinbruch bei der Büblesäge
an der Straße Wagensteig-St. Märgen

TOP.KARTE: 7914 St. Peter, R: 34 32 225
1 : 25 000 H: 53 18 627

HÖHE: 800 m

LANDSCHAFT: Mittlerer Schwarzwald

RELIEF: gerader Mittelhang, 56 % S

NAT. VEGETATION: artenarmer Hainsimsen-
Tannen-Buchenwald (Luzulo-
Fagetum montanum)

NUTZUNG: Tannen-Buchenforst mit Fichte

GESTEIN: Fließerden aus Paragneis Metatexit

BODENTYP: Sauerbraunerde

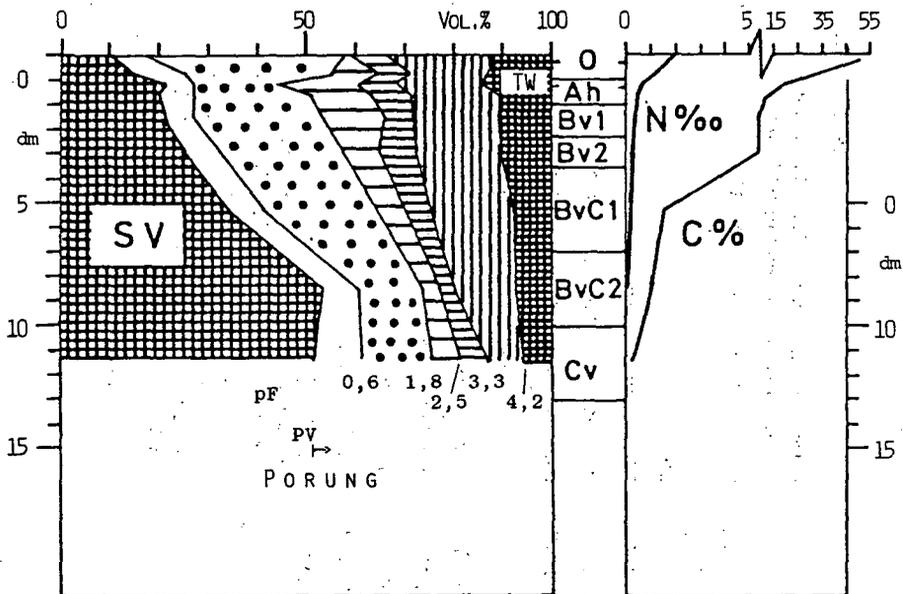
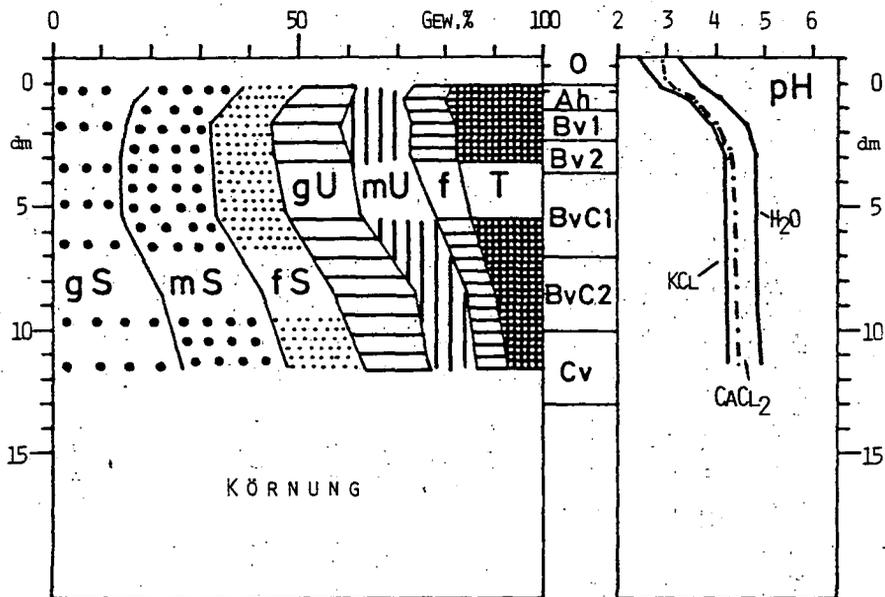
HUMUSFORM: Rohhumus

STANDORTSBEURTEILUNG:
phys. flachgründig und sehr gut
durchwurzelbar, mäßig frisch
(wechselfrisch!), gut zeitweise
mäßig durchlüftet, schlechte N-Ver-
sorgung, geringe P und Basenvorräte
im Wurzelraum.

PROFILBESCHREIBUNG:
Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefüge-
besonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

O1	11-10 cm	Nadelstreu mit Buchenblättern
Of	10- 5 cm	-, 5 YR 2.5/1, locker, verfilzt, mit vielen Wurzelresten, stark durchwurzelt, meist scharf begrenzt.
Oh	5- 0 cm	-, 7,5 YR 2.5/0, schmierig, trocken blockig, mit einzelnen Bleichkörnern, sehr locker, sehr stark durchwurzelt (Hauptwurzelzone).
Ah	0- 3 cm	Hauptfolge, 10 YR 2.5/1, fein koaguliert, -, sehr locker, sehr stark durchwurzelt.
AhBv	-10 cm	Hauptfolge, 5 YR 3/1, feinkoaguliert, -, sehr locker, stark durchwurzelt.
Bv1	-23 cm	Hauptfolge, 7.5 YR 3/2, griesig, -, lok- ker, mäßig durchwurzelt.
Bv2	-35 cm	Hauptfolge, 7.5 YR 4/4, griesig bis subpolyedrisch, Paralleltextrur, mäßig dicht, gering durchwurzelt.
BvC1	-70 cm	Basisfolge, 10 YR 5/5, kohärent, einge- regelte Steine, paralleltextruriert, dicht, gering durchwurzelt.
BvC2	-100 cm	Basisfolge, 10 YR 5/4, kohärent, einge- regelte Steine, paralleltextruriert, Schluffkappen, sehr dicht, sehr gering durchwurzelt.
Cv	-130 cm	Basisfolge, 10 YR 5/4, Einzelkorngefüge, eingeregelte Steine, Paralleltextrur, Schluffkappen, sehr dicht, nicht durch- wurzelt.

PROFIL WAGENSTEIG A 4



Profil Wagensteig A4

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ -Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Of	10- 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oh	5- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah	0- 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AhBv	- 10	20	5	10	-	10	10	40	Sp	5
Bv1	- 23	20	-	-	-	10	60	-	5	5
Bv2	- 35	20	-	-	-	Sp	70	-	5	5
BvC1	- 70	25	-	10	5	15	25	10	5	5
BvC2	-100	15	5	10	-	15	10	30	10	5
Cv	-130	15	5	10	-	10	10	30	10	10

Hor.	% v. Gesb. g/cm ³ Gesb.				AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Of	-	-	0.19	1.76	21.4	11.8	9.5	6.0	3.2	.17	.16	5.8
Oh	-	-	0.32	2.07	17.8	14.6	2.0	.6	1.2	.05	.05	11.1
Ah	5	34.3	0.51	2.41	16.2	15.7	.5	.0	.4	.03	.04	13.8
AhBv	15	28.0	0.47	2.34	11.7	11.5	.2	.0	.2	.02	.03	11.5
Bv1	15	30.8	0.51	2.46	5.9	5.8	.1	.0	.1	.01	.02	6.1
Bv2	40	51.4	0.63	2.54	1.9	1.9	.0	.0	.0	.00	.00	1.8
BvC1	60	50.5	0.91	2.67	.9	.9	.0	.0	.0	.00	.00	.7
BvC2	70	50.1	1.45	2.74	.7	.7	.0	.0	.0	.00	.00	.5
Cv	70	49.0	1.44	2.81	.5	.5	.0	.0	.0	.00	.00	.3

----- %o = mg/g -----

Hor.	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Of	1.28	1.98	3.6	6.5	.030	.01	.05	2.0	7.8	.1	-
Oh	3.66	4.23	9.6	14.5	.020	.01	.07	3.4	33.4	.0	-
Ah	11.02	12.64	20.0	32.5	.020	.01	.15	4.8	51.0	.4	223
AhBv	11.13	17.26	25.4	36.5	.015	.01	.18	7.5	60.2	.3	265
Bv1	8.25	14.86	23.7	34.2	.015	.02	.21	14.9	69.4	.9	267
Bv2	3.32	9.46	18.6	40.5	.015	.03	.34	18.4	84.4	2.6	252
BvC1	.76	4.38	12.2	42.8	.015	.04	.44	9.9	88.8	2.0	306
BvC2	.28	1.92	12.0	44.0	.015	.04	.48	6.0	82.8	1.4	316
Cv	.17	1.88	11.0	45.0	.010	.04	.48	4.7	88.9	1.4	311

----- %o = mg/g -----

Hor.	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL
Of	1.5	1.0	3.2	1.0	.840	.6	.059	-
Oh	5.8	5.6	1.6	1.9	.860	2.0	.212	-
Ah	9.0	8.6	2.6	4.6	.688	3.4	.228	340
AhBv	8.4	8.1	1.8	4.5	.575	3.6	.241	230
Bv1	8.6	8.0	1.9	5.8	.630	3.8	.251	209
Bv2	11.0	10.0	2.7	8.7	.490	4.6	.269	192
BvC1	11.4	11.8	2.6	11.4	.385	5.2	.302	57
BvC2	12.8	13.5	3.4	13.2	.415	5.2	.283	38
Cv	14.1	14.3	4.8	13.2	.405	5.0	.242	32

Erläuterungen zu Profil A 4

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Landschaftsgeschichte wie A 3; soweit bekannt, wurde das Gebiet nie landwirtschaftlich genutzt; die Zusammensetzung der Vegetation weicht nicht grundsätzlich von der potentiellen natürlichen Vegetation ab.

Bodengesellschaft

Sauerbraunerden gehören noch zur selben Bodengesellschaft wie Mullbraunerde A 3; ihr Auftreten ist an geringmächtige oder sehr geringmächtige Hauptfolge über sehr dichter und/oder sehr sandig-steiniger Basisfolge gebunden. Sauerbraunerden häufig an Oberhängen und auf Kuppen, größte Verbreitung erst in Höhen über 1000 m im Periglazialgebiet. Sauerbraunerden fast ausschließlich mit Rohhumus; Rohhumus aber auch auf tiefgründigeren Braunerden möglich.

Substrat und Schichtung

Schichttyp wie A 3 mit stark veränderter Mächtigkeit; Schichtgrenze gleitend; Grenze Hauptfolge/Basisfolge überwiegend durch Struktur betont ($\bar{Q}_K = 1.13$, $\bar{Q}_M = 1.04$) in der Basisfolge dagegen deutliche Körnungsgrenze ($\bar{Q}_K = 1.56$ zwischen BvC₁ und BvC₂). Im Mineralbestand wiederum wenig heterogenes Profil; in Hauptfolge noch ca. 10 % Fernlöß.

Bodenentwicklung

Sehr hohe Humusanreicherung von 44 kg/m²; davon 14 kg in der Humusauflage und nur 8 kg im Ah-AhBv-Bereich. Ein übriger Teil bereits verlagert und an Fe-Oxiden im Bv gefällt (?).

Durchschnittliche Basenverluste Na 21 (25) %, K 13 (12) %,
Ca 29 (26) %, Mg 12 (21) %.

Bei Ausgangsmenge = 100 %, Vergleichszahlen von 13 terrestrischen Gneisprofilen in Klammer. Gesamte Basenverluste nur 0,5 kвал/m² und damit ähnlich niedrig wie bei Humusbraunerden. Im obersten Profilbereich aber auf die Bodenmasse bezogen, sehr hohe Basenverluste, wodurch starke Versauerung erklärbar wird.

Fe-Freisetzung durch Verwitterung und Verbraunung etwa gleich wie bei A 3. (13 % des Fe_t = 3 g/kg), im Oberboden wesentlich stärker als im Unterboden.

Tonneubildung durch Verlehmung niedrig ($14 \text{ kg/m}^2 = 13 \text{ g/kg}$) bei Gesamtmenge von 72 kg/m^2 Ton. Im Tonmaximum (AhBv) aber gleiche Bildungsrate wie A 3 (ca. 180 %).

Im Oberboden und Unterboden gleiche Verhältnisse von Tongehalt und Fe-Oxid; Verbraunung und Tonbildung laufen synchron!

Keine Tonverlagerung mehr feststellbar!

Al-Verlagerung 1 kg/m^2 aus 2 dm-Verarmungsbereich. Fe-Verlagerung (Podsolierung) noch nicht nachweisbar.

Tonmineralumwandlung

In Bv1 und Bv2 eindeutige Dominanz von Al-Chlorit unter Aufzehrung von Illit und Smectiten (Primärer Chlorit noch erhalten!).

In angrenzenden Horizonten auch Wechsellagerungen mit chloritischen Schichten.

Standortseigenschaften

Mechanisch mittel bis tiefgründiges Profil; physiologische Gründigkeit stark eingeschränkt, Durchwurzelbarkeit im obersten Profilbereich aber sehr gut.

Nutzbare Speicherleistung des durchwurzelten Raumes gering (60 - 70 mm) davon 40 mm in der Auflage; wegen hoher Niederschläge trotzdem Wasserüberschuß in der Vegetationsperiode (ca. 150 mm), bei Trockenphasen über 14 Tage aber Anspannung des Wasserhaushalts. Kurzfristiger Sauerstoffmangel bei Wasserübersättigung des Humuskörpers ebenfalls möglich.

Mittlere N-Vorräte (530 g/m^2) bei hohem C/N-Verhältnis (Oh = 29, Ah = 27). N-Versorgung möglicherweise wachstumsbegrenzend; geringe P-Vorräte (40 g/m^2) im durchwurzelten Raum bei mittleren C/P-Verhältnissen (Oh=380, Ah = 270) gewährleisten mäßige Versorgung. Niedrige Basenvorräte (K = 0.4 kg/m^2 , Ca = 0.1 kg/m^2 und Mg = 0.2 kg/m^2). Mäßige Nährstoffversorgung durch sehr hohes Austausch-Al und auch Austausch-Fe bei geringer Basensättigung bestätigt.

PROFIL WILDMOOSWALD A 5

A 5

ORT: Gemeindefeld Breitnau, Äußeres Allmend
östlich Wanderweg Pforzheim-Basel

TOP. KARTEN: 8014 Hinterzarten, R: 34 33 850
1: 25 000 H: 53 13 775

HÖHE: 1097 m

LANDSCHAFT: Südöstlicher Schwarzwald, Hochfläche

RELIEF: eben, flache Kuppe

NAT. VEGETATION: artenarmer Fichten-Tannen-Wald
(Luzulo-Abietetum)

NUTZUNG: Fichtenforst

GESTEIN: Frostschtutt aus Paragneis Metatexit

BODENTYP: Sauerbraunerde

HUMUSFORM: Rohhumus

STANDORTSBEURTEILUNG:

phys. flachgründig und sehr gut durch-
wurzelbar, frisch (wechselfrisch!)
gut zeitweise mäßig durchlüftet
schlechte N-Versorgung, geringe P
und Basenvorräte im Wurzelraum.

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe-
sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

Ol	15-14 cm	Fichtennadeln, Moos und Beerkrautreste.
Of	14-10 cm	locker verfilzt, viele Wurzelreste, mäßig durchwurzelt.
Oh	10- 0 cm	schwarz, schmierig, trocken blockig, sehr locker, sehr stark durchwurzelt.
Ah	0- 6 cm	Hauptfolge, 5 YR 3/1, fein koaguliert, -, sehr locker, stark durchwurzelt.
AhBv	-12 cm	Hauptfolge, 7, 5 YR 3/1, griesig, -, sehr locker, mäßig durchwurzelt.
Bv ₁	-30 cm	Hauptfolge, 7, 5 YR 4/3, griesig, -, sehr locker, gering durchwurzelt.
Bv ₂	-60 cm	Hauptfolge, 7, 5 YR 4/4, griesig bis subpolyedrisch, Schluffkappen, mäßig dicht, sehr gering durchwurzelt.
Cv	90 cm	Basisfolge in Zerfallszone übergehend, 7, 5 YR 5/3, Einzelkorn bis Kohärentgefüge, eingeregelter Steine, Schluffkappen, Paralleltexur, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

146

Erläuterungen zu Profil A 5

Landschaftsgeschichte

Hochfläche des Grundgebirgsschwarzwalds; wenig tiefer als ehemalige Auflagerungsfläche des Deckgebirges (permische Landoberfläche!); Rest des Deckgebirges und ehemaliger Bodensedimente aber vollständig abgetragen. Außerhalb der geschlossenen Vereisung durch den Feldberggletscher, Nährgebiet eines kleinen lokalen Firngletschers (Grundmoräne im Holzhofmoor; Endmoränen im Bruckbachtal, ca. 300 m bzw. 1 km entfernt). Vorhandener Schutt aber ausschließlich periglazial geprägt.

Nutzung

Erste Generation reiner Fichte; Vorbestand Tanne-Fichte-Laubholz wie benachbarte Parzellen. Frühere zeitweilige Weidfeldnutzung wahrscheinlich oder Plenterwald. Rodung während des spanischen Erbfolgekrieges (1706). Heute Gemeindewald, früher Bauernwald.

Bodengesellschaft

Sauerbraunerde typischer Waldboden auf Kuppen, Rücken und Oberhängen; ähnliche Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung unbekannt (nicht geeignet bzw. leicht erodierbar); Vergesellschaftung mit anderen Braunerden wie bei A3 und A4. Hoher Anteil hydromorpher Böden. Auf Hochflächen und an flachen Hängen Profilabfolge Braunerde-Hanggley-Stagnogley-Waldmoor-Ockererde; in Mulden häufig Hochmoore von Stagnogley oder Gleyassoziationen umrandet; Täler, sobald Aue entwickelt, sind von Assoziation Naßgley, Torfgley, Niedermoor (z. T. Waldmoor) eingenommen.

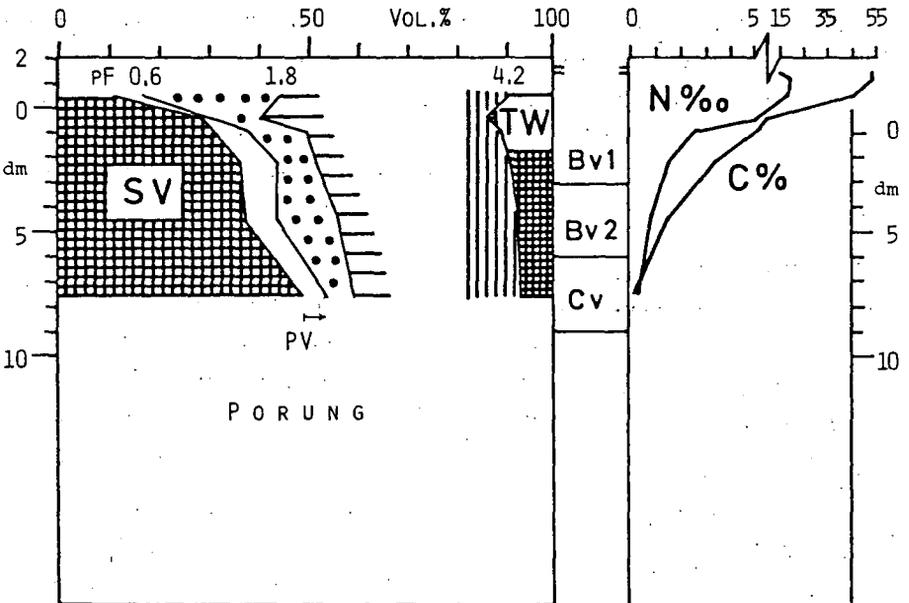
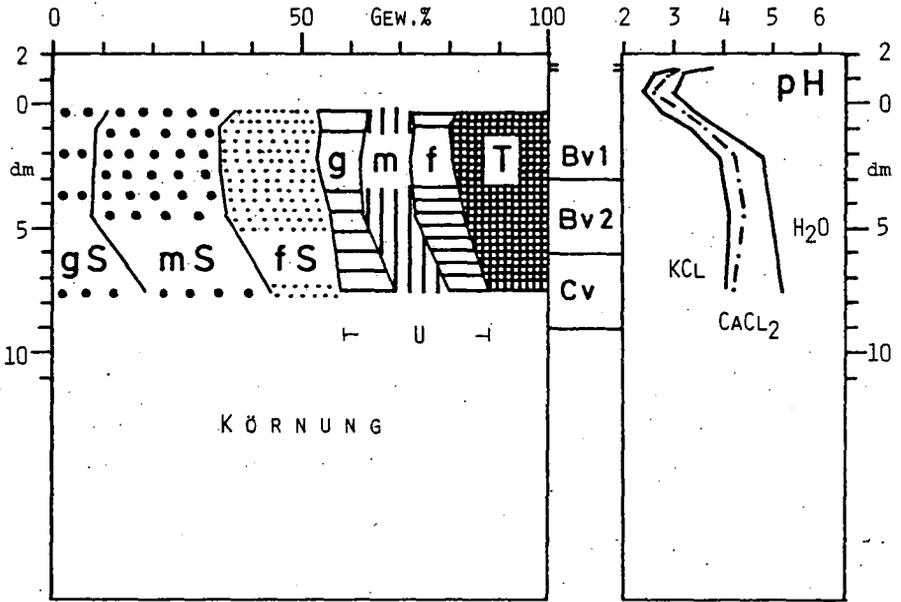
Substrat und Schichtung

Keine Fließerden, aber sehr ähnlicher Aufbau der Frosterden; deshalb Schichttyp auch Hauptfolge/Basisfolge/Zerfallszone genannt; Fernlößeinfluß fehlt jetzt völlig; deutliche Körnungsgrenze ($\bar{Q}_K = 1.55$) und auch im Mineralbestand der Feinerde ($\bar{Q}_M = 1.11$) Unterschiede zwischen Haupt- und Basisfolge.

Bodenentwicklung

Hohe Humusakkumulation (36 kg/m^2), davon allerdings 18 kg/m^2 in Auflage und nur 8 kg/m^2 im Ah-AhBv-Bereich. Geringmächtige Humuskörper im Mineralboden; Humusverlagerung im Profil durch Sorption an Fe-Oxide begrenzt.

PROFIL WILDMOOSWALD A 5



Profil Wildmooswald A 5

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % <2 μ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ol	15-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Of	14-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oh	10- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah	0- 6	10	-	-	15	10	5	60	Sp	-
AhBv	-12	10	5	-	5	10	-	70	Sp	-
Bv1	-30	15	5	-	-	15	-	65	Sp	-
Bv2	-60	15	-	-	-	20	-	65	-	-
Cv	-90	15	15	-	-	15	-	50	5	-

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Ol	-	-	-	-	11.1	7.3	4.5	2.9	1.2	.38	.02	.7
Of	-	-	-	-	16.0	14.8	3.2	1.7	1.2	.22	.02	2.2
Oh	-	-	0.17	1.58	25.2	21.5	1.9	.5	1.2	.06	.16	10.8
Ah	0	37.1	0.74	2.55	14.4	15.9	.1	.0	.1	.00	.00	19.0
AhBv	5	40.9	0.86	2.76	6.4	7.4	.1	.0	.1	.02	.00	9.0
Bv1	5	48.2	1.00	2.73	2.7	2.4	.0	.0	.0	.00	.00	3.8
Bv2	15	47.4	0.99	2.63	.9	1.0	.2	.0	.0	.00	.16	1.9
Cv	40	64.6	1.31	2.66	2.7	1.7	.2	.0	.0	.00	.16	2.4

Hor.	----- %o = mg/g -----										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Ol	.03	.19	.4	.6	.175	.16	.21	.1	6.5	.0	6
Of	.15	.46	1.0	1.0	.090	.06	.06	.5	7.5	.0	11
Oh	1.23	1.80	3.0	3.8	.070	.06	.09	2.2	16.5	.0	46
Ah	9.98	12.85	17.2	27.8	.030	.04	.21	4.7	52.0	.0	289
AhBv	7.68	12.75	16.3	33.8	.060	.10	.32	6.1	62.0	.0	309
Bv1	4.15	9.34	15.8	30.8	.055	.15	.39	7.3	67.0	.6	329
Bv2	1.51	6.49	11.8	32.2	.030	.15	.44	7.4	71.5	1.5	333
Cv	.21	1.02	8.1	32.8	.030	.26	.60	2.8	74.5	.6	338

Hor.	----- %o = mg/g -----							GVL
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	
Ol	.1	.9	2.8	.4	.727	.0	-	966
Of	.1	.7	1.6	.4	.602	.4	-	955
Oh	.8	2.6	1.5	.9	.590	.8	-	854
Ah	6.2	11.4	.8	3.8	.550	5.4	.259	206
AhBv	6.5	14.9	.9	5.9	.400	5.8	.259	127
Bv1	6.7	16.6	.9	6.1	.385	5.9	.275	87
Bv2	7.3	18.0	.8	7.4	.345	6.0	.271	55
Cv	7.0	22.0	.8	9.6	.200	6.6	.258	27

Durchschnittliche Basenverluste Na 32 (25) %, K 11 (12) %, Ca 24 (26) %, Mg 20 (21) %,

bei Ausgangsmenge = 100 %; in Klammern Durchschnitt von 13 terrestrischen Gneisstandorten. Gesamtverlust an Basen nur 0.4 kval/m^2 . Da Entbasung aber im oberen Profildbereich sehr hoch, kam es dort zu starker Versauerung.

Verbraunung bzw. Fe-Freisetzung relativ gering (nur 7 % des $\text{Fe}_t = 2 \text{ g/kg}$), auch im Oberboden nur durchschnittlich. Im Ah und AhBv aber hoher Anteil von Fe_o und Fe_p an Fe_d (80 bzw. 50 - 60 %).

Tonneubildung niedrig (24 kg/m^2) bei niedriger Gesamtmenge (76 kg/m^2); im Oberboden durchschnittliche Neubildungsraten, ebenfalls durchschnittlich in Bezug auf die Bodenmasse (24 g/kg). Keine Tonverlagerung. Deutliche Al-Umlagerung aus dem Oberboden (1 kg/m^2 bis 12 cm) ohne Al-Verluste des Profils. Keine Podsolierung (Fe-Verlagerung) morphologisch oder bilanzanalytisch zu erfassen.

Tonmineralumwandlung wird durch Bildung von Wechsellagerungsmineralen dominiert. Illit und Mg-Chlorit verwittern unter Bildung von aufweitbaren Schichten und Al-Chlorit-Schichten.

Standortseigenschaften

Mechanisch tiefgründig, physiologisch flachgründig (durch schlechte Humusform und starke Versauerung eingeschränkt); oberster Profildbereich sehr gut durchwurzelbar. Wasserspeicherung im Wurzelraum niedrig (90 mm) davon 60 mm in der Auflage. Wasserüberschuß in der Vegetationsperiode ca. 300 mm, Wasserhaushalt deshalb ausgeglichen, nur bei Verlust der Humusaufgabe Austrocknung in Trockenphasen möglich. Durchlüftung bei Wasserübersättigung der Auflage kurzfristig gehemmt (?) Durchschnittlicher N-Vorrat (640 kg/m^2) bei mittleren bis hohen C/N-Werten (Oh = 25, Ah = 20); N-Versorgung deshalb wahrscheinlich ausreichend. Niedriger P-Vorrat im Wurzelraum (40 g/m^2) bei hohen durchschnittlichen C/P-Verhältnissen (Oh = 792, Ah = 182), P-Versorgung bei eingeschränkter Mobilität im Mineralboden möglicherweise begrenzt.

Basenvorräte niedrig (K = 0.8 kg/m^2 , Ca = 0.1 kg/m^2 , Mg = 0.2 kg/m^2);

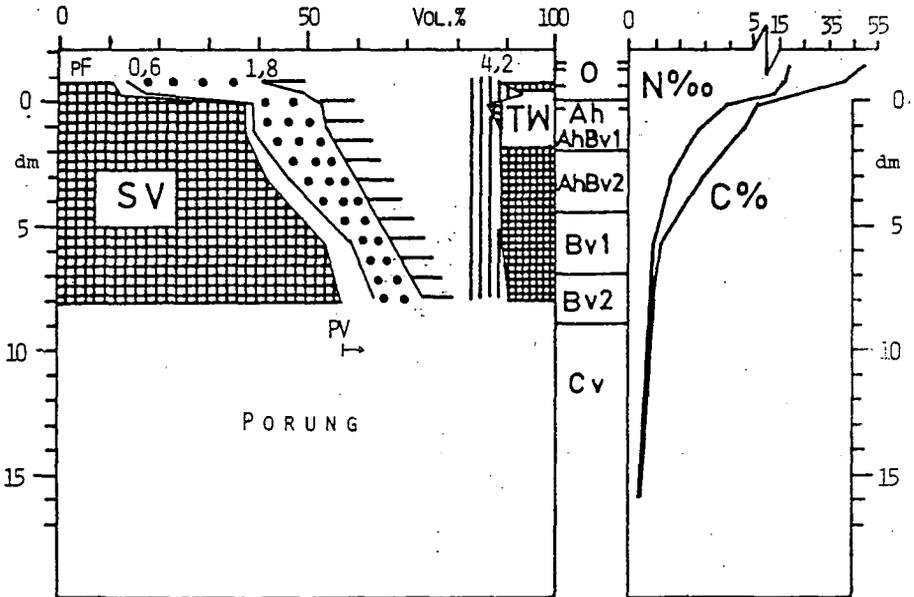
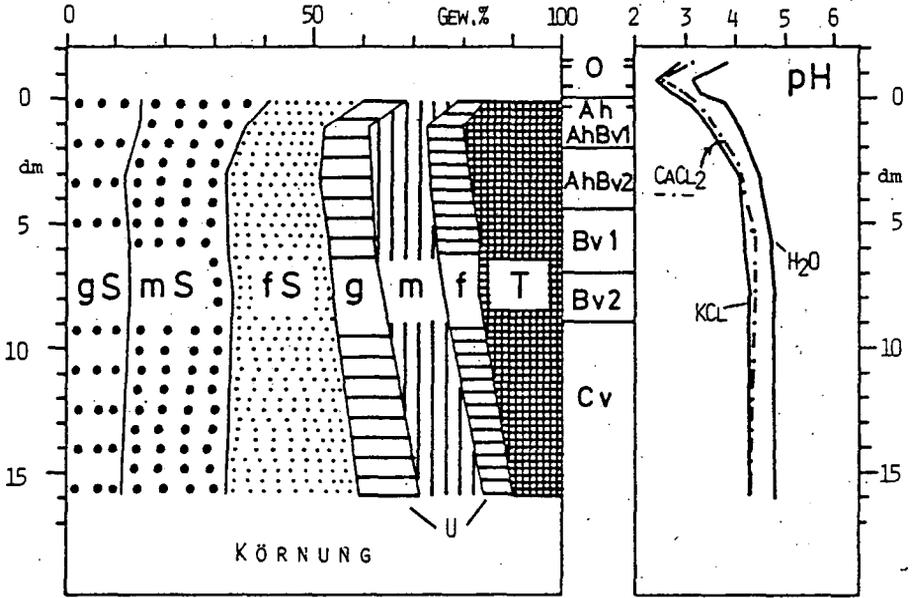
Versorgung mit Basen auch wegen sehr niedriger Basensättigung und hohem Austausch-Al und -Fe eingeschränkt.

PROFIL JOCKELSHÄUSLE A 6

A
6

ORT:	Gemeindewald Breitnau, Äußeres Allmend, Wegkreuzung oberhalb Jockelshäusle	PROFILBESCHREIBUNG: Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefüge- besonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.
TOP.KARTE:	8014 Hinterzarten, R: 34 33 850 1:25 000 H: 53 13 425	Olf 15-12 cm -.
HÖHE:	1075 m	Of 12- 5 cm -, 5YR 2.5/1.-
LANDSCHAFT:	Südöstlicher Schwarzwald, Hochfläche	Oh 5- 0 cm -, 5YR 2.5/1.-, sehr stark durchwurzelt.
RELIEF:	gerader Mittel-Unterhang, 21 % SE	Ah 0- 4 cm Hauptfolge, 5YR 3/2, feinkoaguliert, -, sehr locker, sehr stark durchwurzelt.
NAT. VEGETATION:	artenarmer Fichten-Tannen-Buchen- wald (Verticillato-Fagetum)	AhBv1 -20 cm Hauptfolge, 5YR 3/3, griesig, -, sehr locker, stark durchwurzelt.
NUTZUNG:	Fichten, Tannenwald	AhBv2 -45 cm Hauptfolge, 5YR 4/3, subpolyedrisch, -, locker, mäßig durchwurzelt.
GESTEIN:	Fließerden aus Paragneis-Metatexit	Bv1 -70 cm Hauptfolge, 5 YR 4/4, subpolyedrisch, -, mäßig dicht, gering durchwurzelt.
BODENTYP:	(Moder)-Braunerde	Bv2 -90 cm Basisfolge, 5YR 4/6, subpolyedrisch bis singulär, Paralleltexur, eingere- gelte Steine, dicht, sehr gering durch- wurzelt.
HUMUSFORM:	rohhumusartiger Moder (zu feuchteren Böden hin deutlich besser)	Cv 150 cm Basisfolge, 5YR 5/3, Einzelkorngefüge, Paralleltexur, eingeregelte Steine, Schluffkappen, dicht, nicht durchwurzelt.
STANDORTSBEURTEILUNG:	tiefgründig und gut bis mäßig durchwur- zelbar feucht, gut zeitweise mäßig durch- lüftet, mäßige N- und P-Versorgung, gute Basenversorgung	

PROFIL JOCKELSHAUSLE A6



Profil Jockelshäusle A6

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Olf	15- 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Of	12- 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oh	5- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah	0- 4	15	5	-	-	10	15	55	-	-
AhBv1	- 20	25	-	-	-	15	20	45	-	-
AhBv2	- 45	15	Sp	-	-	15	35	35	-	-
Bv1	- 70	20	Sp	-	-	15	20	45	Sp	-
Bv2	- 90	20	10	-	-	15	15	40	Sp	-
Cv	>150	15	15	-	-	15	5	50	Sp	Sp

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		A _k eff mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Olf	-	-	-	-	19.0	6.6	12.1	7.1	4.2	.68	.14	2.5
Of	-	-	0.19	1.73	20.5	15.6	4.8	2.8	1.7	.13	.13	9.6
Oh	-	-	0.20	1.57	17.1	16.1	1.0	.3	.6	.04	.04	13.0
Ah	5	47.0	0.97	2.60	14.2	14.1	0.3	.1	.2	.01	.00	13.6
AhBv1	15	45.5	1.02	2.70	8.5	8.4	.1	.0	.1	.01	.00	8.5
AhBv2	15	46.0	1.14	2.70	2.9	2.9	.0	.0	.0	.00	.00	2.7
Bv1	20	59.6	1.43	2.65	1.9	1.9	.1	.0	.0	.00	.00	1.6
Bv2	30	60.6	1.59	2.76	1.2	1.2	.1	.0	.0	.00	.00	.8
Cv	60	53.9	-	-	1.1	1.0	.1	.0	.0	.00	.00	.6

----- %o = mg/g -----

Hor.	%o = mg/g										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Olf	.43	1.05	2.3	3.8	.210	.15	.20	.9	7.0	.0	34
Of	1.98	2.55	4.8	6.8	.030	.03	.04	2.1	15.5	.0	71
Oh	4.74	5.11	11.5	20.8	.020	.03	.15	3.1	44.0	.0	200
Ah	6.41	9.28	18.9	36.0	.020	.07	.32	3.8	67.5	.2	294
AhBv1	5.25	9.64	18.0	39.6	.050	.13	.40	4.9	74.5	.4	298
AhBv2	3.50	9.09	16.2	41.8	.030	.18	.46	7.4	85.0	.8	299
Bv1	1.40	8.04	20.2	41.4	.020	.14	.47	7.6	89.5	1.4	309
Bv2	.97	6.52	15.7	41.2	.020	.12	.46	6.0	87.5	1.0	316
Cv	.36	1.28	11.2	41.0	.015	.18	.50	4.3	90.0	1.2	313

----- %o = mg/g -----

Hor.	%o = mg/g							
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL
Olf	.5	2.7	1.1	2.4	.705	.2	-	897
Of	1.5	4.1	1.0	1.4	.600	.7	-	797
Oh	4.3	11.9	3.0	1.0	.652	3.0	-	427
Ah	6.2	18.4	6.4	1.1	.420	5.1	.234	140
AhBv1	6.3	17.9	7.6	1.4	.408	6.4	.226	112
AhBv2	7.0	19.2	8.2	1.5	.462	5.8	.239	81
Bv1	6.4	20.0	8.4	1.1	.305	6.8	.235	53
Bv2	6.6	21.0	8.8	1.1	.475	6.8	.244	43
Cv	8.0	24.4	10.6	1.2	.280	6.6	.262	32

Erläuterungen zu Profil A 6

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Lokale Firnvergletscherung und anschließende längere Periglazialphase; keine Relikte der Vereisung im Profil erkennbar. Nutzung ähnlich wie A 5; wahrscheinlich kurze Rodungsphase.

Bodengesellschaft: wie A 5; günstigere Bedingungen für Braunerdeentwicklung durch mächtigere Hauptfolge.

Substrat und Schichtung

Typische Schuttabfolge Haupt-/Basisfolge. Schichtgrenze gleitend, überwiegend durch Strukturmerkmale erkennbar ($\bar{Q}_K = 1.06$, $\bar{Q}_M = 1.02$), deutliche Körnungsgrenze erst in der Basisfolge ($\bar{Q}_K = 1.34$); fehlende Fernlößbeimengung, trotzdem Mineralbestand relativ inhomogen.

Bodenentwicklung

Hohe Humusakkumulation (39 kg/m^2) davon 16 kg/m^2 in der Auflage und 17 kg/m^2 in den Humushorizonten des Mineralbodens. Tiefgreifender Humuskörper mit gleichmäßiger Abnahme des Humusgehaltes im Widerspruch zu schlechter Humusform. Anthropogen beeinflusste Degradation des Standorts unbekannt.

Basenverluste sehr unterschiedlich Na 36 (25) %, K 3 (12) %
Ca 5 (26) %, Mg 53 (21) %

bei Ausgangsmenge = 100 %, in Klammer Durchschnitt von 13 terrestrischen Gneisprofilen. Abnormes Verhalten durch gegenüber benachbarten Profilen unterschiedliche Ausgangsgehalte bedingt (Ca und K höher, Mg niedriger als Durchschnitt).

Gesamte Basenverluste durchschnittlich 0.8 kcal/m^2 .

Fe-Freisetzung durch Verbraunung hoch, 16 % = 4 g/kg des Gesamteisens umgesetzt.

Verlehmung gering bis durchschnittlich; $30 \text{ kg/m}^2 = 22 \text{ g/kg}$ neugebildeter Ton im Gesamtprofil. Maximale Tonbildungsrate im AhBv (188 %) und Tonbildungsrate des Gesamtprofils (141 %) durchschnittlich. Verlehmung und Verbraunung laufen im Profil synchron, Verhältnis Fe_d : Ton überall 0.1.

Tonverlagerung fand keine statt.

Al-Verlagerung stärker als bei A 5 (2 kg/m^2), aber nicht intensiver, da in größerer Bodenmasse abgelaufen; keine Al-Verluste; keine Podsolierung (Fe-Umlagerung) zu erkennen.

Tonmineralumwandlung

Im gesamten Profil starke Tendenz zur Al-Chlorit-Bildung mit Maximum im Ah-Bv-Bv₁. Auch in Wechsellagerungen hoher Anteil Al-chloritischer Schichten neben aufgeweiteten Illiten. Illit im Oberboden völlig verwittert.

Standortseigenschaften

Mechanisch und wahrscheinlich auch noch physiologisch tiefgründiges Profil; Durchwurzelbarkeit sehr gut bis AhBv 2, dann durch Steingehalt bereits eingeschränkt. Aktuelle Durchwurzelung bereits flacher als möglich. Hohe nutzbare Feldkapazität des pot. Wurzelraumes (180 mm).

Wasserhaushalt feucht; wegen hoher Niederschläge Wasserüberschuß von ca. 400 mm in der Vegetationsperiode.

Trockenphasen und schlechte Durchlüftung sehr unwahrscheinlich.

Hohe Stickstoffvorräte (1270 g/m^2) im pot. Wurzelraum bei überdurchschnittlichem C/N-Verhältnis (Oh = 17, Ah = 15) lassen trotz schlechter Humusform gute N-Versorgung erwarten.

Mittlere P-Vorräte (240 g/m^2) bei mittleren bis engen C/P-Verhältnissen (Oh = 337, Ah = 144) schränken auch P-Versorgung nicht ein. Hohe Basenvorräte an K = 10.6 kg/m^2 und Ca = 4.4 kg/m^2 sowie mittlere an Mg = 0.7 kg/m^2 verhindern nicht niedrige Basensättigung und hohe Al- und Fe-Sättigung.

PROFIL NEUHOF A 7

A 7

ORT: Breitnau Hinterdorf
Sandgrube des Neuhoftbauern

TOP. KORTE: 8014 Hinterzarten R: 34 30 425
1:25 000 H: 53 02 650

HÖHE: 985 m

LANDSCHAFT: Südöstlicher Schwarzwald, Hochfläche

RELIEF: Endmoränenrücken, eben

NAT. VEGETATION: Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald
(Luzulo-Abietetum)

NUTZUNG: Fichtenforst mit starker Beerkräut-
vegetation

GESTEIN: Geschiebelehm über Sandersand

BODENTYP: Podsol

HUMUSFORM: Rohhumus

STANDORTSBEURTEILUNG:
phys. sehr flachgründig und sehr gut
durchwurzelbar, mäßig frisch (wech-
selfrisch), gut zeitweise schlecht durch-
lüftet, schlechte N- und P-mäßige
Basenversorgung

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe-
sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

Ol 12-10 cm Nadelstreu, 5YR 2.5/2, viele Moos- und
Beerkräutreste.

Ofh 10- 4 cm -, 5YR 2.5/1, relativ dicht, verfilzt.

Oh 4- 0 cm -, 5YR 2.5/1, schmierig, trocken blockig,
viele Holzkohlenreste, stark bis sehr
stark durchwurzelt.

Age 0- 5 cm Hauptfolge, 5YR 3/1, kohärent; Humus-
schlieren, mäßig dicht, gering durchwur-
zelt.

Bh -10 cm Hauptfolge, 5YR 2.5/1, kohärentes Hüllen-
gefüge, -, mäßig dicht, mäßig durchwur-
zelt.

Bs/Bb -15 cm Hauptfolge, 5YR 2.5/2, griesig bis Häl-
lengefüge, teilweise Fe-oxidkonzentration
wie bei Bändchen-Podsol (nicht verhärtet),
Paralleltextur, dicht, teilweise Wurzel-
filz.

Bs -35 cm Hauptfolge, 5YR 3/3, Hüllengefüge teil-
weise griesig, vereinzelt Bleichzonen von
Rostzonen oder Fe-Bändchen umgeben,
paralleltexturiert, dicht, mäßig
durchwurzelt.

BvC -55 cm Basisfolge(Geschiebesand), 7, 5YR 4/4,
singulär, paralleltexturiert, mäßig dicht,
sehr gering durchwurzelt.

C₁ -95 cm Basisfolge (Geschiebesand), 10YR 4/3,
singulär, paralleltexturiert, sehr dicht,
nicht durchwurzelt.

C₂ 95 cm fluvioglaziale Schotter, 7, 5YR 4/2, singu-
lär, schichtig, sehr dicht, nicht durch-
wurzelt.

Erläuterungen zu Profil A 7

Landschaftsgeschichte

Äußere Endmoräne des würmeiszeitlichen Schwarzwald (Feldberg-) Gletschers. Beim Vorrücken schüttete der Gletscher Sande und Kiese in Schmelzwasser-rinne bzw. Breitnauer Eisstausee. Kurzfristig wurde dieser "Moränen-Wall" von Eis überfahren und geringmächtige Moränen abgelagert; während anschließender Periglazialzeit Kryoklastik und Kryoturbation in Moräne und Differentiation dieses Teils.

Nutzung

Wahrscheinlich alter Wald; allmähliche Umwandlung des natürlichen Nadelmischwaldes in Fichtenforst; landwirtschaftliche Nutzung in anderen Teilen des Endmoränenwalls führte zu Homogenisierung des oberen Profilverteils und damit "Regradierung des Podsoles in eine "Kulto-Braunerde".

Bodengesellschaft

Auf kiesig-sandigen Moränen und Fluvioglazial Podsole und Braunerde-Podsole, in den Senken zwischen Moräne und Berghängen auf sandig-lehmigen bis tonigen Beckenablagerungen Naßgley-Waldmoor-Hochmoor-Assoziationen. An den Berghängen außerhalb des Vereisungsgebietes Bodengesellschaft wie A 5 und A 6. Im mit Grundmoräne ausgekleideten Bereich sehr hoher Anteil an hydromorphen Böden auch am Hang (Stagnogleye, Hanggleye, Torfgleye und Waldmoore).

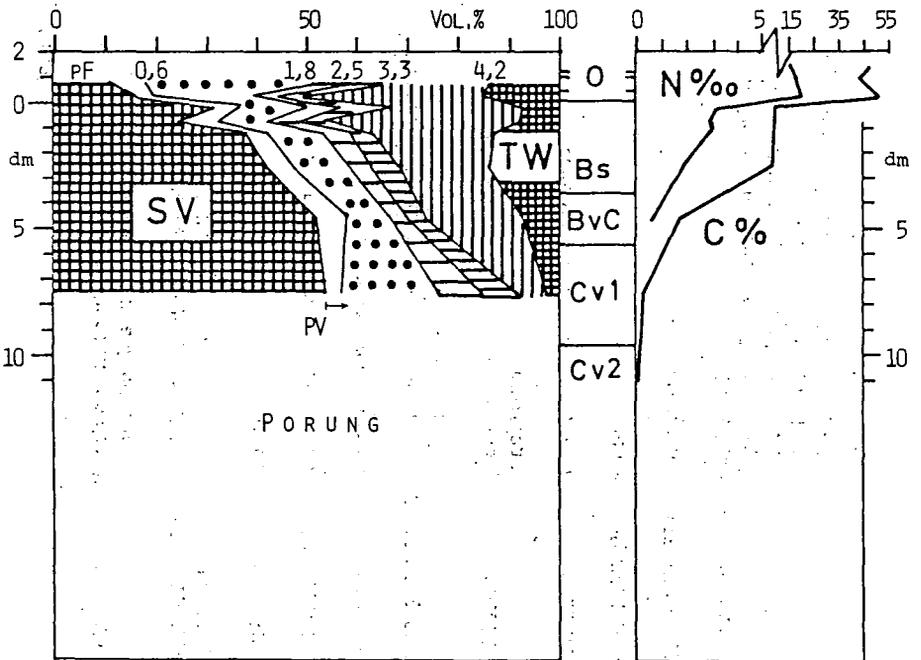
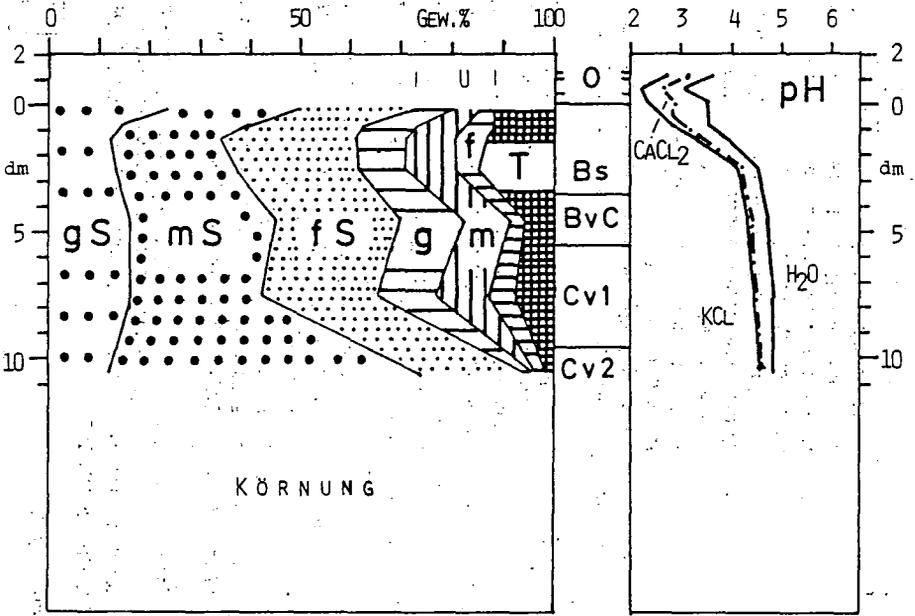
Substrat und Schichtung

Stärkste Körnungsgrenze zwischen verdichteter Moräne (Basisfolge!) und fluvioglazialen Ablagerungen ($\bar{Q}_K = 3.79$), wahrscheinlich periglazial entstandene Grenze zwischen Haupt- und Basisfolge in der Moräne durch Körnung ($\bar{Q}_K = 1.31$) und Mineralbestand ($\bar{Q}_M = 1.20$) betont. Auch in der Hauptfolge deutliche Grenze zwischen Age und Bh ($\bar{Q}_K = 1.36$ und $\bar{Q}_M = 1.46$). Bh hier in unterer Schicht entwickelt, sonst immer in oberer (vgl. Profile B1, B7, B8). Keine Fernlößbeimengung.

Bodenentwicklung

Sehr hohe Humusakkumulation von 60 kg/m^2 im Age, Rest verlagerte org.

PROFIL NEUHOF A 7



Profil Neuhof A7 - 159 -

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2µ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
O1	12- 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ofh	10- 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oh	4- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Age	0- 5	10	5	-	40	Sp	-	45	Sp	Sp
Bh	- 10	5	Sp	-	40	10	-	45	-	Sp
Bs/Bb	- 15	10	-	-	15	15	15	45	-	Sp
Bs	- 35	10	-	-	-	60	-	20	-	10
BvC	- 55	10	-	-	-	20	60	10	Sp	-
C1	- 95	10	20	-	-	10	25	35	-	Sp
C2	> 95	10	20	-	-	10	5	50	-	5

Hor.	% v. Gesh.		g/cm ³ Gesh.		AK _{eff} mval/100g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
O1	-	-	-	-	18.6	9.2	8.1	5.2	2.3	.41	.17	4.1
Ofh	-	-	0.18	1.65	14.2	9.9	2.7	1.2	1.4	.04	.07	3.3
Oh	-	-	0.24	1.48	15.5	14.5	1.0	.4	.4	.02	.11	7.5
Age	0	29.9	0.78	2.42	7.3	6.6	.6	.3	.3	.01	.03	4.4
Bh	20	38.8	0.63	2.63	17.1	16.9	.2	.1	.2	.00	.02	15.3
Bs/Bb	30	29.8	1.00	2.62	5.4	5.3	.1	.0	.1	.00	.03	4.9
Bs	30	30.9	1.11	2.62	4.3	4.2	.1	.0	.1	.00	.01	4.4
BvC	30	34.5	1.40	2.68	1.3	1.1	.1	.0	.1	.00	.03	.8
C1	50	22.9	1.43	2.69	.8	.5	.1	.0	.1	.00	.01	.1
C2	75	25.6	-	-	.6	.1	.1	.0	.1	.00	.00	.0

Hor.	----- %o = mg/g -----										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
O1	.86	1.43	2.7	5.4	.080	.06	.13	1.4	10.2	.2	-
Ofh	1.26	1.67	3.2	5.0	.020	.02	.05	2.2	10.7	.4	-
Oh	1.45	1.05	2.6	3.5	.010	.01	.03	2.3	8.4	.0	-
Age	.28	.29	2.7	5.2	.005	.00	.06	1.1	38.5	.1	323
Bh	4.71	6.75	12.8	17.9	.005	.01	.10	3.6	52.0	.4	316
Bs/Bb	9.87	23.92	30.8	41.2	.005	.01	.17	8.5	61.0	.6	278
Bs	5.12	14.10	15.2	39.8	.005	.01	.20	22.2	77.0	3.6	281
BvC	.29	3.41	6.8	32.2	.005	.01	.26	9.0	76.0	2.3	329
C1	.07	.48	3.9	26.4	.005	.01	.32	3.4	74.5	1.0	345
C2	.04	.30	3.3	21.6	.005	.04	.31	3.2	71.8	.8	358

Hor.	----- %o = mg/g -----							GVL
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	
O1	2.0	1.7	3.1	.8	.862	.8	.109	-
Ofh	1.8	1.2	2.0	.7	.733	.7	.123	-
Oh	1.0	.8	.6	.6	.665	.7	.117	-
Age	6.8	8.9	2.0	1.0	.308	2.8	.415	198
Bh	10.2	9.5	2.2	2.3	.325	3.8	.330	160
Bs/Bb	12.9	9.0	2.8	4.5	.495	3.6	.250	188
Bs	15.7	9.2	2.8	5.1	.530	2.8	.272	147
BvC	19.0	11.4	4.4	6.6	.395	2.4	.246	48
C1	20.9	13.8	5.6	8.0	.580	2.5	.265	15
C2	21.5	13.2	5.8	6.7	.747	2.2	.219	1

Substanz. C-Tiefenfunktion noch nicht typisch für Podsol, da Bleichzone sehr flach. Basenverluste nicht bestimmt, da Ausgangsmenge nicht rekonstruiert (besonders problematisch wegen Umlagerung und Fraktionierung bei Sedimentation). Verhalten wie bei Sauerbraunerden und flachgründigen Podsolen, wahrscheinlich starke Verluste im Oberboden, geringe im Unterboden; im Gesamtprofil unterdurchschnittliche Verluste.

Bei Verwitterung und Verbraunung wurden ca. 12 % = 3 g/kg Fe freigesetzt. Tonneubildung ist sehr gering mit $10 \text{ kg/m}^2 = 7 \text{ g/kg}$ bei Gesamtmenge von 77 kg/m^2 Ton. Auch in den einzelnen Horizonten ist die Tonbildungsrate unterdurchschnittlich, Maximum im Bs = 146 %. Keine Tonverlagerung gefunden.

Al-Verlagerung und Al-Verlust vorhanden, aber nicht bilanziert.

Podsolierung (Fe-Verlagerung) erfaßt ca. 1 kg/m^2 Eisen.

Tonmineralumwandlung

Im Profilbereich oberhalb der C-Horizonte vollständige Umwandlung der Illite. Im Anreicherungsgebiet Bildung von sekundären Chloriten, im Verarmungsgebiet von aufweitbaren Mineralen. Beide Tendenzen sind auch bei den Wechselagerungen vorhanden. Abweichende Zusammensetzung des Bs1 durch Sedimentation erklärbar.

Standortseigenschaften

Mechanische Gründigkeit umfaßt maximal auch den Anreicherungsgebiet, wo dieser nicht verhärtet; physiologisch aber sehr flachgründiges Profil. Durchwurzelbarkeit ist im Wurzelraum nicht eingeschränkt. Die aktuelle Durchwurzelung beschränkt sich mit Ausnahme einzelner Senkwürzeln ausschließlich auf die Humusaufgabe. Nutzbare Feldkapazität gering (50 mm) davon 40 mm durch Aufgabe. Wasserversorgung wegen hoher Niederschläge im allgemeinen ausreichend; ca. 100 mm Überschuß in der Vegetationsperiode. Bei langen Trockenphasen ist mit Austrocknen zu rechnen. In Naßphase (z. B. nach der Schneeschmelze) ist kurzfristiger Luftmangel möglich. Mittlere N-Vorräte (560 g/m^2) bei sehr weiten C/N-Verhältnissen (Oh = 27, Age = 43) lassen N möglicherweise wachstumsbegrenzend erscheinen. Sehr geringer P-Vorrat (30 g/m^2) im Wurzelraum und weite C/P-Verhältnisse (Oh = 757, Age = 426) deuten schlechte P-Versorgung an. Basenvorräte sehr niedrig (K = $0,3 \text{ kg/m}^2$, Ca = $0,1 \text{ kg/m}^2$, Mg = $0,2 \text{ kg/m}^2$).

PROFIL FELDBERG A 8

A
8

ORT: Südhang des Seebucks, Weganschnitt
westlich Feldberg-Hebelhof

TOP. KARTE: 8114 Feldberg R: 34 27 000
1:25 000 H: 53 02 650

HÖHE: 1260 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: konvexer Mittelhang, 54 % SSW

NAT. VEGETATION: hochmontan-subalpine Borstgras-
Weide (Leontodonto helvetici-Narde-
tum) bzw. staudenreicher Bergmisch-
wald (Aceri-Fagetum)

NUTZUNG: Weidberg mit Solitär-fichten

GESTEIN: Fließerdien aus Metatexit

BODENTYP: Humusbraunerde (hangvergleyt)

HUMUSFORM: Mull

STANDORTSBEURTEILUNG:

tiefgründig und sehr gut bis gut durchwurzel-
bar, feucht, bis 6 dm sehr gut durchlüftet,
sehr gut N, gute P und Basenversorgung

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefüge-
besonderheiten, Dichte, Durchwurzelung

Ol 2- 0 cm unzersetzte Streu der Gras- und Kraut-
vegetation.

Ah₁ 0- 5 cm Hauptfolge, 10YR 3/2, krümelig, -, sehr
locker, sehr stark durchwurzelt, Gras-
wurzelfilz.

Ah₂ - 20 cm Hauptfolge, 7,5YR 3/2, krümelig, -, sehr
locker, sehr stark durchwurzelt, Gras-
wurzelfilz.

Ah₃ - 40 cm Hauptfolge, 7,5YR 4/2, krümelig bis sub-
polyedrisch, -, sehr locker, stark durch-
wurzelt.

AhBv - 60 cm Hauptfolge, 10YR 4/3, subpolyedrisch,
Wurmröhren, locker, mäßig durchwurzelt.

GoBv - 90 cm Hauptfolge, 10YR 4/4, subpolyedrisch,
Rostflecken und Wurmröhren, mäßig dicht,
gering durchwurzelt.

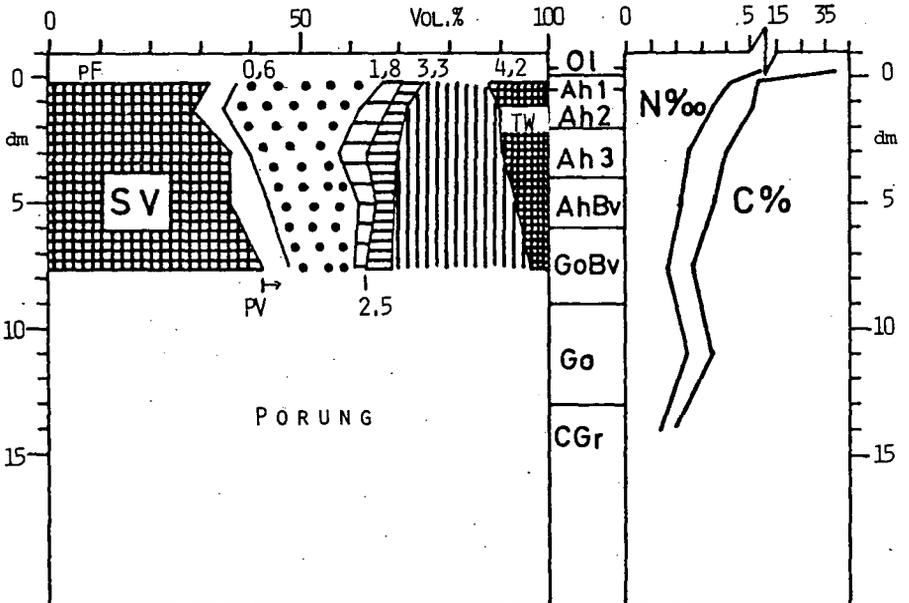
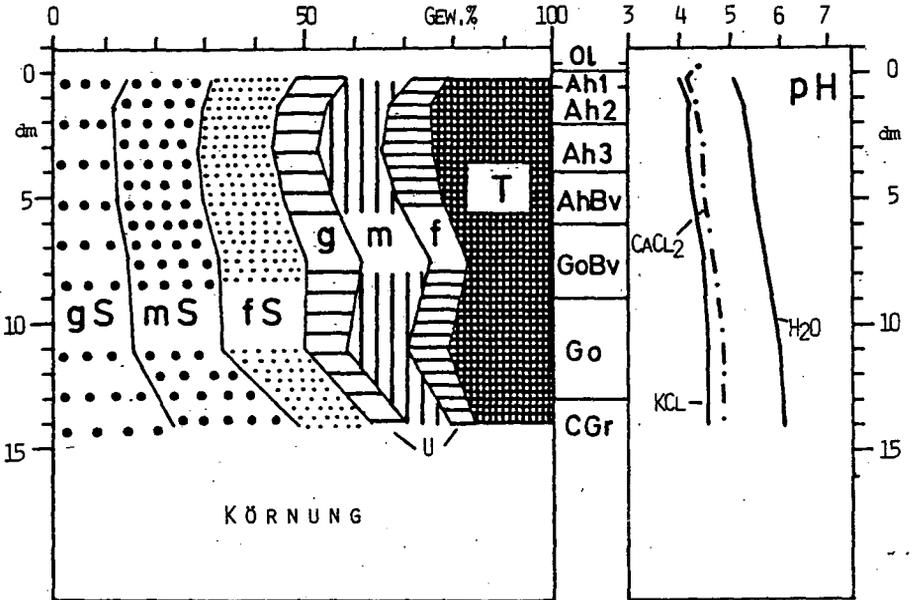
Go -130 cm Basisfolge, 10YR 4/3, kohärent, Rost-
flecken und Manganflecken, eingeregelt-
tes Skelett mit Schluffkappen, dicht, sehr
gering durchwurzelt.

CGr -150 cm Zerfallszone, 10YR 3/3, kohärent bis
singulär, Reduktionszonen und Rostflecke,
Schluffkappen, dicht, nicht durchwurzelt.

C 150 cm anstehender Metatexit.

161

PROFIL FELDBERG A 8



Profil Feldberg A8

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ -Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ol	2- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah1	0- 5	30	5	-	-	15	20	25	Sp	5
Ah2	- 20	30	5	-	-	10	20	30	Sp	5
Ah3	- 40	30	-	-	-	15	40	10	-	5
AhBv	- 60	35	Sp	-	-	10	25	25	-	5
GoBv	- 90	25	10	5	-	15	15	25	Sp	5
Go	-130	15	10	5	-	15	10	35	-	10
CGr	-150	25	15	5	-	20	-	35	-	Sp

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff}			mval/100 g				
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Ol	-	-	-	-	11.9	1.6	7.0	4.4	2.0	.54	.11	1.8
Ah1	20	37.3	0.87	2.67	6.1	2.6	1.6	.7	.6	.03	.04	3.0
Ah2	20	30.0	0.80	2.71	3.4	1.7	.8	.4	.4	.02	.05	1.9
Ah3	30	30.8	0.99	2.70	2.6	1.6	.8	.4	.3	.02	.08	1.6
AhBv	40	47.7	0.99	2.72	1.6	1.0	.7	.5	.1	.00	.10	.9
GoBv	70	54.8	1.12	2.64	1.5	.6	.9	.7	.1	.00	.07	.6
Go	70	56.2	-	-	3.5	.4	2.6	2.1	.4	.00	.11	.3
CGr	70	64.8	-	-	2.1	.4	1.6	1.4	.2	.00	.08	.2

Hor.	----- %o = mg/g -----										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Ol	.97	1.73	4.5	9.6	.440	.40	.54	2.0	17.0	.2	-
Ah1	3.22	6.58	11.4	35.6	.065	.15	.50	6.7	78.0	.6	268
Ah2	3.17	6.72	11.2	35.8	.040	.14	.51	7.1	82.1	.6	284
Ah3	2.93	6.64	11.4	37.8	.030	.13	.50	7.3	84.9	.8	291
AhBv	3.54	8.10	13.8	42.2	.040	.19	.62	12.7	91.2	1.9	283
GoBv	2.79	8.58	14.4	39.5	.055	.48	.84	15.0	89.4	3.0	294
Go	4.42	15.01	24.4	54.6	.075	.58	1.09	15.3	97.0	2.7	264
CGr	1.40	3.36	9.8	38.2	.020	.05	.48	13.0	95.0	2.9	292

Hor.	----- %o = mg/g -----							
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL
Ol	2.2	4.2	4.0	3.2	1.034	1.2	.102	-
Ah1	12.0	13.4	4.2	10.0	.960	3.8	.209	166
Ah2	12.2	14.2	4.1	10.1	.870	4.4	.202	123
Ah3	12.4	13.2	4.8	10.2	.825	4.0	.210	100
AhBv	13.7	14.0	4.2	11.2	.922	4.3	.217	96
GoBv	13.8	14.2	4.2	10.1	.965	4.2	.210	80
Go	13.4	15.2	4.8	11.2	1.210	4.3	.190	105
CGr	15.6	16.9	5.7	11.3	1.225	4.1	.167	66

Erläuterungen zu Profil A 8

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Zentrum der würmeiszeitlichen Vereisung; Eisbedeckung bis ins Spätglazial; sehr kurze Periglazialphase hat geringmächtige Moränendecke noch umgeformt; gerundete Geschiebe aber noch erkennbar. Seit ca. 1000 Jahren Umwandlung des Laubmischwaldes in Weidfelder. Auch benachbarte Wälder waren wohl zeitweise in Weidenutzung. Gebiet gehörte zum ungeteilten äußeren Allmend mit Viehwirtschaft.

Bodengesellschaft

Humusbräunerde mit meist Hangvergleyungserscheinungen im Feldberggebiet auf tief- bis sehr tiefgründigen lockeren Schuttdecken in allen Expositionen auch unter Wald.

Bei mittel- bis flachgründiger oder dichter Schuttbedeckung fast ausschließlich hydromorphe Böden auch an steileren Hängen (Stagnogley, Hanggley, Torfstagnogley, Waldmoor). Auf Felsauftragungen Syroseme-Polsterranker.

Substrat und Schichtung

Deutliche Körnungsgrenze zwischen Ah-Bv und GoBv ($\bar{Q}_K = 1.29$) und zwischen GoBv und Go ($\bar{Q}_K = 1.24$); letztere Grenze Haupt-/Basisfolge; Untergrenze der Basisfolge wieder stark abgegrenzt ($\bar{Q}_K = 1.83$). Auch an der Oberfläche Kornvergrößerung angedeutet ($\bar{Q}_K = 1.22$), wie in vielen Profilen. Diese Erscheinung im Extremfall bis zur Grusauflage führend.

Mineralbestand des Profils sehr homogen. Lokallößbeimengung erreicht höchste Werte (15 % des Gesamtbodens in Hauptfolge).

Bodenentwicklung

Humusakkumulation sehr hoch (55 kg/m^2), davon 26 kg/m^2 in den Ah-Horizonten. Sehr tiefgründige Humuskörper mit gleichmäßiger Abnahme der Humusgehalte.

Basenverluste des Profils gering Na 21 (25) %, K 6 (12) %

Ca 0 (26) %, Mg 11 (21) %

bei Ausgangsmenge = 100 % gesetzt (Vergleichszahlen durchschnittlicher Verluste von 13 terrestrischen Gneisprofilen in Klammer). Ca stark in Biokreis-

lauf einbezogen. Darüber hinaus Zufuhr mit Hangwasser möglich. Gesamtverlust des Profils $0,5 \text{ kVal/m}^2$. Verbraunung relativ niedrig. Nur 7 % des Gesamteisens = 2 g/kg wurden freigesetzt.

Verlehmung bzw. Tonbildung dagegen ausgesprochen hoch ($77 \text{ kg/m}^2 = 41 \text{ g/kg}$) bei Gesamtmenge von 186 kg/m^2 , Tonbildung auch im Unterboden noch relativ hoch (Wassereinfluß!)

Keine Tonverlagerung nachweisbar, keine Podsolierung.

Al-Verlagerung deutlich 1 kg/m^2 ; Bilanzierung aber durch Möglichkeit lateraler Zufuhr zweifelhaft.

Tonmineralumwandlung

Aufzehrung des Illits und teilweise des Mg-Chlorits unter Bildung von Al-Chlorit. Im oberen Ah-Bereich auch stärkere Aufweitung an Wechsellagerungen erkennbar.

Standortseigenschaften

Bis 9 dm keine Einschränkung der Gründigkeit; wegen lockeren Gefüges und mäßiger Steingehalte Durchwurzelbarkeit bis 6 dm gut. Aktuelle Vegetation nützt den Wurzelraum nicht voll aus. Hohe nutzbare Feldkapazität (175 mm) und hohe Niederschläge garantieren sehr gute Wasserversorgung. Durchschnittlicher Wasserüberschuß der Vegetationsperiode 430 mm und Hangzugswasser garantieren, daß Feldkapazität auch in der Vegetationsperiode praktisch nicht unterschritten wird. Durchlüftung des Profils trotz hoher Wasserspeicherung immer gut wegen hoher Grobporenanteile.

Sehr hohe N-Vorräte (1240 g/m^2) bei relativ engem C/N-Verhältnis (Ah = 16) garantieren gute N-Versorgung.

Sehr hohe P-Vorräte (460 g/m^2) bei sehr engem C/P-Verhältnis (Ah = 55) lassen P-Versorgung optimal erscheinen.

Hohe Basenvorräte (K = $7,0 \text{ kg/m}^2$, Ca = $2,2 \text{ kg/m}^2$, Mg = $5,2 \text{ kg/m}^2$) in Verbindung mit überdurchschnittlicher Basensättigung (25 - 30 %) und relativ niedrigem Austausch-Al begrenzen Wachstum nicht.

METHODEN

Alle Methoden wurden, soweit nicht anders angegeben, in Anlehnung an SCHLICHTING, BLUME (1966) durchgeführt.

Alle Angaben sind, soweit nicht ausdrücklich anders angegeben, auf die 105^o C getrocknete Feinerde < 2 mm bezogen.

Probenahme und Probenvorbereitung

Beutelp Proben wurden (ca. 4 kg) unter Aussortieren der Steine > 20 mm von allen Horizonten entnommen. Nach Lufttrocknung wurden die Proben in Kunststoffschüssel schonend zerdrückt und durch Trockensiebung in Feinskelett 20 - 2 mm und Feinerde < 2 mm getrennt. Von der Feinerde wurde ein Aliquot von ca. 200 g im Achatmörser homogenisiert, vollständig < 0.2 mm gemörsert und für die chemischen Untersuchungen verwendet. Zur Röntgenfluoreszenzuntersuchung mußten die Proben noch feiner pulverisiert werden.

Volumenproben wurden, soweit möglich, aus jedem Horizont in 100-ml-Stechzylindern in je 6-Parallelen entnommen. Die erzielten Ergebnisse geben dabei nur die feinerdereicheren Partien wieder. Eine Umrechnung der erhaltenen Werte auf Gesamtboden ist nur bis zu Steingehalten von ca. 30 % ohne größere Fehler möglich, da in den steinreichen Horizonten bereits die ungestörte Entnahme der feinerdereichen Teile nicht immer möglich ist. Besonders im Bereich der Basisfolge tritt durch das Eintreiben des Stechzylinders eine Lockerung des Gefügeverbundes ein. Die Volumenproben wurden feldfrisch verarbeitet.

Zur Herstellung von Dünnschliffen wurden ungestörte Monolithe und Aggregate entnommen und vor dem Tränken in Flaschenhülsen schonend luftgetrocknet (ALTEMÜLLER, 1956).

Bodenphysik

Porung und Dichte

Bestimmung des aktuellen Wassergehalts und des Luftvolumens (mit Luftdruckpyknometer nach Langner) an feldfrischen Proben.

Bestimmung der pF-WG-Kurve nach Wassersättigung im Desorptions-

gang, max. Wasserkapazität auf keramischen Platten und auf Sandbad im Saugverfahren, sonst im Überdruckverfahren bei pF 1.8 und 2.5 im Niederdrucktopf (Stihl), bei pF 3.3 (soil moisture equipment). Die Werte bei pF 4.2 wurden aus der Hygroskopizität (pF 4.7), Berücksichtigung des Steingehaltes und des Raumgewichtes, durch Multiplikation mit 2 erhalten. Errechnung von Porenvolumen, Raumgewicht und Dichte.

Abkürzungen

PV = Porenvolumen, SV = Substanzvolumen, TW = Totwasseranteil
RG = Raumgewicht bzw. Lagerungsdichte, d = Dichte der Festsubstanz.

Körnung

Steingehalt >20 mm durch Schätzung, Feinskelett 20 - 2 mm durch Trockensiebung. Unterteilung der Feinerde nach Vorbehandlung - bei >1 % C mit verd. H₂O₂, bei Hüllengefüge mit Dithionit. Einwaage von 20 g Feinerde bzw. bei Vorbehandlung entsprechend mehr und Dispergierung in 0.01 n Na-Pyrophosphatlösung bei pH 7 und 4-minütiger Ultraschallbehandlung. Naßsiebung der Sandfraktionen 2000 - 630, 630 - 200 und 200 - 63 µm. Bestimmung der Schlämffractionen (<63, <40, <20, <6 und <2 µm) nach der Pipettmethode. Wich bei den Doppelbestimmungen die Summe der Feinerdefractionen um mehr als 2 % von der Einwaage ab, so wurde die Analyse wiederholt, dies war in 5 - 10 % der Fälle notwendig.

Abkürzungen

St = Steingehalt, FSK = Feinskelett, S = Sand, U = Schluff, T = Ton
g = grob, m = mittel, f = fein.

Bodenchemie

pH-Werte, C-, N-Gehalte

Potentiometrische pH-Bestimmung der Feinerde in 0.01 m CaCl₂)
1 n KCl und aqua dest. mit Boden : Lösung wie 1 : 2.5.

Org. C-Bestimmung an der gemörserten Feinerde nach trockener Veraschung im Sauerstoffstrom in Wösthoff-Apparatur, Einwaage ca. 0.1-2 g.

