

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. , **91**, Freiburg 2001

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Friedhelm Hädrich

und

Karl Stahr

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------------|--|----|
| 1. | Einführung | 7 |
| 2. | Die Bodenlandschaften | 9 |
| 2.1 | Rheinaue | 9 |
| 2.1.1 | Rezente Rheinaue nördlich Wyhl | 11 |
| 2.1.2 | Subrezente Rheinaue zwischen Wyhl und Breisach | 11 |
| 2.1.3 | Reliktische Rheinaue südlich Breisach | 12 |
| 2.2 | Rhein-Niederterrasse | 17 |
| 2.2.1 | Niederterrasse südlich des Kaiserstuhls | 17 |
| 2.2.1.1 | Gedanken zu den Böden im Ostrheingebiet (Niederterrasse) | 22 |
| 2.2.2 | Niederterrasse nördlich des Kaiserstuhls | 24 |
| 2.2.2.1 | Die Lössplatte | 24 |
| 2.2.2.2 | Das Dreieck Riegel-Weisweil-Rheinhausen | 25 |
| 2.2.2.3 | Die ebenen Auenflächen der Elz | 25 |
| 2.3 | Kaiserstuhl | 26 |
| 2.3.1 | Die Kammregion | 26 |
| 2.3.2 | Badberggruppe | 38 |
| 2.3.3 | Der Lössgürtel | 41 |
| 2.3.3.1 | Lösse und ihre Paläoböden | 46 |
| 2.3.4 | Täler und Talungen des Kaiserstuhls | 48 |
| 2.4 | Freiburger Bucht | 49 |

| | | |
|------------------|--|----|
| 2.4.1 | Niederterrasse der Freiburger Bucht | 50 |
| 2.4.1.1 | Schwemmfächer der Schwarzwaldflüsse – Böden aus spätwürmzeitlichen fluvialen Sedimenten in der Freiburger Bucht | 51 |
| 2.4.1.1.1 | Die Böden aus Schwemmlöss auf der Niederterrasse der nördlichen Freiburger Bucht – ein Lehrbuchbeispiel für Boden-Polygenese | 53 |
| 2.4.1.1.2 | Böden der Niederterrasse im Übergangsbereich zur Aue in der Freiburger Bucht | 55 |
| 2.4.1.2 | Böden der Niederterrasse zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg | 57 |
| 2.4.1.3 | Lössbedeckte Schotterfluren der Niederterrasse in der Freiburger Bucht – Böden aus äolischem Löss | 59 |
| 2.4.2 | Böden der Auen und Moore aus Holozän-Sedimenten in der Freiburger Bucht | 61 |
| 2.5 | Staufener Bucht | 67 |
| 2.5.1 | Böden der Lössplateaus in der Staufener Bucht | 68 |
| 2.5.2 | Böden der Talauen in der Staufener Bucht | 68 |
| 2.6 | Vorbergzone des Schwarzwaldes | 69 |
| 2.6.1 | Isolierte Vorberge innerhalb und am Rande der Freiburger und Staufener Bucht | 69 |
| 2.6.2 | Vorbergzone im Süden Freiburgs | 71 |
| 2.6.3 | Emmendinger Vorbergzone des Schwarzwaldes | 75 |
| 2.6.3.1 | Die Bodengesellschaft des Lösshügellandes der Emmendinger Vorbergzone | 76 |
| 2.6.3.2 | Der Bereich um die Landecker Verwerfung (Übergangsgebiet) | 83 |
| 2.6.3.3 | Buntsandstein-Muschelkalk-Löss-Plateau von Freiamt und seine Täler | 85 |
| 2.6.3.3.1 | Das westliche Plateau | 85 |

| | | |
|------------------|--|-----|
| 2.6.3.3.2 | Das zentrale und östliche Plateau | 85 |
| 2.6.3.3.3 | Die Buntsandsteintäler der Emmendinger Vorbergzone | 86 |
| 2.7 | Grundgebirgsschwarzwald | 89 |
| 2.7.1 | Überblick | 89 |
| 2.7.2 | Die bodenbildenden Substrate des Grundgebirgsschwarzwalde | 89 |
| 2.7.3 | Die Böden im ehemaligen Periglazialbereich des Gneisschwarzwalde | 92 |
| 2.7.3.1 | Lössbeeinflusste, submontane Fußzone des Gneisschwarzwalde (Mittlerer und Südschwarzwald) – [ca. 300-500 (600) m. ü. NN] | 92 |
| 2.7.3.2 | Zartener Becken | 96 |
| 2.7.3.3 | Hänge und Hochflächen der montanen Stufe im Gneisgebiet (Mittlerer und Südschwarzwald) – [ca. 500 (600) – 900 m] | 97 |
| 2.7.3.4 | Kuppen und Hochflächen der montanen Stufe im Gneisgebiet (Mittlerer Schwarzwald) – (800-1100 m. ü. NN) | 102 |
| 2.7.4 | Das ehemalige Glazialgebiet der montanen bis hochmontanen Stufe zwischen Breitnau, Neustadt, Altglashütten, Feldberg und Schauinsland (900 – 1500 m ü. NN) | 107 |
| 2.7.4.1 | Das Gneisgebiet im Glazialraum des Grundgebirgsschwarzwalde | 108 |
| 2.7.4.1.1 | Böden des Hinterzartener Moores und seines Randbereiches | 113 |
| 2.7.4.2 | Das Granitgebiet im Glazialraum des Grundgebirgsschwarzwalde | 116 |
| 2.7.5 | Raum Kandel-Hünersedel-Gschasikopf-Rohrhardsberg (Mittlerer Schwarzwald) – (230-1240 m ü. NN) | 123 |
| 2.7.5.1 | Das Gneisgebiet beiderseits des mittleren und unteren Elztales | 123 |
| 2.7.5.2 | Das Granitgebiet von Elzach–Hinter-Prechtal | 125 |
| 2.7.5.3 | Talauen und Niederterrassenreste des Gneis- und Granitgebietes | 125 |
| 3 | Literaturverzeichnis | 125 |
| 4 | Erläuterungen und Danksagung | 131 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| 4.1 | Horizontsymbole und Horizontfolgen | 131 |
| 4.1.1 | Zusatzsymbole für pedogene Merkmale | 131 |
| 4.1.2 | Besonderheiten bei der Verwendung von Hauptsymbolen und pedogenen Zusatzsymbolen | 132 |
| 4.1.3 | Horizonte mit mehreren (pedogenen) Merkmalen – Übergangs- und Verzahnungshorizonte sowie überprägte fossile und reliktsche Horizonte | 132 |
| 4.1.4 | Horizontfolgen | 133 |
| 4.1.5 | Fehlende Horizonte in Horizontfolgen | 133 |
| 4.1.6 | Zusatzsymbole für geogene und anthropogene Merkmale | 133 |
| 4.2 | Verzeichnis der Übersichten (Standorts- und Profilbeschreibungen) | 134 |
| 4.3 | Verzeichnis der Tabellen | 134 |
| 4.4 | Verzeichnis der Abbildungen | 135 |
| 4.5 | Erläuterungen zu den Abkürzungen bei Ortsangaben | 135 |
| 4.6 | Weitere Abkürzungen | 136 |
| 4.7 | Anmerkungen | 137 |
| 4.8 | Danksagung | 137 |
| | Hinweise für Autoren | 139 |
| | Preisliste der lieferbaren Hefte | 143 |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Friedhelm Hädrich und Karl Stahr

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit gibt einen detaillierten Überblick über die regionalbodenkundlichen Verhältnisse des Breisgaus und der nach Norden und Süden angrenzenden Gebiete. Die hier in Abhängigkeit vom Muttergestein und den Umweltfaktoren in der Zeit entwickelten Böden werden in einem Landschaftsquerschnitt vom Rhein im Westen, über die Oberrheinebene und die Vorbergzone bis in die Hochlagen des Mittleren und Südlichen Schwarzwaldes im Osten beschrieben.

In Abhängigkeit von den unterschiedlichen bodenkundlichen Kenntnissen – nur für Teilgebiete liegen moderne Bodenkarten vor – bekamen die einzelnen Landschaftsteile eine variierende Gewichtung. So wurden die Bodenverhältnisse im "Kaiserstuhl", der "Freiburger Bucht" und im "Grundgebirgsschwarzwald" besonders ausführlich dargestellt. Neben ihrem Vorkommen und den wichtigsten Bildungsbedingungen werden die Böden in ihren Gesellschaften nach der Horizontfolge und den Horizonteigenschaften beschrieben. Außerdem wird eine standortkundliche Bewertung der Böden vorgenommen. Der Stand der Kenntnisse über die Bodenverbreitung im Arbeitsgebiet ist unterschiedlich.

Wo moderne Bodenkarten vorliegen, wurden die Erläuterungen und Kartenlegenden herangezogen; es sind dies meist Angaben zur Körnung und über die Grundwasserverhältnisse, wie z.B. für die Freiburger Bucht. Sind nur Daten einzelner Bodenprofile vorhanden, werden diese durch Profilbeschreibungen (Übersichten), Tabellen mit Analysendaten und Abbildungen (Grafen) veranschaulicht. Dies geschieht für repräsentative Böden der südlichen Rheinaue, der Rhein-Niederterrasse, des Kaiserstuhls, der Vorbergzone und des Grundgebirgsschwarzwaldes. Gibt es weder Bodenkarten, noch Daten repräsentativer Bodenprofile, dann führen Analogieschlüsse und Erkenntnisse aus Exkursionen, Geländeübungen und Kartierpraktika zum Ziel.

Anschribe der Verf.:

Dr. rer. nat. FRIEDHELM HÄDRICH, Höfener Straße. 100, D-79199 Kirchzarten (früher: Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Universität Freiburg i.Br., Bertoldstraße 17, D-79085 Freiburg i. Br.)

Prof. Dr. rer. nat. KARL STAHR, Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortslehre (310)

Emil-Wolff-Straße 27, D-70593 Stuttgart

Die Benennung der Böden geschieht nach der neuesten Ausgabe der "SYSTEMATIK DER BÖDEN UND DER BODENBILDENDEN SUBSTRATE DEUTSCHLANDS" aus dem Jahre 1998.

Die Gunst der Lage der Hochschulstadt Freiburg i.Br. ist für den bodenkundlich Interessierten in der starken petrographischen, orographischen, klimatischen, floristischen und anthropogeographischen Differenzierung des behandelten Raumes begründet. Es kommen hier auf engstem Raum die meisten der in Mitteleuropa verbreiteten Böden vor, wenngleich nicht alle in dieser Arbeit berücksichtigt werden können.

In den einzelnen Landschaftsteilen des Breisgaus dominieren folgende Bodengesellschaften:

Rheinaue (rezent): Kalkpaternia – Vega – Auengley (alle kalkhaltig)
(subrezent): Kalkpaternia – Gley-Kalkpaternia
(reliktisch): Pararendzina nach Kalkpaternia

Rhein-Niederterrasse:

südlich des Kaiserstuhls: Rötliche-Parabraunerde (entkalkt)
nördlich des Kaiserstuhls:

Lössplatte: Parabraunerde – Pararendzina – Kolluvisol

Lössfreie und –arme Niederterrasse: Parabraunerde – Pseudogley-Parabraunerde

Kaiserstuhl:

Kammregion: Euranker – Braunerden – Braunerde-Pelosol – Braunerde-Pararendzina – Pararendzina – Parabraunerde – Kolluvisol

Badberggruppe: Rendzina – Tschernosem – Pararendzina

Lössgürtel: Lockersyosem – Pararendzina – Tschernosem – Rigosol

Täler und Talungen: Kolluvisol – Pseudogley-Kolluvisol – Gley-Kolluvisol

Bis hierher weisen alle genannten Bodeneinheiten die Humusform Mull auf.

Freiburger Bucht:

Niederterrasse: Braunerden – Braunerde-Parabraunerde – Braunerde-Gley – Parabraunerde-Pseudogley (Humusform Mull oder Moder)

Niederterrasse/Aue-Übergang: Gley-Pseudogley – vergleyter Parabraunerde-Pseudogley – Gley – Nassgley – Pseudogley-Gley – Anmoorgley (Humusform Mull oder Moder bzw. Anmoor)

Niederterrasse/Kaiserstuhl-Tuniberg: Parabraunerde – Gley-Parabraunerde – Pararendzina – Kolluvisol – vergleyter Parabraunerde-Pseudogley – Gley – Humusgley – Anmoorgley – Erdniedermoor (Humusform meist Mull, Anmoor oder Torf)

Böden aus Löss über Schottern der NT: Pararendzina – Parabraunerde – Pseudogley-Parabraunerde – Gley-Parabraunerde – Kolluvisol (Humusform Mull)

Auen und Moore: Paternia – Vega – Pseudogley-Vega – Auengley – Auengley-Pseudogley – (Auen-)Nassgley – (Auen-)Anmoorgley – (Auen-)Erdniedermoor (Humusform überwiegend Mull, seltener Moder, Anmoor und Torf)

Staufener Bucht:

Lössplateaus: Parabraunerde – Pararendzina – Kolluvisol

Talauen: Braunerde, z.T. mit relik. Gley-Merkmalen – Paternia-Gley – Vega-Gley – Gley (Humusform generell Mull)

Vorbergzone:

Isolierte Vorberge: Lockersyrosem-Pararendzina – Pararendzina – Braunerde-Pelosol – Parabraunerde, z.T. erodiert – Kalkreicher Gley-Kolluvisol (Humusform generell Mull)

Vorbergzone im Süden Freiburgs: Parabraunerde – Pseudogley – Rendzina – Braunerde-Rendzina – Terra fusca – Braunerde – Kalkbraunerde – Pelosol (Humusform Mull)

Emmendinger Vorbergzone:

Lösshügelland: Pararendzina – Pararendzina-Rigosol – Parabraunerde, z.T. erodiert – Pseudogley-Parabraunerde – Kolluvisol – Kolluvisol-Gley – Vega-Gley (Humusform generell Mull)

Übergangsgebiet: Pararendzina – Rigosol – Kolluvisol – Parabraunerde – Kalkbraunerde – Braunerde-Pelosol – Pelosol – Pelosol-Pseudogley – Rendzina – Braunerde-Terra fusca (Humusform fast ausschließlich Mull)

Plateau von Freiamt und seine Täler:

Westliches Plateau: Parabraunerde – Pseudogley-Parabraunerde (Humusform Mull oder Moder)

Zentrales und östliches Plateau: Pseudogley-Parabraunerde – Pseudogley (Humusform überwiegend Mull)

Buntsandsteintäler: (Mull/Moder)Braunerde – (Rohhumus)Braunerde-Podsol – (Rohhumus)Podsol – Pseudogley-Braunerde – Parabraunerde-Braunerde – Pseudogley-Parabraunerde – Vega – Auengley (Humusform sonst Mull oder Moder)

Grundgebirgsschwarzwald:

Periglazialbereich des Gneisschwarzwaldes:

Submontane Fußzone: Ranker – Braunerde-Parabraunerde – Pseudogley-Parabraunerde (Humusform Mull oder Moder)

Montane Höhenstufe: (Mull/Moder)Braunerde – schwach podsolige (Moder) Braunerde – Kolluvisol – Hanggley – Quellengley – Gley – Nassgley – Anmoorgley (Humusform sonst Mull oder Anmoor)

Montane Stufe, Kuppen und Hochflächen: (Mull/Moder/Rohhumus)Braunerde – (Rohhumus/Torf)Stagnogley – (Mull)Hanggley – Moorstagnogley – Übergangsniedermoor – Hochmoor – (Hang)Oxigley – Nassgley – Niedermoor (Humusform sonst Mull oder Torf)

Glazialbereich der montanen und hochmontanen Stufe:

Gneisgebiet: (Mull)Braunerde – (Mull)Humusbraunerde – (Hang)Gley-Humusbraunerde.– (Rohhumus)Podsol – Felshumusboden – (Mull/Moder) Syrosem – (Mull/Moder)Ranker – Übergangsniedermoor – Hochmoor

Hinterzartener Moor: Hochmoor – Übergangsniedermoor – Niedermoor – diverse terrestrische und semiterrestrische Böden kleinflächig im Moor-Randbereich

Granitgebiet: Moder/Rohhumus)Podsol – (Moder/Rohhumus)Podsol-Braunerde – (Mull/Moder)Braunerde – (Rohhumus)Braunerde – (Rohhumus) Podsol-Ranker – Hanggley – Stagnogley – (Torf)Moorstagnogley – Übergangsniedermoor – Hochmoor – (Hang)Oxigley – Gley – Nassgley – Niedermoorgley – Niedermoor (Humusform sonst Mull oder Torf)

Kandel-Hünersedel-Gschasikopf-Rohrhardsberg-Bereich:

Gneisgebiet: (Mull/Moder)Pseudogley-Parabraunerde – (Mull)Norm- und Pseudogley-Kolluvisol – (Mull/Moder)Parabraunerde-Braunerde – (Mull/Moder/Rohhumus)Braunerde

Granitgebiet: (Mull/Moder/Rohhumus)Braunerde – (Rohhumus)Braunerde-Podsol – (Rohhumus)Podsol

Talauen und Niederterrasse: Vega – Gley – Braunerde (Humusform generell Mull).

Soils of the Breisgau and it's Neighbourhood in Southern Baden/Germany

Friedhelm Hädrich and Karl Stahr

Abstract

This study gives a detailed overview of the soil geography of the Breisgau and it's northern and southern neighbourhood. The soils have developed under the influence of parent rock and environmental factors in the course of time. Thereby a general section across the landscapes from the river Rhine in the western part through the upper Rhine plain, the foot hill zone until the highest mountain areas of the central and southern Black Forest to the east is followed. The knowledge about the different areas is different because only for some parts there are modern detailed soil maps available. In consequence the soil properties in the Kaiserstuhl, the Freiburg "Bay" and the crystalline Black Forest are described more detailed than the other areas.

The spread of soils and conditions of soil development is given for the soil landscapes describing the single soils by horizons and horizon property. Partially a ecological land evaluation is given. In the areas where modern soil maps are available, we followed the explanations in the legend of the map together with informations about grain size distribution and influence of ground water. In other areas only single soil profiles are described. They are given by profile description, analytical tables and graphs. This is exemplified with representative soils of the southern Rhine relictic flood plain, the Rhine lower (main) terrace, the Kaiserstuhl, the foot hill zone and the crystalline Black Forest. In parts where neither modern soil maps nor representative soil profiles are available the description is done in analogy and by estimations taking into account observations made during excursions, field exercise and mapping courses. The classification of the soils is made using the current classification of "SYSTEMATIK DER BÖDEN UND DER BODENBILDENDEN SUBSTRATE DEUTSCHLANDS" printed as Nr. 86 of the proceedings of the German Soil Science Society (Oldenburg). The special advantage of the university city of Freiburg im Breisgau is the extreme variability of petrography, geomorphology, climate, vegetation and land use. Close by close one can observe most of the soils which characterize Central Europe. The variability is so great, that not all varieties could be covered in this communication.

To give an overview of the soils for the different landscapes of the Breisgau the soil associations are given following the legend of the FAO (1990). The correct German name can be taken from the German "Zusammenfassung". Generally the soil landscapes are described omitting the transitions, which are always present.

Rhine flood plain (recent, active): *Fluvisol, Cambisol, Gleysol (all calcareous)*
 (subrecent): *Calcaric Fluvisol*
 (relictic): *Calcaric Regosol*

Rhine lower (main) terrace:

south of the Kaiserstuhl: Chromic Luvisol

north of the Kaiserstuhl:

Loess plateau: Luvisol, Calcaric Regosol, Cumulic Anthrosol

Terrace without loess cover: Haplic Luvisol, Stagnic Luvisol

Kaiserstuhl (Ruined volcano):

Range: Eutric Leptosol, Cambisol, Calcaric Regosol, Luvisol, Cumulic Anthrosol

Central Badberg: Rendzic Leptosol, Chernozem, Calcaric Regosol

Loess hills: Calcaric Regosol, Chernozem, Cumulic Anthrosol

Valleys: Cumulic Anthrosol with hydromorphic influence.

All soils described until this point have an ochric or mollic epipedon without having an O-horizon.

Freiburg "Bay":

Lower terrace: Cambisol, Luvisol, Stagnic Luvisol, Gleyic Cambisol.

Lower terrace/Flood plain transition: Gleysol, Humic Gleysol, Planosol

Lower terrace between Kaiserstuhl and "Tuniberg": Haplic Luvisol, Calcaric Regosol, Cumulic Anthrosol, Humic Gleysol, Haplic Gleysol, Eutric Histosol

Loess above lower terrace: Calcaric Regosol, Haplic Luvisol, Stagnic and Gleyic Luvisol, Cumulic Anthrosol

Flood plain and bog areas: Fluvisol, Gleyic Cambisol, Gleysol, Umbric Gleysol, Eutric Histosol.

Staufen "Bay":

Loess plateau: Haplic Luvisol, Calcaric Regosol, Cumulic Anthrosol.

Flood plain: Eutric Cambisol, Fluvisol, Eutric Gleysol.

Black Forest foot hill zone:

Isolated hills: Calcaric Regosol, Eutric and Vertic Cambisol, Haplic Luvisol, Calcaric Gleysol, Cumulic Anthrosol

Foot hills south of Freiburg: Haplic Luvisol, Stagnic Luvisol, Rendzic Leptosol, Eutric Cambisol, Chromic Luvisol, Vertic Cambisol

Foot hill zone of Emmendingen:

Loess hills: Calcaric Regosol, Haplic Luvisol, Stagnic Luvisol, Cumulic Anthrosol, Gleyic Cambisol

Transition zone: Calcaric Regosol, Anthrosol and Cumulic Anthrosol, Haplic Luvisol, Calcaric and Vertic Cambisol, Rendzic Leptosol, Chromic Luvisol

Central part around village of Freiamt:

Western central plateau: Haplic Luvisol, Stagnic Luvisol

Mid and eastern central plateau: Stagnic Luvisol, Eutric Planosol

Valleys in the lower triassic sandstone (Buntsandstein): Eutric and Dystric Cambisol, Haplic Podsol, Gleyic Cambisol, Haplic and Stagnic Luvisol, Gleysol

Crystalline Black Forest:

Gneis region periglacial during the last glacial period:

Submountainous zone: Dystric Leptosol, Haplic Luvisol, Stagnic Luvisol

Mountainous higher slopes: Dystric Cambisol, Cumulic Anthrosol, Gleysol, Humic Gleysol

Upper mountainous zone with ridges and plateaus: Dystric Cambisol, Haplic Planosol, Dystric Histosol, Fibric Histosol, Gleysol

Mountainous and higher mountainous zone glaciated in the last glacial period:

Gneis area: Dystric Cambisol, Humic Cambisol, Podsol, Leptosol, Histosol

Bog complex of Hinterzarten: All different kinds of Histosols with transition to terrestrial soils

Granite area: Podsol, Dystric Cambisol, Dystric Leptosol, Gleysol, Planosol, Histosol

Northern plateaus and valleys around Mount Kandel till Mount Rohrhardsberg:

Gneis area: Stagnic Luvisol, Cumulic Anthrosol, Dystric Cambisol

Granite area: Dystric Cambisol, Podsol

Valleys and flood plain terraces: Eutric Cambisol, Dystric Cambisol, Gleysol.

1. Einführung

Die früheren, inhaltlich ähnlichen Arbeiten der Verfasser waren unter dem Titel "Die Böden in der Umgebung von Freiburg im Breisgau" erschienen (HÄDRICH 1990; HÄDRICH & STAHR 1992 und 1997). Da aber im Laufe der Zeit eine Ausweitung des betrachteten Raumes stattfand, sollte nun ein neuer Gebietsname gefunden werden.

Der im Grunde grenzenlose Begriff "Umgebung Freiburgs" stand für einen Bereich, der mindestens seit dem 8. Jahrhundert den Namen "Breisgau" trägt. Die Abgrenzung und damit die Ausdehnung des Breisgaus ist aber nach HABBE (1954) nicht eindeutig festzulegen. Er begrenzte unter Berücksichtigung historischer Gegebenheiten den Breisgau wie folgt:

Im W mit dem Rhein, im N – gegen die "Ortenau" – mit der "Bleiche" bzw. dem "Bleichbach", im S – gegen das "Markgräflerland" – mit dem Südrand der "Staufener Bucht" Im Schwarzwald zog er die Grenze "auf der Wasserscheide S des Münstertales zum Belchen, weiter zum Notschrei und über den Stübenwasenkamm zum Feldberg. Von dort folgt sie der europäischen Hauptwasserscheide zwischen den Zuflüssen des Rheins und der Donau, also etwa der Linie Feldberg-Hinterzarten-Thurner-Neukirch, die dann dicht ostwärts des obersten Elztales weitergeht zum Großen Hauenstein. Von dort zieht sie westlich gegen die Heidburg, den Hünersedel und das Bleichtal, wo sie wieder auf die historische Nordgrenze des Breisgaus trifft."

Der so definierte "Breisgau" ist aber nicht ganz identisch mit dem hier zur Diskussion stehenden Raum. Deshalb wurde als Titel "... Breisgau und angrenzender Gebiete" gewählt. Es handelt sich um den gesamten Landkreis Emmendingen und den größten Teil des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald.

So reicht das behandelte Gebiet im Detail vom Rhein im W bis hinauf zur Schwarzwaldhochfläche um St. Peter, St. Märgen und Neustadt im E. Es überstreicht die gesamte Oberrheinebene von der Nordgrenze des Landkreises Emmendingen nach S bis etwa Müllheim-Neuenburg und die Vorbergzone des Schwarzwaldes von H.-Broggingen bis Müllheim, mit dem Schwergewicht auf der "Emmendinger Vorbergzone" Einbezogen sind der "Kaiserstuhl", die "Staufener" und die "Freiburger Bucht" sowie die geologisch-geomorphologisch definierten kristallinen Schollen "Kandel", "Hünersedel" und "Rohrhardsberg"

Eine besondere Beachtung erfahren der Kaiserstuhl, die Freiburger Bucht, die Vorbergzone und der zentrale Gneiskern des Mittel- und Südschwarzwaldes zwischen Hünersedel und dem Feldbergmassiv sowie das Gebiet des Bärhaldegranits um Feldberg-Altglashütten.

Wenn im folgenden doch manchmal die Kurzformulierung "Breisgau" verwendet wird, möge der Leser die "angrenzenden Räume" stets mitberücksichtigt wissen.

Der betrachtete Gesamtbereich, mit dessen detaillierter naturräumlicher Gliederung sich MÄCKEL (1997) aus geographischer Sicht beschäftigte, ist aus bodenkundlicher Sicht nur unscharf abzugrenzen, so dass die nachfolgenden Ausführungen auch für ähnlich strukturierte Nachbarräume Geltung haben (HÄDRICH & SCHINDLER 1993; HÄDRICH & STAHR 1997).

Der so abgegrenzte "Breisgau" zeigt in seiner naturräumlichen Ausstattung eine Vielfalt, wie sie nur selten in Mitteleuropa anzutreffen ist (HÄDRICH 1966; WALDMANN 1988, SCHULER 1990/91, HUMMEL 1994 und LINK 1999).

Diese Vielfalt liegt begründet:

- In der starken tektonisch-morphodynamisch bedingten Differenzierung der bodenbildenden Gesteine nach ihren petrographischen Eigenschaften. Bodenbildend sind lockere und feste Sedimente wie Kalk-, Mergel- und Tongesteine und i.d.R. zu Schutt zerfallene magmatische Tiefen- und Ergussgesteine sowie Metamorphite;
- in der deutlichen klimatischen Differenzierung von W nach E mit den klaren gegenläufigen thermischen und hygrischen Gradienten aufgrund der ausgeprägten Reliefunterschiede und
- in den unterschiedlich starken anthropogenen Eingriffen in die natürliche Vegetationsdecke bis hin zur völligen Beseitigung und ihrem Ersatz durch die nach Art, Intensität und Dauer verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen und Siedlungen.

Daraus ergibt sich, dass in den einzelnen Naturräumen jeweils spezifische Entwicklungsbedingungen für die Böden vorliegen. Naturräumliche Einheiten können daher auch als Bodenlandschaften ausgegliedert werden (HÄDRICH et al. 1988 und HÄDRICH 1990).

Zur Kenntnis der Entwicklung, der Eigenschaften und vor allem der räumlichen Verbreitung der Böden im Breisgau haben nach 1945 zahlreiche ehemalige und jetzige wissenschaftliche Mitarbeiter des Freiburger Instituts für Bodenkunde (später Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre) mit einschlägigen Arbeiten beigetragen.

Zu nennen sind hier insbesondere GANSSSEN (1957), GANSSSEN et al. (1957), MOLL (1959, 1964 und 1970), MATHÉ (1962), GHANEM (1976), HÄDRICH (1962, 1966 und 1999), HÄDRICH et al. (1979a, 1979b, 1979c und 1988), TRÜBY (1983), BLEICH et al. (1986), HÄDRICH & STAHR (1989, 1992 und 1997), JAHN et al. (1994), STAHR (1979a, 1997b, 1981), STAHR et al. (1979 und 1989) und ZÖTTL et al. (1977).

Außerdem haben mehrere Diplomarbeiten und von 1973 bis 1999 jährlich regelmäßige, einwöchige bodenkundliche Kartierungspraktika die regionalbodenkundliche Kenntnis des Raumes bereichert.

Solche Praktika fanden statt

- in der nördlichen Freiburger Bucht: Raum Reute–Vörstetten–Gundelfingen–Heuweiler–Unterglöttental–Waldkirch–Sexau–E.-Wasser, geleitet von F. HÄDRICH
- auf der "Teninger Lössplatte", unter Leitung von F. HÄDRICH & K. STAHR
- auf Gemarkung Eichstetten (Kaiserstuhl), geleitet von F. HÄDRICH

- im Bereich Breitenau-Weißstannenhöhe (Mittlerer Schwarzwald), geleitet von F. HÄDRICH, F. LAMPARSKI & K. STAHR
- im Gebiet zwischen Feldberg-"Rinken"- "Zipfelhof", unter Leitung von F. HÄDRICH & F. LAMPARSKI
- im "Hinterzartener Moor" und an der "Heizmannshöhe" (SE Hinterzarten) sowie zwischen Hinterzarten und Titisee, N der B 31 (T.-Oberaltenweg), unter Leitung von F. HÄDRICH & F. LAMPARSKI
- im Bereich der "Bärhalde" bei F.-Neuglashütten, unter Leitung von K. STAHR
- im Belchengebiet, geleitet von F. HÄDRICH & K. STAHR
- im Raum zwischen Gr.-Staufen und Gr.-Buggenried (SE-Schwarzwald), geleitet von K. STAHR
- im Bereich der Möhlin, zwischen St. Ulrich und Ehrenkirchen, geleitet von P. TRÜBY

Von 1992 bis 1997 nahmen z.B. im Hochschwarzwald insgesamt 103 Studenten teil, davon 53 Forst- und 47 Hydrologiestudenten sowie je ein Student der Geographie, Geologie und Biologie.

Der vorliegende, überarbeitete und wesentlich erweiterte Text basiert auf den Ausführungen von HÄDRICH & STAHR (1992 und 1997) und HÄDRICH (1999).

Außerdem konnte auf bodenkundliche Karten des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg (teilweise mit Erläuterungen) zurückgegriffen werden (WALDMANN 1988, SCHULER 1990/91, HUMMEL 1994, WALDMANN & ZWÖLFER 1997 und LINK 1999).

Die Benennung der Böden und die Verwendung der Horizontsymbole geschieht nach ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSTEMATIK DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT (1998). Sind Bodeneinheiten in dieser Systematik nicht enthalten, dann wird analog dazu verfahren, z.B. *Kalkpaternia* als Typ in der Systematik vorhanden, der Typ *Kalkrambla* nicht, und trotzdem wird dieser Name verwendet, falls ein synonymes *kalkhaltiger Auenlockersyrose* in der Aue vorkommt.

2. Die Bodenlandschaften

2.1 Rheinaue

Die Rheinaue gehört zu den vom Menschen am stärksten umgestalteten (Wald-)Landschaften Mitteleuropas. Die auf deutscher Seite 600-2000 m breite ursprüngliche Auenlandschaft mit ihrer Auenwaldvegetation und der z.T. sich jährlich meist zweimal wiederholenden Überflutung bei Hochwässern wurde im vorigen Jahrhundert nach Plänen des Karlsruher Obersten und Baumeisters TULLA "saniert". Ziele waren die Schiffbarmachung des Rheines und die Abwendung der für Siedlung und Wirtschaft des Menschen verheerenden Hochwässer.

Der Rheinstrom wurde begradigt und durch den Bau von Hochwasserschutzdämmen eingedeicht. Die Folgen waren vor allem S Breisach bald zu erkennen. Sie wirken sich bis in unsere Zeit aus durch:

- Verkürzung des Flusslaufes mit Erhöhung der Fließgeschwindigkeit, Erhöhung der Transportkraft, Erosionsbelegung und damit Tieferlegung des Rheinbettes

- Wegfall der regelmäßigen Überflutungen, die für die Vegetation Wasser, frisches, z.T. humushaltiges Sediment und Nährstoffe mitbrachten
- enorme Absenkungsbeträge des Grundwassers in der Aue und der benachbarten Niederterrasse vor allem im Bereich zwischen und den Stromschnellen des "Isteiner Klotzes" und Breisach, so dass die Vegetation in diesem Abschnitt in der Folge zunehmend auch auf diese wichtige Wasser- und Nährstoffquelle verzichten musste
- teilweises oder völliges Absterben der Auenwaldvegetation, die sich allmählich in einen lichten Trockenbusch umwandelte oder nach Rodung der Waldreste und Vollumbruch der Böden bis etwa 40 cm Tiefe durch großflächige Kiefernkulturen ersetzt wurde
- eine erzwungene, rein terrestrische Bodenentwicklung (s.u.)

Nach dem Versailler Vertrag wurde Frankreich der Bau des Rheinseitenkanals zur Verbesserung der Rheinschifffahrt und zur Energiegewinnung gestattet. Das führte zweifelsfrei wieder S Breisach zur Verschärfung der Folgen, denn der größte Teil der rheinabwärts ziehenden Wassermenge bewegte sich fortan im betonierten Kanal und blieb – wenn nicht Risse im Beton dies in geringem Umfang ermöglichen – nun ohne Austausch mit dem Grundwasserkörper der Umgebung. Weiter N treten diese negativen Einflüsse auf die Bedingungen in der Aue zunehmend zurück (vgl. Kap. 2.1.1 und 2.1.2).

Die Auensedimente sind holozäne oder pleistozäne aber holozän umgelagerte, überwiegend alpine, unverwitterte kiesige Sande oder sandige Kiese, die von einer in der Mächtigkeit wechselnden Hochflutdeckschicht der Körnung schluffig-lehmiger (Fein-)Sand überlagert ist. Beide Gesteinskörper sind sehr carbonatreich (20-30 Masse-%). Nur an wenigen Stellen fehlt die Lehmdecke, und die Kieskörper ragen bis an die Oberfläche.

Die ehemaligen und heutigen Bodenverhältnisse in der gesamten Aue lassen sich nach MOLL (1959), HÄDRICH et al. (1979a), TRÜBY (1983), HÄDRICH & STAHR (1997) und HÄDRICH (1999) wie folgt beschreiben:

Unter den ehemaligen Auenverhältnissen (vor dem Bau des Hochwasserschutzdammes) bestand die Bodengesellschaft aus der *Kalkrambla* [kalkhaltiger *Auenlockersyrose*, aeAi/aIC/(aG)], der *Kalkpaternia* (*Auenpararendzina*, aeAh>/aeIC/aG) und aus dem *kalkhaltigen Auengley* [aeAh>/(aIC,aM)/aeGo/aeGr].

Die *Kalkrambla* ist gekennzeichnet durch einen unentwickelten Ai-Horizont, klare Schichtung durch häufige junge Auflandung und fehlende Verwitterung. Dagegen zeichnen sich *Kalkpaternia* und *Auengley* durch gut ausgebildete Ah-Horizonte und stärkere Entschichtung durch biogene Homogenisierung aus. Die *Kalkpaternia* entwickelte sich in grundwasserfernerer Lage mit seltenen Überflutungen und zeigt deshalb eine längere ungestörte Bodenentwicklung. Während die *Kalkrambla* zur Weichholzaue gehört, ist dies bei der *Kalkpaternia* nur teilweise der Fall. Teile der *Kalkpaternia* und die *Vega* sind Standorte der Hartholzaue. Typisch für den *Auengley* ist ein dauernd hoher Grundwasserstand und/oder ein verzögerter Zug sauerstoffarmen Wassers in feinkörnigeren Sedimenten.

In diesem Zustand schöpft die Vegetation ihren Wasser- und Nährstoffbedarf überwiegend aus dem Grundwasser. Die Standortseigenschaften sind für Auenbruchwälder optimal.

2.1.1 Rezente Rheinaue nördlich Wyhl

Im Gegensatz zu den S Breisach gelegenen Teilen der Rheinaue, die durch die anthropogenen Eingriffe der Rheinkorrektur im vorigen Jahrhundert und den Bau des Rheinseitenkanals (vgl. Kap. 2.1.3) eine beachtliche ökologische Veränderung erfuhren, sind die negativen Einflüsse durch die "Schlingenlösung" und den Bau von Stauwehren im Altrhein hier stark abgemildert worden. Die in Höhe des Kaiserstuhls auf deutscher Seite teilweise stark verengte Aue weitet sich ab Wyhl nach N wieder bis auf 2 km Breite. Die Altwasserarme (Rinnen) führen meist noch Wasser. Auch wird N des Kaiserstuhls das Grundwasser zur Vegetationsperiode in weniger als 2 m unter Flur erreicht, weshalb die Vegetation (Weichholzaue, Hartholzaue) weitgehend erhalten ist. Ab etwa Rheinhausen ist die Rheinaue auch heute noch regelmäßig überflutet.

