

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.	56	S. 23 – 76	8 Abb.	5 Tab.	1 Kart.	Freiburg, 1965
-----------------------------------	----	------------	--------	--------	---------	----------------

Die Böden der Emmendinger Vorbergzone (Südliches Oberrheingebiet)

von

Friedhelm Hädrich, Freiburg i. Br.

Mit 8 Abbildungen, 5 Tabellen und 1 Karte

Inhalt

1.	Einführung	24
2.	Abgrenzung und orographischer Überblick	25
3.	Die Elemente der Landschaft — bodenbildende Faktoren	25
4.	Böden und Landschaften	31
4.1	Die Mündingen-Wagenstadter Lößhügelzone und ihre Böden	32
4.11	Bildungsbedingungen	32
4.12	Genetik, Dynamik und Morphologie	32
4.2	Die Böden der Übergangzone	40
4.21	Bildungsbedingungen	40
4.22	Genetik, Dynamik und Morphologie	41
4.3	Die Böden der Buntsandsteinscholle um Ottoschwanden und Freiamt	53
4.31	Die Böden der Ebenheiten um Ottoschwanden und Freiamt	53
4.311	Die Böden der westlich-südwestlichen Hochfläche	53
4.3111	Bildungsbedingungen	53
4.3112	Genetik, Dynamik und Morphologie	54
4.312	Die Böden der nördlichen, nordöstlichen und östlichen Hochfläche	61
4.3121	Bildungsbedingungen	61
4.3122	Genetik, Dynamik und Morphologie	61
4.32	Die Böden der Buntsandstein-Talgebiete	62
4.321	Bildungsbedingungen	62
4.322	Genetik, Dynamik und Morphologie	64
5.	Angeführte Schriften	73
6.	Benutzte Karten	76
7.	Tabellenanhang	76

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die vorliegende Untersuchung der Böden in der Emmendinger Vorbergzone vervollständigt unsere bisherige Kenntnis über die Bodenbildung im Oberrheingebiet, zu der durch die Arbeiten von GANSSSEN (1957b), GANSSSEN und Mitarbeiter (1957), HARTH (1956) und MOLL (1959 und 1964) die Grundlagen geschaffen wurden.

Die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit sind folgende:

1. Das Vorkommen der Pararendzinen in der Lößhügelzone der Emmendinger Vorberge muß, mit Ausnahme der Trockenlagen unter Ödland und Wald, als anthropogen bedingt angesehen werden (Erhaltungsbzw. Regenerationstyp).
2. Es konnte erstmalig (1962) der Nachweis erbracht werden, daß auch im klimatisch (thermisch) bevorzugten südbadischen Raum großflächig Böden mit Lessivierungsdynamik (Lessivés) vor allem aus Löß vorkommen, deren vielfältige Ausbildungsformen anhand zahlreicher Profile erörtert werden.
3. Es wurden großflächig Böden podsoliger Dynamik nachgewiesen, die bei der klimatischen Bevorzugung dieses Raumes nicht in dem Umfang erwartet wurden. Sie entstanden vorwiegend auf Mittlerem Buntsandstein unter dem Einfluß eines trockenwarmen (expositions- und reliefbedingten) Lokalklimas unter teilweise von Natur aus vorhandener, teilweise anthropogen bedingter, artenarmer, biologisch ungünstiger Vegetation.

1. Einführung

Die vorliegende Arbeit fußt im wesentlichen auf bodenkundlichen Untersuchungen, die der Verfasser im Auftrage von Herrn Prof. Dr. R. GANSSSEN, Direktor des Instituts für Bodenkunde an der Universität Freiburg i. Br., in den Jahren 1960 bis 1962 in der Emmendinger Vorbergzone durchführte und deren Ergebnisse vom Verfasser im Jahre 1962 in einer Dissertation niedergelegt und darin kartographisch fixiert wurden.

Mit vorliegenden Ausführungen beschränkt sich der Verfasser auf die Veröffentlichung der Ergebnisse und verweist den interessierten Leser auf die oben erwähnte Dissertation, in der sich u. a. eingehendere Darstellungen über die einzelnen Landschaftselemente, eine größere Anzahl und eine ausführlichere Beschreibung der untersuchten Bodenprofile und Hinweise auf die gewählten Untersuchungsmethoden finden.

Durch neuerliche Untersuchungen auf bodenphysikalischem und bodenmikromorphologischem Gebiet, eine nochmalige Untersuchung des Profils 12 und die Hinzunahme eines weiteren Profils — Ziegeleigrube Windenreute (Profil 9) — konnte der Verfasser die Aussage über die Böden der Emmendinger Vorbergzone noch verbessern und ergänzen.

Die vorliegende Veröffentlichung bildet gleichzeitig eine der Grundlagen für das Verständnis des zweiten Teiles der Karte „Bodentypen im südlichen Oberrheingebiet“, der in einem der nächsten Hefte erscheinen wird.

2. Abgrenzung und orographischer Überblick

Als Vorbergzone bezeichnet man im Oberrheingebiet im allgemeinen die Gesamtheit aller Hügel, Bergrücken und Plateaus, die — zumeist eine Meereshöhe von 200 bis 600 m nicht überschreitend — sich fast in der ganzen Längserstreckung des Schwarzwaldes und der Vogesen gleichsam als vermittelndes Glied zwischen Gebirge und Oberrheinebene einschieben.

Obwohl gewisse Gemeinsamkeiten, z. B. der Aufbau aus Sedimentgesteinen oder die klimatischen Gegebenheiten, die gesamte Vorbergzone auszeichnen, können doch aufgrund ihres verschiedenen landschaftlichen Gesamtinhaltes Einzelzonen ausgeschieden werden.

Aus Freiburger Sicht gehört die Emmendinger Vorbergzone traditionsgemäß zur nördlichen Vorbergzone des Schwarzwaldes. Sie hat ihre nördliche Begrenzung aus kulturgeographischen (METZ, 1944; HABBE, 1954) und aus geomorphologischen Gründen im Bleichtal und ihre östliche im Brettenbachtal, wo sie sich weitgehend mit dem Verlauf der Schwarzwald-Hauptverwerfung deckt. Im S werden die Emmendinger Vorberge vom flachen Elztal-schwemmfächer der nördlichen Freiburger Bucht und im W von der Rheinebene begrenzt.

Das so umrissene Gebiet umfaßt reichlich 100 qkm und läßt sich orographisch in zwei Teile gliedern, die sich auch hinsichtlich der übrigen Landschaftselemente recht deutlich unterscheiden:

Der westliche Teil — das Gebiet zwischen Emmendingen und Wagenstadt am Ausgang des Bleichtales — umfaßt ungefähr ein Drittel der Gesamtfläche und stellt ein sanftes, flach zertaltes Hügelland mit Höhen zwischen 220 und 320 m NN dar. Damit erhebt es sich nur um etwa 100 bis 120 m über die Rheinebene und die Freiburger Bucht.

Der östliche Teil — das Gebiet um Ottoschwanden und Freiamt — ist eine peripher tief zertalte Platte, die sich von 470 m im NW und nahezu 500 m im NE bis auf ca. 350 m nach S zu abdacht. Der äußerste S der Emmendinger Vorberge — das Gebiet um Maleck und Windenreute — gehört höhenmäßig wohl mehr zum westlichen Teil, nimmt jedoch aufgrund des abweichenden Landschaftsgesamtcharakters mehr eine Zwischenstellung ein.

Beide Hauptbereiche der Emmendinger Vorbergzone gehen nun nicht allmählich ineinander über, sondern grenzen in einer mehr oder weniger markanten Steilstufe entlang einer Linie Emmendingen — Landeck — Bleichheim aneinander.

3. Die Elemente der Landschaft — bodenbildende Faktoren

Es soll hier nur eine kurze Einführung in die geologischen, geomorphologischen, klimatischen und floristischen Verhältnisse gegeben werden.

In der Emmendinger Vorbergzone tritt die Hauptverwerfung, die überall am Schwarzwaldrand die Schichten des Deckgebirges vom kristallinen Grundgebirge trennt, geomorphologisch kaum in Erscheinung. Zum einen ist der Verwerfungsbetrag hier relativ unbedeutend (nach CREUTZBURG, 1954 a, dürfte er über wenige 100 m nicht hinausgehen), zum andern handelt es sich bei der Hauptverwerfung, einer 60° W fallenden Abschiebung (CARLÉ, 1955, S. 168), um eine alte Störung, die in jüngerer Zeit nicht wieder auflebte.

Der Abbruch zum Rheintalgraben erfolgte in der Emmendinger Vorbergzone in mehreren Staffeln, so daß das Bild einer breiten Schollentreppe entstand. Die westlich der Hauptverwerfung gelegenen Störungen sind meist sehr jungen Datums; sie waren teilweise noch im Pleistozän wirksam. Die bedeutendste unter ihnen ist die Landecker Verwerfung. Sie beginnt nordöstlich Emmendingen und verläuft — ungefähr parallel zur Hauptverwerfung — über Landeck und Heimbach nach Bleichheim und bedingt die schon erwähnte Steilstufe. Die Landecker Verwerfung zerlegt das Gebiet nicht nur in orographischer, sondern auch in geologisch-petrographischer Hinsicht in zwei grundlegend verschiedene Teile, wie sie schon oben herausgestellt wurden:

In der östlichen Scholle stehen über einem kaum¹ zutage tretenden kristallinen Sockel (Gneise, Aplitgranite) vor allem Buntsandstein und Reste des Unteren Muschelkalkes an, die in ebeneren und vor allem westlicheren Teilen — je nach dem Untergrundrelief — von einer mehr oder weniger mächtigen Lößlehmdecke überzogen sind. Der Buntsandstein (Mittlerer und Oberer) nimmt hauptsächlich die Flanken der tief in die Scholle eingeschnittenen Täler ein, während der Untere Muschelkalk naturgemäß in den orographisch höchsten Lagen zu finden ist. Die Schichten fallen hier nur maximal 2 bis 3° S oder SE (SACK, 1962, S. 74 ff.).

In der westlichen, stärker abgesenkten Scholle, in der noch sämtliche Muschelkalkstufen anstehen, sind die Lagerungsverhältnisse nicht exakt nachzuweisen, da das gesamte Schichtenpaket vom obersten Buntsandstein über den Unteren Muschelkalk, die Anhydritgruppe bis zum Hauptmuschelkalk einschließlich der Nodosusschichten fast geschlossen unter einer von W nach E abnehmenden, jedoch bis zu 10 m mächtigen Lößdecke begraben liegt. Die wenigen Aufschlüsse lassen jedoch eine söhliche Lagerung des Muschelkalkes erkennen. Nur mit Annäherung an die tektonischen Störungen ist mit einem stärkeren Fallen durch Hochschleppen

In einer Diplomarbeit (Freiburg 1966) konnte H. H. VOSS das Grundgebirge an den unteren Talflanken des Bleichtales erstmalig durchgehend nachweisen, das allerdings größtenteils von Buntsandstein-Hangschutt bedeckt ist.

Tabelle 1

Mächtigkeit der wichtigsten geologischen Formationsglieder
in der Emmendinger Vorbergzone

Pleistozän	Löß	max. 10—15 m, jedoch von W nach E abnehmend				
Tertiär	Bolus	geringmächtig, oft verschwemmt, lagert auf Muschelkalk				
	Tuff	Lapillituff eines Nephelinbasaltes im Schlot von Maleck				
Muschelkalk	Haupt- muschelkalk	ca. 30 m	Nodosusschichten (GLASER, SACK)	11 m		
			Trochitenkalk (BUDWILL, SACK)	20 m		
	Anhydritgruppe	20 m				
	Wellengebirge	35 m				
Buntsandstein	Oberer	? m	Röt	9 m		
			Plattens.	? m		
	Norden (STIERLIN) ca. 210—230 m	Mittlerer	ca. 160—170 m	Karneold.	? m	
				Streif. S.	? m	
				Hauptkongl.	8—10 m	
				Bausandst.	150—162 m	
	Unterer	vorhanden, Mächtigkeit unsicher ²				
	Mitte (SACK) 140—150 m	Oberer	ca. 40—50 m	Röt	6 m	
				Plattens.	30—40 m	
		Mittlerer	ca. 100 m	Karneold.	4 m	
Streif. S.				10 m		
Süden (BUDWILL) 111 m	Mittlerer	72 m	Hauptkongl.	10—12 m		
			Bausandst.	80 m		
			Unterer	? m		
			Oberer	39 m	Röt	5 m
	Plattens.	30 m				
	Karneold.	4 m	Streif. S.	12 m		
Hauptkongl.			10 m			
Bausandst.	50 m					
Unterer	? m	nachgewiesen				
Rotliegendes		ca. 30 m	im Süden			
Grundgebirge	Paragneis, Kinzigitgneis, Aplitgranit					

² Von H. H. VOSS (1966) wird die Mächtigkeit mit 20 bis 30 m angegeben. Nach ihm ist der zum Mittleren Buntsandstein gehörende ECKSche Horizont 30 bis 40 m mächtig.

der Schichten zu rechnen (SACK, 1962, S. 84 ff.; BUDWILL, 1957, S. 68). Die durchschnittlichen Schichtmächtigkeiten sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Erschöpfendere Informationen über die geologisch-petrographischen Verhältnisse in der Emmendinger Vorbergzone geben die Arbeiten von GLASER (1912), STIERLIN (1912), BUDWILL (1957), SACK (1962) und HÄDRICH (1962)³.

Während in den höheren und zentralen Teilen der östlichen Scholle um Freiamt und Ottoschwanden im Bereich der weichen Schichten des Oberen Buntsandsteins und Unteren Muschelkalkes ausgedehnte landterrassenartige Verebnungen vorkommen, die vor allem in den zentralen Teilen meist nur in wannen- oder muldenförmige Talanfänge und flache zusammenhängende Rücken gegliedert, in den peripheren Teilen jedoch bis in den kristallinen Sockel tief zerschnitten sind, treten in der Lößhügelzone zusammenhängende Flächenbildungen stark zurück; jedoch besitzen hier die durch breite Kasten- oder Sohlentäler voneinander getrennten lößüberzogenen Muschelkalckrücken auffallend gleiche Höhenlage. Dies legt die Vermutung nahe, daß es sich hier um Reste ehemals zusammenhängender Abtragungsniveaus handelt (vgl. WILLER, 1949, S. 98 ff.; RUTTE, 1949, S. 105 ff., und HÄDRICH, 1962, S. 26).

Beide Teile der Emmendinger Vorbergzone, die höher gelegene Buntsandsteinscholle von Freiamt/Ottoschwanden und die Lößhügelzone von Mündingen/Wagenstadt, unterscheiden sich vor allem auch in der speziellen Ausformung des Reliefs. Dies hängt in erster Linie mit der verschiedenen geomorphologischen „Wertigkeit“ der beteiligten Gesteine und mit ihrer unterschiedlichen Erhebung über die lokale Erosionsbasis — die Oberrheinebene — zusammen.

Als deutliche Trennungslinie zwischen dem Formenschatz dieser beiden Teile fungiert wiederum der als Steilstufe ausgebildete Bereich der Landecker Verwerfung.

Auch in klimatischer Hinsicht unterscheiden sich Lößhügelzone und Buntsandsteinscholle deutlich voneinander. Die Lößhügelzone gehört aufgrund ihrer nur geringen Erhebung über das Niveau der Oberrheinebene dem warmen und wegen der relativ großen Entfernung zum Schwarzwald-Westrand (beispielsweise zum Kandel) relativ niederschlagsarmen Oberrheintal-Klimabereich an (vgl. CREUTZBURG, 1954 b) und hat damit Anteil an der wärmsten Landschaft Deutschlands. Ähnlich wie im benachbarten Kaiserstuhl sind Jahresmitteltemperaturen von +10° C wahr-

³ Besondere Beachtung verdient auch die masch.-schriftl. Diplomarbeit von H. H. VOSS (1966).

scheinlich, jedoch mangels einer geeigneten Klimastation⁴ nicht exakt nachzuweisen.

Östlich der Steilstufe, also auf der Höhe von Ottoschwanden und Freiamt, liegen die Jahresmitteltemperaturen etwa zwischen $+8,5$ und $+9^{\circ}\text{C}$ ⁵, jeweils von W nach E mit der Höhe abnehmend. Bezeichnend für die Klimagunst selbst dieser höheren Bereiche ist die Tatsache, daß in keinem anderen deutschen Gebiet außerhalb der Schwarzwald-Vorberge in gleicher Höhenlage noch Jahresdurchschnittswerte von $+9^{\circ}\text{C}$ vorkommen (v. RUDLOFF, 1953). Im östlichen Grenzbereich zur Hünersedelscholle hin liegt die Jahresmitteltemperatur in 450 bis 500 m Höhe nur noch bei etwa $+8^{\circ}\text{C}$.

Wie überall am Schwarzwaldrand nehmen auch in der Emmendinger Vorbergzone die Niederschläge mit steigender Höhe von W nach E zu. Die jährlichen Niederschlagsmittel liegen in der Lößhügellzone bei 800 bis 850 mm, sie steigern sich in der Stufenregion auf ca. 900 mm (Nordweil 847 mm, Emmendingen 878 mm, nach TRENKLE, 1951/52). Auf der Höhe von Ottoschwanden/Freiamt erreichen die Jahressummen schon 1000 mm. Die Station Ettenheimmünster, deren Standort etwa einer Lage im mittleren Bleichtal entspricht, verzeichnet 976 mm Jahresniederschlag (TRENKLE, 1951/52). Im östlichen Grenzbereich, teilweise schon im Gneisgebiet des Hünersedel, liegen die Meßstellen Keppenbach mit 1047 mm, Waldkirch mit 1013 mm und Schweighausen mit 1113 mm (TRENKLE, 1951/52).

So stehen sich in der Emmendinger Vorbergzone die thermisch begünstigte, relativ niederschlagsarme Lößhügellzone und die schon zum Schwarzwald-Höhenklima tendierende, thermisch zwar noch bevorzugte, jedoch schon recht stark befeuchtete Buntsandsteinscholle gegenüber.

Ohne den tiefgreifenden Einfluß des Menschen während seiner Rodungs- und Siedlungstätigkeit und ohne den Einfluß, den der Mensch gerade heute auf die Landschaft auszuüben imstande ist, wäre wohl die gesamte Emmendinger Vorbergzone fast vollständig von einer geschlossenen Walddecke überzogen. In der für eine landwirtschaftliche Nutzung prädestinierten Lößhügellzone wurde der Wald schon vor Jahrhunderten fast völlig zurückgedrängt. Vorhandene Restwaldbestände finden sich in der Regel an steilen, nördlich exponierten Hängen, besonders in Talschlüssen, wo der Löß stellenweise abgetragen wurde, so daß häufig fossile Verwitterungslehme des Oberen und Mittleren Muschelkalkes mit in die rezente Bodenbildung ein-

⁴ Emmendingen, daß am Fuße der Vorberge und schon im Übergangsbereich zur Freiburger Bucht liegt, besaß nur vorübergehend eine Klimastation, in der eine wenig gesicherte Mitteltemperatur von $+9,6$ errechnet wurde.

⁵ Die Werte wurden dem Klimaatlas von Baden-Württemberg (1953) entnommen.

bezogen wurden. Es handelt sich dabei im Vergleich zum Löß um schwerere, steinige Böden, die für eine landwirtschaftliche Nutzung weniger gut geeignet erschienen, und außerdem war durch das Fehlen der Lößdecke oder deren geringe Mächtigkeit eine Terrassierung der Hänge, wie sie sonst im Löß üblich ist, nicht möglich. Soweit sich überhaupt noch die natürliche Vegetation erkennen läßt, handelt es sich auf frischen Standorten bei wenigstens teilweiser Entkarbonatisierung des Lösses in der Regel um Lehm-Traubeneichen-Hainbuchen-Wälder (*Galio-Carpinetum*, OBERDORFER, 1957, S. 424). Wenn der Löß noch bis zur Bodenoberfläche karbonathaltig ist, vor allem in trockenen Lagen (Rücken, Kuppen, Südflanken), zeigt sich eine Tendenz zum Submontanen Kalk-Buchen-Wald (*Cephalanthero-Fagetum*, OBERDORFER, 1957, S. 450 ff.).

Während der Wald in der Lößhügelzone eine sehr untergeordnete Rolle spielt, ist er in der Steilstufenregion, im westlichen Teil der Buntsandsteinscholle und in den steileren Partien ihres östlichen Teiles das beherrschende Element der Landschaft. Lediglich in den für die Landwirtschaft relativ begünstigten ebenen Teilen der Buntsandsteinscholle um Ottoschwanden und Freiamt wurde er auch fast vollständig gerodet. So begegnet uns dies Gebiet als eine unregelmäßig geformte Insel offenen Landes inmitten eines ringsum geschlossenen Waldmeeres.

Soweit in der Steilstufenregion und in der Buntsandsteinscholle noch Lößlehm anzutreffen ist, findet sich auch hier wieder der Lehm-Traubeneichen-Hainbuchen-Wald je nach Frische und Nährstoffreichtum des Bodens in verschiedenen Subassoziationen als natürliche Waldvegetation. In der Stufenregion und in der Buntsandsteinscholle ist bei fehlendem oder nur geringmächtigem Lößlehm — vor allem aber auf Oberem Buntsandstein sowie in frischen Lagen des Mittleren Buntsandsteins — der Verband des *Luzulo-Fagion* weit verbreitet. Er wird hier vor allem durch den artenarmen Tieflagen-Hainsimsen-Buchenwald (*Melampyro-Fagetum*, OBERDORFER, 1957, S. 490) repräsentiert, der nun seinerseits je nach Standortqualität in verschiedenen Subassoziationen vorkommt. In lokalklimatisch besonders trockenen Lagen (Hangnasen, Südhänge) ist im Bereich des Mittleren Buntsandsteins der Traubeneichen-Birken-Wald (*Quercetum medioeuropaeum* Br.-Bl. 32, OBERDORFER, 1957) anzutreffen.

Das heutige Waldbild vermittelt nur noch recht wenig von dem Aspekt natürlicher Bestände. Die Überführung der aus der Mittelwaldwirtschaft ererbten, z. T. schwachwüchsigen Laubwaldbestände in Nadelholzdurchsetzte Forstgesellschaften oder in reine Nadelholzforsten — letzteres leider vor allem auf den labileren, armen Standorten — ist überall recht weit fortgeschritten, wobei der allgemeinen Erhöhung des Nadelholzanteiles in den letzten 70 bis 75 Jahren besondere Bedeutung zukommt.

Tabelle 2

Anteil des Nadelholzes an der gesamten waldbestockten Fläche
(nach den Forstlichen Einrichtungswerken der Staatlichen Forstämter
Emmendingen (1956/57) und Kenzingen (1955))

		Jahr	%	Jahr	%
Stufenregion u. westl. Teil der Ebenheiten von Ottoschwanden und Freiamt	Gemeindewald Malterdingen	1891	5	1956	24
	Gemeindewald Köndringen	1891	5	1956	21
	Gemeindewald Heimbach	1891	5	1956	30
	Gemeindewald Mundingen	1891	10	1956	25
	Stadtwald Emmendingen	1891	7	1956	14
Buntsandstein- bereich	Staatswald Emmendingen (Distrikt III)	1899	25	1957	44
	Gemeindewald Ottoschwanden	1899	34	1957	52
	Stadtwald Kenzingen	1886	20	1955	50

4. Böden und Landschaften

Da der Boden nach der modernen Auffassung der Bodenkunde das Produkt aller in einer Landschaft wirkenden Faktoren ist und nicht nur die Verwitterungsrinde der verschiedensten Gesteine, kann die Frage nach Entwicklung und Dynamik der Böden nur unter Berücksichtigung aller landschaftsgestaltenden Kräfte beantwortet werden (vgl. GANSSSEN, 1957a, S. 21; ders. 1961).

Bei der kurzen Charakteristik der Elemente der Landschaft im vorhergehenden Abschnitt hatten sich folgende Teillandschaften der Emmendinger Vorbergzone herauskristallisiert, die wir als bodengeographische Einheiten unserer Gliederung zugrunde legen wollen:

- 4.1 Die Mundingen-Wagenstadter Lößhügelzone
- 4.2 Die Übergangszone mit der Stufenregion zwischen Landeck und Bleichheim und dem Gebiet um Maleck und Windenreute
- 4.3 Die Buntsandsteinscholle um Ottoschwanden und Freiamt:
 - 4.31 Die Ebenheiten im Oberen Buntsandstein und Unteren Muschelkalk sowie Lößlehm um Ottoschwanden und Freiamt
 - 4.32 Die Buntsandstein-Talgebiete (Täler und Nebentäler von Bleichbach und Brettenbach).

4.1 Die Mundingen-Wagenstadter Lößhügelzone und ihre Böden

4.11 Bildungsbedingungen

Die im Untergrund aus Muschelkalkschollen bestehenden, jedoch von einer mächtigen Lößdecke verhüllten, vorwiegend E-W-gerichteten Rücken der Lößhügelzone zeigen Höhen bis zu 320 m NN. Mit sehr warmen Sommern und milden Wintern gehört dieses Gebiet dem Oberrheintal-Klimabereich an; es zeichnet sich weiterhin durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung aus. Unlösbar zum Bild der Landschaft gehören die fast überall terrassierten Hänge und die tief eingeschnittenen Hohlwege. Die Umgestaltung der Landschaft durch den Menschen setzte eine Zurückdrängung der ehemaligen Waldbestockung voraus (artenreiche Eichen-Hainbuchen-Wälder), so daß wir heute Wald nur noch in Resten vorfinden. An seine Stelle traten Kulturgewächse und auf Ödland anthropogen bedingte Ersatzgesellschaften. Diesen begegnen wir an sehr steilen Terrassenböschungen in Südexposition als Halbtrockenrasen oder Gebüschformationen.