N-Bestimmung nach Kjeldahl-Aufschluß; Destillation in Büchi-Gerät mit konz. NaOH in eine Vorlage von $n/50 \text{ H}_2\text{SO}_4$ mit Indikator; Rücktitration der verbrauchten H_2SO_4 mit $n/50 \text{ NaOH}$.

Glühverlustbestimmung an ca. $2 \text{ g } 105^\circ$ getrockneter gemörserter Feinerde bzw. Gestein durch min. 2 Std. Glühen bei 600° C im Muffelofen.

Austauschkapazität

Effektive Austauschkapazität (AK_{eff}) im Perholationsverfahren durch Eintausch mit Ba^{2+} analog Methode MEHLICH beim pH des Bodens. Rücktausch mit Mg^{2+} und Ba-Bestimmung spektrometrisch in AAS mit Lachgas-Azetylen-Flamme im Emission. Bestimmung der Austausch-kationen nach Ba-Fällung analog den Gesamtgehalten.

Sesquioxidfraktionierung

Bestimmung des pyrophosphatlöslichen Fe und Mn nach (THOMANN 1963); 2 g Feinerde + 100 ml Extraktionslösung ($0.1 \text{ m Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 0.5\text{-m Na}_2\text{SO}_4$) werden über Nacht geschüttelt und anschließend 15 Minuten bei 3000 UPM zentrifugiert. Die klare überstehende Lösung wird abdekantiert und zur Messung verwendet.

Bestimmung des oxalatlöslichen Fe, Mn, Al und Si mit saurer Ammoniumoxalat-Oxalsäurelösung bei pH 3.2 nach TAMM, modifiziert nach SCHWERTMANN. Einwaage von 2 g gemörserter Feinerde auf 100 ml Lösung.

Bestimmung der pedogenen Fe und Mn-Oxide mit Na-Dithionith-Citratlösung bei pH 7.3 und 80° C nach MEHRA und JACKSON. 2 g gemörserte Feinerde wurde $2 \times$ je 15 Minuten unter ständigem Rühren extrahiert. Die gesammelten Extrakte und die Waschlösung werden auf 200 ml aufgefüllt.

Vor der Messung am AAS mußten die Extrakte mindestens $1 : 10$ verdünnt werden. Den Eichlösungen wurden die Extraktionslösungen in der entsprechenden Konzentration zugegeben.

Abkürzungen

X_p = pyrophosphatlösliches, X_o = oxalatlösliches X_d = dithionithlösliches Element, X_t = Gesamtgehalt.

Gesamtgehalte und Elementbestimmungen

Die Gesamtgehalte der meisten Elemente wurden bestimmt in der Lösung des HF/HClO₄-Aufschlusses, Ausführung bei 210° C nach JACKSON (1960), 0.1 g gemörserte 105^o getrocknete Feinerde werden mit 0.5 ml HClO₄ und 5 ml HF (bei humusreichen Proben 5 ml HClO₄ + 5 ml HF) in Platintiegeln auf dem Sandbad abgeraucht. Aufnahmen mit 10 ml 5nHCl und Auffüllen mit aqua dest. auf 100 ml, Aufbewahren der Lösung in PE-Gefäßen.

Zr-Bestimmung an pulverisierter, mit Wachs tablettierter Feinerde mit Röntgenfluoreszenz. Messung im Philips-Mehrkanal-Spektrometer PW 1410 (Goldröhre 40 mA-60 kV; Proberotation, Vakuum, LiF 220 und feiner Kollimator). Die Intensitäten der K-Linie wurden um den Untergrund vermindert. Zur Eichung dienten internationale Standards (Washington, Nancy).

Alle spektrometrischen Elementbestimmungen erfolgten im AAS 403 der Fa. Perkin Elmer mit digitaler Meßwertanzeige. Alle Eichlösungen wurden aus einer Stammeichlösung hergestellt, die alle Hauptelemente außer Si in häufig auftretenden Verhältnissen enthält. Die Geräteeinrichtungen wurden weitgehend der Laboranweisung des Herstellers entnommen und vor jeder Messung optimiert.

Bestimmung von K und Na in Emission in oxidierender Luft/Azetylen-Flamme;

Bestimmung von Fe, Mn in der gleichen Flamme in Absorption;

Bestimmung von Ca und Mg nach Verdünnung in 1 % LaNO₃-Lösung in reduzierender Azetylen-Luft-Flamme in Absorption;

Messung von Al, Si und Ti in Lachgas/Azetylen-Flamme in Absorption.

P-Bestimmung kolorimetrisch als reduzierter blauer Molybdat-Komplex. Messung bei 566 nm im Photometer 55 der Fa. Perkin-Elmer/Coleman.

Errechnung der Si-Gesamtgehalte nach der Formel

$$\text{Si } \%_o = \frac{1000 - \text{Glühverlust } (\%_o) - \text{Summe aller Oxide } (\%_o)}{2.14}$$

Die Anwendbarkeit der Formel wurde durch stichprobenweise Vergleiche mit Schmelzaufschlüssen und Röntgenfluoreszenzbestimmungen nachgewiesen. Die Abweichungen überschreiten nicht die Reproduzierbarkeit der Bestimmung (ca. 2 %).

Mineralbestand

Schwermineralanalyse

Die Schwermineralanalyse wurde an der Fraktion 30 - 200 μm durchgeführt (fS und gU). Nach Trockensiebung des Überkorns aus der Feinerde und Ultraschallbehandlung zur Reinigung der Kornoberfläche wurde das Feinere in Kraus-Kopecky-Apparatur abgeschlämmt. Schwere-trennung mit Bromoform ($d = 2.88 \text{ g/cm}^3$) in der Zentrifuge. Einbettung von Dauerpräparaten auf dem Objektträger in Arochlor ($n = 1.66$). Es wurden mindestens 200 - 400 Körner ausgezählt. Bei einigen schwermineralarmen Horizonten standen jedoch nur knapp über 100 Körner zur Verfügung.

Tonmineralanalyse

Tongewinnung im Atterbergzylinder nach Vorbehandlung und Dispergierung wie Körnung. Herstellung von Texturpräparaten nach DÜMLER und SCHRÖDER in den Behandlungen Mg-lufttrocken, Mg-Glycerin lufttrocken, K-50 $^{\circ}$ C, K-400 $^{\circ}$ C, K-550 $^{\circ}$ C. Aufnahme von Röntgenbeugungsdiagrammen mit Philips 3 KW Röntgengenerator Mikro 1130 in Verbindung mit Zählrohr-Interferenz- Goniometer (Co-K α -Strahlung). Halbquantitative Auswertung durch Integration der Peakflächen der Tonminerale, bzw. durch Auswertung der Peakhöhe von Quarz (4.26 \AA) und Feldspäten (3.18 u. 3.24). Beteiligte unregelmäßige Wechsellagerungen mehrerer Minerale wurden anteilig auf Wechsellagerungen je zweier Minerale verteilt.

Mikromorphologie

Die Dünnschliff-Monolithe wurden nach ALTEMÜLLER in Vestopal-Styrol-Gemisch eingebettet. Die Herstellung der Dünnschliffe aus den gehärteten Tränklingen erfolgte durch die Fa. W. Becker, Celle. Die Beschreibung erfolgte am Polarisationsmikroskop mit Methoden nach JONGERIUS und BREWER.

Berechnungen

Die Berechnung der Homogenitätsquotienten erfolgte nach STAHR (1975). Die Berechnung der Lößanteile wurde aus MAUS und STAHR (1977) übernommen. Die Ergebnisse der Bilanzierungen und Mengenberechnungen wurden aus STAHR (1979) übernommen bzw. analog berechnet.

Für Mitarbeit im Gelände bei den Laboruntersuchungen und bei der Darstellung haben wir zu danken:

E. Best, A. Kaspar, L. Henninger, B. Röttges, H. Schlenker, G. Mattmüller und J. Vogel

LITERATURVERZEICHNIS

- ERB, L., 1948: Die Geologie des Feldbergs. - In: Müller, K. (Hrsg):
Der Feldberg im Schwarzwald, 22-96, Freiburg.
- GANSSEN, R., 1953: Beiträge zur Problematik deutscher Mittelgebirgsböden
insbesondere der Braunerde. - Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkde. 63,
45-60, Weinheim.
- GANSSEN, R., 1957: Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingrabens
und der angrenzenden Gebiete. - III. Mitteilung: Die Böden der östlichen
Randgebiete des Oberrheingrabens, insbesondere des Schwarzwaldes. -
Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkde. 79, 107-119, Weinheim.
- HÜTTNER, R. und W. WIMMENAUER, 1967: Erläuterungen zur geologischen
Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8013 Freiburg i.Br. -
158 S., Stuttgart.
- MAUS, H. u. K. STAHR, 1977: Auftreten und Verbreitung von Lößlehmbei-
mengen in periglazialen Schuttdecken des Schwarzwaldwestabfalles. -
Catena 3, 369-386, Gießen.
- MATHE, P., 1962: Beiträge zur Gesellschafts- und Wirkungsordnung der
Bodenformen im hochmontanen Hochschwarzwald. Diss. Univ. Freiburg
i.Br., masch.-schr., 211 S.
- MEINIG, R., 1966: Die würmeiszeitliche Vergletscherung im Gebiet Breitenau-
Hinterzarten-Neustadt/Schwarzwald. 166 S. - Diss. Univ. Freiburg.
- MOLL, W., 1959: Die wichtigsten Böden des Breisgaus. - 132 S., Diss.
Univ. Freiburg.
- OBERDORFER, E., 1957: Eine Vegetationskarte von Freiburg i.Br. - Ber.
Naturf. Ges. Freiburg i.Br. 47, 139-145, Freiburg.
- SCHLICHTING, E. und H. P. BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum,
Parey, Hamburg-Berlin.
- STAHR, K., 1975: Qualitative und quantitative Erfassung von Schichtgrenzen.
- Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 22, 633-644, Göttingen.
- STAHR, K., 1978: Die Bedeutung periglazialer Schuttdecken für Bodenent-
wicklung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald, Habilitations-
schrift Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg i.Br.
- STEGMAYER, E., 1957: Beiträge zur Kenntnis der Braunerden unter natür-
licher Waldvegetation im südlichen Hochschwarzwald, Dipl. Arb. Univ-
Freiburg i.Br., masch.-schr., 85 S.
- THOMANN, Ch., 1963: Quelques observations sur l'extraction de l'human
dans les sols. Méthode au pyrophosphate de sodium. - Cahiers
OSTROM Pedologie 3, 43-73, Paris.



E X K U R S I O N B +)

BODENGESELLSCHAFTEN DES BÄRHALDEGRANITGEBIETES

Landschaftsentwicklung, Verwitterung, Haupt- und Spurenelementdynamik
und Wasserhaushalt einer Kleinlandschaft im südlichen Hochschwarzwald.

FAHRTROUTE: Freiburg - Kirchzarten - Hinterzarten -
Bärental - Zweiseenblick (Einführung und Exkursions-
punkte 1 - 3) -
Altglashütten - Happloch (Exkursionspunkte 4 - 6) -
Neuglashütten - Rotmeer (Exkursionspunkte 7 - 9) -
Titisee - Breitnau - Buchenbach - Freiburg.

FÜHRUNG: Fr. Hädrich, K. Keilen, K. Stahr
 und H. W. Zöttl

 Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre
 der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

TERMINE: Montag, den 10.9.1979 und
 Freitag, den 14.9.1979

ABFAHRT: 8⁰⁰ Uhr vor dem Tagungslokal

RÜCKKEHR: 19⁰⁰ Uhr

+) beschwerliche Wege; wasserdichtes Schuhwerk erforderlich !

FAHRTROUTENBESCHREIBUNG DER EXKURSION B:

- Freiburg Die Exkursion folgt auf der Schwarzwaldstraße (B 31) dem Dreisamtal nach Osten. Östlich Freiburg-Ebnet verbreitert sich die Talung zum intermontanen Zartener Becken (vgl. Exk. A und 'Die Böden' in diesem Band).
- Zarten Die Terrassen- und Auenlandschaft ist vollständig in landwirtschaftlicher Nutzung. Lediglich die Bäche werden von Erlenbeständen begleitet. Das Zartener Becken gilt konventionell als Grenze zwischen Mittlerem und Südschwarzwald.
- Himmelreich Bei Himmelreich verläßt die Exkursionsroute die Weite des Beckens und biegt in das vom Rotbach durchflossene Höllental ein.
- Falkensteig Die Ortschaft Falkensteig, eine ehemalige Holzfällersiedlung, liegt auf der Niederterrasse hoch über der Rotbachaue. Die LN hat reliefbedingt stark abgenommen. Oberhalb liegt die Ruine der geschleiften Raubritterburg Falkenstein. In den Bereich des Ortes reichte während des Würmmaximums der Talgletscher.
- Hirschsprung Plötzlich verengt sich das Tal schluchtartig; die Talwände werden zu Felsburgen; die Straße verläuft teilweise über dem Bach, die Bahnlinie läuft durch Tunnels. Die Felsburgen und das anschließende zweifache Umbiegen des Tales sind offenbar tektonisch bedingt (GARCIA-GONZALES und WIMMENAUER, 1975). Der Sage nach entkam einst ein prächtiger Hirsch hier durch tollkühnen Sprung über die Schlucht dem nachstellenden Jäger.
- Posthalde Erst oberhalb der Kehre erweitert sich das Tal wieder etwas.
- Höllsteig Das Gefälle wird wieder flacher und der Trogtal-Charakter besser erkennbar. Die Talflanken sind aber auch in diesem Teil stark übersteilt, wie an den Felsformationen im Oberhang (Piketfels, Posthaldefels) und den sich anschließenden Schutthalden, sowie an noch in Bewegung befindlichen Schuttrunsen erkennbar wird. Bei Höllsteig steigt der Talschluß wie eine

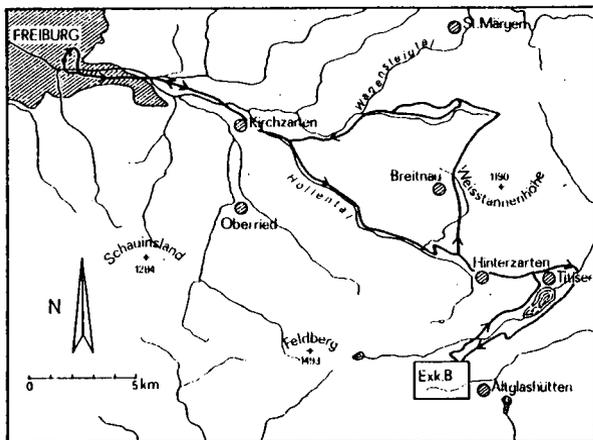
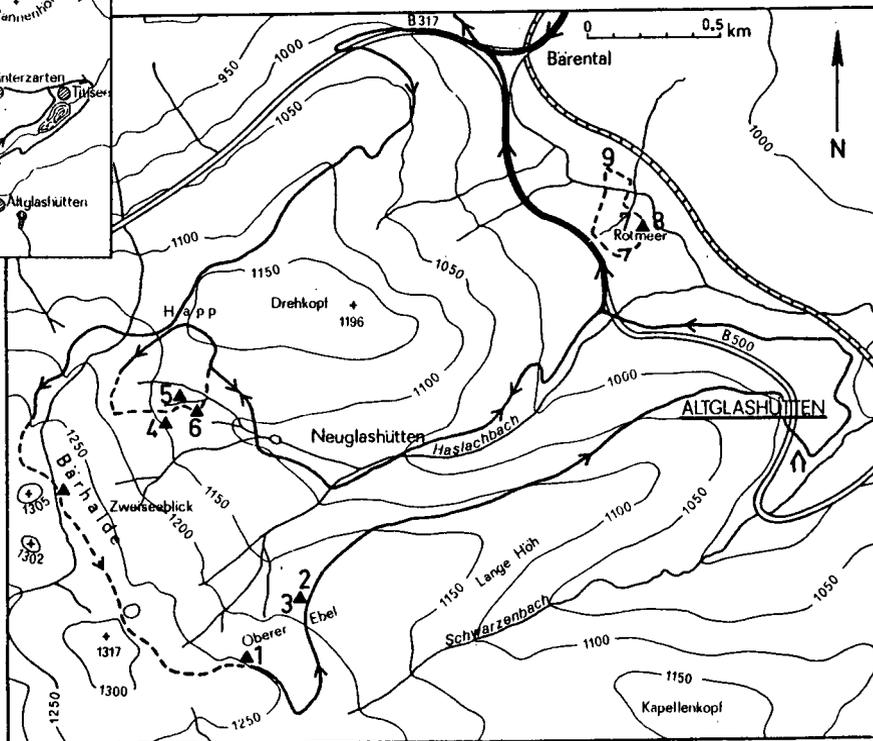


Abb. 1: Route der Exkursion B



Mauer auf, die die Straße in Serpentinien überwinden muß. In jüngster Zeit haben der Ravennabach und der Zartenbach schmale Schluchten in den Talschluß gesägt. Von der Steige aus erkennt man im Rückblick die Hängetäler des Alpersbachs und Bistentals.

- Oberhöllsteig Kurz nach Überwindung der Steigung öffnet sich das danubische Hinterzarten-Altenweger Hochtal, welches das rhenanische Höllental gradlinig fortsetzt. Hier hat also die rückschreitende Erosion des Rotbachs die Talung ohne Veränderung ihrer Richtung um ca. 200 - 300 m tiefer gelegt.
- Titisee-Bärental Von Oberhöllsteig über Titisee im Seebachtal folgt die Exkursion der Route der Exkursion A.
- Drehkopf Im Bärental wird das Gebiet des Bärhaldegranits erreicht. Die Exkursion fährt von Bärental aus den Panoramaweg am Nordhang des Drehkopfs entlang. Von hier aus läßt sich das gesamte Seebachtal in seiner Erstreckung von Feldberg bis nach Neustadt überblicken. Jenseits des Tales erkennt man die kuppige Waldlandschaft des ehemals vergletscherten Gneisschwarzwaldes. Nach dem Happsattel (Trink-Wasserbehälter für die Gemeinde Feldberg) steigt der Weg weiter an und biegt schließlich aus dem Seebachtal nach Süden ab und lehnt sich an den Bärhaldekamm an.
- Zweiseenblick Vom Zweiseenblickweg steigt die Exkursion zum Aussichtspunkt Zweiseenblick auf und erhält dort einen Überblick über das gesamte Exkursionsgebiet (vgl. folgende Erläuterungen).
- Bärhaldekamm Über den kuppigen Bärhaldekamm führt ein Saumpfad auf der Gemeindegrenze zwischen Feldberg-Altglashütten und Menzenschwand. Diese Grenze lag früher zwischen Fürsténbergischem Besitz und der Abtei St. Blasien. Der Weg führt vorbei an den Hirschbädern, einem der höchstgelegenen Hochmoore des Schwarzwaldes.

- Bärhalde An einem neu angelegten Holzabfuhrweg liegt der Podsol "Bärhalde" (B 1).
Beim Abstieg erreicht man unterhalb der Wegkreuzung am Oberen Ebel den als Skipiste freigebliebenen Weidberghang (A 3 und A 4), der gesäumt wird von Fichtenaufforstungen unterschiedlichen Alters.
- Höhen Von hier führt die Exkursion am Nordhang des Haslachtals
Schachen durch Aufforstungen und Schachenwäldchen zur Mittagspause nach Altglashütten.
- Neuglas- Vom Ortszentrum Altglashütten fährt die Exkursion über die
hütten Sanderterrasse der "Plätze" das Haslachtal aufwärts. Im unteren Teil von Neuglashütten ist im Tal eine Gefällsstufe ausgebildet (1000 - 1050 m), die zum Teil durch Ablagerungen aus einem oder mehreren Rückzugshalten des Haslachgletschers betont ist. Der Gletscherstand war hier wohl vor dem Alleröd und schüttete die Sander und Beckentone ins Rotmeer. Oberhalb der Gefällsstufe ist eine Verflachung ausgebildet, die zeitweise von einem See erfüllt war (Beckentone beim "Grünen Baum").
- Happloch Oberhalb Neuglashütten erreicht man die ehemalige Karmulde des Happlochs. Das Gebiet wurde nach dem 2. Weltkrieg aus der Weidennutzung genommen und mit Fichte aufgeforstet. Das eng verzahnte und wechselvolle Bild der Bodenformen spiegelt sich im Wachstum der Bestände wider. Die Punkte B 4 - B 6 werden auf einer Wanderung durch das Happloch besichtigt.
- Rotmeer Von hier fährt man die Straße wieder talab. Nach der trichterförmigen Erweiterung des Tales zwischen 1000 und 950 m stößt man auf die B 500. 200 m N dieses Punktes erreicht man die Sanderterrasse und das Hochmoorgebiet des Rotmeers (B 7 - B 9).
- Bärental Über die ehemalige Gletschertransfluenz beim Rotmeer führt der Weg nach Bärental und von dort hinab ins Seebachtal. Talabwärts führt die Straße über die Gefällsstufe beim Behabühl und erreicht an der Löffelschmiede die breite ebene Talsohle

oberhalb des Titisees. Dieses Gebiet wurde durch Kultivierung von Niedermoor- und Waldmoorflächen als Grünland gewonnen.

- Erlenbruck** Oberhalb des Titisees führt eine kleine Paßstraße über eine weitere Gletschertransfluenz, die Erlenbruck. Auch auf diesem Paß hat sich ein Moor entwickelt. Das Naturschutzgebiet Keßlermoos hat einen von Waldmoor umgebenen Hochmoorkern. Westlich daran liegt der Lehrwald der Universität (Mathislewald).
- Hinterzarten** Auf der Nordflanke des Passes erreicht man den traditionellen Höhenluftkurort und Wintersportort Hinterzarten.
- Breitnau** Von Hinterzarten folgt die Exkursion der Route A auf der B 500 in umgekehrter Richtung und verläßt bei Breitnau das ehemals vergletscherte Gebiet.
- Fahrenberg** Vom oberen Fahrenberg bis zum Thurner hat man nach Westen
Thurner einen guten Überblick über die Hochfläche von St. Peter - St. Märgen, die westliche Bergkette des Schwarzwaldes (Kandel-Flaunser-Roßkopf-Schauinsland) und bei klarem Wetter bis zu den Vogesen.
- Spirzendobel** Vom Thurnerwirthshaus führt eine neue Landstraße steil hinab in den Spirzendobel. Bei der Fahrt durch das enge Tal passiert man eine Reihe alter Schwarzwaldhöfe mit ihren Nebengebäuden (Kapelle, Sägemühle) und kann noch die Wasserwiesennutzung beobachten.
- Wagensteigtal** Durch das Spirzental erreicht man das Wagensteigtal oberhalb des Sägewerkes Dold. Der weitere Weg zurück nach Freiburg
Freiburg führt über Buchenbach und Zarten in umgekehrter Richtung wie Exkursion A bzw. die Hinfahrt.

Einführung in das Bärhaldegranitgebiet

(Aussichtspunkt Zweiseenblick, 1295 m)

Morphologie

Der Bärhaldekamm verläuft senkrecht zum Tal der Haslach. Der Talanfang wird von einer großen zweigeteilten Mulde gebildet. Im Oberhang der Bärhalde haben sich noch eine Reihe von kleinen Firnmulden und Karen ausgebildet. Nördlich und südlich wird das Haslachtal im Bereich von Neuglashütten von den Höhenzügen des Drehkopfs und des Höhenschachen begleitet. Im Bereich von Altglashütten weitet sich das Tal (Rotmeer und Plätze) und vereinigt sich mit dem bis dahin südlich parallel laufenden Schwarzenbachtal. Im E oberhalb Lenzkirch verläuft der Grat des Hochfirst (ebenfalls Bärhaldegranit), ein Teil der permokarbonischen Landoberfläche bzw. der Transgressionsfläche des Deckgebirges. Dahinter sind die Schichtstufe des Buntsandsteins, die Gäufläche der Baar und die Schwäbische Alb (wj) zu erkennen. Als Kerbe im Albtrauf erkennt man noch das Tal der ehemaligen Feldberg-Donau.

Landschaftsgeschichte

Die Reliefformen des Gebietes sind wohl schon praewürm angelegt gewesen, aber während der letzten Eiszeit letztmals stark umgestaltet worden (HAASE, 1967). Im Schwarzwald war der Verlauf der Vereisung nach neuerer Ansicht nicht synchron mit den großen alpinen oder nordischen Vereisungen, da das Nährgebiet der Gletscher relativ klein war und die Kulmination des Gebirges relativ niedrig lag. Die Wirkung der Vereisung war aber im Bereich des oberen Haslachtals und benachbarter Täler so stark, daß ältere Sedimente oder Böden quantitativ ausgeräumt wurden. Beim Gletscherhöchststand lag das gesamte Gebiet unter einer geschlossenen Eiskappe, die auch den Drehkopf mit einschloß und den Hochfirst als Nunatakr umgab. Beim Eisrückgang bis zum Titisee-Stand teilte sich das Eis bereits und der Bärhalde-Kamm wurde zur Firnscheide, so daß sich im Haslachtal ein getrennter Talgletscher ausbildete, der nur

Gestein aus dem Bärhaldegranitgebiet transportierte. Der weitere Rückzug erfolgte über das Falkau-Stadium (Moränen östlich des Rotmeer, ca. 960 m). Bereits vor dem Alleröd lag der Gletscher nur noch im Oberen Haslachtal zwischen Drehkopf und Höhenschachen (1025 m, entspricht Zipfelhof-Stadium). Auch das weitere Abschmelzen erfolgte noch vor oder im Alleröd (z. B. Feldsee Stand, 1100 m). Nur die kleinen Firnmulden im Oberhang der Bärhalde (1240 - 1270 m) und die Senken auf der Hochfläche waren in der jüngeren Dryaszeit noch vereist (vgl. KASTNER, 1972). Die Vegetationsentwicklung im Holozän wird bei B 9 diskutiert. Das Moorwachstum (bzw. die Pollendokumentation) setzt in den Mooren zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten ein. Während im Rotmeermoor eine lückenlose Dokumentation bis ins Alleröd zurückreicht (RAISCH, 1977), ist die Vegetationsentwicklung in den Hirschbädern erst für die Nacheiszeit belegt. Die Entwicklung der zahlreichen kleinen Hangmoore begann wahrscheinlich erst im Atlantikum nach einem längeren Stagnogley-Stadium.

Besiedlungs- und Nutzungsgeschichte

Im Gegensatz zum Südhang der Bärhalde, der zur Abtei St. Blasien gehörte und bereits seit dem 14. Jahrhundert als Hochweide genutzt wurde, blieb der Kamm und Ostteil der Bärhalde und die angrenzenden Täler im Fürstenbergischen Besitz als Jagdbezirk - und damit als "Urwald" - erhalten. Erst 1634 wurde die Glashütte in Altglashütten gegründet und begann die erste Rodung des Gebietes. Außer für die Glasschmelzerei wurde das Holz auch zur Eisenhütte nach Eberfingen geflößt. Die Rodung schritt so stark fort, daß 1706 kein Holz mehr wirtschaftlich an die Hütte gebracht werden konnte. Die Glashütte siedelte nach Neuglashütten über und schlug den Wald der Bärhalde selbst ein. Obwohl jetzt darauf geachtet wurde, daß die eingeschlagenen Flächen vollständig genutzt wurden und eine Wiederbewaldung einsetzte, war der Holzvorrat 1723 verbraucht und die Glashütte wurde geschlossen. Anschließend kam es zur allmählichen Wiederbewaldung mit Fichtenforst. Harzen und Köhlerei sind im Bereich dieser Wälder unbekannt. Im oberen Teil der Bärhalde ist der Sekundärwald heute in der 3. Generation. Der übrige Bereich wurde als Weidfeld mit einzelnen Schachenwäldungen oder Acker genutzt. Seit etwa 1900 dringen die Weidfeldaufforstungen wieder stärker vor. Die Weidfelder wurden bis vor wenigen Jahren nicht gedüngt.

Klima

Die klimatischen Verhältnisse auf dem Bärhaldekamm entsprechen weitgehend denen der Wetterstation Feldberger Hof (Feldberg bei WEISCHET in diesem Band). Nach eigenen Untersuchungen nehmen die Niederschläge (ca. 2100 mm) bis nach Neuglashütten nicht ab. In der Senke des Happloch ergeben sich jedoch deutliche relief- und höhenabhängige Veränderungen der Temperaturbedingungen. Bis nach Altglashütten fallen die Niederschläge auf ca. 1900 mm und die Jahresmitteltemperatur steigt von ca. 4^o C auf ca. 5^o C an. Charakteristisch für den Bärhaldebereich ist die lange Schneebedeckung, die mindestens 6 Monate (November bis Mai) andauert und dadurch die Vegetationsperiode hier auf die Zeit von Juni bis August beschränkt. In Altglashütten ist diese Periode bereits ca. 1 Monat länger (Mitte Mai bis Mitte September). Ähnliche Unterschiede bestehen auch zwischen nord- und südexponierten Hängen (Höhenschachen bzw. Drehkopf).

Gestein

Der Bärhalde-Granit ist ein extrem basenarmes und relativ grobkörniges Gestein (vgl. SCHREINER und WIMMENAUER, Tab.1 in diesem Band). Neben dem Kerngranit sind im Bereich der Bärhalde anstehend keine Nebengesteine oder Bildungen der Spätphase der Granitisation bekannt. Ostwärts des Oberen Ebel sind aber eine Reihe von Granitporphyrgängen ausgebildet, die granitischen Chemismus haben und in der Grundmasse mittel- bis feinkörnig sind. Diese Gesteine sind aber basenreicher als der Bärhalde-Granit. Am Nordhang des Drehkopf reicht ein breiter Keil von Paragneis-Metatexit in das geschlossene Granitgebiet herein.

Die Bodenbildung findet nur zum kleinen Teil auf dem anstehenden Gestein statt. Hierfür sind die glazialen und periglazialen Verwitterungs- und Verlagerungsprodukte wesentlich bedeutender (v. d. GOLTZ, MÜLLER, RAISCH, WIPF 1977). Im einzelnen lassen sich unterscheiden:

- periglaziale Fließ- und Frosterden an den Ober- und Mittelhängen, gliederbar in Basisfolge, Hauptfolge und Deckfolge (STAHR 1979);
- sehr dichte, lehmig-steinige Geschiebelehme der Grundmoränenablagerungen an Mittel- und Unterhängen, im Tal und auf Verebnungen (häufig noch von periglazialen Schuttdecken überlagert);



Abb. 2: Vegetationskarte des Exkursionsgebietes (Aufnahme und Entwurf von E. OBERDORFER)

Legende



Gebirgs-Fettwiesen und Ackerland



Gebirgs-Fettweiden



Hundsveilchen-Magerweiden (mit Silberdistel)
(Violion caninae)



Hainsimsen (Ficht.-Tann.-) Buchenwald
(Luzulo-Fagetum)



Staudenreicher Bergmischwald
(Aceri-Fagetum)



Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald
(Luzulo-Abietetum)



dto.
farn- u. sauerkleereiche Ausbildung



Preiselbeer-Tannen-Fichtenwald
(Vaccinio-Abietetum)



dto.
farn- u. sauerkleereiche Ausbildung



Echter Fichtenwald
(Bazzanio-Piceetum)



Hochmoor-Vegetation
(Oxycocco-Sphagnetea)



Naß- u. Flachmoor-Wiesen



Bebauung

- lockere, sandig-steinige Geschiebelehme bis -sande der Endmoränen, die Karmulden abschließen, Täler und Verebnungen queren;
- grusig-sandige Sandersande auf der Sanderterrasse im "Rotmeer" und "auf der Plätze";
- schluffig-tonige Beckenton-Sedimente in ehemaligen Seen hinter Endmoränenwällen (keine Bedeutung für die aktuelle Bodenbildung, da heute unter Moor);

Die Unterschiede in der Körnung, Lagerung und im Chemismus dieser Gesteine bewirken deutliche Unterschiede im Ablauf der Bodenentwicklung.

Böden

Die Grundzüge der Bodengesellschaft wurden bereits im Abschnitt "Die Böden" Pkt. 6. 5. dargestellt. Genauere Darstellungen finden sich bei KEILEN (1978); v. d. GOLTZ, MÜLLER, RAISCH, WIPF (1977) und THEES, SEGATZ (1979).

PROFIL BÄRHALDE B1

B1

ORT: Gemeindegwald Altglashütten Distr. I, 4, südl. Teil des Bärhaldekammes

TOP.KARTE: 8114 Feldberg R: 34 31 675
1:25 000 H: 53 01 675

HÖHE: 1260 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: welliger, konvexer Oberhang, 5 % NNE

NAT. VEGETATION: Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald (Luzulo-Abietetum)

NUTZUNG: Fichtenforst (ca. 75 j.)

GESTEIN: Fließerdien aus Bärhaldegranit über Gesteinszersatz

BODENTYP: Humus-Eisen-Podsol

HUMUSFORM: Rohhumus

STANDORTSBEURTEILUNG:
mech. tief- aber phys. sehr flachgründig und sehr gut durchwurzelbar, frisch und gut - zeitweise mäßig - durchlüftet.
Schlechte N- und Basen-, gute P-Versor-BvC gung.

PROFILBESCHREIBUNG:
Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebesonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

Olf 12- 8 cm Streu von Fichten, Moosen und Beerkrautvegetation, 2.5 YR 3/2, locker verfilzt.

Of 8- 5 cm -, 2.5 YR 2/2, locker, sehr stark durchwurzelt.

Oh 5- 0 cm -, 10 R 2/1, schmierig einzelne Bleichkörner, sehr stark durchwurzelt.

Ahe 0- 5 cm Hauptfolge, 5 YR 3/2, singulär, stark gebleichte Mineralkörner, locker, mäßig durchwurzelt.

Aeh₁ - 30 cm Hauptfolge, 7.5 YR 3/2, singulär, -, locker, gering durchwurzelt.

Aeh₂ - 55 cm Hauptfolge, 5 YR 3/2, singulär bis kohärent, locker, gering durchwurzelt.

Aeh₃ - 80 cm Hauptfolge, 5 YR 3/2, singulär bis kohärent, stärkere Humuseinwaschung, mäßig dicht, gering durchwurzelt.

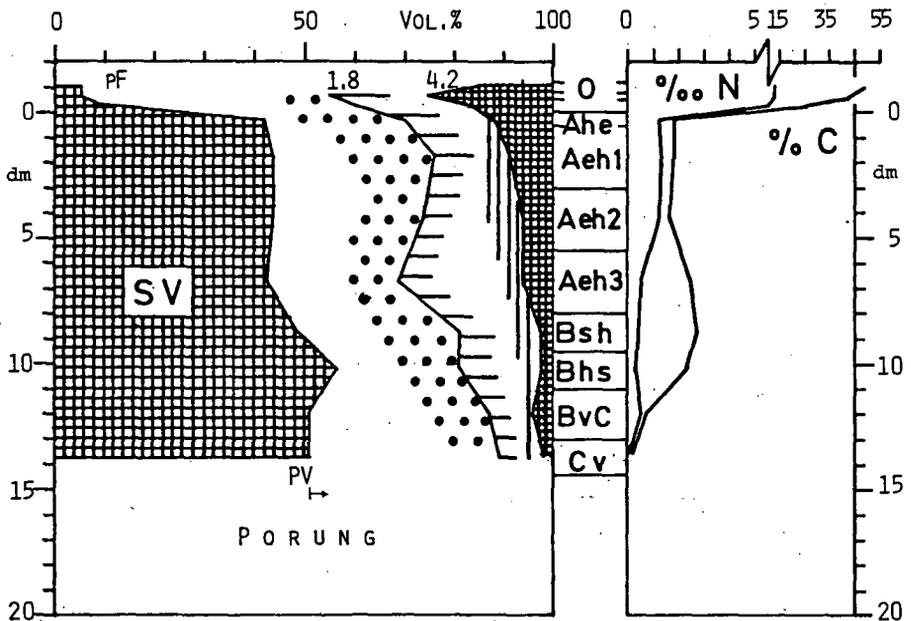
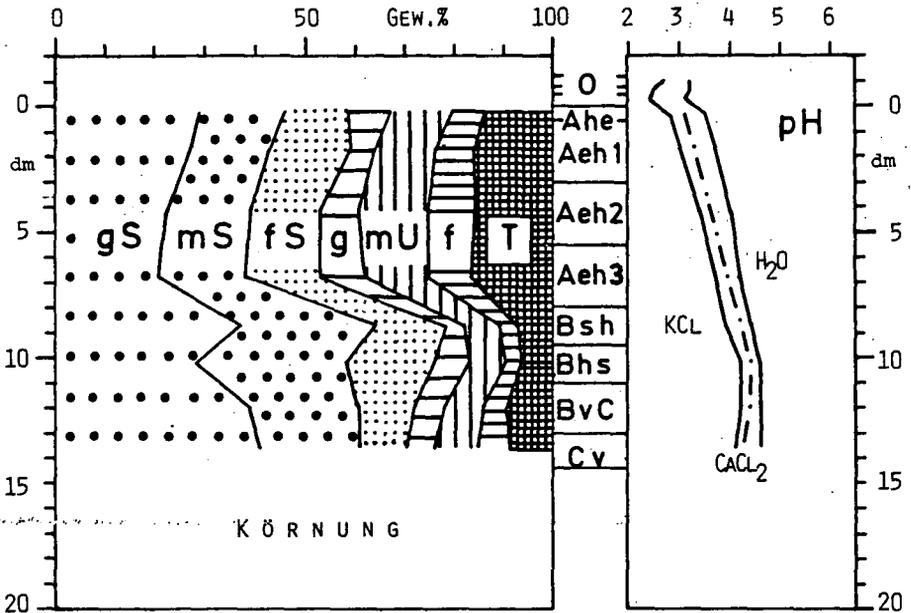
Bsh -95 cm Basisfolge, 2.5 YR 2/4, Hüllengefüge, tlw. Ortsteinbildung, tlw. eingeregelt Steine, Paralleltexur, sehr dicht, sehr gering durchwurzelt.

-110 cm Basisfolge, 5 YR 3/4, Hüllengefüge, Paralleltexur, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

-130 cm Basisfolge in Zersatzzone übergehend, 5 YR 3/4, singulär-kohärent, Paralleltexur, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

Cv - 140 cm Zersatzzone, 5 YR 4/3, singulär-kohärent, -, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

- 186 -
PROFIL BÄRHALDE B I



Profil Bärhalde B1

- 187 -

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2μ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Olf	12- 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Of	8- 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oh	5- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ahe	0- 5	30	15	25	-	-	-	25	5	Sp
Aeh1	- 30	30	20	25	-	-	-	20	Sp	5
Aeh2	- 55	35	25	30	-	-	-	10	-	-
Aeh3	- 80	35	25	15	-	-	-	25	Sp	Sp
Bsh	- 95	40	35	10	-	-	-	15	Sp	Sp
Bhs	-110	30	30	20	-	-	-	20	-	-
BvC	-130	40	40	10	-	-	-	10	-	-
Cv	-140	50	30	-	-	-	-	20	-	-

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		Ak _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Olf	-	-	0.06	2.11	18.2	18.0	2.4	1.4	1.1	.22	.00	1.3
Of	-	-	0.06	2.11	23.3	25.1	2.8	1.7	1.3	.13	.00	4.0
Oh	-	-	0.16	2.44	13.1	15.2	1.3	.8	.8	.05	.00	11.1
Ahe	10	46.0	1.10	2.78	3.4	5.1	.1	.1	.1	.01	.00	5.0
Aeh1	10	47.0	1.15	2.78	3.4	5.4	.1	.1	.0	.00	.00	5.5
Aeh2	5	42.0	1.15	2.79	3.6	6.2	.1	.1	.0	.00	.00	6.8
Aeh3	10	43.0	1.11	2.77	3.4	6.4	.1	.1	.0	.00	.00	7.4
Bsh	30	74.0	1.26	2.75	1.9	3.8	.2	.2	.0	.00	.00	4.5
Bhs	50	79.0	1.50	2.77	0.9	1.3	.1	.1	.0	.00	.00	1.8
BvC	85	76.0	1.35	2.78	0.6	0.9	.1	.1	.0	.00	.00	1.1
Cv	0	83.0	1.38	2.76	0.9	1.1	.1	.1	.0	.00	.00	1.4

Hor.	% = mg/g										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Olf	.51	.24	1.4	2.3	.026	.01	.08	.2	3.5	.0	16
Of	.81	.98	2.0	3.4	.015	.01	.06	1.8	12.8	.0	52
Oh	.85	.95	3.7	7.2	.000	.00	.07	2.2	47.3	.0	191
Ahe	.18	.19	5.0	11.1	.000	.01	.13	1.2	84.9	.0	337
Aeh1	.37	.43	5.5	12.3	.000	.01	.14	1.6	89.5	.0	330
Aeh2	.73	1.02	6.2	13.2	.000	.01	.15	2.0	90.6	.0	331
Aeh3	2.95	3.11	8.1	15.3	.010	.02	.16	4.0	93.3	.0	318
Bsh	3.77	4.87	8.2	16.0	.019	.06	.19	8.8	95.3	.0	307
Bhs	2.70	3.04	7.0	14.4	.029	.05	.19	12.1	95.1	.0	317
BvC	1.62	1.38	6.6	15.6	.079	.05	.21	5.8	104.3	.0	321
Cv	.52	.58	6.8	15.6	.010	.06	.22	3.0	98.4	.0	330

Hor.	% = mg/g							GVL	Ba _t
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t		
Olf	.1	.3	1.2	.3	1.670	.5	.051	948	.052
Of	.8	2.4	1.8	.5	1.840	.5	.066	848	.940
Oh	3.2	13.4	1.2	1.0	1.620	1.1	.100	463	3.550
Ahe	5.2	28.2	.8	1.8	2.120	1.5	.121	51	4.870
Aeh1	4.6	28.2	.8	1.9	2.440	1.5	.119	55	5.780
Aeh2	4.5	28.2	.8	2.0	2.570	1.2	.114	49	6.480
Aeh3	3.5	29.0	.8	2.0	3.280	1.0	.110	69	7.630
Bsh	1.7	31.3	.7	1.9	6.600	1.1	.100	80	16.240
Bhs	1.3	31.0	.6	2.0	4.360	1.3	.109	66	10.100
BvC	1.7	35.4	.2	2.4	3.490	1.4	.106	35	8.140
Cv	2.0	37.2	.9	2.1	2.400	1.3	.098	25	4.870

Erläuterungen zu Profil B 1

Landschaftsentwicklung und Nutzung

Vereisung dauert bis jüngere Dryäszeit, kurze Periglazialphase.

Keine Moränenbedeckung, da immer Nährgebiet.

Abholzung des Urwaldes 1700 - 1720, kurze Weideperiode, 2. oder 3. Sekundärwaldgeneration.

Bodengesellschaft

Auf der Hochfläche Podsole auf den trockensten Standorten (Kuppen, Oberhänge). Sie gehen gleitend in Stagnogleye oder Gley-Podsole über.

Senken und Dellen sind vermoort.

Am Hang sind die Podsole am Oberhang auf den größten Substraten verbreitet.

In der Katena gehen sie über Zwischenstufen in Braunerden oder podsolige Braunerden über.

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

Zwei deutliche Schichtgrenzen Hauptfolge/Basisfolge und Basisfolge/Zersatzzone. Grenzen durch Körnung und Struktur bzw. nur durch Struktur bedingt. Im Mineralbestand (bzw. bei den Hauptelementen) keine Grenzen erkennbar (KEILEN, STAHR u. ZÖTTL, 1976; MAUS u. STAHR, 1977).

Bei einigen Elementen (Ba, P) Hinweise auf hydrothermale Beeinflussungen, die in der Basisfolge am stärksten sind. Auch rötliche Beläge auf Klüftchen in Zersatzzone und Anstehendem deuten auf dasselbe Phänomen hin.

Podsol Bärhalde zeigt gute Beispiele für elementselektive Verwitterung.

Fe-Gehalt des Gesteins von 8 - 9 %o in allen Horizonten vom Gehalt in der Feinerde übertroffen (11 - 16). Will man Fe-Anreicherung in den Bleichhorizonten ausschließen, so muß man die Fe-Gehalte des Skeletts berücksichtigen (5 - 8 %o). Erst Bilanzierung unter Berücksichtigung des Skeletts mit seinen realen Gehalten führt zu einem vernünftigen Ergebnis.

Bodenbildende Prozesse

Im Profil 29 kg/m² Humus gespeichert, davon 7 in der Auflage, 17 in A_{eh}- und A_{he}-Horizonten, und 5 in den B-Horizonten. Auch der in den A-Horizonten vorhandene Humus dürfte größtenteils verlagert sein.

Die Basenverluste liegen bei Na 89 % (28 %), K 20 % (10 %)

Ca 22 % (34 %), Mg 14 % (20 %) bei

Bezug auf die Ausgangsgehalte (100 %). In Klammer der ϕ von 13 terrestrischen Granitböden. Wegen extremer Armut an Erdalkalien und Fehlens von typischen Ca, Mg-Silikaten Verluste an diesen Elementen unterdurchschnittlich. Der gesamte Basenverlust 2.4 kвал/m².

Durch Verwitterung und Verbraunung 12 % (= 1 g/kg) des Gesamteisens freigesetzt. Tonneubildung 39 kg/m² (= 22 g/kg) bei einer Gesamtmenge von 97 kg Ton/m².

Al stark von der Umlagerung (11 kg/m²) und Auswaschung (14 kg/m² = 12 %) erfaßt.

Trotz deutlicher Podsolierung keine Fe-Verluste erkennbar, die Verlagerung beträgt 1 kg/m² Fe, was ungefähr der durch Verwitterung freigesetzten Menge entspricht.

Spurenelementdynamik

Horizont	Be	Cd	Co	Cu	Pb	V	Zn
Ol	< 0.3	2.6	7.7	36	111	16	140
Of	< 0.3	3.4	4.0	51	141	14	160
Oh	2.9	1.8	3.4	15	84	14	60
Ae	7.8	0.3	0.8	22	50	21	40
Aeh1	4.5	0.2	1.1	15	49	22	40
Aeh2	6.9	0.2	1.1	16	39	20	40
Aeh3	8.0	0.1	2.0	17	37	22	50
Bsh	18.1	0.2	5.1	20	42	21	50
Bhs	12.1	0.4	3.3	20	37	20	50
BvC	11.4	0.4	3.6	29	42	22	60
Cv	7.9	0.2	3.6	43	31	20	80

Bilanz

Gesamt	90	50	65	75	115	85	65
0- 80 cm	75	50	50	70	115	95	65
80-140 cm	105	50	80	80	120	70	65

- alle Spurenelemente außer Pb weisen Verluste im Gesamtprofil auf.
- Be wie Al; deutliche Verarmung im Al-Horizont; Anreicherung im B-Horizont; Verluste des Gesamtprofils.
- Cd Immissionen werden im Humuskörper aufgenommen; starker Einbezug in den Biokreislauf; Verlagerung ähnlich Mn; Anreicherung erst im B_vC- und C-Horizont.
- Co starke Umlagerung mit Podsolierung; Tiefenfunktion ähnlich Fe und C; deutliche Wiederanreicherung; hohe Verluste des Profils trotz Gewinn im Anreicherungshorizont; Gesamtverlust geringer als bei Braunerden.
- Cu ebenfalls in die Podsolierung einbezogen; geringe Tendenz zur Wiederanreicherung; potentiell Mangel-Element.
- Pb Immissionsanreicherung in der Auflage; zusätzliche Bleiverlagerung; Bilanz unsicher (da hydrothermal verändert?); ursprünglich wahrscheinlich Pb-Verluste, heute deutliche Gewinne.
- V wenig mobiles Element; Tiefenfunktion ähnlich wie SiO₂; aber geringe Tendenz zur Aufnahme in Biokreislauf und zur Podsolierung angedeutet.
- Zn Verluste im gesamten Profil und in allen Kornfraktionen; keine Wiederanreicherung in den B- oder C-Horizonten; ähnlich Alkalien, mit Cd mobilstes Spurenelement.

Standortseigenschaften

Große mechanische Gründigkeit wegen mächtiger Bleichzone. Trotzdem sehr flach durchwurzelt. Begrenzende Faktoren: Nährstoffmangel, toxische Elemente, Wasserhaushalt (?). Allein die Humusaufgabe garantiert eine ausreichende Wasserversorgung (nFK = 40 - 45 mm), da aufgrund einer groben Wasserbilanz auch während der Vegetationsperiode noch ca. 200 mm versickern und Trockenphasen über 14 Tage sehr selten sind. Durchlüftung wird nicht als begrenzend angesehen, obwohl dichte Humusaufgabe und zeitweise hohe Wassersättigung auftreten. Aufgrund der Humusform und der Bodengehalte könnten unter Umständen geringe Versorgung mit N, Mg, Cu und Co erwartet werden.

Nadelanalysen zeigen aber überall ausreichende bis gute Versorgung der Fichte an. Gehalte 1-jähriger Nadeln: N = 13.2, P = 2.0, k = 6.0, Ca = 3.0, Mg = 1.1 (alle ‰); Mn = 408, Fe = 53, Cu = 8.5, Zn = 38, Al = 88, Pb = 1.4, Cd = .1, Co = .3, Be = .04 (alle in ppm).

Wachstum der Bestände ist hauptsächlich klimatisch begrenzt.

PROFIL WEIDFELD B 2

B
2

ORT: Oberer Ebel, Skihang Neuglas-
hütten

TOP.KARTE: 8114 Feldberg, R: 34 31 700
H: 53 02 025

HÖHE: 1180 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: konvexer Oberhang, 5 % N

NAT. VEGETATION: Hundsveilchen Magerweide
(*Viola caninae*) bzw. (*Luzulo-
Abietetum*)

NUTZUNG: Weidberg, Skihang

GESTEIN: Fließerdien aus Granitporphyr
(Typ. Äule?)

BODENTYP: (Humus)-Braunerde

HUMUSFORM: moderartiger Mull

STANDORTSBEURTEILUNG:
sehr tiefgründig und sehr gut
durchwurzelbar, feucht und
sehr gut durchlüftet, sehr
gute N, P- und Basenversorgung.

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe-
sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

O1 2- 0 cm Streu der Gras- und Beerkräutervegetation,
5YR 3/1, sehr locker, völlig unzersetzt.

OAh 0- 10 cm Hauptfolge, 5 YR 2/1, krümelig, lücken-
haft auf der Oberfläche, z. Teil einge-
arbeitet Oh-Material, Bleichkörner, sehr
locker, sehr stark durchwurzelt.

AhBv - 20 cm Hauptfolge, 2.5 YR 3/2, krümelig, -,
sehr locker, stark durchwurzelt.

Bv₁ - 40 cm Hauptfolge, 5YR 3/3, subpolyedrisch,
Wurmröhren, sehr locker, stark durch-
wurzelt.

Bv₂ - 60 cm Hauptfolge, 5YR 3/4, subpolyedrisch,
Wurmröhren, locker, mäßig durchwur-
zelt.

Bv₃ - 80 cm Hauptfolge, 5 YR 3/4, subpolyedrisch,
Wurmröhren, locker, mäßig durchwurzelt.

Bv₄ -100 cm Hauptfolge, 7.5YR 4/4, subpolyedrisch,
Wurmröhren, locker, gering durchwurzelt.

Bv₅ -130 cm Basisfolge, 5YR 4/4, subpolyedrisch
bis kohärent, einzelne Wurmröhren,
Paralleltextur, einzelne Schluffbeläge,
mäßig dicht, gering durchwurzelt.

BvC -165 cm Basisfolge, 5YR 4/6, kohärent bis singu-
lär, Schluffkappen, Paralleltextur, fein-
erdereicherer Material (5YR 3/4) teil-
weise kryoturbar eingemengt, dicht, nicht
durchwurzelt.

Cv - 175 cm Zersatzzone, 7.5 YR 5/6, kohärent bis
singulär, -, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

Erläuterungen zu Profil B 2

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Gebiet eines gangförmigen, etwa N-S-streichenden Granitporphyrs; Vereisung bereits im Zipfelhof-Stadium abgeschlossen (mind. 4000 J. früher als bei Bärhalde); längere Periglazialphase, die eventuell vorhandene Moränensedimente überarbeitet hat. Abholzung wahrscheinlich kurz vor oder um 1700, seither durchgehend Weidfeldnutzung (Magerweide ohne Düngung).

Bodengesellschaft

Braunerden mit der Humusform Mull als am wenigsten differenzierte Bodenform im Exkursionsgebiet, eng an die landwirtschaftliche Nutzung gebunden. In ungünstigen Fällen aber auch auf der Weide Moderbraunerden oder podsolige Braunerden. Vorkommen von Granitporphyr hält offensichtlich die Podsolierung ebenfalls auf. Mullbraunerden häufiger an Unter- und Mittelhängen als am Oberhang.

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

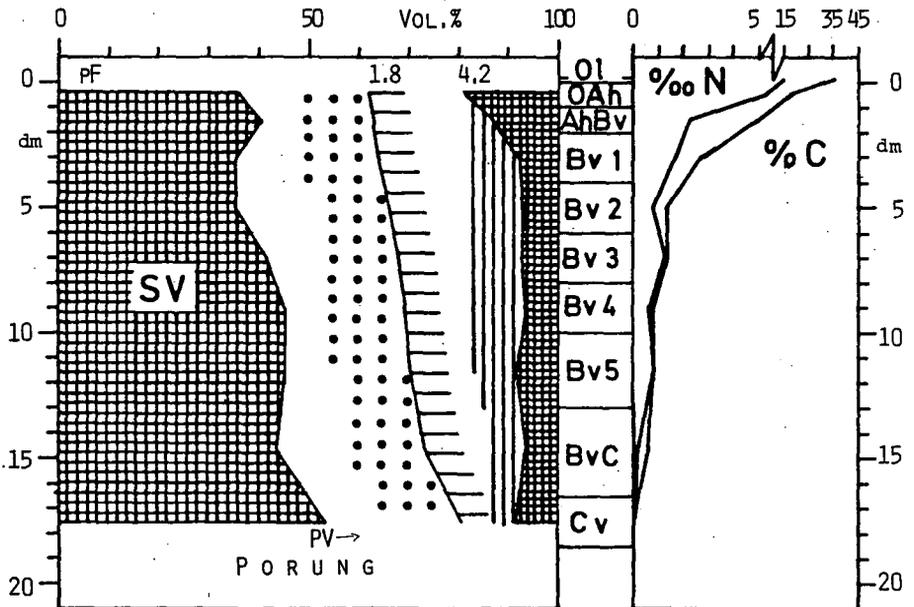
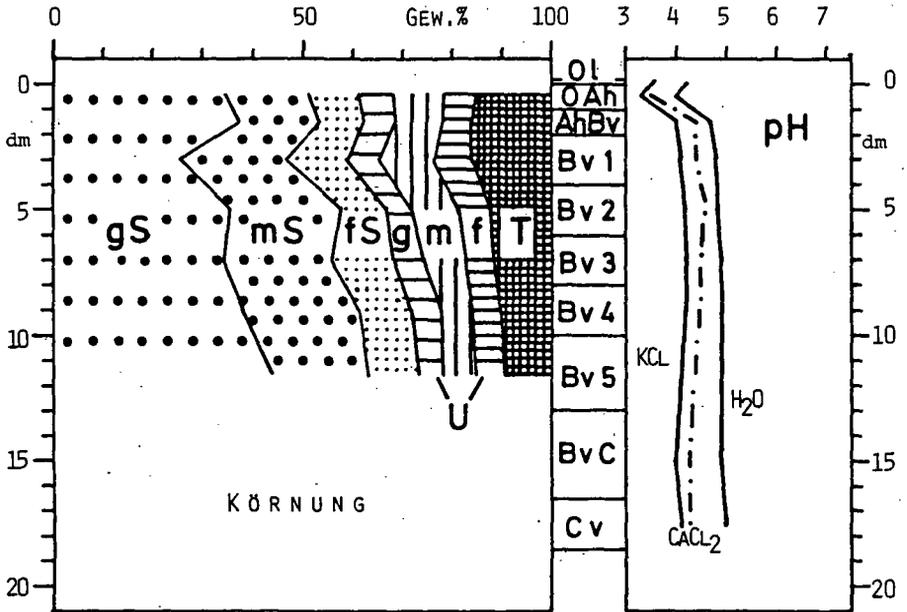
Dem Mineralbestand nach völlig homogenes Profil. Es kann vollständig als aus Granitporphyr entstanden gelten. Innerhalb der Hauptfolge Bv1/Bv2 und zwischen Basisfolge und Hauptfolge mehr oder weniger deutliche Körnungs- und Strukturgrenzen. Homogenität des Chemismus am Ti/Zr- und Si/Zr-Quotienten überprüfbar. Abweichungen von Horizont zu Horizont kleiner als 7 % (2. Homogenitätsklasse, STAHR, 1975). Auch andere Elemente haben keine sprunghaften Veränderungen.

Bodenbildende Prozesse

Sehr hohe Humusakkumulation von 58 kg/m^2 , davon nur 1 kg in der Auflage aber 28 kg/m^2 in den A-Horizonten, Humusgehalt, C-Tiefenfunktion und Bioturbation vermitteln zur "Humusbraunerde". Diese Humusform aber hier nur unter Weide stabil.

PROFIL WEIDFELD B 2

- 194 -



Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ-Fraktion								
		K	I	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
O1	2- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OAh	0- 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AhBv	- 20	30	5	20	-	15	10	10	Sp	-
Bv1	- 40	40	5	10	-	5	20	20	-	-
Bv2	- 60	50	20	-	-	5	10	15	-	-
Bv3	- 80	50	10	-	-	10	10	20	-	-
Bv4	-100	55	15	-	-	5	-	25	-	-
Bv5	-130	50	15	-	-	5	-	30	-	-
BvC	-165	55	15	10	-	5	-	15	-	-
Cv	-175	60	15	5	-	5	-	10	-	-

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
O1	-	-	-	-	15.1	1.1	1.6	.8	.6	.09	.00	1.2
OAh	0	.0	0.96	2.60	8.7	6.5	1.5	.5	.9	.08	.00	8.4
AhBv	5	24.0	1.06	2.62	1.9	1.9	.0	.0	.0	.00	.00	2.7
Bv1	5	33.0	0.96	2.69	1.0	.6	.1	.0	.1	.00	.00	1.5
Bv2	15	29.0	0.98	2.73	.5	.4	.1	.1	.0	.00	.00	.7
Bv3	15	27.0	1.13	2.73	.6	.6	.0	.0	.0	.00	.00	.8
Bv4	10	32.0	1.21	2.68	.7	.6	.0	.0	.0	.00	.00	.9
Bv5	10	25.0	1.22	2.70	.7	.7	.0	.0	.0	.01	.00	1.1
BvC	0	32.0	1.20	2.74	.9	.9	.0	.0	.0	.01	.00	1.3
Cv	0	26.0	1.45	2.72	1.4	1.4	.0	.0	.0	.01	.00	1.8

Hor.	%o = mg/g										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	A _t	Si _o	Si _t
O1	1.10	1.67	4.0	7.5	.660	.69	.81	1.5	23.2	.0	106
OAh	2.89	3.28	9.2	17.4	.345	.06	.28	3.1	64.9	.0	247
AhBv	5.22	5.66	13.3	26.2	.037	.27	.54	6.2	89.3	.0	294
Bv1	4.80	5.33	13.3	28.3	.057	.28	.56	6.8	96.1	.0	292
Bv2	2.60	3.25	10.6	28.2	.040	.25	.58	6.2	100.5	.0	301
Bv3	1.80	2.68	9.7	28.0	.050	.28	.60	5.2	97.9	.0	306
Bv4	1.55	1.92	9.2	28.6	.040	.30	.61	4.0	99.6	.0	304
Bv5	1.45	1.95	9.8	27.7	.030	.33	.66	3.5	97.9	.0	308
BvC	.20	.48	9.7	25.6	.010	.42	.69	2.7	101.1	.0	309
Cv	.09	.43	8.8	29.5	.010	.34	.73	3.0	98.6	.0	309

Hor.	%o = mg/g								
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL	Ba _t
O1	2.5	7.3	2.4	1.5	2.145	1.3	.103	694	.262
OAh	4.8	22.6	1.2	3.1	1.500	3.7	.181	274	.359
AhBv	5.3	27.8	1.2	4.7	1.050	4.8	.223	105	.556
Bv1	6.9	29.6	1.4	5.4	.975	5.3	.235	86	.512
Bv2	5.9	30.0	1.0	5.9	.620	4.8	.227	62	.550
Bv3	6.3	30.2	.6	6.0	.620	5.3	.230	56	.560
Bv4	7.6	33.6	.4	6.2	.550	5.6	.235	50	.522
Bv5	6.0	33.0	.2	5.8	.525	5.6	.230	48	.568
BvC	5.6	36.4	1.2	5.0	.425	6.1	.228	39	.624
Cv	5.8	36.0	.8	6.4	.365	6.1	.223	38	.603

Relativ hohe Basenverluste Na 65 % (28 %), K 13 % (10 %)
Ca 66 % (34 %), Mg 41 % (20 %)

Bezug auf Ausgangsmengen = 100 %. In Klammer ϕ von 13 terrestrischen Granitböden. Wegen relativ hoher Ca- und Mg-Vorräte bleibt trotz starker Verluste Braunerde-Stadium erhalten. Gesamter Basenverlust 2,1 kвал/m² fast ebenso hoch wie Podsol-Bährhale.

Durch Verwitterung und Verbraunung 22 % des Gesamteisens aus silikatischer Bindung freigesetzt (5 g/kg Fe) (höhere Vorräte als B1).

Hohe Tonneubildung 78 kg/m² (= 40 g/kg) bei einer Gesamtmenge von 147 kg Ton/m².

Tonbildung überwiegt im Oberboden (AhBv), Verbraunung im Unterboden (BvC), Verbraunung läuft Tonbildung voraus.

Al-Verlagerung vorhanden; Verarmung aber auf Humushorizonte beschränkt; Al-Umlagerung beträgt ca. 2 kg/m². Al-Bilanz ausgeglichen (102 %).

Trotz Vorkommens von Bleichkörnern im Ah aus den Tiefenfunktionen der Fe-Fractionen und aus den Fe-Gehalten der Korngrößenfraktionen keinerlei Podsolierungstendenzen erkennbar.

Das verwitterte Fe in der Tonfraktion (als Fe-Oxid) gebunden.

Fe-Bilanz ausgeglichen (98 %). Eine Hochrechnung von Untersuchungen des Sickerwassers läßt ca. 1 % Verlust erwarten.

Spurenelementdynamik

Horizont	Be	Cd	Co	Cu	Pb	V	Zn
O	1.1	2.6	7.3	48	153	22	180
OAh	4.0	0.6	5.3	21	75	35	80
AhBv	5.9	0.3	8.1	12	52	42	80
Bv1	8.0	0.2	5.7	11	47	53	100
Bv2	7.3	0.2	7.3	11	41	49	100
Bv3	7.8	0.2	8.9	18	41	55	100
Bv4	8.4	0.4	11.4	16	43	52	100
Bv5	8.2	0.3	10.5	18	37	53	80
BvC	8.2	0.5	13.0	11	35	51	70
Cv	8.9	0.6	9.9	9	40	40	50

Bilanz

Gesamt	75	60	55	20	100	90	65
0-20 cm	55	80	45	25	145	80	70
20-175 cm	80	60	55	20	95	95	60

Spurenelementgehalte (ppm Tr. S.) und Elementbilanz (Ausgangsmenge = 100 %) des Profils B 2

- Auch bei der Braunerde alle Spurenelemente außer Blei ausgetragen. Unterschiede zwischen Ober- und Unterboden aber generell geringer als bei Podsolen.
- Be geringe Gehalte im Oberboden, keine Wiederanreicherung, keine Bindung an Humuskörper; bei Verwitterung Übergang in feine Fraktionen; Verluste in allen Horizonten;
- Cd Hoher Immissionsanteil, Bindung an Humuskörper und Aufnahme in Biokreislauf; Minimum der Gehalte im oberen B-Horizont durch Verarmung und Aufnahme in Biokreislauf; Tonfraktion zeigt Dynamik verstärkt an; trotz Immissionen Bilanz negativ.
- Co pH-abhängige Mobilisierung und Verarmung; relative Anreicherung des Co im Ton; im Oberboden alle Fraktionen an Co verarmt; Verluste in allen Horizonten, am stärksten im Oberboden.
- Cu durch Bindung in Biokreislauf und Humuskörper relative Anreicherung im Oberboden; niedrigste Gehalte des Cu in den Sand-, höchste in den Tonfraktionen; sehr hohe Verluste.
- Pb Maximum durch Immission an Bodenoberfläche; zunächst stark abnehmende Gehalte, dann gleichbleibend; Pb relativ immobil; primär überwiegend an Orthoklas gebunden; natürliche geringe Verluste des Gesamtprofils durch Immissionsgewinne ausgeglichen (Bilanz 98 %).
- V geringe Gehalte des Oberbodens durch Auswaschung oder Pflanzenentzug; geringer Verlust auf den Oberboden beschränkt.
- Zn Pflanzenentzug, hohe Gehalte in Humushorizonten; starker Übergang von Skelett in Feinerdefraktionen; Anteil der Immissionen nicht erkennbar; Bruttobilanz negativ.

Standortseigenschaften

Keine bodenbedingten Einschränkungen der Eignung des Standorts erkennbar. Im Verhältnis zu B 1 höhere Mg- und Cu-Gehalte im Gestein und höhere Tongehalte, daher kein Grenzstandort bezüglich dieser Elemente.

PROFIL ERSTAUFFORSTUNG B 3

B
3

ORT: Gemeindewald Altglashütten Distr. I, 4,
Oberer Ebel, westlich Skihang.

TOP. KARTE: 8114 Feldberg, R: 34 31 650
H: 53 02 000

HÖHE: 1180 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: konvexer Oberhang, 5 % N

NAT. VEGETATION: Hainsimsen-Tannen-Fichten-
wald (Luzulo-Abietetum)

NUTZUNG: Fichtenforst (ca. 65 J.)

GESTEIN: Fließerdien aus Granitporphyr

BODENTYP: (Moder)-Braunerde

HUMUSFORM: Moder

STANDORTSBEURTEILUNG:
sehr tiefgründig
(phys. eingeschränkt?)
und sehr gut durchwurzelbar,
feucht und sehr gut durchlüftet,
mäßige N-, gute P- und Basen-
versorgung

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe-
sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

Olf 3- 0 cm Fichtenstreu 5YR 2.5/1, lagig, zuneh-
mend zersetzt, Oh noch nicht durchgehend
entwickelt.

Ah 0- 10 cm Hauptfolge, 10 R 2.5/1, krümelig, einzel-
ne Bleichkörner, sehr locker, sehr stark
durchwurzelt.

AhBv - 20 cm Hauptfolge, 5YR 3/3, subpolyedrisch,
Wurmröhren, sehr locker, mäßig durch-
wurzelt.

Bv1 - 40 cm Hauptfolge, 5YR 3/3, subpolyedrisch,
Wurmröhren, locker, mäßig durchwurzelt.

Bv2 - 70 cm dto., sehr gering durchwurzelt.

Bv3 - 95 cm Hauptfolge, 5YR 4/4, subpolyedrisch,
Wurmröhren, mäßig dicht, sehr gering
durchwurzelt.

Bv4 -120 cm Basisfolge, 5YR 4/6, subpolyedrisch-
kohärent, Wurmröhren, Paralleltextur,
dicht, nicht durchwurzelt.

BvC -150 cm Basisfolge, 5YR 4/6, kohärent, Parallel-
textur, kryoturbiert eingemengte fein-
erdereiche Partien (5YR 3/4), dicht, nicht
durchwurzelt.

Cv - 160 cm Zersatzzone, 5YR 4/2, kohärent-singu-
lär, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

Erläuterungen zu Profil B 3

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Wie Profil B 2; Fichtenaufforstung ca. 70 J.; nach etwa 200 Jahren Weidfeldnutzung.

Bodengesellschaft

Typisches Profil auf Schutt des Granitporphyrs; nach Fichtenaufforstung rasche Verschlechterung der Humusform; später Stabilisierung dieses Zustandes.

Bodenentwicklung

weitgehend identisch mit Profil B 2.

Substrat und Verwitterung

geringe hydrothermale Beeinflussung im Bereich Bv_4 - BvC (erhöhter Kaolinitgehalt, rötliche Färbung, hohe Cu- und Fe-Gehalte).

Bodenentwicklung

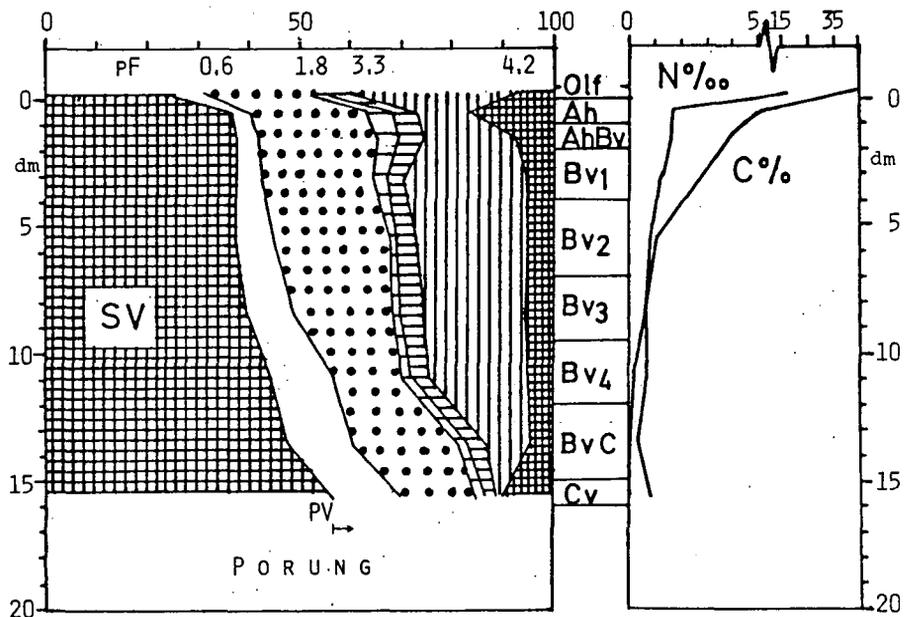
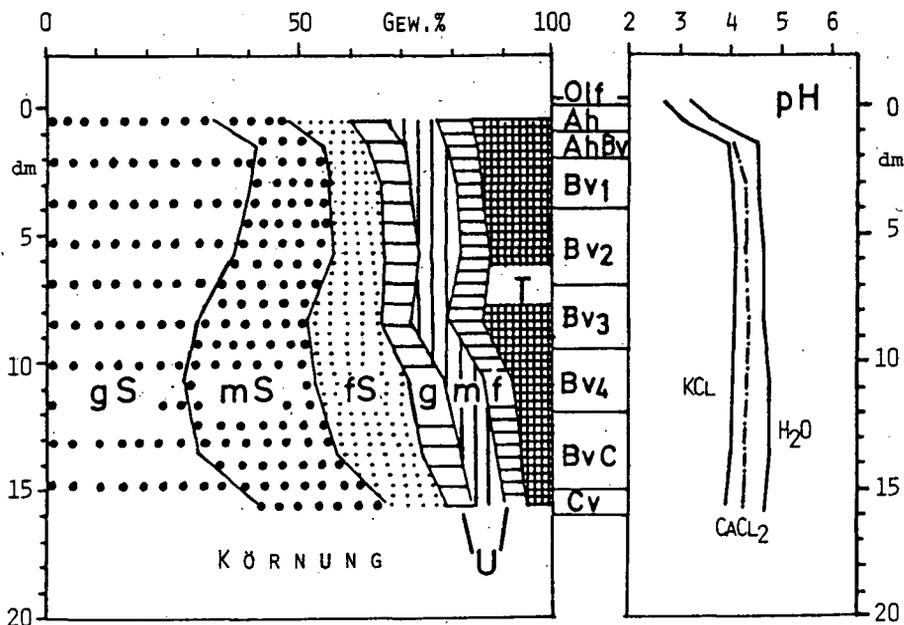
Trotz erhöhter Humusmenge in der Auflage (3 kg/m^2) geringere Speicherung organischer Substanz im Gesamtprofil (45 kg/m^2) als bei B 2.

Verschlechterung der Humusform führt zum Absinken des pH-Wertes im Oberboden. Unterschiede zu B 2 nur bis 10 cm Tiefe deutlich, darunter bis in den C-Horizont nur 0.1 - 0.2 Einheiten tiefer. Al-Verlagerung mengenmäßig nicht höher als bei B 2, als Al_o -Tiefenfunktion sogar schlechter erkennbar (Profilbilanz 107 %); aktuell hohe Al-Mobilität aus Auflagegehalten und NH_4OH -Gehalten erkennbar (KEILEN, STAHR u. ZÖTTL, 1978). Typische Braunerdeverteilung der Fe-Fraktionen (Fe-Bilanz 112 %, eventuell durch hydrothermale Zufuhr verändert).