Die Böden südlich Rheinhausen sind seit gut hundert Jahren durch den Hochwasserdamm zwar vor Überschwemmungen geschützt, verharren aber durch den jahreszeitlich stark wechselnden Grundwassereinfluss im Auenbodenstadium. Die sandig-schluffigen Sedimente zeigen die für Auenböden typische Schichtung mit unterschiedlicher Körnung, Humusgehalt und Mächtigkeit der Schichten sowie geringe Vergleymerkmale (Grau- oder Rostfleckigkeit in Unterboden und Sediment). Es gilt für Auenböden die Regel: Je stärker und häufiger die Grundwasserschwankung, desto geringer ist die Vergleyung.

Etwa ab Wyhl treten rheinwärts neben *Kalkpaternien* mit aeAh>/aeIC/aG-Profil auch *kalkhaltige Auengleye* mit aeAh/aeGo/aeGr-Profil (o von Oxidationsflecken, r von reduzierter, grauer Matrix) auf. Zwischen Wyhl und Weisweil finden sich nahe der Niederterrasse jedoch neben *Kalkpaternien* und *kalkhaltigen Auengleyen* auch *kalkhaltige* (allochthone) *Vegen* mit aeAh/aeM/IIaeIC (sing. *Vega* = *Braunauenboden*) und *kalkhaltige Vega-Gleye* (aeAh/ aeM/aeGo-M,aeM-Go/aeG). In den verlandeten Rinnen kommen in diesem Abschnitt vereinzelt auch *Norm-Niedermoore* aus Torfen [(e)nHw/(e)nHr/IIeF/IIIif...] vor.

Die *Braunauenböden* verdanken ihr Entstehen einem Gemisch aus kalkigen Rheinsedimenten (alpin oder/und lössbürtig) und Anteilen des von Hängen der Mittelgebirge nach Erosion zugeführten braunen, kalkfreien Bodenmaterials. Bei ihnen findet sich unter dem aAh- ein bräunlicher aM-Horizont, der mit dem M (von lat. migrare = wandern) auf das verlagerte Material hinweist. Er ist in diesem Rheinabschnitt meist noch kalkhaltig. Darunter folgt bei durch Grundwasser schwächer vergleyten Formen ein aGC-Horizont, bei stärkerer Vergleyung treten aGo-M- oder aM-Go-Horizonte auf, die oft von einem aGr-Horizont unterlagert sind.

Alle diese Auenböden bilden produktionskräftige Standorte. Bei höherem Grundwasserstand entnimmt die Vegetation Wasser und Nährstoffe überwiegend aus dem Grundwasser (vgl. SCHULER 1990/91 und HUMMEL 1994 und HÄDRICH 1999).

2.1.2 Subrezente Rheinaue zwischen Wyhl und Breisach

In der Aue W des Kaiserstuhls, bis etwa Breisach nach S hin, sind die Auenverhältnisse durch noch relativ geringe Grundwasserabsenkung wegen des Altrhein-Aufstaus (Kulturwehre) und vertraglich mit Frankreich festgelegter gelegentlicher Wassereinleitung aus dem Rhein in die Aue noch einigermaßen intakt, und die Waldvegetation hat weitgehend Grundwasseranschluss.

Hier besteht die Bodengesellschaft heute überwiegend aus *Kalkpaternien* (kalkiger, humoser Oberboden = aeAh>-Horizont über mergeligem Auensediment = aeIC-Horizont

über einem aG-Horizont); stellenweise kommen *Gley-Kalkpaternien* (eAh>/aeIC/aGo-elC/(II)aeIC-Go/IIaGr) vor.

Nur tiefwurzelnde Vegetation vermag Nährstoffe und Wasser auch aus dem meist tiefer als 2 m stehenden Grundwasser zu entnehmen. So handelt es sich auch hier noch um produktionskräftige forstliche Auenwaldstandorte (HÄDRICH & STAHR 1997).

2.1.3 Reliktische Rheinaue südlich Breisach

Im größeren südlichen Teil der Rheinaue verstärken sich nach S hin die anthropogenen Veränderungen der Auenlandschaft. Das Grundwasser steht z.B. bei Hartheim in der Aue bei mehr als 7 m unter Flur.

In diesem Rheinauenabschnitt wurden die Standortsverhältnisse durch Wegfall von Überflutungen und Grundwassereinfluss sowie durch den seit Anfang der 1960er Jahre häufig angewandten Vollumbruch vor Begründung von Kiefernbeständen stärker verändert und egalisiert als weiter nördlich. Seit mehr als 125 Jahren erfolgte eine rein terrestrische Entwicklung von den o. g. *Auenböden* (*Kalkpaternia*) hin zur *Norm-Pararendzina* [aeAh>/a(rGo-)Ah-elC/IIaeIC]. Typische Profile des auch bei Hartheim vorkommenden Bodens beschreiben HÄDRICH et al. (1979b), TRÜBY (1983), JAHN et al. (1994, 47-50) und HÄDRICH & STAHR (1997) (s. auch Übers. 1, Tab. 1, Abb. 1 und 2 in dieser Arbeit).

Eine Besonderheit in diesem Profil soll hier noch erwähnt werden: Ab ca. 1m Tiefe finden sich aus Zeiten höheren Grundwasserstandes reliktsche aGo-Bänder innerhalb des IIaeIC-Horizontes aus schwarzen Mn- und rostfarbenen Fe-Oxid-Überzügen auf Sand und Kiespartikeln.

Durch den Vollumbruch wurde die gesamte feinkörnige Deckschicht homogenisiert. Aufgrund des mit ca. $600 \text{ mm} \times \text{a}^{-1}$ geringen Niederschlags und hohen Carbonatgehaltes des Bodens stagniert die Bodenentwicklung. In der Vegetationsperiode könnte mehr Wasser verdunsten als mit dem Niederschlag zugeführt wird (HÄDRICH 1979); die Pflanzen leben dann auch von den im Winter angesammelten Wasserreserven. Das Nährstoffangebot ist wegen des Carbonatgehaltes und der dadurch gehemmten mineralischen Verwitterung sehr einseitig. Die Nährelemente Kalium und Mangan, vor allem aber das Wasser, sind wachstumsbegrenzende Faktoren. Die Standortsgüte ist abhängig von der Mächtigkeit der lockeren, gut durchwurzelbaren, wasserspeichernden Deckschicht. Die potentielle Speicherleistung für pflanzenverfügbares Bodenwasser der durchschnittlich 35 cm mächtigen Deckschicht beträgt etwa 80 mm (HÄDRICH 1979). Der Wasserhaushalt ist damit als "trocken" einzustufen – eine prekäre Situation für die traditionell begründete, weiträumige forstliche Nutzung. Eine intensive landwirtschaftliche Nutzung – in Hartheim wirtschaftet bereits eine Reihe landwirtschaftlicher Betriebe in der Aue – mit Humuswirtschaft und Bewässerung wäre hier ökonomisch sinnvoller.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

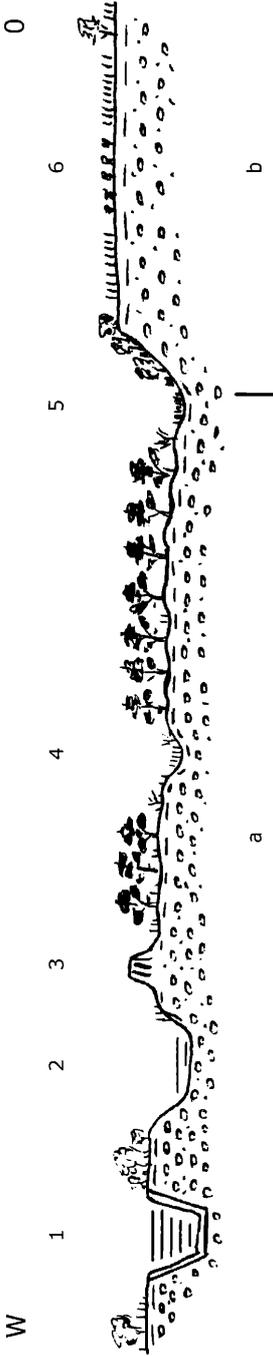


Abb.1: Schnitt durch die reliktsische Rheinaue und die würamzeitliche Niederterrasse südlich Breisach (schematisch).

Erläuterungen: 1 = Rheinseitenkanal, 2 = Altrhein, 3 = Hochwasserschutzdamm, 4 = ehem. Altwasser, 5 = Randdepression, 6 = Niederterrasse, a = holozäne oder im Holozän umgelagerte, kiesig-sandige Rheinsedimente mit *Norm-Pararendzina* nach *Kalkpaternia*, b = würamzeitliche kiesig-sandige Rheinsedimente mit *Rötlicher Norm-Parabraunerde*, a + b = Substrat zwei- oder mehrschichtig: Sand, kiesiger Sand oder sandiger Kies mit feinkörniger Hochflut-Deckschicht.

Nutzung: a = Überwiegend forstlich (Kiefernkulturen) z.T. landwirtschaftlich (Aussiedlerhöfe in Ortsnähe).
b = Weit überwiegend landwirtschaftlich, Acker- und Gemüsebau (mit Bewässerung).

Übers. 1: NORM-PARARENDZINA – HARTHEIM/RHEINAUE – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (HÄDRICH et al. 1979b und JAHN et al. 1994)

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Ort: | ca. 2,5 km W Hartheim, Gemeindefeld, Distr. I | |
| Topographische Karte 1 25 000 | 8011 Hartheim | R: 33 95 125 H: 53 12 140 |
| Höhe: | 200 m ü. NN | |
| Landschaft: | Südliche Oberrheinebene, reliktsche Rheinaue | |
| Relief: | Ebene (reliktscher Altwasserarm) | |
| Natürliche Vegetation: | Eichen-Winterlinden-Wald nach Weichholzaunenwald (Carici-Tilietum cordatae nach Salici Populetum) | |
| Nutzung: | Ödland (Goldrute, Gräser, Weißdorn) in der Umge- bung Kiefernforsten | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 600 mm | |
| Gestein: | Holozäne Rheinsedimente; feinkörnige Hochflutdeck- schicht über stark kiesigem Sand | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| aeAh 1> | 0 - 8 | Deckschicht, 2.5 Y 4.5/2, steinfreier 7 S, sehr carbonatreich, Wurmlösungs- bis Subpolyedergefüge, Ld 2 (gering), sehr stark durchwurzelt, ebene/ undeutliche Grenze nach |
| aeAh 2> | - 20 | Deckschicht, 2.5 Y 5.5/2, steinfreier 7 S, sehr carbonatreich, Subpolyedergefüge, Ld 2 (gering), stark durchwurzelt, ebene/undeutliche Grenze nach |
| a(rGo-)Ah-elC | - 32 | Deckschicht, 2.5 Y 6/2, steinfreier 7 S, sehr carbonat- reich, Einzelkorn- bis Subpolyedergefüge, schwache Rostflecken, Ld 2 (gering), mittel durchwurzelt, ebene/ abrupte Grenze nach |
| IlaelC | > 32 | 2,5 Y 6/2, sehr stark kiesiger S, carbonatreich, Einzel- korngefüge, Ld 4-5 (hoch bis sehr hoch), schwach durchwurzelt |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Norm-Pararendzina (nach Kalkpaternia); FAO: Calcaric Regosol to Calcaric Phaeozem | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. flach-mittelgründig (Deckschicht sehr gut, Kies nur mäßig durchwurzelbar), trocken, gut durchlüftet Nährstoffversorgung: Ca und Mg sehr gut, Zn gut, Cu gut bis befriedigend, N und P befriedigend, Fe und B ausreichend, K und Mn mangelhaft Nährstoffreserven: Ca und Mg sehr hoch, N hoch; K und P mittel | |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Tab.1 Norm-Pararendzina – Hartheim/Rheinaue, ausgewählte Parameter (JAHN et al. 1994).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|---------------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| aeAh1> | 0 - 8 | 3.58 | 0.29 | 35.8 | 7.2 | 0.1 | 1.12 | 470 | 100 | 1.3 | 4.5 | 22.5 |
| aeAh2> | - 20 | 2.16 | 0.18 | 35.8 | 7.3 | 0.2 | 1.19 | 188 | 100 | 1.2 | 4.1 | 21.6 |
| a(rGo-)Ah-eIC | - 32 | 1.09 | 0.11 | 34.9 | 7.5 | 0.1 | 1.22 | 142 | 100 | 1.2 | 4.2 | 22.1 |
| IIaeIC | > 32 | 0.15 | 0.02 | 13.5 | 8.1 | 78 | 1.96 | 37 | 100 | 0.1 | 1.3 | 10.0 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | | |
|---------------|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T | |
| aeAh1> | 0 - 8 | 0.0 | 0.6 | 4.6 | 5.2 | 17.9 | 22.7 | 14.8 | 55.4 | 39.4 | |
| aeAh2> | - 20 | 0.0 | 4.7 | 8.3 | 12.9 | 16.2 | 23.7 | 15.1 | 54.9 | 32.1 | |
| a(rGo-)Ah-eIC | - 32 | 0.0 | 2.8 | 13.6 | 16.5 | 25.0 | 19.6 | 12.5 | 57.1 | 26.4 | |
| IIaeIC | > 32 | 2.6 | 84.0 | 7.5 | 94.1 | 1.1 | 1.2 | 0.6 | 2.9 | 3.0 | |

Erläuterungen:

C_{org}, N_t, Carbonat: Angaben in Masse-% der Feinerde; Skelett: Angaben in Masse-% vom Ges.-Boden, Partikel > 2mm;
 RG: Raumgewicht; KAK: Kationen-Austauschkapazität; KAK_{eff}: bestimmt beim Boden-pH (ungepuffert); BS: Basensättigung;
 Fe_o: oxalatlösl. Fe, Fe_d: dithionitlösl. Fe, Fe_t: Gesamt-Fe; weitere Erläuterungen in Abb. 2.

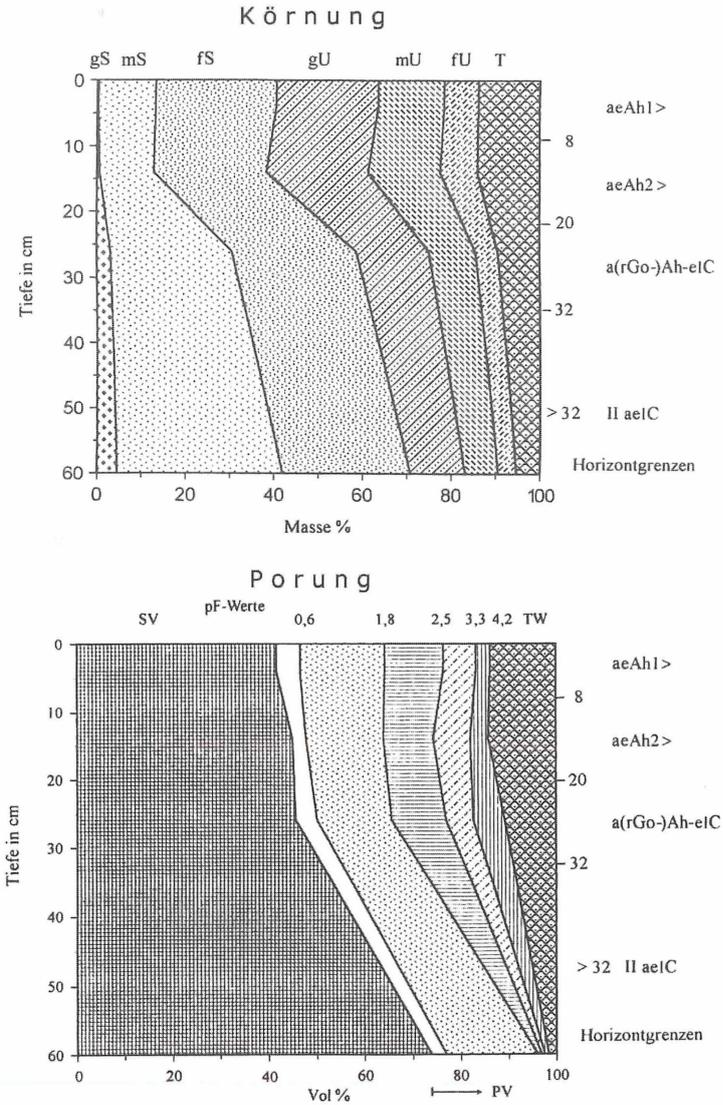


Abb.2: Norm-Pararendzina – Hartheim/Rheinaue; Körnung und Porung (JAHN et al. 1994).

Körnung: S = Sand (2000 - 63 µm), U = Schluff (63 - 2 µm), T = Ton (< 2 µm);
g = grob, m = mittel, f = fein.

Porung: SV: Substanzvolumen; PV: Porenvolumen; TW: Totwasser; pF: Maß der Bodenwasser-
spannung (lg [hPa]) und entspricht dem Druck, der aufgewendet werden muss, um nach
Sättigung das PV gegen die kapillaren Bindungskräfte stufenweise zu entleeren; Grob-PV:
SV abzüglich des Wassergehaltes bei pF 2,5; Mittel-PV: Differenz der Wassergehalte bei
pF 2,5 und 4,2; Fein-PV: Wassergehalt bei pF = 4,2 (Totwassergehalt).

2.2 Rhein-Niederterrasse

Es ist die letzteiszeitliche Aue des Rheins, in die er sich im Postglazial eingeschnitten hat, wodurch die heutige Aue entstand. Lagebedingt soll sie im folgenden zweigeteilt behandelt werden.

2.2.1 Niederterrasse südlich des Kaiserstuhls

Auf die reliktsische Rheinaue folgt nach E hin mit einem Sprung von mehreren Metern (Hochgestade) die Niederterrasse. Sie grenzt im E, im Bereich zwischen Müllheim und Tuniberg bzw. dem Südrand des Kaiserstuhls an die Schwarzwald-Vorbergzone bzw. den Kaiserstuhl. Es handelt sich um eine ebene, heute überwiegend ackerbaulich genutzte Fläche, die im Spätwürm ihr endgültiges Gepräge erhielt.

Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist würmzeitlicher, überwiegend alpiner, sehr stark kiesiger, schwach schluffiger Sand, der in den oberen 2–4 dm, wie in der Aue, eine feinkörnige (Hochflut-)Deckschicht trägt. Diese ist nach E gegen die Vorbergzone zu und nach N gegen den Kaiserstuhl von einer Schwemmlössdecke überlagert. Entlang der die Niederterrasse durchziehenden Schwarzwaldtäler wurden jüngere Kiese, Sande und Hochflutlehme aus dem Schwarzwald aufgeschüttet. Die sehr stark kiesigen Sande im Untergrund bestehen im wesentlichen aus alpinem Material wie in der Aue S Breisach (Kap. 2.1.3).

Im Gegensatz zur Rheinaue sind im nicht von Schwemmlöss überlagerten Westteil der Niederterrasse die carbonatreichen sehr stark kiesigen Sande und die Deckschicht in den obersten 50–100 cm völlig entkalkt, verlehmt, stark verbraunt und tondurchschlämmt, da sich die Böden hier seit dem Ausklingen der Würmeiszeit nahezu ungestört entwickeln konnten. Nach Auffassung von MOLL (1970), der sich u. a. auf urgeschichtliche und vegetationsgeschichtliche Befunde stützt, hatten sie ihr Bildungsoptimum im Atlantikum.

Der ausgewaschene Kalk wurde in einem, im trockenen Zustand kreideweissen, stellenweise auch stark verfestigten Basishorizont [emC(m)c] angereichert. Wegen der intensiv rötlichbraunen Farbe ihres Bt-Horizontes und ihrer Tondurchschlämzung, die nach der Entkalkung, Verlehmung, Verbraunung und Rubefizierung abließ, wurden diese Böden von MOLL (1970) "*Rubefizierte Parabraunerde*" genannt. Es sind Böden mit submediterranelem Habitus, die auch sonst auf entsprechenden Schottern und Geschiebemergeln (Moränen) im circumalpinen Raum vorkommen, später *Rötliche Parabraunerde* genannt wurden und heute als Varietät *Rötliche Norm-Parabraunerde* bezeichnet werden. Ihre Horizontfolge ist Ah, Ap/rAl, Bv/IIrAl, Bv/Bt/emC(m)c/emC. Sie sind mittel- bis tiefgründig, haben nur geringe mineralische Nährstoffreserven, keinen Grundwasseranschluss, und ihre Körnung ist im Oberboden meist stark lehmiger Sand bis sandig-toniger Lehm, im Unterboden sandiger Ton. Der Kiesanteil im Bt-Horizont liegt bei 78 % des Gesamtbodens. Charakteristisch für den Bt-Horizont sind die leichtgewichtigen, hochporösen Gerölle ehemaliger alpiner Kieselkalke, deren Carbonatanteil herausgelöst ist.

Die Wasserspeicherleistung bis 1 m Tiefe liegt wegen des hohen Kiesanteils im B-Horizont insgesamt bei nur ca. 80 mm; damit ist auch hier der Wasserhaushalt als "trocken" einzustufen. So sind die *Rötlichen Norm-Parabraunerden* gegenüber *Norm-Pararendzinen* in der reliktsischen Aue (Kap. 2.1.3) trotz nach E zunehmender Niederschläge im Wasserhaushalt auf dem NT-Feld nur wenig günstiger gestellt.

Diese *Parabraunerde* ist z.B. N Hartheim (TK 1:25000, 8011, R: 3397680, H: 5313400, 204 m ü. NN) aufgeschlossen (Übers. 2, Tab. 2, Abb. 3). Sie gibt es nach S bis etwa Steinstadt und ausgeprägter sowie großflächiger noch im "Elsass" Ihre geschlossene Verbreitung klingt nach N hin am Südrand der Senke Grezhausen – Hausen a. d. Möhlin aus, während sie weiter N nur mehr inselartig inmitten von dominierenden "*Pararendzinen*" aus Schottern mit Schwemmlössbeteiligung abgelöst wird (KAYSER & MÄCKEL 1994). Ein solches größeres inselartiges Vorkommen liegt im Gewann "Dornshau" unter Wald SE Gündlingen.

Nach E hin folgen den *Rötlichen Norm-Parabraunerden (Acker) Norm-Pararendzinen* aus Schwemmlöss (*Ap/eIC* oder *Ap/eIC/IIeC*) (vgl. 2.3). Ihre höhere natürliche Fruchtbarkeit erklärt sich bei mächtiger Schwemmlössdecke aus dem Carbonatgehalt, dem geringen Verwitterungsgrad und der im Vergleich zu den *Parabraunerden* höheren Wasserspeicherleistung, die oft 200 mm bis in 1 m Tiefe übersteigt.

In der Nähe der Schwarzwaldtäler haben sich auf carbonatfreien kristallinbürtigen Sedimenten *Braunauenböden (Norm-Vega)* mit *aAh, Ap/aM/(IIaIC)/(II)aG-*, *Vega-Gleye* mit *aAp/aM/aGo-M, aM-Go/aG-* und *Norm-Gleye* mit *aAh/Go/Gr*-Profil entwickelt, die z.T. auch heute noch unter Grundwassereinfluss stehen. Bei nicht sehr hohem Grundwasserstand (> 6–8 dm u. Flur) sind dies ertragreiche sandig-lehmige, sandig-schluffig-lehmige und schluffig-lehmige Ackerböden. Bei höherem Grundwasserstand ist nur Grünlandnutzung möglich.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Übers. 2: RÖTLICHE NORM-PARABRAUNERDE – HARTHEIM/HOCHGESTADE – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (JAHN et al. 1994)

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Ort: | ca. 1,5 km N Hartheim | |
| Topographische Karte 1 25 000 | 8011 Hartheim | R: 33 97 680 H: 53 13 400 |
| Höhe: | 203,6 m ü. NN | |
| Landschaft: | Südliche Oberrheinebene, Niederterrasse | |
| Relief: | Ebene, Terrassenrand (Hochgestade) | |
| Natürliche Vegetation: | Wärmeliebender, strauchr. Eichen-Hainbuchen-Wald | |
| Nutzung: | kaum, höchstens als Brennholz | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 600 mm | |
| Gestein: | Würmzeitliche Rheinsedimente (feinkörnige Hochflut-Deckschicht über stark kiesigem Sand) | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| Ah | 0 - 10 | Graswurzelfilz, Deckschicht, 10 YR 3/3, mittel kiesiger 7S, Krümelgefüge, Ld 1 (sehr gering), sehr stark und gleichmäßig durchwurzelt, abrupte/wellige Grenze nach |
| rAl.Bv | - 30 | Deckschicht, 10 YR 4/6, mittel kiesiger s'L, Subpol.-Gef., Ld 2, stark durchw., scharfe/ebene Grenze nach |
| IIrAl.Bv | - 40 | 7.5 YR 4/4, s. st. kies. stL, Subpol.-Gef., Ld 3, stark durchw., deutliche/ebene Grenze nach |
| Bt | - 72 (82) | 5 YR 4/4, s. st. kies. s'T, Subpol.- bis Pol.-Gef., Ld 3, durchwurzelt, scharfe/ebene Grenze nach |
| emCc | >72 (82) | 10 YR 6/3, s. st. kies. u'S, carbonathaltig, Kohärentgef., Ld 3, einzelne Wurzeln, im ob. Teil eine bis 3 cm mächt., stellenw. aussetzende Carbonatschwarte, Skelett z. gr. Teil mit Carbonat umkrustet |
| <u>Bodenvarietät:</u> | Rötliche Norm-Parabraunerde; FAO: Chromic Luvisol | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. flach-mittelgr., physiol. mittelgr.; trocken, gut durchlüftet | |
| | Nährstoffversorgung: N, P, K, Fe u. Mn sehr gut; Ca u. Mg gut | |
| | Nährstoffreserven: Mg sehr hoch, Ca u. K hoch bis mittel, P und N mittel | |

Tab.2 Rötliche Norm-Parabraunerde – Hartheim/Hochgestade, ausgewählte Parameter (JAHN et al. 1994).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ah | 0 - 10 | 2.47 | 0.25 | 0.0 | 6.7 | 20 | 0.90 | 140 | 100 | 1.5 | 4.7 | 13.8 |
| rAl.Bv | - 30 | 0.66 | 0.06 | 0.0 | 6.5 | 19 | 1.13 | 100 | 100 | 1.9 | 5.8 | 16.1 |
| IIrAl.Bv | - 40 | 0.59 | 0.06 | 0.0 | 7.1 | 61 | n.b. | 128 | 100 | 2.0 | 8.3 | 22.4 |
| Bt | - 72 | 0.68 | 0.07 | 0.0 | 6.3 | 78 | n.b. | 245 | 100 | 2.9 | 15.1 | 36.8 |
| emCc | > 72 | 0.20 | 0.02 | 25.2 | 7.5 | 77 | n.b. | 64 | 100 | 0.2 | 2.7 | 15.0 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | | |
|----------|------------|--|------|------|------|------|------|-----|------|------|--|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T | |
| Ah | 0 - 10 | 2.0 | 14.6 | 32.7 | 49.3 | 19.4 | 11.1 | 5.4 | 35.9 | 14.8 | |
| rAl.Bv | - 30 | 1.8 | 13.8 | 31.4 | 47.0 | 19.4 | 11.7 | 4.6 | 35.7 | 17.3 | |
| IIrAl.Bv | - 40 | 3.3 | 15.1 | 25.9 | 44.3 | 16.2 | 8.6 | 5.4 | 30.2 | 25.5 | |
| Bt | - 72 | 5.2 | 20.7 | 16.5 | 42.4 | 6.1 | 3.8 | 2.8 | 12.7 | 44.9 | |
| emCc | > 72 | 4.1 | 42.6 | 32.1 | 78.9 | 8.1 | 3.4 | 1.9 | 13.4 | 7.8 | |

Erläuterungen:

In Tab. 1 und in Abb. 2; n.b. = nicht bestimmt.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

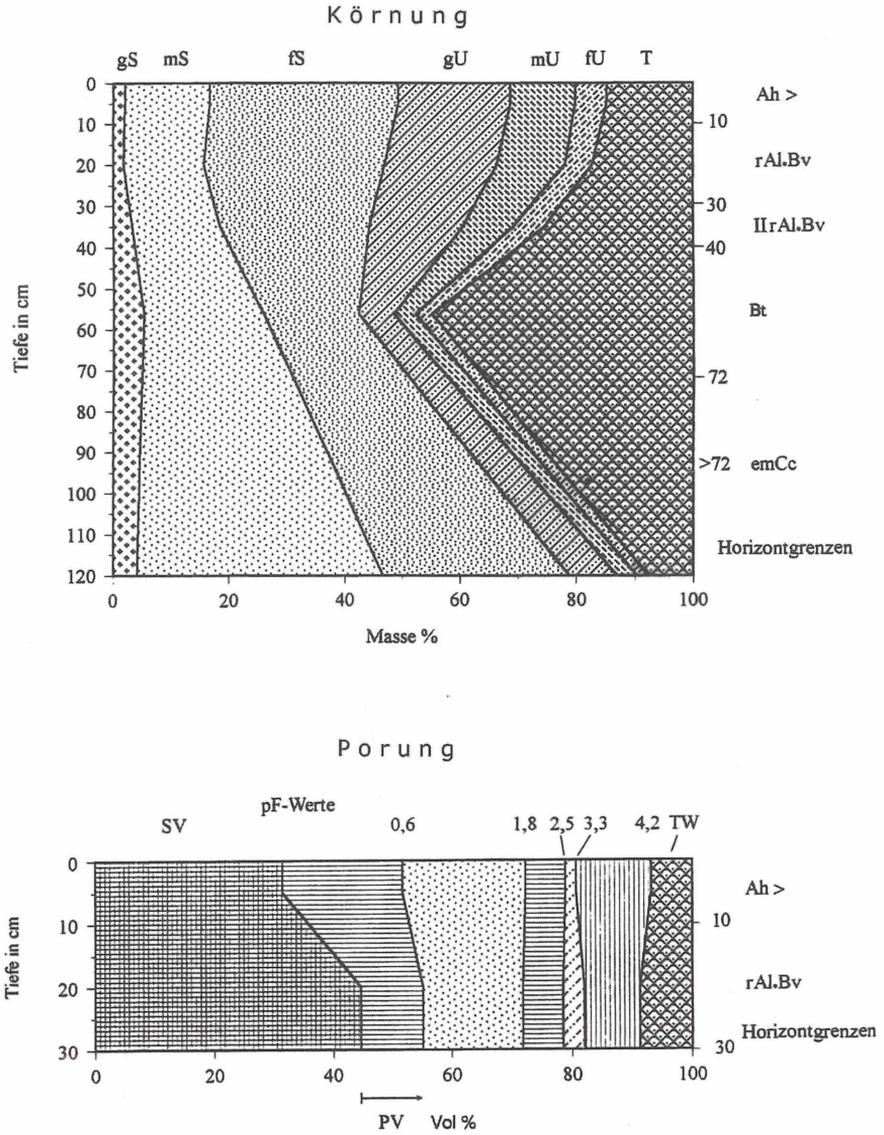


Abb.3: Rötliche Norm-Parabraunerde – Hartheim/Hochgestade; Körnung und Porung (JAHN et al. 1994). Erläuterungen in Abb. 2.

2.2.1.1 Gedanken zu den Böden im Ostrheingebiet (Niederterrasse)

Es ist das ehemals vom "Ostrhein" durchflossene Gebiet zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg sowie nach S bis an die Möhlin. Hier wurden von KAYSER & MÄCKEL (1994, S. 96+97) entlang eines Querprofils von "Rothaus/Flückiger See" bis an den südwestlichen Tuniberg, zwischen Nieder- und Oberrimsingen, aufgrund von neun Bohrungen und einem Aufschluss "*Pararendzinen*" ausgeschieden und zwar nach ihrem Körnungsaufbau in zwei Varianten:

Eine westliche "Variante 1" mit "*Schotter-Pararendzinen* aus Hochflutsedimenten", fünfmal erbohrt und eine östliche, nahe am Tuniberg vorkommende "Variante 2" als "*Pararendzina* mit höherer Schwemmlössbeteiligung", dreimal erbohrt. Dazwischen fand sich ein Aufschluss und eine Bohrung mit der Kiesoberfläche in Rinnenlage mit einem "verbraunten Boden", der Stauwassermerkmale aufweist und deshalb als "Pseudogley-Braunerde" bezeichnet wird. Dieses Verbreitungs mosaik der Böden N der Möhlin steht ursächlich mit der komplizierten spätglazialen bis holozänen fluvialen Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Ostrheingebiet in Zusammenhang. KAYSER & MÄCKEL schlagen für den gesamten Bereich N der Möhlin für die Bodenkarte (HÄDRICH et al. 1988) die Bezeichnung "*Pararendzina* bis *Rubefizierte Parabraunerde* aus sandigem Kies" vor. Heute müsste die Bezeichnung jedoch geändert werden in *Rötliche Norm-Parabraunerde* bis (*Acker*)*Norm-Pararendzina*.

Schwer verständlich bleibt für den Bodenkundler allerdings der Befund von KAYSER & MÄCKEL (1994, S. 96), alle Böden der neun Bohrungen entlang dieses Querprofils seien "*Pararendzinen*", obwohl sie bis auf das östlichste Bohrprofil in Tuniberg-Randlage mit 1 m mächtiger Schwemmlössdecke "alle kalkfrei und sauer" seien; wie sauer wird allerdings nicht mitgeteilt. Eine Horizontierung wird nur für das "Aufschluss"-Profil, die "*Pseudogley-Braunerde*", angegeben. Die "SYSTEMATIK DER BÖDEN" (1998) kennt zwar den Subtyp "*Sauerpararendzina*", kalkfrei und sauer ist dabei aber immer nur der Ah-(Ap-) Horizont und nicht der gesamte Boden, zu dem auch der Übergangshorizont Ah-C und der durchwurzelte C-Horizont gehören. Daher lässt sich diese Bezeichnung auch nicht auf die oben genannten Böden anwenden.

Wie ist denn aber die Carbonatfreiheit und die saure Bodenreaktion dieser doch jungen Böden zu erklären?

Der Rhein ist nach der Darstellung von KAYSER & MÄCKEL (1994) bis an die Grenze Spätglazial/Holozän als breitbettiger Ostrhein geflossen. Mit zunehmender Eintiefung und Ausbildung der Rheinaue ist er dann nur noch bei extremen Hochwässern immer wieder und an mehreren Stellen über das sich bildende Hochgestade nach NE auf die heutige Niederterrasse durchgebrochen, hat aber dann wohl sein Strombett zunehmend auf die heutige "Westrheinaue" konzentriert und überflutete nur noch gelegentlich die verbliebenen Ostrhein-Rinnen. Dies geschah zu Hochwasserzeiten bis weit ins Holozän, ja bis an den Anfang des 19. Jahrhunderts unter Aufnahme der schwarzwaldbürtigen Hochwässer von "Neumagen" und "Möhlin". Die Wassermassen haben sich, zeitweise durch die Vorwölbung des Dreisamschwemmfächers bedingt, aufgestaut, zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg hindurchgezwängt und damit den Kaiserstuhl im E umflossen. Während dieser ganzen Zeit, wenn auch abnehmend, herrschten im Ostrheingebiet damit vermutlich Auenverhältnisse.

Deshalb hätten eigentlich in der sich im Holozän bildenden "Westrheinaue" mobilisierte frische, carbonatreiche Sedimente weit auf die von Rinnen zerfurchte "Ostrheinaue" N Grezhausen transportiert worden sein müssen, die im späteren Holozän unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse bis heute niemals hätten entkalkt sein können.

Für die "echte", weil carbonathaltige *Pararendzina* am Tunibergrand und die zwei westlich anschließenden, carbonatfreien Profile der Variante 2 den Begriff "verlehmte *Pararendzina*" zu verwenden, ist unpassend. Unter Verlehmung kann nicht die primäre Körnung eines Sediments angesprochen werden, sondern die durch Bodenbildung (chemische Verwitterung bei und nach Entkalkung) bewirkte Kornverkleinerung und Tonmineralbildung.

Nun erwiesen sich die "Schotter-Pararendzinen" der fünf westlichsten Bohrungen der rheinauennahen Variante 1 auch als carbonatfrei und sauer. Beide Varianten werden getrennt von einem vermutlich ebenfalls carbonatfreien, "verbraunten Boden", repräsentiert durch eine Bohrung und einen "Aufschluss", den die Autoren als "*Pseudogley-Braunerde*" bezeichnen. Die moderne Bodensystematik unterscheidet bei Auenböden leider nicht mehr zwischen der Sedimentation von bereits andernorts verbrauchten Materials und der Verbraucherung *in situ*, obwohl es die sicher gibt. Da eine Verbraucherung *in situ* unter den dortigen klimatischen Verhältnissen und wegen der kurzen Bildungszeit aber kaum denkbar ist, käme der fluviale Antransport andernorts verbrauchten Bodenmaterials in Frage und damit Auedynamik, so dass hier eher eine *Pseudovergleyte Norm-Vega* oder *Pseudogley-Vega* vorliegen dürfte.