4.12 Genetik, Dynamik und Morphologie

Wie für alle landschaftlich ähnlich ausgestatteten Vorberghügel am Oberrhein und für die peripheren Teile des Kaiserstuhls (GANSSEN und Mitarbeiter, 1957; MOLL, 1959, S. 19) ist auch für die Lößhügelzone der Emmendinger Vorberge bei ungestörter Entwicklung auf Löß die Ausbildung eines karbonathaltigen Bodens mit A/C-Profil typisch. Wir bezeichnen ihn nach KUBIENA (1953, S. 277 ff.) als *Pararendzina*. Im Gegenteil zu den Euredzinen, die sich auf hochprozentig karbonathaltigen Gesteinen bilden, entwickeln sich die Pararendzinen auf karbonathaltigen, kiesel- und silikatreichen (> 30 %) Lockermaterialien, wie es der Löß darstellt.

Die durchschnittliche Ausbildung der ungestörten *Pararendzina* unter Ödland oder Wald in der Lößhügelzone der Emmendinger Vorberge entspricht weitgehend der von HARTH (1956, S. 58 — Profil aus Oberschaffhausen) aus dem östlichen Kaiserstuhl beschriebenen, wo ähnliche Standortverhältnisse gegeben sind. Der Boden ist flach- bis mittelgründig; der graubraune bis dunkelbraune, gut gekrümelte, wenig humose und stark karbonathaltige A-Horizont geht ganz allmählich in den unverwitterten, schmutzig-graugelben Löß über. Zwischen A- und C-Horizont schiebt sich bei ungestörtem Profilaufbau ein Ca-(Karbonatanreicherungs-)Horizont ein, in welchem das aus dem Oberboden herausgelöste Erdalkalikarbonat in Form von kleinen Konkretionen (Kindel) oder mycelartigen Bildungen ausgefällt wurde.

Als klimatische Voraussetzungen für die Ausbildung und Erhaltung der *Pararendzina* in der Lößlandschaft des Kreises Freiburg i. Br. werden von MOLL (1959, S. 13) Jahresmitteltemperaturen von

9 bis 10° C und Jahresniederschlagsmittelwerte von 650 bis 800 mm angegeben. Außerdem fügt dieser Autor hinzu, daß die (relative) Waldfreiheit und die intensive landwirtschaftliche Nutzung im Zusammenwirken mit den klimatischen Gegebenheiten eine Entkarbonatisierung und Verlehmung des Lösses verhindere. Im Kaiserstuhl und im Tunibergegebiet sind mit 600 bis 700 mm Jahresniederschlagsmittel und einer Jahresmitteltemperatur von 9 bis 10° C bei einer Verdunstung von ca. 600 mm/Jahr (v. RUDLOFF, 1953) demnach ausgesprochen günstige Bedingungen für das Auftreten der Pararendzina gegeben.

Mit 800 bis 900 mm Jahresniederschlagsmittel liegt die Lößhügelzone der Emmendinger Vorberge bereits außerhalb der oben angegebenen Grenzwerte. Diese Tatsache und der Umstand, daß heute unter den wenigen Waldflächen der Löß bis auf lokalklimatisch besonders trockene Stellen wenigstens oberflächlich vollständig entkarbonatisiert und verlehmt ist, lassen folgende Schlußfolgerungen zum heutigen Verteilungsbild der Pararendzina-Varianten zutreffend erscheinen:

Ohne kulturelle Einflußnahme des Menschen auf die Bodenbildung, d. h. bei vollständiger Erhaltung der Waldvegetation, hätten sich Pararendzinen als Klimaxbildungen sehr wahrscheinlich nur in trockensten Standorten, besonders also in Süd- und Kuppenlagen, bilden und erhalten können. In allen anderen Lagen, in denen die Verdunstung sicherlich auch heute merklich hinter den Niederschlagsjahressummen zurückbleibt, würde es zu einer stärkeren Entkarbonatisierung und auf lange Sicht zu einer vollständigen Verlehmung des Lösses gekommen sein. Der Nachweis dafür kann für nahezu alle Restwaldstücke erbracht werden. Das verbreitete Vorkommen von Pararendzinen in den lokalklimatisch humideren Lagen der Lößhügelzone — an NW- bis NE-Hängen, an Unterhängen in den Sohlen der Trockentälchen usw. — muß daher weitgehend als anthropogen bedingt angesehen werden (Profil 1). Durch die andauernde und wiederholte Bloßstellung des Bodens als Folge landwirtschaftlicher Maßnahmen (angefangen von der Rodung der ehemals verbreiteten Waldbestände bis hin zur moderneren Rebumlegung) und durch den oft erheblichen Bodenabtrag wurde bis zu einem gewissen Grade immer wieder frischer unverwitterter Löß der Bodenbildung ausgesetzt; damit kam eine weitgehende Entkarbonatisierung des Bodens gar nicht erst in Gang.

Wir können daher heute in der Lößhügelzone der Emmendinger Vorberge zwei Varianten der Pararendzina unterscheiden:

1. die Pararendzina als Klimaxbildung in Trockenlagen unter Ödland und Wald (Profil 2);
2. die Pararendzina als Erhaltungs- bzw. Regenerationstyp unter landwirtschaftlicher Nutzung (Profil 1), wobei letztere

Variante alle möglichen Übergangsstadien, ausgehend vom L ö ß r o h - b o d e n, durchlaufen kann.

Vor allem bei den anthropogen beeinflussten Pararendzinen unter landwirtschaftlicher Nutzung gibt es große Unterschiede in der Mächtigkeit und in der Frische der Profile. In S ü d l a g e n sind die P a r a r e n d z i n e n in der Regel t r o c k e n e r u n d f l a c h g r ü n d i g e r, a n H a n g f ü ß e n — vor allem der Nordflanken — und in G e l ä n d e d e p r e s s i o n e n f r i s c h e r u n d t i e f g r ü n d i g e r ausgebildet (Profil 1). Die Tiefgründigkeit und Frische der Profile an den letztgenannten Stellen sind nicht allein durch die humideren Bedingungen und die damit verbundene stärkere Tendenz zur Entkarbonatisierung und Verlehmung zu erklären, sondern auch durch die Tatsache, daß immer wieder durch Abschwemmung von bereits in Bodenbildung und Entkarbonatisierung begriffenem Löß und durch menschliche Maßnahmen Bodenmaterial hangabwärts bewegt wird und an Hangfüßen sowie in Tälchen zur Ablagerung kommt.

Im allgemeinen erfolgt u n t e r W a l d b e s t o c k u n g — im Gegensatz zum landwirtschaftlich genutzten Gelände — wegen der gleichmäßigen humiden Bedingungen und der stärkeren und tieferen Aufschließung des Bodens durch die Wurzeln der artenreichen, vielschichtigen Vegetation (*Galio-Carpinetum* mit Tendenz zum *Cephalanthero-Fagetum*) eine I n t e n s i v i e r u n g d e s E n t k a r b o n a t i s i e r u n g s p r o z e s s e s in Richtung auf eine vollständige Verlehmung. Nur an besonders trockenen Standorten, wo die Lößdecke noch recht mächtig ist, konnte auch unter Wald der Karbonatgehalt im Boden bis oben hin weitgehend erhalten bleiben.

Die U n t e r s c h i e d e i n d e n A n a l y s e n d a t e n zwischen den ungestörten, rein lokalklimatisch bedingten Pararendzinen unter Wald (P r o f i l 2) und den verhältnismäßig jungen, durch menschlichen Einfluß in ihrer Entwicklung sehr gehemmten Pararendzinen im landwirtschaftlich genutzten Gebiet (P r o f i l 1) sind sehr auffällig:

Trotz lokalklimatisch humiderer Bedingungen ist P r o f i l 1 recht schwach entwickelt. Dies drückt sich in einer kaum merklichen Profildifferenzierung aus, d. h. die Analysenwerte weisen mit zunehmender Profiltiefe kaum Änderungen auf. Daß der Löß im Profil 1 bereits vor seiner Umlagerung teilweise entkarbonatisiert war, erkennt man deutlich an dem im gesamten Profil etwa gleich hohen Karbonatgehalt von ca. 22%. Bei Umlagerung in unverwittertem Zustand läge der CaCO_3 -Gehalt im gesamten Profil bei ca. 30 bis 35% (durchschnittlicher Karbonatgehalt des Lösses im Oberrheingebiet), und bei einer Entkarbonatisierung in situ müßten größere Unterschiede zwischen den einzelnen Horizonten bestehen.

Im Gegensatz zur schwach entwickelten Pararendzina unter landwirtschaftlicher Nutzung zeigt die P a r a r e n d z i n a u n t e r W a l d eine deutlichere Horizontdifferenzierung, die sich mit zunehmender Profiltiefe in einer merklichen Änderung der einzelnen Analysenwerte ausdrückt. Deutlich hat der Karbonatgehalt im Oberboden abgenommen, bei einer gleichzeitigen Zunahme an organischer Substanz. Die

relativ schlechte Zersetzung der organischen Abfallprodukte (Trockenheit des Standorts und Kiefernbeimischung) und die dadurch bedingte moderartige Humusauflage erklären die hohen Werte für die organische Substanz und die für eine Pararendzina ungewöhnlich weiten C/N-Verhältnisse im Oberboden. Die Verwitterung der primären Minerale und Neubildung von sekundären Tonmineralen liegt bei dem recht hohen Karbonatgehalt — auch bei den Pararendzinen unter Wald — noch in den Anfangsstadien; das ist recht gut aus den einerseits niedrigen, andererseits im gesamten Profil annähernd konstanten R_2O_3 -Werten abzulesen. Als Sorptionsträger fungiert im wesentlichen die organische Substanz.

Im Vergleich zu den Pararendzinen unter landwirtschaftlicher Nutzung (Profil 1), die wenigstens in Tallage über einen ausgeglicheneren Wasserhaushalt verfügen, leiden die unter Wald wegen der meist exponierten Rücken- oder Südlage und wegen der verhältnismäßig hohen Versickerungsrate bei mächtiger Lößdecke zeitweise stark unter Wassermangel. Außerdem sind die Pararendzinen aus Löß Phosphor- und Kalimangelstandorte, wie aus den Werten für die pflanzenverfügbaren Anteile zu erkennen ist.

In der Lößhügelzone der Emmendinger Vorberge halten sich Waldreste vorwiegend an die Nordhänge. So ist es verständlich, daß dort der Löß wenigstens oberflächlich vollkommen entkarbonatisiert ist. Die oben beschriebenen ungestörten Pararendzinen (Profil 2) finden sich vorwiegend in Südlagen; in Nordlagen sind sie meist auf ausgehagerte, relativ trockene Wald-ränder oder erhabene und damit trockenere Stellen im Walde beschränkt. Mit Ausnahme der eben angeführten Bereiche sind in Nordlagen unter Wald in der Regel nährstoffreiche entkarbonatisierte Böden aus Löß (äußerlich von Braunerdecharakter) zu erwarten. Als Waldgesellschaft tragen sie artenreiche bis artenarme Ausbildungsformen des *Galio-Carpinetum*. Diese Böden aus verlehmtem Löß ähneln zwar in vielen Punkten einer nährstoffreichen Lößbraunerde, unterscheiden sich aber in wesentlichen Kriterien von ihr. So ist der B-Horizont nicht nur ein Verlehmungshorizont, d. h. ein Horizont intensiver Verwitterungsprozesse mit Neubildung anorganischer Stoffe, sondern es reichern sich in ihm zusätzlich aus dem Oberboden ausgeschlämte Tonsubstanzen an, wobei es zu einer Dichtlagerung des Unterbodens (Textur-B-Horizont) und hier — als Begleiterscheinung — zu einer, wenn auch nur schwachen Pseudovergleyung kommt.

Diese Böden gehören zu der großen Gruppe der „Lessivierten Böden“, und da aus Löß allgemein die typischsten Vertreter dieser Gruppe hervorgehen, benutzen wir für sie den aus dem Französischen abgeleiteten Namen „Lessivé“ (Kurzbezeichnung für „Sol (brun) lessivé“). In Deutschland werden diese Böden nach MÜCKENHAUSEN (1962) als Parabraunerden bezeichnet, da sie einige Merkmale mit den Braunerden gemeinsam haben, obwohl sie sich im Prozeßhaften stark von diesen unterscheiden. Ihre Hauptverbreitung und typischste Ausbildung erreichen diese Böden innerhalb der Emmendinger Vorberge nicht in der Lößhügelzone,

sondern erst in der Stufenregion und in den westlichen und südlichen Teilen der Ebenheiten um Ottoschwanen und Freiamt. Aus diesem Grunde wollen wir an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen. Als ein Beispiel für einen bereits merkbar lessivierten Boden aus der Lößhügelzone sei das Profil 3 angeführt.

Sehr häufig, wenn auch nur äußerst kleinflächig, wurden durch erosiv-anthropogene Kräfte in der Lößhügelzone rötliche bis gelbliche fossile Kalkverwitterungslehme (teilweise von Boluscharakter) freigelegt und dienen, z. T. mit Löß vermischt, heute als Ausgangsmaterial für die rezente Bodenbildung. Sie liegen allgemein an der Basis der Lößablagerungen und bildeten sich vermutlich im Tertiär oder spätestens im letzten Interglazial aus Mittlerem oder Oberem Muschelkalk.

Ob sich rezent auf Muschelkalk in der Emmendinger Vorbergzone ähnliche Kalkverwitterungslehme bilden können, ist sehr wahrscheinlich, vermag jedoch nicht mit Sicherheit entschieden zu werden, da es in diesem Bereich keinen eindeutigen Beweis dafür gibt. In allen Fällen, in denen Muschelkalkverwitterungslehm an der aktuellen Bodenbildung teilhat, ist nie glaubhaft auszuschließen, daß nicht doch einmal Löß darüber gelegen hat; denn Löß steht ja in allen Fällen in unmittelbarer Nachbarschaft dieser Aufschlüsse in mehreren Metern Mächtigkeit an.

Im Profil 4 haben wir einen wohl in der Hauptsache aus fossilem Material entstandenen, jedoch wohl schon seit längerer Zeit den rezenten bodenbildenden Kräften ausgesetzten Kalkverwitterungslehm untersucht, der auf Hauptmuschelkalk liegt. Die Hanglage und der fossile Verwitterungslehm als „Schmiermittel“ boten günstige Voraussetzungen für den Abtrag der hier ursprünglich sicher in größerer Mächtigkeit vorhandenen Lößdecke. Die relativ niedrigen Werte für die Tonfraktion und die relativ hohen Werte für die Schluff- und Feinsandfraktion legen eine Lößbeteiligung im obersten Horizont nahe.

Der als Wiese genutzte Boden besitzt einen sehr gut durchwurzelten, sehr stabil gekrümelten, verhältnismäßig mächtigen und dunkel gefärbten A-Horizont. Die Anwesenheit stickstoffreicher Huminsäuren drückt sich im engen C/N-Verhältnis aus. Der B-Horizont dieses Kalkverwitterungslehmes ist besonders durch seine hohe Plastizität und das bei Austrocknung sehr hervorstechende mittel- bis grobpolyedrische Gefüge ausgezeichnet. Die hohen Werte für die Tonfraktion von 50 bis sogar 74% (vom Feinboden) bieten eine hinreichende Erklärung für die in diesem Boden im Wechsel der Jahreszeiten und Witterungsepisoden immer wieder ablaufenden Prozesse des Quellens und damit Dichtschlusses des Grobporenraumes bei Durchfeuchtung und des Schrumpfens mit Polyedergefügebildung bei Austrocknung. Trotz hoher Tonwerte ist aufgrund dieser Prozesse der Wasser- und Luftaushalt noch verhältnismäßig günstig, da nach der Austrocknung bei Wiederbefeuchtung das Sickerwasser zunächst genügend Leitbahnen in Gefügespalten findet. Bei längerer Befeuchtung werden sich diese Leitbahnen schließen (Quellungszustand) und ein

weiteres Einsickern in den Boden ist erschwert oder nahezu unmöglich. Bei günstigen Reliefbedingungen wird ein großer Teil des überschüssigen Wassers oberflächlich abfließen. Die bei nachfolgender Trocknung sofort einsetzende Schrumpfung bedingt alsbald wieder genügend Luftzutritt. Ein längerer Wasserstau ist in diesen Böden außer bei völlig ebenem oder muldigem Relief daher nicht zu erwarten. Die relativ niedrigen Werte für das Substanzvolumen erklären sich in erster Linie aus der Tatsache, daß die Proben im Quellungszustand entnommen wurden. Beim Trocknen (105° C) kam es zur Ausbildung des oben genannten Polyedergefüges durch starke Schrumpfungerscheinungen. Diese Gefügemerkmale sind auch sehr deutlich im Dünnschliffpräparat zu erkennen: Der Boden ist von wenigen bis zu 1 mm breiten Klüften durchzogen, die ihn in Polyeder zerlegen. Innerhalb der Polyeder erscheint die Bodenmasse sehr porenarm (vgl. auch Abb. 1).

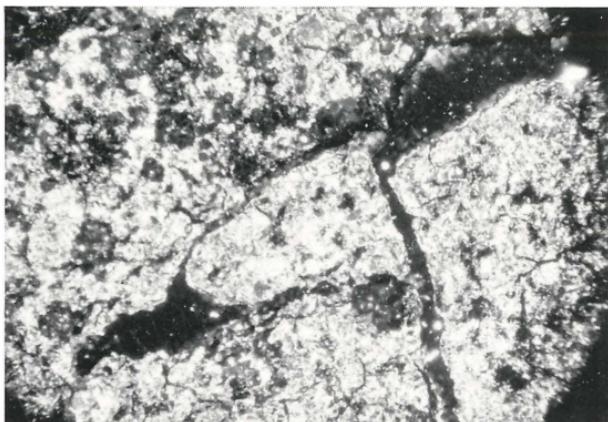


Abb. 1:

Polyedergefüge
im Dünnschliff aus dem
Ah/Bv-Horizont
des Kalkverwitterungs-
lehms, Profil 4

Vergr. ca. 24 fach, + Nicol.

Die auf den ersten Blick recht hoch erscheinenden Werte für die totale Umtauschkapazität (T-Wert) erweisen sich als recht durchschnittlich, wenn man sie mit den Gehalten an organischer Substanz und den Werten für die Tonfraktion im Zusammenhang betrachtet. T-Werte von etwa 65 bis 46 mval (umgerechnet auf 100 g Substanz der Tonfraktion) lassen in den drei unteren Horizonten wohl kaum den Schluß auf das Vorhandensein besonders stark sorptionsfähiger Tonminerale zu. Die niedrigen Gehalte an pflanzenaufnehmbarem Kalium gehen mit diesem Ergebnis konform.

Insgesamt handelt es sich bei diesem Kalkverwitterungslehm um einen in seinen physikalischen Eigenschaften wohl noch recht günstigen, in nährstofflicher Hinsicht jedoch mit Ausnahme des Stickstoffs und des Kalziums recht gering versorgten Boden. Versucht man, den Gehalt der Sandfraktion evtl. durch Mischen mit frischem Löß zu erhöhen, und führt man die ihm fehlenden Nährstoffe in ausreichender Menge durch Düngung zu (z. B. Thomasphosphat), so läßt sich aus diesem Material bei ausreichender Mächtigkeit ein sehr ertragsreicher, landwirtschaftlich nutzbarer Boden gewinnen.

Böden, die ihre Entstehung und Dynamik einerseits periglazialen, postglazialen und mehr oder weniger rezenten (anthropogenen) Verlagerungsvorgängen und andererseits am Ablagerungsort in verschieden starkem Maße dem Einfluß von Grundwässern verdanken, finden sich innerhalb der Mundinger-Wagenstadter Lößhügelzone vor allem in den größeren und damit tiefer liegenden Talbereichen. Es ist hier in der Regel karbonathaltiger Schwemmlöß, der das Ausgangsmaterial für die meist nur schwache Bodenbildung (häufige Unterbrechung durch Überschlickung) liefert. Mit Annäherung an die Stufenregion ist dieser jedoch in wechselnder Menge mit Schwemmsand und Geröllen aus dem Buntsandstein und Muschelkalk durchmischt.

Die Böden dieser Talbereiche sind aufgrund ihres günstigeren Wasserhaushalts und der wegen der häufigen Inhomogenität des Ausgangsmaterials nicht so einseitigen nährstofflichen Zusammensetzung geradezu für einen Ackerbau auf breitester Basis prädestiniert im Unterschied zu den viel trockeneren oben erwähnten Pararendzinen und Lößrohböden, die vor allem in Südlagen — wie wir sahen — mehr dem Rebbau vorbehalten blieben.

Von einer genaueren Untersuchung, Abgrenzung und Festlegung der Typen und Varianten der grundwasserbeeinflussten Böden in den Talungen wurde wegen der Vielgestaltigkeit der Ausbildungsformen und der starken anthropogenen Einwirkungen (intensive landwirtschaftliche Nutzung, Be- und Entwässerung) Abstand genommen. Zahlreiche Bohrungen ergaben, daß die Bodenausbildungsformen in raschem räumlichen Wechsel einander ablösen, so daß sie auf der beigegebenen Karte nicht in dem Maße zur Darstellung kommen konnten, wie es vielleicht wünschenswert gewesen wäre.

Wegen der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Böden wollen wir aber doch die wichtigsten Ausbildungsformen kurz erwähnen:

Je nach dem Karbonatgehalt des Bodens und nach dem Stand, der Strömungsgeschwindigkeit und dem Karbonatreichtum des Grundwassers lassen sich in den Talungen der Mundingen-Wagenstadter Lößhügelzone verschiedene Ausbildungsformen vergleyter Böden unterscheiden:

G l e y e

Permanent hochanstehendes (weniger als 40 cm unter der Oberfläche), schwachzügiges bis nahezu stagnierendes, karbonathaltiges Grundwasser führte auf Schwemmlöß zur Ausbildung karbonathaltiger Gleye mit der typischen Horizontfolge Ah-A/Go-Gr (z. B. südlich Wagenstadt und nordöstlich Köndringen). Sie stimmen in ihrer Morphologie, Genetik und Dynamik mit den von KUBIENA (1953) als Mullgley und von MÜCKENHAUSEN (1962) als typischer Gley beschriebenen Böden weitgehend überein.

Der Ah-Horizont ist braunschwarz bis grauschwarz, sehr stark humos bis amoorig und geht in einer Tiefe von 10 bis 15 cm in einen stark ausgeprägten hell-

bis schmutziggrauen Gr-Horizont (Bildung von Eisenhydrogenkarbonat) über. Meist schaltet sich ein verschieden mächtiger Übergangshorizont (A/Go) mit zahlreichen schmalen Oxydationsröhren entlang der Wurzeln ein. Das gesamte Profil ist karbonathaltig und demzufolge die Reaktion neutral bis schwach alkalisch. Eine ständige Durchnässung bis in die obersten Dezimeter ermöglicht auf den Gleyen nur eine Dauerriesennutzung. Man versucht, durch Anlegen von Entwässerungsgräben oder durch Drainage, dem Übermaß an Feuchtigkeit zu begegnen.

Karbonatfreie Gleye, die im Profil den gleichen Aufbau wie die karbonathaltigen Gleye zeigen, entstehen aus primär karbonatarmem oder -freiem, alluvialem Substrat, z. B. aus verschwemmtem Lößlehm oder bei stärkerer Durchmischung des Schwemmlösses mit Abtragungsmaterial aus dem Buntsandsteinbereich. Aber auch Grundwasser geringerer Karbonathärte, wenn im Einzugsbereich karbonatfreie Gesteine anstehen, kann in einem karbonathaltigen Schwemm-Material eine baldige Entkarbonatisierung bewirken. Karbonatfreie Gleye haben ihr Hauptverbreitungsgebiet in den Buntsandstein-Talgebieten, wo die Löß- oder Lößlehmeteiligung naturgemäß geringer ist. In der Lößhügelzone der Emmendinger Vorbergzone kommen sie nur ganz sporadisch vor.

Semigleye und unvergleyte Auenböden

Karbonathaltige, nur in ihren untersten Teilen vergleyte Böden aus Schwemmlöß, in denen starke Grundwasserschwankungen auftreten, der Kapillarsaum des Grundwassers in der Regel nicht höher als 40 bis 50 cm unter Flur liegt, sind in den Talungen der Lößhügelzone am verbreitetsten. Obwohl die Bäche mindestens einen, oft aber auch mehrere Meter unter dem Talniveau dahinziehen, reicht doch die „Gleyfleckigkeit“ bis wenige Dezimeter unter die Oberfläche herauf. Eisen- und Mangan-konkretionen und -beläge erscheinen schon in Tiefen von 40 bis 50 cm sehr regelmäßig. Während der obere, unvergleyte, verhältnismäßig gut durchlüftete Teil des Profiles stärker verbraunt ist, d. h. einen geringeren Karbonatgehalt und einen fortgeschritteneren Verlehmungsgrad aufweist, zeigt der Bereich unter 40 cm meist nur wenige braune oder rötlichbraune „Verlehmungs“- bzw. Oxydationsflecke. Die Farbe entspricht hier der des frischen Schwemmlösses; eine schwache Reduktionsfleckigkeit ist jedoch überall zu erkennen und nimmt mit größerer Profiltiefe immer mehr zu. Der vergleyte Unterboden ist meist recht dicht gelagert und schlecht durchlüftet. Die ackerbauliche Nutzung dieser Böden trägt keineswegs zur Verbesserung des Luft- und Wasserhaushaltes bei, denn durch die Bearbeitung mit schweren landwirtschaftlichen Maschinen wird der Boden festgewalzt, und außerdem beschränkt sich seine temporäre Durchwurzelung nur auf die obersten Zentimeter.