Podsolierungstendenzen

Im Bereich des Bärhaldegranits bei Kartierung fünf Podsolierungsstadien ausgeschieden (Braunerden "nicht podsoliert", podsolige Braunerde, Podsol-Braunerde, Braunerde-Podsol, Podsol). Im Verlauf der weiteren Untersuchun-

PROFIL ERSTAUFFORSTUNG B 3



Profil Erstaufforstung B 3

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Olf	3- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah	0- 10	25	20	10	-	5	-	40	-	-
AhBv	- 20	30	15	15	-	5	15	20	-	-
Bv1	- 40	30	15	15	-	5	15	20	-	-
Bv2	- 70	40	20	-	15	5	10	10	-	-
Bv3	- 95	40	20	5	5	5	10	15	-	-
Bv4	-120	45	25	-	Sp	Sp	10	20	-	-
BvC	-150	50	15	10	10	Sp	10	5	-	-
Cv	-160	45	40	5	-	5	-	5	-	-

Hor.	% v.Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Olf	-	-	.59	2.31	23.8	19.2	5.0	1.9	2.8	.24	.00	8.8
Ah	24		.95	2.56	12.3	10.8	.5	.2	.2	.05	.00	11.2
AhBv	30		.99	2.62	4.7	4.2	.3	.2	.0	.01	.00	5.1
Bv1	29		.99	2.64	3.2	2.4	.2	.2	.0	.01	.00	3.1
Bv2	25		1.04	2.73	3.1	2.4	.2	.2	.0	.01	.00	2.9
Bv3	25		1.09	2.74	2.1	2.1	.2	.2	.0	.00	.00	2.1
Bv4	23		1.21	2.76	1.8	1.7	.2	.2	.0	.00	.00	1.5
BvC	20		1.33	2.80	3.7	2.8	.2	.2	.0	.00	.00	3.3
Cv	24		1.52	2.71	4.6	4.1	.2	.1	.0	.01	.00	4.7

Hor.	%o = mg/g										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Olf	1.02	1.22	2.4	4.6	.084	.11	.18	1.9	11.9	<.1	52
Ah	2.97	3.78	13.7	24.2	.009	.07	.33	2.6	75.0	<.1	299
AhBv	3.95	4.78	14.9	28.7	.075	.26	.57	3.7	88.4	<.1	306
Bv1	2.92	3.49	14.4	30.0	.019	.18	.49	5.2	94.2	<.1	308
Bv2	1.64	2.15	14.9	31.1	.020	.18	.51	3.7	98.1	<.1	305
Bv3	1.74	2.34	14.1	31.7	.020	.19	.56	4.4	99.5	<.1	306
Bv4	.41	.82	9.6	31.8	.010	.29	.75	3.0	98.7	<.1	310
BvC	.06	.44	8.5	28.6	.010	.35	.77	2.2	97.5	<.1	314
Cv	.03	.20	18.2	32.8	.010	.18	.54	2.0	99.6	<.1	314

Hor.	%o = mg/g								
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zi _t	GVL	Ba _t
Olf	.7	2.2	1.2	.8	1.975	.7	.078	847	.186
Ah	2.8	27.7	.8	4.0	.620	5.3	.210	129	.594
AhBv	3.6	30.6	1.3	5.0	.560	6.0	.212	74	.654
Bv1	3.2	31.4	2.0	5.3	.550	5.3	.222	59	.638
Bv2	3.2	33.2	1.2	5.8	.425	6.5	.220	50	.653
Bv3	3.2	32.8	.8	6.3	.450	6.6	.232	45	.697
Bv4	3.8	31.6	.8	7.6	.695	6.3	.225	37	.824
BvC	3.6	31.0	.7	6.9	.415	6.8	.240	39	.844
Cv	1.3	34.6	.6	5.6	.330	6.9	.232	26	.677

gen unmöglich, beim Braunerde-Podsol Stauwassereinfluß auszuschließen. Diese Kartiereinheit enthält überwiegend Stagnogley-Podsole.

Der Grad der Podsolierung korreliert mit

- Höhe positiv
- Niederschlag positiv
- Temperatur negativ
- Bewaldung positiv (nur Übergang Braunerde-podsolige Braunerde)
- Länge der Periglazialphase negativ.

Alle diese im Felde gefundenen Korrelationen nicht sehr eng. Analysen von Ah- und Aeh-Horizonten von 52 Profilen der Braunerde-Podsolreihe ergaben folgende Zusammenhänge:

Der Podsolierungsgrad ist korreliert mit

- Sandgehalt positiv
- Tongehalt negativ
- Oberfläche negativ
- pH-Wert negativ
- Fe_p , Fe_o und Fe_d -Gehalt negativ
- Al_o und Mn_o -Gehalte negativ.

Sämtliche Beziehungen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $< 5\%$ signifikant. Varianzanalyse ergab, daß die Werte in allen Fällen nicht der gleichen Grundgesamtheit angehören.

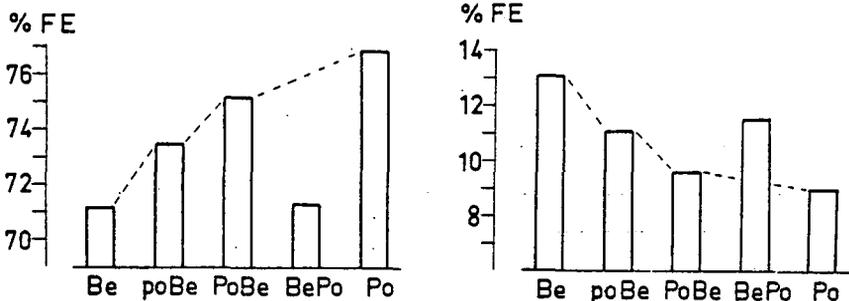


Abb. 3: Abhängigkeit des Podsolierungsgrades von der Körnung der Feinerde; links Sandgehalte, rechts Tongehalte.

Spurenelementverteilung

Horizont	Be	Cd	Co	Cu	Pb	V	Zn
Olf	<0.3	3.4	0.7	37.7	156	22	160
Ah	6.0	0.5	4.2	37.4	43	27	130
AhBv	7.8	0.5	6.0	22.1	37	34	110
Bv1	7.7	0.5	6.0	17.2	39	41	110
Bv2	7.7	0.3	7.6	19.4	33	45	120
Bv3	8.3	0.6	9.7	43.5	33	44	120
Bv4	7.0	0.5	10.5	99.2	39	50	110
BvC	7.5	0.6	10.4	72.6	39	48	90
Cv	6.6	0.7	7.4	11.0	33	37	135

----- Bilanz

Gesamt	75	85	50	65	85	85	85
0- 20 cm	60	95	30	40	110	60	90
20-160 cm	75	85	55	65	80	85	85

Spurenelementgehalte (ppm Tr. S.) und Elementbilanz (Ausgangsmenge = 100 %) des Profils B 3

- alle Spurenelemente haben im Gesamtprofil Verluste;
- Be, wie B 2.
- Cd, wie B 2.
- Co, wie B 2; Verluste im Oberboden höher.
- Cu, wie B 2; extreme Erhöhung in allen Kornfraktionen der Bv-BvC-Horizonte; dadurch rechnerisch geringer Verlust vorgetäuscht;
- Pb, deutliche Immissionsgewinne im Oberboden konnten früher eingetretene Verluste noch nicht ausgleichen;
- V, wie B 2; etwas stärkere Verluste im Oberboden;
- Zn, wie B 2; Cv deutlich reicher als bei B 2, dadurch Bilanz wenig negativ.

Standortseigenschaften

Mechanisch-physikalische Eigenschaften des Profils ebenso günstig wie bei B 2. Hauptunterschied: Humusaufgabe und dadurch bedingte niedrigere N-Versorgung; Ursache der deutlichen Flachdurchwurzelung kann zeitweilige N-Sperre nach Aufforstung sein; Einfluß erhöhter Al-Mobilität ungeklärt.

Heutige Versorgung der Fichtenbestände ist bei allen Elementen ausreichend; 1-jährige Nadeln enthielten folgende Konzentrationen:

N = 13,6, P = 2,0, K = 6,0, Ca = 3,1, Mg = 1,3 (alle in ‰ Tr.S.)
Mn = 638, Fe = 54, Cu = 7,6, Zn = 44, Al = 133, Pb = 1,7, Cd = .07,
Co = .8, Be = .1 (alle in ppm Tr.S.)

PROFIL STAGNOGLEY HAPP B 4

B
4

ORT: Gemeindewald Altglashütten,
Happloch oberhalb Neuglashütten

TOP.KARTE: 8114 Feldberg, R: 34 31 025
1:25 000 H: 53 02 575

HÖHE: 1160 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: gerader bis konkaver Unterhang-
Senke, 10 % NE

NAT.VEGETATION: Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald
(Luzulo-Abietetum)- Echter Fich-
tenwald (Bazzanio-Piceetum)

NUTZUNG: Fichtenaufforstung mit Eberesche

GESTEIN: Fließerdien und Geschiebelehm aus und
über Bärhaldegranit

BODENTYP: (Hang)-Stagnogley

HUMUSFORM: Feuchtmoder

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe-
sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.

Ol 11- 10 cm Gras-, Laub- und Nadelstreu, 2, 5Y 5/4, -.
Oh 10- 0 cm Pechmoder, 5 YR 2/1, schmierig, ein-
zelne Mineralkörner, sehr locker, stark
durchwurzelt.

OhAh 0- 8 cm Hauptfolge, 5 YR 2/1, kohärent-singulär,
sehr locker, stark durchwurzelt.

Aeg1 - 15 cm Hauptfolge, 5 YR 2/2, kohärent-singulär,
(AeSw) locker, sehr gering durchwurzelt.

Aeg2 - 30 cm Hauptfolge, 10 YR 3/4, kohärent-singu-
lär, mäßig dicht, nicht durchwurzelt.

Aeg3 - 50 cm Hauptfolge, -Geschiebelehm, 10 YR 3/4,
kohärent, mäßig dicht, nicht durchwur-
zelt.

Aeg4 - 70 cm dto., (fast ganzjährige Stauzone)

Aeg5 - 90 cm Basisfolge, Geschiebelehm, 10 YR 4/4,
(AeSd) kohärent, sehr dicht, nicht durchwurzelt

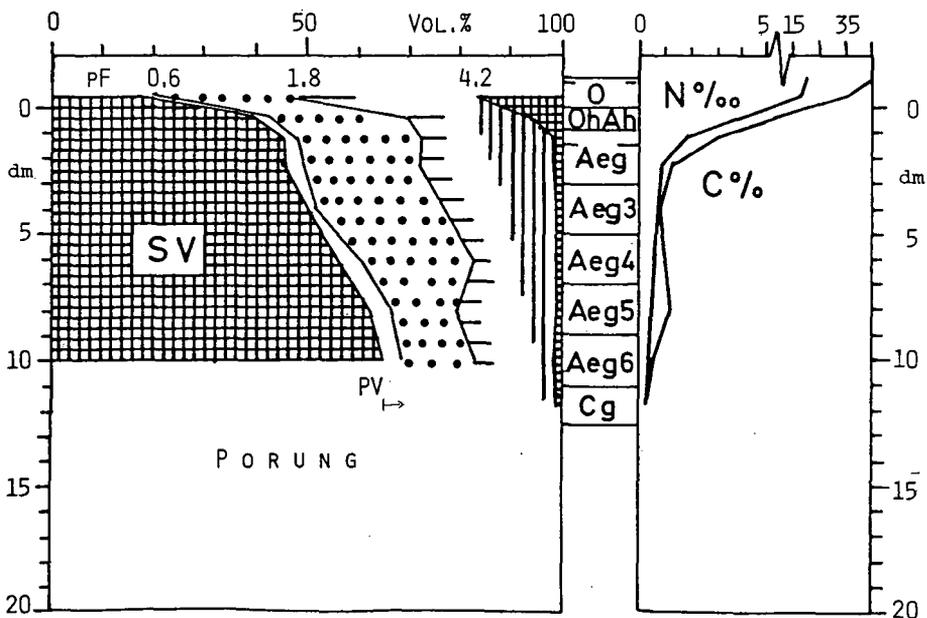
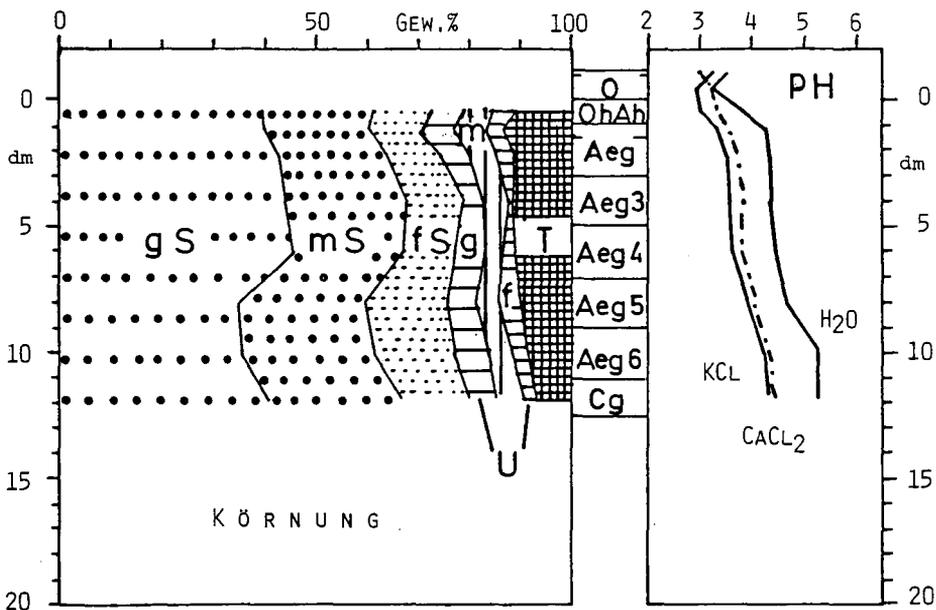
Aeg6 -110 cm dto., 10 YR 5/6, dto..

Cg - 125 cm Geschiebelehm-Zersatzzone, 10 YR 5/4,
(SdC) kohärent-singulär, sehr dicht, nicht durch-
wurzelt.

STANDORTSBEURTEILUNG:

phys. sehr flachgründig und sehr gut
durchwurzelbar, naß (bis wechselnaß)
und schlecht durchlüftet, mäßige N-und
gute P-Versorgung, schlechte Mg und
mäßige Ca und K-Versorgung.

PROFIL STAGNOGLEY, HAPP B 4



Profil Stagnogley Happ B 4

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ -Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ol	11- 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oh	10- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OhAh	0- 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aeg1	- 15	15	10	-	-	-	40	35	Sp	Sp
Aeg2	- 30	15	10	-	-	-	45	25	Sp	5
Aeg3	- 50	20	15	-	-	-	25	40	Sp	Sp
Aeg4	- 70	20	20	10	-	-	30	20	Sp	Sp
Aeg5	- 90	20	25	15	-	-	10	30	Sp	Sp
Aeg6	-110	30	40	10	-	-	10	10	Sp	Sp
Cg	-125	30	50	-	-	-	10	10	Sp	Sp

Hor.	St		g/cm ³ Gesb.		AKeff mval/100 g							
	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al	
Ol	-	-	-	-	10.8	1.5	4.2	.8	1.9	1.20	.33	1.4
Oh	-	-	.42	2.15	19.7	8.5	9.8	8.6	.9	.12	.14	7.3
OhAh	10	26	1.07	2.50	9.8	7.7	1.0	.8	.1	.00	.00	7.4
Aeg1	10	40	1.22	2.53	7.1	7.0	.2	.2	.0	.00	.00	7.4
Aeg2	10	43	1.26	2.74	6.2	5.6	.1	.1	.0	.00	.00	5.8
Aeg3	20	43	1.32	2.63	4.4	4.3	.0	.0	.0	.00	.00	4.2
Aeg4	20	59	1.49	2.62	4.3	3.7	.0	.0	.0	.00	.00	3.9
Aeg5	40	53	1.62	2.58	4.4	3.6	.0	.0	.0	.00	.00	4.1
Aeg6	40	37	1.69	2.60	1.6	1.3	.1	.1	.0	.00	.00	1.2
Cg	99	53	-	-	1.0	.9	.1	.1	.0	.00	.00	.9

Hor.	%o = mg/g										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Ol	.09	.34	.6	1.4	1.072	.84	1.02	.6	2.1	<.1	36
Oh	3.56	2.31	3.9	6.3	.051	.04	.10	2.7	31.2	<.1	112
OhAh	1.27	1.13	1.5	4.9	.009	.02	.08	2.1	77.3	<.1	302
Aeg1	.70	.74	1.0	4.8	.009	.01	.10	1.6	81.2	<.1	331
Aeg2	.64	.75	1.3	5.4	.010	.01	.09	1.2	86.3	<.1	342
Aeg3	.68	.86	3.2	9.5	.000	.00	.11	1.4	88.0	<.1	338
Aeg4	.72	.89	2.1	9.0	.010	.01	.12	1.6	96.5	<.1	328
Aeg5	.67	.77	3.2	10.7	.020	.00	.09	2.5	91.9	<.1	330
Aeg6	.40	.47	7.2	14.4	.020	.00	.11	2.6	91.8	<.1	335
Cg	.38	.46	1.7	7.7	.030	.00	.10	2.1	91.1	<.1	342

Hor.	%o = mg/g								
	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL	Ba _t
Ol	1.1	1.0	2.5	.6	1.475	.3	-	904	.134
Oh	3.6	5.9	3.1	.9	1.505	.9	-	671	.180
OhAh	13.4	26.6	1.2	1.1	1.090	1.2	.070	143	<.050
Aeg1	14.2	26.9	1.2	1.1	.940	1.6	.064	72	<.050
Aeg2	14.3	30.0	1.2	1.1	.825	1.3	.064	36	<.050
Aeg3	17.4	28.9	.7	1.2	.810	1.3	.062	33	<.050
Aeg4	19.1	28.9	1.0	1.3	.835	1.5	.065	35	<.050
Aeg5	17.0	29.1	1.0	1.4	.910	1.3	.067	40	<.050
Aeg6	15.6	30.1	1.0	1.2	.925	1.2	.076	26	<.050
Cg	17.5	30.4	.5	1.2	.770	1.1	.072	22	<.050

Erläuterungen zu Profil B 4

Landschaftsgeschichte und Nutzung

Vergletscherung bis kurz vor Alleröd; erneuter Vorstoß in der jungen Dryas erreichte Happloch wahrscheinlich nicht mehr; relativ kurze Periglazialphase, Moräne im Unterboden lückenhaft verbreitet.

1. Abholzung ca. 1710, Ausmaß und Dauer der Beweidung fraglich; zur Zeit mindestens 2. Sekundärwaldgeneration.

Bodengesellschaft

Im Hang der Bärhalde podsolierte Böden; Podsolierungsgrad nimmt hangabwärts ab; oberhalb grenzen podsolige Braunerden und Podsolbraunerden an die Stagnogley-Fläche; schmale Zone von Stagnogley-Braunerde am Übergang.

Hangab geht Stagnogley zunächst in Torfstagnogley und Waldmoor über; bei zunehmendem Gefälle und lockerem Substrat Übergang in Hanggleye oder Ockererden.

Stagnogleye auch in anderer Reliefposition auf der Hochfläche (Podsol-Stagnogley-Hochmoor Assoziation); auf Sätteln, Hangverebnungen und Hangrinnen häufig inselartig in terrestrischen Böden, an Quellnischen und Talanfängen mit Übergängen zu Naßgleyen.

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

Periglazialschutt (der Hauptfolge) lagert mit Schichtgrenze bei ca. 70 cm über Grundmoräne; bei ca. 100 - 110 cm erneute Grenze; obere Grenze durch Körnung und Lagerung, untere auch durch leicht veränderten Mineralbestand hervorgehoben.

Kaolinitgehalte am höchsten im Unterboden, im Oberboden relative Verarmung; Übergänge von Illit in Smectit und schließlich über Wechsellagerungen in Al-Chlorit; Al-Chlorit auch in Schlufffraktion.

Bodenbildende Prozesse

Nur 29 kg/m² Humus im Profil gespeichert; davon 7 kg in der Auflage; der Rest überwiegend als wasserlösliche Fraktion verlagert und sorbiert, z. T. auch mechanisch durch Windwürfe eingearbeitet.

Hohe Basenverluste des Profils Na 60 %, K 26 %
Ca 43 %, Mg 30 %

des Ausgangsgehalts (= 100 %); Basenverluste höher als bei allen terrestrischen Böden (besonders bei K); Gesamtverlust ca. 4 kвал/m².

Fe-Freisetzung nicht in Form der Verbraunung, sondern als Reduktions-Bleichung = Stagnovergleyung; deshalb während Bodenbildung praktisch keine Zunahme von Fe_p, Fe_o oder Fe_d aber hoher Fe-Verlust von 31 % = 4.6 kg/m².

Tonbildung im Oberboden ähnlich hoch oder höher wie bei terrestrischen Böden; zum Unterboden zu aber stark abnehmend.

Tonneubildung 34 kg/m² = 152 % von Ausgangsmenge.

Al-Verluste des Oberbodens (trotz Al-Chloritisierung) von ca. 10 % durch Gewinne des Unterbodens ausgeglichen; Gesamtbilanz 99 %.

Spurenelementdynamik

Hor.	Be	Cd	Co	Cu	Pb	V	Zn
Ol	0.1	1.3	7.0	20	138	5	150
Oh	1.4	0.9	2.5	4	114	15	75
OhAh	4.7	0.1	2.5	3	41	18	20
Aeg1	5.5	0.1	4.2	3	33	19	15
Aeg2	5.7	0.2	2.8	2	27	19	20
Aeg3	11.0	0.2	2.1	1	39	14	30
Aeg4	11.0	0.1	2.3	1	35	13	35
Aeg5	11.8	0.1	2.6	2	40	12	40
Aeg6	14.4	0.1	2.6	4	39	12	40
Cg	27.0	0.1	2.6	12	62	11	40

Bilanz

Gesamt	235	70	45	55	280	85	160
0-110 cm	190	65	45	40	285	85	145
110-135 cm	495	105	35	130	250	90	250

Spurenelementgehalte (ppm Tr. S.) und Elementbilanz (Ausgangsmenge = 100 %) für Profil B 4.

- Spurenelementdynamik durch Auswaschung, Verlagerung, laterale Gewinne und Immission bestimmt und daher kompliziert.
- Be starke Zunahme mit der Tiefe; Gesamtbilanz sowie alle Einzelhorizonte positive Bilanz; laterale Zufuhr, Bindung an Minerale der Ton- und Schlufffraktion (Be-Chlorit?);
- Cd Zufuhren (immitierte und laterale) nicht gebunden, zusätzlich deutliche hydrolytische Freisetzung, Gesamtverlust 30 %;
- Co hohe Verluste (54 %); geringe Gehalte im Mineralboden; Anreicherung z.T. noch in Tonfraktion.
- Cu Minimum im oberen Aeg-Bereich; darüber Bindung an org. Substanz, darunter primär silikatisch oder als CuS gebunden. Bilanz in allen Horizonten außer Cg negativ.
- Pb Zufuhr durch Immission und von Hang aus Podsolen; Anreicherung besonders im Aeg 1/2 und Aeg 5/6; hohe positive Bilanz.
- Zn hohe Gehalte im Humuskörper; Minimum in Aeg 1 und allmählich Wiederanstieg nach unten. Elementselektiver Zerfall FSK und Sand ärmer, Schluff und Ton deutlich reicher als Gestein. Bilanz des Profils positiv; in Aeg 1/2 aber Verluste.

Standortseigenschaften

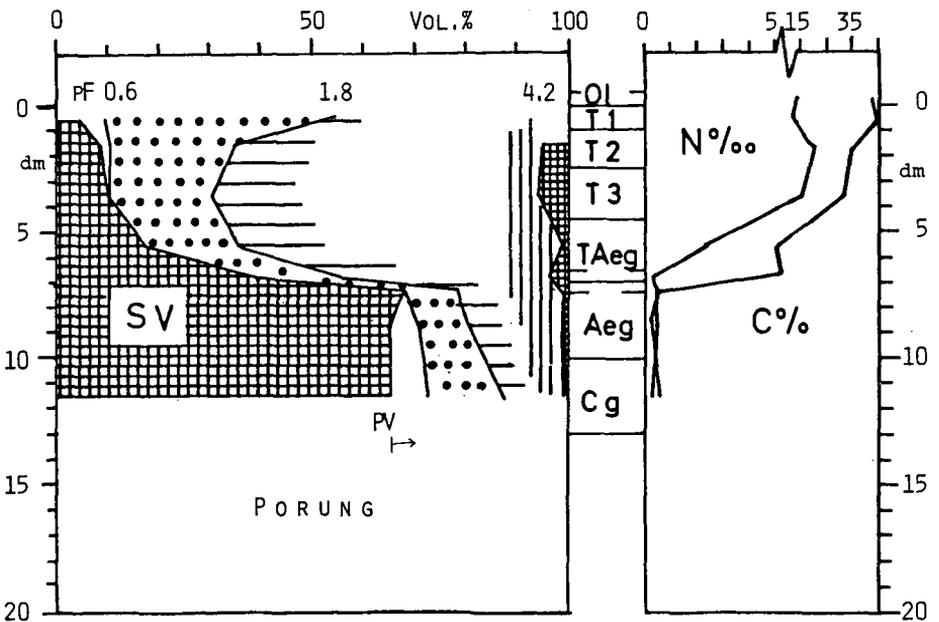
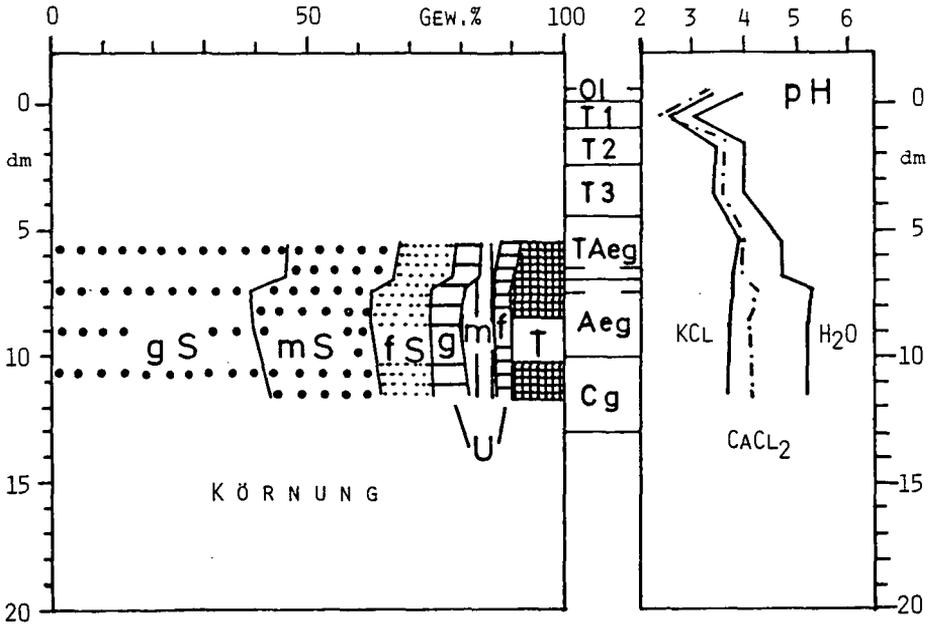
Hoch anstehendes fast ganzjähriges Stauwasser schränkt Durchlüftung stark ein; daraus folgt geringe physiologische Gründigkeit; Humusmineralisation und biologische Aktivität offensichtlich ebenfalls durch Sauerstoffmangel begrenzt, laterales Zuschußwasser verbessert Nährstoffsituation; trockene Jahre im Wachstum feuchten deutlich überlegen (1976). Hohe Windwurfgefahr besonders in älteren Beständen.

PROFIL WALDMOOR HAPP B 5

B
5

ORT:	Gemeindewald Altglashütten Happloch oberhalb Neuglashütten	PROFILBESCHREIBUNG:	Horizont, Tiefe,	Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe- sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.
TOP.KARTE	8114 Feldberg, R: 34 31 050			
1:25 000	H: 53 02 625	O1	5- 0 cm	Überwiegend abgestorbene Spaghnen, 2.5Y 7/4, -.
HÖHE:	1155 m	T ₁	0- 10 cm	Torf (Spaghnum-Weißtorf, H1), 10YR 5/8, -.
LANDSCHAFT:	Hochschwarzwald	T ₂	- 25 cm	Torf (Waldtorf mit Holzresten, H5-6), 10YR 3/3, -.
RELIEF:	gerader Unterhang-Senke, 10 % NE	T3	-45 cm	Torf (Waldtorf mit viel Holzresten, H9), 7.5 YR 3/2, -.
NAT-VEGETATION:	Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald in Hochmoor übergehend	TAeg1 (TAeSw)	- 65 cm	Organo-mineralischer Mischhorizont (H9), 7,5YR 3/2, singulär, Windwürfe im Stagnogleystadium, locker, nicht durchwurzelt.
NUTZUNG:	Fichtenaufforstung	TAeg2	- 70 cm	dto.
GESTEIN:	Waldmoortorf über Geschiebesand über Gesteinersatz des Bärhaldegranits.	Aeg1 (AeSd)	- 75 cm	Geschiebelehm, 7,5YR5/2, kohärent, -, sehr dicht, nicht durchwurzelt.
BODENTYP:	Waldmoor (Hangmoor)	Aeg2	-100 cm	dto.
HUMUSFORM:	unzersetzer Spaghnumtorf (T ₁)	Cg (SdC)	- 130 cm	Zersatzzone, 7.5 YR 5/2, kohärent, -, sehr dicht, nicht durchwurzelt.
STANDORTSBEURTEILUNG:	phys. sehr flachgründig und sehr gut durchwurzelbar, naß und nicht durchlüftet, schlechte N-, P- und Basenver- sorgung.			

- 210 -



Profil Waldmoor Happ B 5

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	AlC	W-M	Q	F
O1	5- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T1	0- 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2	- 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T3	- 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAeg1	- 65	15	15	10	-	10	15	35	Sp	Sp
TAeg2	- 70	20	20	10	-	10	5	35	Sp	Sp
Aeg1	- 75	30	25	10	-	5	10	20	Sp	Sp
Aeg2	-100	30	25	10	-	5	10	20	Sp	Sp
Cg	-130	30	30	10	-	5	10	15	Sp	Sp

Hor.	%v. Gesb.		g/cm ² Gesb.		AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
O1	-	-	-	-	31.7	2.0	17.2	3.7	4.6	7.32	1.50	1.7
T1	-	-	0.04	1.10	16.7	8.7	3.2	1.5	1.3	.17	.19	11.5
T2	-	-	0.13	1.56	3.6	2.2	.4	2	.2	.00	.05	1.5
T3	-	-	0.18	1.62	11.7	6.2	4.2	3.4	.8	.00	.04	6.6
TA1g1	- 28	-	0.38	2.15	4.4	2.3	.8	.5	.2	.00	.08	2.4
TAeg2	- 26	-	0.97	2.49	5.3	2.8	.9	.6	.2	.00	.00	2.9
Aeg1	30 37	-	1.76	2.61	2.1	.8	.7	.4	.3	.00	.02	.7
Aeg2	30 36	-	1.76	2.71	1.8	1.4	.4	.3	.2	.00	.00	1.4
Cg	99 54	-	1.74	2.65	2.2	1.2	.6	.4	.2	.00	.00	1.2

Hor.	-----%o = mg/g-----											
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t	
O1	.12	.23	.3	.8	.420	.31	.43	.5	1.3	<.1	20	
T1	1.76	1.89	2.0	2.8	.150	.05	.17	1.9	4.8	<.1	16	
T2	1.80	1.95	2.1	4.0	.040	.03	.06	3.5	35.6	<.1	124	
T3	1.84	2.11	2.2	4.9	.320	.20	.32	3.8	46.9	<.1	147	
TAeg1	.28	.37	.4	2.8	.018	.03	.07	1.4	73.0	<.1	326	
TAeg2	.40	.48	.8	4.2	.043	.03	.12	1.6	77.9	<.1	301	
Aeg1	.15	.26	.5	7.0	.040	.04	.17	.6	91.6	<.1	341	
Aeg2	.13	.27	.5	6.5	.030	.05	.14	.7	84.7	<.1	348	
Cg	.22	.37	1.5	9.7	.110	.11	.26	.5	98.3	<.1	333	

Hor.	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL	Ba _t
O1	.2	6.0	2.9	1.1	1.740	.2	-	935	<.05
T1	.1	1.1	1.8	.5	1.075	.2	-	944	<.05
T2	4.2	8.2	1.0	.8	1.580	.7	-	639	.09
T3	4.8	8.1	1.7	1.0	1.720	1.0	-	564	.19
TAeg1	14.8	28.1	1.2	.7	.825	.8	.068	101	<.05
TAeg2	14.2	26.3	.9	1.0	1.000	1.0	.067	145	.06
Aeg1	16.4	29.4	1.1	1.6	.705	1.4	.063	21	.08
Aeg2	16.0	29.2	.9	1.4	.625	1.4	.060	23	.06
Cg	15.2	30.1	.8	1.7	.575	1.6	.063	24	.05

Erläuterungen zu Profil B 5

Landschaftsgeschichte und Nutzung

wie Profil B 4

Beginn des Torfwachstums im Atlantikum, vorher Stagnogley und Torfstagnogleyphase mit einzelnen Windwürfen.

Pollenanalysen im Waldmoor 50 m nördlich ergaben folgende Verteilung der Baumpollen in 120 - 140 cm Tiefe (H 3 bei RAISCH im v. d. GOLTZ u. a., 1976): Birke 1 %, Kiefer 5 %, Hasel 58 %, Erle 6 %, Fichte 2 %, Tanne 15 %, Eichenmischwald 13 %, Buche 3 % bezogen auf Baumpollen; Nichtbaumpollenanteil ist ca. 20 % der Gesamtpollen; bei Vergleich mit Rotmeerprofil (B 9) Einstufung in Zone VII = jüngeres Atlantikum; für Pollenkondensation spricht Auftreten von Fichte, Tanne und Buche; Beginn des Torfwachstums könnte also auch älter sein.

Bodengesellschaft

Waldmoore im Zentrum oder im unteren Teil von Stagnogleyflächen auch am Hang; auf Hochfläche und in Senken umgeben sie selbst Hochmoore; in Bachauen mit Torfgleyen und Naßgleyen vergesellschaftet, durch oligotrophes Grundwasser Niedermoorphase häufig unterdrückt; Ausnahme Niedermoor "Auf der Plätze".

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

Geringmächtige dichte Geschiebesanddecke über nicht verlagertem Gesteinszersatz. Starke Aufweitung der Illite und Tendenz zur Al-Chloritbildung.

Bodenbildende Prozesse

Anreicherung des Torf (38 kg) und Mineralbodenhumus erreicht 88 kg/m^2 . (Manche Humusbraunerden enthalten ebensoviel org. Substanz!).

Ebenfalls hohe Basenverluste wohl bereits seit der Stagnogleyphase.

Na 50 % K 29 %

Ca 50 % Mg 30 %

(bezogen auf Ausgangsgehalt = 100 %). Da hohe Verluste auf einen geringen Profildbereich beschränkt, insgesamt "nur" ca. 2 kg/m^2 Gesamtverlust.

Fe-Dynamik wie Stagnogley; Gesamtverlust 42 % oder 4 kg/m^2 .

Tonneubildung absolut niedrig ca. 17 kg/m^2 , relativ aber durchschnittlich 148 % der Ausgangsmenge.

Al-Dynamik ausgeglichen, Gesamtbilanz 96 %.

Spurenelementdynamik

Horizont	Be	Cd	Co	Cu	Pb	V	Zn
O1	0.1	0.8	5.3	19	52	4	90
T1	0.4	1.7	6.3	27	85	5	70
T2	4.9	0.9	6.8	17	158	11	110
T3	8.1	0.5	5.7	17	128	11	60
TAeg1	8.3	0.6	1.0	25	38	17	20
TAeg2	11.7	0.7	2.5	22	48	17	20
Aeg1	10.7	0.8	3.4	2	22	20	40
Aeg2	9.8	0.4	3.1	2	26	18	45
Cg	9.5	0.3	4.9	3	21	17	70

Bilanz

Gesamt	190	165	65	75	190	65	175
0-70 cm	220	305	65	270	490	60	190
70-130 cm	185	140	70	40	135	70	175

Spurenelementgehalte (ppm Tr.S.) und Elementbilanz (Ausgangsmenge = 100 %) für Profil B 5

- Spurenelementdynamik stark durch vorhandene oder fehlende Fixierung im Torf bestimmt; erkennbar an Auftreten eines Maximums in T_3 -TAeg₂, wo stärkster Wasserzug stattfindet.
- Be starke laterale Zufuhr und Anreicherung im Grenzbereich Torf/Mineralboden; Bilanz überall positiv; Anreicherung in Schluff und Ton hoch.
- Cd wesentlich höhere Gehalte als Stagnogley; hohe Sorption an org. Substanz; Bilanz stark positiv;

- Co Bindung an Torf; Minimum an der Grenze Torf/Mineralboden; dort erhöhte Mobilität durch reduzierende Verhältnisse; Gesamtbilanz wegen Verlusten des Mineralbodens negativ.
- Cu niedrige Gehalte im Mineralboden, relativ hohe im Torf; Gesamtbilanz wie bei Co trotzdem negativ;
- Pb auch hier starke Bindung an Torf, z. T. durch laterale Zufuhr; Bilanz hier durchweg positiv, da im Mineralboden keine Verluste;
- V relatives V-Maximum an der Grenze Torf/Mineralboden; kein deutlicher lateraler Gewinn; Gesamtbilanz wie Stagnogley negativ;
- Zn beachtliche Zn-Anreicherung im Torf durch laterale Zufuhr; dadurch Bilanz stark positiv.

Standortseigenschaften

Erläuterungen unnötig;

Aufforstung mit Fichte bei Torfmächtigkeit < 1 m möglich;

Nadelanalyse junger Fichten zeigt schlechte bis mangelhafte N-, Mg- und auch Cu-Versorgung an.

PROFIL OCKERERDE HAPP B 6

ORT: Gemeindegwald Altglashütten
Happloch oberhalb Neuglashütten

TOP.KARTE: 8114 Feldberg, R: 34 31 125
1:25 000 H: 53 02 600

HÖHE: 1155 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: gerader bis konvexer Unterhang-
Senke, 5 % NE.

NAT.VEGETATION: Hainsimsen-Tannen-Fichten-
wald (Luzulo-Abietetum)

NUTZUNG: Fichtenforst

GESTEIN: Fließerdien und Geschiebelehm
aus Bärhaldegranit

BODENTYP: Ockererde

HUMUSFORM: mullartiger Moder

STANDORTSBEURTEILUNG:
sehr tiefgründig und sehr gut bis gut
durchwurzelbar, feucht und gut durch-
lüftet, gute N- und P-Versorgung
mäßige Basenversorgung

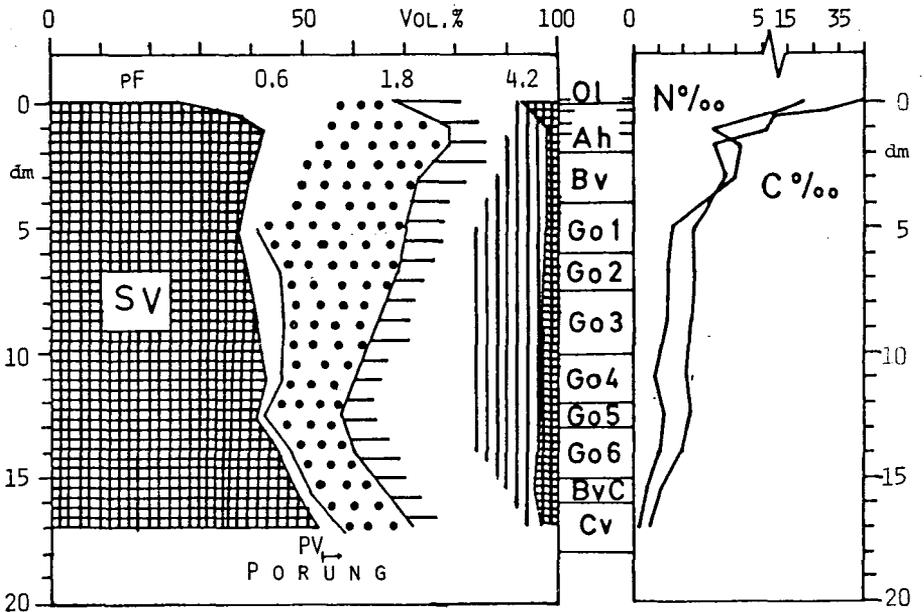
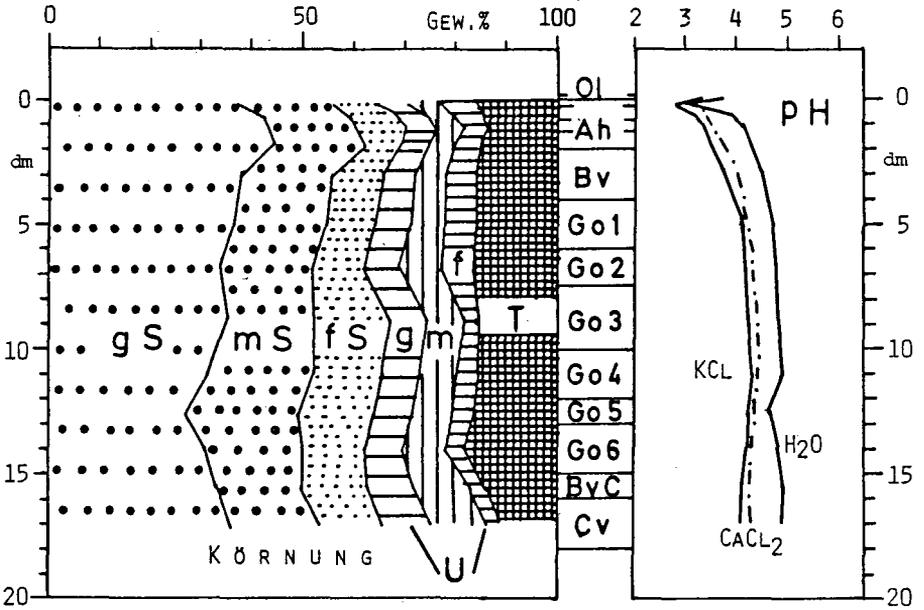
PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe,	Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebe- sonderheiten, Dichte, Durchwurzelung
Ol 1- 0 cm	Gras-, Laub- und Nadelstreu, 10YR 5/4, -
OhAh 0- 3 cm	Hauptfolge, 10YR 2/2, krümelig-feinkoa- guliert, Oh teilweise in Dellen, sehr lok- ker, sehr stark durchwurzelt.
Ah ₁ - 8 cm	Hauptfolge, 5 YR 2/2, krümelig bis fein- koaguliert, -, sehr locker, stark durch- wurzelt.
Ah ₂ - 13 cm	dto.
Ah ₃ - 20 cm	Hauptfolge, 5 YR 3/3; feinkoaguliert- subpolyedrisch, -, sehr locker, stark durchwurzelt.
Bv - 40 cm	Hauptfolge, 5 YR 4/2, subpolyedrisch, - locker, mäßig durchwurzelt.
Go ₁ - 60 cm	Hauptfolge-Geschiebelehm, 5YR 4/4, sub- polyedrisch, z.Tl. Rostflecke, locker, mäßig durchwurzelt.
Go ₂ - 75 cm	dto., 5YR 3/3, dto. locker, gering durchwurzelt.
Go ₃ -100 cm	dto., 5YR 4/4, dto., locker, sehr gering durchwurzelt.
Go ₄ -120 cm	dto., 5YR 4/3, dto., locker, nicht durchwurzelt.
Go ₅ -130 cm	Geschiebelehm, 5 YR 4/4, subpoly- edrisch, einzelne Rostflecke, mäßig dicht, nicht durchwurzelt.
Go ₆ -150 cm	dto.
BvC -160 cm	Zersatzzone, 7.5 YR 5/6, kohärent, -, dicht, nicht durchwurzelt.
Cv -180 cm	dto.

B 6

- 216 -

PROFIL OCKERERDE HAPP B 6



Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ-Fraktion									
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F	
Ah2	8- 13	20	Sp	15	20	-	30	15	Sp	Sp	
Bv	20- 40	15	15	25	10	-	15	20	Sp	Sp	
Gol	40- 60	20	20	15	5	5	15	10	Sp	Sp	
Go4	100-120	20	15	10	10	5	10	30	Sp	Sp	
BvC	150-160	30	30	20	-	Sp	5	15	Sp	Sp	
Cv	160-180	50	30	-	-	Sp	-	20	Sp	Sp	

Hor.	% v.Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff}			mval/100 g				
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Ol	-	-	-	-	16.9	5.0	3.0	2.4	.1	.45	.12	.4
OhAh	-	21	.56	2.18	13.5	6.6	6.1	4.2	1.0	.20	.73	5.3
Ah1	3	34	.97	2.51	8.6	8.8	.3	.1	.2	.00	.00	8.8
Ah2	3	44	1.07	2.55	7.2	7.4	.1	.0	.1	.00	.00	7.5
Ah3	3	43	1.08	2.54	5.8	6.2	.1	.0	.1	.00	.00	6.5
Bv	10	41	.98	2.51	3.3	3.8	.1	.0	.1	.00	.00	4.2
Gol	10	37	.94	2.50	2.0	2.6	.0	.0	.0	.00	.00	2.8
Go2	15	33	1.02	2.60	1.9	2.4	.0	.0	.0	.00	.00	2.7
Go3	15	36	1.05	2.55	1.4	1.8	.0	.0	.0	.00	.00	2.0
Go4	10	31	1.12	2.63	1.1	1.7	.0	.0	.0	.00	.00	1.9
Go5	25	30	1.07	2.62	1.7	1.7	.1	.0	.0	.00	.09	1.9
Go6	25	29	1.20	2.64	1.8	2.1	.1	.0	.0	.00	.08	2.3
BvC	40	22	1.27	2.65	2.0	1.9	.0	.0	.0	.00	.00	1.9
Cv	39	24	1.40	2.65	1.8	1.5	.0	.0	.0	.00	.00	1.6

Hor.	% = mg/g-											
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t	
Ol	.27	.59	1.5	3.1	1.690	1.46	1.72	.3	7.4	<.1	49	
OhAh	2.17	2.03	5.7	9.4	.108	.08	.20	.7	41.2	<.1	171	
Ah1	4.33	4.38	12.0	17.0	.059	.09	.22	1.3	75.1	<.1	281	
Ah2	3.16	3.62	11.8	17.3	.072	.11	.28	1.1	82.4	<.1	301	
Ah3	2.97	4.16	11.2	17.4	.170	.36	.60	1.2	80.6	<.1	322	
Bv	3.25	5.38	13.7	22.4	.206	.63	.89	1.6	90.9	<.1	304	
Gol	2.92	5.36	13.3	22.4	.038	.31	.52	2.0	92.4	<.1	312	
Go2	3.33	6.01	14.1	23.8	.029	.22	.44	2.4	94.1	<.1	307	
Go3	4.09	8.39	17.8	25.6	.029	.26	.48	3.2	93.0	<.1	308	
Go4	3.88	7.79	18.0	27.3	.009	.20	.44	3.8	96.1	<.1	305	
Go5	4.38	8.19	21.4	28.4	.029	.18	.41	4.1	97.7	<.1	300	
Go6	3.89	7.27	18.0	28.4	.039	.22	.47	3.8	100.7	<.1	301	
BvC	1.75	4.30	12.5	25.6	.029	.49	.78	2.8	103.8	<.1	304	
Cv	1.13	3.04	13.0	26.6	.050	.50	.83	2.6	106.7	<.1	303	

Hor.	Tiefe	%							GVL	Ba _t
		Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t		
Ol	1- 0	1.3	2.5	3.0	.7	1.400	.3	-	860	<.050
OhAh	0- 3	6.5	12.5	2.3	1.2	1.170	.7	.081	511	.058
Ah1	- 8	10.8	26.4	.4	1.7	1.060	1.5	.075	178	<.050
Ah2	- 13	11.5	29.4	.9	1.7	.830	1.3	.071	116	<.050
Ah3	- 20	11.7	30.2	.4	1.7	.830	1.4	.078	74	<.050
Bv	- 40	11.8	28.1	.7	2.1	.925	1.7	.074	88	<.050
Gol	- 60	11.0	29.1	.4	2.2	.840	1.7	.080	68	.106
Go2	- 75	11.1	29.8	.7	2.3	.870	1.7	.084	70	.108
Go3	-100	10.3	29.8	.4	2.2	.775	1.5	.083	70	.119
Go4	-120	10.3	29.8	.7	2.6	.725	1.9	.098	67	.167
Go5	-130	10.0	30.2	.5	2.8	.645	2.4	.091	72	.193
Go6	-150	9.3	30.4	.6	3.4	.640	2.7	.095	66	.264
BvC	-160	4.0	34.6	.2	4.8	.430	4.3	.120	53	.669
Cv	-180	3.1	34.2	.4	5.3	.500	4.9	.137	48	.676

Erläuterungen zu Profil B 6

Landschaftsentwicklung und Nutzung

wie B 4 und B 5;

älterer Fichtenhorst, ca. 25 Jahre älter als umgebende Aufforstungen.

Bodengesellschaft

Ockererde generell unterhalb oder seitlich von Stagnogley oder Moorflächen, wo starke Fe-Verluste auftreten; Lage meist an Auftauchen oder Abtauchen des Wasserstauers gebunden (SCHWEIKLE, 1971); Ockererde immer nur kleinflächig, da an lateralen Redoxgradienten gebunden.

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

Lockere Endmoräne, periglazial in Hauptfolge umgewandelt; wenig ausgeprägte Schichtgrenzen der Körnung bei 40 cm (innerhalb Hauptfolge), 120 cm (Hauptfolge/Geschiebelehm) und 160 cm (Geschiebelehm/Zersatzzone).

Im Tonmineralbestand nach oben zu relative Abnahme des Kaolinitis, Bildung aufweitbarer Minerale, Wechsellagerungen und Al-Chlorit unter Aufzehrung des Illits.

Bodenbildende Prozesse

Anreicherung von 49 kg/m^2 Humus, davon < 1 in Auflage und ca. 22 in den Humushorizonten, ähnliche Menge wie Mullbraunerden und normal entwickelte Humusbraunerden.

Basenverluste des Profils liegen bei Na 61 % (29 %) K 22 % (10 %)

Ca 61 % (34 %) Mg 38 % (20 %)

und damit so hoch oder höher als bei Stagnogley und Waldmoor (absolut gesehen durchweg höher), Ausgangsmengen = 100 %; in Klammern Durchschnitt terrestrischer Böden.

Zugehörigkeit zu hydromorphen Böden durch die starken Basenverluste erhöht; stärkeres Absinken der pH-Werte durch intensive Verwitterung und

relativ hohen lateralen¹Basendurchzug¹aufgehalten.

Anteil von Verbraunung relativ hoch, da nur noch ca. 20 - 25 % des Gesamteisens in silikatischer Bindung (bei terrestrischen Böden ca. 50 %); Verbraunung durch Verockerung (Hangvergleyung) überlagert; aktuelle Fe-Menge 131 % der Ausgangsmenge, Fe-Gewinn ca. 9 kg/m²; einziges Profil der Landschaft mit starkem Fe-Gewinn.

Tonneubildung erreicht Maximum im Bärhaldegranitgebiet 81 kg/m².

Aktuelle Tonmenge = 248 % der Ausgangsmenge; Tonneubildung offensichtlich durch feucht-oxidierende Verhältnisse begünstigt.

Al-Umlagerung an geringen Verlusten des Oberbodens erkennbar; Gesamtbilanz durch laterale Gewinne im Unterboden positiv (107 %).

Spurenelementdynamik

Horizont	Be	Cd	Co	Cu	Pb	V	Zn
Ol	< 0.1	1.5	7.0	28	148	22	160
Oh	3.3	1.0	2.3	37	110	28	90
Ah1	6.2	0.9	2.4	17	53	28	50
Ah2	7.7	0.9	2.1	12	54	25	50
Ah3	8.8	0.4	3.2	7	50	25	40
Bv	11.3	0.3	6.5	9	73	28	50
Go1	8.6	0.4	5.9	9	26	30	50
Go21	8.0	0.4	5.6	4	25	31	60
Go3	9.3	0.3	10.3	7	28	29	60
Go4	8.2	0.2	6.7	18	24	27	60
Go5	7.7	0.1	7.2	19	36	28	65
Go6	9.0	0.1	7.5	10	32	33	70
BvC	6.9	0.2	11.2	10	27	55	70
Cv	7.5	0.1	14.2	16	31	60	70

Bilanz

Gesamt	130	105	130	180	215	125	235
0- 40 cm	135	180	75	160	335	120	165
40-180 cm	130	85	140	180	185	130	250

Spurenelementgehalte (ppm Tr. S.) und Elementbilanz (Ausgangsmenge = 100 %) des Profils B 6.

- "Spurenelementfalle;"
lateralen Wasserzug, hohe Gehalte an org. Substanz im Mineralboden, hohe Ton- und Eisenoxidgehalten sowie oxidierende Bedingungen im gesamten Profil begünstigen Festlegung der Spurenelemente.
- Be laterale Zufuhr von Be und Fixierung in Schluffraktion!
Gewinn geringer als bei B 4 und B 5, da von Hang kommende Be-Mengen bereits dort abgefangen;
- Cd Anreicherung im Humuskörper und oberem Go; Gewinne in Tonfraktion festgehalten. Bilanz im Oberboden stark positiv; Unterboden hat Verluste; Gesamtbilanz ausgeglichen;
- Co in Go und Unterboden hohe bis sehr hohe Gehalte; Bindung an Oxide; hohe Verluste (bis ca. 60 %) im Oberboden durch pH-abhängige Mobilität bedingt. Gesamtbilanz durch laterale Zufuhr positiv;
- Cu Maxima in Humushorizonten, Go₄ und Cv-Horizonten; höhere Gehalte als Mineralböden von B 4 und B 5; Gesamtbilanz deutlich positiv. Gewinne in allen Horizonten außer Bv und Go₁;
- Pb im ganzen Profil angereichert, im Oberboden allerdings stärker als im Unterboden; Festlegung an org. Substanz und Fe-Oxiden (in der Tonfraktion); positive Bilanz durch laterale Zufuhr und Immission bedingt;
- V in geringem Maße Pflanzenentzug und Anreicherung im Go erkennbar; im Unterboden höhere Gehalte durch Beimengung von Granitporphyr; einziges Profil mit V-Gewinn;
- Zn starke Konzentration in org. Substanz, Depression durch Pflanzenentzug; allmähliche Zunahme von Bv bis Cv; höhere Gehalte als Stagnogley; Bilanz in allen Horizonten positiv.

Standortseigenschaften

Gründigkeit, Durchwurzelbarkeit, Wasser- und Lufthaushalt in extremem Gegensatz zu Profilen B 4 und B 5; daher wäre auch bessere Nährstoffversor-

gung zu erwarten, P-Mobilität könnte wegen P-Verlusten (38 %) und P-Bindung an Fe und Al begrenzend sein;

Analysendaten der 1-jährigen Nadeln aus dem älteren (jüngeren) Bestandesteil zeigen folgende Resultate:

N = 15.5 (17.6); P = 2.1 (1,8); K = 8.1 (5.5); Ca = 3,4 (2.5); Mg = 1.0 (0.67) alle in ‰ Tr.S; Mn = 977 (621); Fe = 53 (58); Cu = 7.5 (5.2); Zn = 30 (16); Al = 153 (100); Pb = 1.4 (.9); Cd = .11 (.25); Co = 1.0 (.7); Be = 0.02 (0.05); Ni = n. b. (2.2) V = n. b. (1;6) alle in ppm Tr.S. Hieraus keinerlei Mangel der Ernährung abzulesen; Wachstum ist besser als bei Stagnogleyflächen, besonders in feuchten Jahren und etwa gleich wie bei Braunerden.

PROFIL ROTMEER I B 7

B
7

ORT: Gemeindewald Altglashütten
Sanderterrasse südl. des Rotmeer Moores

TOP.KARTE: 8114 Feldberg, R: 34 33 050
1:25 000 H: 53 03 200

HÖHE: 965 m

LANDSCHAFT: Hochschwarzwald

RELIEF: eben, Terrassenkante

NAT. VEGETATION: Preiselbeer-Tannen-Fichtenwald
(Vaccinio-Abie tetum)

NUTZUNG: Fichtenforst (Naturverjüngung)

GESTEIN: Sandersand aus Bärhaldegranit

BODENTYP: Humus-Eisen-Podsol

HUMUSFORM: Rohhumus

STANDORTSBEURTEILUNG:

flachgründig und sehr gut durchwurzelbar, frisch (bis wechsellustig) und sehr gut durchlüftet, schlechte N- und Basen-, gute P-Versorgung.

PROFILBESCHREIBUNG:

Horizont, Tiefe,	Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebesonderheiten, Dichte, Durchwurzelung.
Ol 6- 3 cm	Streu der Fichten und des Beerkrauts, hellbraun, sehr locker, -.
Of 3- 0 cm	-, braunschwarz, viele Reste der Heidelbeere, sehr locker, -.
OhAh 0- 3 cm	Hauptfolge, 10 YR 2.5/1, singulär, Oh in Mineralböden unregelmäßig eingearbeitet, enthält viel Holzkohle, Mächtigkeit bis 7 cm, locker, sehr stark durchwurzelt.
Ahe - 9 cm	Hauptfolge, 7.5 YR 3/2, singulär, -, locker, stark durchwurzelt.
Ae -20 cm	Hauptfolge, 7,5 YR 4/2, singulär, -, mäßig dicht, mäßig durchwurzelt.
Bh -28 cm	Hauptfolge, 5 YR 2.5/2, Hüllengefüge, nicht verhärtet, mäßig dicht, stark durchwurzelt.
Bs ₁ -45 cm	Sandersand-Basisfolge, 5YR 3/3, Hüllengefüge, teilweise Ortstein, paralleltexturiert, schichtig, sehr dicht, sehr gering durchwurzelt.
Bs ₂ -65 cm	Sandersand-Basisfolge, 5YR 3/2, Hüllengefüge, bei Kornvergrößerung Farbvertiefung, schichtig, sehr dicht, nicht durchwurzelt.
BvC - 90 cm	Sandersand, 7,5 YR 5/5, singulär-kohärent, schichtig, sehr dicht, nicht durchwurzelt.

Erläuterungen zu B 7

Landschaftsentwicklung und Nutzung

Vereisung im Hochglazial, Aufschüttung der Sanderterrasse in 2 Phasen im Spätglazial, Unterschneidung durch kleine Bachau im Holozän; Erste Holznutzung 1660 - 1680; 3., möglicherweise 4. Sekundärwaldgeneration; Fichte natürliche Baumart (vgl. Vegetationskarte und B 9); der Sandersand wurde als Glassand abgebaut; alte Sandgrube liegt südlich 50 m von B 7.

Bodengesellschaft

Auf der Sanderterrasse alle Böden - soweit terrestrisch entwickelt - podsolliert. Gegen den Hang des Drehkopfs und auf das Rotmeer zu nimmt Einfluß der Vergleyung zu. Die Sanderterrasse auf den Wiesengeländen im S wurde längere Zeit beackert. Profil stellt heute einen Kultu-Podsol dar - Ah oder Aeh 20 - 30 cm über Bs und BvC. In den Bachauen kommen Naßgleye, Torfgleye, Nieder- und Waldmoore vor.

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

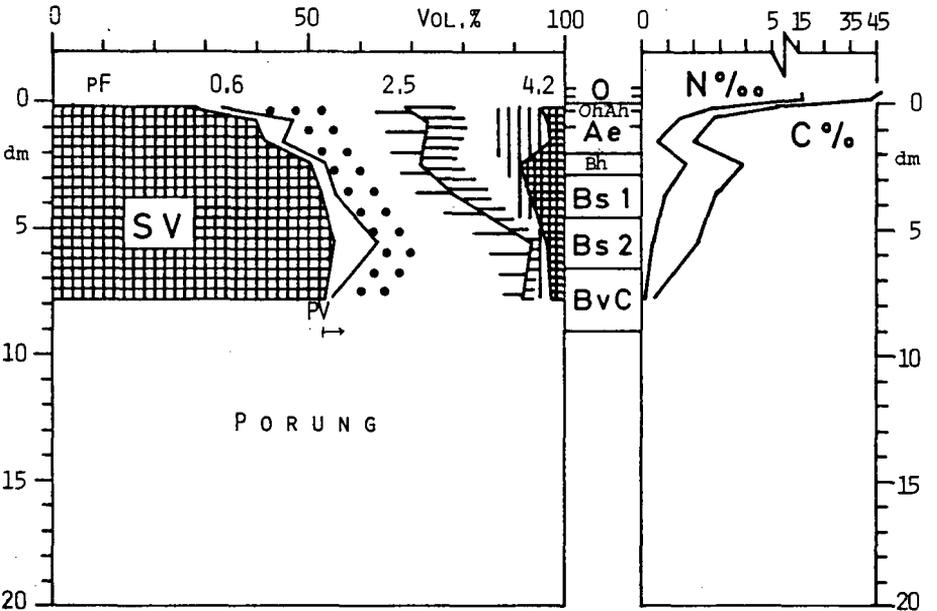
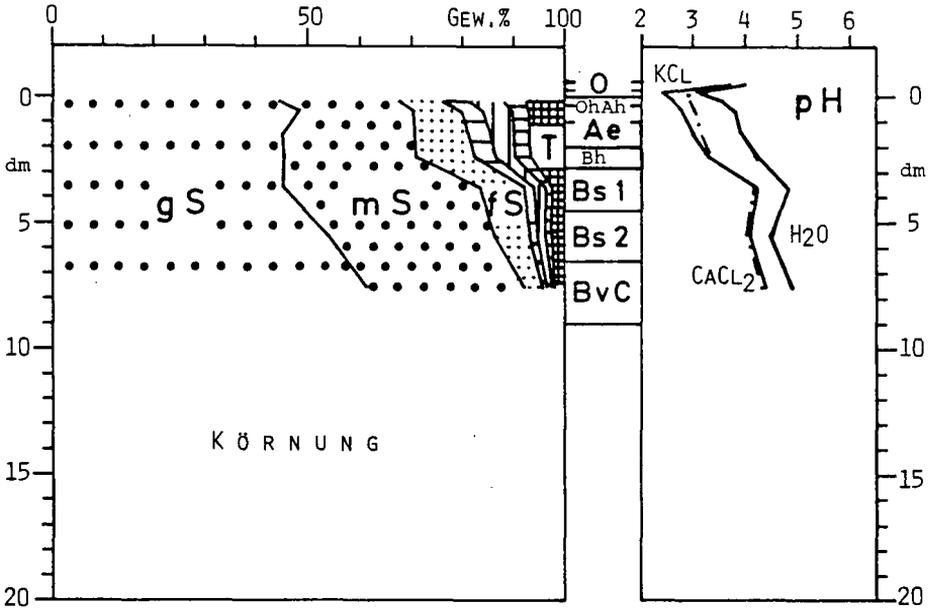
Deutliche im Mineralbestand und der Körnung auftretende Grenze zwischen Bh und Bsl; Deckschicht = Hauptfolge lehmiger als die unterlagernden Sander (vgl. Podsol B 1); in der Bleichzone höher Anteil aufweitbarer Minerale einschließlich Wechsellagerungen; in Anreicherungszone einschließlich Bh deutliche Tendenz der Al-Chlorit-Bildung; Kaolinitanteil durch Sortierung beim Transport verringert; in Beckenton eingegangen.

Bodenbildende Prozesse

Mittlere Anreicherung org. Substanz; 29 kg/m^2 und Profiltiefe, davon 5 kg in der Auflage, 6 kg im Ah-Ae-Bereich und mindestens 18 kg/m^2 verlagerte org. Substanz.

Bilanzierungen durch Umlagerung und Sortierung erschwert.

PROFIL ROTMEER I B 7



Profil Rotmeer I B 7

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ -Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ol	6- 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Of	3- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OhAh	0- 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ahe	- 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ae	-20	10	10	10	45	Sp	-	20	5	-
Bh	-28	15	15	30	15	Sp	10	10	Sp	5
Bs1	-45	15	20	30	5	Sp	10	10	5	5
Bs2	-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BvC	-90	-	50	-	-	Sp	15	35	Sp	-

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.		AK _{eff} mval/100 g							
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg	K	Na	Al
Ol	-	-	-	-	29.9	6.5	21.6	17.0	3.4	1.19	.06	0.8
Of	-	-	-	-	26.6	13.1	12.7	9.3	2.7	.67	.06	3.0
OhAh	0	35.5	0.69	2.59	7.6	6.9	.7	.2	.2	.05	.20	5.6
Ahe	0	41.0	1.06	2.66	6.0	5.6	.4	.1	.1	.02	.22	5.2
Ae	0	44.1	1.13	2.71	6.5	6.3	.2	.1	.0	.01	.08	6.0
Bh	0	37.5	1.21	2.40	8.7	8.3	.4	.1	.0	.04	.19	8.4
Bs1	0	50.9	1.33	2.52	1.6	1.4	.2	.1	.0	.01	.13	1.6
Bs2	0	60.0	1.46	2.70	2.7	2.4	.3	.0	.0	.01	.21	2.5
BvC	0	11.1	1.44	2.70	.2	.0	.1	.0	.0	.00	.09	0.1

----- %o = mg/g -----

Hor.	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Ol	-	-	-	.8	-	-	.32	-	1.6	-	-
Of	-	-	-	2.4	-	-	.13	-	8.4	-	-
OhAh	.31	.34	2.0	4.4	.010	.00	.06	1.6	59.8	.4	335
Ahe	.24	.23	2.0	5.4	.010	.00	.08	1.0	74.0	.4	342
Ae	.32	.33	2.1	5.6	.000	.00	.08	1.3	70.8	.4	354
Bh	3.79	5.00	7.3	10.9	.000	.00	.09	4.0	69.2	.4	354
Bs1	1.82	3.64	6.6	12.8	.000	.02	.13	4.8	74.8	.8	343
Bs2	3.05	5.16	8.2	13.3	.000	.02	.14	8.1	67.6	.4	330
BvC	.24	.46	3.3	8.4	.010	.02	.13	2.6	75.5	.4	353

----- %o = mg/g -----

Hor.	Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	GVL
Ol	.4	1.8	9.6	.6	.975	-	-	-
Of	1.4	4.6	3.6	.6	.825	-	-	-
OhAh	13.4	24.2	.9	.6	.640	1.2	.140	112
Ahe	15.0	29.4	.9	.7	.537	1.6	.168	59
Ae	14.4	29.8	.9	.7	.550	1.4	.135	40
Bh	13.0	27.1	.9	.8	.625	1.2	.110	90
Bs1	16.4	30.3	1.2	1.1	.637	1.0	.122	41
Bs2	13.8	27.6	.9	.9	.555	1.0	.081	40
BvC	18.5	34.8	1.2	1.0	.580	.9	.071	17

Basenverluste Na ca. 20 % und K ca. 10 %; durchschnittlich, aber auf sehr flachen Profiltteil konzentriert.
Gesamte Basenverluste $> 0.4 \text{ kval/m}^2$ bzw. $> 0.4 \text{ val/m}^2$, ebenfalls nur durchschnittlich.

Bei Verwitterung (und Verbraunung) 6 % (= 1 g/kg) des Gesamteisens freigesetzt; primär waren bereits ca. 20 % oxidisch gebunden.

Niedrige Tonbildung nur 5 kg/m^2 bzw. 4 g/kg; Tonbildungsmaximum im Ae; hoher Grobsand- und Grusanteil behindern Neubildung.

Al-Umlagerung erfaßt 4 kg/m^2 ; Verarmung einschließlich Bh-Horizont; Al-Verlust des Profils 11 % oder 7 kg/m^2 ; mengenmäßig geringere Al-Transporte, aber relativ genauso hoch wie bei B 1.

Starke Podsolierung führt zu Umlagerung von ca. 1 kg/Fe/m^2 (= 10 % der Gesamtmenge) bei ausgeglichener Gesamtbilanz (102 %); Podsolierung intensiver als bei B 1.

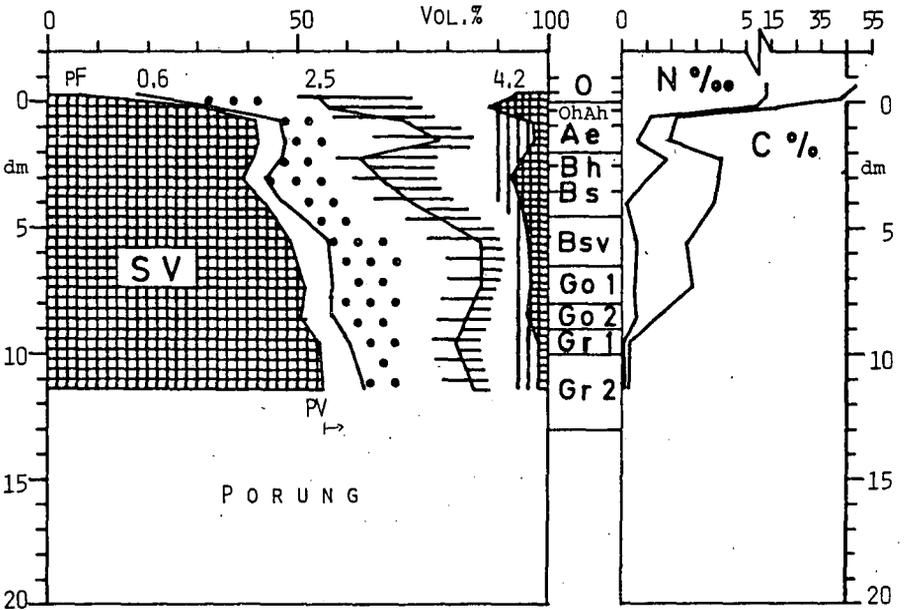
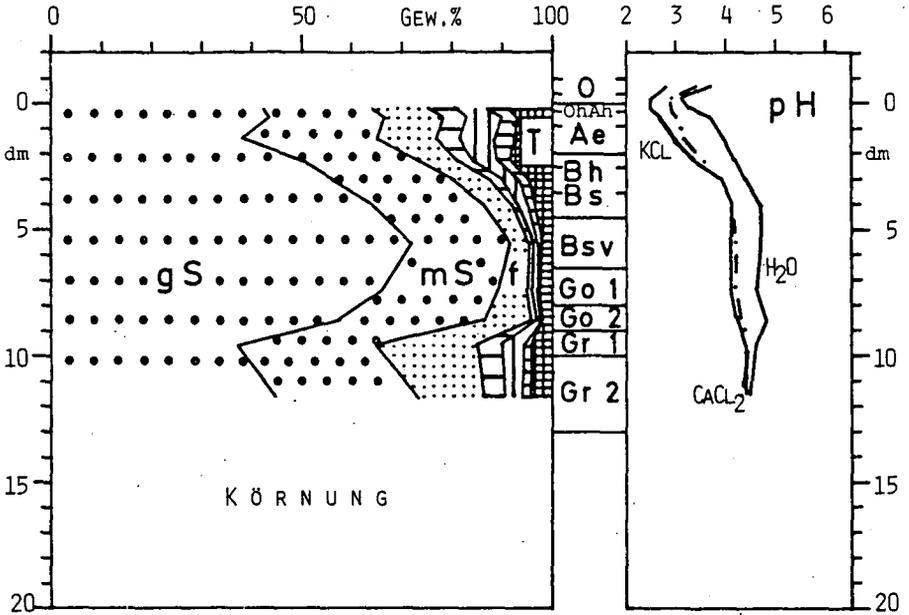
Standortseigenschaften

Geringe mechanische und noch geringere physiologische Gründigkeit; Durchwurzelbarkeit in O- und A-Horizonten nicht eingeschränkt; geringe nutzbare Speicherleistung des Wurzelraumes (35 mm); Wasserversorgung trotzdem gut, da während der Vegetationsperiode ausreichend Niederschlag; Trockenphasen können im Sommer und Frühherbst zu Wassermangel führen; Durchlüftung im Wurzelraum nach starken Niederschlägen kurzfristig schlecht. Geringe Stickstoffvorräte im Wurzelraum 0.2 kg/m^2 (0.6 im Gesamtboden) und mittlere (C/N-Verhältnisse 21; N-Versorgung deshalb wahrscheinlich schlecht; niedrige Vorräte an Basen und P können trotz guter Verfügbarkeit wachstumsbegrenzend sein. P-Versorgung dabei relativ am besten; C/P im Oh = 90. Durch seine Flachgründigkeit starke Neigung zu Windwurf in Altholzbeständen.