Als Erklärung für die Carbonatfreiheit der acht Bohr- und des Aufschlussprofiles mit dem Vorkommen verbrauchten Sediments kann nur der Schluss zu einer stärkeren Einflussnahme der schwarzwaldbürtigen Zuflüsse "Neumagen" und "Möhlin" im Sedimentationsgeschehen dienen (KAYSER & MÄCKEL 1994, S. 96 – 101 und 112); denn vom Rhein kann das carbonatfreie Material nicht stammen. Das von diesen Flüssen angelieferte, teils schluffreiche (Variante 2), teils schluffärmere, sandigere Sediment (Variante 1) der obersten 35–85 cm könnte *a priori* carbonatärmer oder carbonatfrei gewesen sein. Wenn allerdings carbonatfreie kristallinbürtige Bodensedimente aus dem Schwarzwald (mittelalterliche Rodungsphase) einen größeren Anteil an der Sedimentfracht gehabt bzw. sie gänzlich ausgemacht hätten, dann müsste sich dies durch deutlichere Braunverfärbungen in allen Oberböden und größere Sand- und Feinkiesanteile aus dem Schwarzwald manifestiert haben.

Selbst wenn als Quelle der heutigen oberflächennahen, carbonatfreien, schluffreicheren oder sandigeren Sedimente abgetragenes Material von ehemals dort weit verbreiteter *Rötlicher Norm-Parabraunerde* bemüht werden würde, ein rötlicher Farblich im oberflächennahen Sediment und im Boden wäre dann zwingend. Ein leichter Anflug davon wurde lediglich ganz im W, am Rande des "Rothauser Rheinarmes", gefunden (KAYSER & MÄCKEL 1994, S 107).

Fazit: Für die Carbonatfreiheit der neun Profile haben wir keine endgültige Erklärung. Berücksichtigt man einerseits die langanhaltenden Auenverhältnisse im von KAYSER & MÄCKEL (1994) bearbeiteten Ostrheingebiet, dann wären die heute carbonatfreien Böden unter Annahme einer Carbonatfreiheit auch des Sediments mit Ausnahme der *Pseudovergleyten Norm-Vega* und der randlichen *Norm-Pararendzina* heute als *Norm-Regosol* nach *Norm-Paternia* zu bezeichnen. Sedimentcharakter und Bildungszeit standen einer Weiterentwicklung im Sinne einer Verlehmung und Verbraucherung *in situ* oder gar einer Rubefizierung entgegen.

2.2.2 Niederterrasse nördlich des Kaiserstuhls

Es ist das Gebiet zwischen dem Hochgestade im W, der Grenze des Landkreises Emmendingen im N, der Vorbergzone im E, der Riegeler Pforte im SE und dem Nordfuß des Kaiserstuhls im S. Es sind aber auch die ebenen Auenflächen der Elz im E darin enthalten. Hier treten die aus dem Schwarzwald und der Vorbergzone kommenden Bäche und Flüsse in die Oberrheinebene ein, werden von der Elz aufgenommen und nach N und NW geführt.

2.2.2.1 Die Lössplatte

In dem waldlosen, alten Kulturland im Dreieck Sasbach, Weisweil und Riegel sind die eiszeitlichen Flusssedimente des Rheins bis zu mehr als 2 m durchweg von spätwürmzeitlichem Löss und Schwemmlöss bedeckt (SCHREINER 1958). Die hier entwickelten Böden sind durch die lang anhaltenden und tiefgreifenden Kulturmaßnahmen stark verändert. So erkennt man auf der Bodenkarte 1: 25 000 in diesem Bereich zahlreiche lineare Eintragungen, die langgestreckte Erdwälle (Ackerberge) andeuten, ein Hinweis darauf, dass in früherer Zeit mit dem Beetpflug immer nur in eine Richtung gepflügt werden konnte. Es entstanden deshalb im Bereich der Ackerberge 5 bis 20 dm mächtige Akkumulationen von humosem Oberbodenmaterial (SCHULER 1990/91). Seitlich davon, wo Material ständig zur Mitte des Ackers weggepflügt wurde, können ältere, weiter entwickelte Böden teilweise oder gänzlich abgetragen worden sein, so dass heute dort der carbonathaltige Löss bis zur Oberfläche ansteht.

Im Holozän hatten sich zunächst großflächig mittelgründige *Norm-Parabraunerden* gebildet. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass nach Entkalkung eine Phase der Verlehmung, Verbraunung und Tonverlagerung (Partikel < 0,002 mm) aus dem Ober- in den Unterboden zur Horizontfolge Ap/Al/Bt/eIC(c) geführt hat (Körnungsabfolge: Lehmiger Schluff und schluffiger Lehm im Ap und Al über schluffig-tonigem Lehm im Bt auf Schluff im eIC).

Durch die Dichtlagerung des Bt-Horizontes infolge Tonverlagerung kann unter zeitweiligem Stauwassereinfluss mit Sauerstoffmangel im Unterboden auch eine schwache Pseudovergleyung auftreten; die Böden werden dann *Pseudogley-Parabraunerde* genannt (Ap/Al/Sw-Al/Sd-Bt/eIC).

Die heutige Bodenverteilung lässt sich folgendermaßen darstellen:

Im Bereich der Ackerberge hat sich unter dem Einfluss des Menschen eine spezielle Form von *Kolluvisolen* über *Parabraunerde* gebildet und zwar durch Aufplügen gegen die Ackermitte. Diese Form ist in der SYSTEMATIK DER BÖDEN ... (1998) nicht enthalten. Sie sind z.T. carbonathaltig, wenn Löss aus den "Rinnen" in Richtung der Ackerberge mit aufgepflügt wurde oder carbonatfrei, wenn der Löss beim Aufplügen nicht erreicht wurde. Die Profile haben dann im Idealfall die Horizontfolge Ap/(e)M/fAp/Al/Bt/eIC. (K 27)

Zwischen den Ackerbergen finden sich deshalb oft reine *Norm-Pararendzinen* mit Ap>/eIC-Profil. (K 33 + 34)

Im Übergangsbereich zu den Ackerbergen können Stadien der erodierten *Parabraunerde* mit zunehmender kolluvialer Decke beobachtet werden.

Auf den wenigen flachen und langgestreckten Erhebungen – z.B. in den Gewannen "Judenbuck", "Entenbühl", "Galgenbuck" und W "Mördergrube" – finden sich in konvexer Lage – wohl erosionsbedingt – bis zur Oberfläche kalkhaltige, mittel- bis tiefgründig humose *Norm-Pararendzinen* mit der Körnung schwach lehmiger, lehmiger oder feinsandi-

ger Schluff und der Horizontfolge Ap>/(eM)/elC. Hier können ehemals weiter entwickelte Böden durch die Bodenbearbeitung und Erosion abgetragen worden sein, während in benachbarten weit gespannten Mulden und am Kaiserstuhlfuß durch diese anthropogenen Maßnahmen und nachfolgende flächenhafte Bodenabschwemmung bei Starkregen in Brachezeiten, tiefgründig humose, *kalkhaltige Norm-Kolluvisole* entstanden. Ihre Horizontfolge ist Ap/eM/IlelC. (K 33)

Im Gewann "Muhrmatten", W Forchheim, einer großräumigen flachmuldigen Ausräumung, wurden nach früher höherem Grundwasserstand kalkreiche *Norm-Gleye* (Ap/Go/Gr) und *Kolluvisol-Gleye* [Ah/(M)M-Go/IIGr] kartiert. Heute steht dort das Grundwasser im Mittel bei 1,3–2 m unter Flur. Im Bereich der auch hier vorhandenen Ackerberge sind tief humose Varianten entwickelt. (K 36 + 29)

Alle Glieder der Bodengesellschaft dieses Niederterrassenteils sind bei maßvoller Düngung von sehr hoher Fruchtbarkeit vor allem wegen ihrer günstigen physikalischen Eigenschaften, insbesondere der hohen Speicherfähigkeit für pflanzennutzbares Wasser.

2.2.2.2 Das Dreieck Riegel-Weisweil-Rheinhausen

Im Dreieck Riegel-Weisweil-Rheinhausen wird die Lössdecke größtenteils von Hochflutlehm über Terrassenschotter (würmeiszeitlicher kalkiger Sand und Kies) ersetzt; darüber gibt es einzelne Kuppen und kleinere Flächen von Sandlöss und Löss.

Der hier verbreitetste Bodensubtyp ist wieder die *Norm-Parabraunerde*, allerdings mit großer Entwicklungstiefe (oft bis 1,5 m) und der Körnung schwach kiesiger, sandig-lehmiger Schluff und schluffiger Lehm [in Ah,Ap/(r)Al.(Bv)/], dichter kiesiger, toniger Lehm (im (r)Bt/) über alpinem, kalkig-sandigem Kies (IlelCc). (K 24 + 25 + 35)

In flachen Hohlformen sind unter Stauwassereinfluss auch *Pseudogley-Parabraunerden* mit der Horizontfolge Ah,Ap/Sw-(r)Al.(Bv)/(r)Bt-Sd/IlelCc entwickelt. (K24 + 25)

Die Fruchtbarkeit dieser Böden erreicht nicht mehr ganz die der Böden der Lössplatte; deshalb blieb vermutlich ein Teil dieses Abschnittes auch dem Wald vorbehalten, in dem der humose Oberbodenhorizont wegen fehlender Bearbeitung nicht mit Ap, sondern mit Ah bezeichnet wird.

2.2.2.3 Die ebenen Auenflächen der Elz

Diese Flächen N der Riegeler Pforte bestehen größtenteils aus jungen Elzabsätzen (Auenlehm) über späteiszeitlichen bis frühholozänen Hochwassersedimenten. Als Böden können genannt werden:

Hier entwickelten sich die *Norm-Vega* aus meist kalkfreien, schwach kiesigen, schluffig-tonig-lehmigen Sedimenten der Elz und ihrer Nebenbäche mit der Horizontfolge aAh,aAp/aM-(II)... und die *Auengley-Vega* mit aAh,aAp/aM-rGo/(II)raG-Profil sowie *Vega-Auengley* + *Auengley* [aAh,Ap/aM/ (a)C,aM/ aGo/aGr]. Die Vergleichungsmerkmale sind oft reliktsch, da heute das Grundwasser im Mittel tiefer als 1,5 m unter Flur steht. Das lehmige und braune Bodenmaterial wurde als Bodensediment aus dem Schwarzwald und der Vorbergzone angeliefert. (K 37 + 38 + 40)

2.3 Kaiserstuhl

Die Bildungsbedingungen der Böden des Kaiserstuhls sind wegen des starken räumlichen Wechsels von Gestein, Relief, Zeitdauer der Bodenbildung und Nutzung sowie der damit zusammenhängenden, umfangreichen anthropogenen Veränderungen sehr vielfältig.

Die bodenkundlichen Verhältnisse werden nachfolgend für vier Teilbereiche mit typischen Bodengesellschaften dargestellt:

2.3.1 Die Kammregion

Es handelt sich um meist lössarme bis lössfreie, bewaldete Kuppen, Rücken und Steilhänge aus verschiedenen basischen Vulkaniten. Die Steilhänge können auch in den tiefer gelegenen Lössgürtel hinabreichen, wie es vor allem im südwestlichen und westlichen Kaiserstuhl oft der Fall ist. Die zugehörigen Böden sind dort meist aus periglazialen Hangschutt entwickelt. Eingeschaltet finden sich in den Kammlagen manchmal ebenere Bereiche, in denen sich Löss in unterschiedlicher Mächtigkeit halten können. In steileren Hanglagen kommen aber auch Substratgemische aus Hangschutt mit Lösskomponente vor, in Fetzen auch reine Lössen (s. Abb. 4).

Nähert man sich von außen dem Kaiserstuhl, dann fällt auf den ersten Blick die markante Nutzungsgrenze Rebland/Wald ins Auge, die i.d.R. zwischen 300 und 400 m ü. NN verläuft. Es ist keine streng höhenabhängige Linie, sondern hängt vor allem – außer der Exposition – mit dem Wechsel des Ausgangsgesteins und der Böden zusammen; ungefähr an dieser Linie hört die flächenhafte, mächtige Lössbedeckung der Vulkanite nach oben hin auf.

Das Zusammenspiel von basischem, primär meist carbonatfreiem Gestein (Tephrit, Essexit etc.), trockenem, sommerheißem Klima und hoher Reliefenergie hat hier unter wärmeliebenden Laubmischwäldern (v. ROCHOW 1951 und WILMANN 1989) – wohl einmalig in Mitteleuropa – einen seltenen Bodensubtyp hervorgebracht, den (basenreichen) *Eurancker*, der je nach Farbe, Humusgehalt und Mächtigkeit in verschiedenen Spielarten vorkommt (REHFUESS 1957). Seine Horizontfolge ist Ah>/i(C)/imC. Dieser Boden ist mit weniger als 30 cm flachgründig, die Körnung ist sandiger Lehm bis lehmiger Ton und das Gefüge des durch die Gesteinsfarbe mitgeprägten schwarzen Ah-Horizontes krümelig bis subpolyedrisch. Bedingung ist die Carbonatfreiheit des Ausgangsgesteins. Die Flachgründigkeit und der hohe Skelettanteil machen ihn zu einem trockenen Standort mit einer nutzbaren Wasserspeicherleistung von weniger als 100 mm, oft sogar unter 50 mm. Deswegen sind diese *Ranker* trotz hoher Nährstoffreserven und -verfügbarkeit meist nur von einem schlechtwüchsigen thermophilen Laubmischwald oder Trockenbusch bestockt. (K 4 + F 1)

Ein typischer Aufschluss findet sich auf dem "Bitzenberg" zwischen V.-Achkarren und V.-Bickensohl (TK 1:25 000, 7911, R: 3398710, H: 5327100, 340 m ü. NN). Es handelt sich dabei um eine ausgesprochene Erosionslage am Top eines schmalen Rückens, wo sich einerseits der Löss kaum halten können, andererseits die sich hier entwickelnden Böden in der Vergangenheit – sicher begünstigt durch menschliche Eingriffe – hin und wieder abgetragen worden sind. In konkaver Hanglage oder am Hangfuß hat sich Ah-Material oft kolluvial angereichert und ist dann auch mit Löss vermischt; so entstand der junge (anthropogene) Bodensubtyp *Norm-Kolluvisol*. mit der Horizontfolge Ah/eM/II...; Ah und M müssen zusammen dann mindestens 40 cm mächtig sein. (K 3 + F 9)

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Auch periglaziale Frostverwitterungsprozesse können das Gestein so aufbereitet haben, dass aus Hangschutt mittel- bis tiefgründige, nährstoffreiche *Norm-Braunerden* mit der Horizontfolge Ah/Bv/C und der Humusform Mull und bei verwitterungsbedingt höheren Tongehalten Übergänge zum *Pelosol* in Form des *Braunerde-Pelosols* mit Ah/Bv-P/(P)/emCcv-Profil, der Körnung toniger Lehm und mit Subpolyeder- bis Polyedergefüge entstanden sind. Ein solches Profil beschreiben und diskutieren STAHR et al. (1989, S. 59 ff) und JAHN et al. (1994, 57-62) von der Westflanke des "Büchsenberges" W V.-Achkarren (Abb. 4, Übers. 3, Tab. 3 und Abb. 5). Ihre Wasserspeicherfähigkeit ist höher als die der *Ranker* und liegt bei 100-200 mm, je nach Gründigkeit, Skelett- und Humusgehalt. (wie K 4 + F 8)

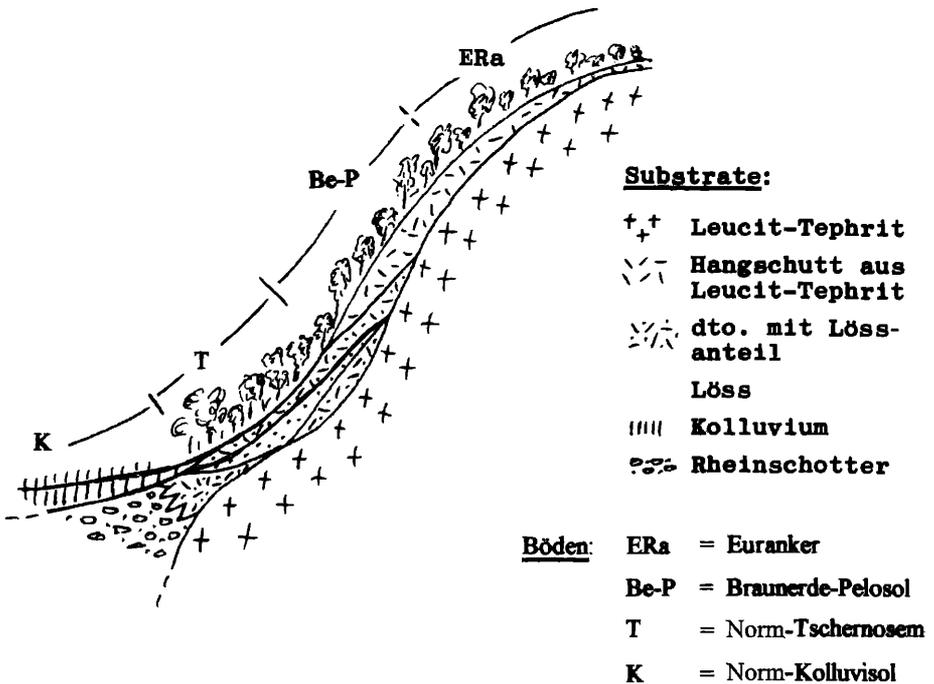


Abb.4: Bodengesellschaft und Substrate in Steillagen des Kaiserstuhls bei geringer Lössbeteiligung, z.B. am Westhang des "Büchsenberges"/ West-Kaiserstuhl.

Übers. 3: BRAUNERDE - PELOSOL – "BÜCHSENBERG" – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (JAHN et al. 1994)

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| Ort: | Vogtsburg, 1,7 km S Ortsteil V.-Niederrotweil | |
| Topographische Karte | 7911 Breisach R: 33 96 260 | |
| 1 25 000 | H: 53 26 685 | |
| Höhe: | 210 m ü. NN | |
| Landschaft: | Kaiserstuhl, Büchsenberg | |
| Relief: | Unterhang, 51 % W | |
| Natürliche Vegetation: | Flaumeichen-Feldulmen-Wald (Lithospermo-Quercetum) | |
| Nutzung: | Keine (Naturschutzgebiet) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 650 mm | |
| Gestein: | Periglaziärer Hangschutt aus Leucit-Tephrit-Laven und -Tuffen mit Lössanteil | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe(cm) | |
| L | 1 0 | Frische Laubstreu |
| Ah | 0 6 | 7.5 YR 3/2, schw. stein. t'L, Krümelgef., carbonatfrei, Ld 1, s. st. durchw., undeutl./ebene Grenze nach |
| Ah-Bv-P | 20 | 7.5 YR 3/2, schw. stein. t'L, Feinpolyedergef., carbonatfrei, Ld 2-3, st. durchw., diff./ebene Grenze nach |
| P | 35 | 7.5 YR 3/2, schw. stein. t'L, Polyedergef., carbonatfrei, Ld 3, st. durchw., undeutl./ebene Grenze nach |
| IIP | (-60) - 70 | 7.5 YR 3/3, schw. stein. t'L, Polyeder- bis Prismengef., carbonatfrei, Ld 3, mittel durchw., diff./ebene Gr. nach |
| P-C | (-70) - 80 | 10 YR 3/2, mi. stein. stL, Subpolyedergef., carbonatarm, Ld2, schw. durchw., deutl./ebene Grenze nach |
| III?emCcv | (>70) > 80 | Zersatzzone, 10 YR 3/4, st. stein. s'L, Korn- bis Kohärentgef., carbonatreich, Carbonatüberzüge und Carb.-Pseudomyzel, Ld 2, einzelne Wurzeln |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Braunerde-Pelosol; FAO: Vertic Cambisol | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. mittel- bis tiefgr., trocken bis mäßig frisch, gut bis mäßig durchlüftet Nährstoffversorgung: N, P, K, Ca, Mg gut bis s. gut; Fe u. Mn befriedigend Nährstoffreserven: Ca, Mg, N s. hoch; P hoch bis s. hoch; K hoch Mangelfaktor: Wasser | |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Tab.3 Braunerde-Pelosoil – "Büchsenberg", ausgewählte Parameter (JAHN et al. 1994).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{pot} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|-----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ah | 0 - 6 | 4.76 | 0.34 | 0.0 | 5.2 | 10 | 0.87 | 461 | 52 | 1.2 | 4.6 | 78.3 |
| Ah-Bv-P | - 20 | 2.19 | 0.16 | 0.0 | 4.8 | 5 | 1.13 | 392 | 68 | 1.2 | 5.0 | 71.4 |
| P | - 35 | 1.08 | 0.08 | 0.0 | 4.3 | 5 | 1.23 | 375 | 64 | 0.9 | 5.6 | 80.0 |
| IIP | - 70 | 0.60 | 0.04 | 0.0 | 5.6 | 5 | 1.38 | 383 | 75 | 0.5 | 3.6 | 72.0 |
| P-C | - 80 | n.b. | n.b. | 1.9 | 7.1 | 30 | 1.18 | 341 | 100 | 0.4 | 5.7 | 63.3 |
| III?emCev | > 80 | n.b. | n.b. | 22.9 | 7.6 | 50 | 1.15 | 248 | 100 | 0.3 | 4.1 | 34.2 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | |
|-----------|------------|--|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T |
| Ah | 0 - 6 | 1.2 | 12.7 | 16.0 | 29.9 | 15.6 | 12.1 | 9.4 | 37.1 | 32.9 |
| Ah-Bv-P | - 20 | 1.6 | 11.9 | 14.4 | 27.9 | 14.2 | 10.4 | 8.5 | 33.0 | 39.0 |
| P | - 35 | 3.0 | 12.7 | 13.0 | 28.7 | 13.3 | 10.9 | 6.8 | 31.0 | 40.3 |
| IIP | - 70 | 4.4 | 14.1 | 13.4 | 31.9 | 14.2 | 9.5 | 6.9 | 30.6 | 37.5 |
| P-C | - 80 | 4.8 | 12.2 | 14.5 | 31.5 | 17.4 | 11.2 | 6.1 | 34.7 | 33.8 |
| III?emCev | > 80 | 5.2 | 11.9 | 13.0 | 30.1 | 24.6 | 13.3 | 5.8 | 43.7 | 26.2 |

KAK = Kationen-Austauschkapazität, KAK_{pot} = bestimmt bei pH 8,2; n.b. = nicht bestimmt, weitere Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2

F. Hädrich und K. Stahr

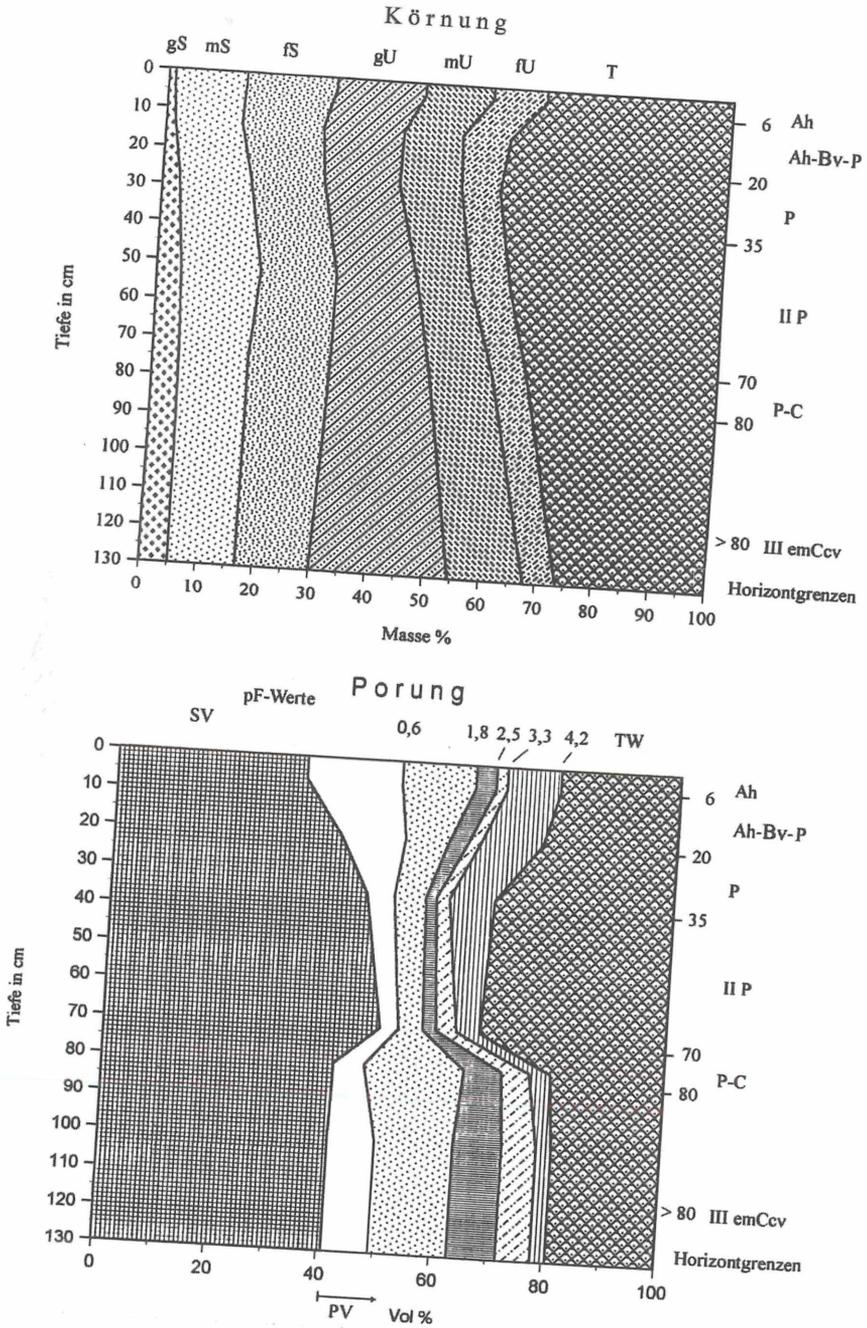


Abb.5: Braunerde-Pelosol – "Büchsenberg"; Körnung und Porung (JAHN et al. 1994). Erläuterungen in Abb. 2.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Übers. 4: BRAUNERDE - PARARENDZINA – "SILBERBRUNNEN" – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (JAHN et al. 1994)

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Ort: | 2,5 km WSW Bahlingen | |
| Topographische Karte | 7812 Kenzingen | R: 34 03 720 |
| 1 25 000 | | H: 63 31 500 |
| Höhe: | 350 m ü. NN | |
| Landschaft: | Kaiserstuhl, Ostabdachung des Hufeisenkammes | |
| Relief: | Mittelhang, 25 % SE | |
| Natürliche Vegetation: | Feuchter Eichen-Hainbuchen-Wald (Galio-Carpinetum, Ausbildung von <i>Circea lutetiana</i>), oberhalb Hainsimsen-Buchen-Wald (Luzulo-Fagetum) | |
| Nutzung: | Artenreicher Mischwald mit Buche, Hainbuche, Lärche, Esche (Baumholz) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 9 - 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 700 - 750 mm | |
| Gestein: | Lössreicher Tephrit-Tuff über Laven und Tuffen aus Leucit-Tephrit mit Kluffüllungen aus Calcit | |
| Profilbeschreibung: | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| L | 1 - 0 | Laubstreu |
| Ah1> | 0 - 3 | Mittellage, 7.5-10 YR 2/2, steinfreier t'L, Krümelgef., s. carbonatarm, Ld 2, st. durchw., deutl./ebene Gr. nach |
| Ah2> | 10 | 7.5-10 YR 2/2, schw. stein. t'L-uL, Krümel- bis Polyedergef., carbonatarm, Ld 1, st. durchwurzelt, deutl./ebene Grenze nach |
| Bv+Ah | (-25)-30 | 10 YR 3/2, schw. stein. uL, Polyedergef., carbonathaltig, Ld 1-2, st. durchw., undeutl./irreguläre Grenze nach |
| IIemCcv | -55 | 5 YR 3/4, 70 % Gestein im Verband, I'S, Einzelkorn- bis Kohärentgef., carbonatreich, sek. Carbonatausfällungen, Ld 4-5, mittel durchw., undeutl./irreguläre Grenze nach |
| emCvn | >55 | 5 YR 3/4, 90% Gestein im Verband, I'S, Kohärentgef., carbonatreich, sek. Carbonatausfällungen, schwach durchwurzelt |
| Bodensubtyp: | Braunerde-Pararendzina; FAO: Calcaric Phaeozem | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. flachgr., trocken bis mäßig frisch, gut durchlüftet | |
| | Nährstoffversorgung: N, Ca, Mg s. gut; K, P gut; Fe u. Mn befriedigend | |
| | Nährstoffreserven: Ca u. Mg sehr hoch; N mittel bis hoch; K und P mittel | |

Tab.4 Braunerde-Pararendzina – "Silberbrunnen"/Bahlingen, ausgewählte Parameter (JAHN et al. 1994).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{pot} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ah1> | 0 - 3 | 3.70 | 0.30 | 0.3 | 6.9 | 0 | 0.87 | 3.88 | 83 | 1.0 | 5.6 | 62.2 |
| Ah2> | - 10 | 2.90 | 0.25 | 1.5 | 7.2 | 5 | 0.99 | 3.66 | 92 | 1.0 | 6.1 | 55.5 |
| Bv+Ah | - 25 | 2.00 | 0.18 | 9.2 | 7.5 | 10 | 1.11 | 3.36 | 100 | 0.9 | 5.5 | 50.0 |
| IlemCcv | - 55 | 0.50 | 0.02 | 25.9 | 7.7 | 70 | n.b. | 3.41 | 100 | 0.3 | 4.6 | 46.0 |
| emCvn | > 55 | n.b. | n.b. | 22.5 | 7.7 | 90 | n.b. | 3.44 | 100 | 0.1 | 4.9 | 49.0 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | | |
|----------|------------|--|------|------|------|------|------|-----|------|------|--|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T | |
| Ah1> | 0 - 3 | 1.5 | 6.7 | 11.5 | 19.7 | 26.9 | 15.1 | 7.4 | 49.4 | 30.9 | |
| Ah2> | - 10 | 2.1 | 7.1 | 10.9 | 20.1 | 26.8 | 15.5 | 7.5 | 49.8 | 30.1 | |
| Bv+Ah | - 25 | 2.4 | 8.1 | 11.7 | 22.3 | 26.7 | 14.7 | 7.2 | 48.6 | 29.1 | |
| IlemCcv | - 55 | 16.4 | 25.5 | 24.9 | 66.8 | 9.3 | 6.8 | 5.4 | 51.5 | 11.7 | |
| emCvn | > 55 | 19.3 | 29.8 | 22.3 | 71.4 | 6.4 | 7.5 | 2.8 | 16.7 | 12.0 | |

Erläuterungen in Tab. 1 und 3 sowie in Abb. 2; n.b. = nicht bestimmt

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

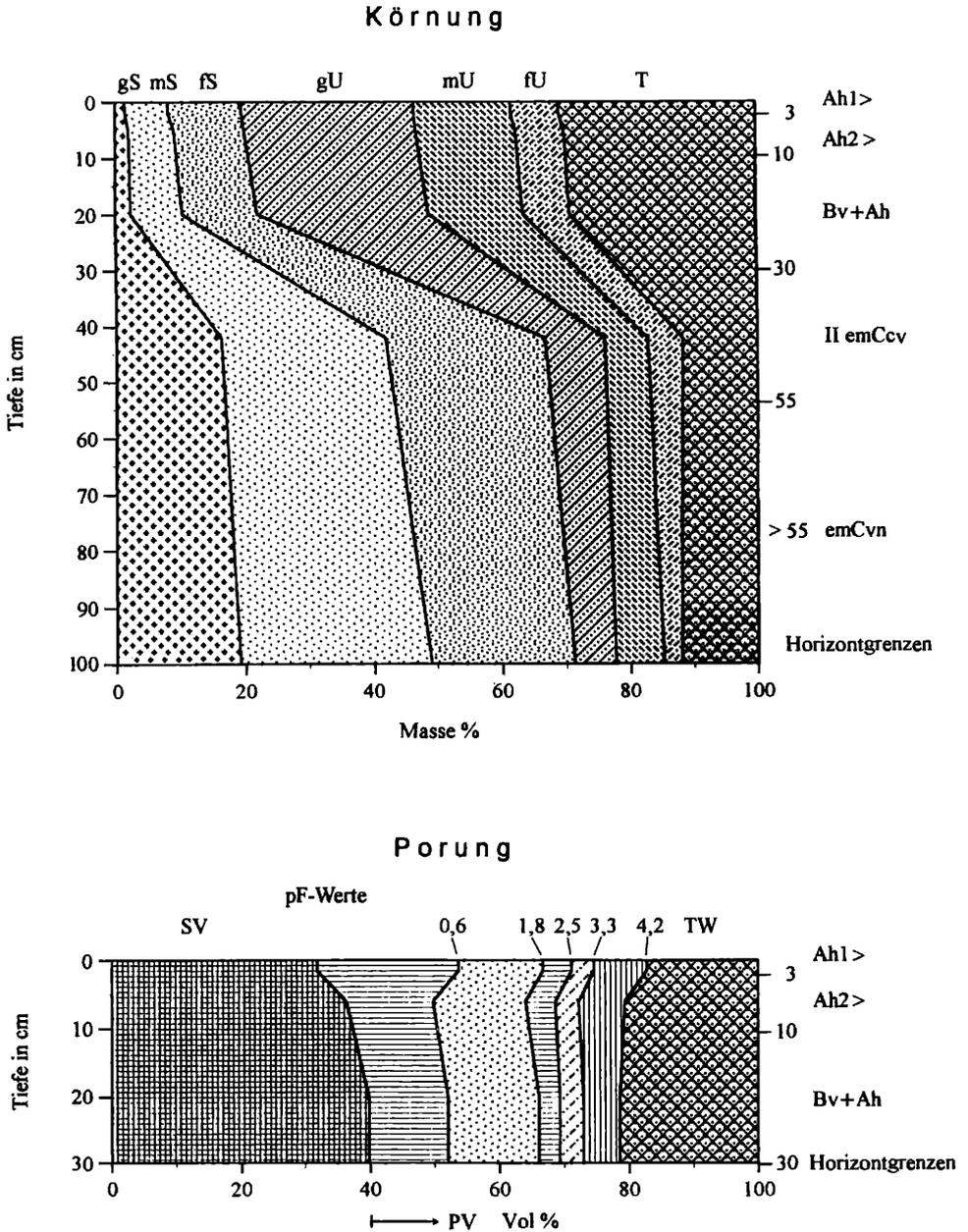


Abb.6: Braunerde-Pararendzina – "Silberbrunnen"/Bahlingen; Körnung und Porung (JAHN et al. 1994). Erläuterungen in Abb. 2.

In diesem Bereich können aber auch kleinflächig carbonathaltige Böden vom Typ der *Pararendzina* mit Ah>/Ah-C/elC-Profil vorkommen und zwar unter zwei Bedingungen:

Entweder ist dem vulkanitischen Hangschutt ein ansehnlicher Lössanteil beigemischt oder der Vulkanit enthält Klüfte mit sekundär ausgefälltem, weiß leuchtendem Calcit. Ein solches Profil befindet sich wenige Meter W des o. g. *Euranker*-Profils auf dem "Bitzenberg". Auch STAHR et al. (1989, S. 65 ff) und JAHN et al. (1994, 67-70) beschreiben ein solches Profil mit Lössbeteiligung unter Laubwald W Bahlingen (Übers. 4, Tab. 4 und Abb. 6), das sich allerdings von der *Norm-Pararendzina* schon etwas in Richtung *Norm-Braunerde* entwickelt hat.

Das lange Zeit fragliche Vorkommen von rezenten *Norm-Parabraunerden* [Ah/Al/Bt/elC(c)] aus Löss im Kaiserstuhl hat sich bei Untersuchungen des Instituts für Bodenkunde und Standortslehre der Universität Hohenheim erneut bestätigt! Deshalb zunächst einige Ausführungen zur Geschichte der *Parabraunerde* in Südbaden. (K 11 + F 6 + 7 + 8)

Parabraunerden wurden von HÄDRICH (1962) im Lösshügelland und auf dem lössbedeckten Buntsandstein-Muschelalk-Plateau der Emmendinger Vorbergzone erstmalig im südbadischen Raum kartiert, analysiert und beschrieben. Sie erschienen noch unter dem wallonischen Begriff "*Sols bruns lessivés*" und "*sols lessivés*". In der Publikation (HÄDRICH 1966) wurden diese Böden kurz "Lessivé" genannt. Sie fanden sich in dem vor allem durch den Rebbau stark veränderten Lösshügelland, wenn auch meist geköpft, nur unter den dort vorkommenden Waldresten. (K 11)

ROEDIG (1964) hatte sie dann auch im westlichen "Dinkelberg" gefunden und beschrieben.