Alle karbonathaltigen, nur im Unterboden ab 40 bis 50 cm oder tiefer vergleyten Böden aus Schwemmlöß haben die typische Horizontfolge Ah1 Ahn-Gr, wobei Ah1 Ahn bedeuten soll, daß der A-Horizont verschieden

mächtig sein und man ihn in mehrere Subhorizonte gliedern kann. Sie gehören damit der Gruppe der *Semigleye* an. Wir bezeichnen alle Böden dieser Horizontfolge aus karbonathaltigem Schwemmlöß als *karbonathaltige Semigleye*.

Das Grundwasser vermag dank der optimalen kapillaren Aufstiegs-möglichkeiten im Schwemmlöß zeitweise seinen Einfluß auch dann bis wenige Dezimeter unter Flur auszudehnen, wenn der Wasserspiegel in den Bächen 1,5 bis 2 m tief liegt.

Daß der Grundwassereinfluß nicht in allen Fällen zu einer Vergleyung der Böden führt, lehren Beispiele aus den Buntsandstein-Talgebieten, wo neben *karbonatfreien Semigleyen* auch *unvergleyte Auenböden* vorkommen. Sie sind dort an ein groberes Substrat und wohl auch an ein zügigeres sauerstoffreicheres Grundwasser gebunden und finden sich vornehmlich in der unmittelbaren Nähe der Bachläufe.

Die *karbonatfreien Semigleye* haben, da sie sich aus dem gleichen Substrat entwickeln wie die karbonatfreien Gleye, ihr Hauptverbreitungsgebiet ebenfalls in den Buntsandstein-Talgebieten. Während der vom Grundwasser unbeeinflusste Oberboden bei den karbonathaltigen Semigleyen einen rendzinaähnlichen Habitus aufweist, zeigt er bei den karbonatfreien Semigleyen eine stärkere Verlehmung und damit eine braunerde-ähnliche Dynamik. Die charakteristische Horizontfolge dieser Böden ist Ah-Bv-B/G-Gr.

4.2 Die Böden der Übergangszone

4.21 Bildungsbedingungen

In der Übergangszone verzahnen sich die Elemente der Lößhügelzone mit denen der östlich bzw. nördlich anschließenden Buntsandsteinscholle. Dieses zweiteilige Gebiet, das einerseits im W von der Linie Nordweil — Bombach — Heimbach — Mündingen — Emmendingen begrenzt wird und im E bis zum Rande der Ebenheiten von Ottoschwanden — Freiamt reicht (Stufenregion) und andererseits von dem Dreieck Emmendingen — Maleck — Windenreute eingenommen wird, ist in seinen Höhenverhältnissen keineswegs ausgeglichen; es erstreckt sich zwischen 210 und 400 m NN.

Sein *einheitliches Gepräge* erhält dieser Landschaftsteil durch den *Gesteinsaufbau* (Buntsandstein und Muschelkalk bilden den Untergrund), sein im Vergleich zur Lößhügelzone *stärkeres Relief* und die damit in engem Zusammenhang stehende *geschlossene Bewaldung* (vor allem in der Stufenregion).

Eichen-Hainbuchen-Wälder bilden fast überall die natürliche Waldgesellschaft; auf trockenen Standorten finden sich artenarme Aus-bildungsformen des *Tieflagenbuchenwaldes*.

Mit 9 bis 9,5° C Jahresmitteltemperatur ist die Übergangszone noch relativ wärmebegünstigt. Die Jahresniederschlagsmittel liegen jedoch bereits um 100 bis 150 mm über denen der Lößhügelzone und erreichen 900 bis 950 mm. Der tatsächliche Durchfeuchtungsunterschied der Böden zwischen Lößhügel- und Übergangszone ist aber wesentlich größer als es die Mittelwerte zum Ausdruck bringen, da unter der schützenden Waldecke die Verdunstung des Bodens herabgesetzt wird.

Ein überaus rascher Wechsel in den bodenbildenden Ausgangsgesteinen und im Relief bedingt in der gesamten Übergangszone ein buntes Mosaik verschiedenster Böden und Bodenvarianten, die in der beigegebenen Karte aus Maßstabsgründen nicht zur Darstellung kommen konnten. Mit Ausnahme der steilsten Partien sind hier überall Löße oder Lößlehme vorhanden, die als mehr oder weniger dünne Schleier die triadischen Gesteinsserien überziehen oder — was recht häufig beobachtet werden konnte — mit diesen ein kolluviales Gemisch bilden (vgl. Profil 7). Im einzelnen treten als Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung folgende Gesteine auf:

L ö ß, L ö ß i n v e r s c h i e d e n e n S t a d i e n d e r V e r l e h m u n g, f o s s i l e L ö ß v e r l e h m u n g s h o r i z o n t e (v g l. P r o f i l 9), f o s s i l e r M u s c h e l k a l k v e r w i t t e r u n g s l e h m, U n t e r e r M u s c h e l k a l k, O b e r e r B u n t s a n d s t e i n m i t R ö t u n d P l a t t e n s a n d s t e i n u n d M i t t l e r e r B u n t s a n d s t e i n m i t B a u s a n d s t e i n u n d H a u p t k o n g l o m e r a t.

Verlagerungen vor, während und nach der Lößablagerung schufen zudem alle nur denkbaren Gesteinskombinationen. Vor allem an den Hangfüßen ist dadurch ein äußerst heterogen zusammengesetztes Bodenausgangsmaterial entstanden; hier sind frische bis feuchte, tiefgründige Böden anzutreffen (Profil 7). An steileren Hängen (vor allem in Mittelhanglagen) wurde die ehemals sicher vorhandene Lößdecke stärker abgetragen als an weniger geneigten Hängen. Das unterlagernde Gestein tritt häufig zutage und flachgründigere, mäßig frische bis trockene Böden herrschen vor (Profil 10). An Oberhängen ist die Löß- bzw. Lößlehmdecke wieder vollständiger, die Böden sind tiefgründiger und frischer.

4.22 Genetik, Dynamik und Morphologie

In den der Steilstufe unmittelbar vorgelagerten, niedrigeren, stärker lößbedeckten Teilen (Grenzbereich zur Lößhügelzone) sind unter Acker-, Reb- und Wiesenland zunächst noch — wenn auch stark anthropogen beeinflusst — *Pararendzinen* verbreitet. Der Karbonatgehalt ist in den Böden im Vergleich zur Lößhügelzone meist weniger hoch, da z.T. ältere Löss anstehen, deren Mächtigkeit zudem noch geringer ist, Niederschläge reichlicher fallen und teilweise schon primär karbonatfreies Material, z. B. fossiler Lößlehm oder Muschelkalkverwitterungslehm dem Löß beigemischt sind. Die häufige Wiesennutzung bedingt mächtigere A-Horizonte, die Bodenfarben gehen

wegen der stärkeren Verlehmung mehr ins Bräunliche (Bildung von freiem Eisenoxidhydrat) und es stellt sich zunehmend eine stärkere Bindigkeit der Böden ein. An trockenen Standorten auf Löß, wo eine stärkere Entkarbonatisierung bisher nicht möglich war, sind auch innerhalb der bewaldeten Übergangszone kleinflächig stark humose Pararendzinen entwickelt, wie wir sie in Profil 2 aus der Lößhügelzone beschrieben haben.

Wenn in der Lößhügelzone lessivierte Böden (*Lessivés*) nur lokal vorkommen (vgl. Profil 3), so beherrschen sie aufgrund der durch die Bewaldung und die höhere Lage bedingten humideren Bedingungen und wegen der meist nur flachgründigen Lößdecke die Übergangszone vollkommen.

Wir konnten damit im Oberrheingebiet das Vorhandensein von Böden nachweisen, deren Existenz in vielen Teilen Mittel- und Westeuropas seit längerer Zeit bekannt war, im Oberrheingebiet jedoch bis dahin in dem Ausmaß nicht vermutet wurde. Inzwischen konnte ihr Vorkommen von MOLL (1964) im Gebiet südlich Freiburg und von ROEDIG (1964) im Dinkelberggebiet bei Lörrach bestätigt werden.

Bei diesen *Lessivés*, die bekanntlich vorwiegend aus einem Substrat entstehen, das bei einem hohen Nichtkarbonatanteil (mindestens 30 %) einen hohen Gehalt an feinen Korngrößen (nach Entkarbonatisierung und Verlehmung) und gleichzeitig ein stabiles Filtergerüst (relativ hoher Feinsandanteil) aufweist — beim Löß sind diese Vorbedingungen in idealer Weise erfüllt (vgl. auch KOHL, 1958) —, handelt es sich um Bildungen, deren Prozesse noch nicht in allen Einzelheiten geklärt sind, deren Symptome sich jedoch im Profil, im Dünnschliff und in den Analysenwerten deutlich kundtun:

Die nach der Entkarbonatisierung und Verlehmung des Substrats und nach der Mobilisation eines Teiles der Tonsubstanz, des sog. „Braunlehm-Teilplasmas“ (KUBIENA, 1956) einsetzende Tondurchschlammung führt bei relativer Schluffanreicherung zu einer Fahlfärbung (Mitverlagerung eines Teiles des färbenden Eisenoxidhydrats) und zu einer Depression fast aller analytisch ermittelten Werte in den obersten 20 bis 30 cm der Böden (Bildung des Al-Horizontes). Im Unterboden bewirkt die Zufuhr von Schlammstoffen unter Ausfüllung eines Teiles des vorhandenen Porenraumes und polyedrischer bis prismatischer Gefügeausbildung sowie stärkerer Farbintensität eine Umkehr der chemisch-physikalischen Bedingungen, die sich in einer allgemeinen Tendenz zur Erhöhung der analytischen Werte anzeigt (Bildung des Bt-Horizontes). *Lessivés* sind in typischer Ausbildung durch die Horizontfolge Ah-Al-Bt-Bv-C gekennzeichnet.

Im Dünnschliffpräparat konnten die Geländebefunde und die Ergebnisse der Laboruntersuchungen vollauf bestätigt werden. In allen bisher als „Lessivé“ eingestuften Böden wurden unter gekreuzten Polarisatoren in den Bt-Horizonten Fließstrukturen in mehr oder weniger ausgeprägter Form als Porenfüllungen mit orientierter Doppelbrechung (geschichtete, hell aufleuchtende Wandbeläge) festgestellt (vgl. Abb. 2, 3, 5 und 6).

Diese Verlagerung von Schlammstoffen kann schon im Gegensatz zum Podsolierungsprozeß im neutralen bis schwach sauren Milieu unter Erhaltung der Tonminerale erfolgen. Ob die Tonverlagerung bereits im verlehmden Löß einsetzt, eine vollständige Verlehmung die Voraussetzung ist, d. h. ob sich zwischen das Pararendzina- bzw. Tschernosem-Stadium einerseits und den Lessivé andererseits noch ein Lößbraunerde-Stadium einschiebt, ist ebenfalls noch nicht restlos geklärt. Nach FRANZ (1960) kann es schon in „kalkhaltigen Braunerden“ und „kalkhaltigen Tschernosemen“ zu einer Verlagerung von Schlammstoffen im Bodenprofil kommen. ALTEMÜLLER (1957) deutet die Möglichkeit an, daß im Raume Braunschweig ein direkter Übergang von der verlehnten Schwarzerde zur Parabraunerde (Lessivé) besteht. KUBIENA (1956) ist der Ansicht, daß in der „baltischen Bodenprovinz“ auf Löß die Parabraunerde direkt aus der Pararendzina hervorgehe, die Braunerde aus Löß jedoch den wärmeren Teilen der Provinz vorbehalten sei. KUNDLER (1957) kommt unter Berufung auf DUDAL (1953) zu ähnlichem Ergebnis.

Durch die bisherigen Untersuchungen konnte die Existenz der Lößbraunerde in der Emmendinger Vorbergzone nicht nachgewiesen werden. Mit Hilfe von Dünnschliffuntersuchungen wurden auch im Profil 7, das noch am ehesten den Habitus einer Lößbraunerde besitzt, Fließstrukturen festgestellt.

Obwohl gewisse Unterschiede in der Entwicklungstiefe, der Horizontausbildung und in den chemisch-physikalischen Eigenschaften der Lessivés innerhalb der gesamten Emmendinger Vorbergzone bestehen, wollen wir trotzdem auf eine strenge Gliederung nach dem Durchschlammungsgrad verzichten, da uns die Kriterien und ihre Bewertung für eine derartige Unterscheidung noch unsicher erscheinen. Im übrigen gibt es genügend Anzeichen dafür, daß vielfältige postgenetische, oberflächenparallele Massenverlagerungen in noch relativ junger Zeit (meist durch direkten oder indirekten menschlichen Einfluß bedingt) stattgefunden haben müssen, die der mehr vertikalen Stoffverlagerung (Lessivierungsprozeß) entgegenwirkten bzw. deren Ausmaße und Folgen verschleierten oder verwischten. So konnten häufig sowohl geköpfte (im Profil hochanstehender Bt-Horizont) als auch durch Überlagerung mit tonverarmtem, schluffreichem Material erhöhte Profile beobachtet werden.

Für die Beurteilung der Lessivés in der Übergangszone haben gegenüber der Bewertung des Durchschlammungsgrades die Unterschiede im Aufbau und in der Zusammensetzung des Ausgangsgesteins größere Bedeutung.

Im folgenden sei nun mit den Profilen 5 bis 10 eine Reihe von Böden aus der Übergangszone näher beschrieben, die sich auf verschiedenen Ausgangsmaterialien, jedoch immer unter Beteiligung von Löß oder Lößlehm, entwickelt haben.

Mit den Profilen 5 und 6 sollen zunächst zwei Beispiele für Lessivés aus reinem Löß gebracht werden, wobei das Profil 5 dem Profil 6 in seinen Merkmalen so ähnlich ist (es unterscheidet sich im wesentlichen nur durch den geringmächtigen Al-Horizont [Profilköpfung!]), daß wir uns auf die Beschreibung von Profil 6 beschränken können:

Profil 6 stellt einen typischen Lessivé aus reinem Löß ohne merkliche Störungen seiner Entwicklung dar.

Der braunolive bis sepiabraune, mäßig humose intensiv durchwurzelte und gut gekrümelte Ah-Horizont besitzt bei engem C/N-Verhältnis die Humusform Mull.

Mit unscharfem, aber deutlichem Übergang schließt sich der braunolive bis ockerfarbene, gut durchwurzelte, undeutlich bröckelig strukturierte Al-Horizont an, der nur noch wenig Humus besitzt, dafür aber eine deutliche Tonverarmung und im Vergleich zum Unterboden eine Verfählung aufweist.

Mit allmählichem Übergang folgt der fahlbraune bis olivbraune, tonreiche, dicht gelagerte, mäßig durchwurzelte Bt-Horizont, der vor allem bei Austrocknung ein polyedrisches Gefüge mit Tonbelägen (coatings) auf den Gefügeoberflächen aufweist. Sein unterer Teil, den wir als

gBt-Horizont abgegliedert haben, zeigt zudem noch eine durch die Dichtlagerung bedingte schwache Pseudogley-Fleckigkeit (punktförmige Eisen-[Mangan]-Konkretionen, die im Anschnitt streifig verschmieren, und einzelne graue Reduktionsflecke). Man vergleiche hierzu auch die Ausführungen auf Seite 58 ff.

Der gBt-Horizont geht seinerseits unmerklich in den Bv-Horizont über, der wieder stärker durchwurzelt, weniger tonreich, lockerer im Gefüge, gleichmäßiger in der Durchfeuchtung und haarscharf gegen den C-Horizont abgesetzt ist.

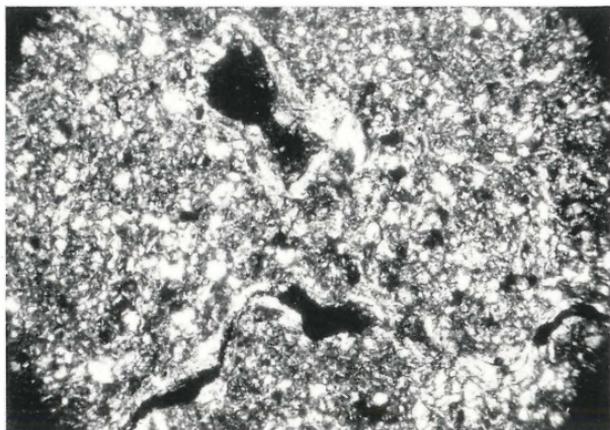
Der C-Horizont besteht aus fahlbraunem, Schneckenschalen führendem, umgelagertem Löß, der nicht mehr durchwurzelt ist und einzelne Oxydations- und Reduktionsflecke aufweist.

Einer recht intensiven Tondurchschlammung, die sowohl im Gelände als auch aus den Analysendaten und dem Dünnschliffbefund (vgl. Abb. 2) klar ersichtlich ist, steht eine relativ geringe Versauerung, ein verhältnismäßig hohes Nährstoffangebot und eine gute biologische Tätigkeit gegenüber. Letztere äußert sich außer in der Humusform vor allem in den zahlreichen, bis tief in den Bt-Horizont hinabreichenden Wurmgängen, die mit humosem Material (Wurmlosung) angefüllt sind.

Dieser Lessivé stimmt in seinem Habitus und seinen Eigenschaften sehr gut mit der „Parabraunerde mit mittlerem Basengehalt“ nach MÜCKENHAUSEN (1962) überein.

Abb. 2:
Auskleidung von Poren
mit Tonsubstanz
im Dünnschliff
aus dem gBt-Horizont
des Lessivé, Profil 6
(Horizontalschnitt)

Vergr. ca. 47 fach, + Nicol.



Im Profil 7 wurde ein Boden untersucht, der sich aus einem Lößkolluvium entwickelt hat, in das Muschelkalkhangschutt eingearbeitet ist und dessen Ausbildung für die sickerwasserbeeinflussten Unterhanglagen und Dobel der Übergangzone mit artenreicher Vegetation typisch ist. Der Boden macht einen äußerst tätigen, frischen und jugendlichen Eindruck, wenn man die optimale Krümelung, die relativ geringe Entwicklungstiefe und die nur schwache Horizontdifferenzierung betrachtet.

Der sepiafarbene bis braunolive Ah-Horizont ist verhältnismäßig mächtig, gut gekrümelt und gut durchlüftet, gut durchwurzelt, humos und geht nur sehr allmählich in den

tonreicheren, olivbraunen bis fahlbraunen, bröckeligen bis feinpolyedrischen Bt/Bv-Horizont über, ohne daß sich ein merklicher Al-Horizont dazwischen-schiebt.

Nach unten folgt ebenso allmählich ein olivbrauner, nur schwach polyedrischer, reichlich mit Skelett durchsetzter, schwach karbonathaltiger Bvg-Horizont, der einzelne Oxydations- und Reduktionsflecke aufweist.

Haarscharf erfolgt wieder der Übergang in das noch karbonathaltige, glyefleckige Ausgangsmaterial.

An diesem Profil kann sowohl aus Gefügebeobachtungen im Gelände als auch aus dem Dünnschliffbefund auf eine allerdings nur sehr schwache Lessivierung geschlossen werden. Die analytischen Daten lassen dagegen keine eindeutigen Schlüsse auf Lessivierungsprozesse zu. Die Tatsache, daß es sich hier um heterogen zusammengesetztes, kolluviales Material handelt, erschwert die Beweisführung. Der verhältnismäßig starke Anstieg der Fraktion $< 2 \mu$ in den Bt/Bv- und Bvg-Horizonten muß wohl zu einem großen Teil in dem beigemischten Kalkverwitterungslehm seine Ursache haben; er kann in diesem

Falle nicht als Beweis für eine Tonverlagerung angesehen werden. Es ist hierbei auch zu berücksichtigen, daß das Ausgangsmaterial bereits Tonfraktionswerte von ca. 18 % aufweist.

Dieser Boden entspricht etwa der von MÜCKENHAUSEN (1962) beschriebenen „Braunerde mit hohem Basengehalt, Durchschlammungstendenz vorhanden, aus umgelagertem Löß“

Den Lessivés aus Löß (Profile 3, 5 und 6) und aus Löß-Muschelkalk-Kolluvium (Profil 7) soll nun im folgenden ein ebenfalls lessivierter Boden gegenübergestellt werden, der auch aus zwei verschiedenen, jedoch nicht miteinander vermischten Substraten hervorgegangen ist. Es handelt sich dabei um ein sog. Zweischichtenprofil, wie es für weite Teile der Übergangszone und der Ebenheiten von Ottoschwanden und Freiamt typisch ist, wenn dort auch häufig unter Beteiligung anderen Ausgangsmaterials (vgl. Profil 10).

Das Profil 8 besteht in seinem unteren Teil aus einem nährstoffarmen, ton- und skelettreichen, fossilen Verwitterungslehm des Mittleren Muschelkalkes, der vermutlich dem warmhumiden Klima des Tertiärs seine Entstehung verdankt. Er wird von einer nur ca. 20 cm mächtigen, durch eine jüngere Bodenbildung entkarbonatisierten und verlehmtten Lößdecke überlagert, deren ursprüngliche Mächtigkeit größer gewesen sein mag.

Der sepiafarbene bis graubraune, kaum gekrümelte, humose und sehr gut durchwurzelte Ah-Horizont geht allmählich in den

fahlbraunen bis braunockerfarbenen, schwach humosen, gut durchwurzelten, sehr plastischen Al-Horizont über.

Darunter folgt der dunkelbraunockerfarbene, von zahlreichen Grobwurzeln durchsetzte, grobpolyedrische, sehr dichte und plastische, tonreiche Bt/Bv-Horizont, der reichlich Feinskelett und zahlreiche Eisen-(Mangan-)Konkretionen enthält und ein feinsplittriges Gefüge aufweist.

Daran schließt sich nach unten zu ein in der Farbe gleicher, nur noch schwach durchwurzelter, tonreicher fBv1-Horizont an, der ebenfalls reichlich Feinskelett enthält und ein feinsplittriges Gefüge aufweist.

Im kaum noch durchwurzelten fBv2-Horizont erfolgt eine allmähliche Zunahme der größeren Fraktionen.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen lessivierten Böden erhöhen sich die pH-, V- und CaO-Werte nach der Depression im Al-Horizont nach unten zu nur wenig, obwohl doch der Tongehalt abrupt ansteigt. Unter den Bedingungen im Tertiär ist der dolomitische Kalk des Mittleren Muschelkalkes so intensiv verwittert und der Boden so stark ausgewaschen worden, daß sich nur Tonminerale überwiegend kaolinitischer Natur bilden konnten, deren Sorptionsvermögen bekanntlich gering ist. Vom Gestein selbst blieben fast nur die schwer verwitterbaren Calcedonplatten übrig, die heute nicht als

Nährstoffnachlieferer einer rezenten Verwitterung dienen können. Daraus erklärt sich die Nährstoffarmut des Kalkverwitterungslehmes. Im obersten Horizont, wo Huminstoffe als Sorptionsträger fungieren, sind daher die erwähnten Werte höher als im gesamten übrigen Boden; eine Erscheinung, die bei keinem der anderen lessivierten Böden auftrat und sich erst bei den Böden podsoliger Dynamik erneut zeigen wird.

Trotz hohen Tongehaltes im mittleren und unteren Teil des Profils und trotz der nur wenig geneigten Lage findet sich im Oberboden nur ein geringer Stauwassereinfluß. Die nasse Phase ist offensichtlich nur kurz. In dem relativ warmen Klima erfolgt bald eine rasche Austrocknung des Bodens, vor allem aber, wenn der Staukörper recht hoch im Profil ansteht. Um den Wasserhaushalt eines Bodens beurteilen zu können, genügt es in vielen Fällen nicht, sich z. B. nur nach den Geländeformen oder den Tonwerten zu richten. Erst die Berücksichtigung der gesamten Korngrößenanalyse kann Rückschlüsse auf den möglichen Staunässegrad zulassen. Nach G. KRAUSS (1939) neigen alle gleichmäßig feinkörnigen Böden zur Dichtlagerung, was eine Folge des fast völligen Fehlens eines Bodengerüsts (Skelett-, Grob- und Mittelsand) (ZAKOSEK, 1951) ist. Für unser Profil ist daher keine nennenswerte Pseudovergleyung zu erwarten. Der relativ hohe Feinskelett- und Grobsandanteil erlaubt trotz hohen Tongehaltes ein Versickern des Niederschlagwassers.

Das Profil 9 aus der Lehmgrube Windenreute, dessen Ausbildung für die Übergangszone zwar nicht typisch, dafür aber als eine Besonderheit in diesem Raum anzusehen ist, wurde vom Verfasser erst in jüngerer Zeit untersucht.

Dank der zur Aufnahmezeit günstigen Aufschlußverhältnisse war es uns möglich, dies Profil bis zu einer Tiefe von 3,50 m zu untersuchen. Es besteht ausschließlich aus Lößlehm, dessen Gesamtmächtigkeit wegen starker Rutschungen nicht exakt ermittelt werden konnte, jedoch ca. 5 bis 6 m betragen dürfte. Der Lößlehm wird unterlagert vom Unteren Muschelkalk, der in einem tieferen Stockwerk der Grube abgebaut wird und bereits von BUDWILL (1957) untersucht wurde. Zwischen Unterem Muschelkalk und Lößlehm befindet sich in wechselnder Mächtigkeit — meist jedoch in Taschen und Klüften — ein zäher, rotbrauner, teilweise auch graugrünlischer oder grau-blauer Ton, der von zahlreichen Boluskonkretionen durchsetzt ist. Wir haben diesen Ton bis jetzt noch nicht untersuchen können, da er zur Zeit der Probenentnahme nicht aufgeschlossen war. Wir sind jedoch der Meinung, daß diese Bildung tertiären Alters ist.