PROFIL ROTMEER II B 8

<p>ORT: Gemeindewald Altglashütten Sanderterrasse südl. des Rotmeermoeres</p> <p>TOP. KARTE: 8114 Feldberg, R: 34 33 025 1 : 25 000 H: 53 03 225</p> <p>HÖHE: 965 m</p> <p>LANDSCHAFT: Hochschwarzwald</p> <p>RELIEF: eben, Terrassenfläche</p> <p>NAT. VEGETATION: Preiselbeer-Tannen- Fichtenwald (Vaccinio-Abietetum)</p> <p>NUTZUNG: Fichtenforst (Naturverjüngung)</p> <p>GESTEIN: Sandersand aus Bärhaldegranit</p> <p>BODENTYP: Gley-Podsol</p> <p>HUMUSFORM: Rohhumus</p> <p>STANDORTSBEURTEILUNG: flachgründig und sehr gut durchwurzelbar, frisch (bis wechselfeucht) und gut - zeit- weise schlecht durchlüftet, schlechte N- und Basen-, gute P-Versorgung</p>	<p>PROFILBESCHREIBUNG:</p> <p>Horizont, Tiefe, Schichtfolge, Farbe, Gefüge, Gefügebesonder- heiten, Dichte, Durchwurzelung.</p> <p>Olf 10- 4 cm Zum Teil bereits veränderte Streu der Beerkraut- und Moosflora und Fichtennadeln, hellbraun.</p> <p>Of 4- 0 cm -, dunkelbraun, locker, teilweise durchwurzelt.</p> <p>OhAh0- 3 cm Hauptfolge, 10YR 2.5/1, singulär, Oh unregel- mäßig in Mineralböden eingearbeitet (Windwürfe), locker, sehr stark durchwurzelt.</p> <p>Ae₁ - 9 cm Hauptfolge, 10YR 3/2, singulär, stark gebleicht, locker, mäßig durchwurzelt.</p> <p>Ae₂ - 20 cm Hauptfolge, 7.5 YR 4/2, singulär, -, mäßig dicht, mäßig durchwurzelt.</p> <p>Bh - 25 cm Hauptfolge, 7.5 YR 3/2, Hüllengefüge, nicht verhärtet, mäßig dicht, mäßig durchwurzelt.</p> <p>Bs₁ - 35 cm Basisfolge - Sandersand, 5 YR 3/3, Hüllengefüge, Ortstein; Paralleltexur, sehr dicht, sehr gering durchwurzelt.</p> <p>Bs₂ - 45 cm Sandersand - Basisfolge; 5 YR 3/3, Hüllengefüge, Ortstein, schichtig, sehr dicht, nicht durchwurzelt.</p> <p>Bv - 65 cm Sandersand - Basisfolge, 5 YR 3/4, Hüllengefüge bis singulär, paralleltexuriert, schichtig, dicht, nicht durchwurzelt.</p> <p>Go₁ - 80 cm Sandersand, 5 YR 3/3, Hüllengefüge, Raseneisen!, schichtig, sehr dicht, nicht durchwurzelt.</p> <p>Go₂ - 90 cm dto.</p> <p>"T" ca. 90 cm lehmige Zwischenschicht, 5 YR 3/5, kohärent, schichtig, mit Torfschmitzen, locker, nicht durch- wurzelt.</p> <p>Gr₁ -100 cm Sandersand, 7,5 YR 5/4, singulär bis kohärent, schichtig, sehr dicht, nicht durchwurzelt.</p> <p>Gr₂ -115 cm dto., 7.5 YR 5/5, dto.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; margin: 0 auto;"> <p>B 8</p> </div>
--	--	---

PROFIL ROTMEER II B 8



Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2μ-Fraktion								
		K	I	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
Ae1	3- 9	15	10	-	Sp	-	35	30	5	5
Bh	20- 25	15	10	15	35	-	Sp	20	Sp	5
Bs2	35- 45	15	20	15	10	10	-	20	Sp	10
Go1	65- 80	20	25	15	10	-	10	15	Sp	5
T	ca. 90	20	30	10	15	-	-	20	Sp	5
Gr2	110*115	10	20	20	-	10	-	40	5	5

Hor.	%v. Gesb.		g/m ³ Gesb.		AK _{eff}			mval/100 g		K	Na	Al
	St	FSK	RG	d	T	H	S	Ca	Mg			
Olf	-	-	-	-	20.9	11.9	7.2	3.4	2.0	1.00	.72	2.9
Of	-	-	-	-	27.3	23.6	3.9	.9	1.9	.29	.77	12.6
OhAh	0	26.8	0.14	2.17	9.4	9.0	.9	.2	.3	.08	.31	6.3
Ae1	0	26.0	0.76	2.45	3.9	4.3	.4	.1	.1	.02	.21	3.7
Ae2	0	28.2	1.10	2.67	6.1	4.6	1.0	.4	.1	.01	.44	4.6
Bh	0	30.6	1.14	2.71	9.7	7.7	.9	.1	.1	.01	.63	7.7
Bs1	0	28.9	1.08	2.62	4.3	3.9	.4	.0	.1	.01	.20	3.9
Bs2	0	32.1	1.03	2.63	2.2	2.1	.1	.0	.0	.00	.04	2.1
Bv	0	46.9	1.15	2.66	1.9	1.6	.3	.1	.1	.01	.09	1.6
Go1	0	64.5	1.32	2.72	1.7	1.2	.5	.0	.1	.09	.36	1.2
Go2	0	52.6	1.40	2.73	1.1	.6	.4	.1	.1	.01	.28	.6
T	0	20.8	1.41	2.78	1.8	.7	1.1	.1	.1	.01	.89	.7
Gr1	0	34.2	1.47	2.69	.6	.0	.4	.1	.1	.01	.19	.2
Gr2	0	45.4	1.51	2.73	.6	.3	.1	.1	.0	.01	.04	.4

Hor.	- - - - - %o = mg/g - - - - -										
	Fe _p	Fe _o	Fe _d	Fe _t	Mn _p	Mn _o	Mn _t	Al _o	Al _t	Si _o	Si _t
Olf	.45	.85	1.5	2.7	.060	.05	.07	.8	9.6	.0	46
Of	.97	1.30	2.2	3.1	.010	.01	.03	2.8	17.0	.0	70
OhAh	.51	.54	1.6	3.6	.000	.00	.04	1.8	46.6	.0	268
Ae1	.13	.13	1.8	4.1	.010	.00	.06	.7	62.6	.1	360
Ae2	.16	.18	2.1	4.7	.010	.00	.06	1.2	65.9	.2	362
Bh	1.58	1.65	5.0	9.7	.010	.00	.09	4.1	92.2	.2	299
Bs1	6.21	8.17	10.7	15.3	.010	.01	.09	7.4	76.0	.4	319
Bs2	4.74	7.81	10.4	14.8	.010	.01	.10	8.8	77.5	.4	324
Bv	1.94	2.96	5.7	10.8	.010	.01	.11	6.2	75.2	.4	332
Go1	1.62	2.74	5.6	10.5	.010	.01	.12	7.7	74.2	.2	333
Go2	1.64	2.71	6.7	13.7	.010	.02	.17	7.8	86.8	.7	319
T	1.21	2.82	6.1	15.6	.000	.01	.22	7.6	83.0	.8	336
Gr1	.30	1.01	2.7	10.3	.010	.00	.15	2.6	83.9	.6	345
Gr2	.30	.81	2.1	10.5	.000	.02	.17	2.8	77.9	.8	349

Hor.	cm Tiefe	- - - - - %o = mg/g - - - - -							GVL
		Na _t	K _t	Ca _t	Mg _t	P _t	Ti _t	Zr _t	
Olf	10- 4	1.8	2.5	2.6	.6	1.252	.4	.030	864
Of	4- 0	2.8	4.1	1.4	.5	.925	.5	.064	799
OhAh	0- 3	8.5	17.7	.8	.4	.843	1.3	.122	294
Ae1	- 9	11.8	27.0	.9	.5	.593	1.5	.123	51
Ae2	- 20	12.8	27.0	.9	.5	.610	1.3	.119	38
Bh	- 25	16.1	33.3	1.0	.8	.953	1.9	.140	102
Bs1	- 35	14.2	28.4	1.2	.7	1.300	1.0	.085	92
Bs2	- 45	15.8	28.6	1.2	.8	.850	.9	.071	77
Bv	- 65	16.6	31.0	1.1	.8	.883	.9	.068	65
Go1	- 80	15.2	31.0	1.0	.7	.875	.8	.066	69
Go2	- 90	18.7	31.4	1.3	1.1	.898	1.4	.083	64
T	~ 90	5.3	10.0	2.5	4.8	.170	4.6	.163	65
Gr1	-100	18.6	30.4	1.4	1.3	.700	2.0	.142	18
Gr2	-115	18.7	29.4	1.6	1.4	.735	1.8	.141	22

Erläuterungen zu B 8

Landschaftsentwicklung und Nutzung

wie Profil B 7

2-phasigkeit der Sanderschüttung gut erkennbar an lehmiger Zwischenlage und Torfschmitzen in ca. 90 cm Tiefe.

Bodengesellschaft

wie Profil B 7

Nach Norden und Osten zum Hochmoor nimmt der Einfluß des Grundwassers zu; der Bleichhorizont fehlt dort teilweise; am Moorrand keine Übergänge über Torfogley etc; hinter Kante der Sanderterrasse sofort Waldmoor mit mehr als 1 m Torf.

Bodenentwicklung

Substrat und Verwitterung

Schichtgrenze Bh/Bs1 im Mineralbestand und Körnung stärker ausgeprägt als bei B 7; 2. Schichtgrenze durch Sedimentationsdiskordanz des "T"-Horizonts bedingt; Mineralbestand und Körnung ändern sich an Obergrenze und Untergrenze der lehmigen Zwischenlage; ohne Berücksichtigung von "T" keine deutliche Schichtgrenze.

Tonmineralbestand ähnlich B 7, Al-Chloritbildung allerdings hier bereits in der Bleichzone neben Aufweitungstendenz, Tonmineralverteilung etwas unregelmäßiger als bei B 7.

Bodenbildende Prozesse

Hohe Anreicherung org. Substanz; 45 kg/m^2 Humus; davon 9 kg in der Auflage, 10 kg im Ah-Ae-Bereich und mindestens 25 kg verlagerte organische Substanz. Hohe Wiederanreicherung kann durch Zersetzungshemmung bedingt sein.

Bilanzierung pedogener Prozesse durch Sortierung und Umlagerung besonders erschwert.

Entbasung unwesentlich höher als bei B 7, auch hier am stärksten in Bleichzone.

Bei Verwitterung und (Verbraunung) wurden 9 % (= 1 g/kg) des Gesamteisens freigesetzt.

Tonbildung etwas höher als B 7, aber viel niedriger als Hangböden; ca. 6 kg/m² oder 4 g/kg; Tonbildungsmaximum im Bh; erhöhte Tonbildung durch Wassereinfluß;

Al-Umlagerung ebenfalls höher als B 7; ca. 6 kg/m²; Verarmung einschließlich Bh-Horizont; Al-Verlust 10 % oder 10 kg/m²; Verlust wie B 1, Umlagerung niedriger.

Einfluß der Podsolierung auf Profil ähnlich wie bei B 7.

Vergleyung morphologisch an Gr und Torfschmitzen sowie zeitweise hochstehendem Grundwasser zu erkennen;

Differenzierung des Anreicherungs-horizontes in "Ortstein" oben und "Raseneisen" unten; oben Anreicherung von C, Fe (Fe_p) und Al unten dagegen Fe (Fe_o), Mn, weniger C und Al;

quantitative Auswirkung der Vergleyung in positiver Eisenbilanz 107 %, Eisengewinn ca. 700 g/m².

Dunkler gefärbte Partien der Anreicherungszone sind nicht durch hohe C, Fe, Mn oder Al-Gehalte bedingt; Farbtiefe nimmt aber mit gröberer Körnung und höheren Mg-Gehalten zu!

Standortseigenschaften

Vergleyung des Unterbodens wirkt sich auf die Standortsqualität nicht aus; Durchlüftung im Ahe und Ae möglicherweise durch gehemmte Versickerung zeitweilig mangelhaft; erhöhte Windwurfgefahr (vgl. Oberflächenrelief). Nährstoffversorgung gleich oder besser als bei B 7.

Hochmoor Rotmeer B 9

Die Entwicklung des heutigen Rotmeer Moores lässt sich in verschiedene Phasen gliedern.

- Im Hochglazial bestand eine Gletschertransfluenz aus dem Seebach- ins Haslachtal. Der Talgrund im Gebiet der Konfluenz mit dem Haslachgletscher wurde möglicherweise etwas übertieft. Das Anstehende liegt heute tiefer als 15 m unter GOF.
- Beim Gletscherrückgang bildete sich ein Endmoränenzug auf der Ostseite des Rotmeers aus (Falkau-Stadium?). Zu diesem Zeitpunkt bestand keine Transfluenz mehr, sondern der Gletscher quoll aus dem Haslachtal und bildete eine breite Eiszunge im Gebiet der "Plätze" und des Rotmeers. Wahrscheinlich lag zu diesem Zeitpunkt noch eine Firndecke am Osthang des Drehkopfs, die ebenfalls etwas Schutt anlieferte.
- Als das Eis dann bis in das Neuglashüttener Tal zurückgeschmolzen war (1030 m, Zipfelhof-Stadium), bildete sich im Vorland, gestaut hinter der letzten Moräne und wahrscheinlich einem Felsriegel, der in der Fortsetzung der Langen Höh das Tal oberhalb des Bahnhofs Altglashütten quert, ein Glazialsee. Dieser See wurde nun mit dem Schutt des Gletscherbaches verfüllt. Hierbei lagerten sich direkt am Eintritt des Baches deltaartig Sander-sedimente ab. Abseits der Strömung setzte sich der feine rötliche Beckenton ab.
- Während des Alleröds kam es zum ersten Eintrag organischer Substanz in das Seebecken. Am Seeboden traten reduzierende Verhältnisse auf und der Ton wurde grau gefärbt und reicher an organischer Substanz (Tongyttja). Diese Zeit lässt sich gut datieren, da im Sediment das Laacher-Bims-Tuffband erkennbar ist.
- Auch auf der Sanderterrasse kam es zur Ablagerung organischer Reste (möglicherweise zum ersten Torfwachstum (vgl. Profil B 8)).
- Nach dem Alleröd erhöhte sich der Sedimenteintrag nochmals. Es wurden Sandersedimente und grauer Beckenton sedimentiert.

- Im Periglazial kam die Sedimentation mineralischer Bestandteile im Seebecken zur Ruhe. Die Haslach schnitt ein kleines Bachbett südlich am See vorbei in die Sanderterrasse 1 - 2 m tief ein.
- Das Seebecken wurde nun mit organischem Detritus verfüllt. Etwa an der Wende Atlantikum/Subboreal war es soweit verfüllt, daß das von den Ufern vordringende Hochmoor durch sein Wachstum die freie Wasserfläche immer stärker einengte.
- Heute ist das Rotmeer ein großes Spirken-Hochmoor, in dem nur noch im Zentrum einige offene Schlenken die Entstehung aus einem Seebecken erahnen lassen.

Die Vegetationsentwicklung in der Umgebung des Moores während Spätglazial und Holozän läßt sich gut an dem Pollenprofil ablesen (RAISCH in v. d. GOLTZ u. a., 1976). Diese Untersuchung kam in den Grundzügen zu derselben Gliederung, wie sie am Schluchseemoor gefunden wurde (OBERDORFER, 1931).

Die Pollendokumentation setzt etwa mit der Böllingzeit (Ib nach FIRBAS, 1949) und der folgenden älteren Dryaszeit ein (Abb. 3). Der hohe Nichtbaumpollenanteil (NBP) zeigt, daß es sich damals um eine tundraähnliche Umgebung gehandelt hat. In die Kraut- und Strauchgesellschaften waren Wachholderbüsche eingestreut. Den Hauptteil der Baumpollen nimmt die Birke (wahrscheinlich *Betula nana*) zu diesem Zeitpunkt ein, aber auch Kiefern kommen bereits vor.

Im Alleröd (II) breiten sich Kiefer und auch Birke stark aus. Gleichzeitig nehmen die NBP stark ab. In der Umgebung des Sees dürfte zu dieser Zeit bereits ein lichter Wald gestanden haben.

Während des Klimarückschlages in der jüngeren Dryaszeit (III) nehmen die NBP nochmals zu. Birke und Kiefer werden aber nicht mehr verdrängt. Dies stimmt mit der Annahme überein, daß auch die Gletscher sich in der jüngeren Dryaszeit nur wenig ausgebreitet haben.

Im Präboreal (IV) dringt auch im Hochschwarzwald der Wald endgültig vor. Der NBP sinkt während dieser Zeit kontinuierlich ab. Kiefer und Birke bleiben die Hauptholzarten. Die Hasel wandert aber ein und möglicherweise bereits die Eiche.

NE

SW

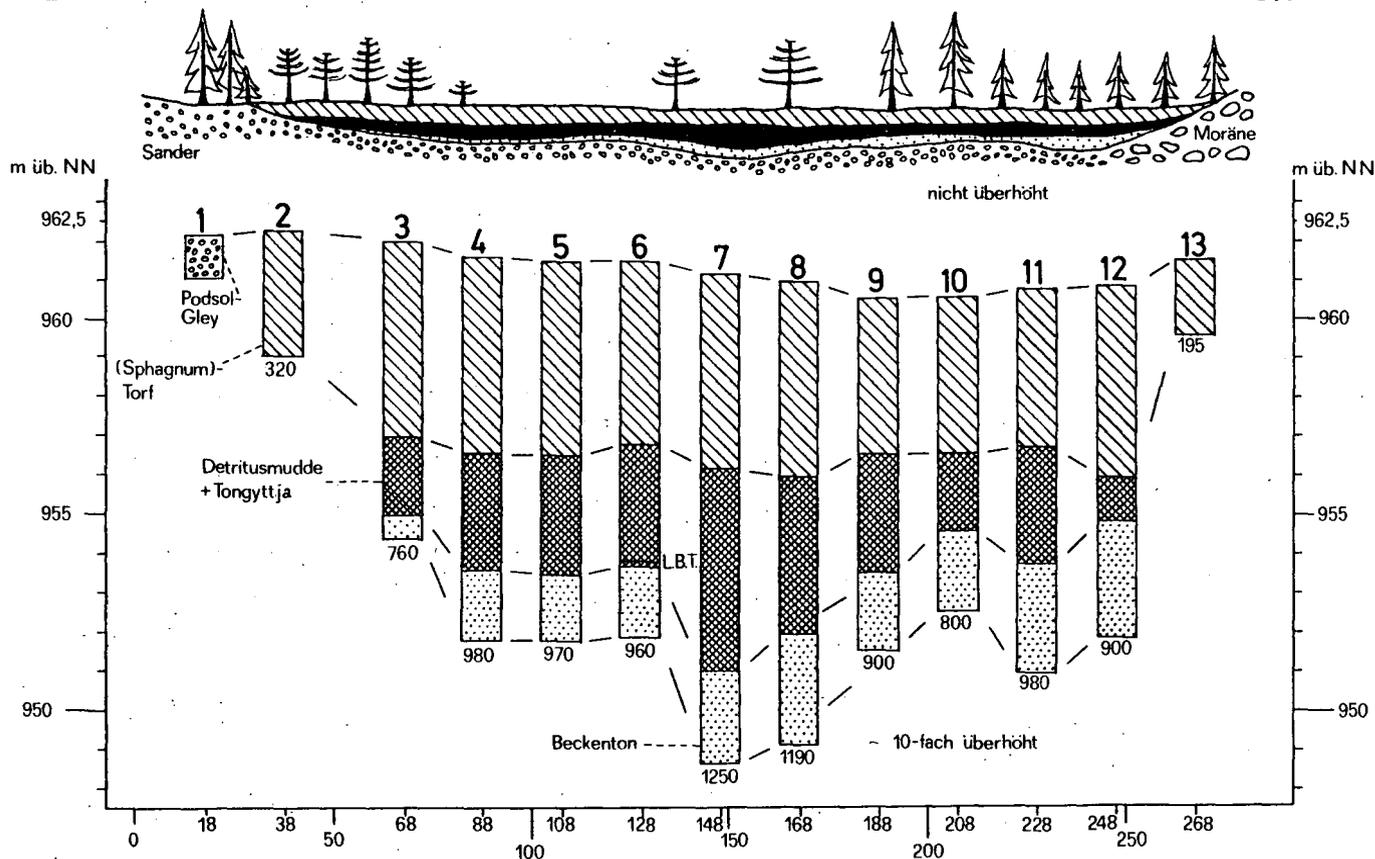
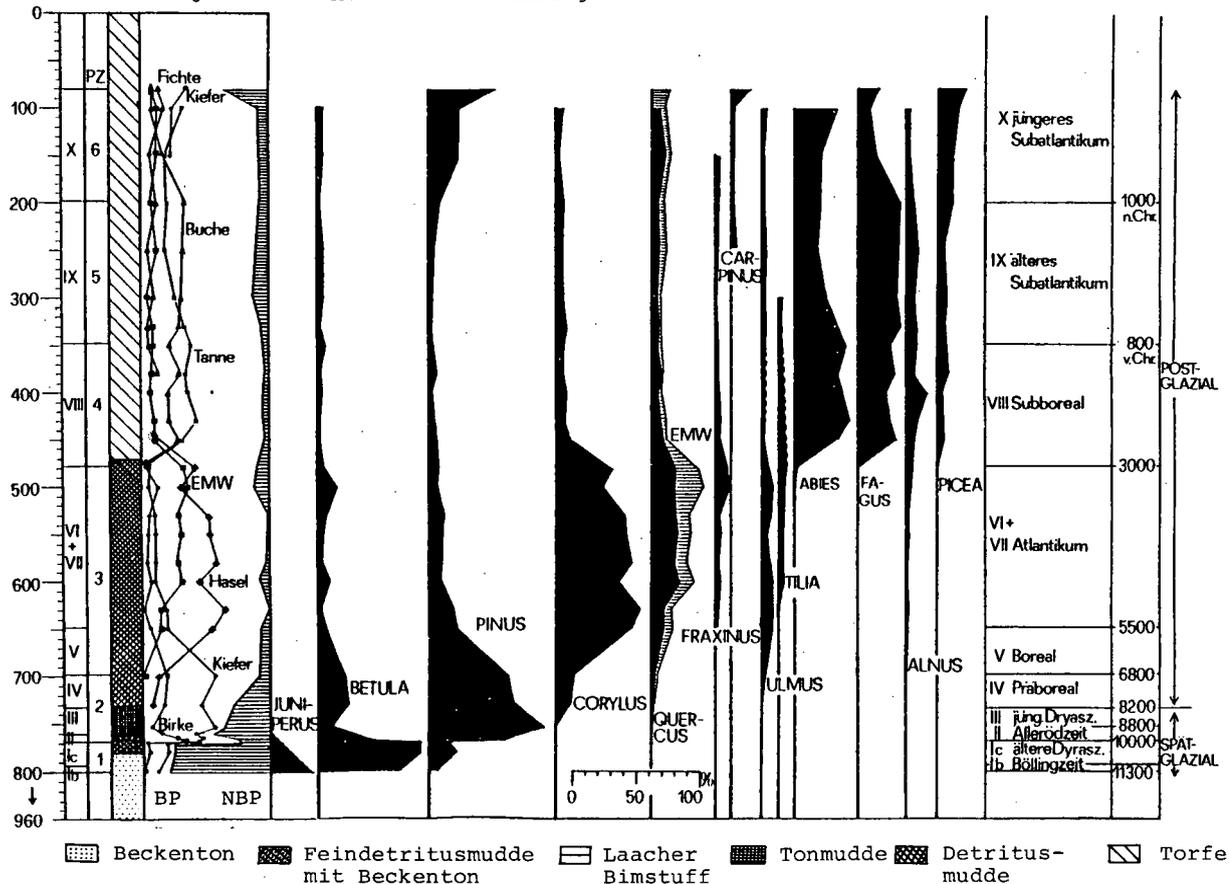


Abb. 4: Stratigraphisches Querprofil durch das Rotmeer-Moor.

cm Totaldiagramm

Abb. 5: Pollendiagramm des Rotmeer-Moores.



Das Boreal (V) ist durch die Massenausbreitung der Hasel gekennzeichnet, die die beherrschende Baumart wird. Auch die Laubhölzer des Eichenmischwaldes wie Eiche, Ulme und Esche dringen vor.

Im Atlantikum (VI und VII) bleibt die Hasel noch der wichtigste Pollenlieferant. Die wärmeliebenden Gehölze des Eichenmischwaldes wie Eiche, Linde, Ulme, Esche und auch Ahorn erreichen aber ihre größte Verbreitung mit über 30 % der Gesamtpollen.

Man muß wohl annehmen, daß während dieser Zeit kein einheitlich strukturierter Laubmischwald in diesem Gebiet vorkam. Die besonders wärmeliebende Linde und die Eiche dürften wohl auf die relativ trockenen und warmen Standorte an den südexponierten Mittelhängen beschränkt gewesen sein, während Esche und Ulme auch feuchtere Standorte besiedelt haben könnten (LANG, 1971). Gegen Ende des Atlantikums etwa gleichzeitig mit dem Abschluß der Verlandung des Sees setzen mit Buche und Tanne die ersten Schattholzarten ein.

Diese Schattholzarten führten zu Beginn des Subboreals (VII) zu einer grundlegenden Umgestaltung des Waldbildes. Die Tanne wird beherrschende Holzart, die Buche steht ihr aber nur wenig nach. Auch die Fichte tritt erstmalig auf, und die Erle nimmt an Bedeutung zu. Die Hasel wird sehr stark zurückgedrängt, und auch der Eichenmischwald verliert ca. 2/3 seines Areal.

Im älteren Subatlantikum (IX) kommt die Massenausbreitung der Tanne zum Stillstand, und sie wird allmählich durch das weitere Vordringen der Buche überholt. Die Linde verschwindet aus dem Pollenspektrum. Die Fichte bleibt in untergeordneter Stellung. Der Übergang vom älteren zum jüngeren Subatlantikum (X) verlief im Schwarzwald noch weitgehend ohne Beeinflussung durch den Menschen. Man darf also annehmen, daß die damalige Waldgesellschaft der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation sehr nahe kam. LANG (1973) schließt daraus, daß auf der Ostabdachung des Schwarzwaldes der Buchen-Tannen-Wald mit Dominanz der Tanne in der Höhenstufe um 1000 m vorherrscht, während in den höheren Lagen die Fichte bereits ursprünglich ein größeres Areal besiedelte. Im Westschwarzwald dominierte die Buche das Waldbild. Die Entwicklung des jüngeren Subatlantikums (X) zeigt den anthropogen bedingten Anstieg der Fichte, verbunden mit einem Zurückdrängen der Buche. Der starke Anstieg der Kiefer dürfte neben der Zunahme der Waldkie-

fer vor allem der Verbreitung der Spirke auf dem Moor selbst zuzuschreiben sein. Die Rodung und Kultivierung des Gebiets zeigt sich auch in der erneuten Zunahme der Nichtbaumpollen in den oberflächennahen Proben.

METHODEN

Soweit nicht anders angegeben, wurden die Methoden in Anlehnung an SCHLICHTING u. BLUME (1966) durchgeführt.

Alle Angaben sind, wenn nicht ausdrücklich anders angegeben, auf die 105⁰ C getrocknete Feinerde < 2 mm bezogen.

Probenahme und Probenvorbereitung

Beutelproben wurden (ca. 4 kg) unter Aussortieren der Steine > 20 mm von allen Horizonten entnommen. Nach Lufttrocknung wurden die Proben in Kunststoffschüssel schonend zerdrückt und durch Trockensiebung in Feinskelett 20 - 2 mm und Feinerde < 2 mm getrennt. Von der Feinerde wurde ein Aliquot von ca. 200g im Achatmörser homogenisiert, vollständig < 0,2 mm gemörsert und für die chemischen Untersuchungen verwendet. Zur Röntgenfluoreszenzuntersuchung mußten die Proben noch feiner pulverisiert werden. Zur Spurenanalyse vorgesehene Proben wurden gesondert behandelt (KEILEN 1978).

Volumenproben wurden soweit möglich aus jedem Horizont in 100-ml-Stechzylindern in je 6-Parallelen entnommen.

Porung und Dichte

Bestimmung des aktuellen Wassergehalts und des Luftvolumens (mit Luftdruckpyknometer nach Langner) an feldfrischen Proben.

Bestimmung der pF-WG-Kurve nach Wassersättigung im Desorptionsgang, max. Wasserkapazität auf keramischen Platten oder Sandbad im Saugverfahren, sonst im Überdruckverfahren (STIEL, bei pF 1.8 und 2.5, soil moisture equipment bei 3.3). Die Werte bei pF 4.2 wurden aus der Hygroskopizität (pF 4.7), Berücksichtigung des Steingehaltes und des Raumgewichtes, durch Multiplikation mit 2 erhalten. Errechnung von Porenvolumen, Raumgewicht und Dichte.

Abkürzungen:

RG = Trockenraumgewicht; d = Mineraldichte, PV = Porenvolu-

men, SV = Substanzvolumen, TW = Totwasser.

Darstellung der Horizontmittel der Porungsdaten als Tiefenfunktion in Vol% des Gesamtbodens.

Körnung Steingehalt > 20 mm durch Schätzung, Feinskelett 20 - 2 mm durch Trockensiebung. Unterteilung der Feinerde nach Vorbehandlung - bei > 1 % C mit verd. H_2O_2 , bei Hüllengefüge mit Dithionit. Einwaage von 20 g Feinerde bzw. bei Vorbehandlung entsprechend mehr und Dispergierung in 0,01 n Na-Pyrophosphatlösung bei pH 7 und 4-minütiger Ultraschallbehandlung. Naßsiegung der Sandfraktionen 2000 - 630, 630 - 200 und 200 - 63 μm . Bestimmung der Schlämfrac­tionen (< 63, < 40, < 20, < 6 und < 2 μm) nach der Pipettmethode.

Abkürzungen

S = Sand, U = Schluff, T = Ton, St = Steingehalt, FSK = Feinskelett; g = grob, m = mittel, f = fein.

pH-Werte

Potentiometrische pH-Bestimmung der Feinerde in 1 n KCl und aqua dest., sowie 0,01 m $CaCl_2$ mit Boden : Lösung wie 1 : 2,5.

Org. C-Bestimmung an der gemörserten Feinerde nach trockener Veraschung im Sauerstoffstrom in Wösthoff-Apparatur, Einwaage ca. 0,1 - 2 g

N-Bestimmung nach Kjeldahl-Aufschluß; Destillation in Büchi-Gerät mit konz. NaOH in eine Vorlage von n/50 H_2SO_4 mit Indikator; Rücktitration der verbrauchten H_2SO_4 mit n/50 NaOH.

Glühverlustbestimmung an ca. 2 g 105° getrockneter gemörsertes Feinerde bzw. Gestein durch min. 2 Std. Glühen bei $600^\circ C$ im Muffelofen.

Austauschkapazität: AK_{eff} (T-Wert) im Perkollationsverfahren durch Austausch von Ba^{2+} beim pH-Wert des Bodens; Rücktausch mit Mg^{2+} . Ba-Bestimmung spektrometrisch mit AAS in Lachgas-Azetylen-Flamme in Emission.

Messung der Austausch­kationen entsprechend Gesamtgehalten aus $HF/HClO_4$ -Aufschluß nach Fällung des Ba aus dem Perkolat in der Hitze mit H_2SO_4 .

Sesquioxidfraktionierung

Bestimmung des pyrophosphatlöslichen Fe und Mn nach (THOMANN, 1963); 2 g Feinerde + 100 ml Extraktionslösung ($0.1 \text{ m Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 0.5 \text{ m Na}_2\text{SO}_4$) werden über Nacht geschüttelt und anschließend 15 Minuten bei 3000 UPM zentrifugiert. Die klare überstehende Lösung wird abdekantiert und zur Messung verwendet.

Bestimmung des oxalatlöslichen Fe, Mn, Al und Si mit saurer Ammoniumoxalat-Oxalsäurelösung bei pH 3.2 nach TAMM, modifiziert nach SCHWERTMANN. Einwaage von 2 g gemörserter Feinerde auf 100 ml Lösung.

Bestimmung der pedogenen Fe und Mn-Oxide mit Na-Dithionit-Citratlösung bei pH 7.3 und 80°C nach MEHRA und JACKSON. 2 g gemörserte Feinerde wurde 2 x je 15 Minuten unter ständigem Rühren extrahiert. Die gesammelten Extrakte und die Waschlösung werden auf 200 ml aufgefüllt.

Vor der Messung am AAS mußten die Extrakte mindestens 1:10 verdünnt werden. Den Eichlösungen wurden die Extraktionslösungen in der entsprechenden Konzentration zugegeben.

Abkürzungen: x_p = pyrophosphatlösliches, x_o = oxalatlösliches, x_d = dithionitlösliches Element x_t = Gesamtgehalt.

Gesamtgehalte und Elementbestimmungen

Die Gesamtgehalte der meisten Elemente wurden bestimmt in der Lösung des HF/HClO₄-Aufschlusses, Ausführung bei 210°C nach JACKSON (1960), 0.1 g gemörserte 105^o getrocknete Feinerde werden mit 0.5 ml HClO₄ und 5ml HF (bei humusreichen Proben 5 ml HClO₄ + 5 ml HF) in Platintiegeln auf dem Sandbad abgeraucht. Aufnehmen mit 10 ml 5nHCl und Auffüllen mit aqua dest. auf 100 ml, Aufbewahren der Lösung in PE-Gefäßen. Aufschlüsse zur Spurenanalyse wurden modifiziert (KEILEN 1978).

Ba-, Zr-Bestimmung an pulverisierter, mit Wachs tablettierter Feinerde mit Röntgenfluoreszenz. Messung im Philips-Mehrkanal-Spektrometer PW 1410 (Goldröhre 40 mA-60kV; Proberotation,

Vakuum, LiF 220 und feiner Kollimator). Die Intensitäten der K-Linie wurden um den Untergrund vermindert. Zur Eichung dienten internationale Standards (Washington, Nancy).

Alle spektrometrischen Elementbestimmungen erfolgten im AAS 403 der Fa. Perkin Elmer mit digitaler Meßwertanzeige. Alle Eichlösungen wurden aus einer Stammeichlösung hergestellt, die alle Hauptelemente außer Si in häufig auftretenden Verhältnissen enthält. Die Geräteeinstellungen wurden weitgehend der Laboranweisung des Herstellers entnommen und vor jeder Messung optimiert.

Bestimmung von K und Na in Emission in oxidierender Luft/Azetylen-Flamme;

Bestimmung von Fe, Mn und Zn in der gleichen Flamme in Absorption;

Bestimmung von Ca und Mg nach Verdünnung in 1 % LaNO_3 -Lösung in reduzierender Azetylen-Luft-Flamme in Absorption;

Messung von Al-Si und Ti in Lachgas/Azetylen-Flamme in Absorption.

Nachweis der Spurenelemente Be, Cd, Co, Cu, Ni, Pb und V mit flammenloser Atomabsorption in Graphitrohrküvette HGA 74 und AAS 400 SG der Fa. Perkin-Elmer; zur Ausschaltung von Matrixeffekten Messung nach der Additionsmethode;

P-Bestimmung kolorimetrisch als reduzierter blauer Molybdat-Komplex. Messung bei 566 nm im Photometer 55 der Fa. Perkin-Elmer/Coleman.

Errechnung der Si-Gesamtgehalte nach der Formel

$$\text{Si } o/oo = \frac{1000 - \text{Glühverlust } (o/oo) - \text{Summe aller Oxide } (o/oo)}{2,14}$$

Die Anwendbarkeit der Formel wurde durch stichprobenweise Vergleiche mit Schmelzaufschlüssen und Röntgenfluoreszenzbestimmungen nachgewiesen. Die Abweichungen überschreiten nicht die Reproduzierbarkeit der Bestimmung (ca. 2 %).

Pflanzenanalyse

Bestimmung der Elementgehalte nach Veraschung von 1 g gemahlener Nadeln im Porzellantiegel bei 500° C, Aufnahme mit 10 % HCl und Messung der Elemente wie in Bodenaufschlüssen.

Tonmineralanalyse

Tongewinnung im Atterbergzylinder nach Vorbehandlung und Dispergierung wie Körnung. Herstellung von Texturpräparaten nach DÜMLER und SCHRÖDER in den Behandlungen Mg-lufttrocken, Mg-Glycerin lufttrocken, K-50° C, K-400° C, K-550° C. Aufnahme von Röntgenbeugungsdiagrammen mit Philips 3 kW-Röntgeneratore Mikro 1130 in Verbindung mit Zählrohr-Interferenz-Gonimeter (Co-K α -Strahlung).

Quantitative Auswertung durch Integration der Peakflächen der Tonminerale, bzw. durch Auswertung der Peakhöhe von Quarz (4.26 Å) und Feldspäten (3.18 u. 3.24 Å). Beteiligte unregelmäßige Wechsellagerungen mehrerer Minerale wurden anteilig auf Wechsellagerungen je zweier Minerale verteilt.

Abkürzungen: K = Kaolinit, I = Illit, S = Smectite, V = Vermikulit,

Mg-C = primärer Chlorit, Al-C = Bodenchlorit, W-M = Wechsellagerungen, Q = Quarz, F = Feldspat.

Berechnungen

Die Berechnungen der Bilanzierungen erfolgte nach der Methode der Massengleichheit (KEILEN, STAHR und ZÖTTL, 1976). Die Daten wurden weitgehend aus KEILEN (1978) und STAHR (1979) übernommen bzw. analog berechnet.

Für Hilfe bei den Feld- und Laborarbeiten sowie bei der Erstellung des Exkursionsführers haben wir uns zu bedanken bei:

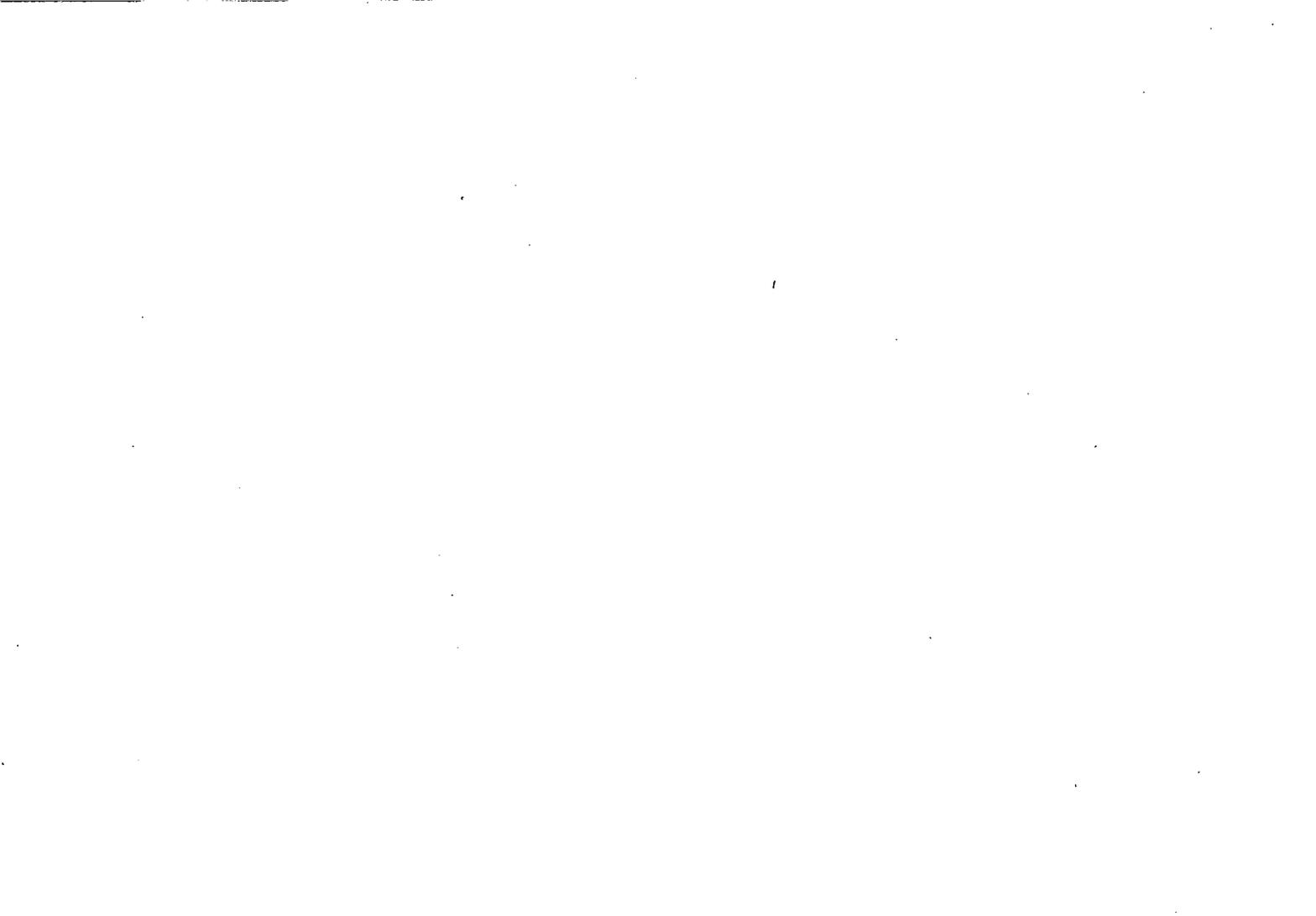
Prof. Dr. E. Oberdorfer (Freiburg), Prof. Dr. Lang (Bern), Rev. fürster Dietsche (Altglashütten), H. v. d. Goltz, G. Müller, W. Raisch, E. Segatz, O. Thees, J. Wipf, E. Best, L. Henninger, G. Matzmüller, H. Schlenker und J. Vogel.

LITERATURVERZEICHNIS

- AMELUNG, G., 1954: Beiträge zur Kenntnis forstlich genutzter Böden des Hochschwarzwaldes. Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 101 S.
- ERB, L., 1948: Die Geologie des Feldbergs, - In: Müller, K. (Hrsg.): Der Feldberg im Schwarzwald, 22-96, Freiburg.
- FIRBAS, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte nördlich der Alpen. Teil I, 480 S.
- GANSSEN, R., 1957: Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingrabens und angrenzender Gebiete. III. Mitt.: Die Böden der östlichen Randgebiete des Oberrheingrabens, insbesondere des Schwarzwaldes. Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkd., 79, 107-119.
- GARCIA-GONZALES, M. und W. WIMMENAUER, 1975: Mineralogische und geochemische Untersuchungen an tektonischen Störungszonen des Schwarzwaldes. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.: 65, 97-118.
- GOLTZ, H. v. d., G. MÜLLER, W. RAISCH und J. WIPF, 1976: Die Bodengesellschaften im oberen Haslachtal bei Neuglashütten (Hochschwarzwald), Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 249 S.
- HAASE, E., 1963: Der Verlauf der eiszeitlichen Vergletscherung im Talbereich der Haslach (nordöstlicher Südschwarzwald). Diss. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 178 S.
- HAASE, E., 1967: Die Spuren der letzten Eiszeit in den Tälern von Alt- und Neuglashütten (Hochschwarzwald) sowie auf den angrenzenden Höhen. Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg 57, 5-32.
- JACKSON, M. L., 1960: Soil chemical analysis. 2. Aufl., Prentice Hall, inc., Englewood N. J.
- JOHANNING, H., 1966: Die Verwendung von geochemischen Leitelementen - ein Beitrag zur Klärung der geologischen Stellung des Bärhaldegranits (Südschwarzwald), Diss. Techn. Univ. München.
- KASTNER, U., 1973: Pollenanalytische Untersuchungen am Zweiseenblickmoor im südlichen Schwarzwald. Staatsexamensarbeit Univ. Karlsruhe.
- KEILEN, K., 1973: Podsolierung in Böden aus Bärhaldegranit unter verschiedener Vegetation. - Dipl. Arb. Univ. Freiburg.
- KEILEN, K., K. STAHR und H. W. ZÖTTL, 1976: Elementselektive Verwitterung in Böden auf Bärhaldegranit und ihre Bilanzierung. -

Z. Pflanzenern. Bodenkde. 1976, 565-579, Weinheim.

- LANG, G., 1971: Die Vegetationsgeschichte der Wutachschlucht und ihre Umgebung. In: Die Wutach. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 6, S. 323-349.
- LANG, G., 1973: Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. IV. Das Baldenweger Moor und das einstige Waldbild am Feldberg. Beitr. Naturkundl. Forsch. SWdeutschl. 32, S. 31-51.
- MAUS, H. und K. STAHR, 1977: Auftreten und Verbreitung von Lößlehmbeimengungen in periglazialen Schuttdecken des Schwarzwaldwestabfalls. Catena, 3, 369-386.
- OBERDORFER, E., 1931: Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 31, 1-85.
- RETIEF, E., 1970: Petrology of the Schluchsee and Bärhalde Granite Plutons, Southern Schwarzwald. - Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 60, 139-172.
- PFANNENSTIEL, M., 1958: Die Vergletscherung des Schwarzwaldes während der Rißeiszeit. - Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 48, 231-272.
- SCHLICHTING, E. und H.P. BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum, Parey, Hamburg-Berlin.
- SCHWEIKLE, V., 1971: Die Stellung der Stagnogleye in der Bodengesellschaft der Schwarzwaldhochfläche. Diss. Univ. Stuttgart-Hohenheim, 103 S.
- STAHR, K., 1979: Die Bedeutung periglazialer Schuttdecken für Bodenentwicklung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald. Habilitationsschrift Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg i. Br. 271 S.
- THEES, O. und E. SEGATZ, 1979: Die Bodengesellschaften im Bereich der Bärhalde (Hochschwarzwald). Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br.
- THOMANN, Ch., 1963: Quelques observations sur l'extraction de l'humus dans les sols. Méthode au pyrophosphate de sodium. - Cahiers ORSTOM Pedologie 3, 43-73, Paris.
- ZÖTTL, H.W., K. STAHR und K. KEILEN, 1977: Bodenentwicklung und Standortseigenschaften im Gebiet des Bärhaldegranits (südlicher Hochschwarzwald). Allg. Forst- und Jagdz. 148, 185-197.



E X K U R S I O N C

BÖDEN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE LANDSCHAFTSPLANUNG IM
VORLAND

Landschaftsentwicklung, Bodenbildung, Wasser- und Nährstoffhaushalt in der
Rheinaue bei Hartheim und in der Freiburger Bucht

FAHRTROUTE: Freiburg - Autobahn-Zubringer "Mitte" - Ausfahrt Bad Kro-
zingen - Hartheim - Rheinaue (Exkursionspunkt 1) - Hartheim -
Autobahn-Auffahrt Bad Krozingen - Autobahnausfahrt Freiburg-
Nord - Glotterschuttfächer bei Vörstetten (Exkursionspunkt 2)
- Hochdorf (Exkursionspunkt 3 u. 4) - Hugstetten - Buchheim -
Neuershausen - Eichstetten - Grillplatz (Mittagspause) - Eich-
stetten - Bötzingen - Gottenheim - Waltershofen (Exkursions-
punkt 5 u. 6) - Umkirch (Exkursionspunkt 7) - Freiburg

FÜHRUNG: Punkt 1 : Fr.Hädrich
Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre
der Universität Freiburg i.Br.
Punkte 2-7 : P.Hummel u. F.Zwölfer
Referat Bodenkunde und Landschaftsökologie im
Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.
Bodenprobenahme und Analysen zu 2-7
Brunk Meyer, H.-G.Frede, W.Schäfer, Göttingen
Host Wiechmann, Bonn
Hans Peter Blume, F.Alaily, Berlin

TERMINE: Sonntag 9.9.1979
Montag 10.9.1979 (evtl. auch Samstag 15.9.1979)

ABFAHRT: 8.00 Uhr pünktlich vor dem Tagungslokal

RÜCKKEHR: ca. 19.00 Uhr

FAHRTROUTENBESCHREIBUNG DER EXKURSION C

Autobahn
Zubringer
"Freiburg-
Mitte"

wichtigste, weil schnellste Verkehrsverbindung von Freiburg zur Rheintalautobahn Frankfurt-Basel (Schweiz, Frankreich) und in die Nahbereiche der Region Breisach-Kaiserstuhl. Zunächst Tangieren der auf Kosten von Wiesen-, Acker- und Schrebergartenflächen stark nach W expandierenden Stadtteile Haslach und Binzengrün im S, Stühlinger, Betzenhausen und Lehen im N.

Im Untergrund kristalline Sande und Kiese des sich in Fahrtrichtung (W) abdachenden Dreisam-Schwemmfächers (Dreisam = Flußname keltischen Ursprungs). Hier, im Ostteil der Freiburger Bucht, Böden (Braunerden und Parabraunerde-Braunerden) nie Anschluß an das tiefstehende Grundwasser; nach W ehemals zunehmende Auenverhältnisse. Heute durch anthropogene Maßnahmen (Begradigung und Eindeichung der Flüsse, Entnahme von Trink- und Brauchwasser, zunehmende Überbauung etc.) allgemein Grundwasserabsenkung in der Bucht. Böden der Auenserie daher in den zentralen und westlichen Teilen der Bucht in Umwandlung begriffen.

Vor Erreichen der Autobahn Sendeanlage des Südwestfunks und Eintritt in den Mooswald

Mooswald

Relikt, Zeuge des ehemals starken Grundwassereinflusses auf die Böden, früher Bestände der Weich- oder Hartholzau, heute Tendenz zu Eichen-Hainbuchen-Wäldern (wie auf der Niederterrasse) mit zunehmender Bedeutung der Edellaubhölzer (Bergahorn, Linde). Nach Erreichen der Rheintalautobahn weiter Fahrt durch den südlichen Mooswald. Zunächst links in einer größeren Lichtung die Anlage des "Freiburger Rieselfeldes" (Abwasserverrieselung). Kurz nach Passieren der Autobahnausfahrt "Freiburg Süd" Ende des Mooswaldes. Autobahn überwindet in einem deutlichen Anstieg von etwa 15 - 20 m die

Mengener
Brücke

einen flachwelligen, etwa NW - SE gerichteten Höhenzug, der die Verbergzonenschollen Tuniberg im W und Schönberggruppe

im E orographisch verbindet sowie die Freiburger Bucht nach S abschließt. Zwei Einschnitte der Autobahntrasse zeigen Aufschlüsse im Würmlöß mit Pararendzina. Frühere Annahmen, die Mengener Brücke sei eine von Löß überzogene mesozoische Vorbergscholle, durch jüngste Bohrung des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg nicht bestätigt. Noch in mehr als 100 m Tiefe Löß und Lößderivate. In Mulden- oder Hangfußlage Ortschaften vom Typ des Haufendorfes mit Gewannflur.

Rechts Blick zum

- Tuniberg, einer antithetischen Jurakalkscholle mit Löß, an dessen Südende in beherrschender Position die Ehrentrudiskapelle, ein hervorragender Aussichtspunkt, Rebterrassen (vor allem an der Westflanke) verdeutlichen die in der Vorbergzone des Schwarzwaldes und im Kaiserstuhl dominierende Kulturart. Flache Ostflanke des Tunibergs und Mengener Brücke mehr acker- und obstbäulich genutzt; große Bedeutung der Intensivkulturen; hier Zentrum des südbadischen Spargelanbaues. Bis zur Autobahnausfahrt "Bad Krozingen" ist die Rheinniederterrasse erreicht. Blick nach links zum Schwarzwald (E) und zur
- Staufener Bucht mit analoger Entstehung zur Freiburger Bucht als tektonisches Bruchfeld, Abschluß nach außen durch kleine Vorberghügel und Ausfüllung durch Schwarzwaldkiese und -sande, z. T. mit Lößlehm- oder Schwemmlößauflage. Am Westrand der Bucht
- Bad Krozingen Bad Krozingen mit Thermalbad. Rehabilitationszentrum für Herz- und Kreislaufkranke und div. anderen Kur- und Sanatoriumsanlagen.
- Hausen a. d. Möhlin an der Autobahnabfahrt Bad Krozingen mit Tiefbrunnen und Wasserwerk zur Wasserversorgung der Stadt Freiburg i. Br.
- Rheinniederterrasse Von der Mengener Brücke über Hausen a. d. M. bis Hartheim Fahrt über die völlig ebene, fast bäumlose Niederterrasse mit überwiegend alpinen (carbonathaltigen) Sanden und Kiesen im Untergrund und feinkörnigerer Hochflutdeckschicht; großflächig rubefizierte Parabraunerde nach W. MOLL (1970). Fast abschließliche Ackernutzung mit vorherrschendem Getreidebau,

z. T. Gemüse- und Hackfruchtbau, vor allem bei Beregnung. Trockengebiet mit 600 - 700 mm mittl. Jahresniederschlag bei ca. 10° C Jahresmitteltemperatur. Kiesgruben, vor allem zum Autobahnbau angelegt, dienen heute weiter zur Gewinnung von Bauzuschlagsstoffen (Aufschlüsse mit Rubefizierter Parabraunerde).

- Hartheim Gemeinde mit typischer Lage am Niederterrassenabfall zur Rheinaue, dem "Hochgestade".
- Rheinaue postglaziale Niederung des Rheines, auf deutscher Seite 600 - 2000 m breit. Gekennzeichnet durch das bewegte Kleinrelief; Aufbau aus überwiegend alpinen Sanden und Kiesen im Untergrund und an Mächtigkeit wechselnder feinkörniger Hochflut-Deckschicht. Der siedlungsnahe (E-Teil) ackerbaulich (Aussiedlerhöfe) genutzt, weiter nach W Waldreste aus der Auenphase, verbreitet aber verschieden alte Kiefernauflorungen. Vor ca. 150 Jahren begonnene und vor etwa 100 Jahren beendete "Sanierungsmaßnahmen" (Strombegradigung und Eindeichung) verbunden mit dem Bau des Rheinseitenkanals (Schiffahrtsweg und Energielieferant) führten zu Grundwasserabsenkungen von bis zu 10 - 15 m; Absterben des Auenwaldes, teilweiser oder vollständiger Ersatz durch lichten Trockenbusch oder Kiefernforsten. Mit etwa 600 mm mittl. Jahresniederschlag und ca. 10° C Jahresmitteltemperatur eines der trockensten Gebiete Mitteleuropas.
- Rückfahrt bis zur Autobahnabfahrt "Freiburg-Mitte" auf gleicher Strecke.
- Autobahn-zubringer "Freiburg-Nord" Nördlicher Teil des Mooswaldes auf Schwemmfächer der Dreisam, durchzogen von zahlreichen in Richtung des Grundwasserstroms nach NW laufenden Bächen. Gley-Anmoorgley-Niedermoorlandschaft mit natürlichen Grundwasserständen oberhalb 6 dm unter Flur. Heute Grundwasser nach SE zum Stadtrand zunehmend infolge starker Brauchwasserentnahme bis über 8 m abgesenkt. Entlang des Zubringers Wasserstände zwischen 0,6 - 2,0 m unter Flur. Nördlich der Straße mehrere Bagger-

seen und Neuanlage eines Rückhaltebeckens als Maßnahme der Hochflutsicherung.

Glotterschutt-
fächer
östl.
Vörstetten

Bei Einmündung in die B 3 nach Norden Übergang vom wiesegenutzten Randtief des Dreisamschutfächers mit Gleyen aus torfdurchsetztem Aueton auf 5 - 6 m höher liegenden Glotterschuttfächer, der großflächig von 5 - 6 m mächtigem Löß bedeckt ist. Lößlandschaft mit intensivem Acker-, Feldgemüse- und Obstbau. Weite Teile des Glotterschuttfächers voreemzeitlich angelegt; über stark zersetzten Schwarzwaldschottern geschichteter geringmächtiger Auelehm und Bt-Horizont einer warmzeitlichen Parabraunerde aus 0,4 - 0,8 m mächtigem Lößlehm; darüber 3 - 4 m mächtiger Löß der Würmeiszeit. Holozäne Parabraunerde 1,6 - 2,2 m tief entwickelt, Schluffhorizonte mit Merkmalen schwacher Pseudovergleyung (Haftnässe). In Kuppenlagen oft bis zum Bt-Horizont erodiert. In flachen Hohlformen braunes Kolluvium. Bei Grundwasseranschluß Auengley oder zweischichtiger Auenpseudogley aus Auelehm über Aueton.

Nimberg

Nord-südgestreckte lößbedeckte Vorbergscholle in der Freiburger Bucht aus Muschelkalk und Keuper im Osten und Dogger im Westen. Kleinflächiges Mosaik aus Parabraunerde und kulturbedingter Kalkbraunerde aus Lößlehm über Löß. Schluffreiche Pararendzinen auf erosionsausgesetzten Kuppen und Rücken. Tiefes Kolluvium in Rinnen, Senken und Hangfüßen. Auf schmalerem, terrassiertem Nordteil des Nimbergs überwiegend Weinbau (rigolte Pararendzina), auf breiterem Südteil überwiegend Ackerbau und Streuobst.

Hochdorf

Seit 1973 Stadtteil Freiburgs. Während der alemanischen Landnahme gegründetes Haufendorf am Südrand des Nimbergs.

Niederung
SW
Hochdorf

Teil des Dreisamschwemmfächers mit natürlichen Grundwasserständen oberhalb 1 m unter Flur. Mehr als 2 m mächtige holozäne Schwarzwaldschotter, in der Randsenke abgedeckt durch 0,5 - 1 m mächtigen Aueton, der in den tiefsten Lagen von 0,3 - 1,0 m mächtigem Niedermoor oder durch anmoorige Bildungen überlagert wird. Abbau des Tones durch römische

Ziegelei zwischen Hochdorf und Hugstetten beweist vorrömische Ablagerungszeit des Tones. Nach SW leichter Anstieg der Schotterfläche. Verbreitungsgebiet von Gleyen, Braunerde-Gleyen und Braunen Auenböden aus kiesführendem, schluffreichem Auelehm geringmächtig auf Schwarzwaldkies mit Grundwasserständen meist zwischen 1 - 2 m unter Flur. Seit 1933 Absenkung des Grundwassers um 0,5 - 1 m. Neigung der Böden zur Pseudovergleyung infolge Auftretens von Haftnässe in Schluffnestern des Auelehms. Stellenweise erhaltener fossiler A-Horizont im Auelehm entspricht Oberfläche des subborealen Tonhorizontes im randnahen Feuchtgebiet. Subatlantische Auelehmdecke daher nur 0,2 - 0,4 m mächtig. Feuchtwiesen und Bruchwaldreste im tieferen, Ackerbau mit Zunahme der Maisanbauflächen im höheren Auengebiet.

- Hugstetten Stadtteil Freiburgs. Mittelalterlicher Dorfkern mit Schloß in der Niederung unterhalb des steil abfallenden SW-Sporn des Nimbergs. Eisenoolithische Kalksteine des Unteren Doggers im aufgelassenen Steinbruch oberhalb Hugstetten.
Links der Straße zwischen Hugstetten und Buchheim hallstattzeitlicher Grabhügel.
- Buchheim Stadtteil Freiburgs am SW-Rand des Nimbergs. Dorfkern zeigt die Anordnung eines Haufendorfs mit Schloß am östlichen Dorfrand.
- Neuershausen Stadtteil Freiburgs. Haufendorf mit Schloß (Ortsausgang links der Straße) an Stelle einer alten Wasserburg.
- Dreisamniederung zwischen Nimberg u. Kaiserstuhl Infolge Grundwasserrückstau in der bis auf 1,5 km verengten Niederung nördlich Neuershausen hohe Grundwasserstände und Überlagerung der Dreisamschotter durch 0,5 - 1,5 m mächtigen subborealen Aueton, der auf weiten Flächen von einer geringmächtigen Decke aus subatlantischem Auelehm (0,2 - 0,8 m) überlagert wird.
Kleinflächiges Niedermoorvorkommen am Fuße des Nimbergs ("Mooswald"), Auengley (-Niedermoor)-Landschaft mit ehemaligen Grundwasserständen oberhalb 0,8 m unter Flur und häufi-

gem Auftreten von gespanntem Grundwasser unter dem Tonhorizont. Vor 1933 Dauergrünland mit Riedflächen. Heute nur noch östlich des Dreisamkanals Grundwasserstände oberhalb 1 m unter Flur, im Auengebiet westlich des Kanals großflächige Absenkung auf 1, 2 - 2, 5 m unter Flur. Seit Kriegsende starker Rückgang der Grünlandflächen zu Gunsten vorherrschenden Ackerbaus.

Ostrheinrinne

Entlang dem Ostrand des Kaiserstuhls unter 2 - 3 m mächtigem holozänen Aueton und Schwarzwaldkies würmzeitliche Rheinkiese mit über 20 m Mächtigkeit in einer 1 - 2 km breiten Rinne ("Ostrheinrinne") ausgebildet. Bedeutender Grundwasserleiter, da Rheinkiese höhere Durchlässigkeit als Schwarzwaldkiese aufweisen.

Eichstetten

Klein- bis mittelbäuerliche Weinbau- und gewerbliche Gemeinde am Ostrand des Kaiserstuhls.

Riedellandschaft des östlichen Kaiserstuhls

Mächtige Lößbedeckung. Umgestaltung der Landschaft durch Reblandumlegung unter Ausbildung von Großterrassen. Typische Lößhohlwege. Täler mit intermittierenden Wasserläufen. Löß-Rigosol-Pararendzina-Landschaft mit mächtigem Kolluvium in Rinnen und Senken.

Bötzingen

Weinbau- und gewerbliche Gemeinde am Südostrand des Kaiserstuhls.

Überquerung der Ostrheinniederung zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg mit großer Niedermoorfläche im Westen (Wasenweiler Ried) und Gleyen aus lehmüberdecktem Aueton im Osten. Übergang zu höherer Auenlandschaft mit Zweischicht-Auenböden und Grundwasserständen zwischen 2 - 3 m unter Flur unterhalb der Nordspitze des Tunibergs.

Freiburger Bucht östl. des Tunibergs

Fahrt entlang der Westgrenze der Freiburger Bucht von Gottenheim nach Waltershofen. Hochwasserfreie Straße auf schmalen Schwemmlößsaum. Flache Schwemmfächer vor Talausgängen bestimmen Lage der Tuniberggemeinden Waltershofen, Opfingen und Tiengen. Randnahes Niederungsgebiet mit Grundwasserständen oberhalb 1 m unter Flur. Dreisamschotter in einer schmalen Zone überdeckt von Aueton, der auch hier von einem Schleier

aus Auelehm weitflächig überlagert wird. Gley-Anmoorgley-Niedermoor-Landschaft mit mäßig feuchten bis feuchten Wiesenstandorten und vereinzelt Ackerbau. Randsenke kennzeichnet jungholozänen Dreisamlauf. Östlich davon Auftauchen der von schluffreichem Auelehm nur geringmächtig bedeckten Dreisamschotter. Gley-Landschaft mit abgesenktem Grundwasser zwischen 1 - 2 m unter Flur. Anmoorgleye und Niedermoor in zahlreichen Schluten und Senken.

Östlich Waltersshofen inselförmig in Abflußrichtung SE-NW gestreckte Erhebungen ca. 1,0 m über Schuttfächerniveau. Reste von Decken aus älterem Auenschwemmlöß auf holozänem Dreisamkies. Die Höhendifferenz zwischen heutiger Schotterflur und Schwemmlößbasis und damit der Aufschotterungsbetrag seit Sedimentation der Schwemmlößdecke beträgt 0,5 - 1,0 m. Auenparabraunerden auf höheren, durch Überflutungen nur wenig erodierten Lagen, Auenpararendzinen im Bereich stärker erodierter Randlagen und Auenpseudogleye aus sekundär umgelagertem, entkalktem Auenschwemmlöß.

Die Schwemmlößinseln werden ausschließlich ackerbaulich genutzt.

Freiburger
Bucht bei
Umkirch

Fahrt von Waltersshofen nach Umkirch über den tieferen Teil des Dreisamschuttfächers mit Auengleyen und meist abgesenktem Grundwasser zwischen 1 - 2 m unter Flur. Auenwald, dazwischen Ackerflächen und wechselfrische Grünlandstandorte. Nördlich Umkirch höher gelegener Schuttfächerbereich mit Grundwasserständen zwischen 1,5 - 2,5 m unter Flur und Ausbildung von Braunen Auenböden aus schluffreichem, kieshaltigem Lehm über Kies oder untergeordnet aus locker gelagertem Sand und Kies. Im Herrenwädele nördlich Umkirch inmitten gleichhoher kiesreicher Auenböden kleinflächiges Vorkommen einer vergleyten Parabraunerde aus 2 m mächtigem Löß über pleistozänem Kies mit geringmächtiger Decke aus kiesarmem Auelehm. Lößvorkommen vollkommen eingeschottert. Schlüsselprofil zur

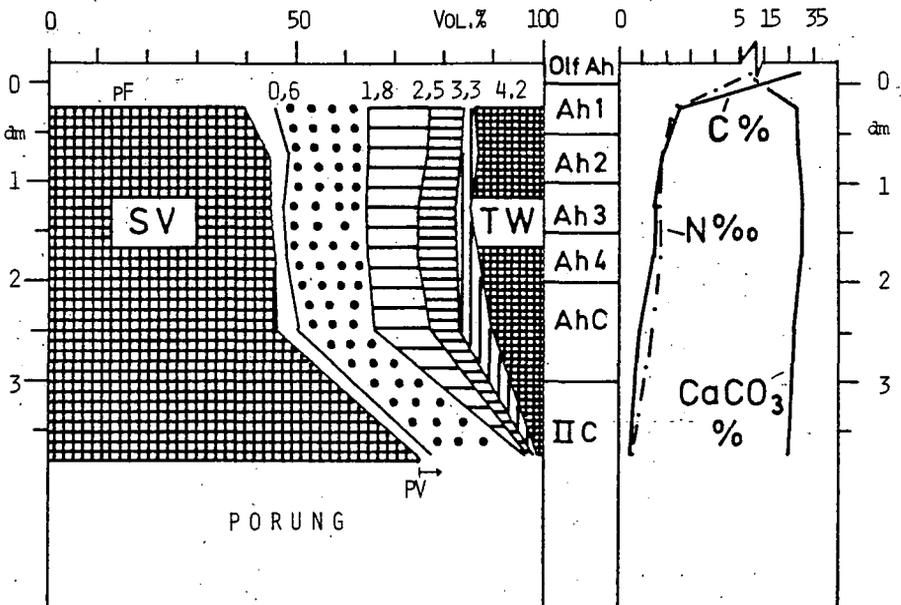
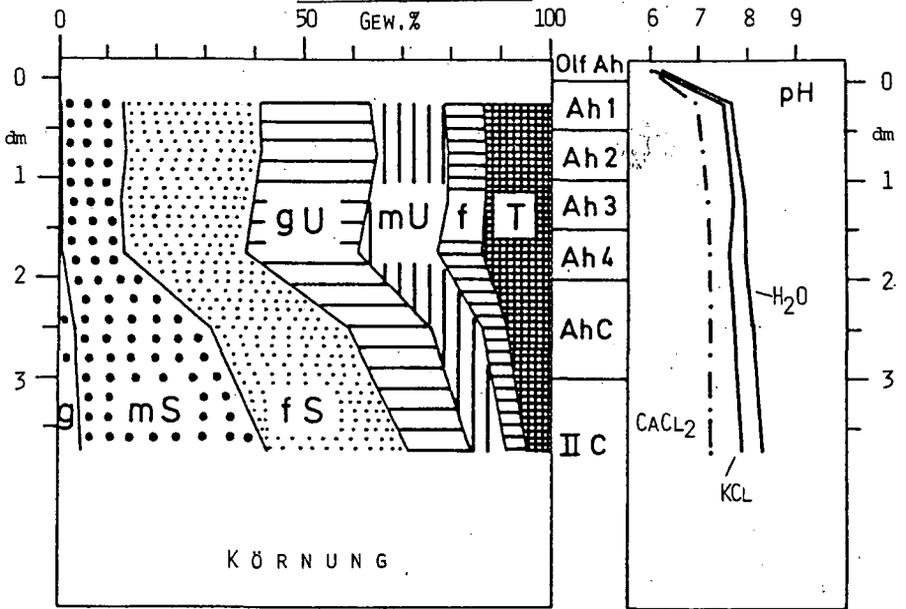
Bestimmung des Aufschotterungsbetrages im Holozän, der damit auf der Höhe von Umkirch mit ca. 2 m anzusetzen ist.

PROFIL C 1 HARTHEIM

C
1

<p>ORT: Hartheim, Gemeindewald Distr. I Stabert und Nächstgrün</p> <p>TOP.KARTE 8011 Hartheim R: 33 95 230 1:25 000: H: 53 12 020</p> <p>HÖHE: 198 m NN</p> <p>LANDSCHAFT: Südliche Oberrheinebene, Rheinaue</p> <p>RELIEF: Eben (relikt. Altwasserarm)</p> <p>NAT. VEGETATION: Eichen-Linden-Wald nach Weichholzaue, (Salici-Populetum)</p> <p>NUTZUNG: Ödland (Goldrute, Gräser, verein- zelt Weißdorn; i. d. Umgebung Kiefernforsten)</p> <p>GESTEIN: Holozäne Rheinsedimente; fein- körnige Hochflutdeckschicht über stark kiesigem Sand bis sandigem Kies</p> <p>BODENTYP: PARARENDZINA (Zweischicht-) nach Kalkpaternia</p> <p>HUMUSFORM: Mull (unter Kiefer Mull bis mullar- tiger Moder)</p> <p>STANDORTSBEURTEILUNG: Physiol. flach- bis mittelgründig (Deckschicht sehr gut, Kies nur mäßig durchwurzelbar), <u>trocken</u>, gut durch- lüftet, <u>Nährstoffversorgung</u>: Ca und Mg - sehr gut, N und P - mäßig, K und Mn - schlecht, Zn - gut, Cu - gut bis befrie- digend, Fe und B - ausreichend</p>	<p>PROFILBESCHREIBUNG:</p> <p>Horizont, Tiefe, Farbe, Kalkgehalt, Gefüge, Gefüge-Besonderhei- ten, Dichte, Durchwurzelung</p> <p>Olfa_h 2- 0 cm Streu von Gräsern und Goldrute, z. T. in Zer- setzung und von Regenwurmlosung durchsetzt.</p> <p>Ah₁ 0- 5 cm 2, 5 Y 4, 5/2, sehr carbonatreich, subpoly- edrisch bis wurmlosungsartig, locker bis mäßig dicht, sehr stark und gleichmäßig durchwurzelt, z. T. Wurzelfilz.</p> <p>Ah₂ -10 cm dto., mäßig dicht.</p> <p>Ah₃ -15 cm 2, 5 Y 5/2, dto., subpolyedrisch bis poly- edrisch, z. T. wurmlosungsartig, mäßig dicht, stark durchwurzelt.</p> <p>Ah₄ -20 cm dto., sehr carbonatreich, subpolyedrisch bis polyedrisch, z. T. wurmlosungsartig, mäßig dicht, stark durchwurzelt.</p> <p>AhC -30 cm 2, 5 Y 5, 5/2, dto., relik. Oxidationsflecken, (fGo) mäßig dicht, mittlere Durchwurzelung.</p> <p>II C > 30 cm eingeregelter sandiger Fein- bis Mittelkies (bis 60 cm), ab 60 cm auch Grobkies; sehr carbonatreich, Einzelkorngefüge, locker, schwach durchwurzelt (bis 80 cm).</p>
---	---

PROFIL HARTHEIM C 1



Profil Hartheim C 1

Hor.	cm Tiefe	Tonminerale % < 2 μ-Fraktion								
		K	J	S	V	Mg-C	Al-C	W-M	Q	F
OlfAh	2- 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah1	0- 5	15	20	35	-	10	-	5	5	10
Ah2	-10	10	20	50	-	10	-	5	5	Sp
Ah3	-15	15	25	35	-	10	-	10	Sp	5
Ah4	-20	15	25	30	-	10	-	10	5	5
AhC	-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIC	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Hor.	% v. Gesb.		g/cm ³ Gesb.			AK _{eff} mval/100 g	
	Kies	n	RG	d	n	T	n
OlfAh	-	-	-	-	-	47,7	5
Ah1	4	8	1.06	2.67	108	19,8	5
Ah2	8	8	1.19	2.67	108	19,7	4
Ah3	11	7	1.20	2.68	96	17,7	4
Ah4	11	6	1.18	2.64	60	17,9	4
AhC	33	7	1.22	2.66	78	9,0	4
IIC	63	5	1.96	2.65	2	7,2	3

Gesamtgehalte ‰ = mg/g

Hor.	Fe	Mn	Al	Na	K	Ca	Mg	P	n
OlfAh	4.7	0.17	10.3	2.0	4.2	37.0	3.97	0.59	8
Ah1	14.2	0.47	34.7	6.1	10.5	104.1	11.94	0.47	8
Ah2	14.3	0.48	35.1	6.1	11.0	106.9	12.30	0.46	8
Ah3	14.8	0.49	35.8	6.1	11.1	110.1	12.66	0.46	7
Ah4	14.7	0.49	35.7	5.9	11.0	108.6	12.68	0.46	6
AhC	12.1	0.40	32.5	6.6	11.0	100.1	9.85	0.37	8
IIC	10.6	0.36	30.2	6.9	10.9	93.2	7.92	0.32	7

ERLÄUTERUNGEN ZUM PROFIL C 1:

Landschaftsentwicklung: Vor mehr als 160 Jahren in der holozänen Rheinniederung echte Auenverhältnisse. Fließbereich des Stromes in zahllose Wasserarme aufgelöst mit Lageänderung bei jedem episodisch oder periodisch auftretenden Hochwasser. Dazwischen Gewirr von Inseln und wandernden Kiesbänken. Transportkraft des Wassers bestimmte die Sedimentation feineren oder größeren Materials.

Bestockung ein Gemisch verschiedenster Baum- und Straucharten. Körnung des Substrats und Höhe des Wasserstandes bestimmten die Vegetationsdifferenzierung: Auf trockenen Kiesbänken Birke, Kiefer, Sanddorn, Berberitze, Schlehe, Liguster und Hartriegel; an oft überfluteten Stellen Erle und Weide; an seltener überfluteten Standorten mit feinkörnigem Substrat gute Wuchsbedingungen für Stieleiche, Ulme, Pappel und Baumweide. Wasser- und Nährstoffbedarf in reichem Maße aus Grund- und Überflutungswasser gedeckt.

Die amphibischen Verhältnisse der Auenregion bedingten ihre Siedlungs- und Nutzungsfeindlichkeit.

In den Jahren 1817-1874 nach den Plänen des badischen Oberst Tulla der Flußlauf begradigt und eingedeicht mit dem Ziel, die jährlichen Überflutungen abzuwenden, die Rheinaue forstlich nutzbar und den Rhein schiffbar zu machen. Laufverkürzung zwischen Basel und Mannheim 80 km. Erhöhung des Gefälles bedingte erhöhte Fließgeschwindigkeit und verstärkte die Tiefenerosion. Damit Tieferlegung des begradigten Flußbettes und allgemeine Grundwasserabsenkung in Aue und Niederterrasse. Trend verstärkt durch Bau des Rheinseitenkanals durch Frankreich (Versailler Vertrag). Wasserableitung durch betonierte Kanal führte zum Absinken der Wasserführung des "Altrheins" bei Mittelwasser auf 3 % des früheren Betrages. Am Profil C 1 (ehemaliger Altwasserarm) Grundwasser 5 - 6 m uGOF.

In diesem klimatisch trockenen Gebiet, wo potentielle und aktuelle Evapotranspiration in der Vegetationsperiode größer als der Niederschlag (HÄDRICH, 1979), Grundwasserabsenkung mit katastrophalen Auswirkungen auf die Auenvegetation verbunden, da das Zuschußwasser mit seinem Nährstoffpotential für Vegetation unerreichbar wurde. Auenvegetation starb allmählich ab und wurde

lichten Trockenbusch oder Trockenrasengesellschaften ersetzt.