GHANEM (1976) beschäftigte sich in seiner Dissertation näher mit ihrer Altersstellung in der Emmendinger Vorbergzone. Er kommt zu dem Ergebnis, dass sich die heute unter Wald anzutreffenden *Parabraunerden* nicht erst während der andauernden ständigen Bewaldung in den letzten 250 Jahren entwickelt haben, sondern dafür das gesamte Holozän zur Verfügung hatten. Dies gilt auch für die größte Fläche mit *Parabraunerden*, den "Vierdörferwald", auf dem westlichen Buntsandstein-Muschelkalk-Löss-Plateau und auf der "Teninger Fläche", die er zum Vergleich mituntersuchte. (K 11)

Die *Norm-Parabraunerde* auf der "Teninger Fläche" war bereits 1974 während eines Kartierpraktikums mit Studenten von HÄDRICH und STAHR festgestellt und kartiert worden. (K 21)

In der zweiten Hälfte der siebziger Jahre konnte die *Parabraunerde* von HÄDRICH anlässlich von Kartierpraktika nun auch im Kaiserstuhl, nämlich im unteren "Bergwald" auf der Gemarkung Eichstetten vielfach erbohrt und in Hohlweganschnitten beobachtet und kartiert werden (Ergebnisse unveröffentlicht). (K 11)

Bei Exkursionsvorbereitungen hat STAHR 1975 (MAUS & STAHR 1977) im Kaiserstuhl, direkt am Pass "Schelinger Höhe", an einem frischen Straßenanschnitt die *Parabraunerde* erkannt und als Klebprofil zu Lehrzwecken der Sammlung des Instituts für Bodenkunde und Waldernährungslehre einverleibt. Dieses Vorkommen ist dann allerdings etwa 1982 leider einer Straßenverbreiterung zum Opfer gefallen. (K 11)

Inzwischen war die *Parabraunerde* in der Kammregion des Kaiserstuhls, S des "Katharinenbergs", am "Summberg" und zwischen "Schönebene" und "Eichelspitze" unter Wald schon von SCHULER (1990/91) und nun auch von LINK (1999) um den Totenkopf herum kartiert worden. (K 11)

Ein solches Parabraunerde-Vorkommen in einem Buchenbestand mit Eiche in der Abteilung "Hard", etwa 1,25 km E von V.-Schelingen und 1,4 km N der Eichelspitze, hat STAHR 1999 mit Studenten mittels Gelände- und nachfolgenden Laboruntersuchungen zusammen mit KURZ (1999) bearbeitet (s. Übers. 5 und Tab. 5 und 6). (K 11)

Nach dem Erscheinungsbild und nach zahlreichen ermittelten bodenkundlichen Parametern ist es sehr wahrscheinlich, dass sich diese Parabraunerde im Postglazial aus homogenem Löss entwickelt hat. Einige Ergebnisse und Überlegungen sprechen aber auch dafür, das Profil als geschichtet anzusehen und ihm eine Polygenese zuzutrauen. So könnte es durchaus sein, dass sich der Bt-Horizont aus Risslöss oder älterem Würmlöss gebildet hat und der Oberboden (Ah+Al) erst aus später im Würm bzw. Jungwürm angewehtem Löss hervorging. Um diese Fragen zu klären, wären nach der Argumentation von KURZ weitere Analysen notwendig und auch die klimatischen Verhältnisse am Standort in die Untersuchungen einzubeziehen.

Die *Norm-Parabraunerde* kann deshalb von nun an als holozänes Maximalstadium der Entwicklung aus Löss auch für den Kaiserstuhl betrachtet werden.

Übers. 5: NORM-PARABRAUNERDE – "SCHELINGEN/HARD" – STANDORTS-
UND PROFILBESCHREIBUNG (nach KURZ 1999)

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| Ort: | Vogtsburg, 1,25 km E Ortsteil Schelingen | |
| Topographische Karte | 7812 Kenzingen R: 34 21 750 | |
| 1 25 000 | H: 53 93 750 | |
| Höhe: | 440 m ü. NN | |
| Landschaft: | Zentral-Kaiserstuhl, östlicher Hufeisenkamm" | |
| Relief: | Oberhang, 20 % NW | |
| Natürliche Vegetation: | Hainsimsen-Buchen-Wald (Luzulo-Fagetum mit <i>Quercus petraea</i>) | |
| Nutzung: | Buchen-Eichen-Wald | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | 9,9°C (Klimastation V.-Oberrotweil) | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 682 mm (Klimast. V.-Oberrotweil, ENDLICHER 1980) | |
| Gestein: | Löss | |
| <u>Profilbeschrei-</u> | | |
| <u>bung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| Of | 1 - 0 | Vermoderungshorizont mit deutl. hervotr. Feinsubst. |
| Ah | 0 - 6 | 10 YR 3/4, steinfreier IU, carbonatfrei, Subpol. bis Krümelgef., Ld 1, schw. durchw., abr./well. Grenze n. |
| Al.(Bv) | - 25 | 10 YR 6/6, steinfreier IU, carbonatfrei, Subpol.-Gef., Ld 1-2, st. durchw., deutl./irr. Grenze nach |
| Bt | - 70 | 7,5 YR 5/6, steinfreier tL, carbonatfrei, Subpol.-Polyeder-Gef., Ld 2, mittel durchw., Tonbeläge, deutl./ebene Grenze nach |
| elCc | 135 | 2.5 Y 6/4, steinfreier U, sehr carbonatreich, Carbonat-Pseudomyzel, Kohärentgefüge, Ld 3, nicht durchw. |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Norm-Parabraunerde; FAO: Haplic or Chromic Luvisol | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr., mäßig frisch, gut durchlüftet | |
| | Nährstoffversorgung: N, K, P, Ca, Mg, Fe u. Mn gut | |
| | Nährstoffreserven: Ca, Mg s. hoch, N, P, K, Fe u. Mn mittel | |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Tab.5 Norm-Parabraunerde – "Schelingen/Hard", ausgewählte Parameter (nach KURZ 1999).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ah | 0 - 6 | 2.1 | 0.12 | 0 | 3.7 | 0 | 1.1 | 57 | 11 | 2.8 | 7.2 | 18 |
| Al.(Bv) | - 25 | 0.9 | 0.06 | 0 | 3.7 | 0 | 1.3 | 53 | 2 | 2.2 | 6.5 | 18 |
| Bt | - 70 | 0.3 | 0.04 | 0.02 | 4.4 | 0 | 1.4 | 144 | 53 | 1.9 | 14.9 | 35 |
| e/Cc | > 70 | 0 | 0.03 | 38.9 | 7.3 | 0.01 | 1.4 | 199 | 100 | 0.36 | 4.4 | 19 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | | |
|----------|------------|--|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|--|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T | |
| Ah | 0 - 6 | 0.05 | 0.17 | 2.99 | 3.21 | 50.92 | 23.02 | 6.84 | 80.78 | 15.78 | |
| Al.(Bv) | - 25 | 0.22 | 0.23 | 3.28 | 3.73 | 50.82 | 23.82 | 6.76 | 81.40 | 15.86 | |
| Bt | - 70 | 0.02 | 0.10 | 2.58 | 2.70 | 41.64 | 19.82 | 6.23 | 67.69 | 30.05 | |
| e/Cc | > 70 | 0.02 | 0.03 | 3.73 | 3.78 | 57.00 | 20.33 | 5.30 | 82.63 | 13.48 | |

Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2

Tab.6 Norm-Parabraunerde – "Schelingen/Hard" – Porung in % vom Gesamtbodenvolumen (nach KURZ 1999).

| Horizonte | weite Groporen [pF <1,8–SV] | enge Groporen [pF 1,8-2,5] | Mittelporen [pF 2,5-4,2] | Feinporen [pF > 4,2] | Gesamt- poren- volumen % (SV) | Lagerungs- dichte [g • cm ⁻³] |
|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|---|
| Ah | 18.8 | 6.4 | 23.4 | 10.0 | 58.5 | 1.10 |
| Al.(Bv) | 14.0 | 8.2 | 18.1 | 11.3 | 51.6 | 1.30 |
| Bt | 9.7 | 3.6 | 12.0 | 21.7 | 47.0 | 1.44 |
| elCc | 7.9 | 13.7 | 17.2 | 8.8 | 47.5 | 1.42 |

Erläuterungen: Weites Grob-PV: Wassergehalt bei pF 1,8 – SV; weitere Erl. in Abb. 2

2.3.2 Badberggruppe

Eine Besonderheit von hohem wissenschaftlichem Interesse stellt die zentrale, lössarme bis lössfreie, nahezu waldfreie, teilweise von Halbtrocken- und Trockenrasen überzogene Badberggruppe ("Badberg" und "Haselschacher Buck") dar, die aus Karbonatit aufgebaut ist, einem seltenen, über 90 % Carbonat enthaltenden Vulkanit (WIMMENAUER 1989). Hier hat sich unter Trockenrasen oder Flaumeichengebüsch ein extrem flachgründiger, humusreicher Boden mit Ah>/cmC-Profil entwickelt, eine *Rendzina*, die wegen ihrer extrem trockenen Verhältnisse auch schon "*Xerorendzina*" genannt wurde. Der ohne Lössbeteiligung oft nur 10–15 cm mächtige Ah>-Horizont besitzt eine Wasserspeicherleistung von nur 20–40 mm. (K 2 + F 2)

Eine weitere Besonderheit von außerordentlicher Bedeutung für Südwestdeutschland findet sich auf der Nordabdachung des "Badberges" und Nordwestabdachung des "Haselschacher Bucks". Hier haben die Mitarbeiter vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg in Freiburg, B. LINK, F. ZWÖLFER u.a in Mittelhanglage auf umgelagertem Löss über Karbonatitschutt und Karbonatit mittel bis mäßig tief entwickelte und örtlich kalkhaltige *Norm-Tschernoseme* mit der Horizontfolge eAxh>/Axh+ICc/cmCc gefunden (LINK 1999). (F 4)

Während eines von K. STAHR geleiteten Praktikums wurden aus dem Profil eines vermuteten *Norm-Tschernosems* in Mittelhanglage an der NW-Abdachung des "Haselschacher Bucks" Bodenproben entnommen. Das Profil wurde im Rahmen einer Seminararbeit mittels Gelände- und nachfolgenden Laboruntersuchungen von SCHNECKENBERGER (1999) bearbeitet und beschrieben (s. Übers. 6 und Tab. 7 und 8).

"Die profilprägenden bodenbildenden Prozesse in dem durch unterschiedliche Lössbeimengungen geschichteten Profil aus Karbonatitschutt sind Humusakkumulation (Bioturbation, d. Autoren) und Entkalkung", schreibt SCHNECKENBERGER.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Übers. 6: NORM-TSCHERNOSEM – "HASELSCHACHER BUCK" – STANDORTS-
UND PROFILBESCHREIBUNG (nach SCHNECKENBERGER 1999)

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Ort: | ca. 680 m NE Vogtsburg, | |
| Topographische Karte | 7912 Freiburg-NW | R: 34 02 625 |
| 1 25 000 | | H: 53 29 550 |
| Höhe: | 455 m ü. NN | |
| Landschaft: | Zentral-Kaiserstuhl, nahe "Hufeisenkamm" | |
| Relief: | Mittelhang, 30 % NW | |
| Natürliche Vegetation: | Halbtrockenrasen (Mesobrometum) | |
| Nutzung: | Extensives Grasland, Naturschutzgebiet | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | 9,5°C (Klimastation V.-Oberrotweil) | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 682 mm (Klimast. V.-Oberrotweil, ENDLICHER 1980) | |
| Gestein: | Karbonatitschutt mit Löss | |
| Profilbeschreibung: | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| Axh1> | 0 -16 | 10YR2/3, s. schw. stein. IU, s. schw. carbonathaltig, Feinkrümel-Gef., Ld 1, extrem. stark durchw., dtl./ebene Grenze nach |
| Axh2> | - 31 | 10 YR 3/4, schw. stein. uL, s. schw. carbonathaltig, Krümelgef., Ld 1, s. st. durchw., abrupte, nicht durchgehende. Grenze nach |
| Axh3> | - 52 | 10 YR 3/4, mittel stein. utL, carbonathalt., Krümel-Gef., Ld 1-2, s. st. durchw., deutl./well. Grenze nach |
| Ah-eIC | - 72 | 7,5 YR 4/3, mittel stein. tL, carbonatreich, Subpol.-Gef., Ld 1-2, mittel durchw., abr./well. Grenze nach |
| eICcv | >82 | 2.5 YR 3/5, st. stein. sL, sehr carbonatreich, Carbonat-Pseudomyzel, Kohärentgefüge, Ld 2-3, schwach durchwurzelt |
| Bodensubtyp: | Norm-Tschernosem; FAO: Calcaric Phaeozem | |
| Humusform | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr., geringe nFk, sehr gut durchlüftet | |
| | Nährstoffversorgung: N, P, Ca und Mg gut bis sehr gut, Fe u. Mn mäßig; K schlecht | |
| | Nährstoffreserven: Ca, Mg u. K s. hoch; N, P, Fe u. Mn mittel bis gut | |

Tab.7 Norm-Tschernosem – "Haselschacher Buck"/Vogtsburg, ausgewählte Parameter (nach SCHNECKENBERGER 1999).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Axh1 | 0-16 | 6.0 | 0.55 | 0.8 | 6.4 | <1 | 0.79 | 457 | 76 | 4.3 | 33 | 59 |
| Axh2 | - 31 | 3.8 | 0.38 | 1.1 | 6.7 | 5 | 0.90 | 452 | 81 | 4.1 | 34 | 59 |
| Axh3 | - 52 | 2.1 | 0.23 | 2.0 | 7.1 | 20 | 0.99 | 439 | 89 | 3.8 | 29 | 59 |
| Ah-e/C | - 72 | 0.2 | 0.10 | 26.4 | 7.4 | 25 | 1.18 | 406 | 100 | 3.0 | 18 | 52 |
| e/Cev | > 82 | n.b. | 0.04 | 35.7 | 7.4 | 50 | n.b. | 4.16 | 100 | 2.6 | 16 | 60 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | | |
|----------|------------|--|-----|------|------|------|------|-----|------|------|--|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T | |
| Axh1 | 0-16 | 0.5 | 1.2 | 6.6 | 8.3 | 26.4 | 17.4 | 8.1 | 51.9 | 41.0 | |
| Axh2 | - 31 | 0.5 | 1.3 | 7.1 | 8.9 | 25.7 | 15.6 | 7.9 | 49.2 | 42.0 | |
| Axh3 | - 52 | 2.3 | 2.4 | 7.4 | 12.1 | 26.7 | 16.1 | 7.3 | 50.1 | 38.6 | |
| Ah-e/C | - 72 | 4.2 | 3.9 | 10.8 | 18.9 | 29.2 | 15.5 | 8.2 | 52.9 | 28.3 | |
| e/Cev | > 82 | 3.2 | 8.1 | 21.8 | 33.1 | 29.4 | 16.3 | 7.5 | 53.2 | 17.0 | |

Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2; n. b. = nicht bestimmt

Tab.8 Norm-Tschernosem – "Haselschacher Buck" – Porung in % vom Gesamtbodenvolumen (Schneckenberger 1999).

| Horizonte | weite Groporen [pF < 1,8–SV] | enge Groporen [pF 1,8-2,5] | Mittelporen [pF 2,5-4,2] | Feinporen [pF > 4,2] | Gesamt- poren- volumen % (SV) | Lagerungs- dichte [g • cm ⁻³] |
|-----------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|---|
| Axh1 | 24.7 | 7.3 | 1.6 | 36.1 | 69.7 | 0.79 |
| Axh2 | 26.0 | 5.3 | 8.8 | 26.2 | 66.3 | 0.90 |
| Axh3 | 27.1 | 5.8 | 4.5 | 26.6 | 63.9 | 0.99 |
| Ah-elC | 24.5 | 6.8 | 4.7 | 21.4 | 57.4 | 1.18 |
| elCcv | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 1.50*) |

Erläuterungen: Weites Grob-PV = Wassergehalt bei pF 1,8 – SV; n.b.: nicht bestimmt;

*) Bestimmung im Gelände; weitere Erl. in Abb. 2

Hierdurch wurden die früher andernorts im Kaiserstuhl getroffenen Geländebeobachtungen von GANSEN et al. (1957) bezüglich des Vorkommens von "steppenartigen oder schwarzerdeartigen Böden", deren Bezeichnung damals zahlreiche Kritiker fanden, mehr als bestätigt.

Hangabwärts, im Übergangsbereich zum Lössgürtel, sind aus Löss über Magmatit *Norm-Pararendzinen* [eAh>,Ap/elC(c)] entwickelt; z.T. wurden sie rigolt → *Rigosol* [R-Ap/elC(c)]. In Hangmulden kommen auch *Kolluvisole* vor.

Noch weiter hangabwärts wurden, wie so oft im Lössgürtel, im Zuge der Rebflurbereinigung Großterrassen angelegt, die vor allem an den Böschungen *Norm-Pararendzinen* (eAh>/elC), auf den jungen Flächen eher *Lockersyroseme* (eAi/jelC) tragen (s. Kap. 2.3.3).

2.3.3 Der Lössgürtel

Die weiteste Verbreitung und höchste wirtschaftliche Bedeutung haben im Kaiserstuhl die Böden aus Löss, die vor allem die intensivst weinbaulich genutzten unteren und mittleren Lagen einnehmen. Der Löss, jenes carbonat- und schluffreiche, in Kaltphasen des Pleistozäns aus der Oberrheinebene und den benachbarten Mittelgebirgen ausgeblasene Windsediment überzieht die älteren Gesteine – tertiäre Vulkanite, Magmatite und im Ostkaiserstuhl auch Jurakalke und Tertiärmergel – in einer bis 35 m mächtigen Decke (HÄDRICH 1985). Die aus HÄDRICH (1975, S. 104) berechneten mittleren Gesamtcarbonatgehalte (n=301) belaufen sich für den Kaiserstuhl und die Lahr-Emmendinger Vorbergzone auf 35,7 %. Für die Löss des 35 m mächtigen Aufschlusses Riegel, Profil 1 (STAHR et al. 1989, S. 71; früher A2+A3) wurde bei einem Gesamtcarbonatgehalt von 35,4 % ein mittlerer (n=124) Grobschluffgehalt des humusfreien, kalkhaltigen Materials von 55,5 % berechnet (TK 1:25000, 7812, R: 3407280, H: 5335000, 225 m ü. NN).

Vor allem wegen seiner günstigen physikalischen Eigenschaften (s.u.) dient der Löss oft ohne nennenswerte pedogene Veränderung als Standort von Reben, Obst und Gemüse.

Wegen der intensiven, sich seit fränkischer Zeit in Abständen wiederholenden Terrassierungen – in den letzten Jahrzehnten im Zeichen der Rebflurbereinigung – wurden die Böden auf Löss in ihrer Entwicklung wiederholt gestört und meist völlig beseitigt.

So finden sich nur an älteren Terrassenböschungen und im Übergangsbereich in den nach oben anschließenden Laubwaldungen voll ausgebildete eAh>/Ah-elC/elC-Böden mit etwa 25–40 cm Entwicklungstiefe. Sie werden wiederum als *Norm-Pararendzina* bezeichnet. Höchst selten sind solche mit (A/Bt/C-Profil entwickelt, von denen man bei Kartierungen dann nicht weiß, ob die Bt-Horizonte nicht vielleicht reliktsch sind, also in einer pleistozänen Warmzeit entstanden. Dies hat, außer in klimatischen, in der Geschichte der Bodennutzung begründete Ursachen (HÄDRICH 1966). Wir sind, wie schon betont, der Auffassung, dass weiter entwickelte holozäne Böden im Lössgürtel weitgehend abgetragen wurden. (K 10 + F 12)

Charakteristisch für die Löss-*Pararendzina* ist der carbonathaltige, intensiv durchwurzelte, lehmig-schluffige eAh>-Horizont mit Krümelgefüge, der ganz allmählich (Ah-elC) in den Rohlöss (elC) übergeht. Ein typisches Profilbeispiel findet sich einige Meter E des in Kap. 2.3.1 erwähnten *Eurankers* auf dem "Bitzenberg". Ein vergleichbares Profil aus der Emmendinger Vorbergzone wird in Kap. 2.6.3.1 näher charakterisiert (Übers. 9 und Tab. 13 der *Norm-Pararendzina* "Hasenbank").

An verschiedenen warm-trockenen Stellen im West-, Zentral- und Süd-Kaiserstuhl trifft man auf *Pararendzinen* mit einem mächtigen eA_{xh}>-Horizont, dessen morphologische Ausprägung, physikalische und chemische Eigenschaften sehr an echte Steppenböden vom Typ des *Tschernosem* erinnern (vgl. Kap. 2.3.2). Solche Böden können neuerdings *Norm-Tschernoseme* genannt werden, sofern die A-Horizonte >40 cm mächtig sind, obwohl eine kolluviale Überprägung nicht ganz auszuschließen ist. Ein solches Profil wird am Westhang des "Büchsenberges", nahe am oben behandelten *Braunerde-Peloso* vorgestellt (Übers. 7, Tab. 9 und Abb. 7).

Die größten Flächenanteile im Lössgürtel (Terrassenflächen) werden von Entwicklungsvorstufen der *Pararendzina* eingenommen. Ausgehend von einem *Norm-Lockersyrosem* (Rohboden aus Lockergestein) mit eA_i/elC-Profil, der also noch keinen sichtbaren eAh>-Horizont besitzt, lässt sich das Übergangsstadium *Lockersyrosem-Pararendzina* (eA_{ih}>/elC) unterscheiden. Große Flächenanteile nehmen auch *Rigosome* [R-Ap/elC(c)] ein, in Sonderheit dort, wo seit Anfang der siebziger Jahre Großterrassen angelegt wurden. (K 10 + F 12 + 13)

Kompliziert wird die Bodengesellschaft in dieser Zone dort, wo durch Terrassierung Horizonte von fossilen, in die Lösspakete eingeschlossenen Interglazialböden angeschnitten wurden; durch die maschinellen Umschiebungen im Rahmen der Rebflurbereinigung kam es auf den Terrassenflächen häufig zu einer Materialvermischung; der dann meist geringe Anteil fossilen Bodenmaterials beeinflusst die jeweiligen Bodeneigenschaften aber nur graduell und lokal, weswegen sich systematisch nichts und praktisch wenig ändert.

Übers. 7: NORM-TSCHERNOSEM – "BÜCHSENBERG"/ W V.– ACHKARREN – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (JAHN et al. 1994)

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| Ort: | Vogtsburg, 1,7 km S Ortsteil Niederrotweil | |
| Topographische Karte | 7911 Breisach R: 33 96 275 | |
| 1 25 000 | H: 53 26 640 | |
| Höhe: | 215 m ü. NN | |
| Landschaft: | Kaiserstuhl/ "Büchsenberg" | |
| Relief: | Unterhang, 65 % W | |
| Natürliche Vegetation: | Flaumeichen-Feldulmen-Wald (Lithospermo-Quercetum) | |
| Nutzung: | Keine (Naturschutzgebiet) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 650 mm | |
| Gestein: | Würmlöss (mit kolluvialer Decke ?) (Schluffmergel) | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| L | 1 - 0 | Frische Laubstreu |
| eA _{xh1} > | 0 - 17 | 7.5 YR 2/2, schw. stein.*) tU, carbonatreich, Krümelgef., Ld 1, s. st. durchw., deutl./ebene Grenze nach |
| eA _{xh2} > | - 40 | 10 YR 2/3, schw. stein.*) tU, carbonatreich, Krümelgef., Ld 1, s. st. durchw., undeutl./ebene Grenze nach |
| eA _{xh-C} | - 90 | 10 YR 4/3, schw. stein.*) tU, s. carbonatreich, Krümel- bis Bröckelgef., Ld 1, mittel durchw., Weinbergschnecken-Gehäuse bei 50 cm, undeutl./wellige Grenze nach |
| eIC _{cv} | - 135 | 2.5 Y 6/3, steinfreier l' U, s. carbonatreich, Carb.-Pseudomyzel, Bröckel- bis Kohärentgef., Ld 2, s. schw. durchw., diff./ebene Grenze nach |
| eIC _{cn} | > 135 | 2.5 Y 6/3, steinfreier fsU, s. carbonatreich, Carb.-Pseudomyzel, Kohärentgef., Ld 3, s. schw. durchw. *) Schneckengehäuse, bes. im eA _{xh1} > und eA _{xh-C} |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Norm-Tschernosem; FAO: Calcaric Phaeozem | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr., mäßig frisch, gut durchlüftet | |
| | Nährstoffversorgung: N, Ca, Mg s. gut; K, P, Fe u. Mn befriedigend bis ausreichend | |
| | Nährstoffreserven: Ca, Mg, P u. N s. hoch; K mittel | |

Tab.9 Norm-Tschernosem – "Büchsenberg"/westlich V.-Achkarren, ausgewählte Parameter (JAHN et al. 1994).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{CaCl2} | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| eAxh1> | 0 - 17 | 4.67 | 0.41 | 17.4 | 7.1 | 2 | 0.79 | 457 | 100 | 0.7 | 4.2 | 29.9 |
| eAxh2> | - 40 | 2.42 | 0.25 | 23.6 | 7.3 | 11 | 0.97 | 262 | 100 | 0.8 | 4.0 | 27.8 |
| eAxh-C | - 90 | 0.98 | 0.09 | 32.3 | 7.5 | 13 | 1.12 | 151 | 100 | 0.3 | 3.5 | 21.7 |
| eICcv | - 135 | 0.38 | 0.05 | 42.8 | 7.7 | < 0.1 | 1.23 | 102 | 100 | 0.3 | 3.0 | 16.2 |
| eICcn | > 135 | 0.25 | 0.04 | 42.0 | 7.8 | < 0.1 | 1.32 | 81 | 100 | 0.5 | 2.9 | 16.9 |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humusfreien Feinerde) | | | | | | | | | |
|----------|------------|--|-----|------|------|------|------|-----|------|------|--|
| | | gS | mS | fS | ΣS | gU | mU | fU | ΣU | T | |
| eAxh1> | 0 - 17 | 0.8 | 3.4 | 15.1 | 19.3 | 38.9 | 18.6 | 4.0 | 61.5 | 19.2 | |
| eAxh2> | - 40 | 1.5 | 2.9 | 13.7 | 18.1 | 42.1 | 15.4 | 4.0 | 61.5 | 20.4 | |
| eAxh-C | - 90 | 1.2 | 2.0 | 12.7 | 15.9 | 49.9 | 11.9 | 4.0 | 65.8 | 18.3 | |
| eICcv | 135 | 0.3 | 6.4 | 14.3 | 21.0 | 49.6 | 14.9 | 3.7 | 68.2 | 10.8 | |
| eICcn | > 135 | 1.0 | 7.7 | 8.3 | 17.0 | 55.3 | 17.3 | 2.9 | 75.5 | 7.5 | |

Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

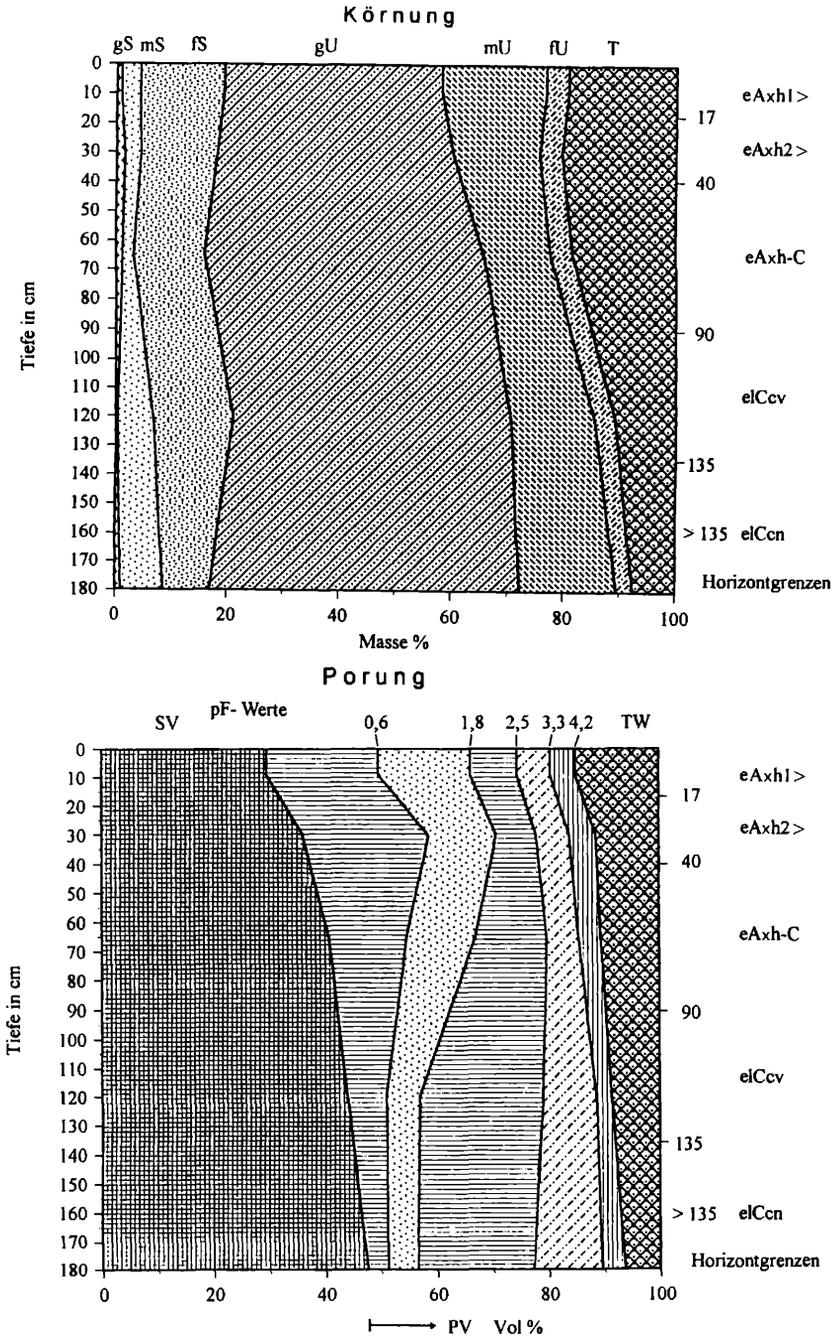


Abb.7: Norm-Tschernosem – "Büchsenberg"/W V.-Achkarren; Körnung und Porung (JAHN et al. 1994). Erläuterungen siehe Abb. 2.

Die sprichwörtliche Fruchtbarkeit der Böden aus Löss entspringt nicht einem hohen Nährstoffgehalt, denn der Löss ist ein an Silizium reiches Gestein (ca. 50 % freier Quarz, außerdem Si in silikatischer Bindung). Es besteht ein nur geringer Kalium- und Phosphorvorrat in den Primärmineralen. Außerdem ist die Rate an deren chemischer Verwitterung durch die Anwesenheit von Carbonat äußerst niedrig, so dass der geringe Vorrat zudem nicht genügend aufgeschlossen und damit pflanzenverfügbar wird. Im übrigen sind durch das Überangebot an Ca und Mg aus den Carbonaten die Nährstoffverhältnisse unausgeglichen.

Die Fruchtbarkeit bezieht sich vielmehr auf die Klimagunst des Lössgürtels (warm und nur mäßig feucht), auf die leichte Terrassierbarkeit, Bearbeitbarkeit, Lockerheit, Durchwurzelbarkeit, gute Durchlüftung und hohe Wasserspeicherleistung des Löss und seiner Böden, die auch Trockenzeiten leicht zu überbrücken hilft.

Die Fruchtbarkeit kann durch Düngung erhöht werden, wobei vor allem die Nährelemente N, P und K zugeführt werden müssen. Die Wasserspeicherleistung bis 1 m Profiltiefe liegt bei über 200 mm (!).

2.3.3.1 Löss und ihre Paläoböden

Die über dem Niveau der Niederungen der Rheinniederterrasse bzw. der Freiburger Bucht über Tage bis zu 35 m mächtigen und weit überwiegend äolischen Lössen Südbadens bergen eine Anzahl fossiler Böden oder Bodenreste. Sie sind manchmal in den selten gewordenen Hohlwegeinschnitten, alten Lehmgruben oder Steinbrüchen zu erkennen. Wenige, nicht detailliert untersuchte Vorkommen wurden auch erst durch eine Bohrung erschlossen, wo am Rande der Freiburger Bucht auch Mächtigkeiten von über 100 m berichtet werden (SCHREINER 1977). Von den uns bekannten, sieben wichtigsten Vorkommen – Riegel, Niederemmendingen, Bötzingen, Mengen, Heitersheim, Buggingen und Hügelheim – wurden in Riegel, Niederemmendingen und Buggingen insgesamt acht verschiedene Lössen und ebenfalls je acht zugehörige Paläoböden festgestellt (HÄDRICH 1975, 1980, 1985, 1987; HÄDRICH et al. 1982 und 1997 sowie STAHR et al. 1989 und weiterführende Literatur dort).

Die **Lössen** (Tab. 10) sind bis auf wenige Ausnahmen stark carbonat- und grobschluffhaltig, hell gefärbt (niedrige Fe_d -Werte) unverwittert und von sehr unterschiedlicher Mächtigkeit (zwischen 0,34 und 14,60 m). Sie lagern entweder auf bisher noch nicht eindeutig datierten sog. "Älteren Schwarzwaldschottern" (Vorbergzone des Markgräflerlandes) oder auf tertiären Mergeln sowie mesozoischen Kalksteinen (Kaiserstuhl, Emmendinger Vorbergzone). Die verschiedene Mächtigkeit der Lössen resultiert wohl aus unterschiedlichen Ablagerungs- und/oder Erhaltungsbedingungen. Wir schließen dies auch aus gelegentlich zu beobachtenden Substratschichtungen, die auf Materialverlagerungen hinweisen.

In Tab. 10 werden einige wenige Analysendaten von Lössen für das Summenprofil von Riegel a. K. (TK 1:25000, 7812, R: 3407280, H: 5335000, 225 m ü. NN) vorgestellt.

Tab.10 Ausgewählte Analysendaten der Lössе aus dem Profil 1 (A2 + A3) von Riegel in Masse-% bzw. g/kg der Feinerde nach HÄDRICH (1985) (Mittelwerte)

| Löss | Tiefe(m) | n | Carbonat | Dolomit | Grobschl. | Ton | Fe _d [g/kg] | Fe _t [g/kg] |
|-------|-------------|----|----------|---------|-----------|------|------------------------|------------------------|
| 8(5)* | 0.60-15.40 | 79 | 35.0 | 12.6 | 57.7 | 7.3 | 4.43 | 16.1 |
| 7(4b) | 16.32-19.86 | 19 | 35.9 | 11.2 | 59.6 | 8.5 | 6.13 | 16.6 |
| 6(4a) | 19.86-21.86 | 10 | 36.5 | 10.2 | 49.7 | 11.1 | 8.31 | 19.8 |
| 5** | 23.03-23.37 | 2 | 10.5 | n.b. | 35.9 | 27.4 | 10.43 | 28.4 |
| 4(3) | 24.24-25.60 | 6 | 32.8 | 5.1 | 47.2 | 14.2 | 7.75 | 19.5 |
| 3** | 26.73-27.45 | 4 | 18.1 | n.b. | 38.2 | 23.0 | 9.13 | 27.0 |
| 2(2) | 29.26-31.15 | 11 | 36.0 | 6.5 | 44.5 | 14.1 | 6.61 | 18.1 |
| 1(1) | 32.96-34.86 | 6 | 39.9 | 4.3 | 53.4 | 9.0 | 5.36 | 15.5 |

* in Klammern die Zählung von HÄDRICH (1985)

** lössähnliche Lagen aus den Pedokomplexen PC1 (unten) und PC2 (oben) nach STAHR et al. (1989); n.b.: nicht bestimmt

Übergangszonen von Paläoböden zu hangenden oder liegenden Lössen blieben unberücksichtigt.

Die **Paläoböden** (Tab. 11) sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen, mehr oder weniger gut erhaltende Bt-Horizonte von warmzeitlichen (interglazialen) *Parabraunerden*, die in den steilwandigen Aufschlüssen als rötlich-braune Bänder zu erkennen sind. Hier liegen sie meist direkt über Lösskindl-Horizonten (femCkc) als Ausdruck der ursprünglich völligen Entkalkung; heute freilich zeigen sie sich allesamt aus den hangenden Lössen recarbonatisiert (1–10 %). Mit Ausnahme zweier solcher Böden in Heitersheim, zweier in Hügelsheim (ZOLLINGER 1985) und einem in Buggingen (BRONGER 1966, HÄDRICH & LAMPARSKI 1984 und HÄDRICH 1985), deren humose Straten selbständige frühglaziale Humuszonen darstellen, sind die A-Horizonte und auch entsprechende Humuszonen in den anderen Aufschlüssen regelmäßig abgetragen, ein Hinweis auf die jeweilige starke frühglaziale Morphodynamik bei kühler (und feuchter) werdendem Klima. Die jeweiligen Bodenumlagerungen haben oft nicht nur die Ah- und Al-Horizonte, sondern auch große Teile der Bt-Horizonte ergriffen, wie es in den stark reliefierten Aufschlüssen von Bötzingen (KHODARY-EISSA 1968) und Riegel a. K. (HÄDRICH 1985) besonders deutlich wird. Beispielsweise besitzt der oberste (eemzeitliche) Paläoboden in Riegel ein Fallen von 30-35° in (heutiger) Hangrichtung.