Der von der Untersuchung erfaßte obere Teil des Lößlehms wird durch zwei Verlehmungszonen gegliedert, die sich in Farbe und Struktur schon äußerlich deutlich vom übrigen Solum abheben und — nach ihrem Habitus zu schließen — älteren Verwitterungsperioden angehören müssen. Dies gilt auch für die obere Verlehmungszone, obwohl sie nur maximal 50 cm unter

der heutigen Bodenoberfläche liegt und damit in die rezente Bodenbildung einbezogen wurde. Wir schließen nicht nur allein aus der wechselnden Mächtigkeit der darüberliegenden Horizonte (die obere Verlehmungszone verläuft nicht parallel der heutigen Oberfläche), sondern vor allem aus der Verwitterungsintensität (vergleichbare Bt-Horizonte in rezenten Lessivés gibt es in diesem Raum nicht) auf eine ältere Bodenbildungsphase.

Die obere Verlehmungszone umfaßt die Horizonte fBtg1 und fBtg2 und ist 0,6 bis 0,8 m mächtig; die untere Verlehmungszone wird durch die Horizonte fBtg3 und fBtg4 gebildet und ist 1,5 m mächtig. Die über bzw. unter den beiden Verlehmungszonen vorhandenen Massen sind ebenfalls stark verlehmt, und das ist das Besondere an diesem Profil. Zwischen den Verlehmungszonen (alte Bodenbildung vom Typ Lessivé) findet sich kein karbonathaltiger Löß wie in fast allen bekannten Lößaufschlüssen im Oberrheingebiet.

Für die Entstehung der autochthonen und parautochthonen Verlehmungszonen zwischen ebenfalls verlehmtem Löß sind folgende Möglichkeiten denkbar:

1. Der Lehm unterhalb und zwischen den markanten Verlehmungszonen stellt ein Umlagerungsprodukt von bereits an anderer Stelle verlehmtem Löß dar, d. h. eine allochthone Bildung, auf der sich postsedimentär und autochthon die Verlehmungszonen in zwei Phasen gebildet haben. Das bedeutet, daß wir es mit zwei verschiedenaltigen Fließlehmen zu tun haben, die vermutlich von je einer interglazialen Verwitterungszone nach oben hin abgeschlossen werden. Hinweise auf eine Fließstruktur erhielten wir aus dem Horizont fBtg/Bv unterhalb der oberen Verlehmungszone durch die zahlreichen horizontal orientierten weißen, bis maximal $1/2$ cm mächtigen Schlufflinsen.

Diese Interpretation setzt m. E. voraus, daß die Reliefverhältnisse zur Zeit der Fließlehm Bildung verschieden von den heutigen gewesen sein müssen. Heute befindet sich die Grubenoberkante am Sporn des „Buck“ doch immerhin maximal 10 m über dem Niveau des Brettenbaches und damit über der Elztalniederung. Zur Erhaltung der Fließlehme und Verlehmungszonen über so lange Zeiträume muß m. E. an eine erosionsfernere Lage gedacht werden. Hebung des Vorberggeländes bzw. Senkung des Vorlandes oder Hangunterschneidung durch den von der Elz nach N abgedrängten Brettenbach könnten das Profil in diese exponierte Lage gebracht haben.

2. Es handelt sich bei dem gesamten Lößlehm um ursprünglich zwei nicht besonders mächtige Lößablagerungen verschiedenen Alters, die während zweier Interglazialzeiten infolge gesteigerter Verwitterungsintensität jeweils vollständig von der Verlehmung erfaßt wurden. Das würde eine autochthone oder wenigstens parautochthone Bildung des gesamten Lößlehms bedeuten. Es fehlen allerdings in allen diesen Schichtgliedern irgendwelche für die autochthone Bildung typischen Anzeichen einer Karbonatinfiltation. Gerade unterhalb der älteren Verlehmungszonen finden wir in allen unseren Aufschlüssen die größten Kindelbildungen. Da wir sie hier nicht finden, auch keine sonstigen Ausscheidungsformen von Karbonaten beobachten konnten, verbleiben dieser Deutung der Profilstellung weniger Chancen.

3. Es wäre eine Kombination beider Möglichkeiten denkbar insofern, als der untere Komplex mit der unteren Verlehmungszone autochthoner Entstehung ist (Möglichkeit 2) und der obere nach der Möglichkeit 1 entstanden gedacht werden kann.

Der durchwurzelte, gering humose, gekrümelte und lockere, braunolive bis graubraune (10 YR 4/2 bis 5/4)⁶ *Ah-Horizont* enthält einzelne anthropogen eingeschleppte Gerölle und Ziegelbruchstücke und geht mit deutlicher, aber unscharfer Grenze in den

Ah/A1-Horizont über, der fahlfarben (10 YR 5/4 bis 7/4), kaum noch durchwurzelt und schwach humos ist. Sein Gefüge ist teils krümelig, teils plattig, in der Regel jedoch dichter gelagert als im *Ah-Horizont*. Zahlreiche Regenwurm- und Kleinsäugergänge mit humosen, gut gekrümelten Füllungen zeugen von der guten biologischen Tätigkeit in diesem Horizont. Stellenweise beobachtet man einzelne Eisen-(Mangan-)Konkretionen und Oxydationsflecke. Die Mächtigkeit dieses Horizontes wechselt im Aufschluß sehr.

Unmerklich erfolgt der Übergang in den etwas bräunlicheren, von zahlreichen Oxydationsflecken und humosen Gangfüllungen (10 YR 5/4) durchsetzten, dicht gelagerten *Alg-Horizont*, wobei die Oxydationsflecke (7,5 YR 6/6 — 10 YR 6/8) auf Stauwassereinfluß im Oberboden hinweisen.

Mit scharfem Übergang folgt nun der rötlichbraune, sehr dichte, schwer mit dem Messer schneidbare *fBtg1-Horizont* (drei Farbnuancen der Grundmasse: 10 YR 6/4, 7,5 YR 6/6 und 10 YR 7/3-8), dessen Massen bei starker mechanischer Beanspruchung in grobe Blöcke und weiter in scharfkantige Polyeder zerfallen, die von schokoladefarbenen (2,5 YR 3/6), teilweise auch schwärzlichen (7,5 YR 3/0) Tonbelägen (coatings) umhüllt sind (vgl. Abb. 3). Der Horizont ist von einzelnen, oben bis zu 5 cm breiten, dem *Alg-Horizont* entspringenden und bis in den *fBtg4-Horizont* reichenden grauen (5 Y 7/0) Bleichbahnen (Trockenrisse, Versickerungsklüfte) vertikal durchzogen, die sich nach unten zu verjüngen, ein deutlich vertikalblättriges Gefüge (vgl. Abb. 4) aufweisen und randlich von Oxydationsrinden (5 YR 5/8 — 2,5 YR 4/8) umhüllt sind. Viele Reduktions- und Oxydationsflecke finden sich auch in der übrigen Masse, ebenso einzelne Tiergänge mit humosem Material (10 YR 5/4).

Allmählich geht dieser Horizont in den *fBtg2-Horizont* über, der im ganzen *fBtg1* ähnelt (10 YR 6/4), jedoch nicht mehr so zahlreiche Reduktions- und Oxydationsflecke (7,5 YR 6/8 — 10 YR 6/8) aufweist. Die Bleichbahnen nehmen an Zahl ab.

Unmerklich folgt der nicht mehr so dichte, im ganzen hellere (7,5 YR 7/6 — 6/6), aber noch von Bleichsträngen durchzogene *fBtg/Bv-Horizont*. Vor allem in der Zone 110 bis 130 cm finden sich die erwähnten weißen (10 YR 6/3), horizontal orientierten Schlufflinsen, die an Zahl nach unten abnehmen.

Der anschließende *fBvg/Btg-Horizont* ist im ganzen wesentlich fahlfarbener (10 YR 6/3-4) als die darüberliegenden Horizonte, stärker reduktionsfleckig (5 YR 7/2 — 6/2) und weist viele regellose schmale Bleichbahnen auf. Das Gefüge ist blockig, stellenweise blättrig. 10 m weiter östlich, wo die Profilaufnahme fortgesetzt werden mußte, ist dieser Horizont nicht mehr so bleichfleckig ausgebildet, sondern in Farbe und Struktur dem liegenden *fBtg3-Horizont* angenähert, nur von einzelnen

⁶Farbangaben im feuchten Zustand in Symbolen nach den Munsell Soil Color Charts (1954).

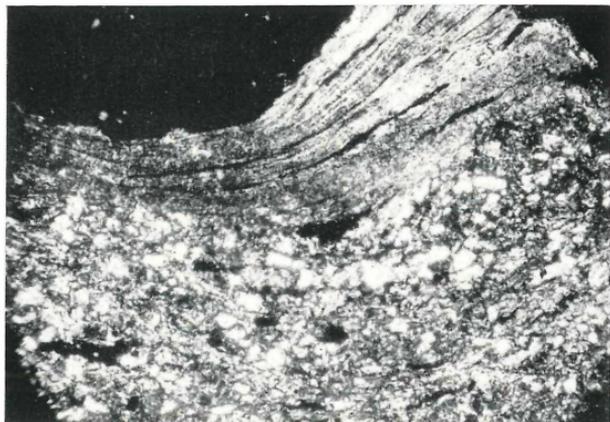


Abb. 3:
Deutlich geschichteter
Tonsubstanzbelag
auf Gefügeoberfläche
aus dem fBtg1-Horizont
des Lessivé, Profil 9
im Dünnschliff
(Horizontalschnitt)

Vergr.ca.50fach, + Nicol.

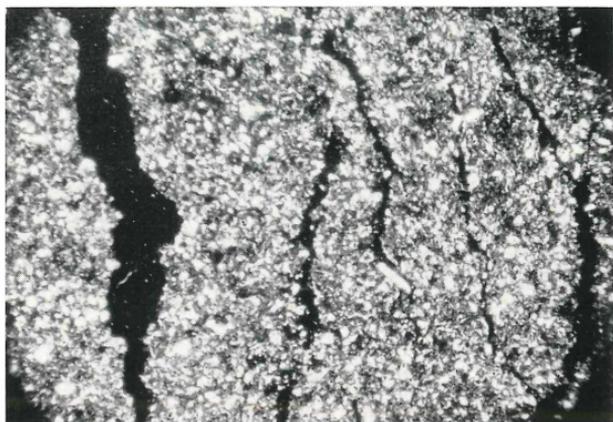


Abb. 4:
Dünnschliff aus einer
Bleichspalte mit vertikal-
blättrigem Gefüge;
die Grundmasse ist dicht
gelagert und gebleicht;
fBtg2-Horizont
des Profils 9
im Vertikalschnitt

Vergr.ca.22fach, + Nicol.

Bleichbahnen durchzogen, weist aber reichlich Konkretionen auf, vor allem nahe der 2-m-Grenze.

Der fBtg3-Horizont hebt sich in Gefüge und Farbe (10 YR 6/6) sehr scharf vom fBvg/Btg-Horizont ab. Er erscheint wesentlich dunkler, besitzt wieder ein polyedrisches Gefüge mit sehr deutlichen Tonbelägen (5 YR 5/4 — 4/4) auf den Gefügeflächen, weiterhin schwarze (7,5 YR 3/0) Konkretionen. Die mechanischen Eigenschaften ähneln denen der Horizonte fBtg1 und fBtg2. Zahlreiche Bleichflecke (10 YR 7/4) durchsetzen neben wenigen Bleichbahnen die rotbraune Masse.

Mit allmählichem Übergang folgt Horizont fBtg4, der aufgrund noch reichlicherer Tonbeläge und schwärzlicher Manganüberzüge im ganzen noch ein wenig dunkler (7,5 YR 6/8 — 5/6) erscheint.

Gefügebeobachtungen im Gelände und Dünnschliffuntersuchungen (vgl. Abb. 3) erbrachten aus diesem Profil die am besten ausgebildeten Tonbeläge. Es besteht kein Zweifel, daß es sich bei den oben beschriebenen alten Ver-

lehmungszonen um Reste von Lessivés handelt. Die Lessivierungsdynamik scheint jedoch rezent nicht mehr vorzuliegen, wogegen die Pseudogley-dynamik als Begleit- oder Folgeerscheinung der Lessivierung durchaus rezent besteht. Sowohl die obere als auch die untere Verlehmungszone sind in der Lage, als Staukörper für Niederschlagswässer zu dienen. Vor allem die untere Verlehmungszone scheint häufig als Schmiermittel zu dienen, wenn in Nässeperioden die hangenden Massen in Blöcken oder ganzen Blockstaffeln abrutschen, wobei der Horizontverband vollkommen intakt bleibt. Im rückwärtigen Gelände beobachtet man vor allem in trockenen Perioden häufig bis 10 cm breite grubenwandparallele Ablösungsspalten, in die bei Befeuchtung das Wasser bis zur unteren Verlehmungszone eindringt und die Massen zum Abrutschen veranlaßt. Diese Ablösungsspalten sind identisch mit den erwähnten Bleichspalten.

Aus der Vielzahl der in der Übergangszone vorkommenden Varianten lessivierter Böden sei mit Profil 10 noch ein letztes Beispiel gebracht.

Es handelt sich um einen schwach pseudovergleyten Lessivé, der sich in einer flachgründigen, umgelagerten Lößlehmdecke über tonreichen Röttschichten gebildet hat.

Der gesamte A-Horizont ist verhältnismäßig mächtig und geht sehr allmählich in den B-Horizont über. Letzterer ist mit Schlammstoffen aus dem Oberboden angereichert, jedoch nicht in dem Maße wie z. B. bei den Profilen aus reinem Lößlehm (Profil 5 und 6). Sein hoher Tongehalt rührt wohl z. T. von Röttonbeimischungen her. Die vor allem in den tieferen Profiltteilen deutlich erkennbare Pseudovergleyung wird einerseits auf die Dichtschlammung, andererseits jedoch auf die wasserstauende Wirkung der ab 50 cm Tiefe anstehenden tonreichen Röttschichten zurückgeführt. Der mäßig geneigte Mittelhang, die besondere Lage am Rande einer kleinen Grube von ca. 10 m Durchmesser und der merkliche Skelettanteil stehen einer stärkeren Pseudovergleyung entgegen. Betrachtet man die verhältnismäßig artenarme Vegetation, insbesondere das Auftreten von Pflanzen, die eine Versauerung anzeigen, wie z. B. *Luzula luzuloides* und *Pteridium aquilinum*, dann erklärt sich ohne weiteres das weite C/N-Verhältnis.

Der sepiafarbene, humose, gut durchwurzelte, krümelige Ah-Horizont geht allmählich über in den

wenig humosen, olivbraunen, wenig strukturierten, gut durchwurzelten Ah/A1-Horizont.

Darunter folgt der olivbraune bis gelbbraune, schwach humose, noch gut durchwurzelte, etwas plastische A1/Bt-Übergangshorizont, der ein brückeliges bis muscheliges Gefüge aufweist.

Der fahlbraune bis gelbbraune, noch durchwurzelte gBt1-Horizont besitzt polyedrisches Gefüge und weist neben etwas Skelett auf seinen Gefügefächern Mangan-

beläge auf. Fahlbraune Reduktionsflecke sowie Eisen-(Mangan-)Konkretionen geben Hinweise auf Stauwassereinflüsse.

Der g B t 2 - H o r i z o n t, der nur durch einzelne Wurzeln und reichlich Skelett (ausgelaugter, ehemaliger dolomitischer Sandstein) besitzt, ähnelt in der Farbe gBt1, ist aber wesentlich dichter (vgl. die Werte für das Bodenvolumengewicht) und plastischer.

Haarscharf erfolgt der Übergang in den ebenfalls dichten, plastischen, wasserstauenden, skelettdurchsetzten D - H o r i z o n t, der aus rotbraunen, grauen, graubraunen und violetten, tonreichen Rötschichten besteht (vgl. auch Profil 13).

Lessivierungserscheinungen zeigen ebenfalls diejenigen Böden, die sich auf Plattensandstein oder Mittlerem Buntsandstein mit mehr oder weniger mächtiger Lößlehmdecke gebildet haben. Sie sind in der Übergangszone vor allem zwischen Wöpplingsberg und Bombach anzutreffen. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt jedoch in bestimmten Teilen der Hochfläche, wo der Buntsandstein nahe an die Oberfläche tritt, wie z. B. im „Binzgenwald“, am „Laber“ und vor allem im nordöstlichen Ottoschwanden. Wir können hier aus Raumgründen nicht näher auf alle möglichen Varianten eingehen, sondern verweisen auf die Dissertation des Verfassers (1962).

Böden, die in der Übergangszone aus reinem Buntsandstein entstanden sind, entsprechen den unter ähnlichen Bedingungen in den Buntsandsteintälern entstandenen vollkommen, so daß wir hier ebenfalls nicht näher darauf einzugehen brauchen.

Das B o d e n a u s g a n g s m a t e r i a l der Talgebiete im Bereich der Übergangszone ist wesentlich verschiedenartiger zusammengesetzt als in der Lößhügelzone. Zum Schwemmlöß oder Schwemmlößlehm gesellen sich in starkem Maße Sande und Gerölle aus dem Buntsandstein und Muschelkalk. Im Brettenbachtal, das wir ab „Hintere Zaismatte“ und den „Staudenhöfen“ der Übergangszone zurechnen, ist es besonders Grundgebirgsmaterial, das sich an der Bodenbildung beteiligt. Je nach dem Grundwasserstand und dem Karbonatgehalt des Ausgangsmaterials treffen wir unter Wiesennutzung G l e y e und S e m i g l e y e an. Ihr Habitus ist ähnlich dem der vergleyten Böden der Lößhügelzone. Sie unterscheiden sich jedoch von letzteren meist durch höheren Grobsand- und Skelettanteil und durch einen nicht so hohen Erdalkalikationenreichtum. Darüber hinaus zeigen sie wesentlich bräunlichere Farben und sind nur wenig über den durchschnittlichen Grundwasserspiegel herauf vergleyt; dies gilt vor allem für die Semigleye. Die kapillare Aufstiegsmöglichkeit ist in dem ton- und schluffärmeren Material nicht so groß wie etwa im Schwemmlöß. Zur Entkarbonatisierung trug nicht nur das primär karbonatfreie Material, sondern auch das aus dem Buntsandstein oder Grundgebirge kommende erdalkalikationenärmere, „weiche“ Grundwasser bei. G l e y e haben sich meist in vom Hauptbach etwas entfernten, lokalen, muldenförmigen Eindellungen zwischen Schwemmelhmzungen gebildet, die

von den Hängen in die Täler eingreifen. Hier ist der Grundwasserzug nicht so stark wie in den Teilen der Talaue, die dem Vorfluter unmittelbar benachbart sind und von Semigleyen eingenommen werden.

4.3 Die Böden der Buntsandsteinscholle um Ottoschwanden und Freiamt

4.31 Die Böden der Ebenheiten um Ottoschwanden und Freiamt

Lassen wir auf der Straße Landeck—Ottoschwanden das stärker reliefierte Gebiet der Übergangszone hinter uns, so haben wir ca. 100 m Höhe gewonnen und es hält uns gleich nach den zahlreichen Kehren unmittelbar oberhalb des Fleckens Landeck ein vollkommen anders gearteter Landschaftsteil der Emmendinger Vorberge umfassen, dessen volle Reize man allerdings erst, nachdem der geschlossene Wald den Blick freigegeben hat, weiter östlich unmittelbar vor den ersten Häusern von Ottoschwanden zu Gesicht bekommt. Es sind die sog. Ebenheiten um Ottoschwanden und Freiamt, die der Verfasser 1962 auch kurz mit „Hochfläche“ bezeichnet hat.

Für diese gesamte Hochfläche sind ein flachwelliges Relief — sanfte Rücken wechseln mit flachen Talmulden — ein humides Klima und ein in seinen physikalischen Eigenschaften weitgehend einheitliches, schwere Böden bedingendes Ausgangsmaterial charakteristisch. Die relativ hohen Niederschläge (1000 mm) wirken sich auf der gesamten Hochfläche im Hinblick auf die Bodenbildung anders aus als in der Lößhügel- oder in der Übergangszone, wo sie sehr tief in den Boden und sein Muttergestein eindringen bzw. oberflächlich abzufließen vermögen. Auf der Hochfläche dagegen sind sowohl das Eindringen als auch der oberflächliche Abfluß der Wässer oft sehr erschwert. In den flachsten Lagen sind die Böden allein auf das Niederschlagswasser angewiesen. Derartige Standorte zeichnen sich durch einen starken Wechsel zwischen intensiver Durchfeuchtung und starker Austrocknung im Rhythmus der Jahreszeiten und Witterungs-episoden aus.

Diesen Gemeinsamkeiten stehen nun hinsichtlich der Nutzung des Gebietes (Wald- und Ackerlandverteilung) und der petrographischen Eigenschaften des Bodenausgangsmaterials erhebliche Unterschiede gegenüber, die eine landschaftliche Gliederung in eine westlich-südwestliche Hochfläche auf der einen und eine nördlich-nordöstlich-östliche auf der anderen Seite nötig erscheinen lassen.

4.311 Die Böden der westlich-südwestlichen Hochfläche

4.3111 Bildungsbedingungen

Über der westlich-südwestlichen Hochfläche, die im wesentlichen zum Einflußbereich der geschlossenen Siedlungen des Altsiedellandes (Lößhügelzone) gehört, liegt eine nahezu zusammenhängende, oberflächlich oder vollständig verlehnte Lößdecke (vgl. SACK, 1962). Ihre Mäch-

tigkeit nimmt im allgemeinen nach E hin ab, schwankt jedoch je nach dem Kleinrelief der liegenden triadischen Gesteinsserien (Prä-Löß-Relief) recht stark. Aufschlüsse des unverwitterten Unteren Muschelkalkes fehlen auf der gesamten Hochfläche. Nur auf einzelnen Rücken, wie z. B. nördlich des „Schlüpfinger Hofes“ oder westlich der Straße Landeck—Ottoschwanden in Höhe „Aspen“, finden sich stark verwitterte Gesteinsrückstände, die, in zähen Lehm eingebettet, auf Unteren Muschelkalk schließen lassen. Wahrscheinlich reichen die Vorläufer der Verwitterung und Bodenbildung auf der verhältnismäßig wenig erosionsgefährdeten Hochfläche sehr weit zurück, vielleicht sogar bis in die Zeit vor der Lößablagerung.

Mit Ausnahme der Rodungsinsel „Schlüpfinger Hof“ ist der westlich-südwestliche Teil der Hochfläche von einer geschlossenen Walddecke überzogen und steht damit in schroffem Gegensatz zur offenen Landschaft um Ottoschwanden und Freiamt. Die Erhaltung des Waldes hat siedlungshistorische Ursachen. Es handelt sich hier meist um mehr oder weniger artenreiche Forstgesellschaften, die aus Eichen und besonders Buchen bestehen und sich, je nach dem Standort, auf das *Galio-Carpinetum ass. nov.* oder *Melampyro-Fagetum ass. nov.* (s. OBERDORFER, 1957) als natürliche Waldgesellschaften zurückführen lassen.

Nadelhölzer haben hier eine noch recht geringe Verbreitung; sie sind auf diesen verhältnismäßig fruchtbaren Standorten und unter dem warmhumiden Klima der Konkurrenz der Laubhölzer weniger gewachsen. Eine biologisch ungünstig wirkende Bodenflora konnte äußerst selten und dann nur in Buchen- oder Nadelholz-Reinbeständen beobachtet werden. Weite Teile des Gebietes neigen vielmehr — vor allem bei stärkerer Lichtstellung der Bestände (anthropogen oder durch Windwurf bedingt) — zur Vergrasung, die der Verjüngung große Schwierigkeiten bereitet (*Carex brizoides*).

4.3112 Genetik, Dynamik und Morphologie

Auf Löß oder Lößlehm erscheinen die gleichen Bodenbildungen, wie wir sie schon für die Übergangszone beschrieben haben. Fanden wir dort — bedingt durch den kleinflächigen Wechsel unterschiedlichster bodenbildender Gesteine und starker Reliefunterschiede — ein mosaikartiges Nebeneinander von verschiedensten Bodenvarianten, so ist die Hochfläche in dieser Hinsicht von größerer Einförmigkeit. Der vorherrschende Typ ist der *Lessivé* (vgl. Profil 11), bei dem die Verlagerung von Schlammstoffen aus dem Oberen in den Unterboden in der Regel fortgeschritten ist. Die allgemein stärkere Lessivierung ist auf höhere Niederschläge, stärkere Wechselfeuchtigkeit und ein höheres Alter der Böden, die hier immer von Wald bestockt waren, zurückzuführen. MÜLLER (1963) beobachtete in flachwelligen Teilen Nordrhein-Westfalens die stärksten Durchschlammungen auf wenig erodierten Flächen im Bereich flacher Kuppen und Rücken; dies kann für die Emmendinger Vorbergzone bestätigt werden.

Parallel zum Prozeß der Lessivierung läuft — wie des öfteren schon angedeutet — der als Begleiterscheinung aufzufassende Prozeß der Pseudovergleyung, der in allen lessivierten Böden, wenn auch in verschieden starkem Maße zu beobachten ist, jedoch nur in ebener Lage bei stärkerer Durchschlämmung profilbestimmend wird. Nach SCHROEDER (1954) „führt die Auflösung der Karbonathüllen und -auskleidungen im Löß und die Verlagerung des Hydrogenkarbonats nach unten zu einer Veränderung des porösen, schwammigen Gefüges, die oben durch den Wegfall der stabilisierenden und brückenbildenden Kalkhäutchen, unten durch Ausfüllen eines Teiles der vorhandenen Poren bedingt ist“. So wird allein schon durch den Verlehmungsvorgang eine gewisse Dichtlagerung des Bodens bewirkt. Mit der für die Lessivierung typischen Feinsubstanzverlagerung aus dem Oberboden nach unten entlang der Kapillarräume (Haarwurzeln, in fortgeschrittenem Stadium vor allem Trockenrisse) geht im Unterboden (Bt-Horizont) eine noch stärkere Verdichtung durch Plombierung eines Teiles aller Hohlräume mit diesem hochbeweglichen, ausgeschlämmten Material einher (vgl. auch das Ansteigen der Werte für Bodenvolumengewicht und Substanzvolumina, z. B. für Profil 11 und 12). Dies ist die Ursache eines in seiner Intensität jahreszeitlich wechselnden Wasserstaus, der zwangsläufig zu einer mehr oder weniger intensiven Pseudovergleyung im und über dem Bt-Horizont als Staukörper führt. Zu jedem Lessivierungsprozeß gehört damit zwangsläufig auch ein Pseudovergleyungsprozeß. Eine besonders starke Pseudovergleyung konnte in den vollkommen ebenen Lagen beobachtet werden; sie beherrscht hier das gesamte Profilgepräge, so daß wir berechtigt sind, von Lessivé-Pseudogleyen (vgl. Profil 12) zu sprechen.