Umfangreiche Aufforstungen mit Kiefer (*pinus silvestris*), vor allem ab 1960, nach Stockrodung und Vollumbruch der Deckschicht. Dadurch Egalisierung der Standortsunterschiede. Bestände heute meist im Stangenholzalter, einerseits stark schädlingsanfällig (Kiefernknospentriebwickler), andererseits wirtschaftlich uninteressant (DUFFNER 1959; HÜGIN 1962; SCHÄFER 1977, VOGEL 1969 und WEIN 1977).

Bodenbildung: Unter den Auenverhältnissen Bodengesellschaft aus Auenrohböden vom Subtyp Kalkrambla bei junger Auflandung und Graue Kalkpaternia an Stellen mit längerer Bodenentwicklung. Übergänge zwischen beiden vom Subtyp Paternia-Rambla beigemischt.

Rheinkorrektur bewirkte Wegfall der Überschlickung und des Grundwassereinflusses. Heute Entwicklung der Böden zur Zweischicht-Pararendzina. Wegfall der regelmäßigen Überflutung bedeutete Wegfall der Anlandung von organischer Substanz, die Lichtstellung der Auenvegetation im Verein mit dem nachfolgenden Vollumbruch deren verstärkte Mineralisierung. Zunächst also Humusgehaltsabnahme in den ehemaligen Auenböden. Unter den Kiefernbeständen heute umgekehrte Tendenz mit Bildung einer schwachen Humusaufgabe.

Pedogenetische Prozesse der Gegenwart sind Humifizierung, Mineralisierung, biogene Durchmischung und leichte Carbonatverwitterung. Hohe biologische Aktivität äußert sich in den Böden außerhalb der Kiefernbestände in der gleichmäßigen Humusverteilung im Mineralboden, dem Wurmlösungsgefüge und den in die O_{1f} -Auflage eingemischten Wurmlösungsaggregaten. Geringe Niederschläge verhindern zwar nennenswerte Entkalkung, diese ist jedoch bei Umrechnung der Carbonatwerte auf humusfreien Feinboden für die obersten Zentimeter des Mineralbodens nachzuweisen. Nachfolgende Tabelle zeigt, daß Entkalkung, vermutlich durch Wirkung der sauren Streu, bisher nur unter den Kiefernbeständen nachgewiesen werden konnte.

VFL Hartheim II Kiefer, 18jähr. nach Vollumbruch mullart. Moder				Rheinaue zwischen Breisach und Neuenburg alte Kiefernhorste 1968: 50-70jährig Moder				lichter Auewald und Buschformation Mull			
Hor.	Tiefe cm	CaCO ₃ %	n	Hor.	Tiefe cm	CaCO ₃ %	n	Hor.	Tiefe cm	CaCO ₃ %	n
				O _{1f} Ah	4- 2	18.8	4				
O _{1f} Ah	2- 0	13.2	8	O _f Ah	2- 0	21.7	4				
Ah ₁	0- 5	28.7	8	Ah ₁	0- 2	26.4	4	Ah ₁	0- 2	27.3	2
Ah ₂	-10	29.3	8	Ah ₂	- 4	27.4	4	Ah ₂	- 4	27.4	2
Ah ₃	-15	30.0	8	Ah ₃	- 6	27.3	4	Ah ₃	- 6	26.7	2
Ah ₄	-20	30.1	6	Ah ₄	-10	27.7	4	Ah ₄	- 8	27.2	2
AhC	-30	26.6	8	Ah ₅	-16	25.7	1	Ah ₅	-10	28.8	2
IIC	30	24.0	7					Ah ₆	-15	28.2	1

Die leichte Carbonatzunahme innerhalb der Ah-Horizonte bis etwa 10 cm Tiefe läßt sich als einwaschungsbedingte Carbonatanreicherung kaum sichern. Eigenschaften der Pararendzina abhängig von Schichtaufbau, Körnung und Klima.

Wasserhaushalt: Die geringen Niederschläge werden größtenteils in der feinkörnigen Deckschicht gespeichert. Böden mit mächtiger Deckschicht (>30 cm) halten neben der besseren physiologischen Durchwurzelbarkeit mehr Wasser pflanzenverfügbar als solche mit geringmächtiger Deckschicht, wo größere Anteile des Niederschlages versickern und die Wurzelkonkurrenz größer ist. Von den ca. 600 mm Jahresniederschlag kommen in den Kiefernbeständen 65 - 70 % auf den Boden, in den lichten Gebüsch und Grasflächen ist dieser Anteil etwas höher (SCHÄFER 1977; HÄDRICH 1979). Die in der Vegetationsperiode in den Boden gelangenden Wassermengen werden ausschließlich von der Evapotranspiration verbraucht (HÄDRICH 1979), während die Sickerung gleich null ist. Erst in den Wintermonaten bei Vegetationsruhe und reduzierter Evaporation Aufsättigung der Deckschicht, die aber nicht in jedem Jahr bis Feldkapazität führt. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, liegt die im Gelände bestimmte FK deutlich unter der bei pF 1,8 und entspricht im Mittel aller Horizonte (ohne IIC) pF 1,63. Dies ist aus der Porungsdiskontinuität an der Grenze AhC - IIC zu erklären und deutet die Möglichkeit des zeitweiligen Auftretts von Stauwasser

Hor.	Tiefe cm	Gelände			Labor, bei pF 1,8					
		FK Vol %	nFK mm	n	FK Vol %	nFK mm	n			
Ah ₁	0- 5	42.8	14.3	12	35.8	10.8	60			
Ah ₂	-10	40,0	13.3	12	35.8	11.2	62			
Ah ₃	-15	38,1	11.6	12	36.3	10.7	55			
Ah ₄	-20	38,1	12.3	12	35.9	11.2	38			
AhC ₁	-25	36.9	13.1	6	34.4	23,6	36			
AhC ₂	-30	34.5	11.9	6						
pot. Speicherleistung		0-30 cm			76.5 mm			67.5 mm		

in der Deckschicht an. Standorte mit mächtiger Deckschicht sind bezüglich der potentiellen Speicherleistung für pflanzenverfügbares Bodenwasser und damit auch im aktuellen Wasserhaushalt den Standorten mit geringmächtigerer Deckschicht überlegen. Das ebene Relief und die fehlende Tiefensickerung erlauben, aus dem Freilandniederschlag und der Bodenwasservorratsänderung zumindest für die Vegetationsperioden die aktuelle Evapotranspiration $ET = N + \Delta BW$ zu berechnen. Die Messungen (HÄDRICH 1979) haben gezeigt, daß die Bodenwassergehalte der Deckschicht in Trockenperioden des Sommers oft den PWP erreichen.

Die Vegetation ist zwar an diese Bedingungen angepaßt - KÜNSTLE und ULLRICH (1976) zeigten, daß die Kiefer bei extremen Trocken- und Hitzeverhältnissen den Gaswechsel stark einschränkt - die Biomassenproduktion leidet aber unter dem Wassermangel erheblich.

Nährstoffhaushalt: Die teilweise schlechte Nährstoffsituation resultiert nicht aus geringen Nährstoffvorräten im Boden, sondern aus der wegen der unzureichenden Mineralverwitterung und den hohen pH-Werten nur geringen Bereitstellung für die Vegetation. Ausnahmen sind Ca und Mg, die bei der Carbonatlösung im Übermaß angeboten werden. Die hohe Mineralisierungsrate, verbunden mit nur geringer Auswaschung bewirken noch eine befriedigende N-Versorgung. Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt der Kiefernbestände von SCHÄFER

(1977) haben erbracht, daß am schlechtesten die Versorgung mit K und Mn ist. Die nachfolgende Tabelle bringt eine Gegenüberstellung der ermittelten Nährstoffkonzentration in den Nadeln mit dem Bereich guter Versorgung für die Kiefer nach SCHÄFER (1977).

	%o = mg/g					ppm = ug/g				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Nährelementkonzentration	15.2	1.65	4.3	2.8	1.1	46	10	5	62	15
Bereich guter Versorgung	15 -22	1.3 -2.0	6 -12	1 -5	1 -2	45 -200	20 -800	4 -6	10 -80	15 -35

Die Nährstoffaufnahme ist aber nicht allein eine Frage der Reserven und der Löslichkeit, sondern auch ein Transportproblem und damit vom Wasserhaushalt abhängig. Der Standort ist durch hochgradige sommerliche Trockenheit und damit reduzierte Nährstoffaufnahme ausgezeichnet. Es wäre denkbar, daß durch geeignete Beregnungsmaßnahmen und Verwendung organischer Bodenverbesserer eine landwirtschaftliche Nutzung (Intensivkulturen) der besseren Standorte sinnvoller wäre als die jetzige forstliche Nutzung.

PROFIL C 2

C 2

ORT: Denzlingen
TK 25 Freiburg NO 7913, R: 34 15 690
H: 53 24 920

HÖHE: 230 m NN
vorhandene Bodenkarten:
BK 25 Freiburger Bucht

KLIMA: Mittl. Jahresniederschlag: um 920 mm
Jahresdurchschn. Temperatur: 9 - 9,5 °C
klimatische Wasserbilanz:
Jahresüberschuß 130 mm
Defizit im Sommerhalbjahr 70 mm

LANDSCHAFT: Freiburger Bucht, lößbedeckter
Glotterschuttfächer

RELIEF: schwach ausgeprägte Rinne in welliger
Lößlandschaft

WASSERHAUSHALT: MW 1975 8 m u. Fl. (Absenkung seit
1935 etwa 2 m), Durchlässigkeit im Unter-
boden gering, nFK hoch, Trockengefähr-
dung gering

VEGETATION: Ackerwiese mit Obstbäumen, wechselfrisch

NUTZUNG: Obstwiese

AUSGANGSGESTEIN: Aueschluff über Aueton

BODENTYP: Brauner Auenpseudogley

KARTIEREINHEIT: Auenpseudogley aus lehmigem, örtl.
kiesführendem Schluff 4-10 dm mächtig
auf Lehm oder Ton: As.

PROFILBESCHREIBUNG:

Ap₁ 0- 10 cm tU, h, dgrbr (10YR 4/2), k
krü-subpol, wu, sehr feucht

Ap₂ - 25(30)cm tU, h, grbr (10YR 5/2),
(rostfl'), brüchig-koh, we-
nig Poren; teilweise: locker,
krü, Wurmlosung, feucht

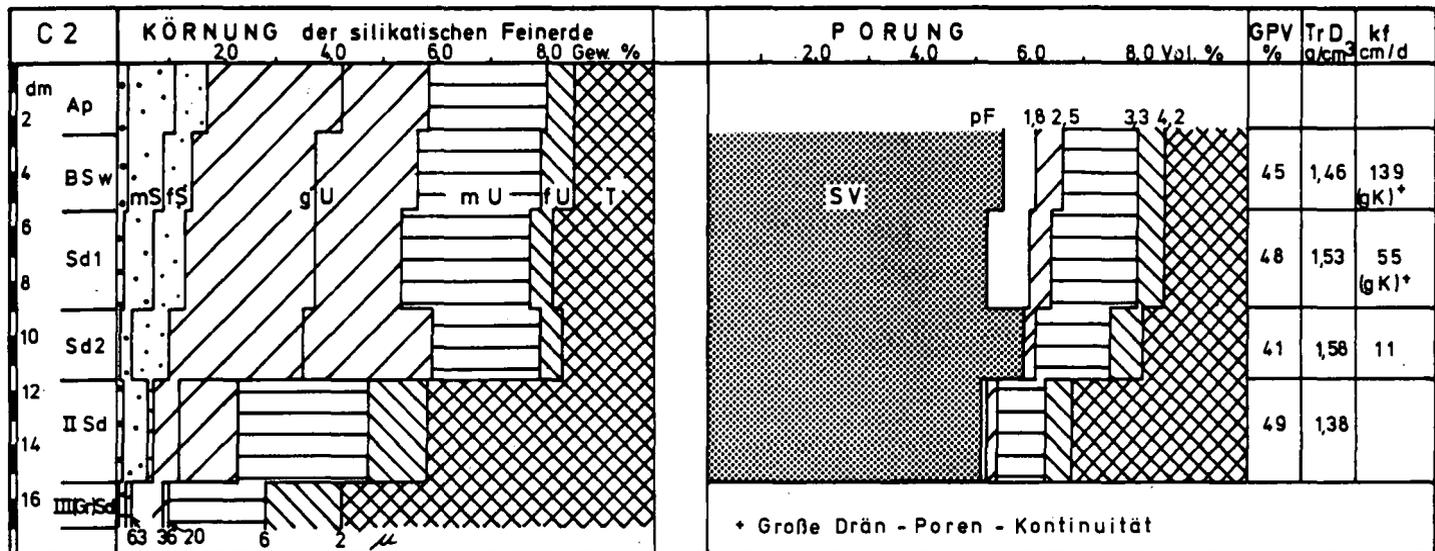
B Sw - 53 cm tU, hbrgr (10YR 6/2), rostfl,
konkr., subpol bis brüchig-
koh, mäßig porös, einige
Wurmröhren, Wurzeln ge-
bündelt, feucht

Sd₁ - 89 cm tU, hgr (5Y 6/1) und rost-
farben (5YR 4/8) marmo-
riert, stellenweise sand-
reiche Partien, subpol' bis
brüchig-koh, kaum Poren,
sehr wenig Wurmröhren,
wu', feucht

Sd₂ -116 cm tU, ähnlich wie Sd₁, dich-
ter, wu'', feucht

II Sd -153 cm uT, glänzend dbr mit hgr
Bleichzonen an Klüften,
gpol, sehr dicht, feucht

III (Gr) Sd-170 cm u'T, blauschwarz, Rostaus-
scheidungen an Klüften,
gpol, sehr dicht, feucht



Hor. Tiefe (cm)	C org %	C · 1,72 %	Nt ‰	Co/Nt	CaCO ₃ %	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	KAK mval/100g	Austauschbare Kationen mg/l				V-Wert %	mmalk 100gTon	KAK ‰	Fe _d ‰	Al _d ‰	Mn _d ‰
									Ca	Mg	K	Na	H+Al					
Ap 0-25	1,32	2,3	1,38	9,6	0	6,6	6,2	12,8	6,9	1,2	0,6	0,5	3,6	72	42	7,0	0,8	0,4
Bsw 25-53	0,67	1,2	0,87	7,7	0	5,9	5,4	10,5	4,0	0,6	0,2	0,2	5,5	48	43	6,2	0,9	0,3
Sd1 53-89	0,34	0,6	0,40	8,5	0	5,9	5,2	9,7	4,3	1,0	0,1	0,2	4,1	58	41	8,4	0,7	0,2
Sd2 89-116	0,16	0,3	0,37	4,3	0	5,3	4,9	12,0	5,4	2,0	0,2	0,3	4,1	66	63	8,8	0,6	0,1
II Sd 116-153	0,46	0,8	0,64	7,2	0	5,2	4,7	25,5	10,2	5,9	0,3	0,4	8,7	66	55	9,8	0,8	0,4
III (Gr) Sd 153-170	1,25	2,2	0,73	17,1	0	5,5	4,8	39,7	15,8	8,5	0,5	0,6	14,3	64	59	19,4	1,2	0,3

Bemerkungen zu Profil C 2

GEOLOGIE:

Rinnenfüllung aus jungem Aueschwemmlöß über subborealem Aueton. Auetonschicht bis auf vereinzelt auftretende schmale Restrinnen mit gröberkörniger Füllung ("Fenster") innerhalb der Rinne durchgehend ausgebildet und mit Tonfüllung in der Randniederung des Dreisamschuttfächers in Verbindung stehend.

Aueton mit Merkmalen eines Tongleys, der in der Rinne vor deren Auffüllung mit Auelehm vorherrschend ausgebildet war.

BODEN:

Morphologische Horizontgliederung (Ap-BSw-Sd) durch Analysen nicht voll bestätigt, da im Sd_1 -Horizont hohe Wasserdurchlässigkeit gefunden wurde. Geringe Durchlässigkeit im Sd_2 -Horizont sowie hohe Niederschläge (920 mm) sprechen jedoch prinzipiell für Pseudogley-Dynamik, die nach der Erfahrung Ortsansässiger auch heute noch wirksam ist.

Hohe Fe_d -Gehalte im III (Gr)Sd-Horizont sind teilweise auf Eisensulfide zurückzuführen. An Klüften sind Oxydationsvorgänge zu erkennen, Vergleyung im Untergrund demnach nicht mehr aktuell.

Stark saure Reaktion im II Sd- und III (Gó)Sd-Horizont bezeugen Ablagerung als Aueton durch saure Schwarzwaldwässer.

Vegetationsaufnahme vom 10. 4. 1979

C 2

F 3

+ Geranium pusillum

F 4

+ Achillea millefolium
+ Cerastium arvense
+ Chrysanthemum leucanthemum
+ Veronica chamaedrys

F 5

20 Arrhenatherum elatius
8 Vicia sepium
5 Dactylis glomerata
3 Heracleum sphondylium
1 Poa pratensis
1 Vicia cracca
+ Galium album
+ Taraxacum officinale

F 6

40 Holcus lanatus
10 Rumex obtusifolius
4 Rumex crispus
3 Festuca pratensis
1 Urtica dioica
+ Alopecurus pratensis
+ Ajuga reptans
+ Glechoma hederacea
+ Lathyrus pratensis

+ Lychnis flos-cuculi (w)
+ Lysimachia nummularia

F 7

2 Ranunculus repens (w)

F 8

+ Symphytum officinale

F X

1 Anthoxanthum odoratum
1 Rumex acetosa
+ Prunella vulgaris
+ Ranunculus acris
+ Trifolium pratense
+ Trifolium repens
+ Vicia hirsuta

ohne Einstufung

+ Cardamine hirsuta

Durchschnittliche Feuchtezahl des Bestandes: 5, 58 = frisch, schwach wech-
selnd

Feuchtezahlen nach ELLENBERG:

F 3 = Trockenheitszeiger, meist auf trockenen Böden stehend

F 4 = zwischen 3 und 5 stehend

F 5 = Frischzeiger, meist auf mittelfeuchten Böden

F 6 = zwischen 5 und 7 stehend

F 7 = Feuchtezeiger, meist auf gut feuchten, nicht nassen Böden

F 8 = zwischen 7 und 9 stehend

F 9 = Nässezeiger, auf oft durchnästen, luftarmen Böden

F X = indifferentes Verhalten gegenüber Bodenfeuchtigkeit

(w) = Wechselfeuchtezeiger

(ü) = Überschwemmungszeiger

Die den Arten zugeordneten Zahlen bedeuten geschätzte Ertragsanteile in %
des Bestandes + Art vorhanden, Ertragsanteil < 1 %

PROFIL C 3

C
3

ORT: Hochdorf
TK 25 Freiburg NW 7912, R: 34 10 020
H: 53 24 300

HÖHE: 206,5 m NN
vorhandene Bodenkarten:
BK 25 Freiburger Bucht

KLIMA: Mittl. Jahresniederschlag: um 815 mm
Jahresdurchschn. Temperatur: 9 - 9,5° C
klimatische Wasserbilanz:
Jahresüberschuß 25 mm
Defizit im Sommerhalbjahr 140 mm

LANDSCHAFT: Freiburger Bucht, Randniederung des
Dreisamtschuttfächers am Fuße der Nimb-
scholle

RELIEF: eben

WASSERHAUSHALT: MW 1975 etwa 1 m u. Fl.; MW 1935 <1 m u. Fl.,
zeitweise stark vernässender Boden, geringe (mitt-
lere?) im Unterboden hohe Wasserdurchlässigkeit;
nFK hoch, Kapillaraufstieg aus Grundwasser hoch,
keine Trockengefährdung

NUTZUNG: Acker

AUSGANGSGESTEIN: Aueton über Aueschwemmlöß

BODENTYP: Gley

KARTIEREINHEIT: Auengley aus tonigem Lehm und schluffigem,
stellenweise humosem u. torfdurchsetztem Ton auf
tonigem Schluff, 6-20 dm mächtig auf Sand und
Kies, gespanntes Grundwasser unter Tonhorizont
möglich: G 10

PROFILBESCHREIBUNG:

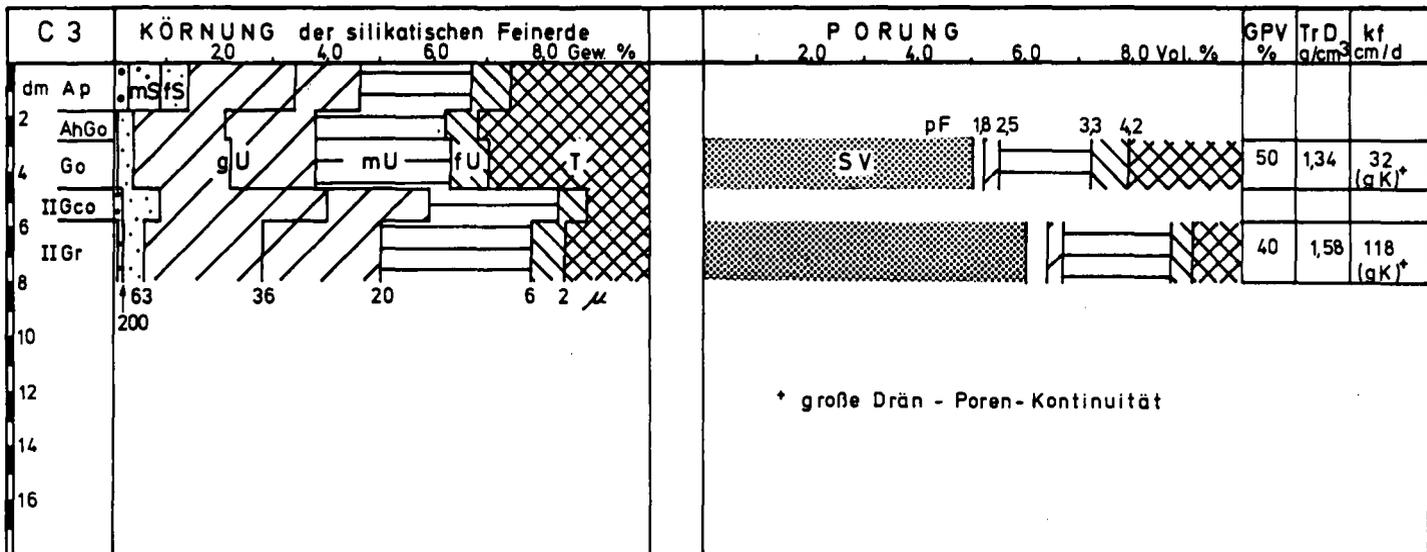
Ap 0- 18 cm $\bar{t}U, g'', \bar{h}, \bar{d}grbr$
(10YR 3/2), bis 5 dm krüme-
lig, darunter klumpig und
porenarm, wu, sehr feucht

Ah Go - 28 cm $\bar{u}T, h, d'gr$ (10YR 5/1), stark
rotfleckig, subpol, wu, sehr
feucht

Go - 46 cm $\bar{u}T, hgr$ (10 YR 7/1) stark
rostfleckig (10YR 6/8),
Rosthöfe um Röhren, wenig
Poren, pol', wu', sehr feucht

II Gco - 58 cm $t' U, k, gr$ (5YR 6/1) stark
rostfleckig, Rosthöfe um
Röhren, Kalkkonkretionen,
brüchig-koh, Feinröhren
mit abgestorbenen Wurzeln,
wu', feucht

II Gr -120 cm $tU, k, blgr$, bis 70 cm noch
etwas rostfleckig, brüchig-
koh, mäßig viel Feinröhren,
zahlreiche vermoderte Er-
lenwurzeln, wu', feucht,
nach unten sehr feucht,
ab 120 cm naß



* große Drän - Poren - Kontinuität

Hor. Tiefe (cm)	C org %	C · 1,72 %	Nt ‰	Co/Nt	CaCO ₃ %	pH H ₂ O / CaCl ₂		KAK mval/100g	Austauschbare Kationen g Ca Mg K Na				mval/ 100g H+ Al	V-Wert %	mvalKAK/ 100gTon	Fe _d ‰	Al _d ‰	Mn _d ‰
Ap 0-18	4,53	7,8	5,42	8,4	0,7	7,4	7,2	41,7	37,8	3,3	0,3	0,3	0	100	84	16,0	0,7	0,7
AhGo 18-28	2,14	3,7	2,46	8,7	0,7	7,7	7,3	32,4	28,8	3,2	0,2	0,2	0	100	73	26,1	1,2	0,5
Go 28-46	0,52	0,9	0,88	13,7	0,2	7,6	7,2	23,1	19,5	3,0	0,3	0,3	0	100	68	25,4	1,4	0,1
II Gco 46-58	0,86	1,5	0,65	13,2	20,5	8,1	7,7	9,8	8,3	1,0	0,2	0,3	0	100	45	6,1	0,4	0,07
II Gr ab 58	0,52	0,9	0,40	13	13,3	8,1	7,7	11,7	9,9	1,4	0,2	0,2	0	100	55	1,75	0,2	0,05

Bemerkungen zu Profil C 3

GEOLOGIE:

Subborealer Aueton über Aueschwemmlöß geringmächtig überlagert von jungem (subatlantischem) Auelehm. Im tieferen Auebereich 50 m südlich, Einschaltung von Niedermoortorf zwischen Aueton und Auelehm. Wenige Meter östlich Ausgrabungsstelle einer römischen Ziegelei, die den Aueton als Rohstoff nutzte. Aueton damit älter als Subatlantikum.

BODEN:

Ehemaliger Erlenbuchwald, im 19. Jahrhundert Entwässerungsmaßnahmen und Rodung.

Hoher Humusgehalt bei sehr engem C/N-Verhältnis weist auf frühere Feuchtmull- oder Anmoorbildung und verstärkte Zersetzung im Gefolge der Entwässerungsmaßnahmen hin.

Geländebeobachtungen sprechen für geringe Wasserdurchlässigkeit des tonreichen Go-Horizontes: bei Probenahme trat im Ah Go freies Wasser auf, während die darunter liegenden Horizonte nur feucht waren und der Grundwasserspiegel in einer Tiefe von 1,20 m lag.

Kalkanreicherung im II Gco morphologisch und analytisch festzustellen; sie beruht auf Ausfällung aus kalkreichem Grundwasser (Aueton stets sehr kalkarm oder kalkfrei, also keine Ausfällung aus Sickerwasser).

Infolge Vernässungsgefahr natürliches Grünland mit optimaler Wasserversorgung (hohe nFK, hoher Kapillarwasseraufstieg). Solche Standorte werden heute häufig als Acker mit vorherrschendem Maisanbau genutzt (späte Aussaat!).

PROFIL C 4

C 4

ORT: Hochdorf
TK 25 Freiburg NW 7912, R: 34 10 480
H: 53 23 725

HÖHE: 209 m NN

vorhandene Bodenkarten:
BK 25 Freiburger Bucht

KLIMA: Mittl. Jahresniederschlag: um 815 mm
Jahresdurchschn. Temperatur: 9 - 9,5 °C
klimatische Wasserbilanz:
Jahresüberschuß 25 mm
Defizit im Sommerhalbjahr 140 mm

LANDSCHAFT: Freiburger Bucht, Dreisamtschuttfächer

RELIEF: eben

WASSERHAUSHALT: MW 1975 1, 5-2 m u. Fl., MW 1935
1 m u. Fl., HW am 14.6.65 1 m u. Fl.,
Grundwasser nur noch zeitweise bis in den
Wurzelraum ansteigend; geringe bis mittl.
nFK; hohe Trockengefährdung

VEGETATION: Fuchsschwanzreiche Glatthaferwiese, wechsel-
feucht

NUTZUNG: Mähwiese

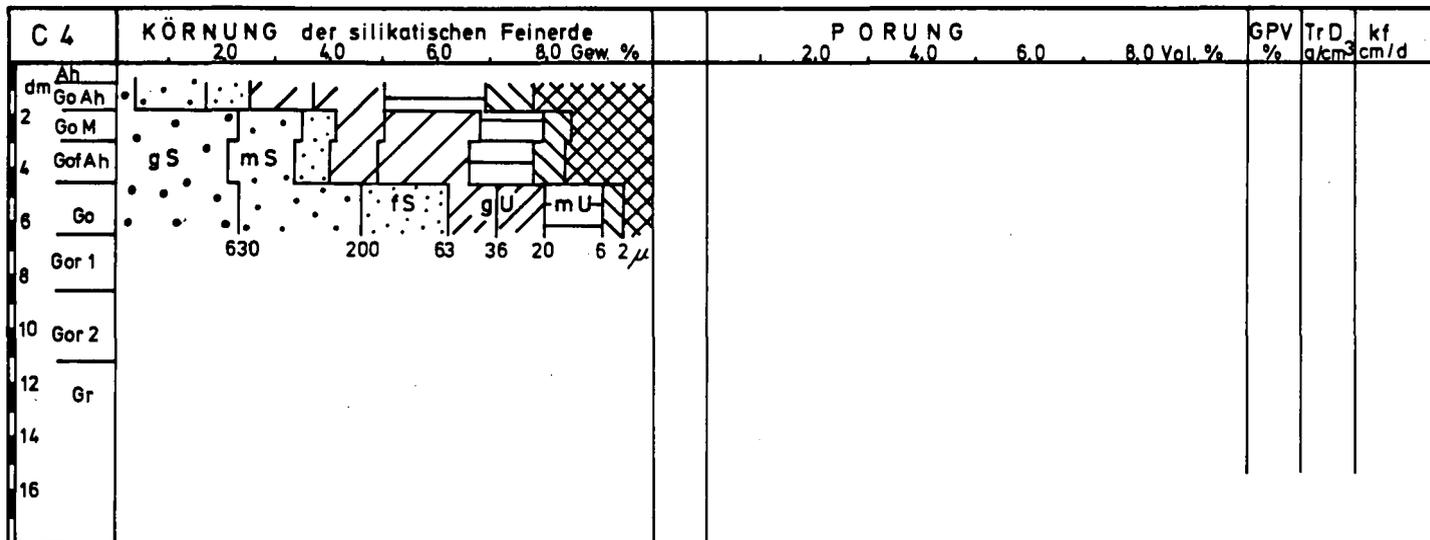
AUSGANGSGESTEIN: kiesführender Auelehm über Schwarzwald-
kies

BODENTYP: Gley mit abgesenktem Grundwasser

KARTIEREINHEIT: Auengley im Wechsel mit Braunem Auengley u.
pseudovergleytem Auengley aus kiesführendem
schluffigem Lehm 4-10 dm mächtig auf Sand u.
Kies: G 3

PROFILBESCHREIBUNG

Ah	0- 8 cm	s'uL, g', h, dgrbr (10YR 3/2), krü, locker, Wurzelfilz, feucht
Go Ah	- 19 cm	s'uL, g', h, dgr (10YR 4/2), rostfleckig, krü-subpol', wu', sehr feucht
Go M	- 29 cm	suL, g, h', d'gr (10YR 5/1), schwach rostfleckig, subpol', wu, sehr feucht
Go fAh	- 46 cm	suL, g, h', gr (5Y 5/1) schwach rostfleckig, subpol', wu, sehr feucht
Go	- 65 cm	uS, g, gr, rostfleckig, Einzel- korngefüge, wu', sehr feucht
Gor ₁	- 87 cm	uSg, bl'gr, rostfleckig, Ein- zelkorngefüge, sehr feucht
Gor ₂	-113 cm	u'Sg mit Partien aus sU, schluffreiche Partien blgr u. rostfleckig, Einzelkornge- füge sehr feucht
Gr	-120 cm	sG, gr mit Partien von uS, blgr, naß



Hor. Tiefe (cm)	C org %	C · 1,72 %	Nt ‰	Co/Nt	CaCO ₃ %	pH H ₂ O | CaCl ₂		KAK mval/100g	Austauschbare Kationen g Ca | Mg | K | Na				V-Wert %	malKAK/ 100gTon	Fe _d ‰	Al _d ‰	Mn _d ‰	
Go Ah 8-19	2,95	5,1	3,42	8,6	0	5,3	5,0	24,4	12,6	1,0	0,1	0,2	10,5	57	51	10,0	1,3	0,3
GoM 19-29	1,02	1,8	1,08	9,4	0	6,0	5,2	11,7	5,9	0,8	0,1	0,1	4,8	59	46	9,9	1,3	0,2
Got Ah 29-46	0,70	1,2	1,78	3,9	0	6,0	5,3	11,2	5,4	0,9	0,1	0,2	4,6	59	49	7,3	1,4	0,3
Go 46-65	0,15	0,3	0,29	5,2	0	6,0	5,4	7,1	3,2	0,9	0	0,2	2,8	61	102	5,1	1,2	0,02

Bemerkungen zu Profil C 4

GEOLOGIE:

Jungholozäner schluffreicher, kiesführender Auelehm über Sand und Kies des Dreisamschuttfächers. Stellenweise erhaltener fossiler Oberboden zwischen 2 - 3 dm u. Flur entspricht dem in tieferen Auebereichen ausgebildeten Torfhorizont oberhalb des Auetons und erlaubt die Ausscheidung von 2 Hochflutdecken, wobei die jüngere in das Subatlantikum zu stellen ist (¹⁴C-Modellalter des Torfhorizontes 2025 + 65 Jahre vor 1950).

BODEN:

Durch Meliorationsmaßnahmen und allgemeine Grundwasserabsenkung in der Freiburger Bucht entwässerter Gley mit nur noch zeitweise in den Wurzelraum aufsteigendem Grundwasser. Infolge schlechter Zeichnerigenschaften kein typisches Profilbild. Reduktionsfarben nur in schluffreichen Partien erkennbar.

Herkunft des Bodenmaterials (Schwarzwald) bedingt mäßig saure Reaktion.

Ursprünglich "natürliches Grünland" mit meist ausreichender Wasserversorgung. Heute infolge Grundwasserabsenkung und geringer nFK hohe Trockengefährdung (Pflanzenbestand zeigt die erst in jüngerer Zeit erfolgte Absenkung noch nicht eindeutig an). Ackernutzung nur bedingt möglich, da vor allem im Frühjahr immer noch Vernässungsgefahr besteht.

Vegetationsaufnahme vom 10.4.1979

<u>F 4</u>		<u>F 8</u>	
+	<i>Veronica chamaedrys</i>	+	<i>Filipendula ulmaria</i>
		+	<i>Myosotis palustris</i> (w)
<u>F 5</u>		+	<i>Geum rivale</i> (ü)
2	<i>Dactylis glomerata</i>		
2	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<u>F 9</u>	
1	<i>Galium album</i>	+	<i>Carex acutiformis</i> (w)
1	<i>Taraxacum officinale</i>		
+	<i>Cerastium fontanum</i>	<u>F X</u>	
+	<i>Geranium pratense</i>	10	<i>Festuca rubra</i>
+	<i>Hypochoeris radicata</i>	6	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
<u>F 6</u>		3	<i>Ranunculus acris</i>
60	<i>Alopecurus pratensis</i>	2	<i>Plantago lanceolata</i>
2	<i>Festuca pratensis</i>	2	<i>Rumex acetosa</i>
2	<i>Ranunculus auricomus</i>	+	<i>Anemone nemorosa</i>
+	<i>Alchemilla vulgaris</i>	+	<i>Bellis perennis</i>
+	<i>Ajuga reptans</i>	+	<i>Centaurea jacea</i>
+	<i>Lathyrus pratensis</i>	+	<i>Sieglingia decumbens</i>
+	<i>Lychnis flos-cuculi</i> (w)	+	<i>Trifolium pratense</i>
+	<i>Lysimachia nummularia</i>	+	<i>Trifolium repens</i>
+	<i>Ranunculus ficaria</i>		
<u>F 7</u>			
3	<i>Cardamine pratensis</i>		
3	<i>Ranunculus repens</i> (w)		
1	<i>Sanguisorba officinalis</i>		

Durchschnittliche Feuchtezahl des Bestandes: 6,05 = frisch bis feucht,
stark wechselnd.

PROFIL C 5

C 5

ORT: Waltersshofen
TK 25 Freiburg NW 7912, R: 34 05 440
H: 53 21 120

HÖHE: 202 m NN
vorhandene Bodenkarten:
BK 25 Freiburger Bucht

KLIMA: mittl. Jahresniederschlag: um 730 mm
Jahresdurchschn. Temperatur: 9 - 9,5 °C
klimatische Wasserbilanz:
Jahresdefizit 60 mm
Defizit im Sommerhalbjahr 290 mm

LANDSCHAFT: Freiburger Bucht, Dreisamschuttfächer mit
Inseln aus Auelehm

RELIEF: eben

WASSERHAUSHALT: MW 1965 2-3 m u. Fl. (Absenkung seit
1935 etwa 0,3 m); HW am 14. 6. 65 1-2 m u. Fl.,
Durchlässigkeit hoch, im Grundwasserbeein-
flußten Schwemmlöß gering, nFK sehr hoch

NUTZUNG: Acker

AUSGANGSGESTEIN: Aueschwemmlöß

BODENTYP: Auenparabraunerde

KARTIEREINHEIT: Brauner Auenboden oder Auenparabraunerde
mit Vergleyung im Untergrund aus schluffigem
Lehm, örtl. auf kalkreichem Schluff 6-20 dm
mächtig auf Sand u. Kies. Lokal Merkmale
schwacher Pseudovergleyung: Ag' 6

PROFILBESCHREIBUNG:

Ap	0- 28 cm	t̄U, h, dgrbr (10YR 4/2), brö-klu, wu', feucht
Al Bt	- 58 cm	t̄U, h', dbr (10YR 3/3), subpol, wu', feucht
Bt ₁	- 76 cm	ūT, br (10 YR 4/3), gpol'- prism', wu', feucht
Bt ₂	- 90 cm	ūT, br (10YR 4/3, brüchig- koh, wu', feucht
Cc	-113 cm	fs'U, k̄, hgelbbr (2, 5Y6, 5/4), brüchig-koh, Lößkindl, feucht
GoC ₁	-147 cm	fsU, k̄, hgr (2, 5Y 7/2), rost- farbig (10YR 6/8) gefleckt u. gebändert, brüchig-koh, feucht
GoC ₂	-162 cm	dto
GoC ₃	-188 cm	fsU, k̄, gr (5Y 6/1) stellen- weise rostfleckig, einige Kiesel, brüchig-koh, feucht
	ab 188 cm	sG, kalkfrei, glimmer- reich

C 5	KÖRNUNG der silikatischen Feinerde								P O R U N G								GPV %	Tr D g/cm ³	kf cm/d
	20	40	60	80 Gew %	2,0	4,0	6,0	8,0 Vol %											
dm																			
2 Ap																			
4 AlBt																	42	1,54	200 (gK)
6 Bt 1																	43	1,51	73 (gK)
8 Bt 2																			
10 Cc																	39	1,62	30 (gK)
12 GoC1																	40	1,62	5 (mK)
14 GoC2																	38	1,66	14
16 GoC3																	39	1,62	4
	63	200	36	20	6	2													
Hor. Tiefe (cm)	C org %	C · 1,72 %	Nt ‰	Co/Nt	CaCO ₃ %	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	KAK mval/100g	Austauschbare Kationen g Ca Mg K Na				mval/ 100g H·Al	V-Wert %	mvalKAK/ 100gTon	Fe _d ‰	Al _d ‰	Mn _d ‰	
Ap 0-28	1,20	2,1	1,39	8,6	0	6,1	5,6	15,6	10,2	1,6	1,3	0,2	2,3	85	52	7,15	0,7	0,8	
AlBt 28-58	0,62	1,1	0,86	7,2	0	6,9	6,4	16,7	12,6	2,1	0,4	0,2	1,4	92	54	4,5	1,0	0,8	
Bt1 58-76	0,56	1,0	0,82	6,8	0	7,2	6,8	18,7	15,4	2,2	0,3	0,2	0,6	97	53	11,6	1,4	0,6	
Bt2 76-90	0,52	1,0	0,83	6,3	0	7,7	7,1	22,1	19,1	2,4	0,3	0,3		100	55	13,5	1,6	0,6	
Cc 90-113	0,10	0,2	0,38	2,6	29,2	8,2	7,7	8,6	7,1	1,1	0,1	0,3		100	40	6,9	0,7	0,2	
GoC1 113-147	0,11	0,2	0,29	3,8	22,7	8,2	7,7	6,8	5,3	1,0	0,2	0,3		100	48	5,4	0,5	0,1	
GoC2 147-162	0,10	0,2	0,28	3,6	18,2	8,1	7,6	7,3	5,8	1,1	0,1	0,3		100	52	7,5	0,8	0,3	
GoC3 162-188	0,12	0,2	0,27	4,4	27,0	8,2	7,7	6,1	4,7	1,0	0,1	0,3		100	42	3,6	0,3	0,2	

Bemerkungen zu Profil C 5

GEOLOGIE:

Rest einer 1,0 - 2,0 m mächtigen Decke aus Auelehm über Sand und Kies des Dreisamschutfächers. Holozäne Aufschotterung im Westteil des Dreisamschutfächers i. a. 2 - 3 m (vgl. Ostrheinrinne). Aufschotterung seit Ablagerung der Lehmdecke nur 0,5 - 0,8 m. Daher holozänes Alter der Decke wahrscheinlich (= Aueschwemmlöß). Ausbildung einer Parabraunerde bezeugt vorsubatlantisches Alter des Auelehms.

BODEN:

Kalkanreicherung im Cc-Horizont weist auf autochthone Entstehung des Bodens hin. Merkmale des Grundwassereinflusses ab 1,1 m Tiefe; durch ihn ist die geringe Wasserleitfähigkeit der CGo-Horizonte zu erklären. Sie bewirkt jedoch keine Pseudovergleyung im darüberliegenden Boden, eine Folge der Tiefenlage der CGo-Horizonte, der hohen nFK- und der klimatischen Verhältnisse (vgl. klimatische Wasserbilanz).

PROFIL C 6

ORT: Waltershofen
TK 25 Freiburg NW 7912, R: 34 06 020
H: 53 20 720

HÖHE: 203 m NN
vorhandene Bodenkarten:
BK 25 Freiburger Bucht

KLIMA: mittl. Jahresniederschlag: um 730 mm
Jahresdurchschn. Temperatur: 9-9,5°C
klimatische Wasserbilanz:
Jahresdefizit 60 mm
Defizit im Sommerhalbjahr 290 mm

LANDSCHAFT: Freiburger Bucht, Dreisamschuttfächer
mit Inseln aus Auelehm

RELIEF: eben

WASSERHAUSHALT: MW 1975 1-2 m u. Fl. (Absenkung
seit 1935 etwa 0,3 m); HW am 14. 6. 65
<1 m u. Fl., nFK mittel, Trockengefähr-
dung mittel

NUTZUNG: Acker

AUSGANGSGESTEIN: kalkfreier Auelehm über Schwarzwald-
kies

BODENTYP: vergleyter Auenpseudogley

KARTIEREINHEIT: Auenpseudogley aus lehmigem,
örtl. kiesführendem Schluff bis Schluff
4-7 dm mächtig auf Lehm oder Ton: A 5

PROFILBESCHREIBUNG:

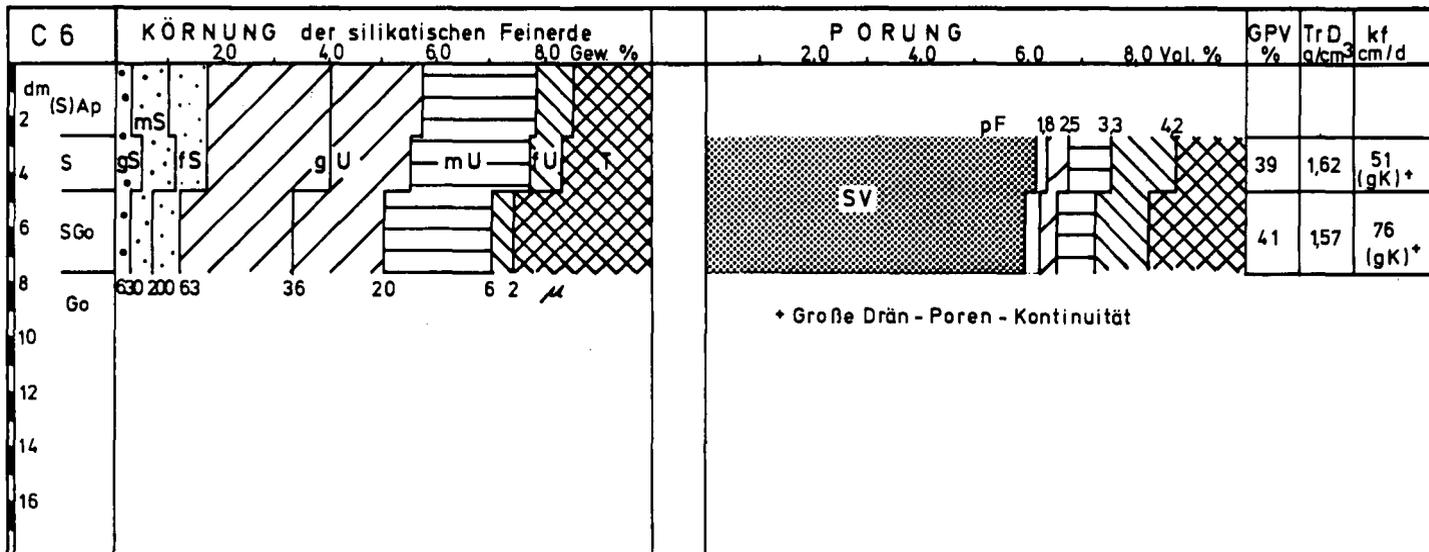
C
6

(S) Ap 0- 28 cm tU, g', h, dgr (10YR 4/1)
im Wechsel mit hgr (2, 5 Y
6/2), schwach rostfleckig,
Konkretionen, klu, wenig
Poren, wu, Wurmröhren,
sehr feucht

S - 46 cm tU, g', hgr (2, 5Y 6/2),
schwach rostfleckig, Konkre-
tionen, brüchig-koh, mäßig
porös, wenig Wurmröhren,
wu', feucht

S Go - 78 cm tU, g', grbr (2, 5Y 5/2), rost-
fleckig, große schwarze
Flecken, mäßig porös, wenig
Wurmröhren, wu', pol'-sub-
pol, feucht

Go -120 cm G + sL, kalkfrei, rostfleckig,
glimmerreich, feucht



Hor. Tiefe (cm)	C org %	C · 1,72 %	Nt ‰	Co/Nt	CaCO ₃ %	pH		KAK mval/100g	Austauschbare Kationen mval/100g				V-Wert %	malkKAK/ 100gTon	Fe _d ‰	Al _d ‰	Mn _d ‰	
						H ₂ O	CaCl ₂		Ca	Mg	K	Na						H+Al
(S)Ap 0-28	1,62	2,8	1,57	10,3	0	5,9	5,2	14,1	7,2	0,7	0,2	0,2	5,8	59	41	6,75	1,0	0,5
S 28-46	0,58	1,0	0,75	7,7	0	6,1	5,3	10,5	5,5	0,9	0,1	0,2	3,8	64	44	6,2	0,8	0,3
SGo 46-78	0,35	0,6	0,61	5,7	0	5,7	5,5	14,1	7,4	2,7	0,2	0,4	3,4	76	47	8,7	1,2	0,3

Bemerkungen zu Profil C 6

GEOLOGIE:

Ca. 1,0 m mächtige Auelehmdecke über Schotter des Dreisamschüttfächers. Geröllführung weist auf fluviatile Entstehung, geringe Höhendifferenz zwischen Schotterbasis und heutiger Schotterflur auf holozänes Alter der Lehmauflage hin.

BODEN:

Typisches Profilbild eines Pseudogleys mit gebleichtem konkretionsreichem Oberboden. Nach Analysendaten fehlt jedoch Sd-Horizont (vgl. kf-Werte). Entstehung des Bodens allein durch Grundwassereinfluß ohne Stau- oder Haftnässe nicht möglich, da natürlicher mittlerer Grundwasserstand zwischen 8 und 12 dm u. Flur liegt, die starke hydro-morphe Ausprägung des gesamten Profils dagegen für häufig bis an die Oberfläche reichende Vernässung spricht. Die sehr geringe Luftkapazität sowie die Änderung der Porengrößenverteilung an der Grenze Auelehm/Kies deuten auf starken Haftnässeeinfluß hin.

Boden vor allem im Winter und Frühjahr häufig vernäßt, daher für Acker nur schlecht geeignet. Im Sommer infolge nur mittlerer nFK und meist fehlenden Grundwasseranschlusses trockengefährdet.

PROFIL C 7

C 7

ORT: Umkirch
TK 25 Freiburg NW 7912, R: 34 08 080
H: 53 22 715

HÖHE: 205,5 m NN
vorhandene Bodenkarten:
BK 25 Freiburger Bucht

KLIMA: Mittl. Jahresniederschlag: um 770 mm
Jahresdurchschn. Temperatur: 9 - 9,5 °C
klimatische Wasserbilanz:
Jahresdefizit 20 mm
Defizit im Sommerhalbjahr 160 mm

LANDSCHAFT: Freiburger Bucht, Dreisamschutt-
fächer

RELIEF: eben

WASSERHAUSHALT: MW 1975 1,5-2 m u.Fl., MW 1935
1-1,5 m u.Fl. (Absenkung seit 1935 etwa
0,5 m), HW am 14.6.65 1-1,5 m u.Fl.,
Durchlässigkeit mittel, nFK hoch

VEGETATION: frischer Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald
mit Seegras

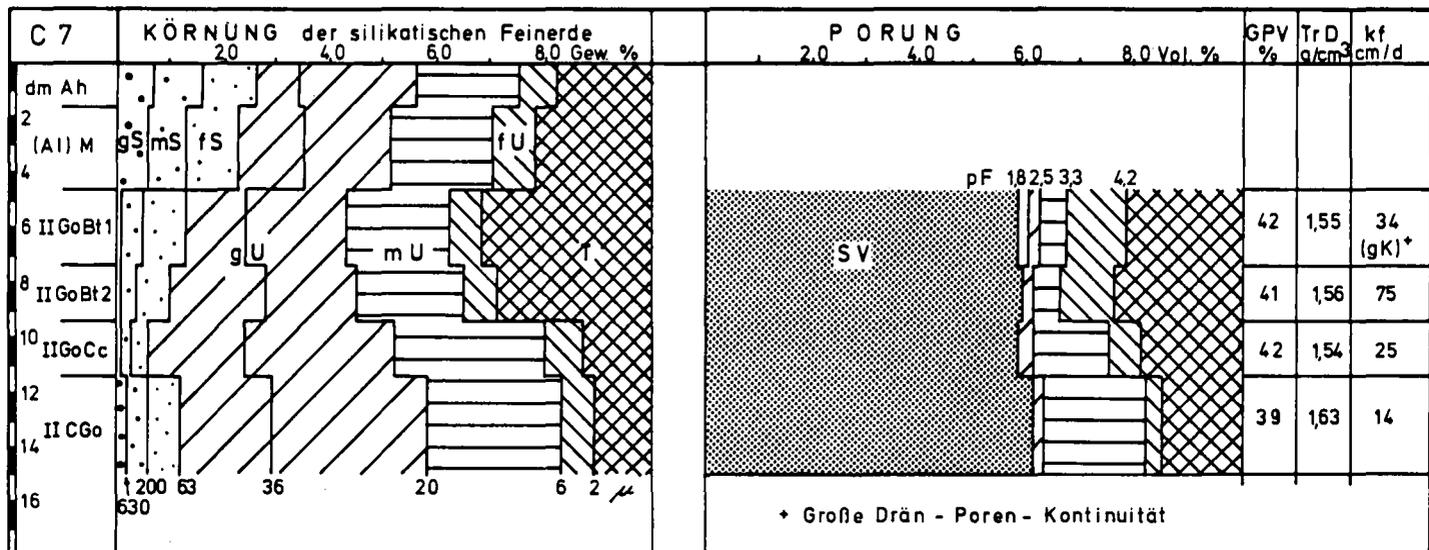
AUSGANGSGESTEIN: Löß mit geringmächtiger Auelehmüber-
deckung

BODENTYP: Gley-Parabraunerde

KARTIEREINHEIT: Mittlere bis tiefe, stellenweise von Aue-
lehm überdeckte Gley-Parabraunerde mit
Grundwasserabsätzen im Unterboden: Lg

PROFILBESCHREIBUNG:

O L	1- 0 cm	Laubstreu
Ah	0- 16 cm	tUg'', h, dbr (10YR 4/3), krü-subpol', locker, wu, feucht
(Al)M	- 46 cm	tUg'', (h), br (10YR 5/3), subpol, Wurmlosung, wu, feucht
II GoBt ₁	- 74 cm	uT, br (10YR 5/3), rost- fleckig, grobpol-prism', deutliche Tonbeläge, wenig Wurmröhren, wu', feucht
II GoBt ₂	- 94 cm	uT, br (10 YR 5/4, rost- fleckig, wu', feucht
II.GoCc	-114 cm	t'U, k, hbrgr (10YR 7/4), rostfleckig, Kalkkonkretio- nen, brüchig-koh, wu'', feucht
II C Go	-150 cm	t'U, k, hgr (10YR 7/1), rost- fleckig, brüchig-koh
III C Go	-180 cm	t'U, kin Wechsellagerung mit braunem, glimmerreichem Sand



Hor. Tiefe (cm)	C org %	C · 1,72 %	N _t ‰	Co/N _t	CaCO ₃ %	pH		KAK mval/100g	Austauschbare Kationen				V-Wert %	mvalKAK/ 100gTon	Fe _d ‰	Al _d ‰	Mn _d ‰	
						H ₂ O	CaCl ₂		Ca	Mg	K	Na						
Ah 6-16	1,97	3,4	2,06	9,6	0	5,7	5,2	16,9	5,2	1,2	0,2	0,2	10,1	40	4,2	8,0	1,8	0,5
(Al) M 16-46	0,83	1,4	0,91	9,1	0	6,4	5,8	12,8	5,2	1,6	0,1	0,2	5,7	55	39	7,2	1,3	0,4
II GoBt1 46-74	0,38	0,7	0,56	6,8	0	7,0	6,1	20,5	13,8	4,9	0,2	0,2	1,4	93	58	12,9	1,4	0,7
II GoBt2 74-94	0,19	0,3	0,42	4,5	0	7,4	6,6	21,3	15,6	5,1	0,2	0,2	0,2	99	69	10,4	0,8	0,4
II GoCc 94-114	0,23	0,4	0,29	7,9	18,4	8,2	7,5	9,2	6,8	2,1	0,1	0,2		100	58	7,0	0,5	0,4
II CGo 114-150	0,20	0,3	0,25	8,0	16,6	8,2	7,6	7,6	5,2	1,9	0,1	0,4		100	57	5,0	0,3	0,1

Bemerkungen zu Profil C 7

GEOLOGIE:

Kleinflächiges Lößvorkommen auf Schottern des Dreisamschutfächers mit geringmächtiger Decke aus kiesführendem Auelehm. In der Umgebung niveaugleich eingeschottert durch holozänen Schwarzwaldkies. Schlüsselprofil zur Ermittlung des holozänen Aufschotterungsbetrages im Dreisamschutfächer auf der Höhe von Umkirch, der entsprechend der Tiefenlage der Lößbasis maximal 1,8 m beträgt.

BODEN:

Auf Parabraunerdegenese aus Löß weisen Tonbeläge und Kalkanreicherung im GoCc-Horizont hin (hier vereinzelt Lößkindl). Nach Entstehung der Parabraunerde Grundwasseranstieg und Entwicklung der Gley-Parabraunerde, gleichzeitig durch Überflutungen Erosion des A1-Horizontes und erneute Überdeckung (M-Horizont). Zweischichtigkeit an Körnung erkennbar (vgl. Gehalte an Grob- und Mittelsand). Heute durch Grundwasserabsenkung wieder Tendenz zur Parabraunerde-Dynamik.

Wasserdurchlässigkeit nur im CGo-Horizont gering, Staunässe daher nicht wahrscheinlich. - Sehr gute Streuzersetzung (Mull mit sehr engem C/N-Verhältnis.)

Ökologisch Grundwasser noch von Bedeutung: hoher Kapillarwasseraufstieg bei mittleren Grundwasserständen.

Vegetationsaufnahme vom 10.4.1979

Baumschicht: *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*,
Carpinus betulus, *Quercus rubra*, *Quercus robur*,
Tilia cordata, *Alnus glutinosa*

Krautschicht:

F 5

6 *Stellaria holostea*
5 *Lamium galeobdolon*
+ *Rubus fruticosus*

F 7

15 *Deschampsia caespitosa* (w)
3 *Arum maculatum*
+ *Cardamine pratensis*
+ *Stachys sylvatica*

F 6

10 *Carex brizoides* (w)
3 *Ranunculus ficaria*
2 *Allium ursinum*
+ *Adoxa moschatellina*

F X

56 *Anemone nemorosa*

Durchschnittliche Feuchtezahl der Krautschicht: 6,16 = frisch bis feucht,
wechselnd

METHODEN

PROFIL HARTHEIM C 1

Soweit nicht anders angegeben, wurden die Methoden in Anlehnung an SCHLICHTING u. BLUME (1966) durchgeführt.

Körnung: Kombiniertes Naßsieb-(Frakt. 2000-63 μ) und Sedimentationsverfahren (Pipettmethode; Frakt. < 63 μ).

Vorbehandlung: Humuszerstörung mit H_2O_2 , Dispergierung mit 0,01 n Na-Pyrophosphat und 4-minütige Ultraschallbehandlung.

Abkürzungen: S = Sand, U = Schluff, T = Ton; g = grob,
m = mittel, f = fein

Graphische Darstellung der Ergebnisse in % vom Feinboden als Mittelwerte aus 4 - 7 Proben/Horizont (mit Parallelbestimmung)
Skeletgehalt: Bestimmung an Gewichtsproben in % vom Gesamtboden;
Angaben in der Tabelle als Mittelwerte von 5 - 8 Proben/Horizont.

Porung, Raumgewicht, Dichte, Feldkapazität und nFK:

Bestimmungen unter Verwendung von 100 ml Stechzylindern.

Porung: Bestimmung aus pF-WG-Daten im Desorptionsgang; SV vakuumpyknometrisch, pF 0,6 im Sandbett, pF 1,8 und 2,5 im Niederdrucktopf (Stiel), pF 3,3 im "5 bar pressure plate extractor" und pF 4,2 im "15 bar ceramic plate extractor (soilmoisture equipment corp./USA).

Graphische Darstellung von Mittelwerten aus 12 - 62 feldfrischen Proben/Hor., beim IIC-Hor. aus je 2 Proben/Horizont.

Raumgewichts-(RG) und Dichtebestimmung (d) gravimetrisch und vakuumpyknometrisch an je 60 - 108 feldfrischen Proben/Hor., beim IIC-Hor. aus je 2 Proben/Hor.; Angaben in der Tabelle.

Feldkapazität: Bestimmung im Gelände nach Beregnung mit ca. 40 - 50 mm am 6.2.79 (kaltfeuchtes Wetter mit Temperaturen um den Gefrierpunkt und wassergesättigtem Boden) auf einer Freifläche, Verdunstungsschutz durch 0,3 mm PE-Folie; gravimetrische Wassergehaltsbestimmung nach einer Woche (13.2.79) an je 12 Zylindern/Horizont.

Angaben aus dieser Bestimmung und den mittleren pF-WG-Werten bei pF 1, 8 in einer Tabelle im Erläuterungstext zum Profil.

nFK: Für die Horizonte und das Profil berechnet aus $FK_{\text{Gelände}}$ und pF-WG-Daten. Angaben im Erläuterungstext zum Profil.

pH-Werte: Bestimmung potentiometrisch in 0,01 m $CaCl_2$ - und 1 m KCl Lösung sowie aqua dest.; Verhältnis Boden : Lösung wie 1 : 2, 5.
Graphische Darstellung von Mittelwerten aus je 6 - 8 Proben/Hor.

C_{org.} - und Carbonatgehalt:

Fraktionierte Bestimmung des C-Gehaltes aus carbonatischer und organischer Bindung. Aufschluß mit Orthophosphorsäure ($C_{\text{carb.}}$), danach mit Chrom-VI-Phosphorsäure ($C_{\text{org.}}$) in der Hitze, Einleitung des CO_2 in die Gasanalyseapparatur "Wösthoff-Carmhomat" und konduktometrische C-Bestimmung.

Graphische Darstellung von Mittelwerten in % vom Feinboden aus je 6 - 8 Proben/Horizont (jeweils Parallelbestimmung). C_{Ca} auf % $CaCO_3$ hochgerechnet.

Carbonat außerdem auf humusfreien Feinboden berechnet (s. textliche Ausführungen zum Profil).

N-Gehalt: Bestimmung durch Kjeldahl-Aufschluß, N-Destillation und Titrimetrie.

Graphische Darstellung der Ergebnisse in ‰ vom Feinboden als Mittelwerte von 6 - 8 Proben/Horizont (jeweils Parallelbestimmung).

Austauschkapazität: Ak_{eff} (T-Wert) im Perkulationsverfahren durch Eintausch von Ba^{2+} beim pH-Wert des Bodens.

Ba-Bestimmung spektrometrisch mit AAS in Lachgas-Azetylen-Flamme in Emission. Angaben in der Tabelle als Mittelwerte von 2 Proben/Horizont.

Gesamtelementgehalte:

Gesamtaufschluß (JACKSON, 1960) in $HF/HClO_4$ bei 210-230° C Einwaage 0,1 g gem. atro Probe; Abrauchen mit 0,5 ml $HClO_4$ und 5 ml HF; Aufnahme der Trockne mit 5 ml 5 n HCl.

Bestimmung der Elemente spektrometrisch gegen Eichkurven mit AAS (Mod. 430, Perkin-Elmer, Digitalanzeige); Bestimmung von K und Na in Emission in oxidierender Luft/Azetylen-Flamme; Be-

stimmung von Ca und Mg nach Verdünnung und Zusatz von 1 % LaNO_3 -Lösung in reduzierender Luft/Azetylen-Flamme in Absorption; Bestimmung von Al in der Lachgas/Azetylen-Flamme in Absorption;

P-Bestimmung kolorimetrisch als reduzierter blauer Molybdat-Komplex; Messung bei 426 nm im Photometer 55 (Perkin-Elmer/Coleman).

Angaben in der Tabelle in ‰ als Mittelwerte von 6 - 8 Proben/Hor. (jeweils 4-fache Bestimmung).

Mineralgehalte der Tonfraktion:

Gewinnung der Tonfraktion im Atterbergzylinder, Mg-Belegung; Herstellung von Texturpräparaten nach DÜMLER und SCHRÖDER (1965); Aufnahme von Röntgenbeugungsdiagrammen mit Philips 3 KW Röntgeneratore Mikromat 1130 in Verbindung mit Zählrohr-Interferenz-Goniometer (Co-K α -Strahlung) in den Behandlungen Mg lutro, Mg + Glyc. lutro, K 50^o C, K 400^o C und K 600^o C.

Auswertung relativ-quantitativ bei den Tonmineralen über die von den Interferenzmaxima eingeschlossenen Flächenanteile, bei Quarz (4,26 Å) und Feldspäten (3,18 und 3,25 Å) über die Peakhöhen.

Angaben in der Tabelle in % der ausgewerteten Minerale.

Pflanzenanalyse:

Bestimmung der Elementgehalte in den Nadeln von Pinus silvestris nach Veraschung der gem. Probe bei 500^o C, Aufnahme mit 10 % HCl und Messung der Elemente analog den Gesamtgehalten im Boden; N-Bestimmung durch Kjeldahl-Aufschluß (s. o.)

P-Bestimmung kolorimetrisch, wie bei den Gesamtgehalten im Boden (s. o.).

B-Bestimmung kolorimetrisch als Bor-Carmin-Komplex (HUMPHRIES, 1956)

Angaben im Erläuterungstext zum Profil nach SCHÄFER (1977).

Für die Mitarbeit im Gelände und bei den Laboruntersuchungen danke ich:

P. Trüby, E. Best, E. Hildebrand, A. Kaspar, U. Kaiser, G. Mattmüller, H. Schlenker und J. Vogel.

LITERATUR

- DÜMMLER, H. und D. SCHRÖDER, 1965: Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Dreischicht-Tonmineralen in Böden. Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkd., Weinheim, 109, 35-47.
- DUFFNER, W., 1959: Bodenuntersuchungen in der von der Grundwasserabsenkung betroffenen Rheinniederung zwischen Neuenburg und Breisach. Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i. Br., masch.-schr., 50 S.
- HÄDRICH, F., 1979: Der Wasserhaushalt einer Zweischicht-Pararendzina unter Kiefernjungbeständen im Trockengebiet am südlichen Oberrhein. Mitteiln. Dtsch. Bodenkdl. Gesellsch., 29, (in Vorber.).
- HÜGIN, G., 1962: Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. In: Beiträge zur Landespflege, Bd. I: Festschrift für Prof. Wiepking, Ulmer, Stuttgart, 186-250.
- HUMPHRIES, E. C., 1956: Mineral components and ash analysis. S. 468ff. In: PEACH, K. and M. V. TRACEY: Modern methods of plant analysis, Vol. I, Springer, Göttingen-Heidelberg.
- JACKSON, M. L., 1960: Soil chemical analysis. 2. Aufl., Prentice Hall, inc., Englewood N. J.
- KÜNSTLE, E. und C. H. ULLRICH, 1976: Vergleichende Gaswechsellmessungen an Gemeiner Kiefer (*Pinus silvestris* L.) und Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.) unter den Extrembedingungen des Sommers 1975 im oberrheinischen Trockengebiet. Allg. Forst- und Jagdztg., 147. Jg., 4, 65-68.
- SCHÄFER, G., 1977: Nährelementhaushalt von Kiefernjungbeständen in der südlichen Oberrheinebene. Freiburger Bodenkdl. Abh., 7, 153 S.
- SCHLICHTING, E. und H. P. BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum, Parey, Hamburg-Berlin.
- VOGEL, O., 1969: Bestockungsumbau im Trockengebiet Oberrhein. Schriftenreihe d. Landesforstverw. Baden-Württ., 26, 151 S.
- WEIN, N., 1977: Die Austrocknung der südlichen Oberrhein-Niederung. Geogr. Rundschau, 29, 1, 16-23.





EXKURSION CH 14./15. September 1979

Freitag, 14. September

Abfahrt: 08.00 Uhr

Fahrtroute: Freiburg - Basel - Sissach - Wisen (Hauenstein)
Profile 1-5
Böden im Faltenjura

Führung: L.F. Bonnard und E. Frei (FAP Zürich), unter Mitwirkung
von K. Peyer, W. Dietl (FAP Zürich) und A. Kaufmann
(HTL Zollikofen)
Weiterfahrt: Olten - Sursee - Luzern - Arth

Uebernachtung: Arth am Zugersee

Samstag, 15. September

Abfahrt: 08.00 Uhr

Fahrtroute: Arth - Zugerberg
Profile 6-9
Nassböden auf der untern Süßwassermolasse
im Zusammenhang mit waldbaulichen Bewirt-
schaftungsproblemen

Führung: F. Richard und P. Lüscher (ETH Zürich) unter Mitwirkung
von A. Merz (Kantonsforstamt Zug)
Rückfahrt: Zug - Cham - Lenzburg - Olten - Basel -
Freiburg
(Ankunft um 19.00 Uhr)

Inhalt

Einführung

Die Böden im Faltenjura bei Wisen

Umwelt

Lage und Topographie

Geologie

Klima

Vegetation

Böden

Bodentypen im Gebiet

Räumliche Verteilung

Standortgemässe Nutzung

Profile

1 Regosolische Rendzina

2 Verbraunte Rendzina

3 Vertisolischer, verbraunter Pseudogley

4 Pelosolische, schwach stagnogleyige Braunerde

5 Mullreiche saure Braunerde

Nassböden auf der untern Süsswassermolasse

(Lokalformen "Chnoden" und "Heumoosegg")

1 Ueberblick

1.1 Situation

1.2 Klima

1.3 Geologie

1.4 Relief

1.5 Vegetation

2 Morphologischer Beschrieb und Feldaufnahme der Bodenprofile

2.1 Lokalform "Chnoden"

2.2 Lokalform "Heumoosegg" I

2.3 Lokalform "Heumoosegg" II

2.4 Lokalform "Heumoosegg" III

3 Untersuchungen an den Bodenprofilen

3.1 Bodenphysikalische Eigenschaften

3.1.1 Dichte und Porosität

3.1.2 Korngrößenverteilung

3.1.3 Porengrößenverteilung nach Saugspannungsklassen

3.1.4 Wasserleitfähigkeit k nach Darcy

3.1.5 Desorptionseigenschaften

3.1.6 Entwässerbare Porosität und Bodendurchlüftung

3.1.7 Saugspannungsverlauf und Niederschlagsverteilung
während der Vegetationsperiode 1978

3.2 Bodenchemische Eigenschaften

4 Standortkundliche Interpretation

EXKURSION CH 14./15. September 1979

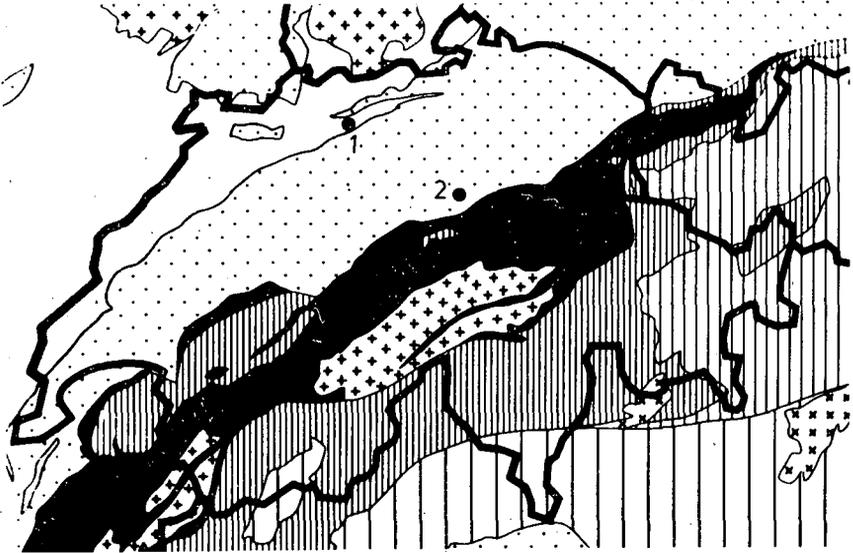
Einführung

(H. Sticher)

Die geologische und auch bodenkundliche Gliederung der Schweiz entspricht weitgehend einer topographischen, d.h. einer Gliederung nach dem Typ der Landschaft. An den Jura, der die nordwestliche Grenze zwischen Genf und Schaffhausen bildet, schliesst sich das vorwiegend aus Lockergesteinsmassen (Molasse) gebildete, vom Genfersee bis zum Bodensee reichende Mittelland an. Die Voralpen (subalpine Molasse) leiten über zu den Alpen, die im nördlichen Teil aus Sedimenten der helvetischen Decken, im südlichen Teil aus dem Kristallin und Sedimenten der penninischen Decken und im Osten aus dem Kristallin und Sedimenten der ostalpinen Decken bestehen. Im Zentrum ragt das kristalline Grundgebirge des Aar- und Gotthardmassivs hervor.

Nachdem von der DBG vor Jahren der Alpenraum besucht wurde (Nationalpark, Kt. Graubünden), führt die diesjährige Exkursion in den Jura und in den Voralpenraum.

Die Exkursionsroute führt über Basel (Tor der Schweiz) in den Faltenjura bei Olten, wo am ersten Tag bei Wisen verschieden entwickelte Kalkböden besichtigt werden. Quer durch das Mittelland geht es sodann nach dem berühmten Klosterdorf Einsiedeln, wo Quartier bezogen wird. Am zweiten Tag werden auf dem Zugerberg unter dem Thema "Nassböden" im Zusammenhang mit waldbaulichen Bewirtschaftungsproblemen Böden auf der subalpinen unteren Süsswassermolasse gezeigt.



Geologische Skizze der Schweiz



Jura - Gebirge



Spättertiäre bis quartäre Sedimente



Sedimente der helvetischen Decken und des Autochthons



Kristallin der Zentralmassive



Kristallin und Sedimente der penninischen Decken



Kristallin und Sedimente der ostalpinen Decken



Kristallin und Sedimente der Südalpen



1 Exkursionsgebiet Wisen

2 Exkursionsgebiet Zugerberg

Querschnitt durch das Gebiet von Wisen 1 : 25'000



LEGENDE

QUARTAER

- a Alluvium
- qm Alpine Moräne
- ab Bergrutsch

MALM

- ia Kalksteine

DOGGER

- ds Rogen- und Spatkalk (Hauptrogenstein)
- dm Sandiger Kalk und Mergel (Blagdeni-Schichten)

LIAS

- di Glimmer- und Tonmergel (Opalinuston)

- L Kalksteine

KEUPER

- k Bunte Mergel mit Sandsteinzwischenschichten

MUSCHELKALK

- ms Dolomitgestein mit Kieselstein (Trigonodusdolomit)
- mm Hellgrauer bis gelblicher Kalk (Hauptmuschelkalk)
- mn Dolomitgestein (Unterer Dolomit)
- mi Bläulichgrauer bis gelblicher Mergel und Ton (Salzton)

Lage und Topographie

Die Gemeinde Wisen liegt im Solothurner Jura, nordöstlich des Hauensteinpasses, in der Luftlinie ungefähr 5 km nordwestlich von Olten. Sie umfasst das Quellgebiet des Eibachs, der nach Norden in die Ergolz und diese in den Rhein mündet. Das Gebiet bildet eine unregelmässig geformte Mulde, die zwischen den Höhen des Wisenberg (1002 m ü.M.), des Geisshörnlis, der Burgflue, des Fluebergs und der Frohburghöhe gelegen ist. Das Dorf Wisen liegt in der Mitte der Mulde und ist von einigen Einzelhöfen (Adliken, Hupp, Rüti, Rischberg, Zwillmatt und Sennhof) umgeben.