Tab.11 Ausgewählte Analysendaten der Paläoböden (fBt-Horizonte) aus dem Profil 1 (A2 + A3) von Riegel in Masse-% bzw. g/kg der Feinerde nach HÄDRICH (1985) (Mittelwerte).

| Boden | Tiefe(m) | n | Carbonat | Grobschluff | Ton | Fe _d [g/kg] | Fe _t [g/kg] |
|-------|-------------|---|----------|-------------|------|------------------------|------------------------|
| 8(5)* | 14.60-16.32 | 6 | 2.7 | 43.3 | 28.2 | 14.60 | 31.0 |
| 7 | (Hiatus) | | | | | | |
| 6(4) | 22.62-23.03 | 2 | 5.4 | 34.6 | 29.3 | 10.59 | 30.3 |
| 5(4) | 23.37-24.05 | 3 | 6.4 | 34.8 | 32.3 | 13.48 | 33.1 |
| 4(3) | 26.17-26.73 | 3 | 6.4 | 35.8 | 27.9 | 10.55 | 31.1 |
| 3(3) | 27.45-28.96 | 8 | 4.9 | 33.3 | 30.1 | 11.97 | 30.9 |
| 2(2) | 31.71-32.84 | 6 | 3.9 | 31.0 | 36.0 | 11.42 | 31.5 |
| 1(1) | 35.06-35.10 | 1 | 3.1 | 25.7 | 42.2 | 25.50 | 48.0** |

* in Klammern die Zählung von HÄDRICH (1985)
** dieser Fe_t-Wert entstammt einer Neubestimmung (STAHR et al. 1989)
Boden 1 entwickelte sich aus eisenreichem Jurakalkstein mit Lösskomponente.

2.3.4 Täler und Talungen des Kaiserstuhls

In den häufig wasserarmen bis wasserlosen, oft zentrifugal angelegten Muldentälern und Hangmulden des Kaiserstuhls kamen Lösskolluvien und Schwemmlösse zur Ablagerung. Dies geschah vor allem in Zeiten starker anthropogener Eingriffe mit Vegetationszerstörung und Bodenabtrag. Seltener wird hier Weinbau, meist jedoch Acker- und Obstbau betrieben.

Es herrschen Böden vor, die durch sukzessive Akkumulation von Oberbodenmaterial, bei stärkerer Abtragung auch Lössmaterial, aus Hangpositionen durch abfließendes Wasser und/ oder anthropogene Umlagerung entstanden sind; man nennt sie *Kolluvisole* (vgl. Kap. 2.2.2.1), sie gehören zur Klasse der *Kultosole (terrestrische anthropogene Böden)*. Vom Typ der *Kolluvisole* werden insgesamt vier Subtypen unterschieden, wovon die folgenden drei im Kaiserstuhl vorkommen:

- Der *Norm-Kolluvisol* mit Ah,Ap/M/II...-Profil, wobei das M für fortlaufend sedimentiertes holozänes, meist humoses Solummaterial steht (M von lat. migrare = wandern); es sind Böden, bei denen A+M-Horizont größer als 40 cm sein müssen und die nicht von Grund- oder Stauwasser beeinflusst sind, aber natürliche Bodenbildungen überlagern können. Diese Böden kommen an Hängen bzw. Terrassen, in Hangmulden und in konkaven Hangabschnitten, in der Nachbarschaft von *Norm-Pararendzinen* und *Rigosolen* vor.

(K 12 + 14 + F 17)

- Der *Pseudogley-Kolluvisol* mit Ah,Ap/M/(Sw-M)M-Sw/II(Sw/Sd)-Profil, wobei die Obergrenze des M-Sw im Bereich 40-80 cm unter Flur liegen und der A-Horizont einschließlich aller M-Horizonte >40 cm mächtig sein müssen. Die Pseudovergleyung kann auf das ehemals die Oberfläche bildende Pseudogleyprofil beschränkt sein; es kann aber die

Pseudovergleyung auch nach dem Auftrag des Kolluviums von unten her in dieses eingedrungen sein.

Das Vorkommen erstreckt sich auf Sohlenbereiche und Schwemmfächer ostexponierter Muldentäler, z.B. bei Bötzingen und Eichstetten. Sie sind oft vergesellschaftet mit kalkhaltigen *Gley-Kolluvisolen*. (K 13 + F 18)

- Der *Gley-Kolluvisol* mit Ap,Ah/M(Go-M)/(M-Go)/IIGo/Gr- Profil, wobei die Mächtigkeit des Ap bzw. Ah und aller M-Horizonte >40 cm sein und die Obergrenze des Go 40–80 cm unter Flur liegen muss. Für die Vergleyung gilt sinngemäß das gleiche wie für die Pseudovergleyung (s.o.).

Diese Böden kommen sehr verbreitet in den Muldentälern des Kaiserstuhls vor aber auch an Hangschleppen im Übergang zu stärker grundwasserbeeinflussten Böden der Ebene wie der westlichen Freiburger Bucht, wo dann z.B. *Norm-Vegen*, *Auengleye* und *Niedermoorgleye* anschließen. Sie sind meist vergesellschaftet mit *Pseudogley-Kolluvisol*, *Norm-Kolluvisol* und *Kalkhaltigen Norm-Gleyen*. (K 15 + F 22)

Alle diese Böden sind zumindest im Ah,Ap/M-Bereich humos und durchweg carbonathaltig. Sie sind i.d.R. verlagerungsbedingt verdichtet, ihre Gründigkeit (potentieller Wurzel tiefgang) ist dann physiologisch eingeschränkt, und sie bedürfen einer tieferen Lockerung. Sind im Unterboden Sw- oder G-Horizonte vorhanden, mangelt es tiefer wurzelnden Kulturpflanzen saisonweise oder gar ganzjährig an Sauerstoff. Hier können Lockerungen, Drainage, das Einbringen von Kunststoffen oder gar Geländeauffüllungen (des öfteren geschehen) abhelfen. Das Wasserangebot der Talböden ist im allgemeinen größer als das der Hangböden.

Weitere detaillierte Informationen über den Nordost-Kaiserstuhl (Raum V.-Schelingen-Endingen-Riegel-Bahlingen und den Südost-Kaiserstuhl (Raum Vogtsburg-Eichstetten-Bötzingen-Wasenweiler) bieten die zitierten Bodenkarten (SCHULER 1990/91 und LINK 1999).

2.4 Freiburger Bucht

Die Freiburger Bucht ist ein in die Vorbergzone gegen den Schwarzwald hin eingreifender, nahezu allseits vom Berg- und Hügelland umschlossener Teil der Oberrheinebene. Sie stellt einen riesigen Schwemmfächer dar, der sich von E, etwa vom Schwabentor in Freiburg, am Westausgang des Zartener Beckens, von etwa 290 m ü. NN nach W und NW bis auf 180 m ü. NN absenkt.

Die Freiburger Bucht war zumindest schon im Pleistozän das Sammelbecken für die Schuttfracht der aus dem Schwarzwald kommenden Bäche und Flüsse. Die bodenbildenden Gesteine der Bucht sind deshalb fast ausschließlich Lockergesteine fluvialen aber auch äolischen Ursprungs. Sie sind unterschiedlich nach Alter und Körnung, enthalten teils Kalk, meist sind sie jedoch kalkfrei und standen zu einem erheblichen Anteil unter natürlichem, heute oft nicht mehr aktuellem Grundwassereinfluss.

Im E der Bucht, im Bereich der höheren Lagen des von Elz, Glotter und Dreisam gebildeten Schwemmfächers, bilden tief angewitterte, pleistozäne sandige Kiese und Sande aus Grundgebirgskristallin, meist mit feinkörnigerer Hochflutdeckschicht, das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Diesen sandigen Kiesen war großflächig von den Schwarzwaldhängen stammender Schwemmlöss beigemischt, der, vermutlich in den Kaltphasen des Pleisto-

zäns dorthin eingeweht, im Spätwürm oder Frühholozän wieder mobilisiert und abgetragen worden war. Stellenweise besteht sogar die gesamte, 40–80 cm messende, über den Kiesen liegende Hochflutdeckschicht in flacheren Teilen des Schwemmfächers aus Schwemmlöss, der heute zu Lösslehm entkalkt und verwittert ist, wie z.B. örtlich im Waldgebiet "Hau", E der B 3, zwischen Denzlingen und E.-Wasser (s. Kap. 2.4.1.1.1).

Der dreiteilige, überwiegend pleistozäne Gesamt-Schwemmfächer (NT) dacht sich nach W und NW zur Riegeler Pforte hin ab – jenem schmalen Durchlass zwischen dem Nordost-Kaiserstuhl und der Emmendinger Vorbergzone – und wird in diesen Richtungen von jüngeren, feinkörnigen postglazialen Sedimenten der Aue abgelöst oder überdeckt.

Die Böden der Bucht waren früher in stärkerem Maße von Unterschieden in der Hydro-morphie geprägt. In den mittleren und höheren (östlichen) Bereichen des Schwemmfächers hatten die Böden – mit Ausnahme kleinräumiger Becken und Rinnen – nie Grundwasseranschluss. Dagegen nehmen die heutigen oder reliktschen Merkmale des Grundwassereinflusses nach W und NW mit der Abdachung immer mehr zu. Die in den zentralen und westlichen Teilen der Bucht vorkommenden Mooswälder zeugen von der früher starken hydro-morphen Prägung der Böden.

Der vom Schwarzwald kommende Oberflächen- und Grundwasserstrom wurde an den Ostflanken der in der Bucht stehengebliebenen Staffelschollen, besonders aber an Tuniberg-, Nimberg- und Kaiserstuhl-Ostrand, so stark gestaut, dass die Böden dort durch Grundwasser teils bis in Oberflächennähe beeinflusst wurden. Vielfältige menschliche Eingriffe in den Wasserhaushalt der Landschaft haben dieses Bild verändert. Jahreszeitlich hochanstehendes Grundwasser gibt es auch heute hauptsächlich in den tiefsten Lagen, vor allem am Ostrand der isolierten Vorberge und des Kaiserstuhls. In der Regel haben aber die Böden großflächig, trotz gesunkener Pegelstände, die Merkmale ehemaligen Grundwassereinflusses konserviert. Handelt es sich in diesen Fällen aber um dicht gelagerte, feinkörnige Sedimente, dann sind mit dem Fallen der Pegelstände des Grundwassers, von oben her durch Tagwasserstau Merkmale der Pseudovergleyung hinzugetreten. Dies führte dann zu einem recht komplizierten Bodenaufbau, in dem aber die Landschaftsgeschichte deutlich zu verfolgen ist.

Die Vielfalt der Bodendecke erschwert eine Übersicht. Je nach den geologischen und ehemaligen bzw. heutigen hydrologischen Verhältnissen lässt sich die Bucht in mehrere Boden-Teillandschaften gliedern: Böden der Niederterrasse, Böden der Auen und Moore und Böden der isolierten Vorberge (Kap. 2.6.1). Aufgrund der Kartiererergebnisse im Maßstab 1: 25 000 (SCHULER 1990/91 und LINK 1999) und der eigenen Ergebnisse aus Kartierpraktika ist es uns möglich, die Bodenverhältnisse für größere Anteile der Freiburger Bucht detaillierter zu behandeln als für andere Teillandschaften des "Breisgau"

2.4.1 Niederterrasse der Freiburger Bucht

Wegen der geringen Sprunghöhen zwischen den NT-Feldern und den Auen, wegen stellenweise zwischengeschalteten höheren Auenniveaus und wegen oft aussetzender Terrassenkanten lässt sich am Standort vom Beobachter oft nicht entscheiden, ob er sich in der Aue befindet oder schon auf der Niederterrasse steht. Das mag zum großen Teil auch daran liegen, dass sich die Flüsse der Bucht, zumindest im zentralen und westlichen Teil, wegen der kontinuierlichen Senkungstendenz seit Ende der letzten Eiszeit nur unwesentlich in das Sedimentationsniveau haben einschneiden können. Die Sedimentation wurde bis in die

Phase der Flussbegradigung und Eindeichung in jüngerer Zeit nicht wesentlich unterbrochen.

Wir haben es den amtlich kartierenden Bodenkundlern (SCHULER 1990/91 und LINK 1999) zu verdanken, dass für größere Teile der Bucht eine solche Unterscheidung vorgenommen wurde, der wir uns anschließen können.

2.4.1.1 Schwemmfächer der Schwarzwaldflüsse – Böden aus spätwürmzeitlichen fluvialen Sedimenten in der Freiburger Bucht

Hier stehen zunächst überwiegend die jeweils östlichen und höchsten Bereiche der Schwemmfächer von Dreisam, Glotter und Elz im Mittelpunkt der Erörterung. Die hier verbreiteten Hochflutlehme als oberflächennahe feinkörnige fluviale Sedimente sind noch der späten Würmeiszeit und damit der Niederterrasse zuzuordnen, die liegenden kiesig-sandigen oder sandig-kiesigen Schotter gehören vorangegangenen Perioden der Würmeiszeit an. Je weiter man nach W kommt, um so mehr bilden holozäne fluviale Sedimente die Oberfläche (Kap. 2.4.2).

Die Böden dieses Bereiches wurden im wesentlichen durch drei Eigenschaften geprägt: Es sind dies die Körnungsabfolge innerhalb der Profile, der Schwemmlössanteil des Hochflutlehmes und der ehemalige bzw. heutige Grundwassereinfluss.

Aus rein silikatisch-quarzitischen kiesigen Sanden über sandigen Kiesen mit nur geringmächtiger, lehmig-sandiger, über schluffig-sandiger und sandig lehmiger, 2–9 dm mächtiger Hochflutdeckschicht haben sich saure *Norm-Braunerden* mit Ah, Ap/Bv/IIimCv– oder Ah, Ap/Bv/IIIBv/imCv–Profil entwickelt. Außer durch Humusbildung im Oberboden, wurden sie geprägt durch überwiegend chemische Verwitterung der primären silikatischen Minerale, woraus die feinere Körnung (Verlehmung) der A- und B-Horizonte gegenüber den C-Horizonten und die von Eisenoxiden bewirkte braune Farbe des B-Horizontes (Verbraunung) resultieren. Eine Tonverlagerung ist bei ihnen nicht zu erkennen. (F 33)

Schon bei geringfügiger ehemaliger Schwemmlössbeteiligung in der Hochflutdeckschicht gab es zeitlich aufeinanderfolgende Phasen der Entkalkung, Verlehmung und Verbraunung mit Tonverlagerung. Die pH-Werte gerieten so aus dem (lösscarbonatbedingten) anfänglichen Neutralbereich in den schwach sauren und dann erst allmählich in den stärker sauren. Da im schwach sauren Bereich (pH 6,5–5) Tonverlagerung am besten möglich ist, wurden die Substrate mit Lössanteil davon erfasst, während in Substraten ohne Lössanteil die Böden von Anfang an stärker sauer waren und blieben. Je nach dem Lössanteil und dem Umfang der Tonverlagerung sind großflächig Übergangssubtypen zwischen *Braunerde* und *Parabraunerde* entstanden.

Bei ehemals geringfügiger Tonverlagerung und späterer Dominanz von Verlehmung und Verbraunung *in situ* sind es *Parabraunerde-Braunerden* [Ah, Ap/rAl.Bv/(II)Btv/(Bv/III imCv)].

Beispiele für ihr Vorkommen finden sich im östlichen ehemaligen "Rieselfeld" von Freiburg, im gesamten Stadtgebiet von Freiburg, zwischen den Ausgängen des Elz- und des Glottertales aus dem Schwarzwald und unter Laubmischwald stellenweise im "Teninger Allmend", im "Nonnenhölzle" sowie im "Hau" (bei K und F nicht ausgewiesen, teilweise F 33)

Im ehemaligen "Rieselfeld" wurde durch die Abwasser-Verrieselung ein sog. *Auftragsboden* über der *Norm-Braunerde* oder über der *Parabraunerde-Braunerde* geschaffen.

(F 33 + rote Senkrechtschraffur)

Bei stärkerer Tonverlagerung, weil primär stärkerer Schwemmlössbeteiligung in der Hochflutdeckschicht, bildeten sich *Braunerde-Parabraunerden* [Ah,Ap/Bv.rAl/rB(v)t/(IIBv)/IIImCv]. Die Tonverlagerung ist dann im Gelände außer am Farbkontrast zwischen dem Bv.rAl- und dem rB(v)t-Horizont und nach dem "Schnitt-Bruch-Test" im rB(v)t-Horizont (HÄDRICH 1990, 1992, 1997) erkennbar. Dieser Test besagt, dass Tonverlagerung dann stattfand, wenn an einem Handstück Bodens aus diesem Horizont die Schnittflächen heller als die Bruchflächen erscheinen. Die Bruchflächen sind Gefügeoberflächen oder Porenwandungen, an denen die Tonablagerung erfolgte. Die Tonbeläge sind infolge Mitverlagerung von Fe-Oxiden und Humus schokoladenbraun gefärbt und erscheinen damit dunkler als die Matrix.

(in F 34)

Die ökologischen Eigenschaften dieser beiden Subtypen sind recht einheitlich; es handelt sich um lockere, durchlässige, kiesreiche, lehmig-(schluffig-)sandige bis sandig-lehmige Böden großer Entwicklungstiefe und geringen bis mittleren Nährstoffgehaltes. Mit 110–150 mm Speicherleistung für pflanzenverfügbares Wasser bis 1 m Tiefe ist der Wasserhaushalt als "mäßig frisch" einzustufen. Je nach Kiesanteil sind es mäßige bis gute Ackerböden. Von Natur aus stocken hier (Stiel-)Eichen-Hainbuchen-Wälder (*Stellario-Carpinetum*). Als Waldböden sind sie heute stark sauer.

Auf dem Schwemmfächer nach W und NW hin wird die Körnung feiner, und es nimmt der Charakter einer hydromorphen Bodenentwicklung (Gleymerkmale) durch zumindest früher höhere Grundwasserstände immer mehr zu (s. Kap. 2.4.2).

Zunächst folgen an die o.g. Böden nach W hin, größtenteils unter Laubmischwald, *Gley-Braunerden* [Ah,Ap/Bv/(II)(Bv.{r}Go,{r}Go-Bv)/Go/Gr], die früher (seltener heute noch) unter einem bis in den heutigen Bv-Horizont hinein wirkenden, wechselnden Grundwassereinfluss standen.

In Zeiten hochanstehenden Grundwassers (4–8 dm unter Flur) – historisch und/oder jahreszeitlich – herrsch(t)en in dieser Tiefe wegen Sauerstoffmangels reduzierende Bedingungen (→ Gr-Merkmale), in Zeiten seines Tiefstandes (>10 dm u. Fl.) oxidierende durch Sauerstoffzutritt (→ Go-Merkmale). Bei häufiger Wiederholung dieser Schwankungen ergaben sich im Go-Horizont Rostflecken in einer ansonsten grauen Grundmasse, im Gr-Horizont darunter durchgehend graue Bodenfarben. Heute ist – zumindest stellenweise – das Grundwasser ganzjährig bis auf 9–14 dm unter Flur abgesenkt und erreicht dann nicht mehr die feinkörnige Deckschicht, so dass die Gleymerkmale in der Hochflutdeckschicht reliktsch sind.

Die *Gley-Braunerden* besitzen eine 2–5 dm mächtige kiesige, lehmig sandige bis feinsandig-lehmig-schluffige Hochflutdeckschicht über sehr stark kiesigem, schwach lehmigem Sand und Sand der NT. Mit den *Gley-Braunerden* sind auch *Norm-Braunerden* (in leicht erhöhten Bereichen) und *Braunerde-Gleye* [Ah/Bv/(IIBv-){r}Go/Gr] in flachen Senken vergesellschaftet.

(K 23 + F 35)

Diese Bodengesellschaft ist verbreitet zwischen Gottenheim und Umkirch und N Umkirch, hier periodisch überflutet; kleinflächigere Einzelvorkommen gibt es auch zwischen Gottenheim und M.-Neuershausen, dann wieder großflächiger um den "Mundenhof"

(im nordwestlichen ehemaligen "Rieselfeld" Freiburgs, von *Auftragsboden* überdeckt) und weiter SW in den Abteilungen "Tiergarten" und "Spitellach", NW des "Opfinger Sees" und dann – größtenteils NE der Bahnlinie Freiburg – Breisach, zwischen FR-Hochdorf und dem Freiburger Flugplatz (hier z.T. mit *Auftragsboden*).

2.4.1.1.1 Die Böden aus Schwemmlöss auf der Niederterrasse der nördlichen Freiburger Bucht – ein Lehrbuchbeispiel für Boden-Polygenese

In dem gesamten ebenen bis flachwelligen Laubwaldgebiet vom "Teninger Allmend", über das "Nonnenhölzle" bis zum "Hau", in der Nachbarschaft der o.g. *Parabraunerde-Braunerden*, ist die 7–9 dm mächtige Hochflutdeckschicht oft sehr lösslehmreich. Hier sind tief entwickelte *Norm-Parabraunerden* (Ah/rAl.Bv/rBt/IIimCvt) dominant, deren Körnung einen relativ einheitlichen Aufbau zeigt: Schwach kiesiger, lehmiger Schluff oder schluffiger Lehm über schluffig-tonigem Lehm; darunter folgt dann der NT-Schotter mit der Körnung stark kiesiger, lehmiger Sand. (F 36 + 37)

Diese Kornverfeinerung innerhalb des Hochflutlehmes gibt neben der in Kap. 2.4.1.1 geschilderten Farbvariation vom rAl.Bv- in den rBt-Horizont und dem Schnitt-Bruch-Test im rBt einen weiteren Hinweis auf die hier abgelaufene Tonverlagerung aus dem Ober- (rAl.Bv) in den Unterboden (rBt), die manchmal sogar bis in den obersten NT-Schotter hinein erfolgt ist. Zwei solche Profile sind uns aus dem "Hau" östlich der B 3 bekannt (TK 1:25 000, 7913, R: 3415700, H: 5328100, 219 m ü. NN). Sie waren uns während der frühesten Bodenkartierungen vom Anfang der 1970er Jahre aufgefallen und werden im Rahmen der bodenkundlichen Geländeübungen mit Studenten bis heute jährlich mehrmals aufgesucht und bearbeitet.

Sie zeigen über etwa 12 000 Jahre eine überaus komplizierte Polygenese und damit einen Horizontaufbau, wie man ihn sonst kaum noch in Südbaden findet: L/Ah/Al.Bv/(Sw.Al.Bv)/Sd-Bt.Bv/Bt-Sd/IIrGot.

Das lösslehmreiche Hochflutsediment war am Ende der letzten Eiszeit fast reiner (carbonathaltiger) Schwemmlöss (s. Kap. 2.4). Er unterlag im beginnenden Holozän zunächst einem Entkalkungsprozess; solange Kalk im Oberboden noch vorhanden war, lagen dort die pH-Werte zwischen 7 und 8. Mit zunehmender Entkalkung fielen sie unter 7, in den schwach sauren Bereich. Jetzt erfasste die chemische Verwitterung – mit weiter in die Tiefe führender Entkalkung – auch die primären Silikatminerale, zunehmend sichtbar werdend in der Verlehmung und Verbraunung unter dem Ah-Horizont. Außerdem wurde dabei auch der pH-Bereich zwischen 6,5 und 5 nach unten allmählich durchlaufen, in dem Tonverlagerung möglich war.

Diese Entwicklung führte, da sich damals alles in der späteiszeitlichen Aue der Elz abspielte, an diesen Stellen von der *Norm-Kalkrambla* (*Kalkhaltiger Auenrohboden* aus Lockergestein = *Auenlockersyrosem*) über die *Norm-Kalkpaternia* zur (*Auen*)*Norm-Parabraunerde*. Wann sich die Niederterrasse durch leichtes Einschneiden der frühholozänen, wasserreichen Bäche und Flüsse aus dem Schwarzwald aus der Aue erhob und damit die Oberfläche nicht mehr überflutet wurde, ist kaum zu klären. Ein Gleiches gilt für die Frage, wann die Hochflutdeckschicht ihren Anschluss an das Grundwasser verlor. Auf alle Fälle aber ist diese Landschaftsentwicklung so abgelaufen. Außerdem ist zu vermuten, dass die Auedynamik mit Sedimentation bei saisonaler Überflutung vor Erreichen des *Norm-Parabraunerde*-Stadiums beendet war. Die *Norm-Parabraunerde* mit ihrem Ah/Al/Bt/II...-Profil repräsentiert innerhalb dieser Entwicklung sicher ein rein terrestrisches Stadium.

Was bedeuten denn aber nun die Symbole "Sw" und "Sd" in der Horizontabfolge?

Es handelt sich hierbei um eine Fleckung und Marmorierung des unteren rAl- bzw. des rBt-Horizontes, bewirkt durch zeitweise im Jahresablauf im Profil auftretendes Stauwasser aus dem Niederschlag (= Tagwasser). Die Grau-Rost-Fleckung, oft verbunden mit der Bildung von kleinen Fe-Mn-Konkretionen, findet sich eher im unteren rAl-, die Marmorierung (= meist vertikale Grau-Rost-Streifung) hingegen immer im rBt-Horizont. Hervorgerufen werden diese Merkmale durch den Aufenthalt von Stauwasser (in der vertikalen Abwärtsbewegung behindertes Sickerwasser) im unteren rAl-Horizont, daher mit Sw kombiniert, während der rBt-Horizont darunter als Staukörper (dicht gelagerter Horizont Sd) dient. Dabei nimmt der Sd-Charakter nach unten zu.

Der zu diesen Merkmalen führende Prozess wird "Pseudovergleyung" genannt, da sie durch saisonales Stauwasser bewirkt wurde/wird (vgl. REHFUESS 1990, SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL 1998).

Es erscheint an dieser Stelle nötig, noch auf die Ursachen für den Wasserstau in diesen Böden näher einzugehen.

Voraussetzung ist die Bildung eines **Staukörpers**:

Dazu führte zu einem die relative Dichtlagerung des schluffreichen Materials durch Sedimentation unter aquatischen Bedingungen, unter denen leicht feinere Partikel zwischen größere schlüpfen konnten, da die Reibung der Partikel untereinander im Wasser ein Minimum besitzt (**Sedimentationsdichtlagerung**). Dies betrifft natürlich die gesamte Hochflutdeckschicht, den unteren Bereich (rBt) aber wegen der Auflast stärker.

Die zweite Ursache liegt im Prozess der Entkalkung, in dessen Folge es zu einer **Sak-kungsverdichtung** der übrig bleibenden nichtcarbonatischen Partikel kam.

Und als dritte Ursache muss zwangsläufig die Tonverlagerung aufgeführt werden, weil feinste Bodenpartikel (Tonsubstanz) aus dem Oberboden in Hohlräume des sich bildenden Bt-Horizontes transportiert und dort abgelagert wurden, dessen Porenraum dadurch zunehmend kleiner wurde. Dies führte zu dem Teilaspekt der **Einlagerungsverdichtung**.

Je nach Intensität der Pseudovergleyungsmerkmale und dem Zurücktreten der Kennzeichen der *Norm-Parabraunerde* werden die Subtypen *Pseudogley-Parabraunerde* und *Parabraunerde-Pseudogley* unterschieden. (F 40)

Der vorletzte "Akt" dieser bisher geschilderten Polygenese betrifft den Untergrund.

Hier, im zweiten Substrat (II) der Bodenbildung, dem NT-Schotter, folgt in den obersten Dezimetern ein sicher nicht für alle Leser sofort verständlicher Horizont IIRGoT. Das "G" kennzeichnet den ehemaligen Grundwassereinfluss. Das bedeutet, dass vermutlich bis weit in historische Zeit hinein, das Grundwasser zumindest bei Hochstand den NT-Kieskörper durchflutete und Einfluss oder Anschluss an die Basis der Hochflutdeckschicht besaß. Erkennbar ist dies an den reliktschen Rostfarben an den Gefügeoberflächen, den Bleichfarben im Inneren der Aggregate in diesem Horizont.

Da diese Merkmale heute reliktsch sind, wird vor das "G" ein "r" gesetzt. Dem Auftreten von zahlreichen Rostflecken wird das kleine "o" zugeordnet und dem "G" nachgestellt; also handelt es sich zunächst um einen IIRGo-Horizont.

Da aber, wie oben schon angedeutet, die Tonverlagerung bis in die obersten Dezimeter des NT-Schotters erfolgte, muss als dafür charakterisierender Index dem "Go" noch ein "t" nachgestellt werden.

Reliktisch ist heute aber nicht nur die Vergleyung im Untergrund, sondern auch die Tonverlagerung und weitgehend auch die Pseudovergleyung in der Deckschicht.

Wir kommen damit zum letzten Akt der Entwicklung dieses Bodens. Tonverlagerung kann nicht mehr ablaufen, weil bei den herrschenden pH-Werten um 4 die Tonpartikel ($<2 \mu\text{m } \emptyset$) mit Al^{3+} -Ionen belegt sind und damit im unbeweglichen Zustand, ausgeflockt vorliegen. Da wir zu keinem Zeitpunkt an diesen offenen Profilen Stauwasser an der Basis des wenig markanten Sw.rAl.Bv-Horizontes haben austreten sehen, wird dies, wenn überhaupt, nur kurzfristig dort verweilen und damit keinen sonderlichen Einfluss auf die heutige Bodenbildung mehr haben. Wir erklären uns dies aus der hohen Interzeption und der Pumpleistung des geschlossenen Laubwaldbestandes. Vermutlich hat die früher stärkere Pseudovergleyung in anderer Bewirtschaftung, z.B. als Grünland oder Acker, ihre Ursache (höherer Niederschlag und geringere Evapotranspiration als heute).

Heute laufen im rAl-, Sw.rAl- und im rBt-Horizont deswegen Verlehmungs- und Verbraunungsprozesse weiter mit Tendenz zur *Braunerde* hin. Aus dem Al wird so ein Al.Bv, aus dem Sw.Al ein Sw.Al.Bv und aus dem Sd-Bt ein Sd-Bt.Bv-Horizont.

Schlussendlich kann dieser Boden im "Hau" als (reliktisch) *Vergleyte-Pseudogley-Parabraunerde* bezeichnet werden, die eine Entwicklung zur *Braunerde* hin genommen hat. Solche Böden kommen auch andernorts auf der NT der Freiburger Bucht vor.

(in K 26 + F 40, vor allem aber F 42)

Vom "Teninger Allmend" bis zum "Hau", kommen neben den geschilderten *Norm-Parabraunerden*, *Pseudogley-Parabraunerden*, *Parabraunerde-Pseudogleyen* und *Vergleyten-Pseudogley-Parabraunerden* aus lösslehmreichem Hochflutsediment stellenweise auch *Norm-Parabraunerden* aus stärker kiesführender Hochflutdeckschicht vor. 5–8 dm mächtiger, sandiger und schluffig-feinsandiger Lehm liegt über mittel bis stark kiesigem tonigem Lehm, der vom gleichartigen NT-Schotter unterlagert wird. Ein solches flächenhaftes Vorkommen befindet sich unter Acker unmittelbar N Reute.

(F 37)

2.4.1.1.2 Böden der Niederterrasse im Übergangsbereich zur Aue in der Freiburger Bucht

Im Übergang zur Aue, das heißt im Bereich von Einsenkungen der Niederterrasse oder schon auf höheren Auenniveaus, waren auch in historischer Zeit noch Überflutungen, vor allem aber stärkerer und länger anhaltender Grundwassereinfluss möglich. Dieser kann allerdings durch die zahlreichen anthropogenen Maßnahmen, die den Wasserhaushalt der Böden einschneidend betrafen, heute auch dort reliktisch sein.

Zunächst betrachten wir eine im Aufriss schwemmfächerartige Terrassenfläche, ca. 1 m über der Elzaue gelegen, zwischen Riegel und Malterdingen, am Ausgang der Freiburger Bucht. Es ist ein grabendurchzogener Bereich der grundwassernahen Niederterrasse, beiderseits der Bahnlinie und größtenteils E der A 5, der vom "Fuchswinkel" im NW bis über "Im Loh" hinaus nach SE reicht. Darauf sind aus spätpleistozänen bis frühholozänen, tonig-lehmigen Hochwassersedimenten der Elz über würmzeitlichem Mischkies (von Rhein und Schwarzwaldflüssen) *Gley-Pseudogleye* [Ah,Ap/Sw/Sd,Go-Sd/(II)(Go)Gr] und *Vergleyte Parabraunerde-Pseudogleye* [Ah,Ap/Al(.Bv)-Sw/rGo.Bt-Sd/(II)(rGo)Gr] entwickelt. Ihr Körnungsprofil wird mit lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm auf tonigem Lehm in der 12 bis mehr als 20 dm messenden feinkörnigen Deckschicht über z.T. kalkhaltigem, lehmigem

Sand und Kies angegeben. Der natürliche mittlere Grundwasserstand liegt zwischen 13 und 20 dm unter Flur und damit unter dem Stauhohizont rGo,Bt-Sd. (K 26)

Weitere ausgedehnte NT-Flächen mit spätwürmzeitlichem, schluff- und tonreichem Hochflutlehm über NT-Schotter finden sich mit gleichem Bodenmosaik in zwei Arealen. Es handelt sich im wesentlichen um eine der Abdachung nach NW folgende, langgestreckte Fläche im "Marchwald" und, z.T. unter landwirtschaftlicher Nutzung, unmittelbar N, E und SE des "Tuni-" und "Breisgausees". Ein zweites, noch größeres Vorkommen liegt im "Mooswald" der südlichen Freiburger Bucht, hauptsächlich W und N des "Opfinger Sees", zwischen Umkirch im N und der Abteilung "Allmend-Moos" im S. Es bildet hier einen räumlichen Übergang von der *Gley-Braunerde* zum *Gley*. Das Grundwasser ist teilweise abgesenkt.

Mit den o.g. Böden vergesellschaftet sind auch *Parabraunerde-Pseudogleye* und *Pseudogleye-Parabraunerden* mit Vergleyung im Untergrund, in Hohlformen vereinzelt auch *Pseudogleye-Gleye*, *Auengley-Pseudogleye* und *Auengleye*, ein Hinweis auf den Übergangscharakter dieser Einheit in Richtung Aue. (F 42)

Nun folgen noch die Einheiten der *Gleye*, *Nassgleye* und *Anmoorgleye*. Es sind heute noch oder ehemals stark von Grundwasser beeinflusste Böden. Sie entwickelten sich gesetzmäßig aus schluffreichem Hochflutsediment über NT-Schotter, wie bei allen Einheiten des Schwemmfächers der Schwarzwaldflüsse bisher. Diese Einheiten unterscheiden sich von den vorgenannten im wesentlichen in zwei Aspekten. Entweder ist die schluffig-lehmige bis tonige Hochflutdeckschicht bei ihnen i.d. R. nur 2–5 dm mächtig oder sie kann ersetzt sein durch kiesige, lehmig-sandige oder sandig lehmige Varianten.

Pseudogleye-Gleye und *Norm-Gleye*, in Rinnen und Mulden auch *Norm-Nassgleye*:

Bei ihnen stand das Grundwasser früher zwischen 4- und 8 dm unter Flur, nach leichter Absenkung wird es heute bei 5-10 cm Tiefe angetroffen. Sie bestehen aus einer 2–5 dm mächtigen Deckschicht aus schwach kiesigem, sandig-lehmigem Schluff über sandigem Lehm auf tonigem Lehm. Diese überlagert stark kiesigen, lehmigen Sand und sandigen Kies. Es sind Bereiche zwischen M.-Holzhausen am Nimberg und der AB-Anschlussstelle FR-Nord, weiter SE des Industriegebiets von M.-Hugstetten und je ein Vorkommen E Gottheim, E FR-Waltershofen und E FR-Opfingen. (F 44)

Weiter wurden in einem kleinflächigen Mosaik NW, W und S der Teninger Platte und beiderseits der Bahnstrecke bis E T.-Nimburg *Braunerde-Gleye* und *Norm-Gleye* aus meist spätwürmzeitlichem bis frühholozänem kiesig-schluffigem und tonig-lehmigem Hochflutlehm über NT-Kies kartiert. (K 28 + 30)

Norm-Gleye [Ah,Ap/rGo/(r)Gr] entwickelten sich aus 2–5 dm kiesigem lehmigem Sand bis schluffigem Lehm über sehr stark kiesigem Sand und sandigem Kies, heute allgemein nach Grundwasserabsenkung mit Tendenz zur Bildung von *Pseudovergleyten Gley-Braunerden*, *Pseudogleye-Gleye* und reliktschem *Nassgleye*. Die reliktschen Gleymerkmale sind zwischen weniger als 2 dm und 8 dm zu beobachten. Der aktuelle Grundwasserstand lag zum Zeitpunkt der Bodenkartierung bei maximal 12 dm unter Flur. Flächenanteile unter Laubmischwald und landwirtschaftlicher Nutzung liegen in der Abteilung "Hart" W M.-Neuershausen, ausgedehnt im südlichen "Marchwald" und im "Mooswald", zwischen der Mülldeponie "Eichelbuck", dem AB-Zubringer Nord, der Anschlussstelle FR-Nord, der A 5 und dem Industriegebiet FR-Hochdorf; nach S hin reicht diese Fläche etwa bis zur Moos-

waldallee Freiburgs. Weitere Vorkommen gibt es zwischen dem Industriegebiet M.-Hugstetten und dem "Lehener Bergle", im ehemaligen westlichen "Rieselfeld" von Freiburg und ausstrahlend nach W über "Unter"- und "Ober-Allmend-Moos" nach FR-Opfingen und von da nach N über FR-St. Nikolaus bis in Höhe FR-Waltershofen. (F 45 + 46)

Norm-Nassogleye [(r)Go-Ah/Gr] und *Norm-Anmoorgleye* (Go-Aa/Gr) finden sich kleinflächig in grundwassernahen Rinnen im "March-" und "Mooswald" bei ehemaligen Grundwasserständen von weniger als 2 dm unter Flur. Das Grundwasser ist heute teilweise bis auf 4–9 dm unter Flur abgesenkt. Das Körnungsprofil der 2–4 dm mächtigen Hochflutdeckschicht schwankt zwischen mittel bis stark kiesigem, lehmigem Sand und sandigem Lehm einerseits und kiesigem, sandig-lehmigem Schluff oder sandigem und tonigem Lehm andererseits. Darunter folgt stark kiesiger, lehmiger Sand und sandiger Kies. (F 47)

NW der "Teninger Platte" und zwischen ihr und T.-Nimburg sind in flachen Hohlformen im grundwassernahen Bereich der NT und in schmalen Rinnen entlang von Bächen kleinflächig *Humusogleye* und *Norm-Nassogleye* aus spätpleistozänen bis frühholozänen tonig-lehmigen Hochwassersedimenten über wärmzeitlichem Terrassenkies entwickelt. Sie sind vergesellschaftet mit den o. g. *Braunerde-Gleyen* und *Norm-Gleyen*. (K 31)

2.4.1.2 Böden der Niederterrasse zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg

Im Raum I.-Wasenweiler, Bötzingen, Gottenheim und Meringingen besteht das Ausgangsmaterial der Bodenbildung vorwiegend aus Rheinschottern mit feinkörnigerer Hochflutdeckschicht und z.T. mit geringmächtigem Niedermoortorf (LINK 1999).