Die intensivere Pseudovergleyung kann aber in vielen Fällen nicht nur als Begleiterscheinung der durch die Lessivierung bedingten Dichtlagerung des Unterbodens aufgefaßt werden (Profil 11), sondern sie wird auch — besonders bei flacher Lößlehmdecke — durch Wasserstau der meist tonigen Verwitterungsdecke bzw. Schichten des Unteren Muschelkalkes oder Röts verursacht.

Bei einem Zusammenspiel der erwähnten, den Stauwassereinfluß verstärkenden Momente, wie z. B. starke Lessivierung und ebenes Relief (vgl. Profil 12), stellenweise auch unter Beteiligung nahe der Oberfläche anstehender toniger Gesteinsschichten, konnten deshalb örtlich Lessivé-Pseudogleye mit Übergängen zu Stagnogleyen beobachtet werden. Typische Stagnogleye (Misseböden), wie sie vor allem von den ebenen und kühlhumiden höheren Lagen des Nord- (JAHN, 1957) und Ostschwarzwaldes (Kwasnitschka, 1954) beschrieben wurden, konnten sich hingegen auf der Hochfläche der Emmendinger Vorberge nicht entwickeln. Der rasche Wechsel zwischen starker Durchfeuchtung und Austrocknung in der wärmeren Jahreszeit ist auf der Hochfläche wesentlich größer als in den

oben erwähnten Gebieten. Außerdem treten muldige Lagen zurück. Die wenigen Stagnogleyvorkommen, die wir fanden, stehen nicht im Widerspruch zu dem oben Gesagten. Sie entwickeln sich vorwiegend im äußersten NE des Untersuchungsgebietes, wo die Niederschläge am reichlichsten fallen (vgl. Profil 19). Im übrigen verharrt die Bodenentwicklung in der Regel bei Stagnogleyvorstufen.

Zwei Profile mögen die vorangegangenen Ausführungen unterstützen.

Der Lessivé im Profil 11 entwickelte sich aus umgelagertem Löß und ist mit 1,20 m verhältnismäßig tiefgründig. Er ist dem Profil 6 aus der Übergangszone sehr ähnlich, unterscheidet sich von ihm lediglich durch die größere Entwicklungstiefe, die stärkere Entbasung und Versauerung im Oberboden und die etwas intensivere Pseudovergleyung. Deutlich hebt sich der fast strukturlose Al-Horizont von dem dichten, ein scharfkantig-polyedrisches Gefüge aufweisenden Btg-Horizont ab. Ähnlich wie bei Profil 6 spielen hier nahe der Oberfläche anstehende tonige Gesteinsschichten für die Pseudovergleyung keine Rolle. Allein Verlehmung und Lessivierung sind dafür verantwortlich zu machen, wobei die stärkere Pseudovergleyung bei Profil 11 vermutlich der geringeren Hangneigung zu verdanken ist.

Der sepiafarbene bis braunolive, mäßig humose, gut durchwurzelte, krümelige Ah-Horizont geht mit deutlicher Grenze über in den

fahlbraunen, schwach humosen, noch gut durchwurzelten, bröckeligen, im ganzen wenig strukturierten Al-Horizont, in dem sich einzelne Eisen-(Mangan-)Konkretionen finden.

Mit scharfer Grenze folgt der fahlbraune, kaum durchwurzelte, dichte, plastische Btg-Horizont, der zahlreiche Reduktionsflecke und in seinem oberen Teil horizontalblättriges, im unteren Teil polyedrisches Gefüge mit Tonbelägen (vgl. Abb. 5) und reichlich Eisen-(Mangan-)Konkretionen aufweist.

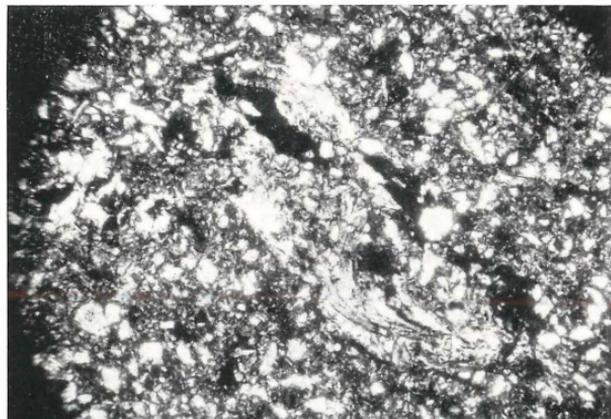


Abb. 5:
Deutlich geschichtete
Tonsubstanzeinlagerung
im Dünnschliff
aus dem Btg-Horizont
des Profils 11
(Horizontalschnitt)

Vergr. ca. 43 fach, + Nicol.

Allmählich geht es in den fahlbraunen bis ockerfarbenen, nicht durchwurzelten, wieder etwas lockeren B t / B v - H o r i z o n t über, der ein stumpfpolyedrisches bis bröckeliges Gefüge und einzelne Gleyflecke und Konkretionen aufweist.

Der etwas dunklere, stärker durchwurzelte, gleichmäßig durchfeuchtete, bröckelige bis muschelige, gleyfleckige B v - H o r i z o n t geht mit scharfer Grenze in den

fahlbraunen bis hellgrauen, Schneckenschalen führenden, umgelagerten Löß (C - H o r i z o n t) über.

Die bereits an der artenarmen Vegetation im Gelände erkennbare Versauerung und Entbasung konnte durch die Analysen bestätigt werden. Die pH-, CaO- und V-Werte sind in den beiden oberen Horizonten verhältnismäßig niedrig, erleiden zudem im Al-Horizont noch eine merkliche Depression. Die Werte für das Fe_2O_3 liegen in den beiden oberen Horizonten kaum höher als im nahezu unverwitterten Löß an der Profilbasis. Sieht man diese Werte im Zusammenhang mit dem Geländebefund (geringe biologische Tätigkeit, geringe Strukturierung im Al-Horizont), so erscheint eine beginnende Podsolierung (Sesquioxidverlagerung) oder wenigstens die Bereitschaft dazu vorzuliegen. Wenn auch ausgesprochene Rohhumusproduzenten fehlen, so kann doch die Buchenreinbestockung im Verein mit der in diesen Wäldern früher betriebenen Waldweide, Streunutzung und der möglichen Streuverblasung zu einer Störung des normalen Stoffkreislaufs und damit zu einer Verschlechterung des Humuszustandes und zu einer Verarmung an Nährstoffen im Oberboden führen. MÜLLER (1963) erklärt bezeichnenderweise den Humuszustand am Grad der Tonverlagerung für mitverantwortlich. LIVENS (1954) erwähnt, daß stark lessivierte Böden, die schon schwache Podsolierungserscheinungen aufweisen, in Belgien am häufigsten unter reinen Buchenwaldgesellschaften zu finden sind. Diese Beobachtungen können wir für den lößlehmbedeckten westlichen und südwestlichen Teil der Hochfläche bestätigen.

Forstwirtschaftliche und bodenmeliorative Probleme treten auf, wenn auf solchen Böden das schon aus klimatischen Gründen nicht standortsgerechte, flachwurzelnde Nadelholz (besonders Fichte) stark gefördert oder gar in Reinkultur angebaut wird. Die Fichtenwurzeln meiden im allgemeinen den dichten Bt-Horizont und beschränken sich auf den oberen nährstoffverarmten Teil des Bodens. Die primär im Unterboden durch die Verwitterung freigesetzten und die mit der Tonsubstanzverlagerung in den Unterboden transportierten Nährstoffe bleiben im wesentlichen ungenutzt. Hinzu kommt noch, daß in dem tonverarmten, lockeren Oberboden die Bäume nicht genügend Halt finden können und stark windwurfgefährdet sind. Auf Nadelholz-Reinkulturen sollte aber nicht nur aus dem Grunde verzichtet werden, sondern es gilt dabei weiterhin zu bedenken, daß Nadelhölzer auf derartigen Standorten die Entbasungs- und Versauerungserscheinungen nur noch beschleunigen und bald im Verein mit der ebenfalls veränderten Bodenflora einen Podsolierungsprozeß einleiten können.

Im folgenden soll nun gezeigt werden, welche besondere Entwicklung der *Lessivé* unter dem Einfluß vollkommener ebener Lage nimmt. Auf der Hochfläche kommt es in ebener Lage auf Lößlehm zur Ausbildung lessivierter Böden mit verarmtem, fahlfarbenem Al- und verdichtetem, polyedrischem, bräunlich gefärbtem Bt-Horizont wie in schwach bis mäßig geneigten Hanglagen, nur kommen hier die Anzeichen einer stärkeren, oft das gesamte Profil beherrschenden Pseudovergleyung hinzu. *Lessivés* mit Anzeichen einer starken Pseudovergleyung sind geradezu typisch für derartige ebene Lagen. Da auf der Hochfläche unter Klimabedingungen, wie sie mindestens schon 2000 bis 3000 Jahre herrschen, unter geschlossener Waldecke fast überhaupt kein Bodenabtrag erfolgen konnte, haben wir es hier im Gegensatz zu den erosionsgefährdeten Hanglagen vor allem der Übergangszone (dort besonders in Zeiten stärkerer Bodenentblößung nach Kahlhiebsen, Streunutzung usw.) mit verhältnismäßig alten Bodenbildungen zu tun. Den Beweis dafür liefern die Böden selbst. Sie sind im Vergleich zu denen der Übergangszone in der Regel wesentlich stärker verlehmt und lessiviert. Hier können die Anfänge einer Schlammstoffverlagerung vermutlich sehr weit zurückreichen.

Verantwortlich für die starke Pseudovergleyung der Böden auf der Hochfläche ist — wenn man vom Rückstau nahe der Oberfläche anstehender toniger Gesteinsschichten absehen kann — in erster Linie die stärkere Lessivierung, die vermutlich in der mit flachem Relief verknüpften Wechselfeuchtigkeit ihre Ursache hat (vgl. MÜLLER, 1963). Der Boden ist allein auf das Niederschlagswasser angewiesen, denn ein Zu- oder Abfluß ist in vielen Fällen nicht möglich. In dem dichten Material (B-Horizont) ist nicht nur das Versickern des Niederschlagswassers, sondern oft auch der kapillare Aufstieg von Bodenwasser bei der Verdunstung verzögert. Damit ist der für eine Pseudovergleyung nötige wechselfeuchte Charakter des Bodens gegeben. Vor allem dann, wenn der durch die Lessivierung oder durch unterlagernde Schichten (im stratigraphischen Sinn) bedingte Staukörper sehr hoch sitzt, vermag in Feuchteperioden das Niederschlagswasser nur in die obersten Dezimeter einzudringen. Das geschieht besonders nach vorheriger starker Austrocknung, durch die der Boden schwer benetzbar wurde.

Mit Profil 12 wurde ein Boden aus Lößlehm untersucht, bei dem die Erscheinungen der Pseudovergleyung das Profilgepräge vollkommen beherrschen. Der fahlgraue, humose Oberboden geht über einen diffusen, stark gleyfleckigen Horizont allmählich in den einheitlich bräunlich gefärbten dichten Unterboden über, der von einigen sehr markanten, 2 bis 3 cm breiten hellbläulichgrauen Bleichspalten vertikal durchzogen wird.

Die intensive Pseudovergleyung, insbesondere die Ausbildung der vertikalen Bleichspalten, ist, wie erwähnt, letzten Endes durch die in ebener Lage (starke Wechselfeuchtigkeit) verstärkte primäre Lessivierung zu erklären. Durch die Toneinschlammung (vgl. Abb. 6)

ist der Bt-Horizont so dicht (höchste Werte für das Volumengewicht!) und plastisch geworden, daß er auf Durchfeuchtung und Austrocknung nur noch mit Spaltenbildung reagieren kann. Diese Spalten sind dann nicht nur die Versickerungsbahnen für die Niederschlagswässer, sondern die in diesem Stadium einzigen Bahnen für die Tonverlagerung, soweit diese überhaupt noch stattfindet. Die Wurzeln (Eiche, Hainbuche) halten sich fast ausnahmslos an diese relativ gut durchlüfteten und durchfeuchteten hellgrauen Spalten, in denen sie durch Gerbsäureabscheidung (z. T. auch durch Einwaschung anderer organischer Säuren aus dem A-Horizont) zu einer Lösung des färbenden Eisens und Überführung in die zweiwertige Form beigetragen (Reduktion) haben, während in geringerer Entfernung von den Spalten das Eisen wieder in die dreiwertige Form überführt wird (Oxydationsränder). Die Hauptmasse des Solum ist nahezu wurzelfrei und wird von dem Wechsel Durchfeuchtung—Austrocknung kaum berührt.

Der braunolive bis sepiafarbene, humose, intensiv durchwurzelte Ah-Horizont besitzt ein bröckeliges bis muscheliges Gefüge, vereinzelte rostfarbene Oxydationsflecke und geht in deutlicher Grenze in den

braunoliven, schwach humosen, gut durchwurzelten, krümeligen bis schwach polyedrischen, im ganzen schwach strukturierten Alg-Horizont über, der durch reichliche graubraune bis hellgraue Reduktions- und ockergelbe bis braunockerfarbene Oxydationsflecke sowie zahlreiche zerreibbare bis stecknadelkopfgroße Eisen-(Mangan-)Konkretionen ausgezeichnet ist.

Anschließend folgt der teils graubraune, teils gelbbraune, sehr schwach humose, mäßig durchwurzelte, horizontalblättrige Al/Btg-Horizont (diffuse Fleckzone), der viele bis erbsengroße zerdrückbare Eisen-(Mangan-)Konkretionen enthält (vgl. die Werte der Fraktion 200 bis 20 000 μ).

Darunter folgt der fahlbraune bis hellgraue, schwach durchwurzelte Btg1-Horizont, in dem sich die Reduktionsflecke deutlich bandartig formieren, dessen horizontalblättriges Gefüge mit Tonhäutchen auf den Gefügeflächen und entlang von Wurzelröhren versehen ist und der ebenfalls Konkretionen aufweist.

Die Hauptmasse des Btg2-Horizontes ist gelbbraun bis fahlbraun, schwach horizontalblättrig, sehr dicht und von bis zu 3 cm breiten, in dem Horizont Btg1 entspringenden, vertikalen, bläulichgrauen Reduktionsspalten durchzogen, die sich beim weiteren Abgraben im Grundriß als ein Polygonnetz von Trockenspalten erwiesen (vgl. auch MÜLLER, 1963). Diese Spalten sind von gelbbraunen ca. 1 bis 2 cm breiten Oxydationsrändern eingefasst.

Ganz allmählich erfolgt der Übergang in den ähnlich aufgebauten, sehr dichten Btg3-Horizont, der wieder mehr bis erbsengroße, schwarze Konkretionen enthält (vgl. Abb. 7).

Btg4 ist etwas toniger, ähnelt in allem Btg3.

Dieser so charakterisierte Lessivé-Pseudogley stimmt in seiner heutigen Dynamik weitgehend mit dem von KUBIENA (1953) beschriebenen

„marmorierten Pseudogley“ überein. MÜCKENHAUSEN (1962) verwendet für ähnlich gestaltete Böden die Bezeichnung „Parabraunerde-Pseudogley“.

Auf derartig stark lessivierten und pseudovergleyten Böden ist der Anbau wurzelintensiver Holzarten, wie Eiche und Hainbuche, wohl die beste Lösung, wenn dies auch nicht immer mit den ökonomischen Zielen der Holzwirtschaftler in Einklang zu bringen ist (es handelt sich aber meist um kleine Flächen). Diese Holzarten können mit dem zeitweiligen Wasserstau und der oft extremen Austrocknung eher fertig werden als etwa Buche oder Edellaubhölzer. In Privatwaldungen wurden noch häufig auf diesen schon stark nährstoffverarmten, versauerten und biologisch wenig aktiven Böden Nadelhölzer, besonders die flachwurzelnde Fichte, angebaut. Mangelnder Feuchtrückhalt im Sommer, erschwertes Eindringen und Dickenwachstum der Wurzeln im steinharten Boden nach Austrocknung, Luftmangel und nur sehr langsame Erwärmung des Bodens im Frühjahr sind der an sich schon „wurzeln-

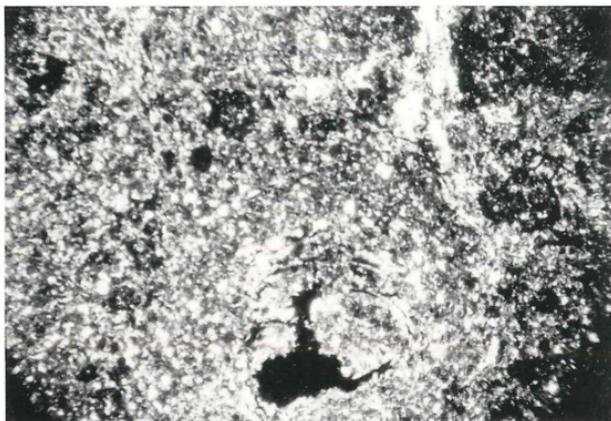


Abb. 6:
Tonsubstanzauskleidung der größeren Poren, z. T. geschichtet, in sonst porenarmer Grundmasse im Dünnschliff aus dem Btg2-Horizont des Profils 12 (Vertikalschnitt)

Vergr.ca.23 fach, + Nicol.

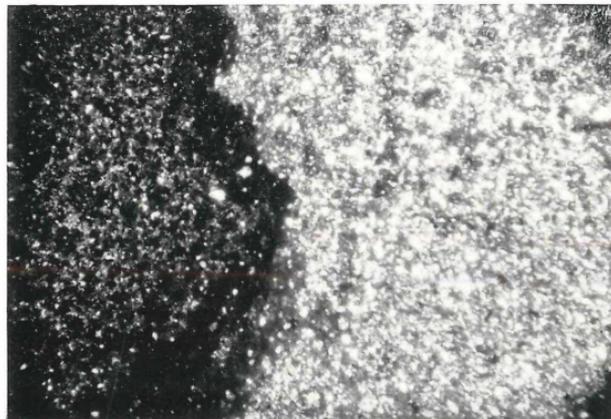


Abb. 7:
Dünnschliff aus dem Btg4-Horizont des Profils 12 mit dichter gebleichter Grundmasse rechts und Randzone einer erbsengroßen schwarzen Fe-(Mn-)Konkretion (Horizontalschnitt)

Vergr.ca.23 fach, + Nicol.

trägen“ Fichte wenig zuträglich, ganz zu schweigen von der nun anfallenden, schwer zersetzbaren Nadelstreu, die den Zustand des Bodens nur noch verschlechtern kann.

4.312 Die Böden der nördlichen, nordöstlichen und östlichen Hochfläche

4.3121 Bildungsbedingungen

Im nördlichen, nordöstlichen und östlichen Teil der Hochfläche (Ottoschwanden und Freiamt) kommt dem Lößlehm nicht mehr die Bedeutung zu wie im westlich-südwestlichen Teil. Die Lößlehmdecke, die die Rücken aus Unterem Muschelkalk und Buntsandstein überzieht, ist nur noch wenige Dezimeter mächtig⁷; an vielen Stellen fehlt sie vollständig. In Geländedepressionen und an flachen Hängen im Lee der West- und Südwestwinde konnte der Lößlehm — mit Material der triadischen Schichten vermischt — in etwas größerer Mächtigkeit erhalten bleiben. Wenn dem Boden nicht Gesteinsrückstände aus dem Unteren Muschelkalk beige-mischt sind (z. B. Freiamt-Helgenreute, Ottoschwanden-Freihof und Ottoschwanden-Brunnicher Berg), dann kann man im Gelände oft unmöglich entscheiden, ob es sich um Lößlehm oder das sehr ähnlich aussehende Verwitterungsprodukt des Unteren Muschelkalkes handelt. Aus zahlreichen Einzelfunden geht aber hervor, daß der Löß bzw. Lößlehm ehemals eine weite flächenhafte Verbreitung gehabt haben muß.

Während im westlich-südwestlichen Teil der Hochfläche die unter dem Lößlehm anstehenden Gesteinsserien nur selten in die rezente Bodenbildung einbezogen wurden, ist es auf der übrigen Hochfläche meist die Regel.

4.3122 Genetik, Dynamik und Morphologie

Soweit der Lößlehm an der Bodenbildung stärker beteiligt ist, entstanden hier ebenfalls *Lessivés*, die je nach dem Relief und der wasserstauenden Wirkung der liegenden Schichten recht verschieden stark *pseudovergleyt* sind.

Aus dem von Natur aus schluff- und feinsandreichen, tiefgründig verwitterten Unteren Muschelkalk bilden sich unter gleichen Reliefbedingungen in der Regel *Pseudogleye*, die den *Lessivé-Pseudogleyen* aus Lößlehm in Habitus und Eigenschaften sehr ähnlich und im Gelände von ihnen kaum zu unterscheiden sind.

Böden aus Plattensandstein und Mittlerem Buntsandstein kommen zwar im nordöstlichen Teil der Hochfläche vor, entwickeln sich aber am typischsten in hängigen Lagen der Talbereiche. Wir wollen daher an dieser Stelle auf eine Erörterung verzichten. Vielmehr interessieren uns Böden, die auf der

⁷Auch H. H. VOSS (1966, S. 84) bestätigt die Existenz einer Lößbedeckung bis in den östlichen Randbereich der Hochfläche und bis in die Höhen von mehr als 500 m.

östlichen Hochfläche aus teils sandigen, teils tonigen Röttschichten ohne oder mit nur geringer Lößlehmeteiligung entstehen.

Diese Böden, für die das im folgenden beschriebene Profil 13 typisch ist, haben in der Regel nur kleinflächige Verbreitung, so daß sie im Maßstab der beigegebenen Karte nicht zur Darstellung kommen konnten.

Profil 13 stellt eine Pelosol-Braunerde dar, die sich aus einer nur 30 cm mächtigen, vermutlich umgelagerten (vgl. den Grobsand- und Skelettgehalt der obersten Horizonte) Lößlehmdecke über meist tonreichen (maximal 35 %) Röttschichten in ebener Lage gebildet hat. Eine Lessivierung ist möglich, konnte aber aufgrund der heterogen zusammengesetzten Lößlehmdecke aus der Korngrößenverteilung und den übrigen analytischen Daten nicht bewiesen werden. Dagegen ist das Profil über und innerhalb der wasserstauenden Röttschichten (horizontale Lagerung) deutlich pseudovergleyt. Der B-Horizont ist im wesentlichen durch Verlehmung und Verbraunung in situ entstanden, daher gehört dieser Boden zu den Braunerden; der relativ hohe Tongehalt im Profil sowie die Entstehung aus tonreichem Gestein rechtfertigen den Zusatz „Pelosol“

Der sepiafarbene, stark humose, stellenweise von Grobmoder durchsetzte und gut durchwurzelte, gekrümelte Ah-Horizont geht sehr allmählich in den

olivbraunen bis graubraunen, schwach humosen, gut durchwurzelten, wenig strukturierten Ah/Bv-Übergangshorizont über, an den sich der

braunockerfarbene bis fahlbraune, mäßig durchwurzelte, etwas dichtere, gleyfleckige gBv-Horizont anschließt und der ein grobpolyedrisches Gefüge aufweist.

Anschließend folgt der in der Färbung gleiche, noch durchwurzelte, skeletthaltige, nicht mehr so dichte, bröckelige Bv/D-Übergangshorizont, der durch ein dünnes Sandsteinbänkchen von den liegenden, in der Farbe und im Skelettgehalt stark wechselnden, fast nicht mehr durchwurzelten Röttschichten (D1 bis D4) getrennt ist, die teilweise Pseudovergleyungserscheinungen aufweisen.

4.32 Die Böden der Buntsandstein-Talgebiete

4.321 Bildungsbedingungen

Allen Tälern, die sich im östlichen Landschaftsteil der Emmendinger Vorbergzone bis weit in den Buntsandstein eingetieft haben, ist wegen der geomorphologischen Härte und der horizontalen Lagerung der Schichten ein ausgesprochen steiles, verhältnismäßig junges Relief gemeinsam. Die ausschließlich waldbedeckten, sehr steilen, des öfteren von Felsvorsprüngen im Bereich des Hauptkonglomerats begleiteten Hänge erreichen stellenweise Neigungen bis zu 35° und darüber. Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung wird in der Hauptsache von dem extrem silikat- und erdalkalitionenarmen, sandig verwitternden Mittleren und Unteren Buntsandstein gestellt, der meist in Oberhanglagen von dem nur

wenig erdalkalitionen- und feinmaterialreicheren Plattensandstein abgelöst wird.

Nicht immer ist jedoch der reine Sandstein bodenbildend; oft finden sich, vor allem in schwach geneigten Oberhanglagen über Plattensandstein und stellenweise auch über Mittlerem Buntsandstein, flachgründige Lößlehmdecken.

An den Hangfüßen steht fast ausnahmslos ein Kolluvium aus Sandstein-, Grundgebirgs- und Lößlehmmaterial an.

Im Bleich- und Kirnbachtal ist kleinflächig, aber sehr häufig in den Unter- und Mittelhanglagen, grober Blockschutt aus dem Mittleren Buntsandstein verbreitet.