Die nördlich des Dorfes gelegene Zone ist geomorphologisch einfach gestaltet: es handelt sich um einen gleichmässigen, nach Süden geneigten Hang. Das Gebiet von Rüti-Pfingstenlenacher ist eine nach Osten orientierte Hangmulde, die in ihrer Mitte schwächer geneigt ist. Die Hänge von Rischberg-Zwillmatt sind sowohl in der Neigung wie in der Orientierung ungleichmässig, während diejenigen des Fluebergs insgesamt ziemlich gleichmässig geneigt sind. Die Gegend südlich von Wisen ist durch ein kuppirties Relief gekennzeichnet; Tälchen und Hangmulden durchschneiden die steilen Hänge. Zwischen Hangenmatt und Adliken bilden drei südwestlich-nordöstlich orientierte Rippen gleichausgerichtete Trockenmulden.

Vier Bäche fliessen südöstlich-nordwestlich quer, d.h. zu den Hauptrichtungen des Juras: der eine an der Gemeindegrenze von Läuelfingen, zwei im Gebiet von Sennhof und einer in Zwillmatt.

Geologie

Die Gemeinde Wisen liegt im Faltenjura, südlich der Verschiebung desselben auf den Tafeljura. Man findet dort die folgenden stratigraphischen Formationen des Trias und Juras:

Muschelkalk

1. Salzton. Es handelt sich um Mergel und Tonschiefer aus denen in Zeglingen Anhydrit (90 %) und Gips (10 %) gewonnen wird.

2. Unterer Dolomit. Feingeschichtetes weiss-gelbliches Dolomitgestein.
3. Hauptmuschelkalk (Trochiten- und Nodosuskalk). Gelbgraue bis gelbliche, gut geschichtete Kalksteine; zahlreiche Zwischenschichten von Dolomitgestein und Tonmergel; zuunterst *Encrinus liliiformis* Lmck.
4. *Trigonodus*dolomit. Graues bis gelbes Dolomitgestein, porös, mit kieselartigen Konkretionen; da und dort *Trigonodus Sandbergeri* v. Alb.

Keuper

5. Die Serie, die zuunterst Buntmergel und Schiefer mit Gipseinschlüssen (Gipskeuper) führt dann feinen, braun-roten Pflanzenreste enthaltenden Sandstein (Schilfsandstein) und schliesslich plattenförmiges Dolomitgestein und wiederum Buntmergel.

Lias

6. Die untere und mittlere Stufe besteht aus Kalkstein. Der untere harte Lias verursacht topographische Rippen. Typische Fossilien: *Gryphea* und *Arietites*.

Opalinuston. Glimmerhaltiger, geschichteter Tonschiefer und Tonmergel mit *Lioceras opalinus*; zahlreiche Kalkkonkretionen im oberen Teil; auf dieser Formation sind Erdrutsche häufig.

Dogger

8. Blagdenischichten. Sandhaltiger Kalkstein und Mergel, im allgemeinen etwas eisenhaltig.
9. Hauptrogenstein. Zuunterst Folge von Tonmergel, sand- und mergelhaltigem Kalkstein; dann Rogenstein; darüber Folge von Mergeln und mergelhaltigem Kalkstein und Spatkalkstein (*Dalle nacré*) und zuletzt mergeliger, fossilienreicher Eisencolith (*Callovien*).

Alle Gesteinsformationen sind gegen Südsüdosten geneigt. An den Hängen nördlich der Strasse Läuelfingen-Zeglingen ruhen die Böden des Wisenbergs und des Gebietes von Rüti auf dem Dolomitgestein des Muschelkalkes; die Gesteinsbänke liegen mehr oder weniger parallel zur Oberfläche und sind mit Schutt bedeckt.

Die Südflanke der Mulde von Wisen sowie das Becken von Birrmatt über Sennhof bestehen aus Keupermergeln mit Sandsteinzwischenschichten, Gips und Anhydrit, z.B. Doline im Gips von Birrmatt. Die Liasformationen, d.h.

Mergel und Tonchiefer mit Kalkzwischenlagen bilden die Höhen von Rischberg, Zwillmatt und die steilen Partien der nordwestlichen Flanken des Fluebergs. Die kompakten und harten, sowie hellen Felsen des Doggers bilden die Gipfel des Fluebergs und der Frohburg.

Klima (M. Bider)

Das Gebiet von Wisen grenzt an die Klimazone des "Baselbietes", das im allgemeinen im Bereich des gemässigten Klimas liegt und maritim beeinflusst ist. In Wisen (610 - 990 m ü.M.) macht das Jura-Relief seinen Einfluss auf die wichtigsten klimatischen Parameter, Temperatur und Niederschläge geltend. Für das Gebiet von Wisen sind keine Messungen vorhanden. Die nächstgelegenen Regenmessstationen sind diejenigen von Bennwil und Kilchberg, ungefähr 4 km nördlich von Wisen. Die folgenden meteorologischen Daten stammen jedoch aus dem 10 km südwestlich gelegenen Langenbruck, mit einer ähnlichen topographischen Muldenlage wie Wisen auf einer Höhe von 705 m ü.M..

Temperatur

Monatsmittel, Jahreszeiten-Mittel, Jahresmittel (in °C, Jahresabschnitt 1901 - 1940)

Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
-1,8	-1,3	2,1	5,9	10,8	14,1	15,7	14,8	11,8	8,8	2,2	-1,1
Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr							
-1,4	6,3	14,9	6,9	6,7							

Diese Werte sind selbstverständlich punktuell und von der Höhenlage abhängig, was bei den vielen Höhenunterschieden in der Gegend von Wisen berücksichtigt werden muss. Die im gesamten Baselgebiet ausgeführten Vergleichsmessungen zeigten, dass zwischen zwei Stationen in gleicher Höhenlage, jedoch in Mulden bzw. auf Gipfeln gelegen, im Jahresmittel Unterschiede von ca. 1,5 °C auftreten.

Jahresmittel der Temperatur für verschiedene Höhenstufen
Mittel aus 21 Stationen im Raum zwischen Wisen und Basel

Höhe m	Winter		Frühling		Sommer		Herbst		Jahr	
	M	G	M	G	M	G	M	G	M	G
600	-0,7	(0,9)	6,7	(8,2)	15,1	(16,9)	7,4	(8,7)	7,1	(8,7)
800	-1,7	-0,1	5,4	6,9	13,8	15,4	6,5	7,8	6,0	7,5
1000	-2,6	-0,9	4,5	5,8	12,5	14,0	5,5	6,8	5,0	6,4

M: Station in Muldenlage; G: Station auf Gipfel

Um sich ein Bild von diesen Unterschieden innerhalb der Vegetationsperiode zu machen, hat M. Bider für einen Zeitabschnitt von ca. 40 Jahren die mittleren Eintritts- und Austrittsdaten der mittleren Temperaturen über 5 °C berechnet; diese letzteren spielen eine ausschlaggebende Rolle für das Pflanzenwachstum.

Mittleres Datum des Eintrittes und Endes einer Temperatur von 5 °C für verschiedene Höhen

Höhe	Beginn		Ende		Dauer in Tagen	
	M	G	M	G	M	G
400 m	25.3.	-	5.11.	-	224	-
600 m	4.4.	(24.3.	30.10.	(7.11.	209	(228)
800 m	15.4.	3.4.	25.10.	2.11.	193	213
1000 m	23.4.	15.4.	19.10.	27.10.	179	195

M: Muldenlage; G: Gipfelstation

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Vegetationsdauer (in Muldenlagen) für Höhen von 400 m ü.M. von 224 Tagen auf 179 Tage für Höhen von 1000 m abnimmt; sie ist in Muldenlagen rund 20 Tage kürzer als für Gipfelagen gleicher Höhe.

Was die tiefsten Temperaturen als erstes Beurteilungskriterium für die Frostgefahr anbelangt, verfügt man gemäss den täglichen Ablesungen um 07.30 und 21.30 Uhr über die mittleren und absoluten Monatsminima (Zeitabschnitt 1901 - 1940).

Monatsminima der Temperatur °C

Mittlere Monatsminima (nach Terminbeobachtungen) 1901 - 1940

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
-12,8	-13,2	- 8,5	- 2,7	2,1	2,6	- 2,3	- 6,9	-12,9	-16,2

Absolute Monatsminima der Temperatur (nach Terminbeobachtungen) 1901 - 1940

-20,5	-23,0	-17,0	- 9,0	-1,7	-1,4	-7,9	-17,2	-22,0	-23,0
-------	-------	-------	-------	------	------	------	-------	-------	-------

Niederschläge

Monats- und Jahresmittel (1901 - 1940) in mm

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
88	76	91	99	115	134	131	113	101	98	86	97	1229

Extreme Monats- Jahreszeiten- und Jahressumme der Niederschlagsmenge
1882 - 1958(mm)

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Minima	14	5	9	0	26	65	10	23	11	3	3	7
Maxima	226	213	316	215	234	255	263	272	271	280	247	222

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Minima	56	123	166	117	832
Maxima	503	523	599	609	1646

In Anbetracht der Schäden, die durch wolkenbruchartige Regenfälle entstehen können, interessieren die in den einzelnen Monaten vorkommenden maximalen Tagesniederschlagsmengen.

Maximale Tagesmengen (mm)

	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Jahr
a) absolute Maxima (1882 - 1955)	50	44	86	80	66	64	53	86
b) mittlere maximale Tagesmengen (1936 - 1955)	17,3	19,3	18,9	33,9	27,6	29,8	23,4	47,4

Häufigkeit von Gussregen: von 1883 - 1955 hat man in Langenbruck 13 Regenfälle von mehr als 60 mm registriert. Die meisten Gussregen traten im Juni, Juli und August auf. Interessanterweise gab es auch solche in den Herbst- und Wintermonaten, wobei es sich in diesen Fällen dann aber meist um sehr ergiebige Dauerregen und nicht um wolkenbruchartige Güsse von relativ kurzer Dauer handelte.

Die nachstehende Tabelle zeigt, dass von 1901 bis 1940 durchschnittlich 16 - 17 Gewitter pro Jahr vorkamen. Nach den Angaben von Spezialisten liegen diese Werte in Wirklichkeit jedoch höher. Das Maximum entfällt auf den Juni. Die meisten Gewitter kommen von Süden und von Westen und beginnen zwischen 14 und 22 Uhr.

Mittlere monatliche Anzahl Gewittertage (Nahegewitter, mm)

Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Hagel- tage
0,1	0,1	0,2	1,4	2,7	3,9	3,3	2,9	1,1	0,3	0,0	0,2	16,2	0,4

Schneeverhältnisse

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Jahr	Mittleres Datum 1901 - 1940	
												erster Schneefall	letzter Schneefall
a) mittlere Anzahl Tage mit Schneefall 0,3 mm 1901 - 1940	2	5	8	9	9	9	6	1		49	30. Okt.	20. Apr.	
b) mittlere Anzahl Tage mit Schneedecke (1901 - 1920)	2	9	17	20	20	15	5			88	10. Nov.	20. Apr.	

Bewölkung, Sonnenscheindauer und Nebel

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Bewölkung in Prozent 1901 - 1940																
73	67	63	66	63	60	54	52	59	67	77	80	73	64	55	63	65
Sonnenscheindauer in Stunden (Mittel 1901 - 1940)																
52	73	125	142	182	193	222	215	153	102	50	35	160	449	630	305	1544
Mittlere Anzahl Tage mit Nebel																
4	2	2	1	1	1	1	1	3	5	7	6	12	4	3	15	34

Vegetation (W. Dietl)

Die Mähwiesen und Weiden des untersuchten Gebietes sind Ersatzgesellschaften von Buchenwäldern. Die reine Ausbildung der Berg-Formentalweise (Alchemillo-Arrhenatheretum), die auf frischen, nährstoffreichen Böden gedeiht, besiedelte den natürlichen Standort des Zahnwurz-Buchenwaldes (Cardamino-Fagetum, Hêtraie à Cardamine), die feuchte Kohldistel-Formentalwiese (Alchemillo-Arrhenatheretum cirsietosum) ersetzt meistens den Aronstab-Buchenmischwald (Aro-Fagetum, Hêtraie à Gouet). Auf sonnigen, eher trockenen Böden ist auch die Salbei-Formentalwiese (Alchemillo-Arrhenatheretum salvietosum) zu finden. Häufig werden aber diese Standorte als Ackerland genutzt.

Die Fettweiden des Gebietes sind Berg-Kammgrasweiden (Alchemillo-Cynosu-retum) in denen je nach Art und Intensität der Bewirtschaftung Englisch-Raigras, Kammgras, Rotschwingel, Weiss- und Rotklee mehr oder weniger vorherrschen. Auf feuchten Böden tritt in den Weiden regelmässig auch die Flatterbinse (*Juncus effusus*) auf.

Zweiter Teil

- B ö d e n -

Bodentypen im Gebiet

Regosole. Die flachgründigen und kaum horizontierten Regosole haben sich auf steilem Hang-Kolluvium und Erosionslagen entwickelt. Unter einem dünnen, gut krümeligen Oberflächenhorizont mit relativ hohem Gehalt an organischer Substanz folgen AC und C Horizonte. Die Feinerde ist ziemlich tonhaltig, wobei der Tongehalt im Untergrund zunimmt. Der Steingehalt ist ab 20 cm beträchtlich, was in Verbindung mit der Flachgründigkeit eine geringe bis ziemlich geringe Wasserspeicherung ergibt. Die Durchlässigkeit ist übermässig gross. Alle Regosole sind bis zur Oberfläche kalkhaltig.

Die kalkflaumigen Regosole kommen auf dem Schutt des Rogensteins vor. Sie sind durch das Vorhandensein von feinpulverisiertem Kalkkarbonat im AC-Horizont (60 - 70 cm) gekennzeichnet; skelettreich, sandig, stark durchlässig und fast ohne Mull.

Das einzige Beispiel von kalktuffigen Regosol befindet sich in einem Tal-

weg, wo das aus Hangwasser ausgeschiedene Kalkkarbonat sich in Kolluvionen krustenförmig abgelagert hat.

Die verbraunten Regosole weisen einen schwach braunen und krümeligen Zwischenhorizont auf.

Die kalkflaumigen Karbonatregosole finden sich fast ausschliesslich an den steilen Südhängen. Es handelt sich um skelettreiche und flachgründige Böden mit hartem Kalkfels bei ca. 50 cm u.T.. Unter einem dünnen, krümeligen Mull kommt ein AC-Horizont, der auf dem zerbröckelten bankförmigen Fels ruht, vor. Geringe Wasserspeicherung und starke Durchlässigkeit, geringer Tongehalt, sowie hoher Karbonatgehalt bis zur Oberfläche sind kennzeichnend.

Rendzinen. Die Rendzinen haben sich fast ausschliesslich auf den harten Kalksteinen des Muschelkalks, des Lias und des Doggers entwickelt. Sie sind durch ein A - A(B)C - C Profil charakterisiert und unterscheiden sich von den Regosolen durch ihren Mullhorizont. Die Mächtigkeit des Bodens und damit auch sein Wasserspeichungsvermögen ist wegen des beträchtlichen Steingehalts sehr unterschiedlich. Die Böden sind stark durchlässig und die Feinerde enthält ziemlich viel Ton.

Die regosolischen Rendzinen haben schlecht entwickelte Horizonte, sie sind ziemlich flachgründig und trocken.

Die verbraunten Rendzinen weisen einen B-Horizont auf und stehen Kalkbraunerden nahe oder gehen in diese über.

Pelosolische Rendzinen haben sich auf mergeligen Gesteinen, die mit Kalksteinkolluvionen bedeckt sind, entwickelt. Sie sind deshalb im Untergrund etwas verdichtet und schlecht durchlässig.

Kalkbraunerden. Die Kalkbraunerden sind durch ein durchgehend kalkhaltiges Profil und durch einen verbraunten B-Horizont gekennzeichnet. Das Gefüge ist gut entwickelt, an der Oberfläche krümelig und im Untergrund bröckelig werdend. Der Steingehalt ist an der Oberfläche mässig, nimmt jedoch im Untergrund zu. Die Böden sind tiefgründig, haben ein gutes Wasserspeichungsvermögen und sind normal durchlässig. Die Feinerde ist im oberen Teil des Profils im allgemeinen tonig-lehmig, sie wird mit zunehmender Tiefe sandiger. Angesichts der guten Durchlässigkeit des Bodens und der darunterliegenden

Kalksteine weisen die Böden keine Spuren von Hydromorphie auf.

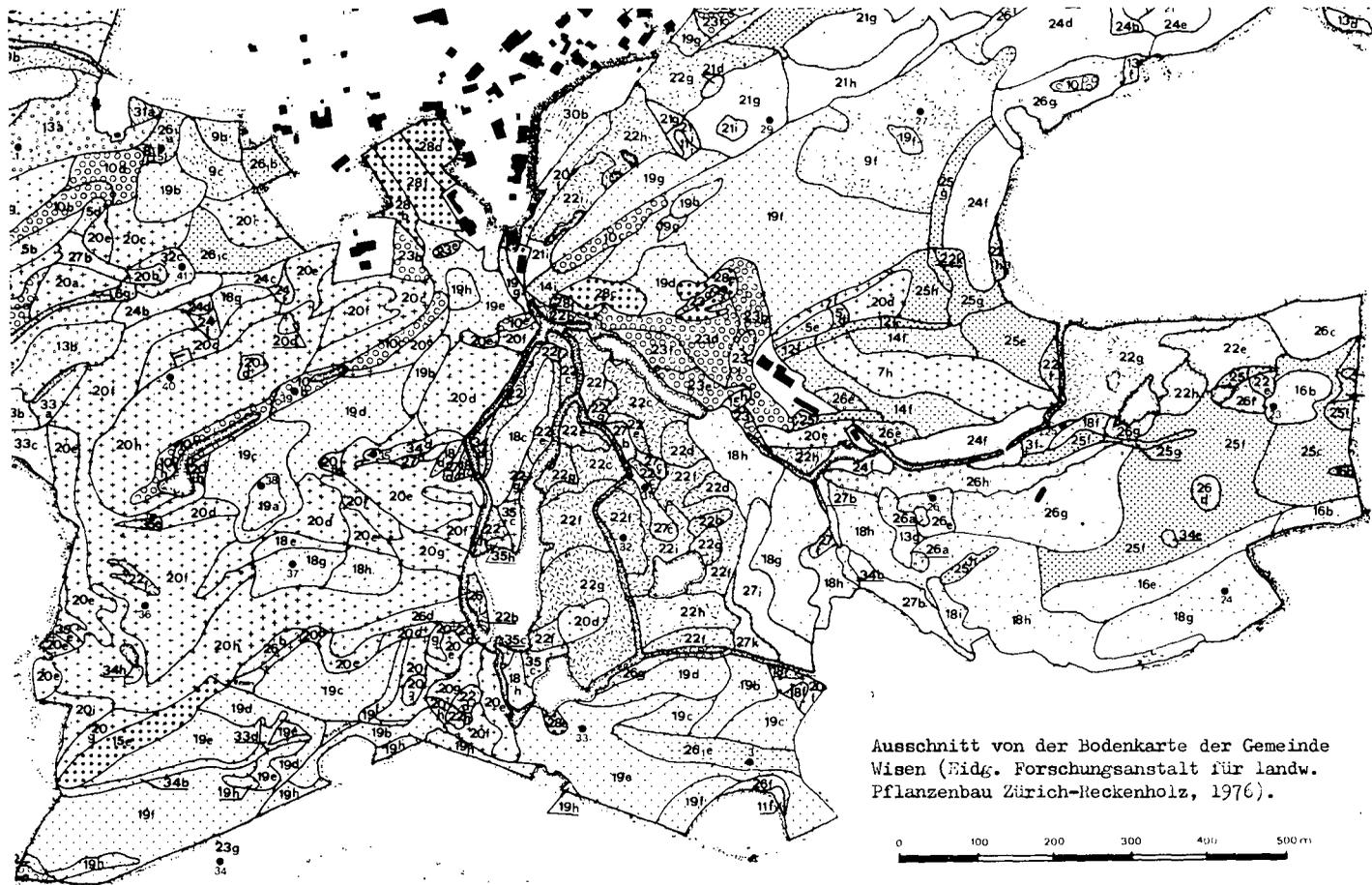
Braunerden. Die Braunerden sind alle durch ein mindestens teilweise entkarbonatetes Profil, einen tiefgründigen Mull und durch einen klaren B-Horizont gekennzeichnet. Die meisten Braunerden haben sich auf Mergeln entwickelt, aber auch auf Karbonatgestein mit alpinen Moränedecken. In den meisten Fällen ist die Feinerde schwer und tonig; unter einem krümeligen Oberflächenhorizont ist das Gefüge bröckelig bis klumpig. Nahezu alle Böden weisen schwach hydromorphe Eigenschaften auf, da sie wenig durchlässig sind und in Muldenlagen vorkommen.

Pelosolische Braunerden entwickeln sich auf Mergeln, sie sind sehr feinkörnig, im Obergrund ohne Skelett oder mit wenig Steinen im Untergrund. Unter dem krümeligen Oberflächenhorizont wird das Gefüge bröckelig bis klumpig und wenig durchlässig, weshalb ab 50 cm Flecken auf schwache Hydromorphie deuten. Diese Böden sind unterschiedlich tiefgründig und haben eine geringe bis ziemlich gute Wasserspeicherung. Die pelosolischen Braunerden sind die häufigsten Vertreter der Braunerden; schwach gleyige Braunerden finden sich in kleinen Tälchen, in denen vermutlich Grundwasser vorkommt.

Saure Braunerden. Diese Böden haben sich auf alpinen Moränen, silikatführenden Mischgesteinen im Höhenklima 800 - 860 m ü.M. gebildet, siehe Profilbeschreibung Nr. 5.

Pseudogleye. Pseudogleye sind im Gebiet weniger verbreitet und auf Mergelunterlagen beschränkt, wobei das Material in einer Mulde akkumuliert ist. Die Durchlässigkeit des Profils ist ungenügend, so dass zeitweise Porensättigung auftritt (siehe Profil Nr. 3).

Gleye. Die Gleye sind durch Grundwasservorkommen gekennzeichnet, wodurch ein dauernd reduzierter oder gefleckter Horizont entsteht. Sie bevorzugen mit feinem Kolluvium gefüllte Mulden und in Mergel eingeschnittene Rinnen. Die Böden sind schwer, dicht und skelettarm. Auf kalkhaltigen Böden ist das Gefüge besser. In den untersuchten Fällen befindet sich das Grundwasser in 80 - 90 cm Tiefe unter Terrain.



Ausschnitt von der Bodenkarte der Gemeinde Wisen (Fidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz, 1976).



Legende zur Bodenkarte

(siehe auch unter Anhang: Definitionen und Abkürzungen)

REGOSOL



Kalkflaumiger Regosol, stark skeletthaltig, toniger bis schwach toniger Lehm, geringe Wasserspeicherung (5)

e Konvexhang 21 - 25 %

f Konvexhang 26 - 35 %



Kalktuffiger Regosol, stark skeletthaltig, im Obergrund skeletthaltig, Schlufflehm und sandiger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

c Mulde 11 - 15 %



Verbraunter Regosol, stark skeletthaltig, im Obergrund skelettarm, schwach sandiger und schwach toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (5)

b Konkavhang 6 - 10 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %

f Hangmulde 26 - 35 %

KARBONAT-REGOSOL



Kalkflaumiger Karbonat-Regosol, skeletthaltig bis skelettreich, lehmiger Sand und sandiger Lehm, geringe Wasserspeicherung (6)

c Konvexhang 11 - 15 % e,f Konvexhang 21 - 35 %

d Konvexhang 16 - 20 % g,h,i,k Steilhang 36 - 75 %

RENDZINA



Pelosolische, stagnogleyige Rendzina, skeletthaltig, schwach toniger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

b Hangterrasse 6 - 10 % e,f Konvexhang 21 - 35 %

c Plateau 11 - 15 % g,h Steilhang 36 - 55 %

d Konkavhang 16 - 20 %



Kalkflaumige Rendzina, stark skeletthaltig, schwach toniger und schwach sandiger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (5)

d Konvexhang 15 - 20 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %

e,f Konvexhang 21 - 35 %



Verbraunte Rendzina, stark skeletthaltig und skelettreich, schwach sandiger Lehm und Schlufflehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (4)

b Konkavhang 6 - 10 % d,e,f Konvexhang 16 - 35 %

c Konkavhang 11 - 15 % g,h Steilhang 36 - 55 %



Verbraunte Rendzina, skeletthaltig bis stark skeletthaltig, Schlufflehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

b Hangterrasse 6 - 10 % e,f Konvexhang 21 - 35 %

c Hangterrasse 11 - 15 % g,i Steilhang 36 - 75 %

d Konkavhang 16 - 20 %



Verbraunte Rendzina, skeletthaltig und stark skeletthaltig, schwach toniger Lehm und Ton, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

a Hangterrasse 0 - 5 % e,f Konvexhang 21 - 35 %

b Hangterrasse 6 - 10 % g,h Steilhang 36 - 55 %

c,d Konkavhang 11 - 20 %



Verbraunte, kalkflaumige Rendzina, stark skeletthaltig und skelettreich, toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (4)

a Rücken 0 - 5 % d,e,f Konvexhang 16 - 35 %

b Rippe 6 - 10 % g,h,i,k Steilhang 36 - 85 %

c Kuppe 11 - 15 %



Regosolische Rendzina, stark skeletthaltig, schwach toniger und schwach sandiger Lehm, Fels ab 50 cm, geringe Wasserspeicherung (5)

b Rücken 6 - 10 % d,e,f Konvexhang 16 - 35 %

c Konkavhang 11 - 15 % g,h,i,k Steilhang 36 - 85 %



Regosolische Rendzina, skeletthaltig bis stark skeletthaltig, sandiger Lehm, Fels bei 60 - 70 cm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (5)

- d Konkavhang 16 - 20 % g,h,i,k Steilhang 36 - 85 %
f Konkavhang 26 - 35 %



Regosolische Rendzina, skeletthaltig, Schlufflehm, auf Fels bei 70 - 80 cm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (4)

- a Plateau 0 - 5 % c Konkavhang 11 - 15 %
b Rücken 6 - 10 % d,e,f Konkavhang 16 - 35 %
g Steilhang 36 - 45 %



Regosolische Rendzina, skeletthaltig, toniger Lehm bis schwach toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (4)

- a Hangterrasse 0 - 5 % d,e,f Konkavhang 16 - 35 %
b Konkavhang 6 - 10 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %
c Konkavhang 11 - 15 %



Regosolische Rendzina, stark skeletthaltig, schwach toniger und toniger Lehm; ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

- b Konkavhang 6 - 10 % d,e,f Konkavhang 16 - 35 %
c Konkavhang 11 - 15 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %

SAURE BRAUNERDE



Mullreiche, saure Braunerde, skelettarm bis skeletthaltig, schwach sandiger und schwach toniger Lehm, gute Wasserspeicherung (3)

- a Plateau und Terrasse 6 - 10 %
e Rücken 21 - 25 %

BRAUNERDE und KALKBRAUNERDE



Juvenile Kalkbraunerde, skeletthaltig, toniger Lehm, geringe Wasserspeicherung (5)

- a Hangterrasse 6 - 10 %
e Konkavhang 21 - 25 %



Pelosolische, schwach saure Braunerde, skelettarm, schwach toniger und toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (5)

- a Plateau 0 - 5 % e,f Konkavhang 21 - 35 %
b Rücken 11 - 15 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %
d Rücken 16 - 20 %



Pelosolische, stagnogleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

- a Plateau 0 - 5 % e,f Konkavhang 21 - 35 %
b Hangterrasse 6 - 10 % g,h Steilhang 36 - 55 %
c,d Konkavhang 11 - 20 %



Pelosolische, schwach stagnogleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

- a Mulde 0 - 5 % c,d,e,f Konkavhang 11 - 35 %
b Mulde 6 - 10 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %



Pelosolische, schwach gleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (5)

- c Hangterrasse 11 - 15 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %
d Konkavhang 16 - 20 %



Schwach saure, schwach stagnogleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (5)

- b Hangterrasse 6 - 10 % e,f Konkavhang 21 - 35 %
c Rücken 11 - 15 % g,h,i,k Steilhang 36 - 85 %
d Kuppe 16 - 20 %



Schwach saure, schwach stagnogleyige Braunerde, skelettarm bis skeletthaltig, schwach toniger Lehm und Schlufflehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)

- b Hangterrasse 6 - 10 % e,f Konkavhang 21 - 35 %
c Hangterrasse 11 - 15 % g,h Steilhang 36 - 55 %
d Konkavhang 16 - 20 %

- 24** Teilweise entkarbonatete, schwach stagnogleyige Braunerde, stark skeletthaltig, im Obergrund skelettarm, Ton und toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (4)
 b Sattel 6 - 10 % d,e,f Konkavhang 16 - 35 %
 c Konkavhang 11 - 15 % g Steilhang 36 - 45 %
- 25** Teilweise entkarbonatete, schwach stagnogleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm und Ton, ziemlich geringe Wasserspeicherung (4)
 a Plateau 0 - 5 % d,e,f Konkavhang 16 - 35 %
 b Plateau 6 - 10 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %
 c Plateau 11 - 15 %
- 26** Teilweise entkarbonatete, regosolische Braunerde, skelettreich, im Obergrund skelettarm, toniger Lehm und schwach sandiger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (4)
 a Hangmulde 0 - 5 % d,e,f Konkavhang 16 - 35 %
 b Hangterrasse 6 - 10 % g,h,i Steilhang 36 - 75 %
 c Konkavhang 11 - 15 %
- 267** Schwach stagnogleyige, entwickelte Braunerde, skelettarm bis skeletthaltig, toniger Lehm, gute Wasserspeicherung (3)
 a Hangterrasse 0 - 5 % c Konkavhang 11 - 15 %
 b Hangterrasse 6 - 10 % e Konkavhang 21 - 25 %
- 27** Schwach gleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung (5)
 b,c Mulde 6 - 15 % f Konkavhang 26 - 35 %
 d Hangmulde 16 - 20 % g,i,k Steilhang 36 - 85 %
- 28** Schwach gleyige Braunerde, skelettarm, toniger Lehm bis schwach toniger Lehm, gute Wasserspeicherung (4)
 b Plateau 6 - 10 % e Hangmulde 21 - 25 %
 c,d Hangterrasse 11 - 20 % f Konkavhang 26 - 35 %
 g Steilhang 36 - 45 %
- 29** Kolluviale Kalkbraunerde, skelettarm bis skeletthaltig, schwach toniger und schwach sandiger Lehm, gute Wasserspeicherung (4)
 c Mulde 11 - 15 %
 e Konkavhang 21 - 25 %
- 30** Krümelige Kalkbraunerde, stark skeletthaltig, schwach toniger Lehm, ziemlich gute Wasserspeicherung (3)
 b,c,e Hangmulde 6 - 25 %
- 31** Krümelige Kalkbraunerde, skeletthaltig, schwach sandiger Lehm und Schlufflehm, gute Wasserspeicherung (3)
 a Terrasse 0 - 5 % c Kuppe 11 - 15 %
 b Mulde 6 - 10 %

VERBRAUNTER PSEUDOGLEY

- 32** Vertisolischer, verbraunter Pseudogley, skelettarm, toniger Lehm und Ton, gute Wasserspeicherung (4)
 c Konkavhang 11 - 15 %

GLEY

- 33** Kolluvialer, verbraunter Gley, skelettarm bis skelettreich, toniger Lehm (4)
 a,b,c Mulde 6 - 10 %
 d,e Hangmulde 16 - 25 %
- 34** Kompakter, fahler Gley, skelettarm, Ton (5)
 b Mulde 6 - 10 % f,g,h Konkavhang 26 - 55 %
 d,e Hangmulde 16 - 25 % i Steilhang 56 - 75 %
- 35** Kompakter, anmooriger, fahler Gley, skelettarm, toniger Schlufflehm (5)
 a,c Mulde 0 - 15 % h Steilhang 46 - 55 %
 e Hangmulde 21 - 25 %

Räumliche Verteilung

Die Rendzinen kommen nur auf Kalk- und Dolomitgestein (Muschelkalk, Lias und Dogger) vor, die Braunerden bevorzugen die Mergel des Keupers und des Lias. Die Rendzinen und die Regosole decken alle Gebiete mit bankartigen Kalken, nämlich nördlich von Wisen, in Pfingstenlenacher und auf dem Rischberg. Man findet sie ebenfalls auf den Kalkrippen des Lias, welche in der Mitte von Mergelflächen die südwestlich-nordöstlich orientierten Höhen von Rutscheten und Hangmatt bilden. Die Braunerden die sich zum grössten Teil auf Mergel (pelosolischen Braunerden) entwickelt haben, decken die Hänge südlich und östlich von Wisen. Man findet die Kalkbraunerden in Mulden, die sowohl auf Kalksteinen wie auf Mergel liegen können. Die sauren Braunerden sind ausschliesslich auf dem Sattel über Sennhof zu finden. Die Pseudogleye wurden nur im oberen Teil des Tälchens von Moosmatten gefunden. Die Gleye bilden eine kleine Fläche in den Tälchen und Tieflagen südlich von Wisen. Die nachstehende Tabelle zeigt den Flächenanteil der verschiedenen Hauptböden in ha bzw. in Prozent (%).

Bodentyp	Flächenanteil ha	im Perimeter %
Regosol und Karbonat-Regosol	8,7	3,1
Rendzina	129,4	46,2
Saure Braunerde	2,0	0,7
Braunerde	130,5	46,6
Kalkbraunerde	5,3	1,9
Pseudogley	0,5	0,2
Gley	3,8	1,3
	<hr/> 280,2	<hr/> 100,0

Standortgemässe Nutzung (K. Peyer)

Ackerbau im Fruchtwechsel: Ackerbau kann auf den mittel- bis tiefgründigen Braunerden, Kalkbraunerden und verbrauchten Rendzinen mit lockerem, aber stabilem Gefüge im A-Horizont in topographisch günstigen Lagen betrieben werden. Er beschränkt sich auf die tiefer gelegenen Terrassen. Nur rund 15 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen eignen sich für den Ackerbau. Eine standortangepasste Fruchtfolge kann beispielsweise folgende Glieder aufweisen: Weizen, Gerste, Hafer, Roggen, Raps, Silomais, Kartoffeln und Gras-Luzerne-Kunstwiese.

Naturwiesen und -weiden: Bodenprofileigenschaften, Relief und Höhenlage begrenzen einen grossen Teil der Bodenflächen in ihren landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten. Ausschliesslich intensiver Dauerfutterbau ist vorab auf den pelosolischen Braunerden, Pseudogley- und Gleyböden der Talmulden, Terrassen und Flachhänge angepasst. Halbintensive bis eher extensive Dauergrünlandnutzung ist auf den vorwiegend flachgründigen, steinigen Rendzinen und Regosolen der stark bis sehr stark geneigten Hänge mit Südexposition standortgemäss.

Dritter Teil - P r o f i l e -

- Profil [1] Regosolische Rendzina.
- Profil [2] Verbraunte Rendzina
- Profil [3] Vertisolischer verbraunter Pseudogley
- Profil [4] Pelosolische schwach stagnogleyige Braunerde
- Profil [5] Mullreiche saure Braunerde

Profil [1] Regosolische Rendzina
Ort: Hupp, Gemeinde Wisen, Kanton Solothurn
Koordinaten: 632.880/249.670 (Landeskarte der Schweiz 1 : 25'000)

Standort

Topographische Form: Flachhang
Oberfläche: regelmässig
Hangneigung (Klasse): 22 - 25 % (ziemlich geneigt)
Ausgangsmaterial: Dolomitischer Kalk
Höhe über Meer: 820 m
Orientierung: Süd, sonnig
Aktuelle Nutzung: Kunstwiese

Bodeneigenschaften

Hydrologie
Wasserregime: senkrecht durchwaschen
Stau-nässe: keine
Grund-nässe: keine
Wasserspeichervermögen (0,1-1,0 bar): ca. 25 mm

Morphologie

Feinerde: schwach toniger und schwach sandiger Lehm
Steingehalt: stark skeletthaltig
Gefüge: bröckelig
Humusform: Mull

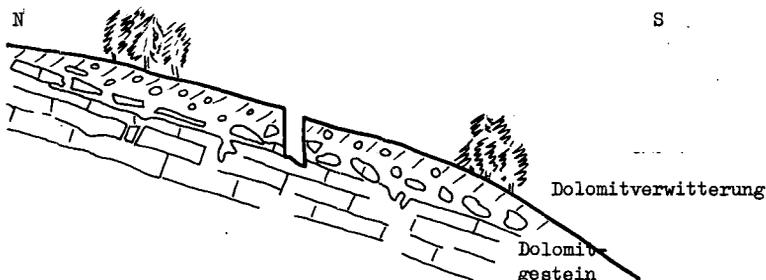
Chemie und Biologie

Reaktion: alkalisch
Biologische Aktivität: aktiv
Physiol. Gründigkeit: ca. 25 cm

Landwirtschaft

Mässig gutes Acker- und Wiesland (steinig, ziemlich trocken, ziemlich geneigt)

Lage im Gelände (Querschnitt):



Profil [1] Regosolische Rendzina

cm	Horizont	Skelett	Gefüge	Humusform	biolog. Aktiv.	Farbe
10	Ah		skelett-krümelig	Mull	aktiv	2,5 Y 3/2
20			haltig			
30	AC		stark bröcklig	Mull	aktiv	2,5 Y 3/2
40			skelett- haltig			
50						
60	R		felsig			2,5 Y 7/1
70						
80						
90						

Tiefe cm	pH (H ₂ O)	Kalk %	Organ. Subst. %	P205 Test1)	K20 Test1)	S %	Feinerde- körnung	
							Ton %	Silt %
0 -10	7,7	25,0	6,8	3,0	0,9	84	35,6	40,0
30-40	7,7	46,0	4,3	1,5	0,6	81	28,7	42,5
70-80	7,8	62,0					7,2	56,7

Tiefe cm	Austauschbare Kationen me/100 g Feinerde				
	H	K	Ca	Mg	Σ
0 -10	5,15	0,12	21,95	5,67	32,89
30-40	4,50	0,08	16,25	3,95	24,78

1) siehe unter Anhang

Profil [2] Verbraunte Rendzina

Ort: Zelgli-Adliken, Gemeinde Wisen, Kanton Solothurn

Koordinaten: 632.750/249.250 (Landeskarte der Schweiz 1 : 25'000)

Standort

Topographische Form: starker Hang
Oberfläche: regelmässig
Hangneigung (Klasse): 28 - 29 % (stark geneigt)
Ausgangsmaterial: Dolomithangschutt
Höhe über Meer: 670 m
Orientierung: Süd-Süd-West, sonnig
Aktuelle Nutzung: Dauerwiese

Bodeneigenschaften

Hydrologie

Wasserregime: senkrecht durchwaschen
Staunässe: keine
Grundnässe: keine
Wasserspeichervermögen (0,1-1,0 bar): ca. 40mm

Morphologie

Feinerde: schwach sandiger Lehm und Schlufflehm
Steingehalt: skelettreich
Gefüge: krümelig
Humusform: Mull

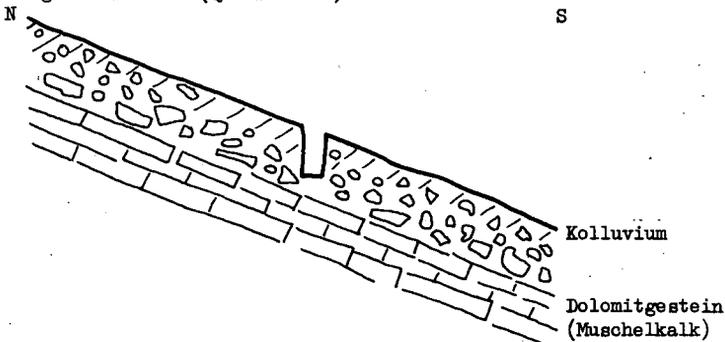
Chemie und Biologie

Reaktion: neutral bis alkalisch
Biologische Aktivität: aktiv
Physiol. Gründigkeit: ca. 40 cm

Landwirtschaft

Mässig gute Wiese oder Weide (ziemlich trocken, mässig steil)

Lage im Gelände (Querschnitt):



Profil [2] Verbraunte Rendzina

cm	Horizont	Skelett	Gefüge	Humusform	biolog. Aktiv.	Farbe
10	Ah	[Diagramm: Skelett mit feinen Partikeln]	krümelig	Mull	aktiv	10 YR 5/2
20						
30	AB	[Diagramm: Skelett mit größeren Partikeln]	krümelig	Mull	aktiv	10 YR 6/4
40						
50						
60	BC	[Diagramm: Skelett mit sehr großen Partikeln]	krümelig	Mull	aktiv	
70						
80						
90						
100						
110						
120						

Tiefe cm	pH (H ₂ O)	Kalk %	organ. Subst. %	Austauschbare Kationen mg/100 g Feinerde					S %	Feinerde- körnung			
				H	K	Ca	Mg	Σ		Ton %	Silt %	P205 (Test)	K20 (Test)
0-10	7,5	45,0	6,7	4,50	0,19	20,52	4,11	29,32	84	26,9	45,9	12,5	1,9
10-20	7,7	49,0		0,00	0,11	15,52	2,79	18,42	100	25,0	43,2	1,5	1,0
20-25	7,8	64,0		7,00	0,09	15,13	2,63	24,85	71	25,4	43,6		
25-40	7,8	56,0	2,7	7,00	0,10	14,55	2,55	24,20	71	25,0	44,8		
45-55	7,9	54,0		3,25	0,09	11,06	2,22	16,62	80	24,2	44,9		
60-65	8,0	54,0		3,75	0,08	10,09	1,89	15,81	76	22,3	43,3		
75-85	8,1	55,0		4,00	0,09	9,22	1,89	15,20	73	19,9	38,5		
90-100	8,2	60,0		2,00	0,08	8,97	1,81	12,86	84	19,5	46,1		
115-120	8,2	64,0		0,00	0,08	8,49	1,73	10,30	100	18,1	47,9		

Profil [3] Vertisolischer, verbraunter Pseudogley
Ort: Moosmatten, Gemeinde Wisen, Kanton Solothurn
Koordinaten: 633.450/248.980 (Landeskarte der Schweiz 1 : 25'000)

Standort

Topographische Form: Hangmulde
Oberfläche: regelmässig
Hangneigung (Klasse): 5 - 15 % (schwach geneigt bis ziemlich eben)
Ausgangsmaterial: Hangkolluvium von Lokalmoräne auf Mergel
Höhe über Meer: 690 m
Orientierung: West-Süd-West, sonnig
Aktuelle Nutzung: Kunstwiese
Pflanzen: 80 % Gräser, 5 % Leguminosen, 15 %
Kräuter (siehe botanische Zusammen-
setzung)

Bodeneigenschaften

Hydrologie

Wasserregime: langsame Durchwaschung
Stauhöhe: mittel
Grundhöhe: keine
Wasserspeicherver-
mögen (0,1-1,0 bar): ca. 80 mm

Morphologie

Feinerde: toniger Lehm bis Ton
Steingehalt: skelettfrei
Gefüge: bröcklig bis klumpig
Humusform: Mull

Chemie und Biologie

Reaktion: neutral bis alkalisch
Biologische Aktivität: aktiv
Physiol. Gründigkeit: ca. 80 cm

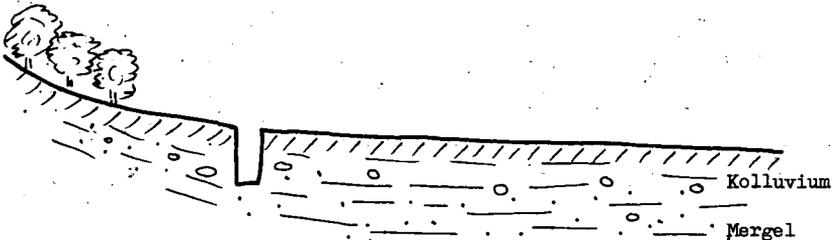
Landwirtschaft

Gute Mähwiese (staunass, tonreich)

Lage im Gelände (Querschnitt):

ENE

WSW



Bemerkung: Die botanische Zusammensetzung, die Bodentiere und einige chemische und physikalische Daten stammen aus den Arbeiten von W. Schmäed und B. Flühmann.

Profil [3] Vertisolischer verbraunter Pseudogley

Tiefe cm	Körnung		P o r o s i t ä t				Vol.%		Sp. Gewicht		k-Wert cm/Sek.
	Ton %	Silt %	P.V.	SrF ¹⁾	LvW ¹⁾	SvW ¹⁾	RestW ¹⁾	wahr. g/ml	scheinb.		
0 - 10	50,1										
		28,6	63,9	5,9	3,8	15,4	38,8	2,54	0,911		$9,7 \cdot 10^{-3}$
10 - 20	54,0										
20 - 40	52,4	28,1	59,9	2,1	4,8	20,8	32,2	2,81	1,159		$2,8 \cdot 10^{-5}$
40 - 75	43,4	38,6	52,2	1,9	4,0	12,4	33,9	2,99	1,354		$4,2 \cdot 10^{-4}$
75 -105	44,6	29,5	53,5	1,1	3,4	12,2	36,8	2,98	1,291		$4,5 \cdot 10^{-4}$
105-130	57,4	23,6	58,1	1,3	3,4	20,4	33,0	2,85	1,169		$4,5 \cdot 10^{-4}$

Botanische Zusammensetzung

Gräser:

Dactylis glomerata, *Cynosurus cristatus*, *Alopecurus pratensis*, *Lolium perenne*,
Festuca pratensis, *Arrhenatherum eliatius*, *Trisetum flavescens*, *Avena pubescens*,
Holcus lanatus, *Poa trivialis*.

Leguminosen:

Trifolium pratense, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*.

Andere Pflanzen:

Crepis biennis, *Knautia arvensis*, *Heracleum sphondylium*, *Galium mollugo*, *Ranunculus
acris*, *Cerastium caespitosum*, *Plantago lanceolata*, *Ajuga reptans*, *Glechoma hederac-
cea*, *Rumex acetosa*, *Rumex pulcher*, *Lysimachia nemorum*, *Silene cucubalus*.

Biologische Aktivität

Im Profil wurden festgestellt: Schnecken, Käfer aus der Gattung *Zabrus*, Rüssel-
käfer, Asseln, Springschwänze (Kollenboler), Drahtwürmer (Larven von Schnell-
käfern).

1) siehe unter Anhang

Profil [4] Pelosolische, schwach stagnogleyige Braunerde
Ort: Wisenmatt, Gemeinde Wisen, Kanton Solothurn
Koordinaten: 633.400/248.800 (Landeskarte der Schweiz 1 : 25'000)

Standort

Topographische Form: starker Hang
Oberfläche: schwach wellig
Hangneigung(Klasse): 30 - 35 % (stark geneigt)
Ausgangsmaterial: Hangkolluvium von Moräne auf Mergel
Höhe über Meer: 715 m
Orientierung: Nord-West, mässig sonnig
Aktuelle Nutzung: Weide

Bodeneigenschaften

Hydrologie

Wasserregime: senkrechte Durchwaschung
Stauhöhe: schwach
Grundhöhe: keine
Wasserspeichervermögen (0,1-1,0 bar): ca. 65 mm

Morphologie

Feinerde: toniger Lehm
Steingehalt: skelettfrei
Gefüge: bröcklig bis klumpig
Humusform: Mull

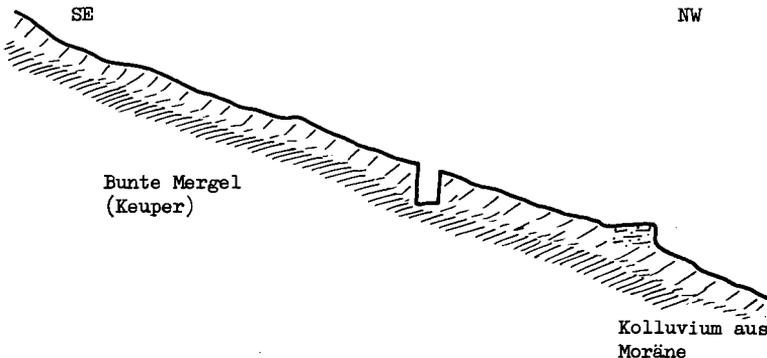
Chemie und Biologie

Reaktion: neutral
Biologische Aktivität: aktiv/schwach aktiv
Physiol. Gründigkeit: ca. 65 cm

Landwirtschaft

Genügend ertragfähiges Wies- und Weideland

Lage im Gelände (Querschnitt):



Profil [4] Pelosolische, schwach stagnogleyige Braunerde

cm	Horizont	Skelett	Gefüge	Humusform	biolog. Aktiv.	Farbe
10	Ah		skelettfrei krümelig	Mull	aktiv	10 YR 4/3
20	AB		skelettfrei bröcklig	Mull	aktiv	10 YR 5/2
30						
40	Bg		skelettfrei bröcklig		schwach aktiv	10 YR 5/3
50						
60						
70						
80	BCg		skelettfrei klumpig			10 GY 5/1 + 2,5 YR 5/4
90						
100						
110						
120	C		skelettfrei primitiv			
130						
140						

Tiefe cm	pH (H ₂ O)	Kalk %	organ. Subst. %	P205 (Test)	K20 (Test)	Austauschbare Kationen me/100 g Feinerde				S %	
						H	K	Ca	Mg		
0 - 5	6,8	1,0	9,4	3,5	1,9	6,25	0,35	19,77	9,66	36,03	82
5 - 20	7,3	2,8	2,9	1,0	0,9	5,75	0,17	16,10	6,41	28,43	79
20 - 25	7,4	1,4				4,00	0,14	12,90	5,18	22,22	82
25 - 40	7,4	0,2				8,25	0,15	10,19	3,70	22,29	63
40 - 50	7,3	0,1				5,00	0,14	8,54	3,45	17,13	70
50 - 60	7,3	0,2				7,00	0,13	8,34	3,45	18,92	63
70 - 80	7,3	0,1				7,00	0,19	10,04	5,67	22,90	69
90 - 100	7,2	0,1				4,50	0,21	12,85	10,52	28,08	84
120-130	7,5	10,0				4,00	0,18	11,64	11,84	27,66	85

Profil [4] Pelosolische, schwach stagnogleyige Braunerde

Tiefe cm	Körnung		Porosität			Vol.%		Sp. Gewicht		k-Wert cm/Sek.
	Ton %	Silt %	P.V. ¹⁾	SfP ¹⁾	LvW ¹⁾	SvW ¹⁾	RestW ¹⁾	wahr. g/ml	scheinb.	
0 - 5	49,9	31,5	54,9	3,3	5,2	21,4	25,0	2,40	1,082	$3,9 \cdot 10^{-4}$
5 - 20	51,1	33,5								
20 - 25	44,5	36,8								
25 - 40	42,8	39,8	48,5	5,7	2,7	14,1	26,0	2,50	1,290	$2,6 \cdot 10^{-4}$
40 - 50	40,7	39,9								
50 - 60	41,7	42,7	36,8	1,4	1,7	4,3	29,4	2,57	1,624	$4,4 \cdot 10^{-5}$
70 - 80	55,0	31,2								
90 - 100	47,4	25,0								
120-130	31,9	25,0								

N.B. Die Daten von Porosität, Spezifischem Gewicht und Durchlässigkeit stammen aus einem ähnlichen Profil (Ng 17).

Mikromorphologie

Die mikromorphologische Untersuchung hat gezeigt, dass zwei aufeinanderliegende und teilweise gemischte Ausgangsmaterialien das Profil aufbauen. Im Bereich der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 100 cm besteht der mineralische Teil aus kleinen Quarz- und Feldspat-Körnern (im Verhältnis von ca. 100 : 1). Diese eckigen oder abgenutzten Körner (Durchmesser 0,1 - 0,2 mm), sind mit einem geringeren Anteil teilweise angefressener Kalkzitrhomböden gemischt. Das ziemlich gut pigmentierte Plasma ist im allgemeinen gleichmässig verteilt, doch kommen einige Eisenkonkretionen vor, ferner sind Plasma-Konzentrationen im Bg-Horizont festzustellen, sowie Plasma-Separationen im BCg-Horizont.

Im C-Horizont fehlt das Plasma; der Mergel bildet gerundete oder eckige, einige mm grosse Teilchen, ferner sind zahlreiche oft idiomorphe Kalzitkristalle (mittlerer Durchmesser 0,1 mm) vorhanden.

1) siehe unter Anhang

Profil [5] Mullreiche saure Braunerde
Ort: Birrenmatt-Semnhof, Gemeinde Wisen, Kanton Solothurn
Koordinaten: 634.820/248.800 (Landeskarte der Schweiz 1 : 25'000)

Standort

Topographische Form: Sattel
Oberfläche: regelmässig
Hangneigung (Klasse): 10 % ziemlich eben
Ausgangsmaterial: alpine Moräne
Höhe über Meer: 860 m
Orientierung: West, sonnig
Aktuelle Nutzung: Dauerweide

Bodeneigenschaften

Hydrologie

Wasserregime: senkrechte Durchwaschung
Staunässe: keine
Grundnässe: keine
Wasserspeichervermögen (0,1-1,0 bar): ca. 100 mm

Morphologie

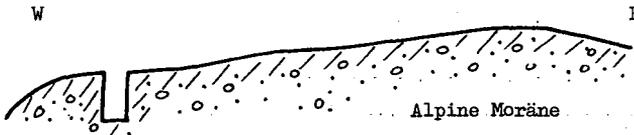
Feinerde: schwach sandiger Lehm und schwach toniger Lehm
Steingehalt: skeletthaltig
Gefüge: bröcklig
Humusform: Mull

Chemie und Biologie

Reaktion: sauer
Biologische Aktivität: aktiv
Physiolog. Gründigkeit: ca. 100 cm

Landwirtschaft

Gute Wiese, mässig guter Acker
Lage im Gelände (Querschnitt):



Profil [5] Mullreiche saure Braunerde

cm	Horizont	Skelett	Gefüge	Humusform	biolog. Aktiv.	Farbe
10	Amo, F		schwammig	Moder	mässig	10 YR 4/3
20	Ah	skelettfrei	krümelig	Mull	aktiv	
30						
40	Ah	skelett-	bröcklig	Mull	mässig	10 YR 6/4
50		haltig			aktiv	
60						
70	B	skelett-	bröcklig		mässig	10 YR 6/6
80		haltig			aktiv	
90						
100	Bg	skelett-	bröcklig			10 YR 6/8
110		haltig				
120						
130	BC	skelett-	klumpig			10 YR 6/8
140		haltig				
150						

Tiefe cm	pH (H ₂ O)	Kalk %	organ. Subst.	Austauschbare Kationen me/100 g Feinerde					Feinerde- körnung				
				H	K	Ca	Mg	Σ	S %	Ton %	Silt %	P2O5 (Test)	K2O (Test)
0 - 5	5,8	0	17,9	19,80	0,57	9,02	2,30	31,69	38	26,6	43,4	18	5,8
15 - 22	5,7	0	3,1	8,66	0,24	4,46	0,90	14,26	40	21,1	51,2	1,5	2,0
25 - 35	5,6	0		7,55	0,12	3,83	0,88	12,38	39	24,2	47,5		
40 - 45	6,0	0								24,5	53,3		
60 - 65	5,8	0		6,68	0,10	4,80	1,03	12,61	47	27,1	44,7		
75 - 85	5,7	0								29,2	33,5		
85 - 95	5,6	0								32,9	38,4		
105-110	5,4	0		9,90	0,17	6,31	1,64	18,02	45	36,9	44,4		
110-120	5,4	0								41,2	33,8		
130-140	5,4	0		12,13	0,16	5,58	2,06	19,93	40	39,1	41,2		
150-160	5,4	0								33,5	46,8		

Mikromorphologie

Die mikromorphologische Untersuchung des Profils weist auf ein homogenes Muttermaterial mit eckigen und schwach gerundeten Quarzen (Durchmesser über 0,2 mm) und einige wenige Feldspat-Körner hin. Man stösst im ganzen Profil in kleinerem Umfang auch auf Phyllosilikate (Glimmer).

Plasmaseparatierungen und Plasmakonzentrationen sind noch in einer Tiefe von über 60 cm feststellbar. Dort findet man entlang der Hohlraumwände stark pigmentierte Tonhäute. Eisenhaltige Konkretionen werden in allen Tiefen beobachtet. In 40 cm Tiefe haben sich Rostränge von 5 mm Dicke gebildet.

Anhang

Begriffdefinitionen

amoorig:	Oberflächenschicht, die mehr als 10 % organische Substanz enthält und über 40 cm dick ist.
entwickelt:	Typenmerkmal ausgeprägt
juvenil:	Gestein oder Fels in einer Tiefe von 10 bis 50 cm u.T.
kolluvial:	Aufrutsch-Schichtung sichtbar
kompakt:	stark verdichteter Profilhorizont
krümelig:	Krümelgefüge in den oberen Schichten
mullreich:	Vorhandensein eines über 25 cm dicken Oberflächen-Horizontes, der mehr als 2 % organ. Substanz (Humine) enthält
pelosolisch:	extrem feinkörnig, tonig, siltig, steinfrei
regosolisch:	nur A- und AC-C-Horizonte kein B
schwach stagnogleyig:	staufeucht (k-Wert etwa 10^{-4} cm/Sek.)
stagnogleyig:	schwach staunass (k-Wert etwa 10^{-5} cm/Sek.)
teilweise entkarbonatet:	A-Horizont entkarbonatet, BC-B-Horizont mit CaCO_3 -Gehalt
verbraunt:	gleichmässig brauner Horizont vorhanden
vertisolisch:	schwundrissig, Schwelltone vorhanden; Ton-Huminbindungen vermitteln dunkelgrauen Aspekt.

Skelettgehalt

skelettarm:	1 - 5 Vol. % Steine
skeletthaltig:	5 - 10 Vol. % Steine
stark skeletth.:	10 - 20 Vol. % Steine
skelettreich:	> 20 Vol. % Steine

Wasserspeicherung (bei 0,1 - 1,0 bar Tension)

gute:	70 - 100 mm leicht verfügbares Wasser (LvW)
ziemlich gute:	50 - 70 mm leicht verfügbares Wasser (LvW)
ziemlich geringe:	30 - 50 mm leicht verfügbares Wasser (LvW)
geringe:	10 - 30 mm leicht verfügbares Wasser (LvW)

P205:	Testzahl 0,0356 mg P205/100 g Boden
K20:	Testzahl mg K20/100 g Boden
Austauschbare Kationen:	mval/100 g Feinerde

Porosität

P.V.:	Porenvolumen in Vol.%
SfP:	sickerfähige Poren (0 - 0,1 bar)
LvW:	leicht verfügbares Wasser (0,1 - 1,0 bar)
SvW:	schwer verfügbares Wasser (1,0 - 15 bar)
RestW:	Restwasser (> 15,0 bar)

L i t e r a t u r

- BIDER, M., 1959. Die klimatischen Faktoren. Entwicklung der Baslerlandschaft, Stöckle, Verfasser.
- FLUEHMANN, B., 1978. Etude morphologique et physique d'un profil. Unpublizierte Diplomarbeit. Schweiz. Landw. Technikum Zollikofen.
- MUEHLBERG, F., 1914. Geologische Karte des Hauensteingebietes, Waldenburg-Olten. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz.
- FEYER, K., 1977. Bericht zur Bodenkartierung Wisen, SO. Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz.
- SCHMIED, W., 1978. Etude biologique et chimique d'un profil. Unpublizierte Diplomarbeit, Schweiz. Landw. Technikum Zollikofen.

NASSBOEDEN AUF DER UNTERN SUESSWASSERMOLASSE
DIE LOKALFORMEN "CHNODEN" UND "HEUMOOSEGG I - III"

F. Richard und P. Lüscher

1 Ueerblick

1.1 Situation

Die Bodenprofile der Lokalformen "Chnoden" und "Heumoosegg" liegen auf dem Zugerberg am nördlichen Ende der Hagegg auf den Gebiet der Gemeinde Walchwil im Kanton Zug.

Landeskarte Blatt Nr. 1151, Rigi, Masstab 1 : 25'000

Lokalform	Koordinaten	Höhe m.ü.M
"Chnoden"	684 600 / 217 000	1065
"Heumoosegg" I	684 900 / 217 090	1110
"Heumoosegg" II	684 975 / 217 090	1110
"Heumoosegg" III	684 680 / 216 850	1070

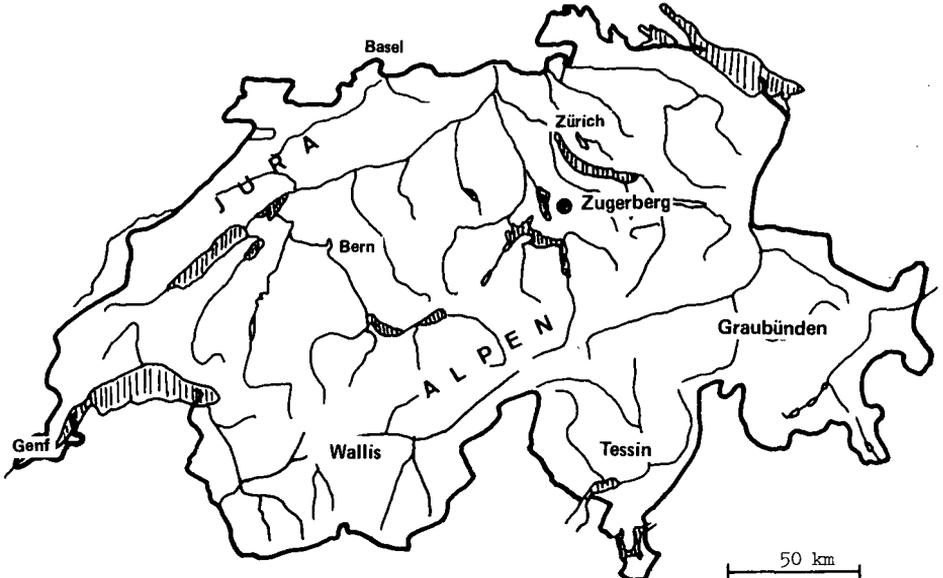


Abbildung 1 Uebersichtskarte der Schweiz

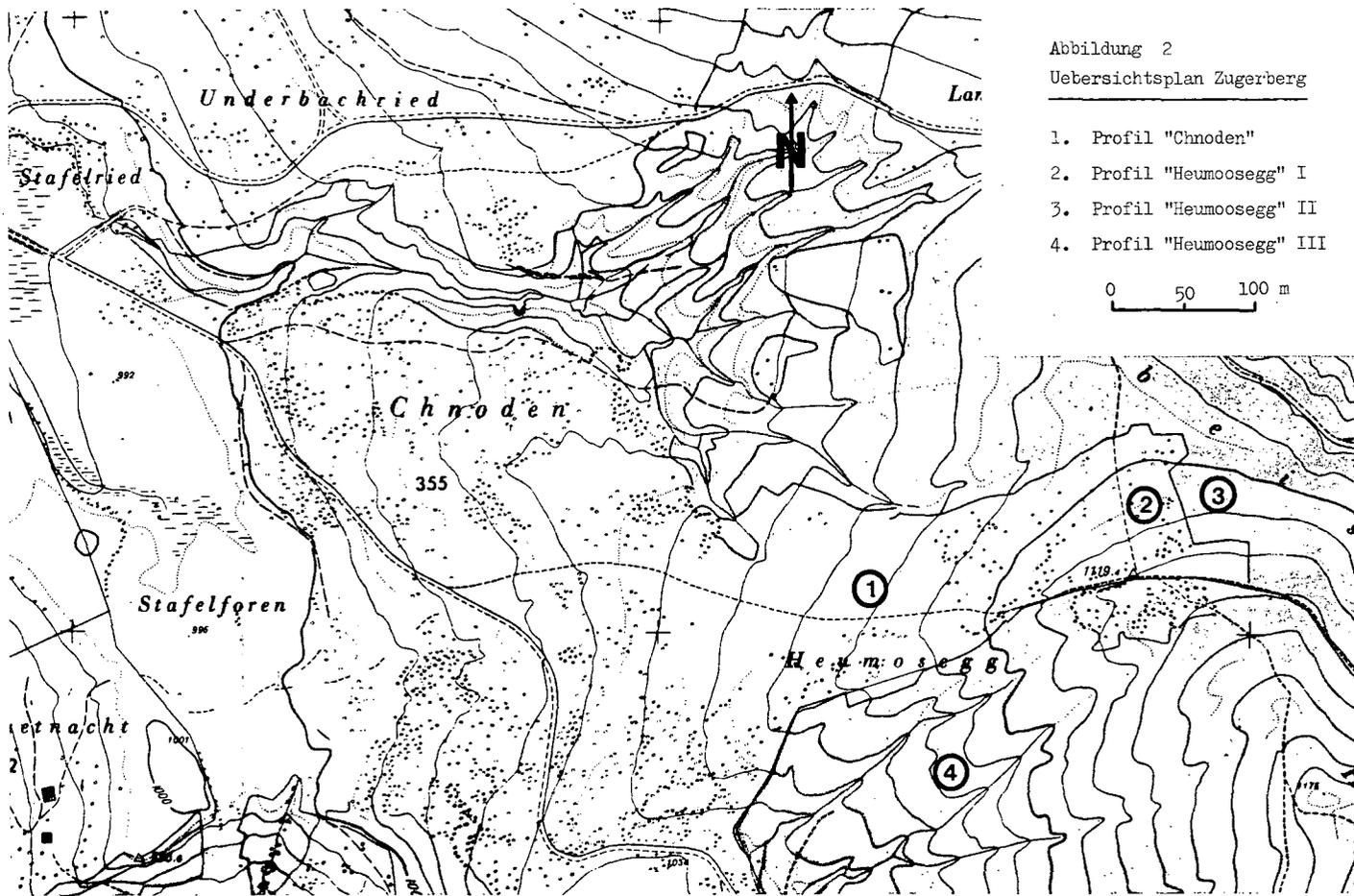
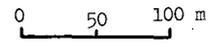


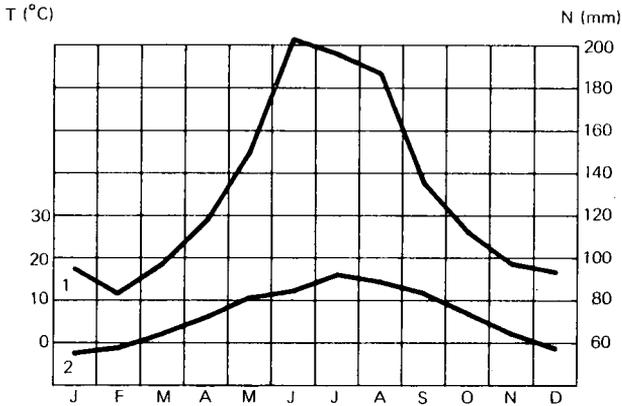
Abbildung 2
 Uebersichtsplan Zugerberg

1. Profil "Chnoden"
2. Profil "Heumoosegg" I
3. Profil "Heumoosegg" II
4. Profil "Heumoosegg" III



1.2 Klima

Zur Charakterisierung des Klimas auf dem Zugerberg werden die Daten der Stationen Unterägeri für die Niederschlagsmessungen (ähnliche Exposition) und jene von Einsiedeln für den Temperaturverlauf (ungefähr gleiche Höhenlage) angegeben.



1 Niederschlag der Station Unterägeri

2 Temperatur der Station Einsiedeln

Langjährige Mittelwerte (1901 - 60)

Abbildung 3 Klimadiagramm: Jahresverlauf der Niederschläge und der Temperatur

1.3 Geologie

Die Bodenprofile liegen im Gebiet der Hangtone aus der unteren Süßwassermolasse. Die Ablagerungen stammen aus der Zeit des Miozäns.

1.4 Relief

Die Lokalform "Chnoden" erscheint an einem Hang mit einer Neigung von rund 20 %, west-nordwest exponiert.

Die Profile der Lokalformen "Heumoosegg" I + II liegen an einem mit 15 - 20 % geneigten Hang, der nord exponiert ist.

Die Lokalform "Heumoosegg" III erscheint auf einer in südwestlicher Richtung verlaufenden Hangrippe, die mit rund 25 % geneigt ist.

1.5 Vegetation

Nach Landolt und Unterlagen von Klötzli und Kuhn handelt es sich bei diesem Freilandstandort der Lokalform "Chnoden" um eine Davallseggen-Pfeifengras-Wiese (*Molinietum-Caricetosum davallianae*) mit örtlichen Uebergängen zum montanen Davallseggenried (*Caricetum davallianae typicum*).

Nach den Aufnahmen von Kuhn im Sommer 1978 gehören die Lokalformen "Heumoosegg" I - III zu folgenden Gesellschaften:

"Heumoosegg" I	Freiland	Crepido Cynosuretum (Goldpippau-Kammgraswiese)
"Heumoosegg" II	Wald	Abieti-Fagetum typicum (Typischer Tannen-Buchewald) Ellenberg und Klötzli Nr. 18
"Heumoosegg" III	Wald	Equiseto-Abietetum (Schachtelhalm-Tannenmischwald) Ellenberg und Klötzli Nr. 49

2. Morphologischer Beschrieb und Feldaufnahme der Bodenprofile

2.1 Lokalform "Chnoden"

Der Boden der Lokalform "Chnoden" ist praktisch nur im $A_{h,(a)}$ -Horizont belebt und periodisch angenähert genügend durchlüftet. Dieser Horizont entspricht dem Hauptwurzelraum. Nebenwurzeln sind vereinzelt bis in eine Tiefe von 40 cm zu finden. Darunter verschlechtern sich die Lebensbedingungen für die Bodenlebewesen. Es wird vor allem die ungenügende Durchlüftung sein, welche den Lebensraum einschränkt.

Der "Hangwasserspiegel" schwankt nach der morphologischen Beurteilung im Bereiche des $(E)G_{o,(r)}$ -Horizontes. Seine Lage ist von der Hangsickerung, von den Niederschlägen und von der Jahreszeit abhängig.

Der Mineralboden ist ab rund 50 cm Tiefe praktisch undurchlässig. Er bleibt unter dem Einfluss der Hangsickerung und der relativ hohen Niederschläge permanent vernässt. Der "Hangwasserspiegel" dürfte selten unter 50 cm absinken. Durch den Ton- und Staubreichtum der Feinerde und die damit verbundenen Quellen bleibt viel Bodenwasser unbeweglich und für die Pflanze unverwertbar. Die Reduktionsfarben der G_r -Zone (ab 50 cm) des Gleyhorizontes, verursacht durch das reduzierte zweiwertige Eisen, sowie die unter Sauerstoffabschluss im Mineralboden konservierten abgestorbenen Baumwurzeln, sind Hinweise für anaerobe Ver-

hältnisse in diesem Bereich des Bodens.

Es handelt sich um einen tonreichen, anmoorigen Hydromull-Hanggley.

2.2 Lokalform "Heumoosegg" I

Die an der Bodenoberfläche vorherrschende Humusform entspricht einem Mull. Vereinzelt sind in Taschen Uebergänge zu Moder festzustellen. Darunter anschließend ab 15 cm folgt ein deutlich verbraunter Horizont, der aber bereits vereinzelt Rostflecken aufweist. Dieser gut strukturierte Horizont geht bis rund 40 cm Tiefe und stellt den Hauptwurzelraum dar. Unterhalb von 40 cm treten vermehrt Rostflecken auf, und vereinzelt sind auch bereits kleinflächige Flecken mit Reduktionsfarben zu erkennen. Der Charakter des Mineralerdeverwitterungshorizontes wird von den typischen Merkmalen einer Oxidationszone eines Gleyhorizontes überlagert. Der Wechsel von aeroben und anaeroben Phasen entsteht aufgrund des in diesem Bereich häufig schwankenden "Hangwasserspiegels". Eine ausgeprägte Reduktionszone mit praktisch ständiger Wassersättigung beginnt ab rund 70 cm Tiefe. In 90 cm liegt die Kalkgrenze.

Bei diesem Boden handelt es sich um einen tonreichen, im Oberboden verbrauchten modrigen Mull-Hanggley.

2.3 Lokalform "Heumoosegg" II

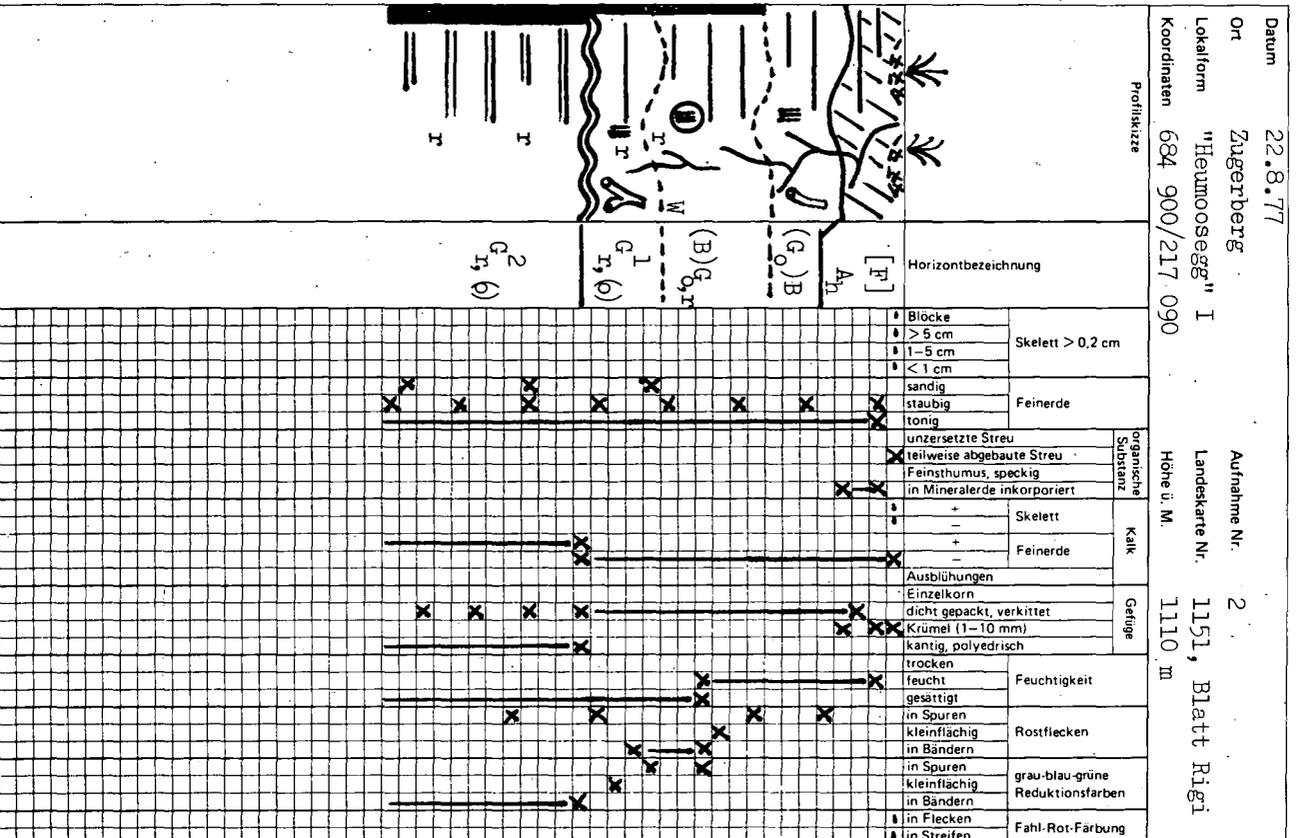
Der deutlich ausgeprägte, im oberen Teil (20 - 60 cm) leicht pseudovergleyte Mineralerdeverwitterungshorizont wird von der Humusform eines Mulls überdeckt. Der oberste humushaltige Mineralerdehorizont (bis 20 cm) ist trotz der niedrigen pH-Werte und den zum Teil hohen Wassersättigungsgrade biologisch relativ aktiv. Der untere Teil des B-Horizontes ab 60 cm reicht bereits in den Schwankungsbereich des "Hangwasserspiegels". Er ist daher deutlich mit Rostflecken durchsetzt. Trotz einer relativ hohen Dichte und periodischer Wassersättigung erfährt der Wurzelraum in diesem Profil eine beachtliche Erweiterung bis in eine Tiefe von 100 cm.