Wie KAYSER & MÄCKEL (1994) ausführen, hat der Rhein im Spätglazial als breitbettiger Ostrhein den Kaiserstuhl im E umflossen. Dies war spätestens in der Älteren Dryaszeit vorbei; in der die letzten alpinen Schotter im Ostrheingebiet abgelagert wurden. Trotzdem wurde bis zur Rheinregulierung im 19. Jahrhundert jeweils zu Hochwasserzeiten das Ostrheingebiet überschwemmt. Die Wasserzufuhr geschah zum einen an abgeflachten Übertrittsstellen von der Rheinaue auf die Niederterrasse aber auch durch die Möhlin. "Das Möhlin-Neumagen-System" durchzog das Ostrheingebiet noch bis zum Atlantikum" (KAYSER & MÄCKEL 1994, S. 93). Durch Intensivierung der Transportkraft dieses Systems mit dem Feuchterwerden im Atlantikum gelangen Möhlin und Neumagen der direkte Durchbruch zum Rhein und der Vorbau ihres Schwemmfächers auf die NT. Die Dreisam rückt mit ihrem Schwemmfächer ebenfalls weiter vor bis zur Plombierung des Ostrhein-Durchlasses zwischen Bötzingen und Gottenheim. Die Folge ist ein Seeaufstau mit nachfolgender limnischer Sedimentation im Bereich des "Wasenweiler Riedes". Die Engstelle wird bei höherem Wasseraufkommen dann wieder durchbrochen, aber mit dem Beginn des Subboreals infolge beginnender Rodungstätigkeit der Neolithiker und späterer Gruppen durch verstärktes Schwemmlössaufkommen bei Gottenheim erneut plombiert. Die weitere Entwicklung im Ostrheingebiet entnehme man KAYSER & MÄCKEL (1994, S.111-114).

Die Folge dieser Flussdynamik ist, dass in dem zu betrachtenden Raum durch Zufuhr von Kristallinmaterial aus dem Möhlin-Neumagen-System die alpinen Anteile der Rheinschotter bis in die Hochflut- und limnischen Sedimente hinein abgereichert sein müssten. Kompliziert wird die Festlegung des Ausgangsmaterials der Bodenbildung noch durch Zufuhr von Schwemmlöss, durch Torfbildung und in den Auen auf der Ostseite des Kaiserstuhls bis zur Riegeler Pforte durch Verzahnung und Überdeckung mit Material der Schwarzwaldflüsse.

Im folgenden wird bei Wiederholung aus vorigen Kapiteln auf die Horizontfolgen verzichtet.

Beinahe in einem Ring von N über W nach SW mit etwa 1-2 km Radius um Merdingen gruppieren sich auf flachwelliger NT-Platte, z.T. unter Wald, *Norm-Parabraunerden*. Sie werden aufgebaut aus 2–10 dm mächtiger, schluffreicher feinsandiger oder sandiger Deckschicht über sehr stark kiesigem, lehmigem Schluff oder Sand oder sandig-tonigem Kies bis sehr stark kiesigem, sandig-tonigem Lehm. Untergeordnet finden sich *Gley-Parabraunerden* und *Norm-Pararendzinen*. An den Ring nach innen (Merdingen) schließt ein Halbkreis an mit einem kalkhaltigen *Auftragsboden*. (F 23 + 24 + 87)

In einem schmalen Hangfußbereich und in Verebnungen am westlichen Tunibergrand, NE und SW von Merdingen, mit holozänen Abschwemm-Massen aus Lössbodenmaterial über NT-Schotter konnte unter landwirtschaftlicher Nutzung ein kalkreicher *Norm-Kolluvisol* über *Parabraunerde-Gley* mit Vergleyung im nahen Untergrund kartiert werden. Dieser Boden besteht aus 7–9 dm lehmigem Schluff, Schluff und schluffig-tonigem Lehm über stark kiesigem, tonigem bis sandig-tonigem Lehm. Reliktische *Gley*-Merkmale sind ab 5 dm Tiefe abwärts zu erkennen. Das Grundwasser steht heute im Durchschnitt tiefer als 12 dm. (F 26)

In Richtung auf das "Wasenweiler Ried", von Merdingen nach N und NE, bekommt der ehemalige und heutige Grundwassereinfluss und damit die Vergleyung zunehmende Bedeutung. N Merdingen, eingekeilt zwischen den beiden vorigen Einheiten, kommen zunächst *Vergleyte Parabraunerde-Pseudogleye* mit oft sekundär kalkhaltigem Oberboden vor, die ebenfalls landwirtschaftlich genutzt werden. Die Hochflutdeckschicht beträgt hier 7–9 dm; ihre Körnung ist lehmiger Schluff bis schluffig-sandiger Lehm über tonigem Lehm mit einem mittleren bis hohen Kiesgehalt. Unterhalb 7–9 dm folgt stark kiesiger, lehmiger Sand. Untergeordnet sind in dieser Fläche *Gley-Pseudogleye* und *Parabraunerde-Gleye* zu finden. Reliktische *Gley*-Merkmale zeigen sich ab 4 dm unter Flur; der heutige Grundwasserstand ist bei mehr 10 dm unter Flur einzuordnen. (F 25)

Im südlichen Waldkomplex "Schachen" und N an vorige Einheit anschließend wurden *Kalkhaltige Humusgleye* [Ah/Ah-rGo/(rGo)/Gr] kartiert. Sie unterscheiden sich von den *Norm-Gleyen* vor allem dadurch, dass die Humusgehalte im Ah-rGo- im selben Niveau liegen wie im Ah-Horizont und dass beide zusammen mächtiger als 4 dm sind. Ihre Deckschicht wurde mit 3–5 dm Mächtigkeit und die Körnung mit kiesigem, feinsandig-lehmigem Schluff auf stark kiesigem, lehmigem Sand und sandigem Kies angegeben. Im südlichen "Schachen" sind bei noch höheren Kiesgehalten auch *Norm-Gleye* mit ihnen vergesellschaftet. Die Vergleyung ist in diesen Böden durch starke Grundwasserabsenkung überwiegend reliktsch, ihre Merkmale sind schon oberhalb 2 dm Tiefe noch erkennbar. Das Grundwasser steht heute tiefer als 10 dm unter Flur. (F 27)

An die bisher aufgeführten Einheiten schließen sich in weiterer Annäherung an die Tiefenlinie des "Riedkanals" und das "Wasenweiler Ried" ehemals stärker vergleyte und humusreiche Böden an, die als *Norm-Anmoorgleye* (rGo-Aa/Gr) bezeichnet werden. Mit ihnen sind *Humusgleye* vergesellschaftet.

Im E, zwischen "Großholz" und Gottenheim, sind sie kalkhaltig und stehen teilweise unter landwirtschaftlicher Nutzung, im W, im "Schachen", dagegen größtenteils unter Wald. Hier werden sie in der Bodenkarte (LINK 1999, F 29) mit "z.T. podsolig" angegeben. Ein Podsolierungsprozess (vgl. Kap. 2.6 und 2.7) ist hier recht ungewöhnlich und kann nur

durch die Bestockung mit Nadelwald und basenarmes, sandiges Ausgangsmaterial, vermutlich geschüttet vom Möhlin-Neumagen-System, erklärt werden. Deshalb unterscheidet sich die Körnungsabfolge im E mit 4–7 dm kiesigem, schluffigem und schluffig-sandigem Lehm über schluffig-tonigem Lehm auf kiesigem Sand und sandigem Kies von der im W. Diese besteht aus 2–4 dm stark kiesigem, sandig-lehmigem Schluff bis schluffig-lehmigem Feinsand auf stark kiesigem, lehmigem Sand und sandigem Kies. In Rinnen und Senken finden sich im E wie im W *Niedermoorgleye*. Das Grundwasser ist in der ganzen Einheit abgesenkt und stand bei der bodenkundlichen Aufnahme bei 5–14 dm unter Flur. (F 28 + 29)

Bei ehemals noch stärkerer Vernässung in Rinnen und flachen Tiefenbereichen entlang des "Riedkanals" und im "Wasenweiler Ried", ging ursprünglich die Bodenbildung weiter zum *Niedermoorgley* (nHt/IIGr) mit erheblicher Anreicherung (über 30 Masse%) organischer Substanz im nHt-Horizont. Der Niedermoortorf ist zersetzt, geschrumpft und 2-3 dm mächtig. Er liegt über mittel bis stark kiesigem, sandigem und sandig-schluffigem Lehm und bildet mit ihm zusammen die 5-7 dm mächtige Deckschicht, die von kiesigem Sand und sandigem Kies der NT unterlagert wird. Grundwasser stand zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Aufnahme bei 9–11 dm unter Flur. Ein kleineres Vorkommen findet sich im nördlichen Ried bis nahe an Bötzingen mit 5–10 dm mächtiger Deckschicht aus maximal 3 dm mächtigem Niedermoortorf über schluffig-tonigem und tonigem Lehm auf stark kiesigem, sandigem Lehm bis lehmigem Sand. Das Grundwasser stand hier bei 5–6 dm unter Flur. Diese Untereinheit grenzt nach E an *Auengley* (s. Kap. 2.4.2). (F 30 + 31)

Der *Niedermoorgley* ist generell mit *Norm-Anmoorgley* und *Humusgley* vergesellschaftet.

Als letzte Einheit trifft man im Zentrum des "Waserweiler Rieds", nach E bis nahe an Gottenheim und vereinzelt N des "Riedkanals" auf 7–10 dm mächtiges, stark zersetztes, basenreiches, z.T. kalkhaltiges *Erdniedermoor* [nHv/(nHt)/nHw/nHr/II(f)/III(f)Gr] über sandigem Kies; auf landbaulich genutzten Flächen ist stellenweise kalkreicher *Auftragsboden* über *Niedermoor* zu finden. Die Grundwasserstände lagen zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Aufnahme bei 2–9 dm unter Flur. (F 84)

2.4.1.3 Lössbedeckte Schotterfluren der Niederterrasse in der Freiburger Bucht – Böden aus äolischem Löss

Im Bereich der Schwemmfächer von Dreisam, Glotter und Elz gibt es mehrere isolierte, im Raum Reute, Denzlingen, Gundelfingen und Vörstetten jedoch zusammenhängende, mehrere Meter mächtige Lössvorkommen, die auf höher gelegenen NT-Kiesen lagern.

Zu den isolierten Vorkommen gehören nach FRESLE (1969) die "Teninger Fläche", die "Hochäcker" auf Gemarkung M.-Neuershausen und die "Hohe" (eigentlich "Höhe") auf Gemarkung M.-Buchheim. Hinzu kommen noch der "Hunnenbuck" im Mooswald zwischen FR-Haslach und FR-Opfingen und der "Blankenberg", unmittelbar E des Tuniberges bei FR-Tiengen. Aus der Bodenkarte von LINK (1999) ist noch die "Bottinger Höhe" dazu zurechnen. Nach FRESLE (1969) und LINK (1999) besitzen die ausgewählten, isolierten Lössvorkommen folgende Eigenschaften:

Höhe: N–S-Erstreckung 600 m, maximale Breite 300 m; maximale Erhebung über das Umland 3,00 m; maximale Löss-Mächtigkeit über NT-Schotter ist 4,60 m; Carbonatgehalt der Lössse 27,0-34,8% (9 Proben); im Zentrum finden sich *Norm-Pararendzina* und *Braun-*

erde-Pararendzina aus Schluff und schluffigem Lehm, randlich im S *Pseudovergleyte Parabraunerde-Braunerde* und im N *Pseudogley-Kolluvisol* über *Gley*. (F 32 + 34 + 43)

Hochäcker: NNW–SSE-Erstreckung 750 m, maximale Breite 375 m; maximale Erhebung über das Umland 6,00 m; maximale Löss-Mächtigkeit über NT-Schotter ist 5,40 m; Carbonatgehalt der Löss 29,0-36,9% (11 Proben); im Zentrum *Gley-Parabraunerde* aus 7-9 dm mächtigem, schluffigem Lehm über schluffig-tonigem Lehm auf lehmigem und feinsandig-lehmigem Schluff; randlich bildeten sich *Norm-Pararendzinen* und *Pseudogley-Kolluvisole*. (F 39 + 32 + 43)

"Bottinger Höhe": NW–SE-Erstreckung 190 m, SW–NE-Erstreckung 175 m; maximale Erhebung über das Umland 3,60 m; maximale Löss-Mächtigkeit über NT-Schotter ist 4,90 m; Carbonatgehalt der Löss 23,6-28,8% (4 Proben); als Böden wurden wie auf "Höhe" *Norm-Pararendzina* und *Braunerde-Pararendzina* aus Schluff und schluffigem Lehm kartiert. (F 32)

"Teninger Fläche": NW–SE-Erstreckung 2900 m, maximale Breite 1400 m; maximale Erhebung über das Umland 8,60 m; maximale Löss-Mächtigkeit über NT-Schotter 6,95 m; Carbonatgehalt der Löss 28,5-32,8% (9 Proben); die Böden entsprechen hier voll denen, die unten für die flachwellige Landschaft der zusammenhängenden Lössflächen aufgeführt werden. (K 21 + 22 + 20)

Auf einigen anderen **isolierten**, länglichen, **flachen Erhebungen** der lössbedeckten NT kommen mäßig tief bis tief entwickelte erodierte *Norm-Parabraunerden* aus 7–9 dm schluffigem über schluffig-tonigem Lehm auf lehmigem Schluff und Schluff (Löss, oft spätwürmzeitlich verschwemmt) sowie *Norm-Pararendzinen* aus Schluff vor. Es sind die Gewanne NE bzw. E FR-Waltershofen, wie "Zielerfeld", "Holderacker", "Zäzenhofen" und "Breike" sowie die Erhebung von V.-Schupfholz. (K 20 + F 32 + 38)

Die flachwellige Landschaft der zusammenhängenden Lössflächen ist bodenkundlich wenig abwechslungsreich, da das Ausgangsmaterial der Bodenbildung, der Löss, über die Fläche kaum stoffliche Variationen aufweist. Deshalb kann sich die Darstellung in diesem Unterkapitel auf wenige Angaben beschränken. Die Bezeichnung "äolischer Löss" in der Kapitelüberschrift erscheint eigentlich als Widerspruch in sich, denn Löss sind zunächst einmal von äolischer Genese. Hier soll lediglich der Unterschied zum Schwemmlöss angedeutet werden.

Wie eigene Bodenkartierungen 1966, 1971 und 1974 im Raum Denzlingen, Gundelfingen und Vörstetten ergaben, ist der größtenteils spätwürmzeitliche Löss hier bis maximal 1,6 m tief entkalkt, verlehmt, verbraunt und tondurchschlämmt. Die ausschließlich ackerbaulich genutzten Böden sind *Norm-Parabraunerden* mit Ap/Al/Bt/eIC-Profil. Es handelt sich um fruchtbare (vor allem nach Düngung), tiefgründige, schluffig-lehmige Böden hoher Wasserspeicherleistung (200-210 mm bis 10 dm Tiefe). Schwache Merkmale einer Pseudovergleyung deuten auf leichten und zeitweisen Stauwassereinfluss (Haftnässe ?) hin. Die Böden verdanken dies der Entkalkung (Sackungsverdichtung) und der Tonverlagerung (Einlagerungsverdichtung). (K 21)

Bei der sehr häufigen, noch zurücktretenden Pseudovergleyung handelt es sich um *Pseudogley-Parabraunerden* [Ap/Al/Sw-Al/Sd-Bt/eIC(c)], bei der selteneren, stärkeren Pseudovergleyung, z.B. in flachen Senken, um *Parabraunerde-Pseudogleye* [Ap/(Al)Al-Sw/Bt-Sd/C(c)].

An Kulminationspunkten im Relief, an den Plateaurändern und an Bacheinschnitten wurde die *Parabraunerde* teilweise oder ganz erodiert, und aus dem zutagetretenden frischen Löss haben sich *Norm-Pararendzinen* mit Ap,Ah>/eIC-Profil entwickelt. Dazwischen gibt es alle denkbaren Übergänge von der *Pararendzina* zur *Parabraunerde*. (F 32)

Das abgeschwemmte Bodenmaterial liess in Senken und an den Flanken der Plateauränder *Norm-Kolluvisole* (Ap/(e)M/II...) entstehen, die oft auch pseudovergleyt sind. (K 27 + F 43)

Im abgeernteten Zustand der Felder lässt es sich hier leicht kartieren. Es genügt oftmals, lediglich mit dem Salzsäure-Tropffläschchen über die Flächen zu gehen, Säure zu vertropfen und darauf zu achten, ob durch Anwesenheit von Carbonat bis an die Bodenoberfläche hör- und sichtbares Aufbrausen eintritt oder nicht. Bei solchen Reaktionen handelt es sich in Hanglage meist um *Pararendzinen*, weiter hangab eher um kalkhaltige *Kolluvisole*. Wenn keine Reaktion eintritt, dann ist der Bohrstock zu benutzen, um festzustellen, wie mächtig der noch erhaltene *Parabraunerde*-Rest ist.

2.4.2 Böden der Auen und Moore aus Holozän-Sedimenten in der Freiburger Bucht

Die starke regionale und vertikale Differenzierung nach dem Ausgangsmaterial der Bodenbildung und nach der Bodenentwicklung in den Auen der Freiburger Bucht zeigt sich darin, dass in der Bodenkarte von LINK (1999) für die *Auenböden* insgesamt zweiunddreissig Kartiereinheiten ausgeschieden wurden. Die Bodenkarte von SCHULER (1990/1991; Blatt Kenzingen) umfasst für die Freiburger Bucht nochmals sieben Legendeneinheiten an *Auenböden*. Mit den beiden Karten sind aber nur etwa 70% der Fläche der Freiburger Bucht erfasst. Bei einer vollständigen Kartierung könnte durchaus die eine oder andere Einheit noch dazukommen. Eine starke Generalisierung bei den Böden der Auen erscheint im Rahmen dieser Arbeit deshalb unumgänglich.

Dass der Bodenprofilaufbau nach der Körnung und den ehemaligen und heutigen Grundwasserverhältnissen bei dieser Gliederung anwendungsbezogen eine größere Rolle spielt, als die mehr aus akademischem Interesse erfolgende systematische Gliederung nach Bodentyp, Subtyp und Varietät, ist nicht zuletzt aus folgender Aufstellung der in den Legendeneinheiten erstgenannten, flächenmäßig dominierenden Subtypen bzw. Varietäten zu erkennen:

Die *Norm-Paternia* als junger, unentwickelter Auenboden (Subtyp) dominiert nur in einer Legendeneinheit. (F 49)

Die *Vega* (*Braunauenboden*, Typ) kommt dreimal als Norm-Subtyp (K 41, F 52 + 53) und in Kombination mit anderen Typen als Übergangssubtyp, außerdem als Abweichungssubtyp oder als Varietät (mit besonderen Eigenschaften) noch insgesamt in neun verschiedenen Legendeneinheiten dominierend vor (K 40 + 42, F 54 – 56 + 58 + 60 – 62). Die systematische Variation dieses gegenüber der *Norm-Paternia* wesentlich weiter entwickelten Bodentyps wirft allein schon ein Licht auf seine oft komplizierte Genese und das differenzierte Körnungsprofil der Böden in diesen Einheiten. Außerdem hatte der regulierende Mensch durch Begradigung und Eindeichung der Flüsse sowie Entwässerung großen Einfluss auf die Bodenentwicklung, insbesondere auf das Auftreten reliktscher Merkmale.

Hinzu treten zwei Legendeneinheiten mit (*Auen*)*Parabraunerde* und (*Auen*)*Parabraunerde-Braunerde* ohne erkennbare, ehemalige Grundwassereinflüsse auf höher gelegtem Auenniveau. (F 50 + 51)

Weiterhin gibt es zwölf Einheiten, in denen der Abweichungssubtyp *Auengley* dominiert. Wie bei den Subtypen und Varietäten der *Vega* werden jene Einheiten auch bestimmt durch Variationen im Körnungsprofil und durch unterschiedlichen Grundwassereinfluss. Die Vergleichungsmerkmale sind in diesen Einheiten in den oberen und mittleren Profilabschnitten größtenteils reliktsch, ein Hinweis auf die Polygenese dieser Böden. (F 65 + 67 – 77)

Drei Legendeneinheiten umfassen als "Leitboden" den Typ *Nassgley* und eine Einheit den Typ *Anmoorgley* als Ausdruck für zumindest ehemals hohe Grundwasserstände.

(F 79 – 82)

Zuletzt verbleiben noch acht weitere, recht komplizierte Einheiten, die weiter unten nur aufgezählt werden können. (F 57, 63, 66, 78, K 43, 46, 47a+b)

Auenböden finden sich in der Freiburger Bucht entlang folgender ehemaliger oder heutiger Wasserläufe:

- "Mühle-"/"Mühlbach" (**A**), von FR-St. Georgen über Schallstadt/Wolfenweiler, FR-Tiengen, -Opfingen, -Waltershofen, Gottenheim, Bötzingen, Eichstetten; von Gottenheim auch weiter als "Neugraben" und "Altwasser" bis Eichstetten und dort Fortsetzung als "Mühlkanal" und "Alte Dreisam" bis Riegel (**C**).

"Käsele-"/"Dietenbach" (**B**), von FR-Haslach bis "Mundenhof", dann als "Mühlbach" über Umkirch mit Einmündung S Gottenheim in den "Mühlbach" und weiter wie A.

- "Dreisam" (**C**), kanalisiert von Freiburg über March, Eichstetten, Bahlingen nach Riegel.

"Brand-"/"Hanfreezen-"/"Mühl-"/"Herrenmühlebach" (**D**), von FR-Zähringen über FR-Hochdorf, M.-Hugstetten, M.-Buchheim und spätestens ab hier identisch mit C.

"Taubenbach"/"Schobbach" (**E**) von Heuweiler bzw. Gundelfingen über Vörstetten, M.-Holzhausen nach T.-Bottingen, hier Einmündung in die Glotter und identisch mit F.

- "Glotter" (**F**) aus dem Glottertal über Denzlingen, Reute, T.-Bottingen, T.-Nimburg nach Riegel, Einmündung in den Dreisamkanal SE Riegel.

- ("Schwan")/"Feuerbach" (**G**) aus dem Gebiet E Mauracher Berg, Hanswinkelhof, S "Teninger Allmend", AB-Anschlussstelle Teningen und Einmündung in den Elzkanal SE Riegel.

- "Elz"/"Elzkanal" (**H**) aus dem Elztal über Waldkirch, Emmendingen, Teningen nach Riegel.

Es sind Bäche und Flüsse, die innerhalb der Schwemmfächer von Dreisam, Glotter und Elz nach W bis NW verlaufen. An den isolierten Vorbergen Tuniberg und Nimberg sowie am Kaiserstuhl fließen sie zusammen, werden nach N abgelenkt, und ihre Wässer verlassen die Bucht bei Riegel.

Auenböden im einzelnen:

Paternia (Auenregosol, Grauer Auenboden)

Die *Norm-Paternia* (aAhiC) aus 1–3 dm mächtigem mittel- bis stark kiesigem, lehmigen Sand und sandigem Lehm auf sehr stark kiesigem und geröllführendem Sand und sandigem Kies findet sich nur dreisamnah zwischen dem Industriegebiet von M.-Hugstetten und dem "Lehener Bergle". Es sind Teile des ehemaligen Flussbettes der Dreisam mit jungem Dreisamschotter (Auenbereich C).

(F 49)

Vega (*Braunauenboden*, früher unterschieden in *allochthone* und *autochthone Vega*)

Von einer *Vega* spricht man, wenn in der Aue einer Flusslandschaft durch im Vergleich zum *Auengley* im Mittel nicht ganz so hoch anstehendes, saisonal und witterungsepisodisch stärker schwankendes Grundwasser im Unterboden meist schwache Vergleypungsprozesse erlaubt, während oben eine terrestrische Bodenbildung (authochthone Verbraunung und Verlehmung) ablaufen kann oder häufiger – allochthon – bereits andernorts verbrauntes und verlehmted Bodensediment abgelagert worden ist, in dem diese beiden Prozesse am Ablagerungsort weitergehen.

Zwei Einheiten der *Norm-Vega* [aAh,Ap/aM/(IIaC/)], z.T. mit Vergleypung im nahen Untergrund aus sand- und kiesreichem Auenlehm und Auensand über verlehmted NT-Schotter sind im Übergang zur Niederterrasse, vorwiegend entlang der Dreisam zwischen Freiburg und dem Industriegebiet M.-Hugstetten und N des "Lehener Bergles" sowie entlang des Käsebaches zwischen der Freiburger Mooswaldallee und Umkirch entwickelt (Auenbereich B+C). Vermutlich ist das Grundwasser abgesenkt und steht heute durchweg tiefer als 12 dm unter Flur. Stellenweise können reliktsche Grundwasser-Merkmale bis 4 dm unter Flur beobachtet werden. (F 52+ 53)

Auf höheren Auenflächen SE von Bahlingen und N von T.-Nimburg (Auenbereich C+F) wurde teils *Kalkhaltige Norm-Vega* über *Gley-Parabraunerde* (aAh,Ap-aM/IIfBt/fBt.Go) kartiert. Hier liegt 4–6 dm mächtiger Auenlehm mit der Körnung schwach kiesiger, sandig-lehmiger Schluff bis sandig-schluffiger Lehm auf spätwürmzeitlichem bis frühholozänem Hochflutsediment der Körnung schwach kiesiger, sandig- toniger Lehm über sandigem, würmzeitlichem Kies des Rheins und von Schwarzwaldflüssen. Das Grundwasser steht heute meist tiefer als 20 dm unter Flur. (K 41)

Eine *Pseudogley-Vega* [aAh,Ap/Sw-aM/Go-aM ...] aus 10–>20 dm mächtigem schluffig-feinsandigem und sandigem Lehm (Auenlehm), teilweise schluffigem Lehm auf schluffig-tonigem Lehm über Ton, ist mit reliktschen Grundwassermerkmalen ab 4 dm und heutigen Grundwasserständen von 10–>20 dm unter Flur, auf höher gelegenen, landbaulich intensiv bewirtschafteten Flächen der jungen Dreisamaue E Eichstetten und in der Glotterau zwischen Bahlingen und T.-Nimburg (Auenbereiche C+F) entwickelt. (K 42 + F 54)

In der Mühlbachau am Tunibergstrand bei FR-Opfingen, am Nordrand von Gottenheim und am Kaiserstuhlostrand bei Bötzingen sowie in einem breiten Auenbereich N Eichstetten (Auenbereiche A+C) konnte eine kalkhaltige Variante der *Vega* (Horizontfolgen s. oben!) mit Vergleypung im nahen Untergrund kartiert werden. Der 7/8 –>10/12 dm mächtige, schluffreiche (Löss), teils sandige Auenlehm besitzt reliktsche Vergleypungsmerkmale ab 8 dm unter Flur. Das Grundwasser ist teilweise abgesenkt und findet sich heute meist tiefer als 8–>16 dm, meist jedoch 16–20 dm (Gottenheim) unter Flur. (F 55+ 56)

Die *Auengley-Vega* [aAh,Ap/aM/(IIaC/)(IIaG)] ist in fünf Legendeneinheiten dominant vertreten. Sie nimmt mit reliktschen Vergleypungsmerkmalen ab 4 dm unter Flur, teilweiser Grundwasserabsenkung und heutigen Grundwasserständen von über 10, 11 oder gar 17 dm unter Flur in der Freiburger Bucht mit unterschiedlichen Körnungsprofilen verschiedene Verbreitungsareale ein:

- Höher gelegener, landbaulich intensiv bewirtschafteter Auenbereich entlang dem ehemaligen Dreisamlauf zwischen M.-Neuershausen und Eichstetten (Auenbereich C+D), aus sandig-lehmigem Auensediment über sandigem Flussschotter, oft mit schwacher bis mäßiger Pseudovergleypung. (F 58)

- Mühlbachau bei FR-Opfingen und zwischen Gottenheim und Bötzingen (Auenbereich A) mit 8–16 dm mächtigem, teilweise schwach pseudovergleytem Auenlehm der Körnung schwach kiesiger, schluffiger bis toniger Lehm über NT-Schotter der Körnung kiesiger, sandiger Lehm bis lehmiger Sand. (F 61)

- Höhere Auenbereiche N Gottenheim (A) sowie SW und SE V.-Schupfholz (E) mit mäßiger Pseudovergleyung, aus schwach kiesigem, schluffigem über tonigem Lehm (stark lössbürtiger Auenlehm) über spätwürmzeitlichem Hochflutlehm auf NT-Schotter, stellenweise mit Grundwasserabsenkung. (F 60)

- Glotterau bei Reute (Auenbereich F) mit 5–8 dm mächtigem Auenlehm der Körnung kiesiger, schluffig-sandiger über sandigem Lehm auf NT-Schotter der Körnung kiesiger Sand bis sandiger Kies. (F 62)

Elzaue SE Emmendingen (Auenbereich H) mit 4– >10 dm feinsandig-lehmigem Schluff bis sandig-schluffigem Lehm auf kalkfreiem, holozänem Sand und Kies und entlang des Mühlkanals in der Dreisamaue SE Bahlingen (Auenbereich A/C) mit 6–10 dm, kalkhaltigem, schluffigem Lehm über tonigem Lehm; der natürliche mittlere Grundwasserstand wird insgesamt mit 13–20 dm angegeben, heute ist er in der Elzaue abgesenkt. (K 40)

Auf Restflächen eines höheren Auenniveaus, im Übergang zur Niederterrasse, wurden aus älterem, 3–8 dm mächtigem Auenlehm der Körnung schwach kiesiger, schluffiger und schluffig-toniger Lehm über tonigem und schluffig-sandigem Lehm auf teils verwittertem NT-Schotter der Körnung stark kiesiger, lehmiger Sand und sandiger Kies (*Auen*)*Parabraunerde* und (*Auen*)*Parabraunerde-Braunerde* kartiert. Solche Vorkommen liegen zwischen der Dreisam und M.-Hugstetten, auf Erhebungen W der Dreisam in Höhe M.-Buchheim und E und W Umkirch (Auenbereiche B+C). (F 50 + 51)

Auengley

Ein *Auengley* entsteht im Vergleich zur *Vega* durch den Einfluss relativ hoch im Profil anstehenden, nicht sehr stark schwankenden und nur langsam ziehenden oder stehenden und damit sauerstoffarmen Grundwassers. Feinkörniges und damit feinporiges Sediment fördert diese Bedingungen.

Der *Auengley* [aAh,Ap/(aM,aL/C)(r)aGo/aGr] als dominierender Abweichungssubtyp, in Kombination mit anderen verwandten Typen und Übergangssubtypen, wurde zunächst in achtzehn Legendeneinheiten aufgeführt und zwar in reiner Form in acht Einheiten, die hier zusammengefasst werden: (F 70 – 77)

- Innerhalb des Dreisamschwemmfächers S Umkirch (B) und zwischen Umkirch und Gottenheim gelegene Auenbereiche (B/C). Hier ist er entwickelt aus 4–9 dm mächtigem Auenlehm der Körnung kiesiger, sandiger bis schluffiger Lehm über NT-Schotter der Körnung stark kiesiger, lehmiger Sand und sandiger Kies. Vergleierungsmerkmale (Rost- und Grautöne) finden sich bei ihm bereits in einer Tiefe von weniger als 3 dm. Zur Zeit der Kartierung stand das Grundwasser bei 5–10 dm unter Flur. (F 70)

- In sohlenförmig eingetieften Auenabschnitten der Glotter, zwischen dem nördlichen Nimberg und dem "Nimburger Wald" (Auenbereich F) und in schmalem Streifen zwischen M.-Buchheim und -Hugstetten, am Westrand des Nimberges (Auenbereich D). Er bildet hier eine Bodengesellschaft mit *Vega-Auengley* und *Auengley-Vega*, aus 14 – >20 dm mächtigem, schwach kiesigem schluffigem Lehm (Lössbodenmaterial) auf stark kiesigem Sand. Die Grundwasserstände lagen zum Zeitpunkt der Kartierung bei 6–11 dm unter Flur. (F 71)

- In ausgedehnten Flächen der Dreisamniederung N FR-Waltershofen (Auenbereich A), E von Bötzingen und Eichstetten (A/C), auch in rinnenförmigen Auen im Bereich der Niederterrasse NE FR-Waltershofen und Gottenheim (A/C), in der Schobbach- und Glotterau zwischen Reute und T.-Bottingen (E/F). Hier entstand er aus 7–18 dm mächtigem Auenlehm der Körnung schwach kiesiger, schluffiger bis schluffig-sandiger Lehm über sandigem bis tonigem Lehm, auf kiesigem bis stark kiesigem Sand und sandigem Kies. Stellenweise ist das Grundwasser abgesenkt; zum Zeitpunkt der Kartierung wurde es in Tiefen von 3–16 dm unter Flur angetroffen. (F 72 – 74)

Im Verzahnungsbereich des SW Dreisamschwemmfächers mit der Rheinniederterrasse (s. Kap. 2.4.1.2), zwischen Bötzingen und Gottenheim (Auenbereich A/NT) aus 7–14 dm mächtigem, insgesamt schwach kiesigem, schluffigem Lehm über tonigem Lehm auf lehmigem Ton (humoses Stillwassersediment), der stellenweise von 1–3 dm mächtigem Niedermoororf unterlagert ist (Nähe des in Kap. 2.4.1.2 beschriebenen *Erdniedermoores!*). Das Grundwasser lag zum Zeitpunkt der Kartierung bei 4 – >20 dm unter Flur, war also teilweise abgesenkt. (F 75)

- In der sohlenförmigen Auenrinne des Mühlbaches zwischen FR-Opfingen und FR-Waltershofen (A) aus 5–8 dm kiesigem, schluffigem über tonigem Lehm, stellenweise lehmigem Ton auf meist stark kiesigem Sand. (F 76)

- Weitere Vorkommen gibt es in der sohlenförmigen Rinne der Dreisam vor ihrer Regulierung im 19. Jahrhundert, unmittelbar W der heutigen Dreisam, von der A 5 bis in Höhe M.-Neuershausen (C) und im Auenbereich des "Dietenbaches", SW FR-Lehen (B/C). Er bildete sich aus 4–6 dm Auenlehm der Körnung schluffiger und sandiger Lehm über lehmigem Sand und Sand (Auensand) auf sandigem Kies. Die Oberböden sind verbreitet stark humos. Der Grundwasserstand zur Zeit der Kartierung lag zwischen 5 und >12 dm unter Flur. (F 77)

Die Bodenkarten (SCHULER 1990/91 und LINK 1999) enthalten für die Freiburger Bucht noch einige *Auenböden*, bei denen der *Auengley* als Abweichungssubtyp in Kombination mit anderen Übergangs- und Abweichungssubtypen auftritt.