Im Bleichtal und etwas ausgedehnter im Brettenbachtal haben an einigen Stellen scherbzig oder grusig verwitternde Grundgebirgsgesteine (Renchgneise, Kinzigitgneise, Aplitgranite) Anteil an der Bodenbildung.

In den Talsohlen finden sich Sande und mürbe Schotter des Buntsandsteins, teilweise mit Schwemmlößlehm vermischt, der von den Höhen heruntergespült wurde.

Mit Ausnahme der Sohlen (nächtliche Kaltluftansammlung) erscheinen die Talgebiete mit einer Jahresmitteltemperatur von 8 bis 9° C, im S stellenweise von 9,5° C, besonders wärmebegünstigt. Niederschläge fallen überall sehr reichlich. Es werden im Durchschnitt ca. 1000 mm im Jahresmittel erreicht, im NE mehr als 1100 mm.

Mit dem raschen Wechsel von Relief und Exposition geht eine starke kleinklimatische Differenzierung der Talgebiete Hand in Hand. So können sich die 1000 mm Jahresniederschlag je nach Hangneigung, Exposition und Gestein sehr verschieden auf den tatsächlichen Wasserhaushalt des Bodens auswirken. Diesen standörtlichen Differenzierungen mußte sich zweifellos auch die Vegetation anpassen. So treffen wir an den besonders wechsel-trockenen Standorten (Südhänge, Hangnasen) in großer Regelmäßigkeit Kiefern-Eichen-Buchen-Mischbestände, die sich in jedem Falle auf den Eichen-Birken-Wald als natürliche Dauergesellschaft zurückführen lassen. An weniger trockenen bis mäßig frischen Standorten (Oberhänge, nördlich exponierte Mittelhänge) ist der artenarme Hainsimsen-Tieflagen-Buchenwald die beherrschende Waldgesellschaft.

Alle diese Waldgesellschaften erscheinen schon lange nicht mehr im natürlichen Verband, sondern wurden durch vielfältige Wirtschaftsmaßnahmen des Menschen starken Änderungen ausgesetzt. So ist z. B. im Eichen-Birken-Wald heute größtenteils die Kiefer bestandesbildend geworden, und aus dem Hainsimsen-Tieflagen-Buchenwald (vor allem in nördlicher Exposition) entstand ein reiner Buchen-Tannen- oder Tannen-Fichten-Wald.

Nirgends in der Emmendinger Vorbergzone ist deutlicher zu sehen, daß der Zustand der Böden weitgehend von der sie bestockenden Vegetation abhängig ist, als auf den silikat- und nährstoffarmen, labilen Standorten des Buntsandsteins.

4.322 Genetik, Dynamik und Morphologie

Mäßig frische Oberhanglagen (Plattensandstein) und nicht zu steile Mittelhänge in Nordexposition (Mittlerer und Unterer Buntsandstein), die noch das frische an *Luzula silvatica* reiche *Melampyro-Fagetum* (Laub- und Laub-Nadel-Mischwald) in nahezu ursprünglicher Form tragen, werden von Braunerden geringer Nährstoffversorgung (Saure Braunerden) eingenommen, vor allem dann, wenn das sandige Material mit Resten von Lößlehm durchsetzt ist. Es handelt sich um saure, äußerst instabile Böden, die auf die geringste Veränderung der Standortfaktoren (besonders der Vegetation) reagieren. Bei den noch intakten Profilen kann die Verwitterung, Tonbildung und Erdalkalikationen-Nachlieferung mindestens mit deren Zerstörung bzw. Auswaschung Schritt halten und die anfallende Streu verhältnismäßig gut und rasch humifiziert werden.

Der A-Horizont ist meist nur wenige Zentimeter mächtig und schärfer gegen den B-Horizont abgesetzt, als wir es von weniger versauerten, nährstoffreicheren Braunerden her kennen. Die biologische Aktivität ist infolge des sauren Milieus gering, die Humusform mullartiger Moder bis Moder.

Anders ist es, wenn an die Stelle der oben beschriebenen Vegetation nadelholzdurchsetzte Bestände oder Buchenreinbestockungen traten und sich säureliebende Moose (luftfeuchte Standorte), Beersträucher (aufgelichtete Standorte, vorwiegend unter Kiefer) u. a. ansiedelten. In jedem Falle war in solchen Beständen wegen der dann erfolgenden stärkeren dystrophen Humusansammlung, Säurebildung und damit stärkeren Erdalkalikationenauswaschung die nachschaffende Kraft des Bodens erlahmt und es setzte ein Podsolierungsprozeß ein (vgl. S. 70). Aufgrund des größeren primären Feinmaterialgehaltes (besseres Wasserhaltevermögen), des stärkeren Erdalkalikationen-Nachlieferungsvermögens und der häufigen Lößlehmbeimischung ging dieser Prozeß auf Plattensandstein, besonders in Oberhanglagen, nicht über das Stadium der Podsol-Braunerde mit einer Moderauflage hinaus. Ein stärkerer, zusammenhängender Bleichhorizont an der Untergrenze des A-Horizontes konnte nicht festgestellt werden. Es traten lediglich gebleichte Mineralkörner und einzelne Bleichflecke auf.

Mit Profil 14 untersuchten wir einen Boden, der in seiner Entwicklung zwischen der Braunerde geringer Nährstoffversorgung und der Podsol-Braunerde steht. Er entwickelte sich auf Oberem Buntsandstein unter recht ähnlicher Vegetation wie die Podsol-

Braunerde in Profil 15. Mit zunehmender Profiltiefe ist eine, wenn auch geringe Zunahme der Sesquioxide festzustellen. Der Podsolierungsprozeß (vgl. S. 70) steckt hier noch in den Anfängen. Diese Annahme stimmt auch mit dem Vegetationsbild überein: Es handelt sich um einen Buchenreinbestand, dessen Flora im wesentlichen aus jungem Buchenausschlag, Hainsimse und Stechpalme besteht. Nur an einzelnen, etwas stärker aufgelichteten Stellen haben sich azidiphile Moose, Heidelbeere, Adlerfarn, Drahtschmiele u. a. angesiedelt. Das sind auch die Stellen beginnender podsoliger Veränderungen.

Unter einer 1 bis 2 cm mächtigen Schicht unersetzter Laubstreu folgt mit scharfer Grenze der

hellsepiafarbene bis schwärzlich-graubraune, sehr stark humose, mäßig durchwurzelte, schwach gekrümelte, stark skelettdurchsetzte FAh-Horizont, der stellenweise eine geringmächtige Moderauflage besitzt und mit deutlicher Grenze in den

dunkelockerbraunen, humosen bis stark humosen, gut durchwurzelten, schwach krümeligen, skelettdurchsetzten Ah-Horizont übergeht.

Mit allmählichem Übergang folgt der dunkelbraunorangene bis ockerbraune, schwach humose, von Grobwurzeln durchsetzte, wenig strukturierte Ah/Bv-Übergangshorizont, der seinerseits in den

ockerbraunen bis orangebraunen, skelettdurchsetzten, bröckeligen bis krümeligen, von einzelnen Grobwurzeln durchsetzten Bv-Horizont übergeht.

Daran schließt sich der hellbraunrote, kaum noch durchwurzelte, reichlich Grobskelett enthaltende Bv/C-Übergangshorizont an.

Eine ganz analoge Entwicklung setzte auch auf Standorten ein, wo eine geschlossene, dünne Lößlehmdecke noch vorhanden war. Dies konnte besonders an Profil 15 beobachtet werden, dessen Ausbildung für alle lößlehmbedeckten Oberhanglagen mit Buchenreinbestockung charakteristisch ist.

Eine ca. 60 cm mächtige, umgelagerte Lößlehmdecke wird von Plattensandstein unterlagert. Den podsoligen Prozessen ist hier vielleicht eine Lessivierung des Lößlehms (höchstwahrscheinlich aber an anderer Stelle vor seiner Umlagerung) vorangegangen. Das Ansteigen der Werte für die Tonfraktion mit zunehmender Tiefe innerhalb der Lößlehmdecke und die dadurch bedingte Dichtlagerung und schwache Pseudovergleyung im Grenzhorizont zum Plattensandstein können nicht als Beweis für eine Lessivierung angesehen werden. Nach der Profilmorphologie und seinen chemisch-physikalischen Eigenschaften ist dieser Boden eindeutig als Podsol-Braunerde anzusprechen.

Unter einer 1 bis 2 cm mächtigen Decke unersetzter Laubstreu (L) folgt der ebenso geringmächtige

F/H-Übergangshorizont, der an einzelnen Stellen deutlich zu trennen ist in den schwärzlichgraubraunen Vermoderungshorizont F, der aus mäßig zersetzter Streu besteht, und in den aus schwarzem Feinhumus bestehenden Humusstoffhorizont

H, in dem kaum noch pflanzliche Reste zu erkennen sind, der schwach mit Mineralsubstanz vermischt ist und mit scharfer Grenze in den

humosen Mineralboden Ah/Ae übergeht. Dieser Mischhorizont besteht aus einer sepiabraunen, humosen Grundmasse, in der sowohl grauschwarze Flecke der Humuseinwaschung als auch einzelne Bleichflecke zu erkennen sind.

Daran schließt sich der gelbbraune bis ockerbraune Ah/Bv-Übergangshorizont an, der schwach gekrümelt und gut durchwurzelt ist und allmählich in den

ockerbraunen, kaum durchwurzelt, dicht gelagerten, klumpigen gBv-Horizont übergeht, in dem sich Reduktionsflecke und im Anschnitt streifig verschmierte Eisen-(Mangan-)Konkretionen finden. Mit scharfer Grenze folgt nach unten der

ockerbraune bis schwach lilarote D-Horizont, der vorwiegend aus Grobsand und Grobskelett des Plattensandsteins besteht und in den stellenweise in Hohlräumen zwischen dem Skelett Lößlehmmaterial eingearbeitet ist.

Profil 15 unterscheidet sich von den Podsol-Braunerden auf reinem Sandstein im wesentlichen nur durch sein besseres Wasserhaltevermögen, das durch die Lößlehmdecke, besonders aber durch die Dichtlagerung im Unterboden bedingt ist. Soweit sich derartige Böden an flachgeneigten Hängen ausbildeten, wo kein stärkerer Wasserstau eintreten kann, vermag sich die schwache Pseudovergleyung nicht nachteilig auf das Gedeihen der Vegetation auszuwirken. Diese Podsol-Braunerden sind daher als Waldstandorte höher zu bewerten als die trockenheitsgefährdeten auf reinem Sandstein. Die im F/H-Horizont im Gegensatz zu den darunterliegenden Mineralbodenhorizonten verhältnismäßig hoch erscheinenden Werte für die pflanzenaufnehmbaren Nährstoffe, die ebenfalls einen höheren pH-Wert und Metallkationensättigungsgrad (V-Wert) bedingen, erklären sich aus dem hohen Gehalt an organischer Substanz, deren Sorptionskapazität absolut gesehen recht groß ist. Diese Erscheinung ist für alle Moder- oder Rohhumusaufgaben typisch und hat somit auch für alle anderen untersuchten Profile podsoliger Dynamik Gültigkeit. Die ungünstige, stickstoffarme Humusform findet in dem C/N-Verhältnis ihren Ausdruck, das hier durchschnittlich noch weiter ist, als MOLL (1959) für die podsoligen Braunerden auf Gneis gefunden hat. Für eine Podsolierung sprechen außer der Profilmorphologie die Tendenz der pH-, V- und Nährstoffwerte und das weite C/N-Verhältnis. Das Ansteigen der Sesquioxidwerte mit zunehmender Tiefe, besonders die Anreicherung von Al_2O_3 im gBv-Horizont, kann für Profil 15 nicht als eindeutiger Beweis für eine Podsolierung herangezogen werden. Alle lessivierten Böden zeigen eine ähnliche Tendenz, da die Sesquioxide an die Tonsubstanz sorbiert mit von der Verlagerung erfaßt werden können. Desgleichen darf bei derartigen Deutungsversuchen die Zweischichtigkeit des Profils nicht außer acht gelassen werden.

Braunerde-Podsolen (MÜCKENHAUSEN, 1962), die auch als stark podsolierte Braunerden bezeichnet werden können, finden sich vor allem

in wechsellückigen Mittelhanglagen südlicher Exposition auf dem reinen, silikat- und erdalkalitionenarmen Mittleren Buntsandstein, besonders auf dem harten, stellenweise nur sehr flachgründig verwitternden Hauptkonglomerat (smc₂). Sie tragen lichte Kiefern-Eichen-Wälder, in denen die Kiefer vorherrscht, und eine azidiphile Bodenflora, wie z. B. *Vacc. myrt.*, *Pteridium aquil.* und *Calluna vulg.* sich angesiedelt hat.

Unter gleicher Vegetation erscheinen sie an besonders trockenen Hangnasen meist in Gesellschaft mit den im folgenden zu besprechenden Podsolen.

Sie sind aber auch an steilen, nördlich exponierten Hängen, vorwiegend unter Nadelwald (Fichte, Tanne) mit einer im wesentlichen aus Moosen bestehenden, auf größere Luftfeuchtigkeit angewiesenen Begleitflora anzutreffen.

Diese Braunerde-Podsolen unterscheiden sich am Profil von den Podsol-Braunerden durch die mächtigere Moder- bis Rohhumusaufgabe, einen deutlich sichtbaren, zusammenhängenden, jedoch noch geringmächtigen Bleichhorizont und durch einen beginnenden, noch wenig deutlichen und meist nicht gegliederten Anreicherungshorizont (Sesquioxide, Humusstoffe); im allgemeinen sind die Übergänge der Horizonte noch schärfer markiert als bei der Podsol-Braunerde. Das als Nr. 16 angeführte Profil stellt aufbaumäßig einen typischen Braunerde-Podsol dar, der nur noch wenig mit einer Braunerde gemein hat. Er wäre hinsichtlich seiner pH- und V-Werte sowie seiner Nährstoffverteilung eigentlich schon zu den Podsolen zu stellen, die in dieser Beziehung sogar günstiger ausgestattet sein können (Profil 17); es fehlt jedoch ein ausgeprägter Ae-Horizont.

Unter einer 2 bis 3 cm mächtigen Schicht unzersetzter oder nur schwach zersetzter Nadelstreu (LF) folgt ein

lilaschwarzer Humusstoffhorizont H mit stärkerem Mineralbodenanteil Ah, der nach unten zunimmt. Dieser Horizont ist stark durchwurzelt, weist ein Einzelkorngefüge und gebleichte Mineralkörner auf.

Mit relativ scharfer Grenze folgt dann der hellgraulilafarbene, humose, gut bis mäßig durchwurzelte, von schwärzlichgrauen Flecken (Reste des humosen Mineralbodens Ah) durchsetzte, meist jedoch gebleichte Ah/Ae-Horizont, der ebenfalls ein Einzelkorngefüge aufweist und mit deutlicher, aber unscharfer Grenze in den ockerbraunen, schwach humosen, schwach durchwurzelten Bi-Horizont übergeht, der ein schwach ausgeprägtes Hüllengefüge besitzt.

Ganz allmählich folgt dann der braunorange- bis ockerbraune, skelettdurchsetzte Bv/C-Übergangshorizont.

Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung wird hier vom reinen Mittleren Buntsandstein gestellt. Die Tanne ist bestandesbildend, ihr sind vereinzelt Eichen und Buchen beigemischt. Anspruchslose azidiphile Moose und Heidelbeere bestimmen das Bild der Begleitflora. Der Bestand ist lückig, und gerade in diesen Auflichtungsstellen haben sich Heidelbeere und Heidekraut aus-

gebreitet. Der reichlich vorhandene Buchen- und Tannenausschlag läßt das Bild von der zukünftigen Entwicklung des Bodens jedoch in einem günstigeren Licht erscheinen, als man es beim Anblick des Profiles und beim Studium der analytischen Werte annehmen müßte. Wenn in Zukunft für einen höheren Schlußgrad durch verstärkten Anbau der Buche im Unter- oder Zwischenstand gesorgt würde, könnte der ungünstige Einfluß der Zwergsträucher eingedämmt werden, was sich im Verein mit einer größeren Laubfallquote günstig auf die weitere Dynamik dieses Bodens auswirken dürfte.

Die gegenüber Profil 15 stärkere Podsolierung zeigt sich hier schon makroskopisch am Profil durch den deutlich sichtbaren grauen, wenn auch unregelmäßigen, von Humus stellenweise dunkler gefärbten Ah/Ae-Horizont und an der von den nährstoffarmen Braunerden und Podsol-Braunerden abweichenden ockerbraunen Färbung des Bi-Horizontes, die durch die Sesquioxidanreicherung bedingt ist. Da es sich hier um feinmaterialarmen, reinen Sandstein handelt, sind die Werte für die Sesquioxide im gesamten Profil äußerst niedrig. Deutlich sichtbar in der Analyse sind jedoch das Minimum an Sesquioxiden im Ah/Ae-Horizont und das Maximum des Fe_2O_3 im Bi-Horizont. Der ungünstigen Humusform entsprechend sind die C/N-Verhältnisse vor allem des Ah/Ae-Horizontes sehr weit. Der Humusgehalt nimmt mit der Tiefe im Vergleich zu Profil 15 nicht so rapide ab, einerseits bedingt durch die stärkere Humussolverlagerung, andererseits vielleicht durch die steile Hanglage (Vermischung der oberen Horizonte durch denudative Vorgänge). Die geringen V- und die niedrigen pH-Werte sowie der mangelnde Gehalt an pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen liefern weitere Hinweise auf die hier ablaufenden Podsolierungsprozesse (vgl. S. 70). Die Nährstoffe sind im wesentlichen an die organische Substanz sorbiert. Das zeigt sich auch an dem Verhalten der Gesamtumtauschkapazität (T-Wert), die dort, wo der Humusgehalt geringste Werte annimmt, sehr klein wird. Die wenigen ursprünglich vorhandenen, als Sorptionsträger in Frage kommenden Tonminerale wurden längst zerstört. Da sich die geringen Nährstoffreserven in den obersten 15 bis 20 cm finden, ist die Durchwurzelungstiefe sehr gering.

Podsole finden sich im allgemeinen an noch trockeneren Hängen, auf noch reinerem, silikat- und erdalkaliärmerem Material und unter einer noch ungünstigeren Vegetation. Wir beobachten Podsole sehr regelmäßig auf Mittlerem Buntsandstein, vor allem aber auf dem Hauptkonglomerat an den extrem trockenen, von jeglicher Überrollung fremden Materials aus höheren Lagen freien Hangnasen (Profil 17 und 18), seltener an geradlinigen Mittelhängen in Südexposition (Kiefernforsten anstelle des Eichen-Birken-Waldes), in wenigen Fällen auch auf dem Kamm einzelner Buntsandsteinrücken, noch seltener an geradlinigen Mittelhängen in Nordexposition (Tannen-Fichtenforsten anstelle des Hainsimsen-Tieflagen-Buchen-Waldes).

Von diesen teilweise schon von Natur aus für Böden podsoliger Dynamik vorbestimmten, meist kleinflächigen Standorten nimmt die Intensität der

Podsolierung nach allen Richtungen ab, da sich die Bedingungen oft auf wenige Schritte hin grundsätzlich ändern. Entweder wird das Material feinstanzreicher (z. B. durch Lößlehmbeimischung) oder die Vegetation ändert sich zugunsten weniger adiziphiler Arten; oft sind dann auch die besonderen lokalklimatischen Bedingungen (Wechsel trockenheit, starke Ein- und Ausstrahlung bei Lichtstellung der Bestände) nicht mehr gegeben.

Im Zentrum der heutigen Podsole und Braunerde-Podsole hat sich in Südlagen und an Hangnasen die Vegetation unter dem Einfluß des Menschen vermutlich nicht grundlegend geändert. Wohl ist heute die Kiefer vorherrschend, sie war jedoch im Naturwald (Eichen-Birken-Wald) bereits stark vertreten, ebenso die säureliebende und Rohhumus erzeugende Begleitflora, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß hier schon von Natur aus Braunerde-Podsole, wenn nicht gar Podsole verbreitet waren.

Die vielfältigen und schwer überschaubaren menschlichen Eingriffe in das Gefüge von Boden und Vegetation durch stärkeren Nadelholzanbau (Kiefer auf trockeneren, Tanne und Fichte auf frischeren, luftfeuchteren Standorten), Buchenreinbestockungen, Streunutzung, Waldweide, Waldfeldbau usw. führten einerseits zu einer Intensivierung des bereits im Naturwald wirkenden Podsolierungsprozesses, andererseits zu einer beträchtlichen Ausdehnung der Fläche podsolierter Böden auf Kosten der Braunerde bzw. des Lessivé.

Daß sich heute gut ausgebildete Podsole auch an den lokalklimatisch ausgeglicheneren Nordflanken finden, ist wahrscheinlich das Ergebnis dieser Wirtschaftsmaßnahmen. Als Begleitflora der Nadelhölzer siedelten sich hier weniger Zwergsträucher als vielmehr säureliebende Moose (*Bazzania trilobata*, *Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum*, *Polytrichum attenuatum* u. a.) an, die dem ungünstigen Lichthaushalt besser angepaßt sind und die wahrscheinlich bereits im Naturwald (tannendurchsetzter, artenarmer Hainsimsen-Tieflagen-Buchen-Wald) stellenweise (Hangnasen) vorhandene podsolige Dynamik begünstigen.

Die Tatsache, daß die Podsole vorwiegend in Südlagen und an Hangnasen zur Ausbildung kamen, verdient noch einmal besonders hervorgehoben zu werden. Zum einen konnte in den lichten Kiefern-Eichen-Beständen eine die Podsolierung fördernde Bodenvegetation, wie Heidelbeere, Adlerfarn und Heidekraut, besonders gut gedeihen, zum andern sind in den oft noch durch Schneebruch (Kiefer) aufgelichteten Beständen im Gegensatz zu nördlich exponierten Standorten, auf denen die Bestände (Buche, Tanne, Fichte) geschlossener sind, wegen der stärkeren Ein- und Ausstrahlung die Tages- und Jahresamplituden der Temperatur größer. Das Klima erscheint im Gegensatz zu den weit humideren Nordlagen mehr in kontinentaler Richtung verschoben (GANSSEN, 1957b). Das scheint sich begünstigend auf den Podsolierungsprozeß auszuwirken; dazu kommt die mangelhafte, wenig nachhaltige Bodendurch-

feuchtung aufgrund der stellenweise sehr flachgründigen Verwitterungsdecke, der Durchlässigkeit des Sandsteins, der hohen Verdunstungsmengen und des merklichen oberflächlichen Abflusses infolge des meist steilen Reliefs.

Der Abfluß ist dann ganz besonders groß, wenn die Humusaufgabe während einer vorangegangenen Trockenperiode Gelegenheit hatte, vollständig auszutrocknen. Das Niederschlagswasser vermag dann wegen der schweren Benetzbarkeit des Humus kaum in den Boden einzudringen, so daß im Boden die Trockenperiode länger andauert als über ihm.

Die in diesem Boden auf erdalkaliarmem Gestein an sich schon geringe Organismen-tätigkeit wird an den wechsellückigen, sonnseitigen Standorten stark in Mitleidenschaft gezogen, so daß die Humuszersetzung stagniert (Trockenhumusbildung). Es bildet sich als saure, stickstoffarme und wenig erdalkalikalienengesättigte, dystrophe Humusform (C/N-Verhältnis ist weit) sogenannter Rohhumus, der wegen der fast fehlenden zoogenen Durchmischung als Decke dem Mineralboden aufliegt. Mit dem Regenwasser werden saure, organische Verbindungen, wie z. B. Oxal-, Gallus- und Zitronensäure, als Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen, oder Säuren, die direkt aus dem Bestandesabfall herausgelöst werden können, und nicht zuletzt die bei unvollkommener Humifizierung entstehenden Huminsäurevorstufen, wie z. B. Fulvosäuren, molekular- oder kolloiddispers löslich und damit wanderungsfähig. Sie führen die bei der Mineralzerlegung freigewordenen Elemente, wie Eisen, Aluminium und Mangan, in Form metallorganischer Komplexe oder als Sole in den Unterboden (SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, 1960). Dies äußert sich in einer Entfärbung im mineralischen Oberboden (Bleichhorizont Ae). Im Unterboden kommen die vorstehend erwähnten Verbindungen zur Ausflockung bzw. werden mechanisch festgehalten und bedingen hier die schwarz- oder rotbraun gefärbten, mehr oder weniger verfestigten Anreicherungs-horizonte (Bh und Bs) mit ihrem typischen Hüllengefüge.

Von den in dieser Arbeit erwähnten beiden Podsolprofilen sei das Profil 18 im folgenden näher beschrieben:

Unter einer Decke (2 bis 3 cm) unzersetzter Nadelstreu folgt die Rohhumusaufgabe FH, die im oberen Teil aus einem dunkelgraubraunen Grobmoder besteht, der in den darunterliegenden schwarzgrauen Humusstoffhorizont stellenweise eingearbeitet ist.

Anschließend beobachtet man einen relativ mächtigen, dunkellilagrauen, stark durchwurzelten, sehr stark humosen Ah-Horizont, in dem die Humusteile kaum mit den Mineralteilen verkittet sind.

Allmählich erfolgt der Übergang in den lilagrauen, schwach bis mäßig humosen, Einzelkorngefüge aufweisenden *A_e-Horizont*, der einzelne Quarzitzerolle enthält und deutlich abgesetzt in den

dunkelbraunen bis braunschwarzen, etwas gebänderten, mäßig bis stark humosen, schwach skelettdurchsetzten, Hüllengefüge aufweisenden *B_h-Horizont* übergeht. Dieser Horizont ist nur schwach durchwurzelt und schwach zu Ortstein verfestigt.

Der gelbbraune bis rostrote, stellenweise stärker verbackene, schwach humose *B_s-Horizont*, der kaum noch Wurzeln aufweist und ein deutliches Hüllengefüge besitzt, geht ganz allmählich in den

ockerbraunen, reichlich Skelett enthaltenden *B_v/C-Übergangshorizont* über.