Die praktisch unbelebte und ständig reduzierte Zone des Gleyhorizontes schliesst sich darunter an.

Dieses Profil entspricht einer stark sauren, leicht pseudovergleyten Mull-Braun-

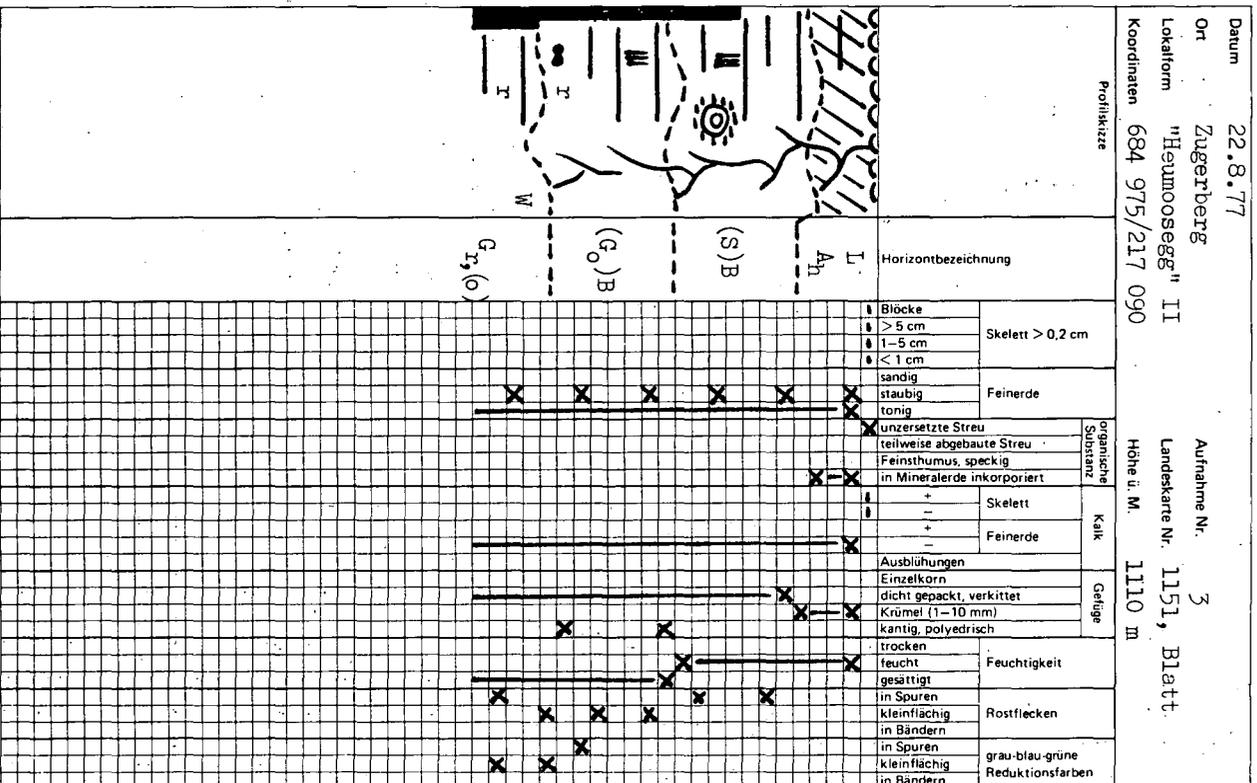
Klimadaten										Vegetation Davallseggen - Pfeifengras - Wiese																																				
mittlere jährliche Niederschlagsmenge (N) 1500 mm										Geologie Hangtone aus unterer Süßwassermolasse																																				
Jahresmitteltemperatur (T) 5,5°C										Meteorologische Station Einsiedeln, Aegeri																																				
<table border="1"> <tr> <th>Fanfarbung bei Wassersättigung</th> <th>in Flecken in Bändern</th> <th>in Flecken ohne Wassersättigung</th> <th>Durchlässigkeit</th> <th>Verdichtung</th> <th>Wurzeln</th> <th>Horizontengrenzen</th> <th>Wurmfruchtigkeit</th> <th>pH Wert, Heilige</th> <th>Farbe, Standard Soil Color Charts</th> </tr> <tr> <td></td> <td>in Flecken</td> <td>in Bändern</td> <td>übermäßig</td> <td>normal</td> <td>geringt</td> <td>schwach</td> <td>stark</td> <td>HW</td> <td>NW</td> <td>scharf</td> <td>verzähnt</td> <td>diffus</td> <td>schwach</td> <td>stark</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Fanfarbung bei Wassersättigung	in Flecken in Bändern	in Flecken ohne Wassersättigung	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontengrenzen	Wurmfruchtigkeit	pH Wert, Heilige	Farbe, Standard Soil Color Charts		in Flecken	in Bändern	übermäßig	normal	geringt	schwach	stark	HW	NW	scharf	verzähnt	diffus	schwach	stark			<p>Topographie</p>									
Fanfarbung bei Wassersättigung	in Flecken in Bändern	in Flecken ohne Wassersättigung	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontengrenzen	Wurmfruchtigkeit	pH Wert, Heilige	Farbe, Standard Soil Color Charts																																					
	in Flecken	in Bändern	übermäßig	normal	geringt	schwach	stark	HW	NW	scharf	verzähnt	diffus	schwach	stark																																
										<p>Exposition WNW</p> <p>Neigung ≈ 20%</p>																																				
<p>6 7,5YR 3/2</p> <p>m:</p> <p>7,5YR 5/8</p> <p>65 10Y 4/1</p> <p>r:</p> <p>2,5Y 5/2</p> <p>7</p> <p>2,5Y 6/2</p>										<p>Zuordnung der Lokalform zu einem Bodentyp</p> <p>Gesteinsrohboden</p> <p>Humussilikatboden</p> <p>Rendzina</p> <p>Pararendzina</p> <p>Kalkbraunerde</p> <p>saure Braunerde</p> <p>basenreiche Braunerde</p> <p>Parabraunerde</p> <p>Eisenpodsol</p> <p>Humuspodsol</p> <p>Pseudogley</p> <p>Stagnogley</p> <p>Hochmoor</p> <p>Auenboden</p> <p>Gley Hang <input checked="" type="checkbox"/> Ebene</p> <p>Flachmoor</p>																																				
<p>7,5 10G 5/1</p>										<p>Zuordnung zu einer Humusform</p> <table border="1"> <tr> <td>Mull</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Hydro-Mull</td> </tr> <tr> <td>Moder</td> <td></td> <td>Hydro-Moder</td> </tr> <tr> <td>Rohhumus</td> <td></td> <td>Hydro-Rohhumus</td> </tr> <tr> <td>Anmoor</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Torf</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Mull	<input checked="" type="checkbox"/>	Hydro-Mull	Moder		Hydro-Moder	Rohhumus		Hydro-Rohhumus	Anmoor	<input checked="" type="checkbox"/>		Torf														
Mull	<input checked="" type="checkbox"/>	Hydro-Mull																																												
Moder		Hydro-Moder																																												
Rohhumus		Hydro-Rohhumus																																												
Anmoor	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
Torf																																														
										<p>Besondere Eigenschaften der Lokalform</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mull intensiv durchwurzelt - F-Horizont in Taschen - Wurzeleinschlüsse z.T. gut konserviert - gehemmte Durchlässigkeit ab 30 cm - ab 50 cm permanent vernässt 																																				

Abbildung 5 Schematische Feldaufnahme der Lokalform "Heumoosegg" I



Klimadaten										Vegetation Goldpippau-Kamm- gras-Wiese	
mittlere jährliche Niederschlagsmenge (N) 1500 mm											
Jahresmitteltemperatur (T) 5,5°C										Geologie Hangtone aus unter- er Süßwassermolasse	
Meteorologische Station Einsiedeln, Aegeri											
										Topographie N Profil S 	
										Exposition N Neigung 25 - 30 %	
										Zuordnung der Lokalform zu einem Bodentyp	
										Gesteinsrohboden Humussilikatboden Rendzina Pararendzina Kalkbraunerde saure Braunerde basenreiche Braunerde Parabraunerde Eisenpodsol Humuspodsol Pseudogley Stagnogley Hochmoor Auenboden Gley Hang <input checked="" type="checkbox"/> Ebene Flachmoor	
										Zuordnung zu einer Humusform	
										<input checked="" type="checkbox"/> Mull Hydro-Mull Moder Hydro-Moder Rohhumus Hydro-Rohhumus Anmoor Torf	
										Besondere Eigenschaften der Lokalform	
										<ul style="list-style-type: none"> - deutlich verbrauchte Zone unter dem A_n - Austritt von freiem Wasser im gesättigten Bereich - Karbonatgrenze in 90 cm Tiefe - Wurzeleinschlüsse 	

Abbildung 6 Schematische Feldaufnahme der Lokalform "Heumoosegg" II



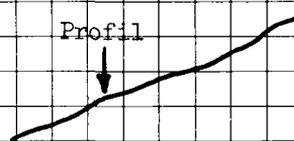
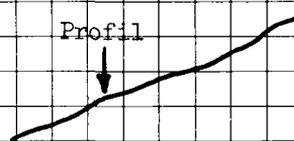
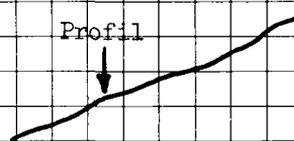
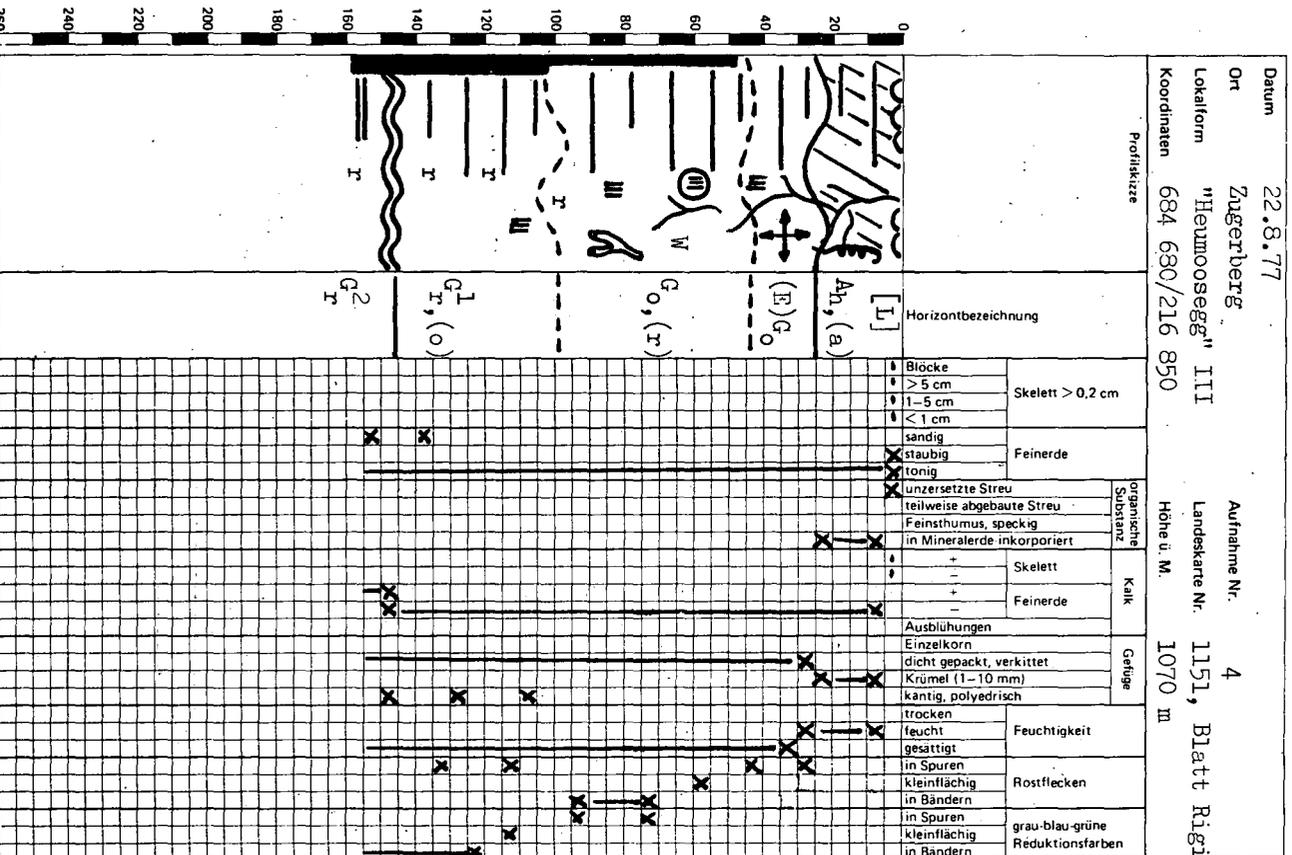
Klimadaten										Vegetation Typischer Tannen-Buchenwald (E+K Nr. 18)																																	
mittlere jährliche Niederschlagsmenge (N) 1500 mm																																											
Jahresmitteltemperatur (T) 5,5°C																																											
Meteorologische Station Einsiedeln, Aegeri										Geologie Hangtone aus unterer Süsswassermolasse																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 10%;">Fahl-Rot-Färbung</td> <td style="width: 10%;">in Flecken</td> <td style="width: 10%;">in Streifen</td> <td style="width: 10%;">Fahlfärbung bei Wasserättigung</td> <td style="width: 10%;">in Flecken</td> <td style="width: 10%;">in Streifen</td> <td style="width: 10%;">Bleichung ohne Wasserättigung</td> <td style="width: 10%;">in Flecken</td> <td style="width: 10%;">in Streifen</td> <td style="width: 10%;">übermäßig</td> <td style="width: 10%;">normal</td> <td style="width: 10%;">Durchlässigkeit</td> <td style="width: 10%;">Verdichtung</td> <td style="width: 10%;">Wurzeln</td> <td style="width: 10%;">Horizontengrenzen</td> <td style="width: 10%;">Wurmätigkeit</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </table>										Fahl-Rot-Färbung	in Flecken	in Streifen	Fahlfärbung bei Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	Bleichung ohne Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	übermäßig	normal	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontengrenzen	Wurmätigkeit																	Topographie	
										Fahl-Rot-Färbung	in Flecken	in Streifen	Fahlfärbung bei Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	Bleichung ohne Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	übermäßig	normal	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontengrenzen	Wurmätigkeit																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 10%;">pH Wert, Hellige</td> <td style="width: 10%;">Farbe, Standard Soil Color Charts</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,5</td> <td style="text-align: center;">7,5 YR 5/4</td> </tr> </table>										pH Wert, Hellige	Farbe, Standard Soil Color Charts	4,5	7,5 YR 5/4	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">N</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>		N	S																										
										pH Wert, Hellige	Farbe, Standard Soil Color Charts																																
4,5	7,5 YR 5/4																																										
N	S																																										
																																											
										Exposition N																																	
										Neigung 20 - 25 %																																	
										Zuordnung der Lokalfarm zu einem Bodentyp																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 10%;">in Flecken</td> <td style="width: 10%;">in Streifen</td> <td style="width: 10%;">Fahlfärbung bei Wasserättigung</td> <td style="width: 10%;">in Flecken</td> <td style="width: 10%;">in Streifen</td> <td style="width: 10%;">Bleichung ohne Wasserättigung</td> <td style="width: 10%;">in Flecken</td> <td style="width: 10%;">in Streifen</td> <td style="width: 10%;">übermäßig</td> <td style="width: 10%;">normal</td> <td style="width: 10%;">Durchlässigkeit</td> <td style="width: 10%;">Verdichtung</td> <td style="width: 10%;">Wurzeln</td> <td style="width: 10%;">Horizontengrenzen</td> <td style="width: 10%;">Wurmätigkeit</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </table>										in Flecken	in Streifen	Fahlfärbung bei Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	Bleichung ohne Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	übermäßig	normal	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontengrenzen	Wurmätigkeit																4,5 7,5 YR 5/4			
										in Flecken	in Streifen	Fahlfärbung bei Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	Bleichung ohne Wasserättigung	in Flecken	in Streifen	übermäßig	normal	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontengrenzen	Wurmätigkeit																			
										4,5 5YR 5/4																																	
										4,5 5YR 5/3																																	
										5																																	
										<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 50%;">Gesteinsrohboden</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>Humussilikatboden</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendzina</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pararendzina</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kalkbraunerde</td> <td></td> </tr> <tr> <td>saure Braunerde</td> <td style="text-align: right;">X</td> </tr> <tr> <td>basenreiche Braunerde</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Parabraunerde</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eisenpodsol</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humuspodsol</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pseudogley</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stagnogley</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hochmoor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Auenboden</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gley</td> <td style="text-align: center;">Hang <input checked="" type="checkbox"/> Ebene</td> </tr> <tr> <td>Flachmoor</td> <td></td> </tr> </table>		Gesteinsrohboden		Humussilikatboden		Rendzina		Pararendzina		Kalkbraunerde		saure Braunerde	X	basenreiche Braunerde		Parabraunerde		Eisenpodsol		Humuspodsol		Pseudogley		Stagnogley		Hochmoor		Auenboden		Gley	Hang <input checked="" type="checkbox"/> Ebene	Flachmoor	
Gesteinsrohboden																																											
Humussilikatboden																																											
Rendzina																																											
Pararendzina																																											
Kalkbraunerde																																											
saure Braunerde	X																																										
basenreiche Braunerde																																											
Parabraunerde																																											
Eisenpodsol																																											
Humuspodsol																																											
Pseudogley																																											
Stagnogley																																											
Hochmoor																																											
Auenboden																																											
Gley	Hang <input checked="" type="checkbox"/> Ebene																																										
Flachmoor																																											
										<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Zuordnung zu einer Humusform</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Mull</td> <td style="width: 50%;">Hydro-Mull</td> </tr> <tr> <td>Moder</td> <td>Hydro-Moder</td> </tr> <tr> <td>Rohhumus</td> <td>Hydro-Rohhumus</td> </tr> <tr> <td>Anmoor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Torf</td> <td></td> </tr> </table>		Zuordnung zu einer Humusform		<input checked="" type="checkbox"/> Mull	Hydro-Mull	Moder	Hydro-Moder	Rohhumus	Hydro-Rohhumus	Anmoor		Torf																					
Zuordnung zu einer Humusform																																											
<input checked="" type="checkbox"/> Mull	Hydro-Mull																																										
Moder	Hydro-Moder																																										
Rohhumus	Hydro-Rohhumus																																										
Anmoor																																											
Torf																																											
										Besondere Eigenschaften der Lokalfarm																																	
										<ul style="list-style-type: none"> - gute biologische Aktivität an der Bodenoberfläche - örtlich Fahl-Rotfärbungen im (S)B - Gleyhorizont ab 60 cm mit schwankendem Wasserspiegel - Reduktionszone in 1 m 																																	

Abbildung 7 Schematische Feldaufnahme der Lokalform "Heumoosegg" III



Klimadaten										Vegetation			
mittlere jährliche Niederschlagsmenge (N) 1500 mm										Schachtelhalm-Tannenmischwald (F+K Nr.49)			
Jahresmitteltemperatur (T) 5,5°C										Geologie			
Meteorologische Station Einsiedeln, Aegeri										Hangtone aus unterer Süsswassermolasse			
in Flecken	in Streifen	Fahl-Rot-Färbung	Fahlfärbung bei Wassersättigung	Bleichung, ohne Wassersättigung	Durchlässigkeit	Verdichtung	Wurzeln	Horizontgrenzen	Wurmständigkeit	pH Wert, Heilige	Farbe, Standard Soil Color Charts	Topographie	
												SW	NE
										4,5	7,5YR 3/1	Exposition SW	
												Neigung 20 - 25 %	
										5	7,5YR 5/3	Zuordnung der Lokalfarm zu einem Bodentyp	
												Gesteinsrohboden	
												Humussilikatboden	
												Rendzina	
												Pararendzina	
												Kalkbraunerde	
												saure Braunerde	
												basenreiche Braunerde	
												Parabraunerde	
												Eisenpodsol	
												Humuspodsol	
												Pseudogley	
												Stagnogley	
												Hochmoor	
												Auenboden	
												Gley Hang <input checked="" type="checkbox"/> Ebene	
												Flachmoor	
										5,5	5GY 5/1	Zuordnung zu einer Humusform	
												Mull <input checked="" type="checkbox"/> Hydro-Mull	
												Moder <input type="checkbox"/> Hydro-Moder	
												Rohhumus <input type="checkbox"/> Hydro-Rohhumus	
												<input checked="" type="checkbox"/> Anmoor	
												Torf	
										7	N 5/0	Besondere Eigenschaften der Lokalfarm	
												- aktiver Hydromull bis Anmoorhumus	
												- leichte Fahlfärbung	
												- tonreicher Gleyhorizont mit mächtiger Oxidationszone	
												- in Austrocknungsphasen entstehen Schwundrisse	

erde, die im Untergrund vergleitet ist.

2.4 Lokalform "Heumoosegg" III

Die Humusform bei der Lokalform "Heumoosegg" III ist ein aktiver Hydromull bis Anmoorhumus. Im darunterliegenden Horizont ab 25 cm Tiefe ist eine Nassbleichung festzustellen, die auf oberflächennahe Sättigungsphasen hinweist. Diese Fahlfärbung ist aber nur sehr schwach ausgeprägt. Sättigung ist in dieser Tiefe meist nach intensiven Regenfällen oder im Frühjahr nach der Schneeschmelze anzutreffen.

Die tonreiche Oxidationszone (45 - 100 cm) des Gleyhorizontes ist mit alten zum Teil gut konservierten Wurzelstücken durchsetzt. Der Hauptwurzelraum des heutigen Waldbestandes beschränkt sich auf die obersten 45 cm dieses Bodens. Nebenwurzeln dringen vereinzelt in die $G_{o,(r)}$ -Zone ein. In den durch die grobblockige Makrostruktur vorgezeichneten Klüften und Spalten sind mancherorts bis in die Reduktionszone hinunter Rostflecken zu erkennen.

Eine Kalkgrenze liegt bei 145 cm Tiefe.

Das Bodenprofil entspricht einem schwach fahlen, ammoorigen Hydromull-Hangley.

3 Untersuchungen an den Bodenprofilen

3.1 Bodenphysikalische Eigenschaften

Die folgenden Untersuchungen wurden alle an natürlich gelagerten Bodenproben durchgeführt.

3.1.1 Dichte und Porosität

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Werte der reellen und der scheinbaren Dichte sowie der Porosität.

Tabelle 1 Dichte und Porosität der Lokalform "Chnoden"

Tiefe [cm]	Reelle Dichte ρ_r [g·cm ⁻³]	Scheinbare Dichte ρ_a [g·cm ⁻³]	Porosität E $E = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r}$
0 - 10	2,36	0,43	0,818
30 - 40	2,72	0,85	0,688
70 - 80	2,72	1,26	0,537
110 - 120	2,73	1,56	0,430

Tabelle 2 Dichte und Porosität der Lokalform "Heumosegg" I

Tiefe [cm]	Reelle Dichte ρ_r [g·cm ⁻³]	Scheinbare Dichte ρ_a [g·cm ⁻³]	Porosität E $E = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r}$
5 - 15	2,59	1,05	0,595
25 - 35	2,61	1,19	0,544
50 - 60	2,66	1,41	0,470
95 - 105	2,65	1,47	0,445

Tabelle 3 Dichte und Porosität der Lokalform "Heumosegg" II

Tiefe [cm]	Reelle Dichte ρ_r [g·cm ⁻³]	Scheinbare Dichte ρ_a [g·cm ⁻³]	Porosität E $E = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r}$
5 - 15	2,57	1,13	0,560
25 - 35	2,63	1,31	0,500
65 - 75	2,64	1,36	0,485
100 - 110	2,65	1,44	0,457

Tabelle 4 Dichte und Porosität der Lokalform "Heumoosegg" III

Tiefe [cm]	Reelle Dichte ρ_r [g·cm ⁻³]	Scheinbare Dichte ρ_a [g·cm ⁻³]	Porosität E $E = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r}$
5 - 15	2,46	0,89	0,638
35 - 45	2,59	1,13	0,564
75 - 85	2,62	1,46	0,443
105 - 115	2,65	1,45	0,453

Die niedrigen scheinbaren Dichten direkt unter der Bodenoberfläche sind auf den mehr oder weniger hohen Anteil an organischer Substanz und deren unterschiedliche Abbaugrade zurückzuführen. Im allgemeinen sind die Werte bei allen Profilen in den unteren Horizonten dagegen hoch.

Für Pflanzenwurzeln wird es schwierig sein, noch nicht durchwurzelte tiefere Bodenbereiche neu zu erschliessen. Nebst dem Fehlen einer normalen Bodendurchlüftung ist der mechanische Widerstand, der dem Wurzelwachstum entgegengesetzt wird, relativ gross.

3.1.2 Korngrößenverteilung

Die Böden der vier Lokalformen sind praktisch skelettfrei. Die folgenden Tabellen zeigen die Korngrößenverteilung der Feinerde.

Tabelle 5 Korngrößenverteilung der Lokalform "Chnoden"

Tiefe [cm]	Ton [% g]	Staub [% g]	Sand [% g]	Prädikat
0 - 10	54,5	41,2	4,3	Stäubiger Ton
30 - 40	43,6	45,5	10,9	Stäubiger Ton
70 - 80	37,2	46,4	16,4	Stäubig-toniger Lehm
110 - 120	41,2	50,1	8,7	Stäubiger Ton

Tabelle 6 Korngrößenverteilung der Lokalform "Heumoosegg" I

Tiefe [cm]	Ton [% g]	Staub [% g]	Sand [% g]	Prädikat
5 - 15	37,8	42,5	19,7	Staubig-toniger Lehm
25 - 35	44,0	42,0	14,0	Staubiger Ton
50 - 60	44,8	43,5	11,7	Staubiger Ton
95 - 105	72,5	24,5	3,0	Ton

Tabelle 7 Korngrößenverteilung der Lokalform "Heumoosegg" II

Tiefe [cm]	Ton [% g]	Staub [% g]	Sand [% g]	Prädikat
5 - 15	29,8	36,7	33,5	Toniger Lehm
25 - 35	38,5	34,0	27,5	Toniger Lehm
65 - 75	42,0	34,5	23,5	Ton
100 - 110	68,8	27,5	3,7	Ton

Tabelle 8 Korngrößenverteilung der Lokalform "Heumoosegg" III

Tiefe [cm]	Ton [% g]	Staub [% g]	Sand [% g]	Prädikat
5 - 15	35,3	35,8	28,9	Toniger Lehm
35 - 45	36,0	35,8	28,2	Toniger Lehm
75 - 85	50,3	33,3	16,4	Ton
105 - 115	48,1	28,9	23,0	Ton

Bei den Lokalformen "Chnoden" und "Heumoosegg" I überwiegen mit meist mehr als 80 %_g die Staub- und Tonanteile. Der Sandanteil ist zu gering, als dass er zur Bodenlockerung wesentlich beitragen könnte.

Die Profile "Heumoosegg" II und III zeigen im Vergleich zu den beiden anderen Profilen einen um rund 10 %_g höheren Sandgehalt. Der Staubanteil ist leicht vermindert.

Die einseitige Präsenz feiner Kornfraktionen trägt neben der ungünstigen Bodenstruktur viel zur Vergleyung dieser Böden bei.

3.1.3 Porengrößenverteilung nach Saugspannungsklassen

Da die Saugspannung über die Wasserbewegung im Boden und über die Wasserverwertung durch die Pflanze mitentscheidet, wird die Porengrößenverteilung nach Saugspannungsklassen beurteilt.

Wir verwenden folgende Saugspannungsklassen SK:

- $V_1 \hat{=} SK_1$ (0,001 - 0,08 bar) leicht entfernbares Wasser
- $V_2 \hat{=} SK_2$ (0,08 - 0,69 bar) leicht verwertbares Wasser
- $V_3 \hat{=} SK_3$ (0,69 - 15,0 bar) schwer verwertbares Wasser
- $V_4 \hat{=} SK_4$ (> 15,0 bar) nicht verwertbares Wasser

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Porengrößenverteilung der vier Lokalformen dargestellt nach Saugspannungsklassen $SK_{1,2,3,4}$.

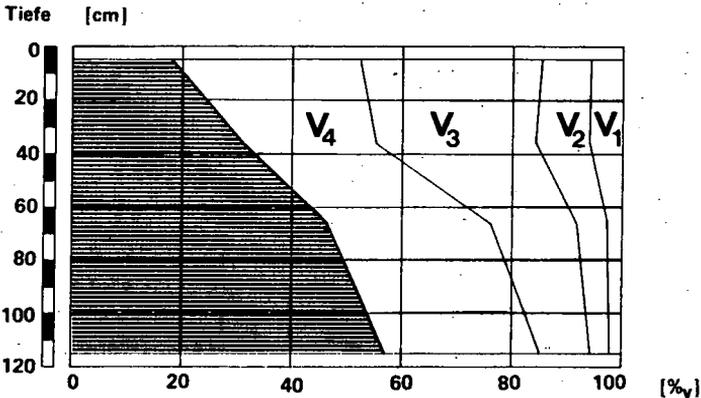


Abbildung 8 Porengrößenverteilung der Lokalform "Chnoden"

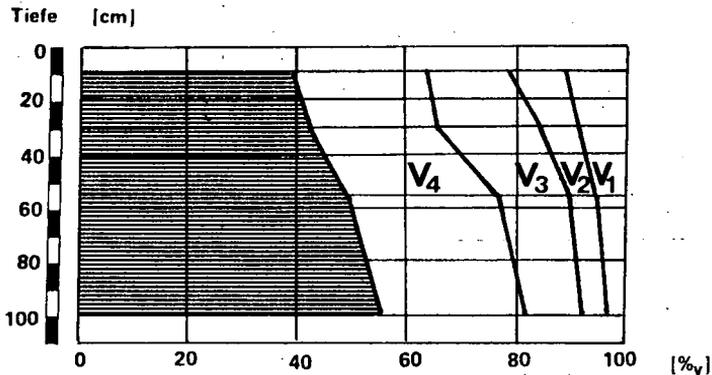


Abbildung 9 Porengrößenverteilung der Lokalform "Heumoosegg" I

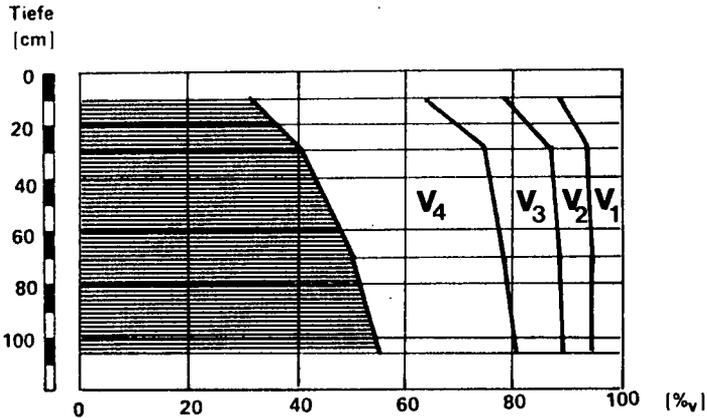


Abbildung 10 Porengrößenverteilung der Lokalform "Heumoosegg" II

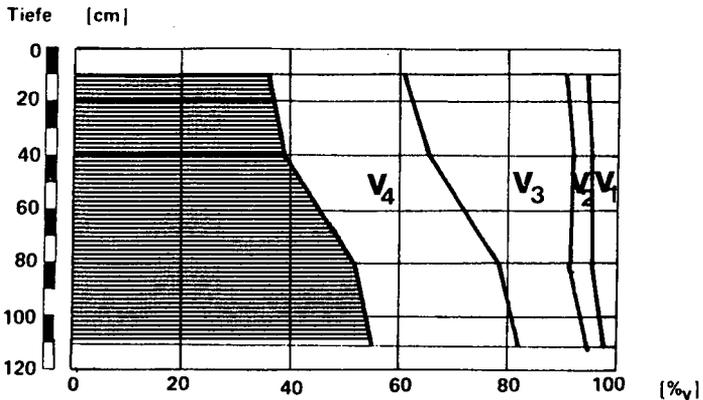


Abbildung 11 Porengrößenverteilung der Lokalform "Heumoosegg" III

Auffallend ist in allen Böden der relativ geringe Porenvolumenanteil der Saugspannungsklassen SK_1 und SK_2 , der selbst im Oberboden unter $20\%_v$ liegt und in den unteren Horizonten > 60 cm Tiefe sogar $10\%_v$ nie übersteigt. Da alle vier Lokalformen in unterschiedlichen Tiefen einen praktisch undurchlässigen Horizont aufweisen, ist das Wasservolumen, das in den Poren der SK_1 gespeichert ist, zum grössten Teil für die Pflanze zum leicht verwertbaren Wasser zu zählen, soweit es infolge Hanglage nicht hangparallel abwärts sickert.

Es ist überall ein bedeutender Anteil von über 10 % schwer verwertbares Wasser (SK_3) zu beobachten. Das für die Pflanze nicht verwertbare Wasser (SK_4), füllt über die ganze Profiltiefe rund 1/3 bis 1/2 des Porenvolumens.

Wie die Saugspannungsmessungen während der Vegetationsperiode 1978 (Abschnitt 3.1.7) zeigen, liegen die Werte mit wenigen Ausnahmen stets unter 80 mbar, also im Bereich der Saugspannungsklasse SK_1 . Das hat zur Folge, dass in der Messperiode die Poren der Saugspannungsklassen SK_{2+3} fast immer mit Wasser gefüllt blieben. Viele dynamische Vorgänge im Zusammenhang mit Wassergehalts- und Durchlüftungsveränderungen spielen sich in einem Porenanteil ab, der 15 % und weniger des Gesamtporenvolumens ausmacht.

3.1.4 Wasserleitfähigkeit k nach Darcy

Die nachfolgenden Tabellen zeigen eine Zusammenstellung der Wasserleitfähigkeitswerte der einzelnen Profile im gesättigten Zustand.

Tabelle 9 Wasserleitfähigkeit k nach Darcy der Lokalform "Chnoden"

Tiefe [cm]	k - Wert	
	[cm·s ⁻¹]	[cm·d ⁻¹]
0 - 10	$3,53 \cdot 10^{-4}$	$3,05 \cdot 10^1$
30 - 40	$1,97 \cdot 10^{-5}$	$1,70 \cdot 10^0$
70 - 80	$4,70 \cdot 10^{-7}$	$4,06 \cdot 10^{-2}$
110 - 120	$3,10 \cdot 10^{-6}$	$2,68 \cdot 10^{-1}$

Tabelle 10 Wasserleitfähigkeit k nach Darcy der Lokalform "Heumoosegg" I

Tiefe [cm]	k - Wert	
	[cm·s ⁻¹]	[cm·d ⁻¹]
5 - 15	$4,69 \cdot 10^{-3}$	$4,06 \cdot 10^2$
25 - 35	$1,19 \cdot 10^{-3}$	$1,03 \cdot 10^2$
50 - 60	$2,79 \cdot 10^{-6}$	$2,42 \cdot 10^{-1}$
95 - 105	$2,26 \cdot 10^{-7}$	$1,96 \cdot 10^{-2}$

Tabelle 11 Wasserleitfähigkeit k nach Darcy der Lokalform "Heumoossegg" II

Tiefe [cm]	k - Wert	
	[cm·s ⁻¹]	[cm·d ⁻¹]
5 - 15	1,85·10 ⁻³	1,60·10 ²
25 - 35	7,82·10 ⁻⁴	6,75·10 ¹
65 - 75	2,48·10 ⁻⁵	2,14·10 ⁰
100 - 110	1,17·10 ⁻⁷	1,01·10 ⁻²

Tabelle 12 Wasserleitfähigkeit k nach Darcy der Lokalform "Heumoossegg" III

Tiefe [cm]	k - Wert	
	[cm·s ⁻¹]	[cm·d ⁻¹]
5 - 15	1,02·10 ⁻⁴	8,82·10 ⁰
35 - 45	7,44·10 ⁻⁵	6,43·10 ⁰
75 - 85	1,03·10 ⁻⁵	8,90·10 ⁻¹
105 - 115	5,23·10 ⁻⁸	4,52·10 ⁻³

Nach der Wasserleitfähigkeit bei Sättigung ist einzig der Oberboden mit Werten von 10⁻³ bis 10⁻⁴ cm·s⁻¹ nahezu normal durchlässig. Dieser k-Wert liegt allerdings schon an der unteren Grenze dessen, was unter den gegebenen Niederschlagsverhältnissen noch als normal durchlässig angenommen werden kann. Die Horizonte mit k-Werten in der Größenordnung von 10⁻⁵ cm·s⁻¹ wirken auf die Durchlässigkeit bereits hemmend. Sie begünstigen den periodischen Wasserstau.

Bei der Lokalform "Chnoden" beginnt die praktisch undurchlässige Schicht mit k-Werten bei 10⁻⁷ cm·s⁻¹ bereits in rund 50 cm Tiefe, beim Profil "Heumoossegg" I bei rund 70 cm und bei "Heumoossegg" II und III in ungefähr 100 cm. Unter den herrschenden Niederschlagsverhältnissen sind diese Bodenanteile praktisch dauernd wassergesättigt.

Die wasserstauende Wirkung des Unterbodens hat zur Folge, dass während niederschlagsreichen Perioden der Boden sogar profilumfassend wassergesättigt wird (Abschnitt 3.1.7).

Die Wasserleitfähigkeit $k(S)$ im teilgesättigten Boden zeigt Tabelle 13 für die Lokalform "Chnoden". Bereits bei geringen Saugspannungen von 40 cm WS liegen die $k(S)$ -Werte im Bereiche von 10^{-6} $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ und kleiner. Bei 80 cm WS, was in der Tiefe von 35 cm einem Wassergehalt von rund 63 %_v im Boden entspricht, ist die Leitfähigkeit in der Größenordnung von 10^{-7} $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, womit nahezu keine Wasserbewegung mehr möglich ist. Bereits bei geringer Wassergehaltsabnahme wird die Leitfähigkeit so klein, dass der Boden praktisch undurchlässig wird. Das ist ein Hinweis auf den Umstand, dass grundsätzlich für die Wassersickerung im Boden nur ein sehr kleiner Porenvolumenanteil zur Verfügung steht, nämlich jener der SK_1 und geringe Anteile der SK_2 (Bereiche von etwa 0,08 - 0,1 bar).

Tabelle 13 Wasserleitfähigkeit $k(S)$ im teilgesättigten Boden für die Lokalform "Chnoden"

Tiefe [cm]	$k(S)$ [$\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$]					
	10 cm WS	20 cm WS	40 cm WS	80 cm WS	160 cm WS	345 cm WS
5 - 15	$4,74\cdot 10^{-5}$	$1,47\cdot 10^{-5}$	$5,25\cdot 10^{-6}$	$6,89\cdot 10^{-7}$	-	-
25 - 35	$1,51\cdot 10^{-5}$	$1,35\cdot 10^{-5}$	$1,70\cdot 10^{-6}$	$6,70\cdot 10^{-7}$	$1,23\cdot 10^{-7}$	-
70 - 80	$2,01\cdot 10^{-7}$	$1,60\cdot 10^{-7}$	$6,69\cdot 10^{-8}$	$5,43\cdot 10^{-8}$	$1,65\cdot 10^{-8}$	$6,18\cdot 10^{-8}$
110 - 120	$1,96\cdot 10^{-6}$	$1,47\cdot 10^{-6}$	$3,70\cdot 10^{-7}$	$3,94\cdot 10^{-8}$	$2,37\cdot 10^{-8}$	-

Mit jeder stärkeren Austrocknung ist in diesen Böden mit ihrem relativ hohen Tongehalt eine Schrumpfung verbunden. Es entstehen dabei Klüfte und Spalten, d.h. eine Makrostruktur, die nicht mehr kapillar wirksam ist, und die beim nächsten starken Regen als vertikal wirksames Bewässerungssystem wirkt.

3.1.5 Desorptionseigenschaften

Die Desorptionskurven aus verschiedenen Tiefen der einzelnen Lokalformen sind aus den Abbildungen 12 bis 15 ersichtlich.

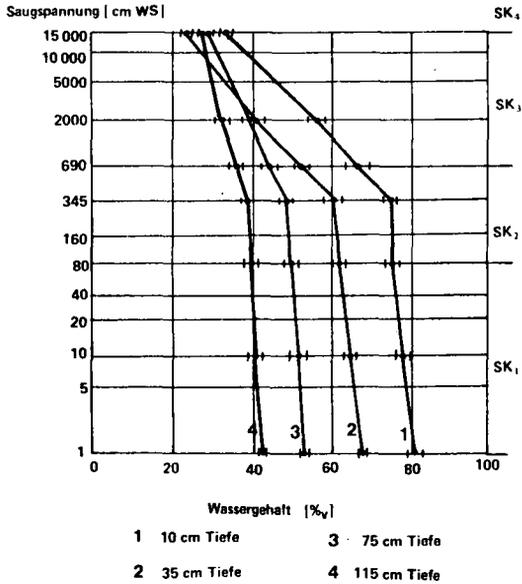


Abbildung 12 Desorptionskurven der Lokalform "Chnoden"

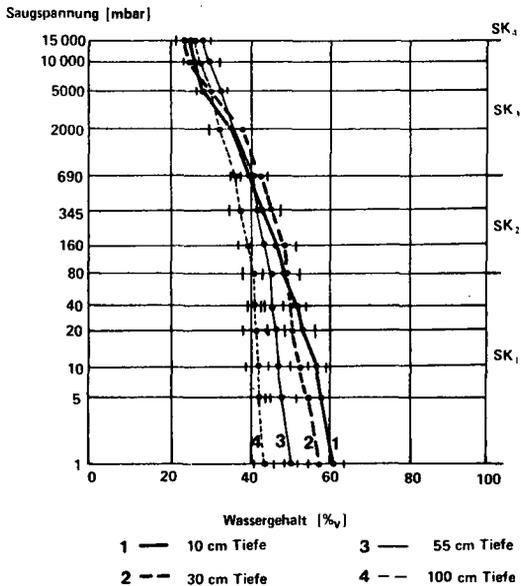


Abbildung 13 Desorptionskurven der Lokalform "Heumosegg" I

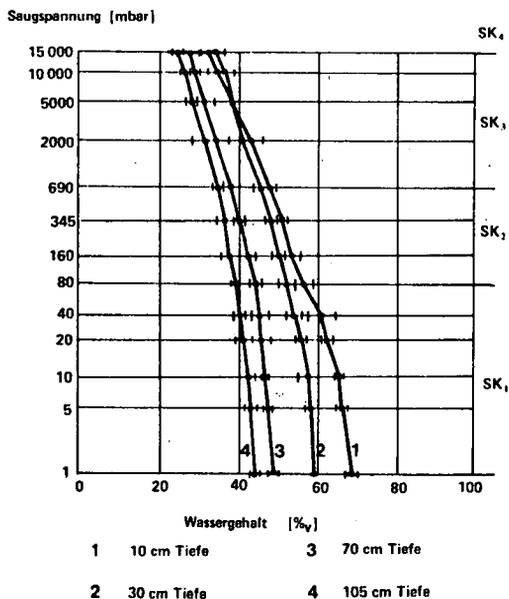


Abbildung 14 Desorptionskurven der Lokalform "Heumoosegg" II

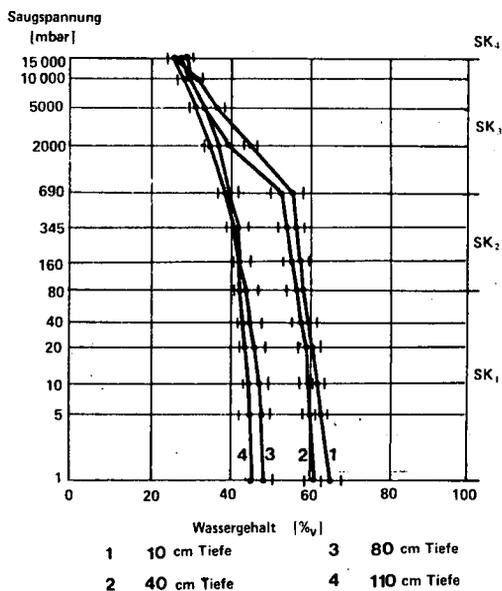


Abbildung 15 Desorptionskurven der Lokalform "Heumoosegg" III

Charakteristisch für alle Kurven ist deren Steilheit im Bereich von 1 - 690 mbar und der mehr oder weniger ähnliche bis parallele Verlauf in den verschiedenen Tiefen. Die Porositäten sind verschieden. Sie nehmen von der Bodenoberfläche nach unten stark ab.

Der sehr steile Verlauf aller Desorptionskurven im erwähnten Bereich zeigt grundsätzlich, wie wenig leicht verwertbares Wasser im Boden gebunden ist. Das gilt vor allem für Tiefen, die zum Wurzelraum gehören.

Nimmt die Pflanze Wasser aus dem Boden auf, dann steigt die Saugspannung schon bei geringer Wassergehaltsabnahme stark an. Das leicht verwertbare Wasser wird während eines Austrocknungsvorganges deshalb rasch aufgebraucht (kleine Porenvolumenanteile V_1 und V_2). Dieser Verbrauch kann sogar rascher erfolgen, als die angegebenen leicht verwertbaren Wassermengen andeuten. Die Durchwurzelung der Bodenhorizonte ist nicht homogen, weshalb bestimmte Mengen des leicht verwertbaren Wassers gar nicht aufgenommen werden können, weil keine Wurzeln in der Nähe sind.

Auffallend ist der hohe Wassergehalt beim permanenten Welkepunkt. Er liegt stets über 20 %_v.

3.1.6 Entwässerbare Porosität und Bodendurchlüftung

Alle vier Profile werden durch das Vorhandensein eines "Hangwasserspiegels" geprägt. Zonen mit praktisch ständiger Wassersättigung, morphologisch erkennbar an den Reduktionsfarben, sind in unterschiedlichen Tiefen durchwegs vorhanden. Ist in einem Boden in einer bestimmten Tiefe ein Wasserspiegel, dann nimmt die sog. entwässerbare Porosität mit zunehmender lotrechten Entfernung dieses Ortes vom Wasserspiegel zu. Unter der entwässerbaren Porosität verstehen wir jenen Luftporenanteil an einem gegebenen Ort im Boden über einem ruhenden Wasserspiegel, der sich einstellt, wenn die Wassersickerung $v = 0$ ist, d.h. wenn die Wasserverteilung jener der Desorptionskurve entspricht. Befindet sich z.B. ein Ort z Zentimeter über einem Wasserspiegel, dann entspricht die Saugspannung an diesem Ort einer Wassersäule von z Zentimeter Höhe. Aus der Desorptionskurve wird der zu dieser Saugspannung gehörende Wassergehalt und der komplementäre Luftanteil bestimmt.

Die angenommenen Wasserspiegeltiefen bei den einzelnen Lokalformen entsprechen von oben nach unten betrachtet dem Beginn der Reduktionszone des Gleyhorizontes. Mit den geringen Durchlässigkeiten im Betrage von $10^{-7} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ steuern die Reduktionszonen weitgehend den Wasserhaushalt und damit den Lufthaushalt im darüberliegenden Boden.

Für die Beurteilung der Durchlüftung verwenden wir die folgende Einteilung:

Anteil luftführender Poren	7 ‰_v	genügende Durchlüftung
Anteil luftführender Poren	$5 - 7 \text{ ‰}_v$	kritische Durchlüftung
Anteil luftführender Poren	5 ‰_v	ungenügende Durchlüftung

Durchlüftungsgrad nach Flühler (1973) abgeändert

Die folgende Zusammenstellung zeigt die entwässerbare Porosität f , die entwässerbare Wassermenge Q_f [entwässerbare Wassermenge pro m^2 Bodenoberfläche über einem Wasserspiegel. Aufintegration von $f(z)$] sowie als Vergleichswert das Porenvolumen der Säuspannungsklasse SK_1 (1 - 80 cm WS).

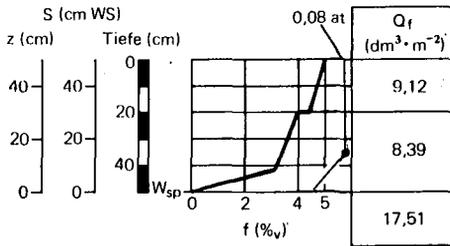


Abbildung 16 Entwässerbare Porosität f für die Lokalform "Chnoden"

Bei der Lokalform "Chnoden" (Abbildung 16) liegen die Werte für die entwässerbare Porosität mit einer Wasserspiegellage in 50 cm Tiefe stets unter 5 ‰_v . Durch die nahezu undurchlässige Schicht in 50 cm Tiefe kann die entwässerbare Wassermenge Q_f von $17,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ zum grössten Teil nicht abgeführt werden. Die nicht wassergesättigten Volumenanteile sind dadurch relativ gering. Die Bodendurchlüftung wird stark eingeschränkt.

Flühler, H., 1973: Zusammenhänge zwischen dem entwässerbaren Porenvolumen und der Bodendurchlüftung.

Schweiz. Z. Forstwes. 124, 10: 754 - 765.

Wie die Saugspannungsmessungen während der Vegetationsperiode 1978 (Abschnitt 3.1.7) zeigen, wurde unter den herrschenden Witterungsbedingungen die Wasserspiegellage in 50 cm nie erreicht. Der Wasserspiegel sank praktisch nicht unter 35 cm.

Im Prinzip hat die Transpiration der Vegetation auf den Grad der Bodenentwässerung und damit auf die Bodendurchlüftung einen starken Einfluss. In der Messperiode 1978 hatten wir aber ausserordentlich hohe Niederschläge, was zur Folge hatte, dass sowohl Gleyböden wie pseudogleyähnliche Böden während langer Zeit nahezu profilumfassend wassergesättigt waren. Auch die Transpirationstätigkeit der Vegetation reichte also nicht aus, um die Böden auf den im langjährigen repräsentativen Mittel zu erwartenden Entwässerungsgrad zu bringen. Diese Entwässerungsgrade sind in den beiden genannten Bodentypen verschieden.

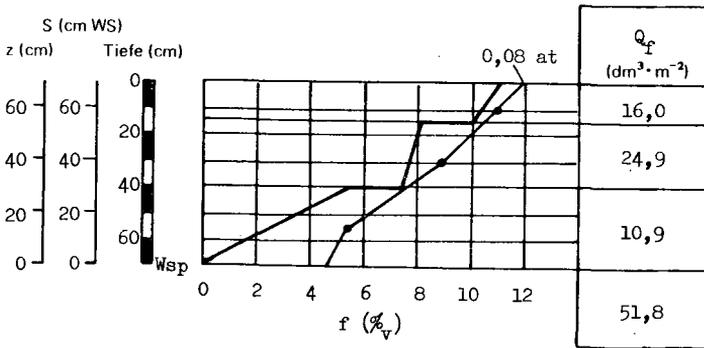


Abbildung 17 Entwässerbare Porosität für die Lokalform "Heumoosegg" I

Bei der Lokalform "Heumoosegg" I (Abbildung 17) zeigt sich eine ähnliche Situation wie im Profil "Chnoden", nur in einer entsprechend grösseren Tiefe. Die niedrigen k -Werte im Horizont unter 70 cm Tiefe verhindern grösstenteils das Ausfliessen der entwässerbaren Wassermenge. Ist einmal die Wassermenge Q_f von $51,8 dm^3 \cdot m^{-2}$ entfernt (technische Entwässerung), dann ist eine genügende Durchlüftung bis in den $(G_0)B$ -Horizont (bis 40 cm) gesichert.

Der Wasserspiegel sank während der Vegetationsperiode 1978 nie unter die Mess-tiefe von 55 cm. Die maximal gemessenen Saugspannungswerte lagen in 10 cm Tiefe und betragen rund 70 mbar. Dadurch wurde für eine kurze Zeitperiode im A_h -Horizont eine genügende Durchlüftung erreicht. Unter den gleichen Witterungsverhält-

nissen ist der Durchlüftungsgrad im (G_0)B-Horizont (20 - 40 cm) bedeutend besser als in der entsprechenden Tiefe beim Profil "Chnoden". Der Wurzelraum erfährt eine bedeutend tiefere Gründigkeit.

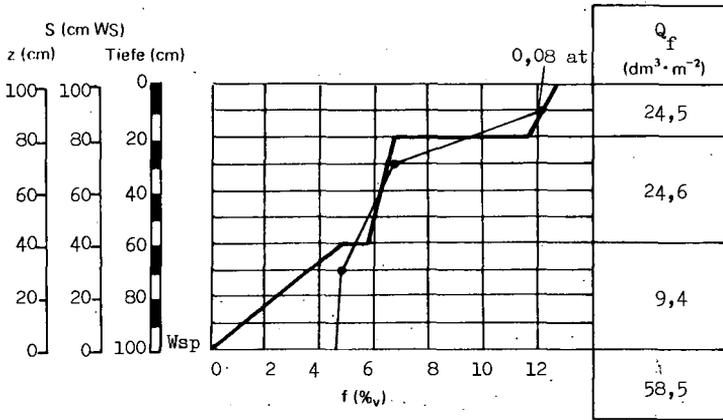


Abbildung 18 Entwässerbare Porosität f für Lokalform "Heumoosegg" II

Liegt der Wasserspiegel im Boden der Lokalform "Heumoosegg" II (Abbildung 18) am oberen Rand der Reduktionszone des Gleyhorizontes in 100 cm Tiefe und kann die entwässerbare Wassermenge Q_f von $58,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ durch Evapotranspiration oder durch künstliche Entwässerung entfernt werden, dann ist der A_n -Horizont genügend durchlüftet. Doch bereits im (S)B-Horizont sinkt der Durchlüftungsgrad in den kritischen und ab 60 cm gar in den ungenügenden Bereich.

Während der Vegetationsperiode 1978 konnte in 10 cm Tiefe ein maximaler Saugspannungswert von 110 mbar gemessen werden. Der Wasserspiegel sank zu diesem Zeitpunkt knapp unter die Messstelle von 70 cm. Dabei war der luftführende Porenanteil im A_n -Horizont gross genug um eine genügende Bodendurchlüftung zu gewährleisten. In den darunterliegenden Horizonten war der Durchlüftungsgrad ungenügend.

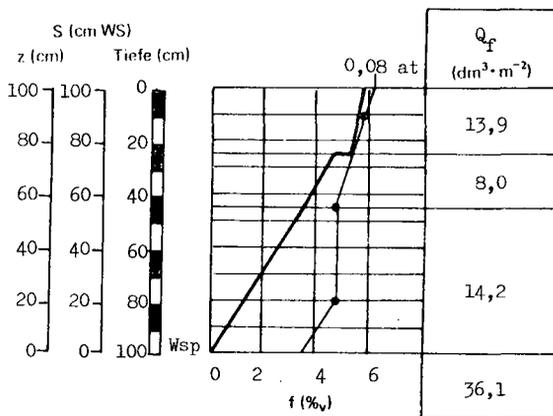


Abbildung 19 Entwässerbare Porosität f für die Lokalform "Heumoosegg" III

Die entwässerbare Wassermenge beträgt bei der Lokalform "Heumoosegg" III (Abbildung 19) über einem Wasserspiegel in 100 cm Tiefe nur $36,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$. Trotz der relativ tiefen Wasserspiegellage liegen die Werte für die entwässerbare Porosität ab 25 cm, d.h. unterhalb des $A_{h,(a)}$ -Horizontes, stets unter $5\%_v$ und somit ist die Durchlüftung ungenügend. Während der Vegetationsperiode 1978 (Abschnitt 3.1.7) war der Boden in 80 cm Tiefe und mehr immer wassergesättigt. Mit kurzperiodigen Ausnahmen anfangs Juni, Ende Juli - August und zweite Hälfte September war der Boden sogar in 40 cm Tiefe gesättigt. Einzig in der Tiefe von 10 cm gab es einige längere Phasen, wo der Boden nur teilgesättigt war. Die grössten Saugspannungen betragen hier rund 30 mbar. Die Durchlüftung bleibt ungenügend (Abbildung 19).

Wie für die Wasserbewegung ist auch für den Lufthaushalt die Makrostruktur, bedingt durch den in Austrocknungsphasen einsetzenden Schrumpfungsprozess, mitentscheidend. Zur Makrostruktur gehören insbesondere nicht kapillar wirksame Spalten und Risse, sowie Wurmkanäle, die eine rasche dreidimensional gerichtete Wasserverteilung verursachen können. Morphologisch können Rostflecken in den durch die Makrostruktur vorgezeichneten Rissen und Spalten beobachtet werden.

3.1.7 Saugspannungsverlauf und Niederschlagsverteilung während der Vegetationsperiode 1978

Zur Erfassung des Saugspannungsverlaufes während der Vegetationsperiode 1978 wurden bei den Bodenprofilen der einzelnen Lokalformen, je nach der Horizontierung, Tensiometer gesetzt und wöchentlich einmal abgelesen. Gleichzeitig wurden die Niederschlagsmengen gemessen.

Die gefallenen Regenmengen waren während den Sommermonaten bis in den Herbst hinein verglichen mit den langjährigen Mittelwerten von benachbarten Messstationen überdurchschnittlich hoch. Zwischen den einzelnen Lokalformen waren aus diesem Grunde die Unterschiede im Saugspannungsverlauf und somit im Luftporenanteil nicht deutlich bzw. nicht vorhanden.

Bei der Lokalform "Chnoden" (Abbildung 20) kann durch die nahezu undurchlässige Reduktionszone des Gleyhorizontes (ab 50 cm) das Wasser nur in beschränktem Ausmass in die Tiefe sickern.

Während der Vegetationsruhe entzieht das Wurzelsystem der Vegetationsdecke dem Boden praktisch kein Wasser. Wasserverluste durch Evaporation bleiben auf oberflächennahe Bodenpartien limitiert. Erst durch die während der Vegetationszeit einsetzende Transpiration wird dem Boden Wasser entzogen. Grössere Schwankungen im Wassergehalt sind während der ganzen Messperiode einzig in 10 cm Tiefe im $A_{h,(a)}$ -Horizont festzustellen. Das dichte Wurzelsystem der Pfeifengras-Wiese vermag diesen Horizont in Perioden mit geringeren Niederschlagsmengen zu entwässern. Die wassergesättigten Phasen werden verkürzt. Die maximal gemessene Saugspannung liegt bei ungefähr 68 cm WS (anfangs Juni), d.h. aber, dass auch zu diesem Zeitpunkt nicht einmal der Volumenanteil der Saugspannungsklasse SK_1 (leicht entfernbares Wasser) aufgebraucht war. Das Porenvolumen, das für die Durchlüftung zur Verfügung stand, betrug rund 5 %_v. Die Durchlüftung ist somit auch zu diesem Zeitpunkt sehr klein und ungenügend.

Bereits in 35 cm Tiefe, d.h. im $(E)G_{o,(r)}$ -Horizont sind die nicht-wassergesättigten Phasen auf drei kurze Zeitpunkte (August, September) beschränkt.

In den Messtiefen 75 cm, 115 cm und 150 cm bleibt der Boden während der ganzen Vegetationsperiode wassergesättigt.

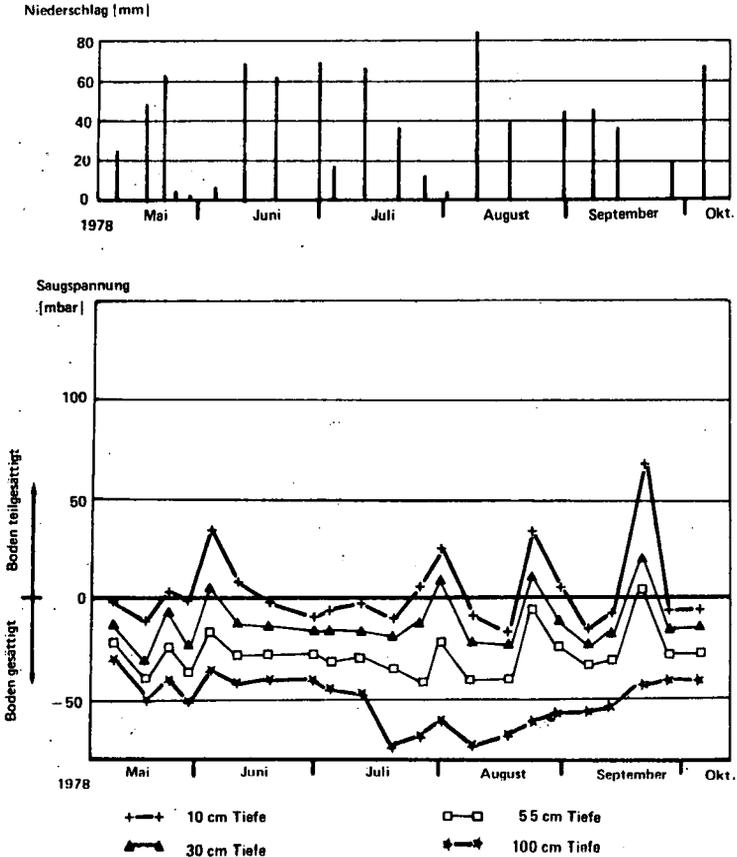


Abbildung 21 Saugspannungsverlauf und Niederschlagsverteilung für die Lokalform "Heumoosegg" I während der Vegetationsperiode 1978

Unser ausserordentlich niederschlagsreiches Messjahr 1978 hatte zur Folge, dass der tonreiche, im Oberboden verbrauchte, modrige Mull-Hangley mit Ausnahme des oberflächennahen Bodenanteils (0 - 10 cm Tiefe) und mit wenigen Teilausnahmen in 30 cm Tiefe (Juni, August, September), immer wassergesättigt war. Trotz den makromorphologischen Profil- und Horizontmerkmalen, die einen Wasserhaushalt mit bedeutend stärkerem und häufigerem Wechsel zwischen Sättigung und Teilsättigung indizieren, zeigt unser Messergebnis, dass auf solchen Standorten auch mit sehr lang andauernden Nassphasen gerechnet werden muss. Das hat für die Art der Landnutzung eine grosse Bedeutung.

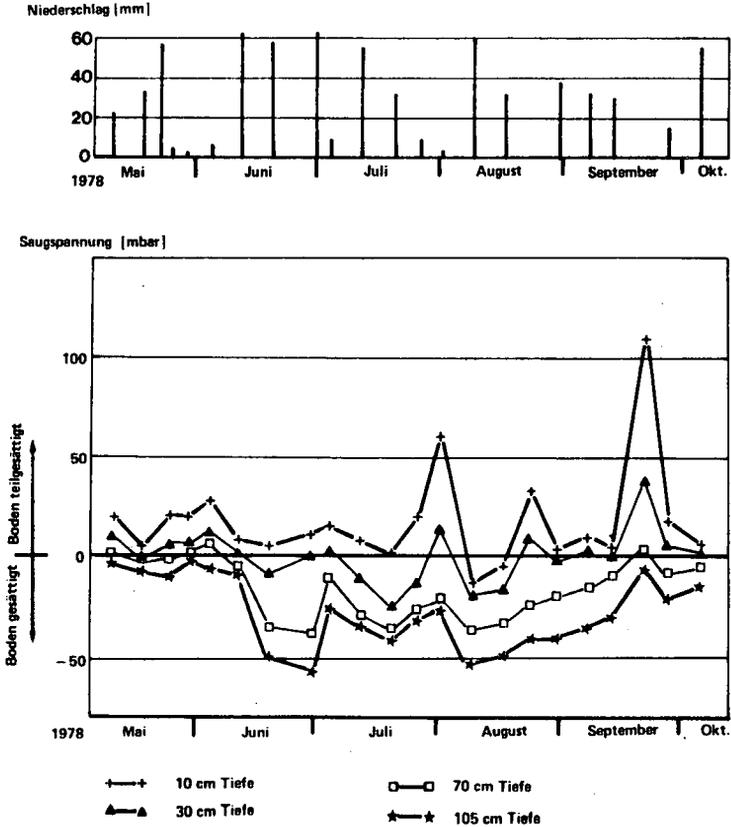


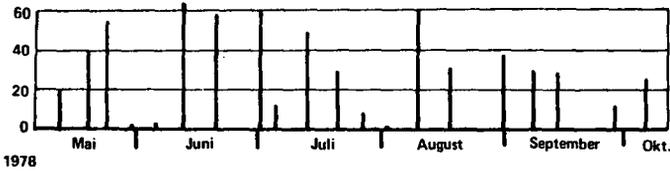
Abbildung 22 Saugspannungsverlauf und Niederschlagsverteilung für die Lokalform "Heumoosegg" II während der Vegetationsperiode 1978

Bei der Lokalform "Heumoosegg" II (Abbildung 22) ist die Messstelle im A_n -Horizont (10 cm Tiefe) während der Vegetationsperiode 1978 kaum wassergesättigt. Allerdings sind die Saugspannungen so klein (10 - 30 mbar), dass auch dieser Bodenanteil (Mull-braunerdiger pseudovergleyter Oberboden), im niederschlagsreichen Jahr 1978, insbesondere in der Zeit Mai - Juli, ungenügend durchlüftet war. In der Zeit August - September waren die oberflächennahen Bodenanteile (Messtiefen 10 und 30 cm) etwas besser entwässert. Angenähert normale Durchlüftung konnte erst in der zweiten Septemberhälfte bei der Messstelle in 10 cm Tiefe festgestellt werden.

Im B-Horizont (70 cm Tiefe) bleibt der Boden mit Ausnahme von Andeutungen im Juni und September dauernd wassergesättigt. Auch das ist nicht ein ökologischer Verlauf, wie wir ihn nach dem langjährigen mittleren Witterungsverlauf erwarten. Aber das Jahr 1978 zeigt eben, dass in diesen Messhöhen auch pseudovergleyte Bodenanteile langperiodisch mit Wasser gesättigt sein können. Makromorphologisch feststellbare Horizontmerkmale geben in diesem Fall extremer Witterungsverhältnisse, die ausnahmsweise d.h. in grossen Intervallen erscheinen, nur undeutlich wieder. Je nach der Art der Landnutzung (auch je nach der Baumartenwahl) kann das aber von Bedeutung sein.

Der $G_{r,(0)}$ -Horizont (ab 100 cm) war ständig wassergesättigt.

Niederschlag [mm]



Saugspannung [mbar]

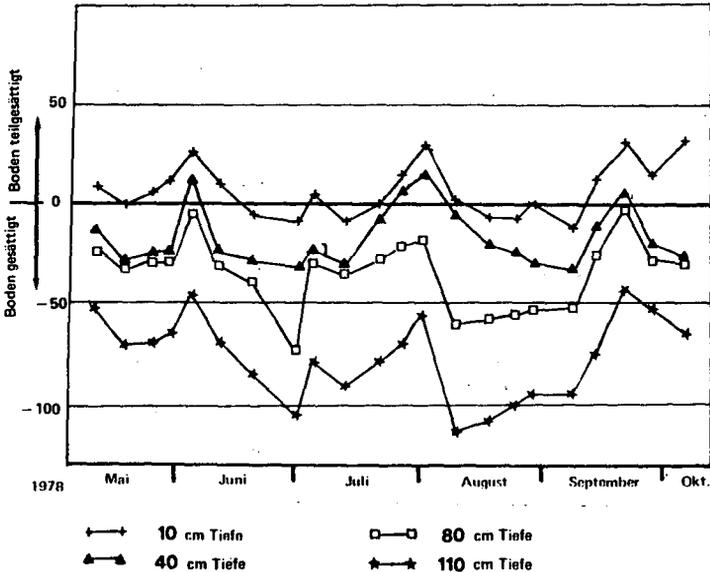


Abbildung 23 Saugspannungsverlauf und Niederschlagsverteilung für die Lokalform "Heumoosegg" III während der Vegetationsperiode 1978

Dass bei der Lokalform "Heumoosegg" III (schwach fehler, anmooriger Hydromull-Hanggley) der oberste humushaltige Mineralerdehorizont in feuchten, niederschlagsreichen Vegetationsperioden lange Zeit wassergesättigt sein kann, zeigen unsere Messungen (Abbildung 23). Wir erkennen auch, weshalb in diesem Boden ein Hydromull vorkommt und weshalb in 20 - 40 cm Tiefe Nassbleichungen entstehen. Die mächtig ausgebildete Oxidationszone des Gleyhorizontes (40 - 100 cm Tiefe) gehört zum Schwankungsbereich des Hangwasserspiegels. Im Messjahr 1978 war dieser Bodenanteil praktisch immer wassergesättigt und vermutlich lange Zeit anaerob. Die ständig gesättigte Messstelle in 110 cm Tiefe gehört zur Reduktionszone.

3.2 Bodenchemische Eigenschaften

Die bodenchemischen Analysen wurden von der Gruppe Bodenkunde der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen (Dr. P. Blaser) durchgeführt.

Eine Uebersicht der Resultate vermitteln die nachfolgenden Tabellen.

Tabelle 14 Bodenchemische Eigenschaften der Lokalform "Chnoden

Tiefe [cm]	Säuregrad pH -log[cH^+]	Organische Substanz [g/100 g Bo]	Kationenaus- tauschkapazität [mäq/100 g Bo]	Sättigungsgrad [% KAK]
0 - 10	6,1	13,5	54,4	65,5
30 - 40	6,3	3,0	18,0	42,1
70 - 80	5,4	0,7	14,7	-
110 - 120	7,5	0,2	21,8	94,5

Tabelle 15 Bodenchemische Eigenschaften der Lokalform "Heumoosegg" I

Tiefe	Säuregrad pH	Organische Substanz	Kationenaus- tauschkapazität	Sättigungsgrad
[cm]	$-\log[\text{cH}^+]$	[g/100 g Bo]	[mäq/100 g Bo]	[% KAK]
5 - 15	4,2	6,0	56,5	76,4
25 - 35	3,8	1,4	54,3	76,8
50 - 60	4,1	0,7	58,7	85,6
95 - 105	5,0	0,3	69,6	95,8

Tabelle 16 Bodenchemische Eigenschaften der Lokalform "Heumoosegg" II

Tiefe	Säuregrad pH	Organische Substanz	Kationenaus- tauschkapazität	Sättigungsgrad
[cm]	$-\log[\text{cH}^+]$	[g/100 g Bo]	[mäq/100 g Bo]	[% KAK]
5 - 15	4,3	3,6	39,1	54,6
25 - 35	4,4	1,0	47,8	63,5
65 - 75	4,8	0,7	54,3	76,5
100 - 110	5,2	0,5	69,4	90,4

Tabelle 17 Bodenchemische Eigenschaften der Lokalform "Heumoosegg" III

Tiefe	Säuregrad pH	Organische Substanz	Kationenaus- tauschkapazität	Sättigungsgrad
[cm]	$-\log[\text{cH}^+]$	[g/100 g Bo]	[mäq/100 g Bo]	[% KAK]
5 - 15	6,2	17,4	76,1	92,4
35 - 45	6,3	3,1	43,5	94,3
75 - 85	6,3	1,5	50,0	95,5
105 - 115	6,5	1,4	52,2	96,8

- Säuregrad und Karbonatgehalt

Durch den Säuregrad werden die Lebensbedingungen im Boden beeinflusst. Er wirkt sich auf die Verfügbarkeit der Nährstoffe aus und damit direkt auf das Pflanzenwachstum.

Die Profile der Lokalformen "Heumoosegg" I und II haben eine bedeutend saurere Bodenreaktion (pH-Werte bei 4) als die beiden anderen Profile "Chnoden" und "Heumoosegg" III (pH-Werte um 6). Bedingt durch die unterschiedlichen Durchlässigkeiten im Oberboden und der Höhe des Schwankungsbereiches des "Hangwasserspiegels" ergibt sich eine mehr oder weniger intensive Versauerung des Bodens.

Bei der Lokalform "Heumoosegg" I und im Profil "Chnoden" konnte eine Kalkgrenze nachgewiesen werden.

- Organische Substanz

In den oberflächennahen Horizonten sind, je nach Abbaugrad und Durchmischung der organischen Substanz mit der Mineralerde entsprechend der biologischen Bodenaktivität, grössere oder kleinere Mengen vorhanden.