- *Auengley-Vega* vergesellschaftet mit *Vega-Auengley*: Vorkommen in der Aue B zwischen Umkirch und Gottenheim, ausgedehnter in der Dreisamaue (C) zwischen Umkirch und M.-Neuershausen (vorwiegend W der Dreisam). (F 63)

- *Vega-Auengley*: Vorkommen NW Umkirch (Aue B/C) und SE T.-Bottingen (Aue F). (F 65)

Vega-Auengley vergesellschaftet mit *Auengley*: Vorkommen in schmalen Randniederungen des mittleren Nimberges, in der Schobbach-/Glotterau (E+F) zwischen T.-Nimburg und der Elz SE Riegel und in der Elzaue (H) NW und SE Teningen. (F 66 + K 46 + 47a+b)

- *Vega-Auengley*: Vorkommen in sohlenförmigen Auen mit Bächen im "Mooswald" NE des Industriegebietes FR-Hochdorf. (F 67)

- *Pseudogley-Auengley*: Vorkommen in ausgedehnten Flächen N M.-Neuershausen (Aue C), in der Schobbachau (E) S V.-Schupfholz und N M.-Holzhausen sowie in der Dreisamaue (C) zwischen Gottenheim und M.-Neuershausen. (F 68 + 69)

- *Pseudovergleyter Vega-Auengley* vergesellschaftet mit *Pseudogley-Auengley*: Vorkommen großflächig in den Auen A/C zwischen Eichstetten und Riegel und der nördlichen Glotterau im Gewann "Greut" (F+G). (K 43)

- *Auengley-Pseudogley*: Vorkommen in der sohlenförmigen Aue des Mühlbaches (D) S M.-Neuershausen und zwischen M.-Buchheim und M.-Hugstetten. (F 57)

- *Auengley* über *Niedermoor*: Vorkommen kleinflächig in Auenrinnen bei FR-Waltershofen, zwischen M.-Hugstetten und FR-Hochdorf, SE Eichstetten und S Reute. (F 78)

(Auen)Nassogley

Unter natürlichen Verhältnissen, d.h. ohne menschliche Eingriffe in den Wasserhaushalt einer Landschaft, steht bei den *Nassogleyen* das Grundwasser saisonal bis an die Oberfläche. Aber auch hier ist es stellenweise zu Grundwasserabsenkungen gekommen. In der Bodenkarte von LINK (1999) wurden insgesamt drei Legendeneinheiten mit dominierenden *(Auen)Nassogleyen* unterschieden, die wir zu zwei Einheiten zusammenfassen:

- *(Auen)Nassogley* [(r)Go-Ah/Gr] aus 3–8 dm Auenlehm der Körnungsabfolge schwach kiesiger bis kiesiger, schluffiger Lehm und sandiger Lehm, auch lehmiger Sand bis sandiger Lehm über kiesigem bis stark kiesigem Sand und sandigem Kies (NT- bzw. Fluss-Schotter). Die Oberböden sind verbreitet stark humos. Zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Aufnahme stand das Grundwasser 1–10 dm unter Flur. Solche Böden wurden kartiert in Rinnen, Senken und Verebnungen der Auen B–D und zwar SE Gottenheim, in schmalen Rinnen zwischen FR-Hochdorf und Reute, im "Linkmattwinkel" des "Mooswaldes" sowie zwischen Gottenheim und M.-Buchheim. Ein weiteres Vorkommen findet sich in der sohlenförmigen, schmalen Rinne der Dreisam W M.-Hugstetten (Dreisamrinne vor der Regulierung im 19. Jahrhundert). (F 79 + 80)

- *(Auen)Nassogley* aus 2–7 dm schwach kiesigem, schluffigem Lehm über schluffig-tonigem Lehm (Auenlehm), ab 13–16 dm unterlagert von kiesigem Sand und sandigem Kies. Die Oberböden sind stark bis sehr stark humos. Es handelt sich um grundwassernahe Bereiche der Aue A, E und NE Bötzingen inmitten größerer Flächen von *Auengley* und in der Nachbarschaft von *(Auen)Anmoorgley*. Das Grundwasser stand zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Aufnahme bei 3–5 dm unter Flur. (F 81)

(Auen)Anmoorgley

Dieser Boden entstand unter dem Einfluss von Grundwasser, das fast ganzjährig bis zur Bodenoberfläche reichte. Diese Einheit [(r)Go-Aa/Gr] besteht aus über 10 dm schwach kiesigem, schluffigem Lehm und schluffig-tonigem Lehm (Auenlehm) auf NT-Schotter und kommt vor in grundwassernahen Senken und Rinnen, kleinflächig bei FR-Waltershofen und Gottenheim sowie in der Dreisamniederung (C) E Bötzingen und N M.-Neuershausen. Das Grundwasser stand zur Zeit der bodenkundlichen Aufnahme zwischen 1 und 8 dm unter Flur, war also teilweise abgesenkt. Der Boden ist vereinzelt durchsetzt mit *Auengley*, *(Auen)Moorgley* (nH/IIGr) und *Gley* über *Niedermoor*. (F 82)

(Auen)Erdniedermoor

Die in der Bodenkarte enthaltenen *Niedermoore* bestehen aus 7–10 dm mittel bis stark zersetztem, meist basenreichem Torf, stellenweise über geringmächtigem, lehmig-tonigem Stillwassersediment und über sandigem Kies (Flussschotter). Der Torf besteht aus Rückständen von Seggen, Schilf und Rohrkolben, die sich anreichern, weil durch ständigen Wasserstand über dem Mineralboden von Natur aus die Zersetzung stagniert (Seenverlandung). In der Nähe der Vorberge ist der Torf auch kalkhaltig. Die heute, nach Grundwasserabsenkung, im Oberboden zu beobachtende stärkere Zersetzung der Torfsubstanz und Gefügebil-

ung bezeichnet man auch als Vererdung, weshalb die Böden (*Auen*)*Erdniedermoor* genannt werden.

Die Horizontfolge lautet nHv/(nHt)/nHw/nHr/(IIF/III)fa... Zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Kartierung stand das Grundwasser 1,5 bis 9 dm unter Flur, war also stellenweise deutlich abgesenkt. Außer den in Kap. 2.4.1.2 beschriebenen Vorkommen (NT), finden sich solche an den ehemals am stärksten vernässten Stellen der Bucht, meist in grundwassernahen Rinnen und Senken wie z.B. FR - St. Nikolaus, zwischen FR-Waltershofen und Gottenheim, E Gottenheim, im "Ried" W FR-Hochdorf, N M.-Neuershausen und NW der "Teninger Lössplatte" (Aue G), S Vörstetten (Aue E) sowie am Ostrand des Nimberges und SE der AB-Anschlussstelle FR-Nord (zwischen Aue D und E), weiter E vom "Lehener Bergle" und E vom "Hunnenbuck"

Die (*Auen*)*Erdniedermoore* sind meist vergesellschaftet bzw. umgeben von *Auengleyen*, (*Auen*)*Nassgleyen*, (*Auen*)*Anmoorgleyen* und (*Auen*)*Moorgleyen*.

(K 32 + F 83 – 84)

2.5 Staufferer Bucht

Die Staufferer Bucht grenzt im N an den Tuniberg, die "Mengener Brücke" und die Schönberg-Hohfirst-Gruppe, im E an den Schwarzwaldfuß und im S an die Markgräfler Vorbergzone des Schwarzwaldes. Nach W geht die Staufferer Bucht allmählich in die Niederterrasse der Oberrheinebene über. Dieser Übergang wird nur an wenigen Stellen von den kleinen, isolierten Vorbergen (vgl. Kap. 2.6.1) "Biengener Berg", "Schlatte Berg", "Krozingener Berg" und den Tunseler "Rebberg" unterbrochen, die sich, aufgebaut aus mesozoischen Sedimentgesteinen mit Lössdecke, zwischen etwa 20 und 40 m über das Niveau der Bucht erheben.

Es handelt sich um einen Schwemmfächer, der sich nach W und NW allmählich auf das Niveau der NT der Oberrheinebene abdacht. Er wurde im wesentlichen gebildet von den Bächen und Flüssen "Möhlin", "Ehrenstetter Ahabach", "Stiedlenbach", "Wolfsberggraben", "Krebsbächle", "Neumagen", "Tunseler Graben", "Neugraben" und "Eschbach". Sie entspringen alle im Schwarzwald und haben ihre kiesig-sandige, kristalline (gneis- und ignimbrüchtige) Sedimentfracht hier abgelagert. Das bedeutendste Flüssen ist der "Neumagen", der das vergleichsweise große Schwarzwälder Münstertal entwässert. An dessen Ausgang liegt deshalb auch die Haupt-"Wurzel" dieses Schwemmfächers. Je nach Wasserführung und Eintiefung der Gewässer haben deren Sedimente im und auf dem Schwemmfächer eine unterschiedliche Verbreitung. Sie bilden, soweit bekannt, den gesamten Untergrund (NT) und stehen entlang der Gewässer, also in den leicht eingetieften holozänen Talauen, in wechselnder Ausdehnung mit der typischen Körnungsabfolge Kies bzw. Sand, überlagert von Hochflutlehm, bis zur Oberfläche an.

Zwischen den Talauen erheben sich um wenige Meter und in einer gewissen Entfernung von den Gewässern, in Abdachungsrichtung angeordnet, NT-Plateaus mit spätwürmzeitlicher Löss- und Schwemmlössauflage. Diese Vorkommen haben ihre größte Verbreitung im N der Staufferer Bucht, zwischen Staufen, Bad Krozingen, B.Kr.-Biengen, Sch.-Mengen, E.-Norsingen und Ehrenkirchen. Zwischen Fr.-Munzingen, Sch.-Mengen und E.-Norsingen gehen diese Flächen nach NE hin in die stark lössbedeckte "Mengener Brücke" über (HÄDRICH 1987). Weiter S liegen kleinere Lössplateaus jeweils um die isolierten Berge von

B.Kr.-Schlatt und B.Kr.-Tunsel und dünnen jeweils nach SE, schwemmfächeraufwärts, bis ca. 1-2 km vor Staufen aus. Ein weiteres, größeres Vorkommen befindet sich zwischen B.Kr.-Tunsel und Eschbach, das sich ebenfalls nach SE stark verschmälert und etwa 1,5 km SE H.-Gallenweiler endet.

Die Grundwasserverhältnisse ähneln zwar denen der Freiburger Bucht, Einfluss auf die Bodenbildung hatte und hat Grundwasser in der Staufener Bucht jedoch in weitaus geringem Maße. Während in der Freiburger Bucht der Grundwasserabfluss in die Oberrheinebene durch die größeren ein- und vorgebauten isolierten Vorberge und den Kaiserstuhl behindert war und noch ist, trifft dies für die Staufener Bucht kaum zu. Die relativ kleinen isolierten Vorberge sind dazu nicht in der Lage. Außerdem liegen auch die heutigen Böden der Lössplateaus, die jeweils SE an die Berge anschließen, weit oberhalb ehemaliger und erst recht heutiger Grundwassermarken. Grundwassereinfluss besteht daher bestenfalls in den von Gewässern durchzogenen, eingesenkten Talauen. Die Gewässer und Grundwasserströme haben überall freien Abfluss in die NT der Oberrheinebene.

Dies spiegelt sich auch in der Vegetation und der Nutzung. Während die Freiburger Bucht mit ihren ehemals und teilweise auch heute noch höheren Grundwasserständen größere Waldgebiete und Grünlandflächen aufweist, findet sich in der Staufener Bucht fast nur Ackerland, und Grünland ist bestenfalls auf die Talauen beschränkt.

Die nachfolgenden bodenkundlichen Ausführungen stützen sich vor allem auf die unveröffentlichte Bodenübersichtskarte von WALDMANN (1988). Eine erste Orientierung und historisch notwendige nomenklatorische Teilberichtigung gab uns die Karte von WALDMANN & ZWÖLFER (1997).

2.5.1 Böden der Lössplateaus in der Staufener Bucht

Die flachwelligen bis ebenen Lössplateaus tragen nach WALDMANN (1988) *Norm-Pararendzinen*, *Norm-Parabraunerden* und *Norm-Kolluvisole*.

Dieselbe Bodengesellschaft wurde von WALDMANN (1988) außerhalb der Staufener Bucht auch am SW-Rand des Tuniberges kartiert sowie, auf höherem Plateau, zwischen Eschbach, St.-Wettelbrunn, Ballrechten-Dottingen und Heitersheim.

2.5.2 Böden der Talauen in der Staufener Bucht

In einer relativ schmalen Zone, in der Neumagen-Talau zwischen Staufen und St.-Gruern (Münstertalausgang) und damit am höchsten auf dem Schwemmfächer gelegen, kommen "Auenbraunerden" vor, die heute zu den *Norm-Braunerden* gerechnet werden müssen. Ihre ehemalige Auendynamik ist längst nicht mehr gegeben. Ein etwas größeres Vorkommen erstreckt sich im Übergang zur NT der Oberrheinebene im N und W von B.Kr.-Tunsel. Ihre Körnung wird mit kiesreichem, lehmigem Sand bis sandigem Lehm bzw. sandig-lehmigem Schluff über Kies angegeben.

Weiterhin gibt es in der Möhlinau zwischen Ehrenkirchen und B.Kr.-Biengen *Norm-Braunerden*, in denen teilweise noch reliktsche Gleymerkmale zu erkennen sind (ehemals *Gley-Vega*). Die Körnung ist lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm über kiesig-lehmigem Sand oder Kies oder auch lehmiger Schluff über schluffigem Lehm, vereinzelt mit tonreicheren Unterböden. An der Dominanz des Schluffs ist die Nachbarschaft der Böden aus Löss zu erkennen.

Den Übergang dieser *Norm-Braunerden* und der *Braunerden* mit reliktschen Gleymerkmalen in die *Rötliche Norm-Parabraunerde* (vgl. Kap. 2.2.1) bilden weitere *Norm-Braunerden*, z.T. mit reliktschen Gley-Merkmalen, aus sandigem bis schluffigem Lehm, teilweise mit pseudovergleyten tonig-lehmigen bis lehmig-tonigen Unterböden.

Nun folgen noch zwei Bodengesellschaften mit eher rezenter Auendynamik und Grundwassereinfluss.

Es sind *Paternia-Gleye*, *Vega-Gleye* und *Norm-Gleye* aus kiesreichem, sandigem Lehm bis sandig-lehmigem Schluff über Sand und Kies.

Ihr Vorkommen erstreckt sich auf folgende Talauen: Kleines Vorkommen im N und SE von St.-Grunern, die Talauen S Bad Krozingen, die u.a. vom "Tunseler Graben" und "Neugraben" durchzogen werden. Ein schmales und langgezogenes Vorkommen erstreckt sich von Gewann "Feldrion" zwischen den Lössplateaus "Großbühl" und "Oberbühl" hindurch, am SW-Rand von Bad Krozingen entlang und endet im "Rinntal" E des Schlatter Berges.

- Die zweite Gesellschaft besteht aus *Vega-Gleyen* und *Norm-Gleyen* aus kiesigem, lehmigem Sand bis sandig-lehmigem Schluff über Sand und Kies, dann auch aus kiesigem, sandigem Lehm bis schluffigem Lehm über Kies oder aus lehmigem Schluff bis schluffigem Lehm über kiesigem Sand, teilweise mit tonreichen, pseudovergleyten Unterböden.

Vorkommen davon gibt es in der Möhlinaue, zwischen E.-Offnadingen und E.-Unterambringen, in der Neumagenaue, zwischen B.Kr.-Biengen und Staufen i.Br. und in der Eschbachaue, zwischen Eschbach und St.-Grunern.

2.6 Vorbergzone des Schwarzwaldes

Die Vorbergzone des Schwarzwaldes, über die GENSER (1997) einen geologischen Abriss gegeben hat, lässt sich aus bodenkundlicher Sicht vereinfachend wie folgt geologisch-petrographisch und geomorphologisch dreiteilen in:

- isolierte Vorberge, die die Schotterfluren der Freiburger und Staufener Bucht durchsetzen, umgrenzen und um selten mehr als 100 m überragen, Vorbergzone im S Freiburgs und
- Emmendinger Vorbergzone im N.

Die letzten beiden Teile grenzen im W der Schwarzwaldrandverwerfung als Staffelschollen an den Kristallinschwarzwald an.

2.6.1 Isolierte Vorberge innerhalb und am Rande der Freiburger und Staufener Bucht

Die isolierten Vorberge durchsetzen und begrenzen die Freiburger und Staufener Bucht. Es handelt sich um die obersten Landmarken des durch pleistozäne und holozäne fluviale Sedimente größtenteils zugedeckten Schollenmosaiks aus mesozoischen und tertiären Gesteinen, das in diesem Bereich geomorphologisch ansonsten nicht in Erscheinung tritt.

Dazu gehören in der Freiburger Bucht "Nimberg" mit "Marchhügel", "Mauracher Berg" (neuerdings auch "Sonnhaldenbuck" genannt), "Lehener Bergle", "Tuniberg" mit "Mengener Brücke", "Batzenberg" und in der Staufener Bucht "Biengener Berg", "Schlatter Berg", "Krozingener Berg" und Tunseler "Rebberg". Es handelt sich, mit Ausnahme der Mengener Brücke, die ausschließlich aus Löss und verwandten Lockersedimenten besteht (HÄDRICH 1987), um im Kern mesozoische und tertiäre, von einem Lössmantel eingehüllte und damit im Charakter dem Lössgürtel des Kaiserstuhls (Kap. 2.3.3) entsprechende Erhebungen. Sie

weisen auch gleiche kulturgeographische Züge auf. Mit dem Vorherrschen des Wein- und Obstbaus verdeutlicht sich die ähnlich intensive Umgestaltung der Landschaft durch den Menschen.

Die flächendominanten Böden sind auch hier meist gering entwickelt. Es sind je nach Zeitdauer der Bodenbildung seit der letzten Terrassierung oder Abtragung meist Übergangsstadien zwischen *Norm-Lockersyrosem* und *Norm-Pararendzina*, wobei letztere den weit-aus größten Flächenanteil einnimmt. An zweiter Stelle stehen die anthropogenen *Kolluvisole*.

Nachfolgend werden die wichtigsten Einheiten des Tuniberg, Nimberg, Marchhügel und Lehener Bergle etwas näher beschrieben.

- *Norm-Pararendzina*

Diese Böden mit eAh>,Ap/eIC-Profil haben sich meist aus Würmlöss im Bereich von Feldrainen und an Böschungen aber auch auf schon lange der Nutzung dienenden Terrassenflächen entwickelt. Ihre Körnung ist sehr einheitlich lehmiger Schluff und Schluff. Oft sind sie rigolt, weswegen sie dann *Pararendzina-Rigosol* [eR-Ap/(Ah-)R/eIC] genannt werden. Auf ihnen wird Wein-, Obst- und Gartenbau betrieben. Reliefabhängig sind sie von kalkhaltigen *Kolluvisolen* (eAh,Ap/eM/II...) durchsetzt (s.u.). Diese Gesellschaft nimmt am Tuniberg etwa 75% der Fläche ein, am Nimberg etwa 65%, auf dem Marchhügel ca. 55% und am Lehener Bergle noch 25-30%. (F 11 + 12)

- *Lockersyrosem-Pararendzina*

Dieser Übergangssubtyp mit der Horizontfolge eAih>,Ap/eIC und der Körnung Schluff und schwach lehmiger Schluff entwickelte sich, wo im Zuge der Rebflurbereinigung in den letzten Jahrzehnten Großterrassen angelegt wurden und dadurch die Bodenbildung von neuem begann. Sie nehmen dort die Terrassenflächen ein. Man findet diese Böden vor allem im nördlichen Tunibergbereich. (F 13)

- *Braunerde-Pelosol* und *Pelosol-Braunerde*

Diese beiden Übergangssubtypen, bei denen einmal das Schwergewicht auf dem *Pelosol* und zum anderen auf der Braunerde liegt, haben sich am Osthang des Lehener Bergles aus einer lösslehmreichen Fließerde über tonreichen oder tonreich verwitternden Gesteinen des Keuper und Schwarzjura entwickelt. Sie sind oft rigolt und kalkhaltig. Ihre Horizontfolge lautet Ah,Ap/Bv-P/(P/)i,eC bzw. Ah,Ap/Bv/IIP/i,eC; ihr Körnungsprofil lautet: 3–4 dm schluffiger und schluffig-toniger Lehm über lehmigem Ton und Ton. (F 14)

- *Norm-Parabraunerde* und *erodierte Norm-Parabraunerde*

aus Würmlöss, meist sekundär aufgekalkt und rigolt, kommen in Scheitelbereichen, an gestreckten Hängen sowie in Sattellagen am Osthang des Lehener Bergles (hier auch mit älterem Löss), am Nimberg und auf dem Marchhügel vor. Diese Böden sind 4–8 dm mächtig; ihre Körnung ist lehmiger Schluff und schluffiger Lehm über schluffig-tonigem Lehm. In Rücken- und Kuppenlage sind *Norm-Pararendzinen* und *Pararendzina-Parabraunerden* mit ihnen vergesellschaftet; am Hangfuß und in flachen Mulden finden sich *Kolluvisole* über *Parabraunerde*. (F 15 + 16)

- *Kolluvisole*

(*Kalkhaltige*)*Kolluvisole* mit eAh,Ap/M/II...-Profil mit der Körnung lehmiger Schluff und schluffiger Lehm werden im Randbereich von Muldentälern und im Übergang zur Ebene an flachen Hangfüßen des Nimberges, Marchhügels, Tuniberges und auf der West-

seite des Lehener Bergles angetroffen. Ihr mindestens 4 dm mächtiger A-M-Bereich besteht aus holozänen Abschwemm-Massen von Lössbodenmaterial über Würmlöss. (F 17)

Kolluvisol über *Parabraunerde* mit eAh,Ap/M/II(fAhl)fBt/eIC-Profil ist 5–9 dm mächtig; sein Körnungsprofil lautet lehmiger Schluff und schluffiger Lehm über schluffig-tonigem Lehm. Diese Variante kommt in flachen Mulden, an gestreckten Hängen und in Sattellagen des südlichen Nimberges um M.-Buchheim, auf der Ostseite des Marchhügels und am nördlichen Lehener Bergle vor und besteht ebenfalls aus holozänen Abschwemm-Massen von Lössbodenmaterial über Würmlöss. (F 19)

(*Kalkreicher*)*Gley-Kolluvisol* mit eAh,Ap/M/[(r)Go-M/](M-(r)Go/IIGo/Gr-Profil steht unter Grundwassereinfluss und entstand aus den gleichen Abschwemm-Massen über Schwemmlöss. Die Körnung ist lehmiger Schluff und schluffiger Lehm; das Grundwasser ist stellenweise abgesenkt und stand zum Zeitpunkt der Bodenkartierung bei 6 bis > 20 dm unter Flur. Diese Variante kommt an flachen Hangschleppen am Tuniberg-Nordwestrand, im E des Marchhügels und des Nimberges vor. (K 15 + F 22)

2.6.2 Vorbergzone im Süden Freiburgs

Hierzu gehören die Schönberggruppe, die Staufen-Sulzburger Vorbergzone mit dem "Staufener Schlossberg", dem "Fohrenberg" und dem "Altenberg" sowie das Markgräfler Hügel-land, das etwa am Südrand der Staufener Bucht beginnt (GENSER 1997). Diese Bereiche zeichnen sich dadurch aus, dass die mesozoischen und tertiären Kalk-, Mergel- und Tongesteine in den nicht zu steilen unteren und mittleren Lagen – wie bei den isolierten Vorbergen – von einer Lössdecke eingehüllt sind (BRONGER 1966; ZOLLINGER 1985).

Es kommen hier die gleichen Böden vor wie im Lössgürtel des Kaiserstuhls (Kap. 2.3.3) und aus Löss auf den isolierten Vorbergen der Freiburger und Staufener Bucht (Kap. 2.6.1). Eine Ausnahme bilden die steileren unteren und mittleren Lagen an den Süd und Ostflanken der Vorberge. Hier treten wegen des kleinräumigen Wechsels im Ausgangsgestein und wegen der weniger intensiven menschlichen Eingriffe stärker entwickelte Böden aus Löss, mesozoischen und tertiären Gesteinen sowie Mischsubstraten auf, die aus Löss, Lösslehm und Hangschutt älterer Gesteine bestehen. Auf Löss und Mischsubstrat sind es *Norm-Parabraunerden* mit allen Übergängen zum *Norm-Pseudogley*.

In allen Steillagen, vor allem aber in den oberen Partien, wo Löss entweder nicht zur Ablagerung kam oder längst wieder abgetragen wurde, sind überwiegend Carbonatgesteine des Jura und Tertiär bzw. deren Hangschutt bodenbildend. Je nach Ton- und Carbonatgehalt der Gesteine sind hier die Böden der Ton- und Kalkserie verbreitet (BLUM 1968)

Aus periglazialen Hangschutt der Kalke des Dogger (Braunjura) und Malm (Weißjura) entwickelten sich unter kollinen Laubmischwäldern oder submontanen Tannen-Buchenwäldern flachgründige, skelettreiche, durchgehend carbonathaltige, humusreiche Böden mit der Humusform Mull, die als *Norm-Rendzina* [(e)A_{xh}>/Ah-cmC_v/cmC(c)_v/cmC_n] bezeichnet werden. Es ist einer der wenigen terrestrischen Böden, deren Ah-Horizont oft weit mehr als 15 Masse-% Humus (bis 30 %) enthält. Dieser Boden ist sehr einseitig im Nährstoffangebot; es werden Stickstoff, Calcium und Magnesium im überreichen Maße angeboten, während die Bereitstellung von Kalium, Phosphor, Eisen und Mangan in pflanzenaufnehmbarer Form eher gering ist.

Aufgrund der geringen Entwicklungstiefe und des hohen Skelettanteils liegt die Wasserspeicherleistung i.d.R. nur zwischen 40–70 mm; auch hier ist der Wasserhaushalt nur als

"trocken" einzustufen, wenn nur die eigentliche Bodenentwicklungstiefe (die Summe der durch Humusbildung gekennzeichneten Horizonte) für die Berechnung und Beurteilung herangezogen wird. Die Pflanzenwurzeln, insbesondere die der Bäume, vermögen allerdings in tiefreichenden Spalten im Gestein Wurzel/Humus-Tapeten auszubilden, aus denen zusätzlich unbekannte Mengen an Wasser und Nährstoffen gespeichert und aufgenommen werden können.

Norm-Rendzinen sind wegen ihres einseitigen Nährstoffangebots, des hohen Skelettanteils und ihrer Trockenheit für landwirtschaftliche Nutzungsformen ungeeignet. Ein typisches Vorkommen findet sich im N des Schönbergs, im Bereich "Fusacker" (Übers. 8 und Tab. 12).

Besonders auf den sehr eisenreichen Kalksteinen des Dogger (Hauptrogenstein) und Tertiär, die – nicht zuletzt wegen der starken tektonischen Beanspruchung dieses Teiles der Vorbergzone – sehr klüftig sind, zeigen sich verbreitet Übergangssubtypen von der *Norm-Rendzina* zur *Norm-Terra fusca* mit Ah/T/cmCv-Profil.

Die Bildungszeit der *Terra fusca* (und ihrer Vorstufen) mit ihrem tonreichen (> 65 Masse-%), leuchtend braungelben bis braunroten T-Horizont (T von "Terra") und dem typischen Polyedergefüge war lange Zeit umstritten, heute jedoch wird ihre Bildung übereinstimmend folgendermaßen erklärt:

Es handelt sich um reliktsche Böden bzw. um Bodenreste aus Warmzeiten des Pleistozäns oder gar des Tertiärs. Sie entstanden unter warmfeuchten Bedingungen, wenngleich die Bildungsprozesse auch heute noch an der Profilbasis weiterlaufen. Hauptbildungsprozesse sind Lösungsverwitterung mit Entkalkung der hochprozentigen Carbonatgesteine (>75 Masse-%) und die Anreicherung tonreichen Lösungsrückstandes (Verlehmung im weitesten Sinne). Ursächlich mit dem hohen Tongehalt in Zusammenhang steht die Bildung von Polyedergefüge als Ausdruck wechselnder Durchfeuchtungs- und Austrocknungsverhältnisse (Quellen und Schrumpfen der Matrix des T-Horizontes).

Außerdem spielt auch der Prozess der Verbraunung eine Rolle, wenn man auch die relative Anreicherung schon im Gestein vorhandener Oxide und die Oxidbildung nach Lösung carbonatisch gebundenen Eisens in Betracht zieht.

In-situ- bzw. parautochthone Bildungen der *Terra fusca* sind nur auf erosionsfernen Hochflächen (z.B. Schwäbisch-Fränkische Alb) entwickelt. Dort und anderswo – sichtbar in Steinbrüchen und anderen Aufschlüssen – handelt es sich oft um in Klüfte und Karsttaschen verspülte Reste. Aus denen wurden sie dann im Pleistozän im Zuge der Frostwechselprozesse in periglaziären Hangschutt eingearbeitet und beeinflussen so die rezente Bodenbildung (HÄDRICH 1980 und 1982). Außerdem bedingen sie Übergangssubtypen zwischen *Rendzina* und *Terra fusca*.

Übers. 8: NORM-RENDZINA – "FUSACKER"/ SCHÖNBERG – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (nach BLUM 1968)

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Ort: | Ebringen, 530 m NE Gasthaus "Schönbergerhof" | |
| Topographische Karte 1 25 000 | 8012 Freiburg i.Br. - SW R: 34 11 010 H: 53 14 600 | |
| Höhe: | 490 m ü. NN | |
| Landschaft: | Schwarzwald-Vorbergzone, Schönberggruppe | |
| Relief: | Rücken bis Oberhang, 27 % W | |
| Natürliche Vegetation: | Zahnwurz-Buchenwald (Dentario-heptaphylli-Fagetum) | |
| Nutzung: | Buchenwald | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 9 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 1000 mm | |
| Gestein: | Periglaziärer, parautochth. Hangschutt aus u. über Kalkoolith (Hauptrogenstein, Dogger) | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| (e)Axh> | 0 - 15 | Mittellage, 10 YR 2/1.5, stein. IT, Krümel- bis Polyedergef., Ld 1-2, s. st. durchw., diff./well. Grenze nach |
| (e)Axh-cmCv> | - 25 | Mittellage, 10 YR 3/2, s. stein. IT, Polyedergef. Ld 1, s. st. durchw. in Klüften u. zwischen Gesteinsplatten (Wurzeltapeten), deutl./ebene Grenze nach |
| cmCv1 | - 30 | Zersatzzone, 10 YR 3/3, extrem stein. IT, Krümel- bis Polyedergef., Ld 1, s. st. durchw. in den spärlichen Gesteinsklüften (Wurzeltapeten), diff./ebene Grenze nach |
| cmCv2 | - 40 | Zersatzzone, 10 YR 3/4, extrem stein. IT in Gesteinskl., Krümel- bis Polyedergef., Ld 1-2, s. st. durchw. in Klüften, diff./ebene Grenze nach |
| cmCn | > 40 | Stark, vorw. horizontal geklüfteter Kalkoolith, einzelne Wurzeln in Gesteinsfugen |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Norm-Rendzina; FAO: Rendzic Leptosol | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. flachgr., trocken, gut durchlüftet Nährstoffversorgung: N u. Ca sehr gut; Mg gut; K, P, Fe u. Mn befriedigend bis ausreichend | |

Tab.12 Norm-Rendzina – "Fusacker"/ Schönberg, ausgewählte Parameter, Horizontgliederung von Übersicht 6 abweichend (BLUM 1968).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | pH _{KCl} | RG (g/cm ³) | KAK _{pot} (mmol/kg) | BS (%) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|-----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Axh1> | 0 - 5 | 18.7 | 1.05 | 2.3 | 6.6 | n.b. | 966 | 59 | 2.54 | 40.60 | n.b. |
| Axh2> | 10 | 16.7 | 1.00 | 2.4 | 6.9 | n.b. | 967 | 60 | 2.55 | 50.10 | n.b. |
| Axh3> | - 15 | 12.6 | 0.79 | 2.6 | 7.0 | n.b. | 757 | 67 | 2.68 | 54.40 | n.b. |
| Axh-cmCv1 | - 20 | 8.9 | 0.60 | 2.7 | 7.1 | n.b. | 656 | 74 | 2.84 | 59.40 | n.b. |
| Axh-cmCv2 | - 25 | 6.9 | 0.47 | 3.3 | 7.1 | n.b. | 609 | 76 | 2.68 | 64.10 | n.b. |
| cmCn | > 40 | n.b. | n.b. | 97.6 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0.09 | 1.15 | n.b. |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humus- und carbonatfreien Feinerde) | | | | | | | | | | Skelett (%) |
|-----------|------------|--|-----|-----|------|---------|------|------|-----|--|--|-------------|
| | | gS + mS | fS | ΣS | gU | mU + fU | ΣU | T | | | | |
| Axh1> | 0 - 5 | 0.3 | 5.1 | 5.4 | 16.2 | 20.5 | 36.7 | 57.9 | 52 | | | |
| Axh2> | - 10 | 0.2 | 5.6 | 5.8 | 16.0 | 19.8 | 35.8 | 58.4 | 68 | | | |
| Axh3> | 15 | 0.1 | 4.9 | 5.0 | 16.4 | 20.5 | 36.9 | 58.1 | 78 | | | |
| Axh-cmCv1 | - 20 | 0.2 | 5.2 | 5.4 | 15.9 | 20.0 | 35.9 | 58.7 | 86 | | | |
| Axh-cmCv2 | - 25 | 0.1 | 5.0 | 5.1 | 16.2 | 21.1 | 37.3 | 57.6 | 95 | | | |
| cmCn | > 40 | 0.1 | 4.4 | 4.5 | 12.3 | 21.7 | 34.0 | 61.6 | 100 | | | |

KAK = Kationen-Austauschkapazität, KAK_{pot} = bestimmt bei pH 8,2; n.b. = nicht bestimmt; weitere Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2

Im allgemeinen ist schon das Übergangsstadium *Terra fusca-Rendzina* (Ah/(Bv-)T+cCv/cmC) in Nährstoffgehalt und -verfügbarkeit sowie im Wassergehalt besser gestellt als die *Norm-Rendzina*; mehr noch gilt dies für die *Terra fusca* selbst, deren Wasserspeicherleistung gegenüber der *Norm-Rendzina* auf 70–100 mm für etwa 50–60 cm Profiltiefe angezogen ist.

Ist die *Terra fusca* im Pleistozän umgelagert worden und hat aus ihrem Untergrund (von hangoben) Carbonatskelett aufgenommen, so dass das ganze Profil sekundär aufgekalkt wurde, dann wird ein solcher Boden als Abweichungssubtyp *Kalkterra fusca* [A(c)h/Tc/cmC] genannt.

Wenn außer dem Kalk-Hangschutt noch nennenswerte Löss- bzw. Lösslehmreste oder andere nicht tonreich verwitternde Fremdsubstrate an der Bodenbildung beteiligt sind, dann führen die Prozesse der Entkalkung, Verlehmung und Verbraunung zu Unterbodenhorizonten (Bv), die nicht ganz so tonreich sind. Bei ihnen ist dann nur ein Subpolyedergefüge ausgebildet. Von der *Norm-Rendzina* führt dann die Entwicklungsreihe über die *Braunerde-Rendzina* (Ah/Bv+cCv,Bv-cCv/cmC) zur *Norm-Braunerde* [Ah/Ah+Bv/Bv/cmC(c)].

In jüngerer Zeit verlagertes Bodenmaterial am Hang kann sekundär aufgekalkt sein bzw. das *Braunerde*-Material kann Restcarbonat aufweisen; in diesen Fällen spricht man von *Kalkbraunerde* [A(c)h/Bcv/C(c)].

Eine Abfolge von guten Profilen aus diesem Bodenspektrum gibt es am Schönberg, an dem Waldweg, der N vom Gasthaus "Schönbergerhof" (TK 1:25000, 8012) von Punkt R: 3410680, H: 5314420 nach Punkt R: 3411140, H: 5313740 führt.

Aus den Tongesteinen des Keuper und des Jura haben sich – vor allem am Schönberg – kleinflächig ebenfalls sehr tonreiche (>45 Masse-%), plastische, quellende und schrumpfende, hinsichtlich Wasser- und Lufthaushalt jahreszeitlich und witterungsepisodisch stark wechselnde Böden mit Prismen- und Polyedergefüge sowie (P-)Ah/P/C-Profil entwickelt, die nach dem griechischen "*pelos*" (= Ton) *Pelosol* genannt werden.

Je nach Gestein und Entwicklungsgrad können sie carbonathaltig oder carbonatfrei [*Norm-Pelosol*, (P-)Ah/P/i,eC] oder bei noch unvollkommen ausgebildetem P-Horizont bis in den eICv-P carbonathaltig [*Pararendzina-Pelosol*, (e)Ah/eICv-P/emC; (e)Ah+eICv-P > 3 dm] sowie verbraunt [*Braunerde-Pelosol*, Ah/Bv-P/(P/i,eC), Bereich Ah bis (P) > 3 dm] oder pseudovergleyt [*Pseudogley-Pelosol*, (Sw-)Ah/Sw-P/Sd-P/(P/i,eC)] sein.

Wegen ihrer schweren Bearbeitbarkeit und dem starken Wechsel in den physikalischen Bedingungen werden sie meist als Grünland genutzt. Ein typisches Vorkommen befindet sich um die Tongrube Wittnau zwischen dem Ort und der "Berghäuser Kapelle" (TK 1:25000, 8012, z.B. R: 3410470, H: 5312680, 460 m ü. NN).

2.6.3 Emmendinger Vorbergzone des Schwarzwaldes

Die Emmendinger Vorbergzone liegt N von Freiburg. Sie wird begrenzt im E durch die hier morphologisch wenig wirksame äußere (Schwarzwald-)Randverwerfung, der annähernd das "Brettental" folgt, im N durch das "Bleichtal" ("Muckental") und im W und S durch die innere Randverwerfung, die den Niveauunterschied zwischen der Vorbergzone und der Oberrheinebene bzw. der Schotterfläche der Freiburger Bucht bewirkte. Innerhalb der Vorbergzone erfolgte der Zerbruch der Erdkruste in Form von Staffelschollen. Nach geologisch-pedologischen Gesichtspunkten lässt sich diese Vorbergzone in drei Abschnitte mit ungefährem Nord-Süd-Verlauf gliedern (HÄDRICH 1966):

- Lösshügelland im Westen: Etwa W einer Linie Emmendingen – T.-Landeck – T.-Heimbach – K.-Bombach – K.-Nordweil – H.-Broggingen erfolgte die tektonische Absenkung ("Landecker Verwerfung") innerhalb dieser Vorbergzone am tiefsten, die Abtragung blieb deswegen am geringsten. Sie erhebt sich mit maximal 320 m ü. NN höchstens 140 m über die Freiburger Bucht und die Oberrheinebene. Hier besteht der durch Verwerfungen zerstückelte Festgesteinsuntergrund aus Unterem, Mittlerem und Oberem Muschelkalk, im Nordteil auch aus Juragestein und örtlich Oberem Buntsandstein. Für die Bodenbildung spielt das kaum eine Rolle, da jene Gesteine durch eine mehrere Meter mächtige Lössdecke begraben sind. Diese Zone ist vom Wein-, Obst- und Ackerbau eingenommen und fällt auf durch ihre Waldarmut. Damit ähnelt der Bereich nach physisch- und kulturgeographischen Gesichtspunkten stark dem Lössgürtel im Ostkaiserstuhl (s. Kap. 2.3.3) oder auch dem Markgräfler Lösshügelland (s. Kap. 2.6.2).