Da dieser Podsol in seinen B-Horizonten (*B_h* und *B_s*) aus der Analyse deutlich erkennbare Anreicherungen von Humusstoffen und Sesquioxiden zeigt, bezeichnen wir ihn nach KUBIENA (1953) als *Humus-Eisen-Podsol*.

An einigen wenigen, besonders durchnäßten Stellen konnten in der unmittelbaren Nachbarschaft von Podsolen, Braunerde-Podsolen oder Lessivés, wie bereits erwähnt, *Stagnogleye* beobachtet werden. Sie finden sich nur im N und NE der Buntsandsteinscholle.

Der in Profil 19 beschriebene Stagnogley wurde in einer flachen Geländedepression inmitten von Braunerde-Podsolen gefunden. Neben dieser leicht muldigen Lage verdankt er seine Entstehung einem feinsubstanzreicheren Material, das nur eine äußerst geringe Durchlässigkeit besitzt, sowie der biologisch ungünstigen, sehr flach wurzelnden Vegetation. Die schlechte Durchlässigkeit des Untergrundes bewirkt im Verein mit den hohen Niederschlägen (1100 bis 1200 mm/Jahr) und der durch den dichten Vegetationsteppich (säureliebende, Rohhumus produzierende Moose, Heidelbeere, Drahtschmiele u. a.; dicht geschlossene Fichten und Kiefern) bedingten geringen Verdunstung einen ganzjährig vernäßten Boden, der nicht allein auf das Niederschlagswasser angewiesen ist, wie es von den Pseudogleyen ebener Lagen geschildert wurde, sondern durch seitlichen Sickerwasserzustrom versorgt wird. Das bedingt eine starke Vergleyung bis in den Oberboden hinein. Dieser Boden besitzt keinen ausgeprägten B-Horizont; der Unterboden besteht aus einer grauen Grundmasse, in die einzelne Rostflecke eingesprengt sind. Eine der Schwerkraft folgende Verlagerung von Sesquioxiden ist wegen des ganzjährig hochanstehenden Stauwassers und dessen überwiegend oberflächenparalleler Strömungsrichtung nicht oder nur in beschränktem Umfang möglich.

An *Hangfüßen*, wo vor allem in der feuchten Jahreszeit eine Sickerwasserstau eintritt, der in dem kolluvialen Material je nach der Beimengung von Lößlehm zeitweise recht stark sein kann und zu einer Dichtschlammung des sonst porenreichen Sandsteinschutts geführt hat, wurden je nach dem

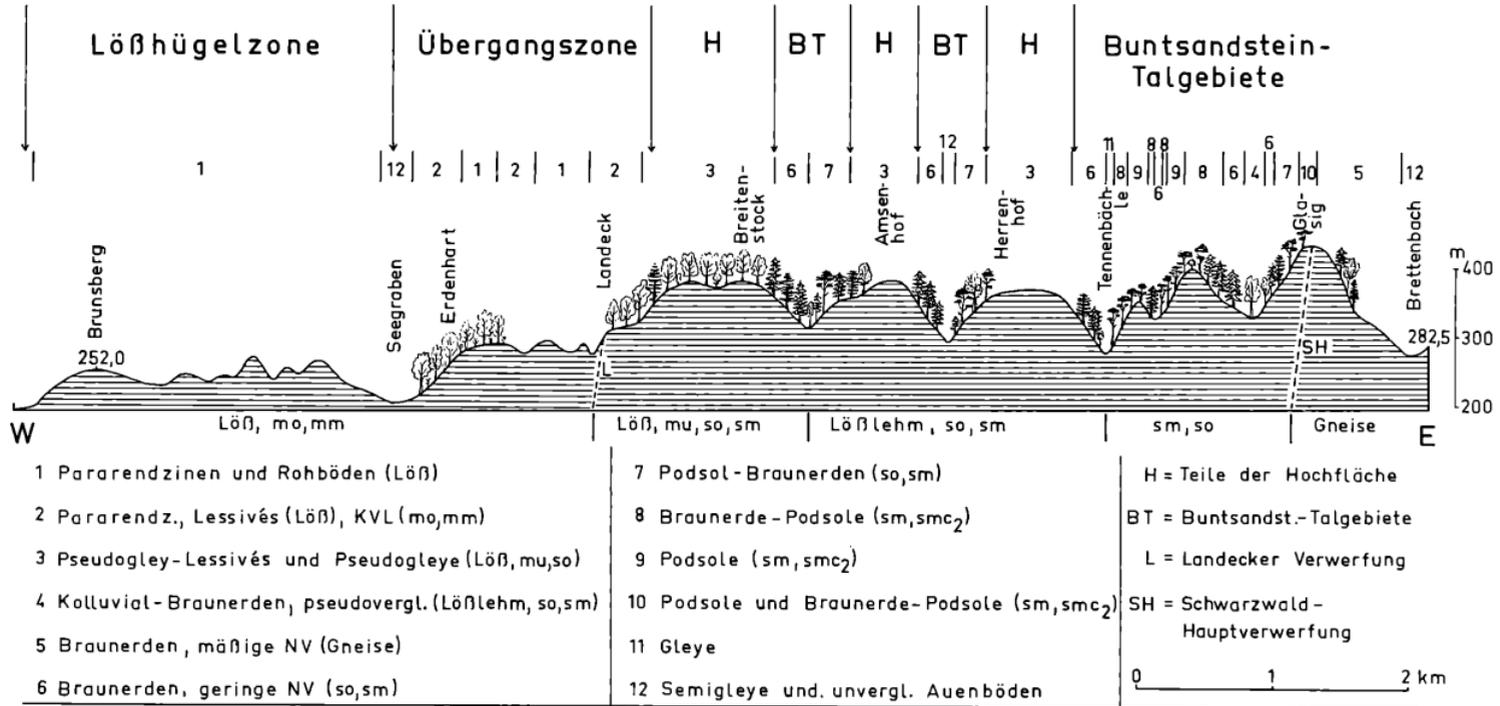


Abb. 8: QUERPROFIL DURCH DIE EMMENDINGER VORBERGZONE
 von Pkt. 252,0mNN (Brunsb^{erg}) südl. Malterdingen nach Pkt. 282,5mNN nördl. Freiamt-Keppenbach
 (5-fach überhöht)

Nährstoffreichtum des Ausgangsmaterials, der Dauer der nassen Phase und je nach der Vegetation tiefgründige, mehr oder weniger pseudovergleyte, teilweise podsolige Kolluvial-Braunerden mit meist geringer bis mittlerer Nährstoffversorgung angetroffen.

Aus der Vielfalt der Möglichkeiten sei hier nur ein Profil angeführt:

Profil 20 stellt eine schwach pseudovergleyte Kolluvial-Braunerde geringer bis mittlerer Nährstoffversorgung dar. Sie entwickelte sich aus einem Kolluvium, das in der Hauptsache aus Lößlehm besteht, dem vor allem im oberen Profilverteil erhebliche Mengen an Buntsandsteinmaterial beigemischt ist. Trotz der stärkeren Versauerung und Nährstoffverarmung im oberen Teil des Profils erfolgt der Ab- und Umbau der organischen Substanz noch befriedigend. Erstaunlich ist die Beteiligung von Mullbodenpflanzen (*Lamium galeobdolon*, *Polygonatum multifl.* u. a.).

Sind die Kolluvial-Braunerden nicht zu stark pseudovergleyt und nicht podsoliert, dann bieten sie die besten forstlichen Standortsmöglichkeiten der Buntsandsteintalgebiete, zum einen aufgrund ausreichender und gleichmäßiger Durchfeuchtung, zum anderen wegen der Heterogenität des Ausgangsmaterials.

In den schmalen Sohlen der Buntsandsteintäler haben sich analog zur Übergangszone unter Dauerwiese je nach Grundwasserstand aus alluvialem Material verschiedenster Zusammensetzung karbonatfreie, meist nährstoffarme Gleye und Semigleye ausgebildet.

Östlich der Hauptverwerfung, wo zwischen Freiamt-Sägplatz und Freiamt-Keppenbach das Grundgebirge bodenbildend ist, sind unter Laub- oder Laub-Nadel-Wäldern (*Melico-* bzw. *Melampyro-Fageten*) Braunerden geringer bis mittlerer Nährstoffversorgung anzutreffen, wie sie von MOLL (1959) eingehend für die unteren Schwarzwaldlagen des Kreises Freiburg beschrieben wurden. An besonders ausgehagerten Stellen (Waldränder, Auflichtungen) oder bei Nadelholzreinbestockungen konnten kleinflächig podsolige Veränderungen der sonst stabilen Braunerden festgestellt werden. Auf eine analytische Bearbeitung wurde verzichtet, da sie kaum neue Ergebnisse erbracht hätte.

5. Angeführte Schriften

- ALTEMÜLLER, H.-J.: Bodentypen aus Löß im Raume Braunschweig und ihre Veränderungen unter dem Einfluß des Ackerbaus. Diss., Landwirtschaft. Fak. Bonn, 250 S., Photodruck, Bonn 1957.
- BUDWILL, H.: Geologie der Emmendinger Vorberge (Südteil). Diplomarbeit, masch.-schriftl., 84 S., Freiburg i. Br. 1957.
- CARLÉ, W.: Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. — Beih. Geol. Jb., 16, 272 S., Hannover 1955.

- CREUTZBURG, N.: a) Struktur der Landschaftseinheiten. Die Vorbergzone. — In: Freiburg und der Breisgau, S. 38—58; 311 S., Freiburg i. Br. 1954.
- b) Das Klima. — In: Freiburg und der Breisgau, S. 62—73; 311 S., Freiburg i. Br. 1954.
- DUDAL, R.: Etude morphologique et genetique d'une séquence de sols sur limon loessique. — Agricultura, Louvain, I, S. 119—163, 1953.
- FRANZ, H.: Feldbodenkunde. 583 S., Wien 1960.
- GANSSEN, R.: a) Bodengeographie. 219 S., Stuttgart 1957.
- b) Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingrabens und angrenzender Gebiete. 3. Mitt.: Die Böden der östlichen Randgebiete des Oberrheingrabens, insbesondere des Schwarzwaldes. — Z. f. Pflanz. Düng. Bodenkd., 79 (124), 2, S. 107—119, Berlin 1957.
- Bodenbenennung, Bodenklassifikation und Bodenverteilung aus geographischer Sicht. — Die Erde, 92, 4, S. 281—295, Berlin 1961.
- GANSSEN, R., und Mitarbeiter: Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingrabens und angrenzender Gebiete. 1. Mitt.: Die Böden des Kaiserstuhls. — Z. f. Pflanz. Düng. Bodenkd., 76 (121), 1, S. 38—47, Berlin 1957.
- GLASER, J.: Geologische Untersuchungen im Gebiet der Emmendinger Vorberge (Südlicher Teil). — Mitt. bad. geol. Landesanst., 7, S. 85—146, Heidelberg 1912.
- HABBE, K. A.: Freiburg und der Breisgau. — In: Freiburg und der Breisgau, S. 11—12; 311 S., Freiburg i. Br. 1954.
- HÄDRICH, FR.: Beziehungen zwischen Böden und Landschaft in der Emmendinger Vorbergzone. Diss., masch.-schriftl., Nat.-math. Fak. Freiburg i. Br., 204 S., 26 Abb., 5 Tab., 2 Karten, Freiburg i. Br. 1962.
- HARTH, H.: Beiträge zur Kenntnis der Steppen- und steppenähnlichen Böden des Oberrheintals. Diss., Nat.-math. Fak. Freiburg i. Br., 72 S., mit Karten- und Tabellenanhang, Düsseldorf 1956.
- JAHN, R.: Forstliche Standortskartierung im Buntsandstein-Hochschwarzwald (Hornisgrinde-Gebiet). — Mitt. Ver. f. Forstl. Standortskde. und Forstpfl.-Züchtg., 6, S. 39 ff., Stuttgart 1957.
- KOHL, P.: Durchwaschungs- und Durchschlammungserscheinungen an Böden Bayern. — Z. f. Pflanz. Düng. Bodenkd., 80, 3, S. 237—244, Berlin 1958.
- KRAUSS, G., und Mitarbeiter: Standortsgemäße Durchführung der Abkehr von der Fichtenwirtschaft im nordwestsächsischen Niederland. — Thar. Forstl. Jb., 80, 7/9, Berlin 1939.
- KUBIENA, W. L.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. 392 S., Stuttgart 1953.
- Zur Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der rezenten und fossilen Lößböden. — Eiszeitalter und Gegenw., 7, S. 102—112, 1956.
- KUNDLER, P.: Zur Charakterisierung und Systematik der Braunen Waldböden. — Z. f. Pflanz. Düng. Bodenkd., 78 (123), 2/3, S. 209—232, Berlin 1957.

- KWASNITSCHKA, K.: Standortsuntersuchungen im südlichen Ostschwarzwald. Diss., Nat.-math. Fak. Freiburg i. Br., 203 S., Freiburg i. Br. 1954.
- LAMBERTS, D., & LIVENS, P. J.: L'accumulation d'oxydes de fer dans les sols sur limon loessique. — 5. Congr. Int. Sci. Sol, 2, Comm. 2, S. 478—485, Leopoldville 1954.
- METZ, FR.: Der Breisgau, Landschaft und Siedlung. — Lehrbriefe Philos. Fak. Freiburg i. Br., 16, Freiburg i. Br. 1944.
- MOLL, W.: Bodentypen im Kreis Freiburg i. Br. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 49, S. 5—58, Freiburg i. Br. 1959.
- Übersichtskarte der Bodentypen im südlichen Oberrheingebiet mit Erläuterungen. I. Abschnitt Basel—Staufen (Maßstab 1 : 70 000). — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 54, S. 135—156, 1 Karte, Freiburg i. Br. 1964.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. 148 S. und umfangreicher Bildanhang, Frankfurt/Main 1962.
- MÜLLER, E.-H.: Die Bildungsbedingungen von Braunerden und Parabraunerden sowie die Möglichkeiten ihrer Meliorierung. — Z. f. Pflanz. Düng. Bodenkde., 103, 2, S. 112—128, Berlin 1963.
- OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. — Pflanzensoziologie, 10, 564 S., Jena 1957.
- ROEDIG, K.-P.: Bodentypen und Standorte im westlichen Dinkelberg und am Westrand der Weitenauer Vorberge. Diss., masch.-schriftl., Nat.-math. Fak. Freiburg i. Br., 92 S., Freiburg i. Br. 1964.
- RUDLOFF, H. v.: Monatliche und jährliche Mittelwerte der Temperatur (1871—1950). — In: Monatliche und jährliche Mittelwerte von Niederschlag und Temperatur für das südliche Baden (1871—1950), S. 180—184. Jahresber. mit Abh. d. Bad. Landeswetterdienstes, S. 173—184, 1951/52.
- Temperaturen und Niederschläge. — In: Erläuterungen zum Blatt Freiburg der Hydrogeologischen Übersichtskarte 1 : 500 000, S. 53—56, Remagen 1953.
- RUTTE, E.: Über Jungtertiär und Altdiluvium im Oberrheintalgebiet und den fossilen Karst der südbadischen Vorbergzone. Diss., masch.-schriftl., Nat.-math. Fak. Freiburg i. Br., 176 S., Freiburg i. Br. 1949.
- SACK, H.: Geologie der Emmendinger Vorbergzone zwischen Freiamt und Heimbach. Diplcarbeit, masch.-schriftl., 100 S., Freiburg i. Br. 1962.
- SCHAEFFER, F., & SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. Teil I: Bodenkunde. 5. Aufl., 332 S., Stuttgart 1960.
- SCHROEDER, D.: Untersuchungen über Verwitterung und Bodenbildung an Lößprofilen. Habilit.-Schrift, 84 S., Hannover 1954.
- STAATLICHES FORSTAMT EMMENDINGEN: Forstliche Einrichtungswerke der Gemeindeforstungen Malterdingen, Köndringen, Mundingen, Heimbach, Windenreute, Emmendingen (Stadtwald) und Ottoschwanden. Emmendingen 1956.
- Forstliches Einrichtungswerk Emmendingen — Staatswald. Emmendingen 1957.

- STAATLICHES FORSTAMT KENZINGEN: Forstliche Einrichtungswerke des Stadtwaldes Kenzingen und der Gemeindewaldungen von Bleichheim, Wagenstadt, Nordweil, Bombach und Hecklingen. Kenzingen 1955.
- STIERLIN, K.: Geologie im Gebiet der Emmendinger Vorberge (Nördlicher Teil). — Mitt. bad. geol. Landesanst., 7, S. 635—699, Heidelberg 1912.
- TRENKLE, H.: Monatliche und jährliche Mittelwerte des Niederschlags. — In: Monatliche und jährliche Mittelwerte von Niederschlag und Temperatur für das südliche Baden (1871—1950), S. 173—179. Jahresber. mit Abh. d. Bad. Landeswetterdienstes, S. 173—184, 1951/52.
- Voss, H. H.: Geologische Kartierung der Emmendinger Vorbergzone zwischen Freiamt und Bleichheim (1:25 000). Diplomarbeit, masch.-schriftl., 116 S., 7 Abb., 8 Tab., 1 Tafel, 1 geol. Karte, Freiburg i. Br. 1966.
- WILLER, R.: Morphologie der Vorberge am Oberrhein zwischen Lahr und Basel. Diss., masch.-schriftl., Nat.-math. Fak. Freiburg i. Br., 277 S., Freiburg i. Br. 1949.
- ZAKOSEK, K.: Über die Deutung des Profilgepräges gleichartiger Böden. Diss., masch.-schriftl., Nat.-math. Fak. Bonn, 113 S., Bonn 1951.

6. Benutzte Karten

- Geologische Karten aus den Arbeiten von GLASER, STIERLIN, BUDWILL und SACK im Maßstab 1:36 000 bzw. 1:25 000.
- HASEMANN, W., & PFEIFFER, D.: Hydrogeologische Übersichtskarte 1:500 000, Blatt Freiburg i. Br. mit Erläuterungen, Remagen 1953.
- Klimaatlas von Baden-Württemberg. Herausg. vom Dt. Wetterdienst, Bad Kissingen 1953.
- Karte des Schwarzwaldvereins, Blatt 7 — Kaiserstuhl — Emmendingen — 1:50 000, Freiburg i. Br.
- Topographische Karte 1:25 000, Blätter Ettenheim (7712), Schweighausen (7713), Endingen (7812), Emmendingen (7813) und Waldkirch (7913). Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 1958/59.
- Wanderkarte zum Führer: Freiburg und der Breisgau, 1:100 000, Freiburg i. Br. 1954.

7. Tabellenanhang

Tabelle 3

Prof. Nr.	Nr. d. Karte	Lage	Nat. Vegetation Bestockung Gestein	Bodentyp Nährstoffver- sorgung (NV) Entwicklungs- tiefe (ET)	Horizont		pH		C %	C/N	CaCO ₃ %	V- Wert %	T- Wert 4)	Korngrößen (µ) % vom Feinboden				v. Ges.- gewicht >2000	Nährstoffe ⁵⁾				Sesquioxide ⁵⁾			Boden- volumen- gewicht	Sub- stanz- volumen %																														
					Tiefe cm	Bez.	H ₂ O	KCl						<2	2-20	20-200	200-2000		NH ₄ Cl-lösl.		laktatlösl.		3% HCl-Ausz.																																		
														CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅		Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃																																				
1	7812	Höhe NN : 210 m	n.n.b. ¹⁾	PARARENDZINA	0-18	Ah1	7,5	7,2	1,90	10,9	22,3	nb ²⁾	11,0	nb	nb	nb	nb	nb	295,0	11,0	2,0	2,7	1,296	2,221	3,517	nb	nb																														
	R 09270	Expos. : NNW	(Ackerrain)	gering ent- wickelt	18-45	Ah2	7,5	7,2	0,94	7,5	21,9	nb	12,0	nb	nb	nb	nb	325,0	5,0	1,2	1,8	1,216	2,131	3,347	nb	nb																															
	H 36840	Hangn. : 3-5°	LÖB (anthropogen verlagert)		45-75	Ah/C	7,5	7,2	1,00	10,2	22,7	nb	nb	nb	nb	nb	nb	295,0	3,0	1,0	1,3	1,216	2,174	3,390	nb	nb																															
Malterdingen Bienenberg																																																									
2	7812	Höhe NN : 287 m	Galio-Carpinetum, Tendenz zum Cephalan- thero-Paget.	PARARENDZINA	0-4	F/Ah	7,3	7,2	11,25	20,1	10,6	nb	42,0	nb	nb	nb	nb	nb	560,0	33,5	13,7	2,8	1,632	2,122	3,674	0,75	29,0																														
	R 11195	Expos. : NW		stärker ent- wickelt	4-12	Ah1	7,3	7,2	5,25	17,1	15,7	nb	22,0	nb	nb	nb	nb	425,0	23,0	5,5	1,8	1,519	1,791	3,310	0,88	34,0																															
	H 38010	Hangn. : 7-8°	Bu-Po-Kie		12-33	Ah2	7,4	7,3	2,86	11,4	19,4	nb	nb	nb	nb	nb	nb	370,0	19,0	2,6	1,3	1,587	1,985	3,572	1,03	38,0																															
Malterdingen Hasenbank																																																									
3	7812	Höhe NN : 240 m	Galio-Carpinetum	LESSIVE	0-10	Ah/Al	4,2	3,9	2,32	12,8	0	21,7	23,0	9,7	31,6	58,5	0,2	0	168,0	24,0	4,0	3,1	1,609	2,752	4,361	1,00	38,0																														
	R 12050	Expos. : NW	Es-Ah-Fi-Hbu-Bu-Kir	mittlere NV	10-30	Bt1	4,2	3,4	0,53	7,6	0	12,7	19,7	24,8	27,1	48,1	0	0	145,0	37,0	<0,5	4,1	2,601	3,981	6,582	1,10	40,0																														
	H 35920	Hangn. : 8-9°	LÖB (vermutlich anthro- pogen verlagert)	mittlere bis große ET (vermutl. ge- köpft)	30-50	Bt2	4,3	3,5	0,26	6,2	0	40,3	21,1	26,6	23,5	49,9	0	0	200,0	44,0	4,0	7,7	2,807	4,106	6,787	1,33	44,0																														
Malterdingen Langleid																																																									
4	7812	Höhe NN : 250 m	n.n.b.	KALKSTEINBRAUN- LEHM	0-15	Ah1	6,4	5,9	3,18	10,6	0	84,0	38,7	17,0	43,3	39,0	0,7	0	680,0	23,0	4,0	3,0	3,107	4,205	7,312	1,01	34,0																														
	R 12780	Expos. : NE	Grünland	mittlere bis hohe NV	15-33	Ah2	6,9	6,3	2,10	9,7	0	86,1	36,9	35,1	36,2	28,2	0,5	0	730,0	19,0	2,1	1,3	3,134	4,342	7,476	1,23	36,0																														
	H 36450	Hangn. : 12-15°	Hauptmuschelkalk mit LÖBkomponente	mittlere ET	33-45	Ah/Bv	7,3	6,6	1,34	8,3	0	91,9	39,7	50,9	27,2	21,7	0,2	0	885,0	25,0	2,0	1,2	4,269	5,233	9,502	1,28	38,0																														
Heimbach Blumberg																																																									
5	7812	Höhe NN : 240 m	Galio-Carpinetum	LESSIVE	0-10	Ah/Al	4,3	3,7	1,82	17,3	0	32,9	27,4	13,4	29,9	56,6	0,1	0	128,0	32,0	6,0	6,7	2,079	3,260	5,339	nb	nb																														
	R 12360	Expos. : N	El-Bu-Hbu	mittlere NV	10-30	Bt	4,3	3,6	0,60	14,2	0	38,5	26,0	23,5	25,9	50,6	0	0	150,0	40,0	<0,5	4,5	2,726	3,910	6,636	nb	nb																														
	H 37850	Hangn. : 7-8°	LÖB	mittlere ET	30-58	Bt	4,9	3,8	0,41	14,5	0	55,6	24,3	22,8	21,9	55,3	0,1	0	265,0	44,0	<0,5	2,9	2,905	3,969	6,874	nb	nb																														
Heimbach Hurst																																																									
6	7813	Höhe NN : 325 m	Galio-Carpinetum	LESSIVE	0-8	Ah	5,3	5,4	2,00	10,6	0	57,1	21,0	5,9	39,1	53,9	1,1	0	186,0	32,0	13,0	1,3	2,324	3,272	5,596	1,21	44,0																														
	R 15610	Expos. : SE	Bu-El-Kultur	mittlere NV	8-20	Al	5,1	4,4	1,31	10,4	0	44,9	17,8	10,3	35,6	53,1	1,0	0	156,0	26,0	7,1	1,1	2,368	3,591	5,959	1,45	51,0																														
	H 33040	Hangn. : 12°	LÖB (vermutlich umgelagert)	mittlere ET	20-40	Bt	4,7	3,8	0,44	7,0	0	49,8	23,1	22,4	30,1	47,4	0,1	0	206,0	40,0	3,1	3,6	3,241	4,607	7,848	1,45	52,0																														
Emmendingen Kirchberg																																																									
7	7813	Höhe NN : 290 m	Galio-Carpinetum	BRAUNERDE	0-12	Ah1	5,5	5,1	2,24	9,4	0	62,3	24,9	4,7	37,9	57,0	0,4	0	72,5	4,0	5,5	0,2	2,032	3,308	5,340	1,18	42,0																														
	R 14735	Expos. : SE	feuchte Ausbildungsf.	mittlere bis hohe NV	12-25	Ah2	5,7	4,9	1,30	8,9	0	66,9	20,6	9,6	34,3	55,7	0,4	0	68,0	12,0	4,5	0,1	2,234	3,426	5,660	1,18	41,0																														
	H 32965	Hangn. : 5-7°	mit circaea lut. Kolluv.	geringe bis mittlere ET	25-50	Bt/Bv	6,4	5,5	0,59		0	81,0	21,0	22,0	33,3	44,1	0,6	0	85,0	5,0	4,5	0,3	2,905	4,045	6,950	1,49	51,0																														
Emmendingen Kirchberg																																																									
8	7813	Höhe NN : 330 m	Galio-Carpinetum	Übergang KALK- STEINBRAUNLEHM	0-8	Ah	5,3	4,5	3,65	14,5	0	37,0	30,5	11,8	41,3	44,6	2,3	0	190,0	22,0	26,4	1,0	1,752	2,469	4,221	0,99	35,0																														
	R 14550	Expos. : W	artenarme Ausbildungsf.	mittlere NV	8-18	Al	4,3	3,4	1,32	10,5	0	11,9	33,6	19,3	38,9	39,7	2,1	0	38,0	35,0	6,0	0,3	2,481	3,473	5,954	1,27	41,5																														
	H 33030	Hangn. : 6-7°	El-Bu-Lö-Kultur	geringe bis mittlere NV u. ET	18-45	Bt/Bv	4,3	3,3	0,50	8,0	0	14,4	43,5	59,0	25,0	13,1	2,9	0	64,0	52,0	3,2	0,1	3,843	4,394	8,237	1,37	45,0																														
Emmendingen Kirchberg																																																									