- Kationenaustauschkapazität und Sättigungsgrad

Die Kationenaustauschkapazität und der Sättigungsgrad sind in allen vier Böden, unter anderem bedingt durch den hohen Tongehalt, relativ gross.

4 Standortkundliche Interpretationen

Prognostiziert nach den makromorphologischen Profilmertkmalen haben die Böden der Gruppe 1 :

- "Heumoosegg" I (Mull-Moder Hanggley mit braunerdeähnlichem A_h -B - Anteil)

- "Heumoosegg" II (Mull-braunerdiger, pseudovergleyter Oberboden über Gley-
Unterlage ab rund 60 - 70 cm Tiefe)

im langjährigen Mittel längere und tiefer in den Boden eindringende Phasen

der Wasser-Teilsättigung und der besseren Durchlüftung, als Böden der Gruppe 2:

- "Chnoden" (Anmooriger Hydromull-Hanggley, schwach mittelgründig)
- "Heumoosegg" III (Schwach fahler, anmooriger Hydromull-Hanggley, schwach mittelgründig).

Es ist ohne weiteres möglich, dass ökologische Bodeneigenschaften, die unter dem Einfluss der langjährigen mittleren Standortbedingungen bodentypisch sind, in Extremjahren sehr wenig oder gar nicht zur Auswirkung kommen. Es können vorübergehend sogar ökologisch gegenläufig wirkende Zustände eintreten.

Der Verlauf der Saugspannungen im Jahre 1978 ist ein typisches Beispiel hiezu. Die auch während der Vegetationsperiode andauernd hohen, die langjährigen Mittelwerte übersteigenden Niederschläge verursachten in nahezu allen Böden langperiodige hohe Wassersättigungsgrade. Das zeigte der Verlauf der Saugspannungen. Pseudogleye, die unter normalen Witterungsverhältnissen im Oberboden deutliche Phasen der Wasser-Teilsättigung haben, waren im Jahre 1978 praktisch immer gesättigt. Nur teilweise war ein minimaler Wasserentzug angedeutet. Hanggleye sind dagegen auch bei kleineren Niederschlägen in der Regel unterhalb des Hauptwurzelraumes wassergesättigt.

Böden der Gruppe 1 (Pseudogleye und Varianten im weitesten Sinn) sind für Aufforstungen unmittelbar geeignet, als jene der Gruppe 2 (generell Gleye).

Nach örtlichen Angaben sind auf Böden der Gruppe 1 typische Tannen-Buchenwälder zu erwarten.

Böden der Gruppe 2 (schwach mittelgründige, anmoorige Hydromull-Hanggleye vom Typ "Chnoden") verlangen für Aufforstungen im Vergleich zur Gruppe 1 intensivere technische und waldbauliche Vorarbeiten (Entwässerungen, Vorbau usw.), wenn in einigen Jahrzehnten ein Bestand vom Typus eines Schachtelhalm-Tannenwaldes begründet sein soll.

Es ist eine Ermessenssache und hängt von vielen Umständen (Politik der Landnutzung, finanzielle Investitionsbereitschaft, Landschaftsgestaltung, Eigentumsverhältnisse) ab, ob ein Boden von Typ "Chnoden" aufgeforstet werden soll oder nicht.

Einige Fragen zur Entwässerung

Je nach der Nutzungsart fällt in einem vernässten Boden der Entwässerung eine mehr oder weniger grosse Bedeutung zu.

Ein wesentlicher Bestandteil des Hauptwurzelraumes bildet in den meisten der vier untersuchten Böden der direkt unter der Vegetationsdecke anschliessende, humushaltige Mineralerdehorizont. Die biologische Bodenaktivität ist in diesem Horizont weitgehend von der Durchlässigkeit der darunterliegenden Horizonte abhängig. Diese steuert den Wasserhaushalt im darüberliegenden Bodenanteil und somit auch die Humusbildung. Entsprechend entsteht eine Humusform, die zwischen Mull, Hydromull bis zu Anmoorhumus liegen kann.

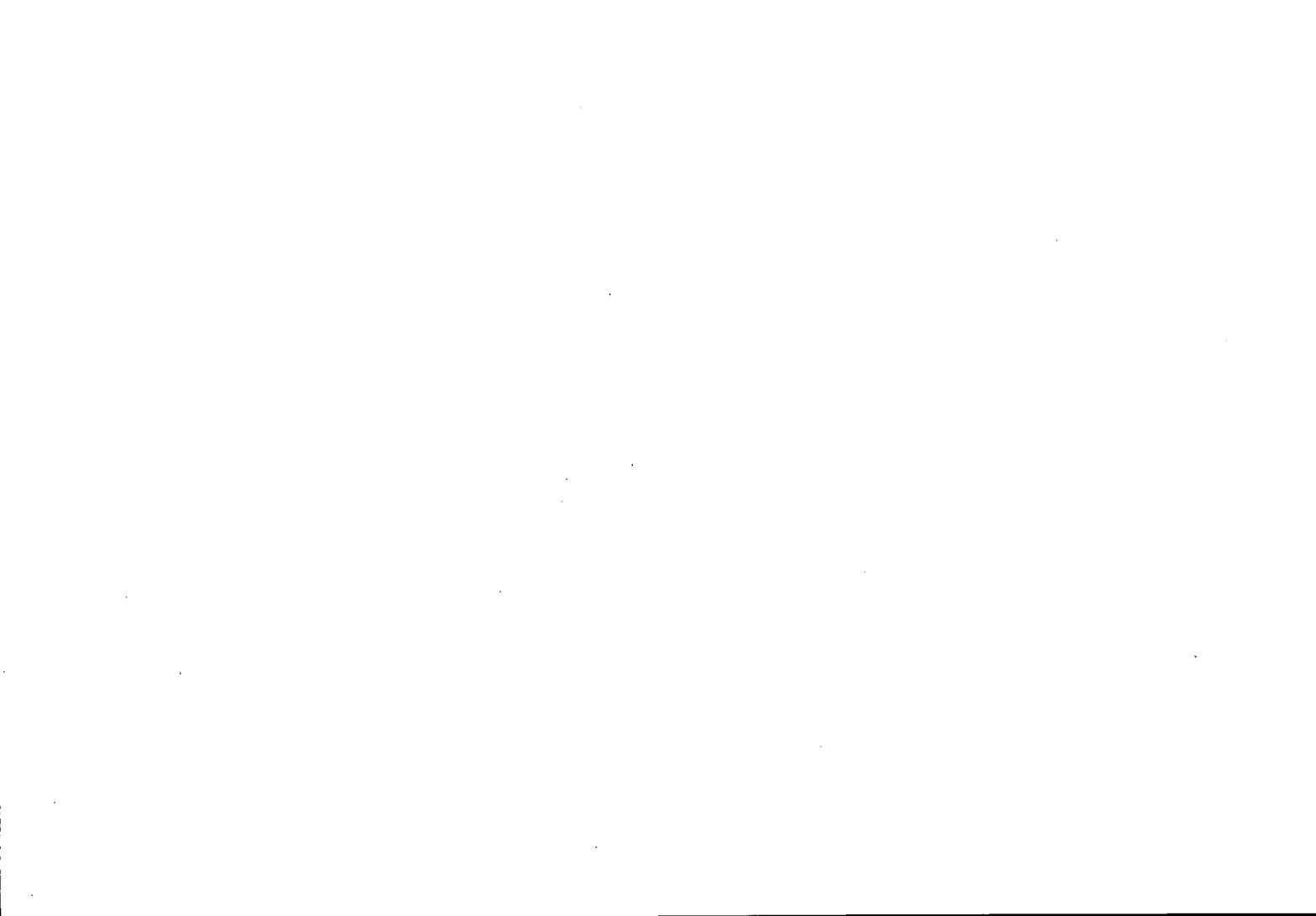
Als Stauschicht wirkt oft die Reduktionszone eines Gleyhorizontes. Diese ist meist stark verdichtet, praktisch undurchlässig, ständig wassergesättigt, anaerob und daher unbelebt. Während niederschlagsreichen Perioden und im Frühjahr nach der Schneeschmelze sind diese Böden trotz unterschiedlicher Tiefe der Stauschicht bis an die Bodenoberfläche mit Wasser gesättigt.

Der Porenaufbau ist für eine Verbesserung des Luftporenanteils durch Entwässerung im Prinzip ungünstig. Der geringe Porenvolumenanteil der Saugspannungsklassen SK_{1+2} setzt allfälligen Entwässerungen enge Grenzen. Eine möglichst intensive Durchwurzelung soll erwirken, dass das Wasser in diesen Saugspannungsklassen in regenfreien Perioden so rasch als möglich entfernt wird.

Eine Erweiterung des Wurzelraumes durch die Erschliessung von tieferen Bodenschichten wird aber nur sehr langsam vor sich gehen. Auch die mit Wald bestockten Böden haben einen relativ geringmächtigen Hauptwurzelraum. Viele Baumarten haben Mühe, mit ihrem Wurzelwerk verdichtete Bodenhorizonte aufzuschliessen. Es ist für sie schwierig, in tiefer gelegene Bodenhorizonte, mit hoher scheinbarer Dichte neu einzudringen. Das hat zur Folge, dass mit zunehmendem Bestandesalter, wenn zusätzlicher Wurzelraum für normales Weiterwachstum nötig wird, dieser nicht oder in zu geringem Mass zur Verfügung steht. Die normale Weiterentwicklung des Bestandes wird gestört, weil die Gründigkeit des Bodens nicht genügend erhöht werden kann. Der hohe mechanische Eindringwiderstand und die fehlende Durchlüftung sind zwei Faktoren, die eine Durchwurzelung grösserer Bodentiefen hemmen oder sogar verunmöglichen. Die Bestände mit Wirtschaftsbaumarten erleben oft mit zunehmendem Bestandesalter eine kri-

tische Phase. Das Wachstum der Bäume lässt nach, die Bestände werden lückig und können im Extremfall zusammenbrechen.

Eines der ersten Ziele der Bodenentwässerung ist grundsätzlich die Verbesserung des Wasserhaushaltes. Durch rascheren Wasserentzug sollen Bodenhorizonte besser und langfristiger durchlüftet werden. Die zum Anbau vorgesehenen Pflanzenarten sollen im Wurzelraum günstigere Wachstumsbedingungen erhalten. Ein möglichst dichtes Wurzelsystem kann dem Boden rascher als unter Feldbedingungen viel Wasser entziehen. Durch das Wurzelwerk wird der Boden zudem aufgelockert. Es werden neue Gänge gebildet, die für eine raschere Entwässerung und Durchlüftung nützlich sind. Die bodenverbessernde Aufgabe hat bei einer Aufforstung der Vorbau (Pionierbaumarten) zu übernehmen. Bevor Wirtschaftsbaumarten gepflanzt werden können, muss die Gewissheit bestehen, dass der an sich flach- bis mittelgründige Wurzelraum durch die Vorbaubaumarten intensiver durchwurzelt, besser durchlüftet und soviel als möglich nach der Tiefe erweitert worden ist. Entwässerungsgräben werden auch die meliorierende Wirkung nach grösseren Bodentiefen begünstigen.



E X K U R S I O N F

VOGESEN

Bodenbildung und Standortseigenschaften im Gebiet
der Zentralvogesen

- FAHRTROUTE: Freiburg - Mulhouse - Grand Ballon (Exkursionspunkt 1)
- Nonselkopf (Exkursionspunkt 2)
- Le Gazon de Faite (Exkursionspunkt 3)
- Le Holly (Exkursionspunkt 4)
- Finkenhoehe (Exkursionspunkt 5)
- Haut de Ribeauville (Exkursionspunkt 6)
- Ribeauville - Colmar - Breisach - Freiburg
- FÜHRUNG: M. Gury
Centre de Pédologie Biologique C.N.R.S.
Nancy - Vandœuvre
- TERMIN: 15.9.1979 (Samstag)
- ABFAHRT: 8⁰⁰ Uhr vor dem Tagungslokal
- RÜCKKEHR: ca. 19⁰⁰ Uhr

1 Die Vogesen

Die Vogesen stellen ein kleines herzynisches Gebirgsmassiv dar, dessen Heraushebung und Reliefgestaltung im Tertiär erfolgte. Das sehr asymmetrische Massiv hat seine höchsten Erhebungen im Osten und Süden. Es ist weiterhin charakterisiert durch flache Abdachung nach Westlothringen und abrupten Abfall zum östlichen Elsaß.

Das Klima ist insgesamt kühl und humid, aber immer noch stark atlantisch geprägt - wesentlich stärker als beispielsweise das Klima des Schwarzwalds¹⁾. Bewaldete Gebiete sind von großer Bedeutung.

Nach Relief, geologischer Formation, Klimazonen, Höhengürtel der Vegetation und Geomorphologie lassen sich mehrere Teillandschaften ausscheiden. Es sind von NW nach SO folgende Einheiten:

1.1 Niedervogesen

Geringe Meereshöhe (500 - 750 m), aber starkes Relief vor allem im Norden (Donon: 1010 m); in der Gipfelregion häufig steilwandige Konglomeratpakete.

- Sandstein der unteren Trias (Buntsandstein);
- niederschlagsreich (900 - 1500 mm/Jahr);
- überwiegend Waldbedeckung (80 - 90 %).

1.2 Becken von Saint-Dié

Permische Senke zwischen Sandsteinvogesen (Niedervogesen) und Kristallinogesen (Hochvogesen). Hauptsächlich Weidewirtschaft, wenig wechselvolles Relief.

1.3 Hochvogesen

- Bedeutende Meereshöhe (1000 - 1400 m), ausgeprägte Reliefunterschiede, abgerundete Gipfel ("ballons"), deutliche Spuren der quartären Vereisung;

1) Siehe auch: H. EGGERS, Schwarzwald und Vogesen. Ein vergleichender Überblick. Geographie Bd. 1 Westermann Taschenbuch, Westermann Braunschweig, 1964 (Anmerkung der Übersetzer).

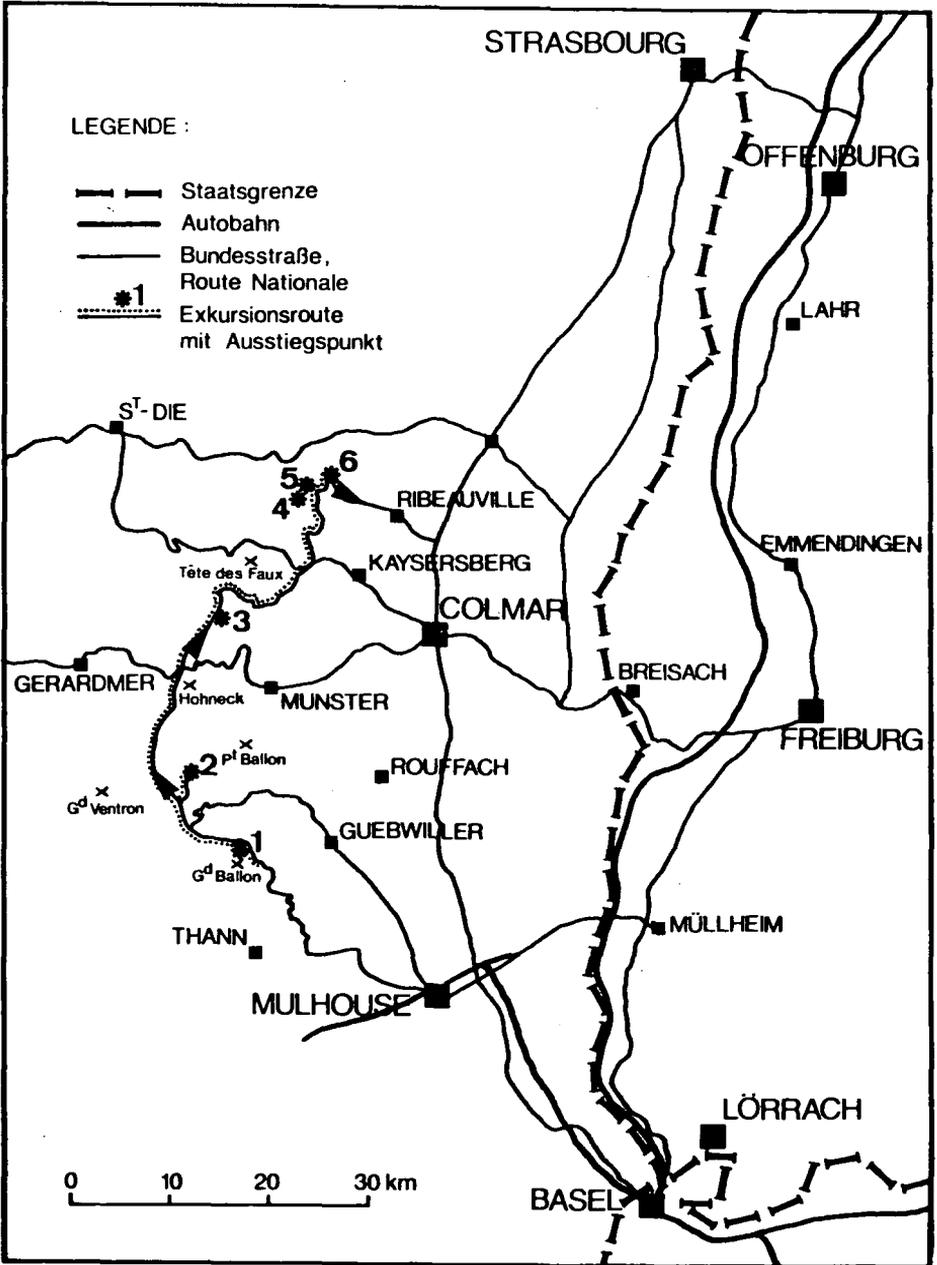


Abb.1: Route der Exkursion F

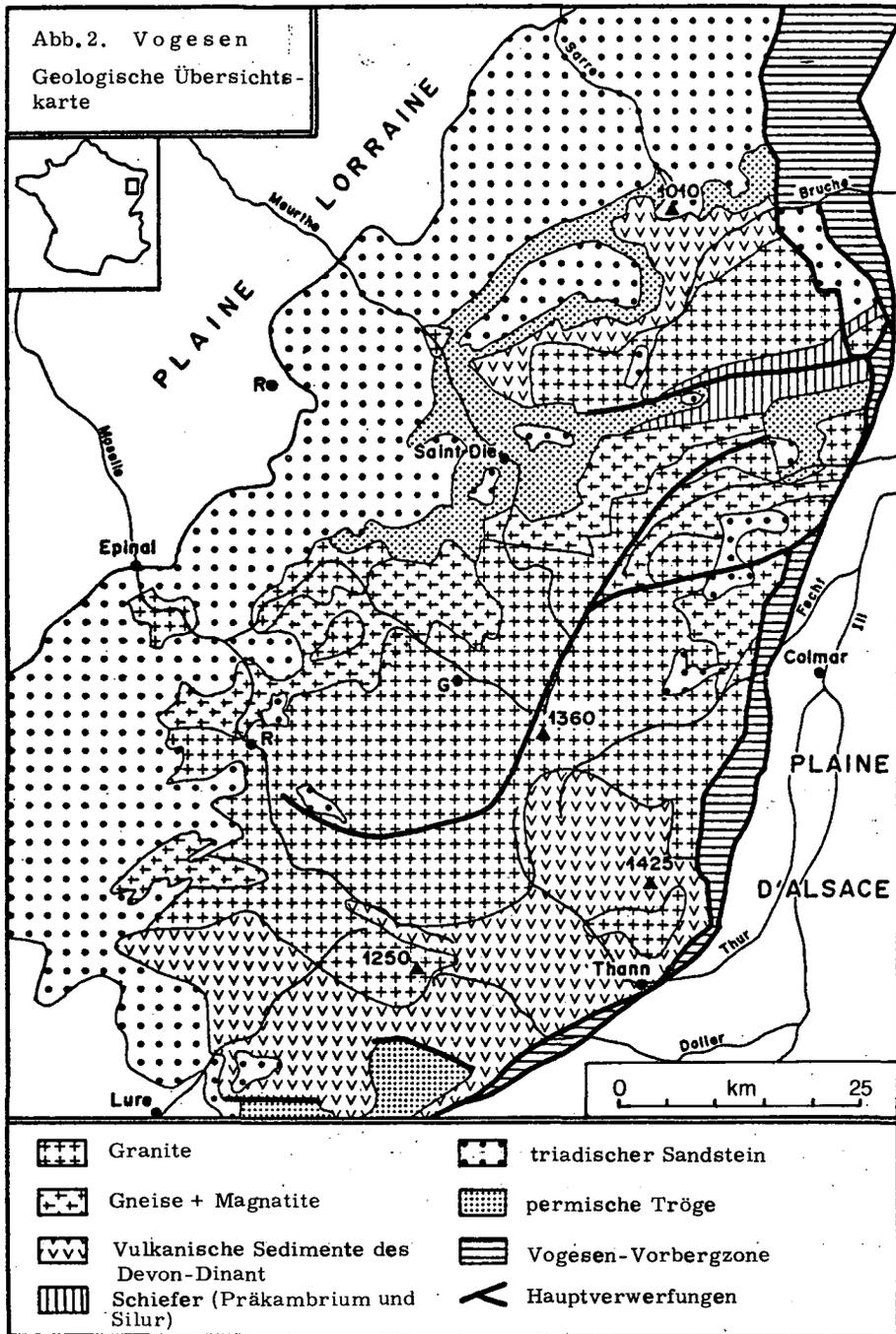
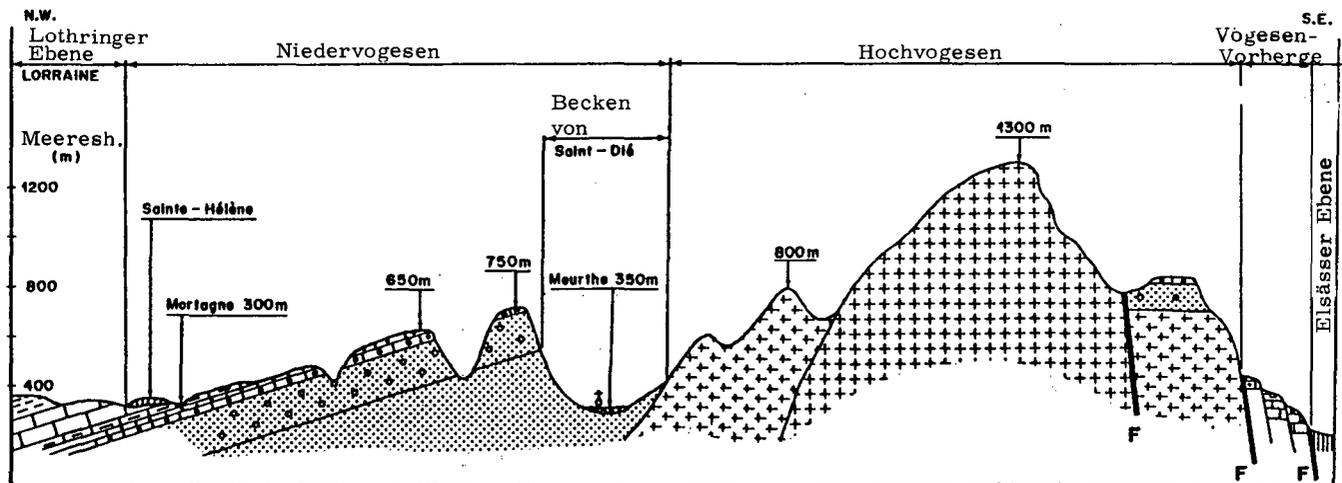


Abb. 3 VOGESSEN - schematischer geologischer Schnitt



 Junges Alluvium

 älterer Schotter

 Jura

 Keuper und Lettenkohle

 Muschelkalk

 Voltziensandstein (S₀)

 Sandstein-Zwischenschichten

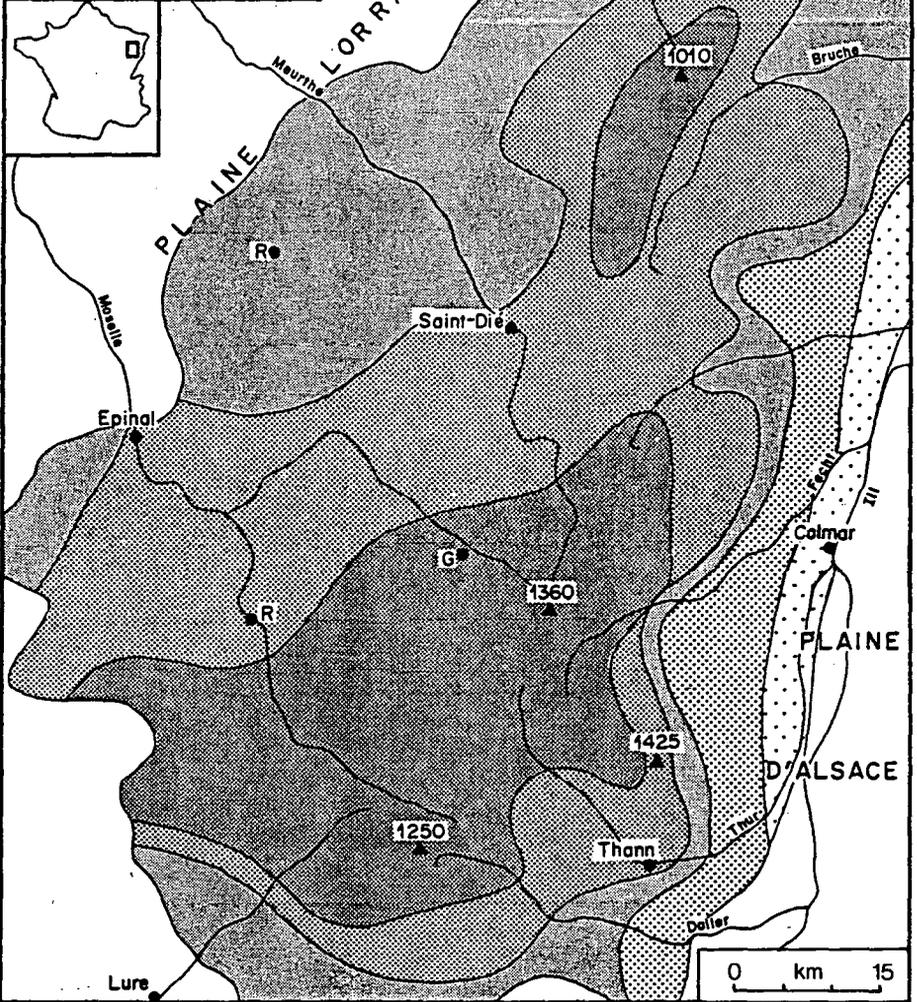
 Hauptkonglomerat

 Vogesensandstein ..
(Buntsandstein sm)
 permischer Sandstein
(Rotliegendes)

 Granit

 Gneiss und migmatit

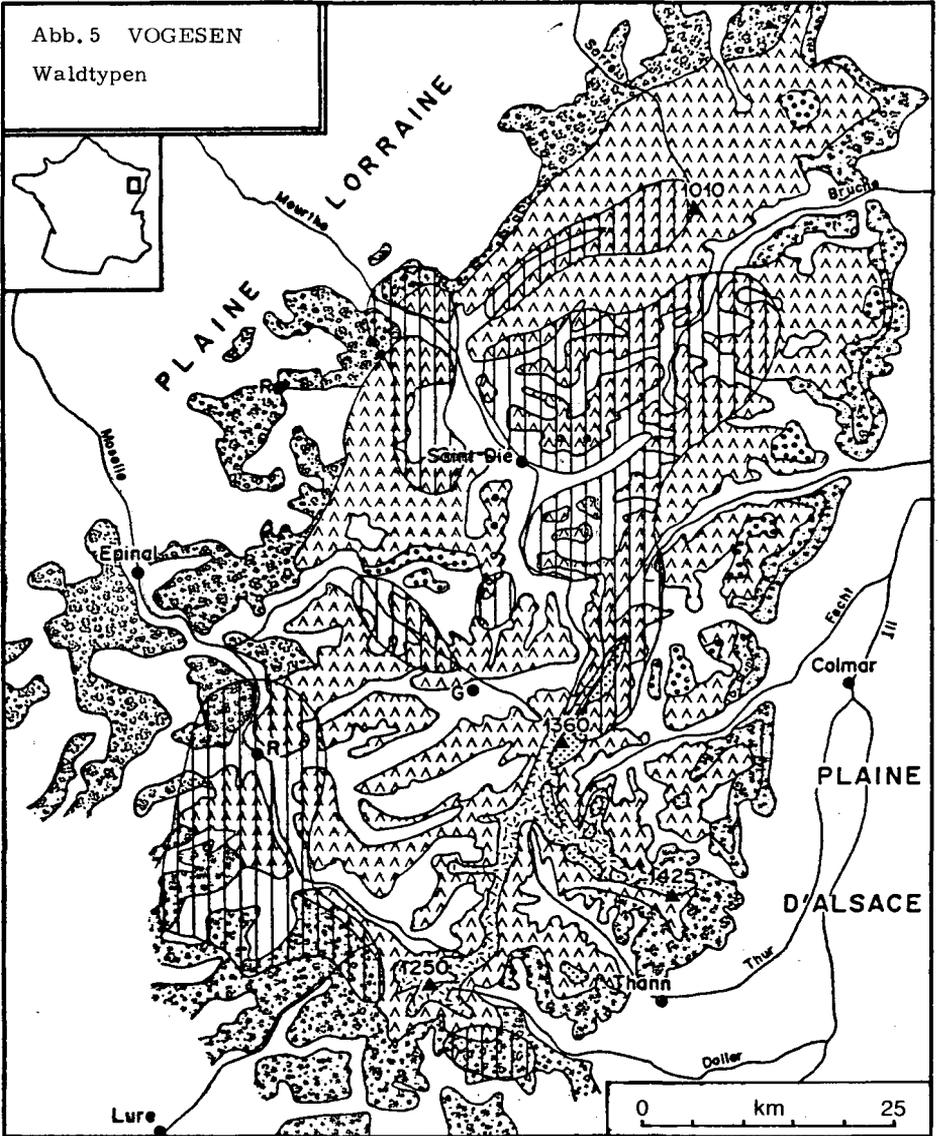
Abb. 4 VOGESEN
Wasserbilanz
der Vegetationsperiode
nach P. Cachan - 1974



	P-ETP: über 100 mm		P-ETP: - 100 bis - 200 mm
	P-ETP: 100 bis 0 mm		P-ETP: über - 200 mm
	P-ETP: 0 bis -100 mm		

P = Mittlerer Niederschlag der Periode Mai - Oktober
ETP = Potentielle Evapotranspiration nach THORNTHWAITE für Mai - Oktober

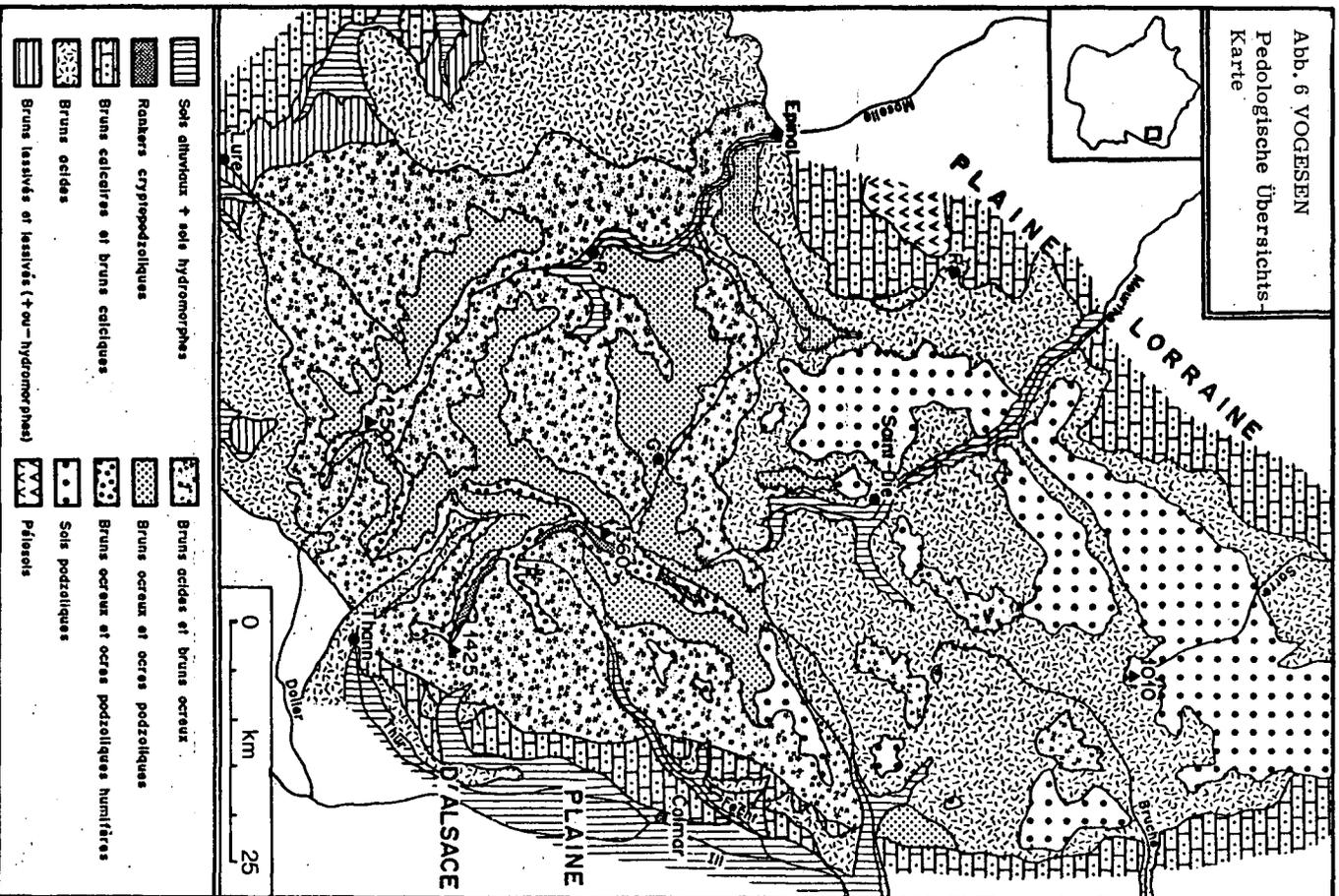
Abb. 5 VOGESEN
Waldtypen



- | | |
|--|---|
|  Hochlagen-Rasen |  Buchen-Eichenwald |
|  Hochlagen - Buchenwald |  Eichen-Kastanienwald |
|  Tannen-Buchenwald |  Kiefernwald |
|  Buchenwald |  Fichte in Ausbreitung |

Nach J. Dion - Jacamon und Timbal - B. Tuillet und M. Gury

Abb. 6 VOGESSEN
Pedologische Übersichtskarte



- Vorherrschen von Graniten und Gneisen unterschiedlichen Typs und mit großer Variationsbreite in der mineralogischen Zusammensetzung. Hierdurch unterschiedliche Ausgangsbedingungen für die Bodenentwicklung.

1.4 Abfall zum Elsaß

- Steilabfälle (Verwerfungen);
- Vorberge mit Verwerfungen 2. Ordnung;
- wärmeres und trockeneres Klima (Weinbaugebiet).

Die Exkursion führt ausschließlich in das Gebiet der Hochvogesen.

2 Hochvogesen

2.1 Allgemeines

Die Hochvogesen sind der älteste und höchste Zug (900 - 1300 m) der Vogesenkette. Drei wichtige Charakteristika zeichnen diese Region aus:

- Überwiegen von kristallinem Muttergestein;
- kälteres und feuchteres Klima als der Höhenlage entsprechend;
- abgerundete Gipfformen; Steilhänge und tiefe Zertalungen mit deutlichen Spuren der quartären Vereisung.

Der Gegensatz zwischen der Abdachung der Vogesen nach Lothringen und dem steilen Abfall in das Elsaß ist tektonisch bedingt. Zu dieser topographischen Asymmetrie kommen klimatische Gegensätze, bedingt durch die meridiane Ausrichtung des Massivs.

Es handelt sich um ein natürliches Waldgebiet (Bewaldung 55 - 60 %) mit sekundären Viehweiden.

2.2 Klima

Hohe Niederschläge über das ganze Jahr; zwei Maxima (Winter und Juni); im Winter bedeutende Schneefälle.

Die Temperaturen sind sehr niedrig; Jahresmittel am Lac Noir: $6,5^{\circ}\text{C}$ und am Gipfelkamm ("Crêtes"): $<4^{\circ}\text{C}$; Anzahl der Frosttage am Lac Noir: 127

pro Jahr.

Die klimatischen Unterschiede zwischen der kühl-humiden lothringischen Abdachung und dem wärmeren und trockneren elsässischen Abfall sind sehr deutlich:

Gérardmer	1780 mm/Jahr
Crêtes	1900-2000 mm/Jahr
Sainte-Marie-aux-Mines	1260 mm/Jahr

2.3 Vegetation

Montane Stufe: 600 bis 900 - 1000 m

- Tannenwald mit *Festuca silvatica* auf weniger saurem Gestein (sols bruns acides);
- Tannenwald mit Heidelbeere, Schmiele, *Luzula* und Moosen auf mehr saurem Gestein (sols bruns ocreux oder ocres podzoliques).

Hochmontane Stufe: über 900 - 1000 m

Laubwald in Konkurrenz mit Nadelwald. Der Hochlagen-Buchenwald mit Ahorn und manchmal Fichte (mit zunehmender Höhenlage durch Buchen-Schutzwälder ersetzt) ist charakteristisch durch "sols bruns ocreux humifères" und "sols ocres podzoliques humifères".

Subalpine (pseudoalpine) Stufe

Rasen oder Heide, deren Ursprung verschieden zu erklären ist:

- durch langwährende klimatische Einflüsse bedingte ursprüngliche Vegetationsform (vorwiegend auf "ranker cryptopodzolique");
- durch Degradation von Wäldern in jüngerer Zeit entstanden (vorwiegend auf "sol brun ocreux humifère").

2.4 Geologie

Im wesentlichen sind drei Typen von Kristallingesteinen vorhanden:

- Granite: zahlreiche Varietäten mit allen Übergängen zwischen sauren Graniten (Typ Valtin, Brézouard) und Kalk-Alkali-Graniten (Typ Granite de Crêtes);

- Granit-Gneis-Übergänge verschiedener Zusammensetzung;
- Gneise: unterschiedliche mineralogische Zusammensetzung, Chemismus gleicht den Kalk-Alkali-Graniten.

Einzelne saure Gesteine wie Leptynit und Migmatit treten ebenfalls auf. Außerdem kommen im Südwesten vulkanische Tuffschichten des Devon-Dinant (Kulm) vor: Schiefer, Grauwacken, verschiedene Vulkanite.

Am elsässischen Abbruch finden sich einige Buntsandsteinschollen.

Tab. 1. Bauschanalysen verschiedener Gesteine (nach HAMEURT 1967).
Angaben in %.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Granite des Crêtes	63,21	13,63	4,88	4,55	2,93	2,37	6,49
Granite fondamental à biotite	68,57	15,34	2,41	1,54	0,96	2,88	6,98
Granite Roche des Fées	70,48	14,99	2,03	1,01	1,23	3,81	4,78
Granite du Brézouard	74,39	13,77	1,47	0,22	0,62	3,57	4,67
Gneiss à cordiérite et sillimanite	59,50	17,90	7,24	2,70	0,96	1,98	4,49
Brèche siliceuse volcano-sédimentaire	70,00	12,40	5,75	0,97	1,17	4,24	1,17
Diorite	48,30	18,90	10,14	6,34	8,97	2,58	1,85
Grès vosgien	85	7,2	1,1	0,3	0,07	0,4	4,0

2.5 Geomorphologie und Relief

Die hohen abgerundeten Bergrücken stellen die Reste der herzynischen Landoberfläche dar.

Deutliche Spuren der quartären Vereisung zeigen sich in Karen, glazialen Seen sowie langen und tiefen U-Tälern mit Moränenresten. Periglaziale Phänomene (Solifluktion, Kryoturbation) haben das Relief der Hänge ausgeglichen.

Heute mildert die Vegetationsdecke die Auswirkungen des Frostes und die Stärke des Hangabtrages. Diese Stabilisierung der Hänge ermöglicht eine

Verwitterung in situ sowie die bodenbildenden Prozesse der Verbraunung und Podsolierung. Nur wenige Steilhänge unterliegen einer starken Erosion. Dort findet man Ranker vergesellschaftet mit kolluvialen Böden.

2.6 Pedogenese und Böden

Zwei bodenbildende Prozesse überwiegen in den Hochvogesen:

Verbraunung und Podsolierung.

Das kühl-feuchte Klima verlangsamt erheblich den Abbau der organischen Substanz. Dies begünstigt

- Humusform von Mull-Moder bis Moder;
- Humusreichtum in den meisten Profilen;
- mäßige, klimabedingte Podsolierung, die zur Ausbildung zahlreicher Übergangsformen führt: sol brun ocreux, sol ocre podzologique, ranker crypto-podzologique.

Das Muttergestein ist ein sehr bedeutsamer Faktor für den Verlauf der Pedogenese. Die sehr sauren Gesteine, deren Verwitterung grobes, ton- und eisenarmes Material hervorbringt, begünstigen die Podsolierung. Sie kann bis zum extremen Stadium des Eisenhumuspodsols auf sauren Graniten oder Vogesensandstein fortschreiten. Im Gegensatz dazu ist Verbraunung die Regel auf Ausgangssubstraten, die reich an Ton und verwitterbaren Mineralen sind (Kalk-Alkali-Gneis). Zwischen diesen beiden Extremen können alle Zwischenstufen auftreten.

Wenn auch die Vegetation die Richtung der Pedogenese nicht allein bestimmt, so kann sie doch die anderen Faktoren entweder verstärken oder abschwächen (SOUCHIER 1970).

Auch die Topographie ist ein wichtiger Faktor:

- in Kolluvialmaterial ist die Verbraunung begünstigt;
- in den meisten Talgründen und den schlecht drainierten Senken (Kare) kommen hydromorphe Böden vor: Gley, Stagnogley, Moore.

Glazigenes Ausgangsmaterial scheint die Podsolierung zu begünstigen.

Auch die anthropogene Degradation der Wälder trägt zur Verstärkung der Podsolierung bei (z. B. Eisenhumuspodsole als Degradationsstadien in den Sandsteinvogesen).

3 DIE EXKURSIONSPUNKTE

Die Exkursion umfaßt zwei Schwerpunkte

3.1 Böden der hochmontanen und subalpinen Stufe oberhalb 1000 m Meereshöhe

- Bereich der Hochlagen-Buchenwälder und der Gebirgsrasen
- Muttergestein: Schiefer-Grauwacken und Granite
 - ranker cryptopodzolique
 - sol brun ocreux humifère

Profile Nr. 1 - 3

3.2 Böden der mittel-montanen Stufe

- Bereich der Tannen-Buchenwälder
- Muttergestein: Gneis, saurer Granit, Vogesensandstein
 - sol brun acide
 - sol podzolique
 - podzol

Profile Nr. 4 - 6

4 ERLÄUTERUNG DER ANALYSENDATEN

1) Körnungsfractionen

Grobsand	gS	2000 - 200 μm
Feinsand	fS	200 - 50 μm
Grobschluff	gU	50 - 20 μm
Feinschluff	fU	20 - 2 μm
Ton	T	< 2 μm

2) Bestimmung der Austauschkapazität (AK) und der austauschbaren Basen durch Perkolation mit Ammoniumacetat

- Perkolation mit 1 n Ammoniumacetat bei pH 7; Bestimmung der austauschbaren Basen im Perkolat durch AAS.
- Perkolation mit 0,5 n NaCl, Bestimmung der AK durch Messung des N-Gehaltes im Perkolat (Kjeldahl-Destillation),

3) Freie Oxide: Profile 1, 4, 5 und 6

$\text{Fe}_d, \text{Al}_d, \text{Si}_d$ Extraktion nach MEHRA-JACKSON
(Dithionit-Citrat).

$\text{Fe}_o, \text{Al}_o, \text{Si}_o$ Extraktion nach TAMM
(Ammoniumacetat)

4) Freie Oxide: Profile 2 und 3

Extraktion mit einer kombinierten Oxalat-Dithionitlösung nach
DUCHAUFOR und SOUCHIER (1966).

LEGENDE ZU DEN PROFILDARSTELLUNGEN



schwach zersetzte, organische Auflage



aggregatarmer, humushaltiger Horizont mit geringer biologischer Aktivität



krümeliger, humushaltiger Horizont mit hoher biologischer Aktivität



Ton, reich an Fe-Oxiden



Bleichhorizont



Anreicherung von kristallwasserhaltigen Fe-Oxiden (ockerfarben bis rötlich)



freies Aluminium



Skelett (Grauwacke)



Skelett (Granit und Gneis)



Skelett (Buntsandstein)



Gesteinszersatzzone (z. B. Granitgrus)



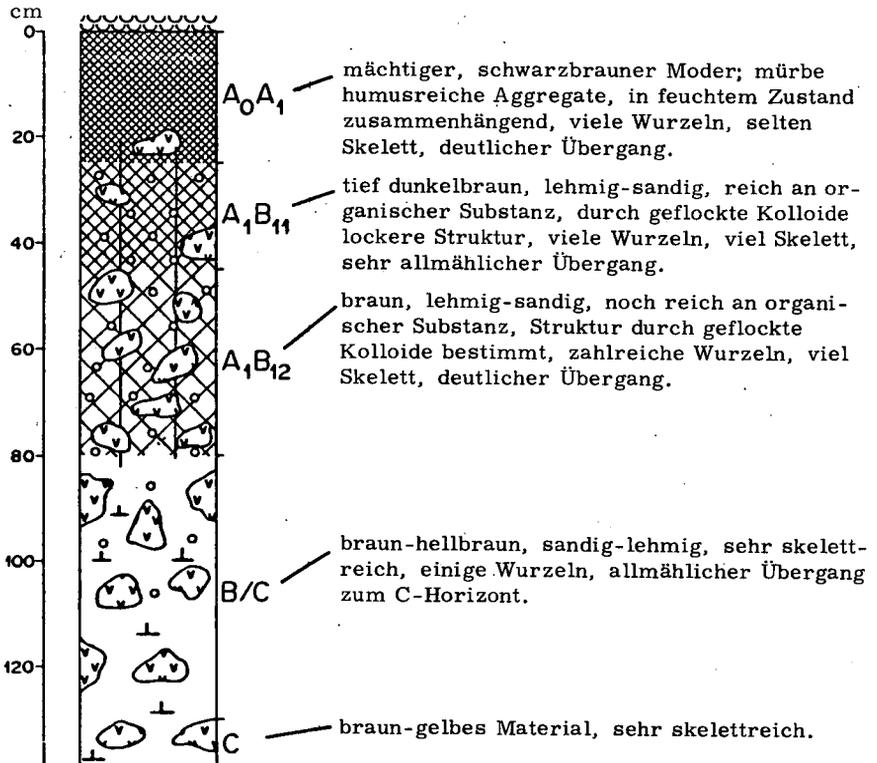
Silikatisches, unverwittertes Ausgangsgestein

Die Ausprägung der einzelnen Merkmale wird durch unterschiedliche Linienabstände oder durch die Häufigkeit der verwendeten Symbole dargestellt.

PROFIL 1 · RANKER CRYPTOPODZOLIQUE

ORT: Le Grand Ballon (68)
TOP. KARTE Munster 7 - 8, E: 7° 5' 5'', N: 47° 59' 39''
1: 25 000
HÖHE: 1390 m
RELIEF: Hang 20°, West - Nord - West
VEGETATION: Heide: *Calluna vulgaris* - *Deschampsia flexuosa* -
Festuca ovina - *Luzula alba* - *Leontodon pyrenaicus* -
Anemone alpina - *Vaccinium vitis-idaea* - *Vaccinium myrtillus*.
GESTEIN: Grauwacke

PROFILBESCHREIBUNG:



Profil 1 Ranker cryptopodzolique

Hor.	cm Tiefe	Körnung %					C %	N %	C/N	pH H ₂ O
		gS	fS	gU	fU	T				
A ₀ A ₁	0- 25	12,3	7,3	7,9	13,8	14,8	22	1,115	20	4,1
A ₁ B ₁₁	25- 45	15,4	9,2	9,5	19,6	17,8	14,1	0,727	19	4,4
A ₁ B ₁₂	45- 80	14,5	14,7	18,4	22,6	13,5	8,1	0,500	16	4,5
B/C	80-130	34,5	17,0	17,0	19,9	7,7	1,2	0,09	13	4,6
C	> 130					4,0	0,7	0,046	15	4,6

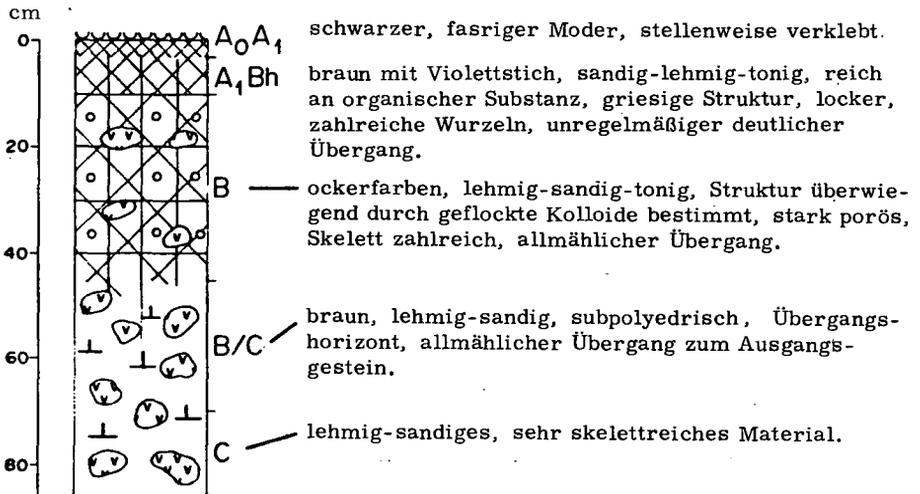
Hor.	AK mval/100 g					V %	Freie Oxide (‰)					
	Ca	Mg	K	S	T		Fe _o	Fe _d	Al _o	Al _d	Si _o	Si _d
A ₀ A ₁	4,9	1,35	0,56	6,81	61	11	9,4	17,9	8,9	9,4	0,2	1,3
A ₁ B ₁₁	1,6	0,43	0,12	2,15	53	4	7,2	16,3	24,7	25,3	1,6	2,5
A ₁ B ₁₂	1,0	0,30	0,12	1,42	35	4	7,8	12,6	29,9	23,1	4,3	3,8
B/C	0,4	0,11	0,08	0,59	12,7	5	1,9	8,7	9,8	7,3	2,5	1,2
C	0,3	0,09	0,08	0,47	6	8	1,6	8,1	6,9	4,7	1,8	0,9

- sehr skelett- und humusreiches Profil.
- relativ viel organische Substanz gegenüber einem sonst wenig entwickelten Solum.
- saurer Boden mit sehr niedriger Basensättigung.
- Ton- und Eisenminerale zeigen zur Bodenoberfläche hin eine deutlichere pedogenetische Umformung als in tieferen Horizonten, jedoch keine Verlagerung.
- schwache Verlagerung von Aluminium.

PROFIL 2 SOL BRUN OCREUX HUMIFERE

ORT: Nonselkopf (68)
TOP.KARTE Munster 7-8, E: 7° 2' 21", N: 48° 3' 30",
1:25 000
HÖHE: 1 195 m
RELIEF: mäßig geneigter Hang, Nord
VEGETATION : Buchenbestand mit Heidelbeere und Farnen als
Krautschicht
GESTEIN: Grauwacke

PROFILBESCHREIBUNG:



Profil 2 Sol brun ocreux humifère

Hor.	cm Tiefe	Körnung %					C %	N %	C/N	pH H ₂ O
		gS	fS	gU	fU	T				
A ₀ A ₁	0-3	16,5	16,3	8,5	16,6	16,1	14,2	0,847	17	4,0
A ₁ B _h	3-10	20,6	14,4	9,7	19,0	21,1	8,3	0,465	18	4,1
B	10-45	21,0	18,0	10,6	25,1	18,0	4,1	0,210	19	4,7
B/C	45-70	27,2	28,8	16,3	16,3	11,0	0,9	0,045	20	4,8
C	>70	20,8	26,0	19,3	23,2	10,7				4,9

Hor.	AK mval/100 g					V %	Freie Oxide (‰)		
	Ca	Mg	K	S	T		Fe	Al	Si
A ₀ A ₁	1,8	0,84	0,62	3,3	28,7	11	21,3	6,7	2,0
A ₁ B _h	0,6	0,31	0,21	1,1	20,6	5	26,9	7,5	2,0
B	0,5	0,12	0,07	0,69	13,3	5	31,5	9,7	2,2
B/C	0,3	0,05	0,02	0,37	7,6	5	18,6	8,5	2,8
C							11,7	7,5	3,0

- saurer Boden mit sehr weitgehender Entbasung.
- sehr humusreiches Profil, tiefe Einwaschung von organischem Material mit weitem C/N-Verhältnis.
- schwache Umlagerung von Eisen und Aluminium.
- Die extremen Klimabedingungen bedingen den Humusreichtum und die Kryptopodsolierung. Im Gegensatz dazu wirkt das Ausgangsgestein, das sehr eisenreich ist (eisenhaltige, stark verwitterte Chlorite), der Podsolierung entgegen.

PROFIL 3 RANKER CRYPTOPOZOLIQUE

ORT: Le Gazon de Faite (88)

TOP. KARTE Gérardmer 7-8, E: 7° 3' 59", N: 48° 5' 55"
1 : 25 000

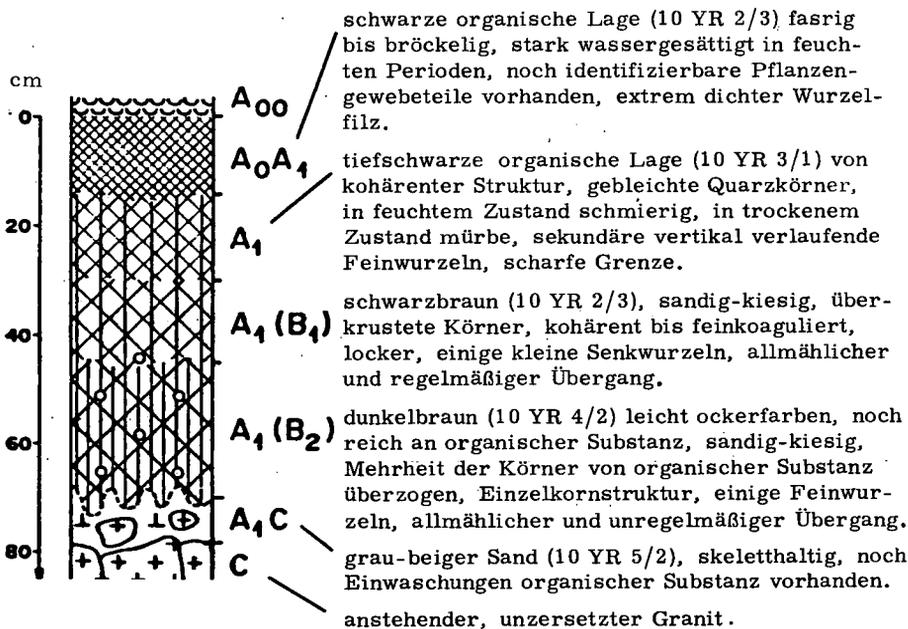
HÖHE: 1300 m

RELIEF: Kammregion einer Kuppe, sehr schwach geneigter
Hang nach SW

VEGETATION: Pseudoalpiner Rasen: *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium
vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Nardus stricta*.
Deschampsia flexuosa, *Festuca rubra*, *Gentiana lutea*.

GESTEIN: anstehender Granit

PROFILBESCHREIBUNG:



Profil 3 Ranker cryptopodzolique

Hor.	cm Tiefe	Körnung %					C %	N %	C/N	pH H ₂ O
		gS	fS	gU	fU	T				
A ₀ A ₁	0-15						28,6	1,32	21,7	3,2
A ₁	15-30						13,0	0,57	22,8	3,1
A ₁ B ₁	30-45	52,6	9,6	4,6	7,9	7,9	9,2	0,31	29,7	3,5
A ₁ B ₂	45-70	59,8	9,8	5,2	7,3	6,4	4,2	0,18	23,3	3,5
A ₁ C	70-80	56,5	12,0	8,9	10,8	4,0	2,9	0,10	29,0	3,7

Hor.	AK mval/100 g					V %	Freie Oxide (‰)		
	Ca	Mg	K	S	T		Fe	Al	Si
A ₀ A ₁	7,60	2,38	1,84	11,8	62,6	19	3,2	2,4	1,6
A ₁	0,70	0,40	0,41	1,51	38,2	4	5,6	4,0	1,6
A ₁ B ₁	0,20	0,15	0,11	0,46	17,0	3	6,4	4,4	0,8
A ₁ B ₂		0,10	0,05	0,17	16,8	1	10,8	8,8	1,2
A ₁ C	0,40	0,16	0,09	0,65	10,0	7	5,8	5,0	0,8

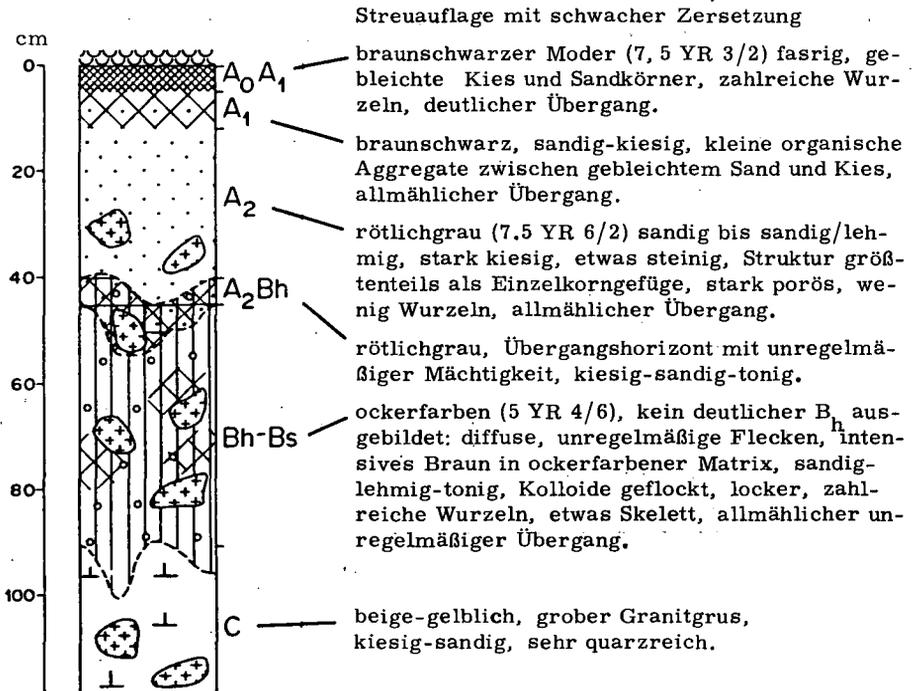
- Profil extrem reich an organischer Substanz, vor allem in den oberen Horizonten. Einwaschungen von Fulvosäuren bis in die tiefere Gesteinszersatzzone.
- relativ weites C/N-Verhältnis aufgrund des Überwiegens von Ericaceen.
- Prozeß der Podsolierung angezeigt durch:
 - a) niedrigen pH-Wert und niedrige Basensättigung.
 - b) mittelstarke Verlagerung von Aluminium und Eisen:

$$K_{Al} = 1.69; K_{Fe} = 1.74.$$
- Die chemisch nachweisbare Kryptopodsolierung ist ausgeprägter unter Ericaceen.

PROFIL 4 SOL PODZOLIQUE

ORT: Le Holly (68)
TOP.KARTE Colmar 1-2, E: 7° 12' 8", N: 48° 12' 56"
1 : 25 000:
HÖHE: 1 000 m
RELIEF: stark geneigter Hang, Südost
VEGETATION: Weide mit Tanne und Buche, *Deschampsia flexuosa*,
Dicranum scoparium, *Polytrichum commune*.
GESTEIN: Granitsand (saurer Brézouard-Granit)

PROFILBESCHREIBUNG:



Profil 4 Sol podzolique

Hor.	cm Tiefe	Körnung %					C %	N %	C/N	pH H ₂ O
		gS	fS	gU	fU	T				
A ₀ A ₁	0- 5						44,1	1,43	31	3,4
A ₁	5- 12	44,8	12,8	7,5	12,7	11,7	6,3	0,39	16	3,3
A ₂	12- 40	58,0	12,5	6,5	11,7	9,6	0,8	0,06	13	3,7
A ₂ B _h	40- 45	33,6	9,9	6,8	18,6	24,9	2,7	0,15	18	4,0
B _h B _s	45- 90	35,1	10,5	9,9	17,8	16,6	4,6	0,22	21	4,1
C	> 90	57,1	12,6	6,5	12,5	10,7	0,3	0,03	9	4,4

Hor.	AK mval/100 g					V %	Freie Oxide (%o)					
	Ca	Mg	K	S	T		Fe _o	Fe _d	Al _o	Al _d	Si _o	Si _d
A ₀ A ₁	5,8	1,2	0,85	7,9	13,6	58	0,6	1,4	0,9	0,7	0,1	7,1
A ₁	0,60	0,38	0,42	1,4	24	6	0,4	2,8	1,3	1,2	0,1	1,8
A ₂	0,10	0,08	0,16	0,34	9,6	4	0,5	3,3	1,1	1,0	0,1	1,1
A ₂ B _h	0,14	0,11	0,72	0,97	27	4	10,0	14,7	6,7	6,7	0,3	0,8
B _h B _s	0,13	0,11	0,19	0,43	34	1	10,3	14,0	17,0	14,2	2,7	2,2
C	0,25	0,09	0,08	0,42	5	8	2,0	6,3	4,4	4,2	0,8	1,6

- der A₂-Horizont ist nicht vollständig gebleicht aber sehr mächtig.
- der B_h-Horizont ist wenig differenziert und mit dem B_s-Horizont verzahnt; es sind insgesamt mächtige Anreicherungs Horizonte mit unregelmäßigen und diffusen Grenzen.
- deutliche Verlagerung von Eisen und Aluminium, Vorherrschen von Fulvosäuren gegenüber Huminsäuren im B_h/B_s-Horizont.
- Entwicklung des Profils aus einem Material, dessen Tongehalt relativ wichtig erscheint, die Feinerde insgesamt aber durch das Überwiegen des quarzreichen Grobsandes charakterisiert wird.
- Tonminerale: Entwicklung der Glimmer zu sekundären Chloriten in den B-Horizonten und zu aufweitbaren Wechsellagerungsmineralen im A-Horizont.

PROFIL 5 SOL BRUN ACIDE

ORT: Finkenhoehe (68)

TOP. KARTE: Colmar 1-2, E: 7° 13' 25", N: 48° 13' 22"
1 : 25 000

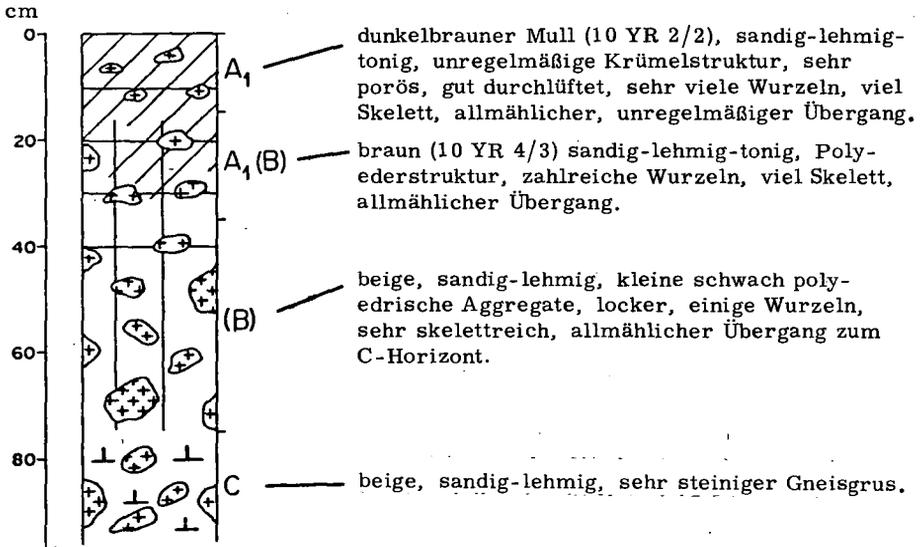
HÖHE: 840 m

RELIEF: stark geneigter Hang, Südost

VEGETATION: Tannen-Buchenwald:
Festuca sylvatica, *Melica uniflora*, *Asperula odorata*,
Mercurialis perennis, *Oxalis acetosella*.

GESTEIN: steiniger Sand aus Gneiszersatz

PROFILBESCHREIBUNG:



Profil 5 Sol brun acide

Hor.	cm Tiefe	Körnung %					C %	N %	C/N	pH H ₂ O
		gS	fS	gU	fU	T				
A ₁	0-15	30,3	10,8	7,2	18,6	21,6	5,7	0,39	14	4,2
A ₁ (B)	15-35	41,7	10,3	7,5	17,4	18,8	1,9	0,17	11	4,6
(B)	35-70	54,1	12,0	7,2	13,1	13,1	0,54	0,048	11	4,6
C	> 70	44,4	17,3	9,1	13,6	13,7	0,74	0,067	12	4,5

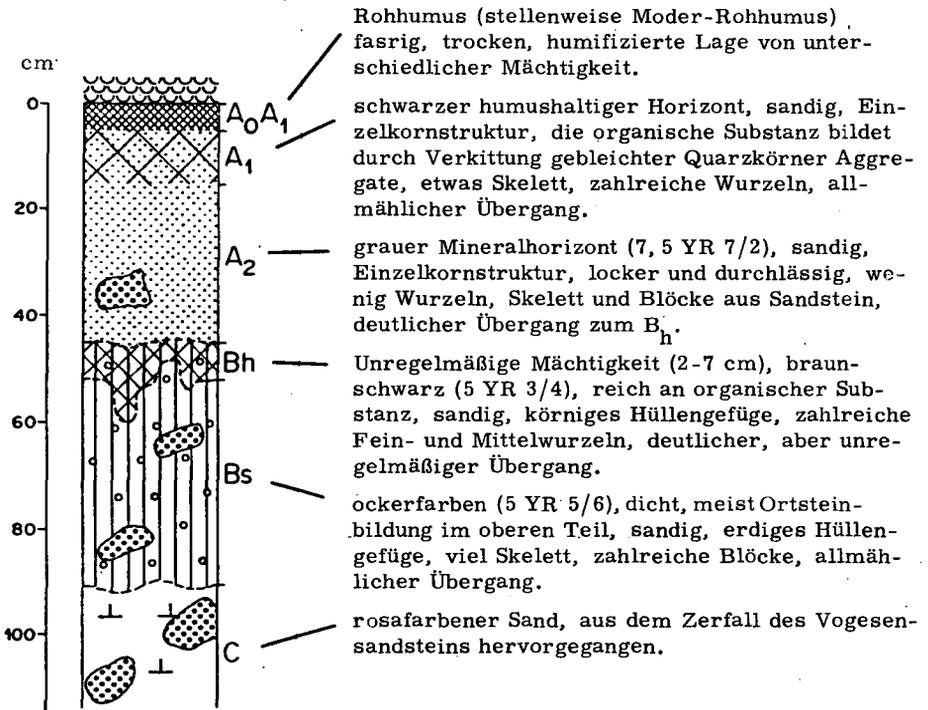
Hor.	AK mval/100 g					V%	Freie Oxide (‰)					
	Ca	Mg	K	S	T		Fe _o	Fe _d	Al _o	Al _d	Si _o	Si _d
A ₁	6,8	1,05	0,5	8,35	45,8	18	3,9	7,6	2,5	2,6	0,2	0,8
A ₁ (B)	3,2	0,44	0,15	3,79	36,1	10	5,8	15,2	2,3	2,8	0,1	0,8
(B)	2,3	0,48	0,15	2,93	15,6	19	3,0	13,6	1,5	2,0	0,1	0,8
C	2,4	0,49	0,2	3,09	13,7	23	4,1	19,4	1,9	2,8	0,2	1,0

- wenig differenziertes Profil, dessen weitere Entwicklung durch hohen Anteil an basenreichen Primärmineralen im Ausgangsgestein und durch den Gramineenbewuchs gehemmt ist.
- keine Ton- oder Eisenverlagerung.
- Tonminerale: gesteinsbürtige Kaolinite im ganzen Profil,
 Dominanz von glimmerartigen Schichtsilikaten,
 schwache Vermiculitbildung zur Bodenoberfläche hin.

PROFIL 6: PODZOL HUMO-FERRUGINEUX

- ORT: Haut de Ribeauville (68)
- TOP.KARTE Colmar 1-2, E: 7° 13' 38", N: 48° 13' 26"
1:25 000
- HÖHE: 820 m
- RELIEF: mäßig geneigter Hang, Südost
- VEGETATION: Kiefernbestand mit *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Calluna vulgaris*, *Ilex aquifolium*, *Deschampsia caespitosa*, *Dicranum scoparium*.
- GESTEIN: Vogesensandstein (Buntsandstein)

PROFILBESCHREIBUNG:



Profil 6 Podzol humo-ferrugineux

Hor.	cm Tiefe	Körnung %					C %	N %	C/N	pH H ₂ O
		gS	fS	gU	fU	T				
A ₀ A ₁	0- 5	50,2	14,0	5,5	6,2	4,4	9,7	0,57	17	3,3
A ₁	5- 15	61,1	20,0	4,7	5,4	2,2	3,2	0,12	27	3,4
A ₂	15- 45	67,1	20,0	4,8	5,8	1,8	0,2	0,011	17	3,8
B _h	45- 52	46,1	15,8	4,5	8,5	16,6	4,1	0,17	24	3,5
B _s	52- 90	52,4	20,6	6,9	9,6	6,4	1,9	0,05	38	4,3
C	> 90	68,7	15,1	3,7	6,8	5,4	0,1	0,006	15	4,4

Hor.	AK mval/100 g					V %	Freie Oxide (‰)					
	Ca	Mg	K	S	T		Fe _o	Fe _d	Al _o	Al _d	Si _o	Si _d
A ₀ A ₁	2,5	0,71	0,25	3,46	30,3	11	0,4	1,6	0,6	0,7	0,1	2,3
A ₁	0,58	0,26	0,10	0,94	12,0	8	0,2	1,8	0,2	0,3	0,1	1,9
A ₂	0,07	0,07	0,03	0,17	1,2	14	0,1	3,3	0,1	0,1	0,1	1,5
B _h	0,15	0,12	0,35	0,62	20,9	3	3,7	7,5	3,3	3,1	0,2	1,4
B _s	0,11	0,04	0,03	0,18	13,0	2	4,5	10,5	16,2	10,0	5,0	2,3
C	0,10	0,04	0,05	0,19	0,9	21	0,3	5,3	0,8	1,0	0,2	1,6

- Rohhumus, basenarm.
- Tonanreicherung im B_h-Horizont (Einschlammung glimmerbürtiger Tone)
- humushaltige, basenarme Podsol-Anreicherungsprofile. Im B_h weist die organische Substanz ein weites C/N-Verhältnis auf.
- deutliche Eisen- und Aluminiumverlagerung.
- starke Verlagerung mobiler Huminstoffe: Verhältnis FS/HS ca. 1 im B_h, 4-5 im B_s.
- Tonminerale: im ganzen Profil gesteinsbürtige Kaolinite mit relativer Anreicherung im A-Horizont, Glimmer entwickeln sich zu sekundären Chloriten im B- und zu aufweitbaren Wechsellagerungsmineralen im A-Horizont.

LITERATUR

- BONNEAU, M., P. FAIVRE, M. GURY, J.M. HETIER, F. LE TACON, 1976: Carte pédologique de France au 1/100 000^o et notice. Feuille Saint-Dié.
- BOUDOT, J.P., 1976: Ecologie du paysage et processus de pédogénèse sur les grauwackes de la série du Markstein. Thèse Spécialité, Univ. Strasbourg, 152 p.
- CACHAN, P., 1974: Etude bioclimatique du Massif vosgien. Bull. E. N. S. A. I. A. Nancy, XVI (1-2), 3-33.
- DION, J., 1970: Les forêts de la France du Nord-Est. Rev. Geogr. de l'Est, XII (3-4), 152-277.
- DUCHAUFOUR, Ph. und B. SOUCHIER, 1966: Note sur une méthode d'extraction de l'aluminium et du fer libres dans les sols. Science du Sol, 1, 17-29.
- GUILLET, B., M. GURY, 1973: Carte éco-pédologique du massif vosgien. Echelle 1/250 000^o. Rapport inédit.
- HAMEURT, J., 1967: Les terrains cristallins et cristallophylliens du versant occidental des Vosges moyennes. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., 26, 402 p.
- JACAMON, M., J. TIMBAL, 1978: Carte de la végétation de la France au 1/200 000^o. Feuille de Nancy.
- MEHRA, O. P. und M. L. JACKSON, 1960: Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium-bicarbonate. 7th Nat. Conf. on Clays and Clay minerals, 317-327.
- SOUCHIER, B., 1971: Evolution des sols sur roches cristallines à l'étage montagnard (Vosges). Thèse Doct. Etat, Univ. Nancy, Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr. 33, 134 p.
- TAMM, O., 1922: Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes in Böden. Medd. for Statens Skogsforskans Falt, 19, 385-404.
- Cartes géologiques 1/50 000^o: Feuille Munster, Feuille Colmar.

Übersetzung: E. E. Hildebrand, K. Stahr und H. W. Zöttl