Fußnoten siehe Tabelle 5

Tabelle 4

Prof. Nr.	Nr. d. Karte	Lage	Nat. Vegetation	Bestockung	Bodentyp	Horizont-										V-Wert	T-Wert	Korngrößen (µ) % vom				v. Ges.-gewicht	Nährstoffe ⁵⁾				Sesquioxide ⁵⁾			Boden-volumen-gewicht	Sub-stanz-volumen-gewicht		
						Tiefe		pH	O	C/N	CaO ₀	%	%	%	%			%	%	%	%		%	%	%	%	%	%	%			%	%
						cm	Bez.																										
9	7813 R 16510 H 30800	Höhe NN : 210 m Expos. : SW Hangn. : 1-2°	n.n.b. ¹⁾ Ödland nach Acker Lößlehm mit zwei fossilen Verlehmszonen	LESSIVE mittlere NV große ET pseudovergleyt mit vermutlich durch ältere Bodenbildung vorgeprägten Bt-Horizonten	0-10 Ah 10-35 Ah/Al 35-50 Al 50-75 fBtg1 75-110 fBtg2 110-175 fBtg/Bv 200-220 fBtg3 +220 fBtg4	5,9 6,3 5,3 4,9 4,8 4,9 5,0 5,0 5,1	5,3 5,6 4,3 3,9 3,8 3,8 3,9 3,9 4,0	2,04 1,30 0,91 0,43 0,38 0,38 0,35 0,38	6,6 6,2 8,1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	56,8 66,4 40,4 31,1 31,7 48,4 64,1 52,5 nb	18,5 14,3 16,1 20,9 20,5 18,6 23,4 21,9 nb	4,0 6,2 12,7 26,3 23,5 14,1 21,7 20,8 22,8	37,0 41,6 39,7 31,7 33,1 33,6 35,7 38,0 34,5	57,8 51,2 47,2 52,0 43,4 52,3 42,6 40,8 42,7	1,2 1,0 0,4 0 0 0 0 0,4 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	162,3 175,2 125,9 151,1 176,2 142,7 254,6 216,8 275,9	37,5 39,8 39,8 59,7 69,6 66,3 92,8 82,9 82,9	nb nb nb nb nb nb nb nb nb	nb nb nb nb nb nb nb nb nb	1,117 1,207 0,804 2,681 2,458 0,313 1,698 2,190 2,815	0,355 0,472 0,590 1,122 1,122 0,768 0,768 1,122 1,063	1,472 1,679 1,394 3,805 3,580 1,081 2,466 3,312 3,878	nb nb 1,38 1,60 1,58 1,50 1,57 1,54 1,50	nb nb 55,0 60,0 57,0 54,0 62,0 59,0 57,0							
10	7813 R 14280 H 35400	Höhe NN : 355 m Expos. : SW Hangn. : 10°	Melampyro-Paget. Luzulet. silvat. Bu-Ah-Ea-Lä Lößlehmdecke (umgelagert) über Röt	LESSIVE mittlere bis geringe NV mittlere ET schwach pseudo vergleyt	0-5 Ah 5-18 Ah/Al 18-34 Al/Bt 34-50 gBt1 50-70 gBt2 +70 D	5,6 4,7 4,7 4,6 4,8 5,2	5,0 3,8 3,7 3,6 3,6 3,9	3,18 1,61 1,26 1,10 1,10	19,8 19,2 15,0 2,2 2,2 nb	0 0 0 0 0 0	46,8 20,8 22,0 23,8 32,1 nb	20,3 19,2 18,2 27,3 26,5 nb	8,8 12,8 14,3 30,4 34,9 34,1	37,0 33,1 34,4 25,5 24,5 32,8	51,8 52,7 50,2 41,9 37,1 30,2	2,4 1,4 1,1 2,2 1,5 2,9	0,9 2,1 2,6 2,6 8,5 6,5	171,0 59,0 58,0 115,0 215,0 310,0	24,0 14,0 14,0 26,0 24,0 24,0	11,3 3,8 2,6 5,8 6,3 5,4	2,4 1,6 1,5 1,1 1,0 1,2	1,752 1,877 2,034 3,822 3,933 1,788	2,337 2,622 2,965 4,470 4,418 3,005	4,089 4,499 4,999 8,292 8,351 4,793	1,12 1,20 1,03 1,24 1,55 1,52	40,5 44,5 37,5 40,0 48,5 48,0							
11	7813 R 15660 H 33880	Höhe NN : 350 m Expos. : SW Hangn. : 4-5°	Galio-Carpinetum Bu-Ei Löß (umgelagert)	LESSIVE mittlere NV große ET schwach pseudo vergleyt	0-10 Ah 10-30 Al 30-80 Btg 80-110 Bt/Bv 110-120 Bv +120 C	5,0 3,9 5,2 5,7 7,5 8,4	4,2 3,2 4,1 4,5 6,9 7,6	1,93 0,89 0,20 0,49	15,2 12,6 14,4 1,1 1,1 1,1	0 0 0 0 0 0	23,1 10,4 67,7 67,2 92,1 nb	28,1 21,7 14,6 15,5 16,9 nb	6,5 38,1 32,5 38,1 36,5 12,5	38,1 55,0 32,5 31,3 30,4 32,0	55,0 52,1 51,9 49,2 53,0 53,9	0,4 0,8 0 0 0 1,6	0 0 0 0 0 0	113,2 16,0 250,0 294,0 398,0 274,0	8,0 8,0 48,0 56,0 40,0 40,0	5,5 3,6 5,8 5,0 4,3 3,8	2,0 4,4 3,6 1,4 1,2 0,5	1,788 1,779 2,964 2,860 2,581 1,752	3,284 3,308 4,470 4,288 3,922 2,894	5,072 5,087 7,434 7,148 6,503 4,646	1,06 1,20 1,21 1,48 1,52 1,58	37,0 41,0 55,0 51,0 52,0 55,0							
12	7813 R 15210 H 36600	Höhe NN : 410 m Expos. : -- Hangn. : Ebene	n.n.b. Ei-Bu-Lä-Kultur Lößlehmdecke (umgelagert) über Unteren Muschelkalk	LESSIVE-Pseudo- dogley mittlere bis geringe NV große ET	0-7 Ah 7-14 Al/g 14-23 Al/Btg 23-36 Btg1 36-50 Btg2 50-80 Btg3 +80 Btg4	4,8 4,8 4,6 4,9 5,2 5,3 5,7	4,1 4,0 3,9 3,7 3,8 3,8 4,0	2,45 1,21 0,49	15,9 14,4 1,1 1,1 1,1 1,1	0 0 0 0 0 0	26,0 24,5 22,6 14,8 42,1 49,1 49,1	17,3 14,3 15,5 19,5 16,9 17,3 17,3	6,2 11,9 13,1 17,1 17,1 15,5	33,7 34,2 29,6 29,6 38,4 40,0 36,5	59,7 53,7 54,4 45,5 44,3 44,7 46,8	0,4 0,2 2,9 0,1 0,2 0,5 1,2	0,2 0,3 6,8 0,9 0,8 1,5 1,1	38,6 31,9 26,3 26,3 67,2 105,2 110,8 105,2	29,8 26,5 33,1 33,1 49,7 59,7 59,7 59,7	nb nb nb nb nb nb nb nb	nb nb nb nb nb nb nb nb	nb nb nb nb nb nb nb nb	nb nb nb nb nb nb nb nb	0,86 1,21 1,36 1,62 1,61 1,77 1,70	33,0 44,0 48,0 54,5 56,0 61,0 56,0								
13	7813 R 17710 H 34120	Höhe NN : 378 m Expos. : -- Hangn. : Ebene	Melampyro-Paget. farn- und seggenreich Ta-Ei-Bu-Lä Röt mit geringmächtiger Lößlehmdecke	PELOSOL-BRAUN- ERDE geringe NV geringe bis mittlere ET pseudover- gleyt	0-10 Ah 10-20 Ah/Bv 20-30 gBv 30-40 Bv/D 40-53 D1 53-70 D2 70-90 gD3 +90 gD4	4,3 4,1 4,1 4,2 4,4 4,6 4,7 nb	3,8 3,6 3,4 3,5 3,5 3,8 3,6 nb	4,25 1,66 0,78 0,68	16,4 11,9 1,1 1,1 1,1 1,1 1,1	0 0 0 0 0 0 0	19,1 7,7 7,8 9,7 13,9 nb nb nb	34,1 32,5 38,4 31,0 28,8 nb nb nb	12,8 20,3 37,4 28,7 35,0 32,2 11,6 32,4 30,7	34,2 29,5 28,7 23,5 27,9 28,5 11,6 34,4 34,4	50,8 47,5 32,7 39,3 36,5 58,2 34,2 34,2 2,5	2,2 2,7 1,2 2,2 1,4 1,7 1,7 2,5	2,6 0,7 0 29,4 6,6 4,2 15,2	115,0 15,0 9,0 12,0 28,0 41,0 46,0 nb	19,0 8,0 9,0 11,0 19,0 20,0 17,0 nb	14,3 4,5 3,5 3,6 5,1 3,9 4,5 nb	1,8 1,6 1,3 1,3 1,2 1,2 1,2 1,2	2,190 2,458 3,330 3,107 3,039 2,681 1,981	3,473 3,804 4,342 4,007 3,969 3,638 3,130	5,663 6,262 7,772 7,194 7,008 6,319 5,111	nb 1,15 1,14 1,51 1,39 1,58 1,63	nb 45 42 55 48 58 58 59							
14	7713 R 19985 H 42475	Höhe NN : 475 m Expos. : ESE Hangn. : 6°	Melampyro-Paget. Bu Oberer Buntsandstein (Plattensandstein)	BRAUNERDE geringe NV geringe ET schwach pod- solig	0-4 F/Ah 4-15 Ah 15-30 Ah/Bv 30-45 Bv +45 Bv/C	3,9 4,1 4,0 4,0 4,1	3,0 3,7 3,8 3,8 3,8	6,25 3,12 1,45 0,51	22,9 19,4 13,8 1,1 1,1	0 0 0 0 0	4,1 6,6 8,8 6,9 6,7	36,9 22,7 17,1 14,6 15,0	2,4 4,9 7,4 11,9 23,9	21,0 23,8 20,6 22,6 23,9	63,9 63,7 66,5 60,3 54,8	12,7 7,6 5,5 5,2 4,8	11,1 9,9 5,8 3,7 5,3	6,0 4,0 4,0 4,0 6,0	13,0 12,0 9,0 11,0 3,0	11,0 2,1 1,8 0,8 1,5	2,5 0,8 0,5 0,4 0,3	1,251 1,275 1,327 1,513 1,692	2,150 2,516 2,894 3,355 3,350	3,401 3,791 4,221 4,868 5,042	nb nb nb nb nb	nb nb nb nb nb							

Fußnoten siehe Tabelle 5

Tabelle 5

Prof. Nr.	Nr.d.Karte 1:25000 R-u.H-Wert Gemeinde Flurbez.	Lage	Nat.Vegetation Bestockung Gestein	Bodentyp Nährstoffver- sorgung (NV) Entwicklungs- tiefe (ET)	Horizont-		pH		C %	C/N	CaO ₃ %	V- Wert %	T- Wert 4)	Korngrößen (µ) % vom Feinboden				v.Ges.- gewicht >2000	Nährstoffe ⁵⁾				Seesiooxide ⁵⁾			Boden- volumen- gewicht	Sub- stanz- volumen %
					Tiefe cm	Bez.	H ₂ O	KOL						2- 20	20- 200	200- 2000	1% NH ₄ Cl-Lösl.		Laktatlösl.		3% HCl-Ausz.						
																	CaO		MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃			
15	7813 R 15960 H 34540 Emmendingen Binzgenwald	Höhe NN : 315 m Expos. : W Hangn. : 12-14° Mittel- hang	Melampyro-Paget. Bu Oberer Buntsandstein mit umgelagerter Lößlehmedecke	PODSOL-BRAUN- ERDE geringe NV mittlere ET schwach pseudo- vergleyt	0- 2	F/H	3,9	3,0	18,00	22,8	0	3,7	95,5	nb	nb	nb	nb	nb	15,0	10,0	30,0	6,4	0,974	1,602	2,576	nb	nb
					2- 4	Ah/Ae	3,8	3,1	5,00	23,0	0	1,3	38,5	5,2	30,4	61,4	3,0	1,6	1,0	3,0	7,0	1,4	1,466	2,315	3,781	1,00	37
					4- 22	Ah/Bv	4,1	3,9	2,26		0	1,5	16,3	9,4	29,4	57,6	3,6	1,6	0,6	4,0	1,2	0,8	1,564	3,071	4,635	1,27	44
					22- 60	gBv	4,4	3,8			0	6,2	12,2	12,6	32,1	52,5	2,3	0,7	0,5	5,0	1,1	0,6	1,788	3,437	5,225	1,24	43
		+60	D	4,7	3,9						0	nb	nb	nb	nb	nb	nb	15,0	19,0	2,5	0,2	1,832	3,071	4,903	1,53	53	
16	7813 R 17450 H 36160 Freiamt Meisenbuck	Höhe NN : 320 m Expos. : WSW Hangn. : 25° Mittel- hang	Melampyro-Paget. Ta-Fi-Ei Mittlerer Buntsand- stein	BRAUNERDE- PODSOL geringe NV geringe ET	0- 5	H/Ah	3,6	2,8	12,50	23,2	0	2,5	91,9	nb	nb	nb	nb	nb	7,0	9,0	8,0	3,6	0,402	0,990	1,382	nb	nb
					5- 17	Ah/Ae	3,7	3,0	4,00	28,6	0	2,5	39,8	nb	nb	nb	nb	nb	1,0	5,0	1,5	1,5	0,358	0,924	1,282	nb	nb
					17- 30	Bl	4,5	3,7	1,72	30,7	0	2,1	23,7	nb	nb	nb	nb	nb	1,0	2,0	1,8	1,2	0,804	1,878	2,682	nb	nb
					+30	Bv/C	4,3	4,0			0	3,7	13,7	nb	nb	nb	nb	nb	<0,5	1,0	1,0	1,2	0,706	2,221	2,927	nb	nb
17	7813 R 14510 H 39740 Kenzingen Auberg	Höhe NN : 350 m Expos. : NW Hangn. : 22-25° Mittel- hang	Melampyro-Paget. myrtilletosum geringe NV mittlere ET	HUMUS-EISEN- PODSOL geringe NV mittlere ET	2	H	4,0	3,4	27,60	24,3	0	9,5	136,6	nb	nb	nb	nb	nb	175,0	26,0	34,2	5,8	0,447	0,426	0,873	nb	nb
					0- 4	Ah	3,8	3,3	6,75	19,7	0	8,5	41,1	nb	nb	nb	nb	nb	50,0	2,0	7,5	4,0	0,358	0,248	0,506	nb	nb
					4- 31	Ae	3,9	3,2	1,23	29,2	0	3,0	8,3	2,5	12,6	28,4	56,5	5,4	2,0	1,0	0,5	1,4	0,291	0,210	0,601	1,40	61,5
					31- 35	Bh	4,0	3,3	2,09	29,9	0	4,4	23,0	4,0	10,7	32,0	53,3	3,5	10,0	1,0	1,0	1,2	0,760	1,709	2,469	nb	nb
		35- 50	Bs	4,1	3,6	1,91					1,3	18,7	2,7	10,7	34,0	52,6	4,8	2,0	1,0	0,5	1,2	0,804	0,862	1,668	1,30	52,0	
		+50	Bv/C	5,2	4,6						0	2,2	13,9	3,2	10,5	32,2	54,1	12,3	10,0	3,0	1,4	0,470	0,921	1,391	nb	nb	
18	7713 R 18550 H 42105 Kenzingen Hirschhörle	Höhe NN : 360 m Expos. : W Hangn. : 25-30° Hang- nase	Melampyro-Paget. myrtilletosum, Tendenz z. Quercocotum medio- europaeum Kie-Ta-Fi Mittlerer Buntsand- stein (smc ₂)	HUMUS-EISEN- PODSOL geringe NV mittlere bis große ET	2	F/H	3,0	2,6	16,90	31,0	0	5,7	105,2	nb	nb	nb	nb	nb	71,0	13,0	13,0	4,4	0,206	0,177	0,383	nb	nb
					0- 18	Ah	3,2	2,5	7,70	31,4	0	2,1	70,3	nb	nb	nb	nb	nb	16,4	4,0	3,3	1,3	0,125	0,130	0,255	nb	nb
					18- 53	Ae	3,3	2,7	1,48	19,2	0	0	17,4	nb	nb	nb	nb	nb	0,2	1,0	0,3	1,0	0,152	0,137	0,289	nb	nb
					53- 64	Bh	3,7	3,7	2,84	23,9	0	0	33,4	nb	nb	nb	nb	nb	<0,2	2,0	0,6	1,5	0,581	1,488	2,069	nb	nb
		64- 85	Bs	3,8	4,1	1,68	17,1	0	0	19,6	nb	nb	nb	nb	nb	<0,2	2,0	0,8	0,4	1,126	3,827	4,953	nb	nb			
		+85	Bv/C	nb	nb						0	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb		
19	7713 R 21100 H 41810 Kenzingen Raubühl	Höhe NN : 490 m Expos. : W Hangn. : 4° Einsat- telung	Melampyro-Paget. in feuchter Ausbil- dungsform Fi-Kie-Bu Oberer Buntsand- stein	Stagnogley im Übergang zum HANGGLEY geringe NV geringe bis mittlere ET	2	H	3,3	2,5	16,55	28,2	0	4,2	119,8	nb	nb	nb	nb	nb	60,0	3,0	4,0	4,4	0,336	0,662	0,998	nb	nb
					0- 8	Ah	3,3	2,9	3,06	20,8	0	1,7	44,0	nb	nb	nb	nb	nb	3,0	4,0	<0,5	1,7	0,336	0,851	1,187	nb	nb
					8- 24	Ahg	3,7	3,5	1,68	17,1	0	0	24,0	6,4	15,7	24,4	53,5	0,1	0	3,0	2,0	1,8	0,336	0,969	1,305	nb	nb
					24- 49	g1	3,9	3,7	0,42		0	0	16,4	14,1	14,2	20,6	51,1	0,2	0	3,0	2,0	2,9	0,223	0,881	1,104	nb	nb
		+49	g2	4,0	3,8						0	2,0	15,7	13,5	12,2	19,8	54,5	0	3,0	<0,5	13,2	0,291	0,980	1,271	nb	nb	
20	7713 R 15890 H 41780 Kenzingen Langeloch	Höhe NN : 255 m Expos. : NW Hangn. : 10-12° Unter- hang	n.n.b. ¹⁾ Bu-Ta-Ah Kolluvium aus Löß- lehm und Buntsand- steinmaterial	BRAUNERDE geringe bis mittlere NV mittlere bis große ET schwach pseudovergl.	0- 12	Ah	4,2	3,5	2,60	20,6	0	7,6	26,4	7,2	20,7	45,9	26,2	5,6	12,0	9,0	3,5	1,3	1,653	2,634	4,287	nb	nb
					12- 22	Ah/Bv	4,1	3,5	0,68	16,1	0	3,8	26,2	19,2	26,5	36,9	17,4	2,0	2,0	7,0	5,5	1,5	2,279	3,638	5,917	nb	nb
					22- 45	gBv	4,6	3,6	0,34	12,1	0	17,0	23,6	19,4	25,6	42,7	12,3	0,6	35,0	24,0	2,2	3,4	2,583	3,893	6,476	nb	nb
					45- 85	gBv/C	5,1	3,7			0	47,2	21,2	15,7	27,0	55,3	2,0	0	171,0	43,0	0,6	5,6	2,601	3,799	6,400	nb	nb
		+85	G	4,9	3,7						0	nb	nb	15,3	23,7	45,8	15,2	0,3	111,0	34,0	2,6	6,2	2,324	3,686	6,010	nb	nb

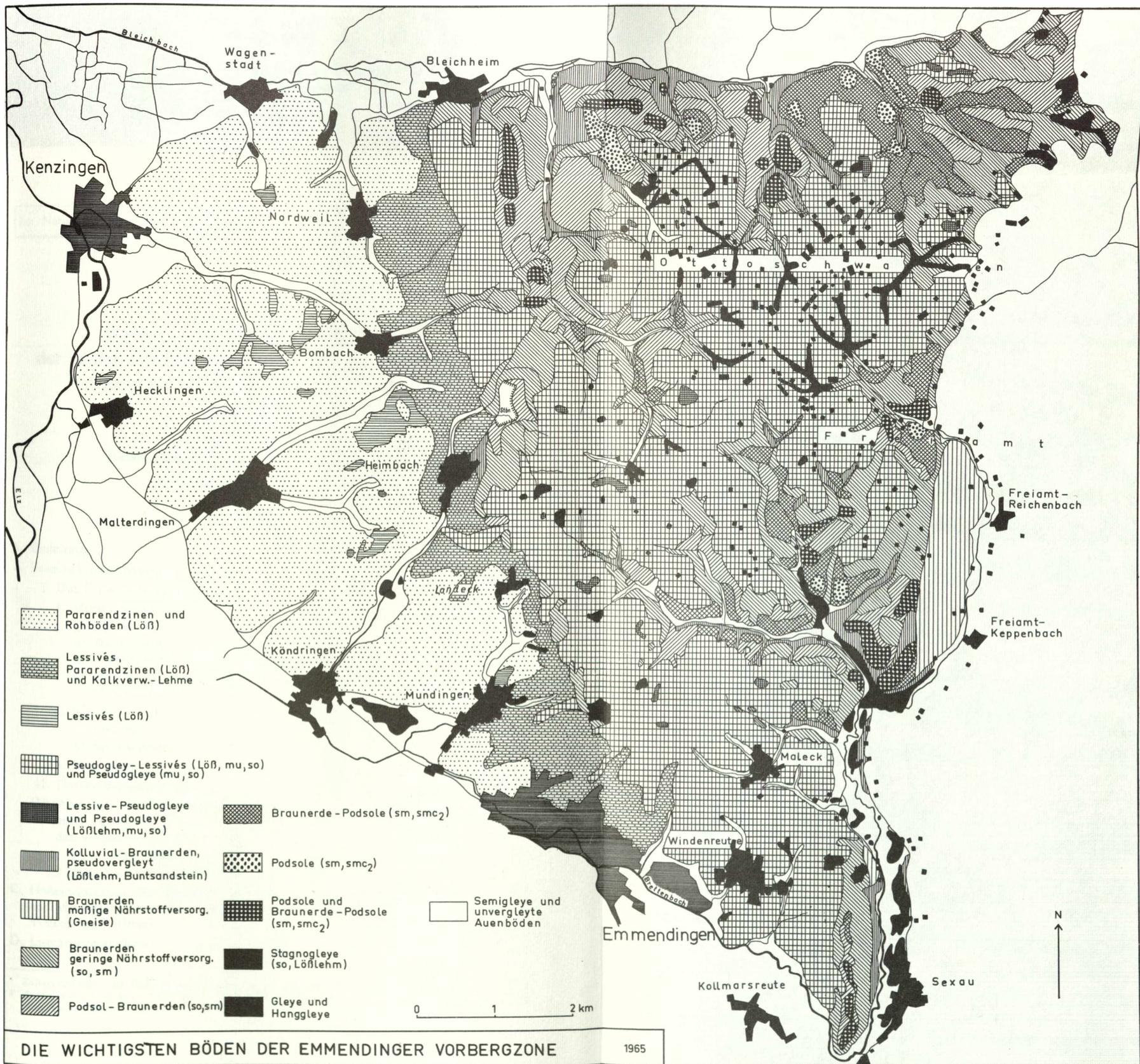
1) n.n.b. = nicht näher bestimmt
2) n.b. = nicht bestimmt
3) alle Werte der Profile 1 und 2
in mval/100g Feinboden,
Methode Ulrich

4) alle Werte in mval/100g Feinboden,
Methode Kappen
5) alle Werte in mg/100g Feinboden

Symbole der Waldbestockung werden wie folgt erläutert:

Ah = Ahorn Es = Esche Fi = Fichte
Bu = Buche Hbu = Hainbuche Kle = Kiefer
Ei = Eiche Kir = Kirsche LÄ = Lärche
Ta = Tanne

Das "f" vor den Horizontsymbolen der Profile 4, 8 und 9 deutet
den fossilen Charakter des Materials an.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1966

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Hädrich Friedhelm

Artikel/Article: [Die Böden der Emmendinger Vorbergzone \(Südliches Oberrheingebiet\) 23-76](#)