- Der Bereich um die "Landecker Verwerfung", wo das Lösshügelland im W, etwa von Emmendingen im S über T.-Heimbach nach H.-Bleichheim im N, in das Buntsandstein-Muschelkalk-Löss-Plateau im E übergeht, gilt als vermittelndes Glied zwischen den beiden Teilen. In diesem Übergangsgebiet kommt zum kleinräumigen Gesteinsmosaik ein bewegtes Relief. Die geschlossene Lössdecke des Westens dünnt über Unterem bis Oberem Muschelkalk und Oberem Buntsandstein (im N) zunächst aus und ist häufig unterbrochen. Teilweise erkennt man vor dem Steilaufschwung zum unten genannten Plateau, dass es sich hier um eine Ausraumzone handelt. Hier liegen die Quellnischen und Talanfänge der das Lösshügelland durchziehenden Bäche bzw. Täler.

- Buntsandstein-Muschelkalk-Löss-Plateau von Freiamt und die Buntsandsteintäler: Nach E hin folgt mit einem Steilaufschwung von bis zu 100 m das im Mittel bei 420 m ü. NN gelegene Plateau von F.-Ottoschwanden. Der kleinere Westteil des Plateaus und sein peripherer, tief zertalter Nord- und Südteil sind fast ausnahmslos stark bewaldet. Die zentralen Flachlagen werden intensiv landwirtschaftlich (Ackerbau, Grünland und Obstbau) genutzt.

Die Verteilung der Gesteine ist folgende: In den z.T. tief eingeschnittenen Tälern steht an den geschlossen bewaldeten Hängen überall der Mittlere bis Obere Buntsandstein an, während in den offenen Flachlagen im Zentrum und im E des Plateaus Oberer Buntsandstein und Unterer Muschelkalk von einer unterschiedlich mächtigen, nach E abnehmenden Löss- bzw. Lösslehmdecke überzogen sind; im geschlossen bewaldeten Westteil des Plateaus findet sich über Unterem Muschelkalk eine mächtigere Löss- oder Lösslehmdecke.

2.6.3.1 Die Bodengesellschaft des Lösshügellandes der Emmendinger Vorbergzone

Sie ist wegen der gleichen Naturausstattung und menschlichen Beeinflussung identisch mit der des Lössgürtels vom Kaiserstuhl (Kap. 2.3.3) und des Markgräfler Lösshügellandes (Kap. 2.6.2).

Auf den charakteristischen Lössrücken und an den meist kleinterrassierten Hängen dominieren *Norm-Pararendzinen* (eAh>/eIC) und *Pararendzina-Rigosole* [eR-Ap/(Ah-)R/eIC] aus über 10 dm kalkreichem Schluff (Löss). (K 10)

Auf Großterrassen der Rebflurbereinigung sind auf Abtragungsflächen *Pararendzina-Rigosole* [eR-Ap/(Ah-)R/eIC] aus kalkreichem Schluff vorherrschend; auf Auftragsflächen mit über 6 dm Bodenauftrag sind rigolte *Auftragsböden* verbreitet. Solche Flächen gibt es zwischen Kenzingen und K.-Nordweil in den Gewannen "Hummelberg", "Denkspiel",

"Krottenberg" und "Eck" sowie "Rammersberg" (W K.-Bombach) und auf dem "Mannstein", E T.-Köndringen. (K 19)

Auf bewaldeten Hängen, nahe am Übergangsbereich zwischen Lösshügelland und Buntsandsteinscholle und in jenes hineinreichend, sind, meist in erosionsgeschützter Lage, *Norm-Parabraunerden* [Ah/Al.Bv/Bt.Bv/eIC(c)] oder (*Erodierte*)*Norm-Parabraunerden* [Al.Ah/ Bt.Bv/ eIC(c)n] aus Löss entwickelt. Die Körnungsabfolge lautet: lehmiger Schluff auf schluffig-tonigem Lehm über Schluff. Die Entwicklungstiefe (von der Geländeoberfläche bis einschließlich des rBt-Horizontes) beträgt bei nicht erodierten Formen durchaus 12 dm, kann aber bei erodierten bis auf 5–6 dm zurückgehen. Seltener kommen *Pseudogley-Parabraunerden* mit Ah/Sw-rAl.Bv/Sd-rBt/eIC(c)-Profil vor. Flächen solcher (Relikt-) *Parabraunerden* im Lösshügelland finden sich vor allem im Kenzinger "Forlenwald", im "Hurst" S K.-Bombach, im "Langleid" SE Malterdingen und im "Erdenhart" südlich T.-Heimbach (HÄDRICH 1962 u. 1966; GHANEM 1976). (K 11)

In Muldentälern und Hangfußlagen wurden in Bodenabschlamm-Massen aus Löss und Lösslehm (*Kalkreiche*)*Kolluvisole* aus schwach lehmigem bis lehmigem Schluff kartiert, während in deren tiefsten Lagen *Gley-Kolluvisole* vorkommen. Im Bereich der Schwemmfächer an den Ausgängen der Muldentäler in die Oberrheinebene bzw. Freiburger Bucht finden sich über 10 dm tiefe, z.T. *pseudovergleyte Kolluvisole* aus gleichem Material der Körnung kalkführender schluffiger Lehm. Solche Böden kommen als größere Fläche am Tal- ausgang von Malterdingen vor. (K 12 + 13 + 15)

Daran schließen zwischen T.-Köndringen und K.-Hecklingen nach W *Kolluvisole* über *Gley-Parabraunerde* mit Ah/M/IrBt/Go-Profil und *Pseudogley-Kolluvisole* über "lessiviertem" *Gley-Pseudogley* mit Ah/Sw-M/IIfBt-S/Go-Profil an. Die Böden sind kalkhaltig, ihre Körnungsabfolge ist lehmiger Schluff auf feinsandig-schluffigem bis tonigem Lehm über Sand und Kies bzw. schluffiger Lehm auf tonigem Lehm bis lehmigem Ton über Sand und Kies. (K 16a+b)

In größeren, regelmäßig von Bächen durchflossenen Tälern gesellen sich zu den Hangfuß-*Norm-Kolluvisolen* (eAh/M/II...) auch *Kolluvisol-Gleye* [eAh/(M)M-Go/II(Go)Gr] und *Norm-Gleye* (eAh/Go/Gr) aus 10 bis >20 dm kalkreichem, lehmigem Schluff. (K17)

In noch breiteren Tälern, wie z.B. im mittleren Bereich des "Gallenbaches", NE T.-Köndringen, sind auch echte *Auenböden* ausgebildet. Hier sind es *Vega-Gleye* (aeAh/-aM/aGo-M,aM-Go/aG) aus Auenlehm mit 3 bis >6 dm schluffigem bis schluffig-tonigem Lehm über lehmigem Schluff. (K 18)

Profilbeispiele für die *Norm-Pararendzina* finden sich im "Forlenwald" (E K.-Hecklingen, TK 1:25000, 7812, R: 3410970, H: 538120, 292 m ü. NN) und an der "Hasenbank", ca. 1 km SW K.-Bombach (Übers.9, Tab. 13 und Abb. 8).

In den wenigen, längere Zeit unter Wald verbliebenen Arealen, wo die anthropogenen Beeinflussungen geringer waren, bilden die *Norm-Parabraunerden* in dem mit 700-800 mm Niederschlag trockenen Lösshügelland das Klimaxstadium der Bodenbildung aus Löss (vgl. Ende von Kap. 2.3.1). Diese Böden sind gering pseudovergleyt und stellen vor allem wegen ihres günstigen Wasserhaushaltes (Speicherleistung ca. 200-220 mm bis 1 m Tiefe) produktionsstarke Laubwaldstandorte dar. Als Profilbeispiele können dienen: "Langleid", SE Malterdingen (Übers. 10 und Tab. 14) und "Forlenwald" (E K.-Hecklingen, TK 1:25000, 7812, R: 3410860, H: 5338270, 275 m ü. NN).

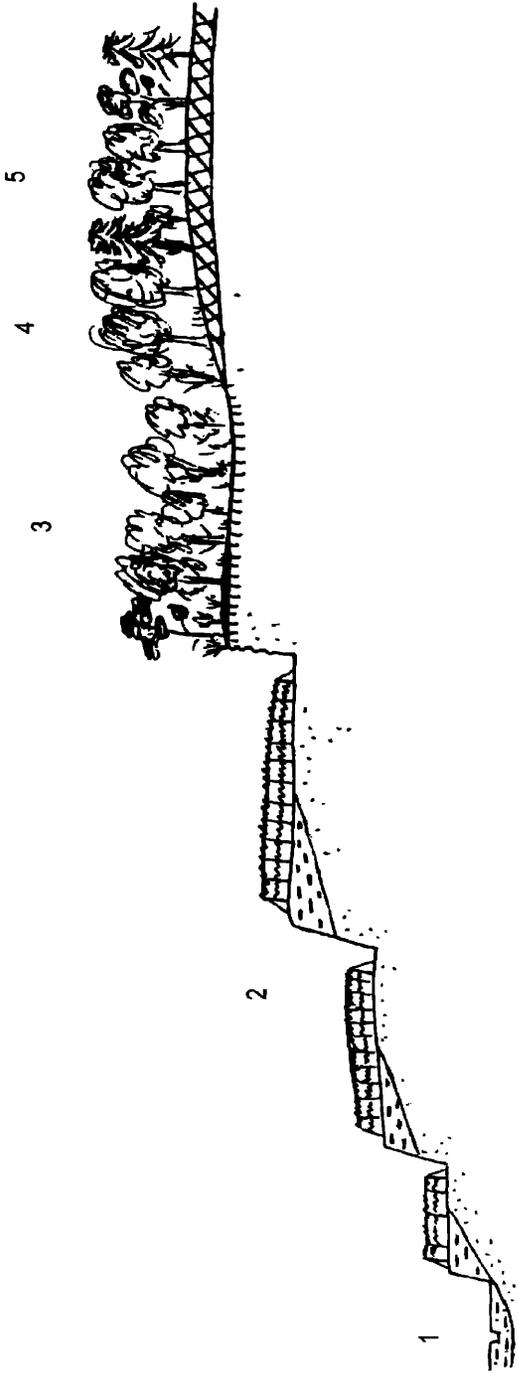


Abb.8: Bodengesellschaft, Substrate und Nutzung im Lösshügelland der Emmendinger Vorberge (schematisch und überhöht)

- 1: Kastental mit ständigem oder zeitweise oberirdischem Abfluss; *Norm-Kolluvisol*, *Gley-Kolluvisol*, *Kolluvisol-Gley* und *Vega-Gley* aus Schwemmlöss mit geringen Anteilen älterer Gesteine;
- 2: Rebterrassen im Löss (:::::) mit Aufschüttungen (-_-_-); *Norm-Pararendzina* und *Pararendzina-Rigosol* auf den Flächen, *Norm-Pararendzina* an den Böschungen;
- 3: Erodirtes, ehemals landwirtschaftlich genutztes Gelände mit Laub-Nadel-Mischwald auf *Norm-Pararendzina*;
- 4: Dto. auf *erodierter Norm-Parabraunerde*
- 5: Dto. auf *Norm-Parabraunerde*

Übers. 9: NORM-PARARENDZINA – "HASENBANK"/ MALTERDINGEN – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (HÄDRICH 1962 und 1966)

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Ort: | ca. 1 km SW K.-Bombach, Gemeindewald Malterdingen, "Hasenbank" | |
| Topographische Karte 1 25 000 | 7812 Kenzingen R: 34 11 195 H: 53 38 010 | |
| Höhe: | 287 m ü. NN | |
| Landschaft: | Emmendinger Vorbergzone, Lösshügelland | |
| Relief: | Oberhang, 12 % NW | |
| Natürliche Vegetation: | Seggen-(Strauch-)Buchen-Wald (Carici-Fagetum) | |
| Nutzung: | Buchen-Kiefern-Wald (Altholz) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 9,5 - 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 800 - 850 mm | |
| Gestein: | Würmlöss (Schluffmergel) | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| eAh1> | 1 - 4 | Bräunlich-schwarzer, stark humoser, steinfreier IU, Krümelgef., Ld 1, st. durchw., zoogen eingemischte Streu, carbonatreich, deutl./ebene Grenze nach |
| eAh2> | - 12 | Bräunlich-grauer, st. humoser, steinfreier IU, Krümelgef., Ld 1, st. durchw., zoogen eingemischte Streu, carbonatreich, diff./wellige Grenze nach |
| eAh3> | - 33 | Gelblich-grauer, humoser, steinfreier U, Krümelgef., Ld 1, mittel durchwurz., carbonatreich, scharfe/wellige bis zungenförmige Grenze nach |
| eAh-elCcv | - 70 | Graugelber, schw. humoser, schw. stein. U, Krümel- bis Kohärentgef., Ld 2, einzelne Wurzeln, sehr carbonatreich, Kalk-Pseudomyzel u. kleine Kindel, scharfe/zungenförmige Grenze nach |
| elCcn | > 70 | Hellgraugelber, schw. stein. U, Kohärentgef., Ld 2-3, einzelne Wurzeln, s. carbonatreich, dto. eAh-elCcv. |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Norm-Pararendzina; FAO: Calcaric Phaeozem | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr., mäßig frisch bis frisch, gut durchlüftet Nährstoffversorgung: N, Ca u. Mg s. gut; K, P, Fe u. Mn befriedigend bis ausreichend | |

Tab.13 Norm-Pararendzina – "Hasenbank"/ Malterdingen, ausgewählte Parameter (HÄDRICH 1966).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | | pH | | RG (g/cm ³) | KAK _{pot} (mmol/kg) | PV (%) |
|----------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-----|------------------|-----|----------------------------|---------------------------------|-----------|
| | | | | H ₂ O | KCl | H ₂ O | KCl | | | |
| eAh1> | 1 - 4 | 11.3 | 0.56 | 10.6 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | 0.75 | 420 | 71 |
| eAh2> | - 12 | 5.3 | 0.31 | 15.7 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | 0.88 | 220 | 66 |
| eAh3> | - 33 | 2.9 | 0.25 | 19.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 1.03 | n.b. | 62 |
| eAh-ICcv | - 70 | 1.2 | n.b. | 28.5 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 1.15 | n.b. | 59 |
| eICcn | > 70 | n.b. | n.b. | 33.8 | 7.8 | 7.6 | 7.6 | 1.37 | n.b. | 44 |

KAK = Kationen-Austauschkapazität, KAK_{pot} bestimmt bei pH = 8,2; PV = Gesamt-Porenvolumen; n.b. = nicht bestimmt; weitere Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2

Übers. 10: (ERODIERTE) NORM-PARABRAUNERDE – "LANGLEID"/ MALTERDINGEN – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (HÄDRICH 1962 und 1966)

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Ort: | ca. 1,3 km SE Malterdingen, Gemeindewald, Distrikt IV | |
| Topographische Karte 1 25 000 | 7812 Kenzingen | R: 34 12 050 H: 53 35 920 |
| Höhe: | 240 m ü. NN | |
| Landschaft: | Emmendinger Vorbergzone, Lösshügelland | |
| Relief: | Mittelhang, 14 % NW | |
| Natürliche Vegetation: | Bodenfeuchter Traubeneichen-Hainbuchen-Wald (Galio-Carpinetum, Ausbildung von <i>Circaea lutetiana</i>) | |
| Nutzung: | Edellaubholz-Buchen-Fichten-Wald | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 9,5 - 10 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 800 - 850 mm | |
| Gestein: | Würmlöss (Schluffmergel) | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| Al.Ah | 0 - 10 | Dunkeloliv-brauner, humoser, steinfreier, fslU, Krümelgef., Ld 1, mittel durchw., nach Erosion im früheren Al entwickelt, scharfe/well. Grenze nach |
| Bt.Bv | - 30 | Oliv- bis gelbbrauner, schw. humoser, steinfreier uL, Subpolyeder- bis Polyedergef., Ld 1, mittel durchw., diff./ebene Grenze nach |
| Bt1 | - 50 | Olivbrauner, s. schw. humoser, steinfreier uL, Polyedergef., Ld 3, durchw., weiche schwarze Fe-Mn-Konkr., diff./ebene Grenze nach |
| Bt2 | - 70 | dto., leicht prismatisch, diff./ebene Grenze nach |
| Btv | - 95 | dto., wenige Wurzeln, diff./ebene Grenze nach |
| Bv | 110 | Dunkelgrau-brauner, steinfreier, fslU, Kohärentgef., Ld 2, einzelne Wurzeln, s. scharfe/ebene Grenze nach |
| elCcn | > 110 | Hellgrau-gelber, l'U, Kohärentgef., Kalk-Pseudomyzel |
| <u>Bodensubtyp:</u> | (Erodierte)Norm-Parabraunerde; FAO: Calcic Luvisol | |
| Humusform: | L-Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr., frisch, befried. durchlüftet Nährstoffversorgung: N u. K s. gut; P, Ca, Mg, Fe u. Mn gut | |

Tab.14 (Erodierte) Norm-Parabraunerde – "Langleidi"/ Malterdingen, ausgewählte Parameter (HÄDRICH 1966).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | Carbonat (%) | H ₂ O | pH | KCl | RG (g/cm ³) | KAK _{pot} (mmol/kg) | BS (%) | PV (%) |
|----------|------------|----------------------|--------------------|--------------|------------------|-----|------|-------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Al.Ah | 0 - 10 | 2.32 | 0.18 | 0.0 | 4.2 | 3.9 | 1.00 | 230 | 22 | 62 | |
| Bt.Bv | - 30 | 0.53 | 0.07 | 0.0 | 4.2 | 3.4 | 1.10 | 197 | 13 | 60 | |
| Bt1 | - 50 | 0.26 | 0.04 | 0.0 | 4.3 | 3.5 | 1.33 | 211 | 40 | 56 | |
| Bt2 | - 70 | 0.27 | n.b. | 0.0 | 4.5 | 3.6 | 1.50 | 226 | 49 | 50 | |
| Btv | - 95 | n.b. | n.b. | 0.0 | 4.7 | 3.7 | 1.46 | 219 | 57 | 51 | |
| Bv | 110 | n.b. | n.b. | 0.0 | 5.1 | 4.2 | 1.32 | 224 | 63 | 54 | |
| elCcn | > 110 | n.b. | n.b. | 33.5 | 7.8 | 7.5 | 1.36 | n.b. | 100 | 51 | |

| Horizont | Tiefe (cm) | K ö r n u n g (bestimmt an der humusfreien Feinerde) | | | | Skelett (%) |
|----------|------------|--|---------|---------|------|-------------|
| | | gS + mS | fS + gU | mU + fU | T | |
| Al.Ah | 0 - 10 | 0.2 | 58.5 | 31.6 | 9.7 | 0 |
| Bt.Bv | - 30 | 0.0 | 48.1 | 27.1 | 24.8 | 0 |
| Bt1 | - 50 | 0.0 | 49.9 | 23.5 | 26.6 | 0 |
| Bt2 | - 70 | 0.0 | 52.2 | 23.8 | 24.0 | 0 |
| Btv | - 95 | 0.0 | 55.0 | 24.9 | 20.1 | 0 |
| Bv | - 110 | 0.0 | 58.7 | 25.4 | 15.9 | 0 |
| elCcn | > 110 | 0.6 | 63.4 | 26.7 | 9.3 | 0.4 |

KAK: Kationen-Austauschkapazität, KAK_{pot} bestimmt bei pH = 8,2; PV = Gesamt-Porenvolumen; n.b.: nicht bestimmt; weitere Erläuterungen in Tab. 1 und in Abb. 2

2.6.3.2 Der Bereich um die Landecker Verwerfung (Übergangsgebiet)

Der Bereich um die Landecker Verwerfung und der ihr W vorgelagerten Ausraumzone von T.-Landeck über T.-Heimbach, K.-Bombach, K.-Nordweil nach H.-Broggingen bildet einen morphologisch und geoökologisch begründeten Übergang. Hier herrscht zwar eine flächenhafte Löss- bzw. Lösslehmbedeckung vor, jedoch finden sich an Steilhängen oberflächennah auch Vorkommen von Buntsandstein und Muschelkalk (Abb. 9).

Norm-Pararendzinen, *Rigosole* und *Kolluvisole* kommen unter Weinbau bei mächtiger Lössbedeckung im terrassierten Gelände durchaus noch großflächig vor. Mit Annäherung an die Verwerfung aber, d.h. im steileren Gelände, das heute fast ausschließlich von Wald eingenommen wird, ist der Löss meist nur in geringer Mächtigkeit liegen geblieben oder postgenetisch wieder teilweise oder ganz abgetragen worden. (K 10)

Der im Lösshügelland unter Wald erkennbare Trend zur *Parabraunerde* als Klimaxboden setzt sich auf Löss bei leicht zunehmenden Niederschlägen fort. Hier kommen aber zur *Parabraunerde* aus reinem Löss schon *Pseudogley-Parabraunerden*, *Norm-Pararendzinen* (auch unter Wald, nach Erosion) und bei Mischsubstraten aus Löss und Schutt älterer Gesteine ebenfalls *Norm-Pararendzinen* und *Kalkbraunerden* [A(c)h/Bcv/C(c)]. (K 11)

Steht dagegen der tonig verwitternde Untere Muschelkalk an, wie z.B. im Waldgebiet "Rotenberg", "Hochwald" und "Wolfsacker" E K.-Bombach und K.-Nordweil, dann haben sich auf Tonmergelzersatz 6–12 dm mächtig *Braunerde-Pelosole* [Ah/Bv-P/(P/i),eC] entwickelt. In diesem Gebiet wurden auch *Pseudovergleyte Pelosol-Braunerden* (Ah/(S-)Bv/IIS-P/C), *Norm-Pararendzinen*, *Pelosol-Pararendzinen* (Ah-P/P-Cv/eC), *Norm-Pelosole* [(P-) Ah/P/eC], *Pelosol-Pseudogleye* [Ah/(P-)Sw/P-Sd] und *Norm-Pseudogleye* [Ah/Sw/(II)Sd] kartiert, die hier nicht näher beschrieben werden können. (K 7)

Andernorts, wo Carbonatgesteine des Mittleren und Oberen Muschelkalkes bodenbildend sind, wie N und S T.-Heimbach und zwischen T.-Heimbach und K.-Bombach, sind sehr kleinflächig *Norm-Rendzinen* [eAh>/cmC(c)v] aus 1–3 dm steinig-grusigem, schluffigem bis schluffig-tonigem Lehm auf Kalk- und Dolomitgestein entwickelt. Sie wechseln kleinflächig mit z.T. kalkführender *Braunerde-Terra fusca* (Ah/Bv-T/cmCv) aus 1,5–3 dm schluffigem Lehm auf z.T. kalkschuttführendem lehmigem Ton. (K 6)

Die Aufzählung vorgenannter Böden lässt den Mosaikcharakter der Bodendecke im Übergangsgebiet besonders deutlich werden. Es handelt sich um Bodeneinheiten, die auf Bodenkarten im Maßstab 1: 25 000 oder kleiner niemals monotypisch dargestellt werden könnten (HÄDRICH 1962 und 1966; SCHULER 1990/91).

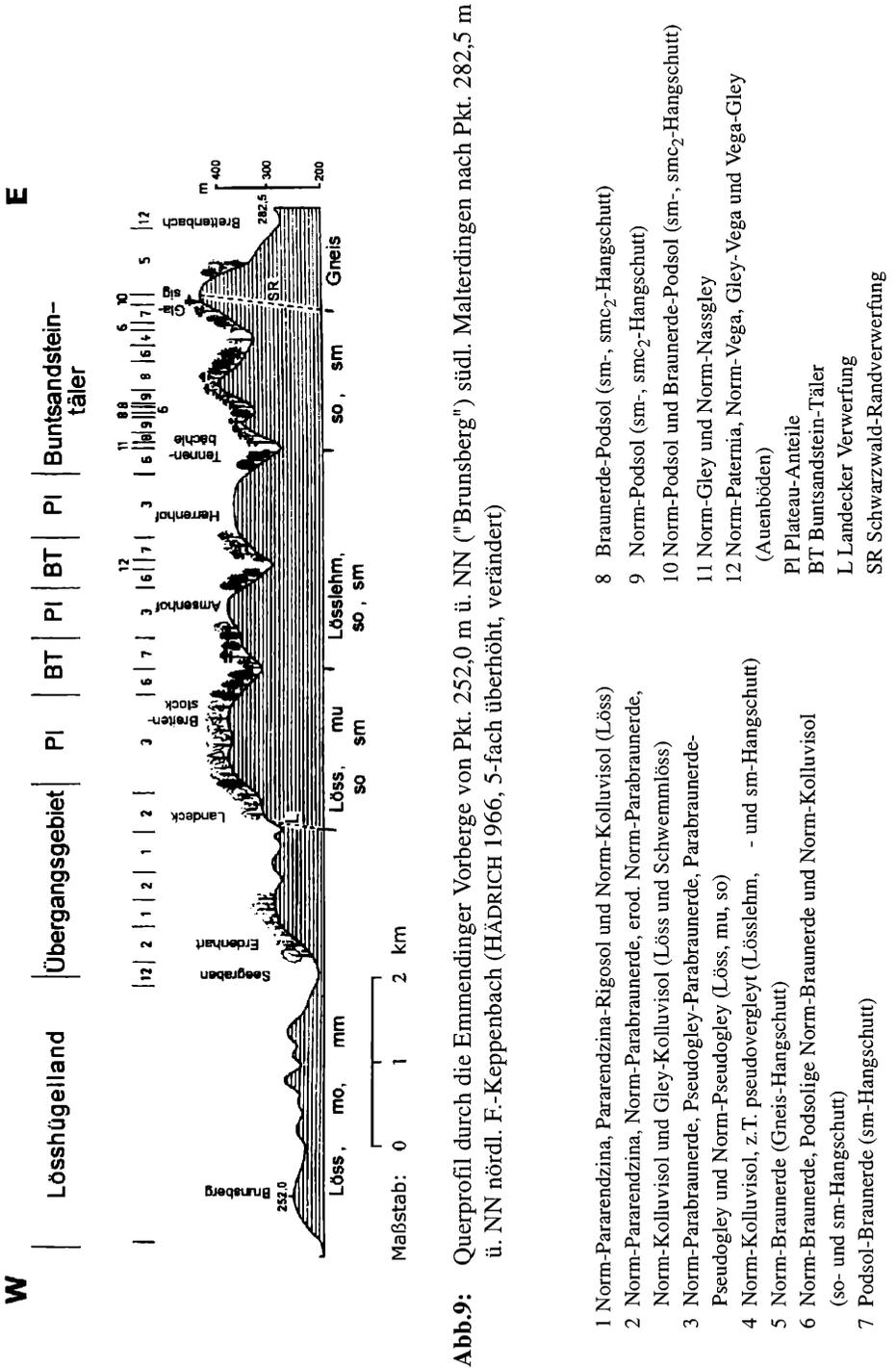


Abb.9: Querprofil durch die Emmendinger Vorberge von Pkt. 252,0 m ü. NN ("Brunenberg") südl. Malterdingen nach Pkt. 282,5 m ü. NN nördl. F.-Keppenbach (HÄDRICH 1966, 5-fach überhöht, verändert)

- 1 Norm-Pararendzina, Pararendzina-Rigosol und Norm-Kolluvisol (Löss)
- 2 Norm-Pararendzina, Norm-Parabraunerde, erod. Norm-Parabraunerde, Norm-Kolluvisol und Gley-Kolluvisol (Löss und Schwemmlöss)
- 3 Norm-Parabraunerde, Pseudogley-Parabraunerde, Parabraunerde-Pseudogley und Norm-Pseudogley (Löss, mu, so)
- 4 Norm-Kolluvisol, z.T. pseudovergleyt (Lösslehm, - und sm-Hangschutt)
- 5 Norm-Braunerde (Gneis-Hangschutt)
- 6 Norm-Braunerde, Podsolige Norm-Braunerde und Norm-Kolluvisol (so- und sm-Hangschutt)
- 7 Podsol-Braunerde (sm-Hangschutt)
- 8 Braunerde-Podsol (sm-, smc₂-Hangschutt)
- 9 Norm-Podsol (sm-, smc₂-Hangschutt)
- 10 Norm-Podsol und Braunerde-Podsol (sm-, smc₂-Hangschutt)
- 11 Norm-Gley und Norm-Nassgley
- 12 Norm-Patemia, Norm-Vega, Gley-Vega und Vega-Gley (Auenböden)
- Pl Plateau-Anteile
- BT Buntsandstein-Täler
- L Landecker Verwerfung
- SR Schwarzwald-Randverwerfung

2.6.3.3 Buntsandstein-Muschelkalk-Löss-Plateau von Freiamt und seine Täler

Östlich an die Landecker Verwerfung schließt sich das gegenüber dem Lösshügelland um etwa 100 m höhere Buntsandstein-Muschelkalk-Löss-Plateau von F.-Ottoschwanden an. Während der Buntsandstein vor allem die Hänge der peripher und zentrifugal angeordneten, tief eingeschnittenen Täler einnimmt, trägt das eigentliche Plateau teils Oberen Buntsandstein, teils noch Reste einer Decke von Unterem Muschelkalk und darüber meist schon entkalktem Löss (Lösslehm).

Im nahezu ausschließlich bewaldeten Westteil dieses Plateaus, im "Vierdörferwald", erreicht die Lössmächtigkeit oftmals mehr als 2 m. Hier konnte bei den bodenkundlichen Kartierungen des öfteren an der Basis der Profile noch carbonathaltiger Löss gefunden werden. Nach E hin dünnt der Löss als Lösslehm aus, und in den Hanglagen des Buntsandsteins fehlt er meist oder ist in den Hangschutt eingearbeitet (HÄDRICH 1962 und 1966).

Es liegt hier also aus bodenkundlicher Sicht im wesentlichen eine Dreiteilung vor:

2.6.3.3.1 Das westliche Plateau

Im Bereich des fast ausschließlich bewaldeten, welligen bis hügeligen, lössbedeckten westlichen Plateaus, das unter einer noch relativ mächtigen Löss-/Lösslehmdecke meist Unteren Muschelkalk und – seltener – Oberen Buntsandstein aufweist, haben sich großflächig *Norm-Parabraunerden* [Ah,Ap/rAl.Bv/rBt/eIC(c)], *Pseudogley-Parabraunerden* [Ah,Ap/Sw-rAl.Bv/Sd-rBt/(II)i,eC] und an wenigen Stellen auch *Parabraunerde-Pseudogleye* (Ah/rAl.Sw/rBt-Sd/IISd-i,eC) entwickelt. Sie zeigen eine Körnungsabfolge lehmiger Schluff (Ah und rAl.Bv bzw. Sw-rAl.Bv und rAl.Sw) über schluffig-tonigem Lehm (rBt, Sd-rBt) auf tonigem Lehm (rBt-Sd und IISd-i,eC); stellenweise finden sich Beimengungen aus Tonstein- und Sandsteingrus im rBt-Sd und IISd-i,eC. Diese Bodengesellschaft ist verbreitet zwischen E.-Maleck im SE und H.-Bleichheim im NNW mit dem Kerngebiet im "Vierdörferwald"

(K 11)

Als Profilbeispiele sind nach HÄDRICH (1966) zu nennen:

Norm-Parabraunerde am "Kirchberg", NE Emmendingen (TK 1:25000, 7813, R: 3415610, H: 5333040, 325 m ü. NN) und im "Kohlwald", E E.-Mundingen (TK 1:25000, 7813, R: 3415660, H: 5333880, 350 m ü. NN),

Pseudogley-Parabraunerde NE T.-Landeck (TK 1:25000, 7813, R: 3414280, H: 5335400), 355 m ü. NN) und

Parabraunerde-Pseudogley an der L 106a, zwischen "Schlүpfinger Hof" und "Lehenhof", (TK 1:25000, 7813, R: 3415210, H: 5336600, 410 m ü. NN).

2.6.3.3.2 Das zentrale und östliche Plateau

Ganz anders sind die Bodenverhältnisse in den überwiegend der Acker- und Grünlandnutzung sowie dem Obstbau dienenden zentralen und östlichen Teilen des Plateaus (Abb. 9). Hier ist kein carbonathaltiger Löss im Untergrund mehr vorhanden, der Löss ist vollständig verlehmt und verbraunt. Es haben *Pseudogley-Parabraunerden*, *Parabraunerde-Pseudogleye* und *Norm-Pseudogleye* [Ah,Ap/ S(e)w/(II)Sd] eine dominante Verbreitung.

Die in diesem Bereich stärkere Pseudovergleyung hat mehrere Ursachen. Zu denken ist im Vergleich zum W an:

- die zunehmenden Niederschläge (im Mittel ca. 1000 mm pro Jahr),

- die im Vergleich zu den waldbestanden Böden des Westens geringere Evapotranspiration,
- die besonders ebene oder oft leicht muldige Lage,
- das Fehlen dränierend wirkender carbonathaltiger Lössen an der Basis der Profile,
- die Stauwirkung der durch Tonverlagerung bedingten rBt-Horizonte (→ rBt-Sd) und
- die Stauwirkung tonreicher und tonreich verwitternder Liegendgesteine bei geringmächtiger Lösslehmdecke über Röttonen oder dem tonreich verwitternden Unteren Muschelkalk (IISd und Ili,eC).

Bei den *Norm-Pseudogleyen* ist im Profil die Tonverlagerung visuell nicht mehr zu erkennen; dies ist besonders dann der Fall, wenn die alten Oberböden (Ah,Ap, rAl und rAl.Sw) der Erosion anheim gefallen sind.

Im landwirtschaftlich genutzten Teil finden sich in den flachmuldigen Talanfängen auch *Norm-Kolluvisole* mit mehr oder weniger starker Pseudovergleyung.

2.6.3.3.3 Die Buntsandsteintäler der Emmendinger Vorbergzone

An den Talhängen im Buntsandstein ist eine völlig andere Bodengesellschaft verbreitet.

Im Gebiet des "Hornwaldes", des "Aubächles", des "Tennenbächles", des "Hesselbaches" des "Kirnbaches" und unteren "Muckentales" (auch "Bleichtal" genannt) entstanden an den flach bis mäßig geneigten Oberhängen aus kaltzeitlichen Schuttdecken (vgl. Kap. 2.7.2) des Oberen Buntsandsteins der sandigen Fazies, mit fehlendem oder nur geringem Lösslehmanteil, unter Laub- wie unter Nadelholz, mäßig fruchtbare, mäßig schutthaltige, basenarme und saure *Norm-Braunerden* mit der Horizontfolge (O)Ah,Ap/Bv/Cv/imCn; ihre Humusform ist Mull bis Moder, ihre Körnung sandig-schluffiger Lehm bis lehmiger Sand, die pH-Werte schwanken zwischen 3,0 und 4,5. Die Wasserspeicherleistung kann bei mittlerem Skelettgehalt mit 120-150 mm angegeben werden.

Diese *Norm-Braunerden* ziehen sich z.T. auch die Hänge hinunter bis in den Mittleren Buntsandstein, sofern die Bestockung nicht aus reinem Nadelholz besteht, die Bodenflora sich nicht im wesentlichen aus Rohhumusbildnern (s.u.!) zusammensetzt und/oder früher keine Streunutzung erfolgte.

Ein Profilbeispiel für eine *Norm-Braunerde* sei erwähnt aus dem Tal des "Hesselbaches" N "Tennenbach" (TK 1:25000, 7813, R: 3418120, H: 5336090, 365 m ü. NN).

An den stärker geneigten bis steilen Mittelhängen des grobsandig verwitternden Mittleren Buntsandsteins herrschen dagegen unter Koniferen (*Picea abies*, *Pinus silvestris*), Zwergsträuchern (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*), Farnen (*Blechnum spicant*) und bestimmten Moosen (*Leucobryum glaucum*, *Bazzania trilobata*, *Dicranum scoparium* u.a.) unterschiedlich starke Tendenzen zur Podsolierung.

Hier folgen zunächst *Podsolige Norm-Braunerden* mit O/Ae+Ah/B(h)(s)v/Bv-imC-Profil und dann *Podsol-Braunerden* mit der Horizontfolge L/Of/Oh/Ahe/Ae/Bhs,Bsh,Bs/Bv/imC (wenn das Profil oberhalb des Bv < 1,5 dm mächtig ist). Die Humusform ist Rohhumus, die Körnung Sand bis lehmiger Sand über sandigem Lehm.

Die Podsolierung ist weiter fortgeschritten und erreicht ihr Maximum an Hangspornen (Hangrücken), wo regelmäßig *Braunerde-Podsole* (L/Of/Oh/Ahe/Ae/B(s)h/B(h)s/B(s)v/imC) und *Norm-Podsole* [L/Of/Oh/(Ahe/Ae/B(s)h/B(h)s/imCv)] ausgebildet sind.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

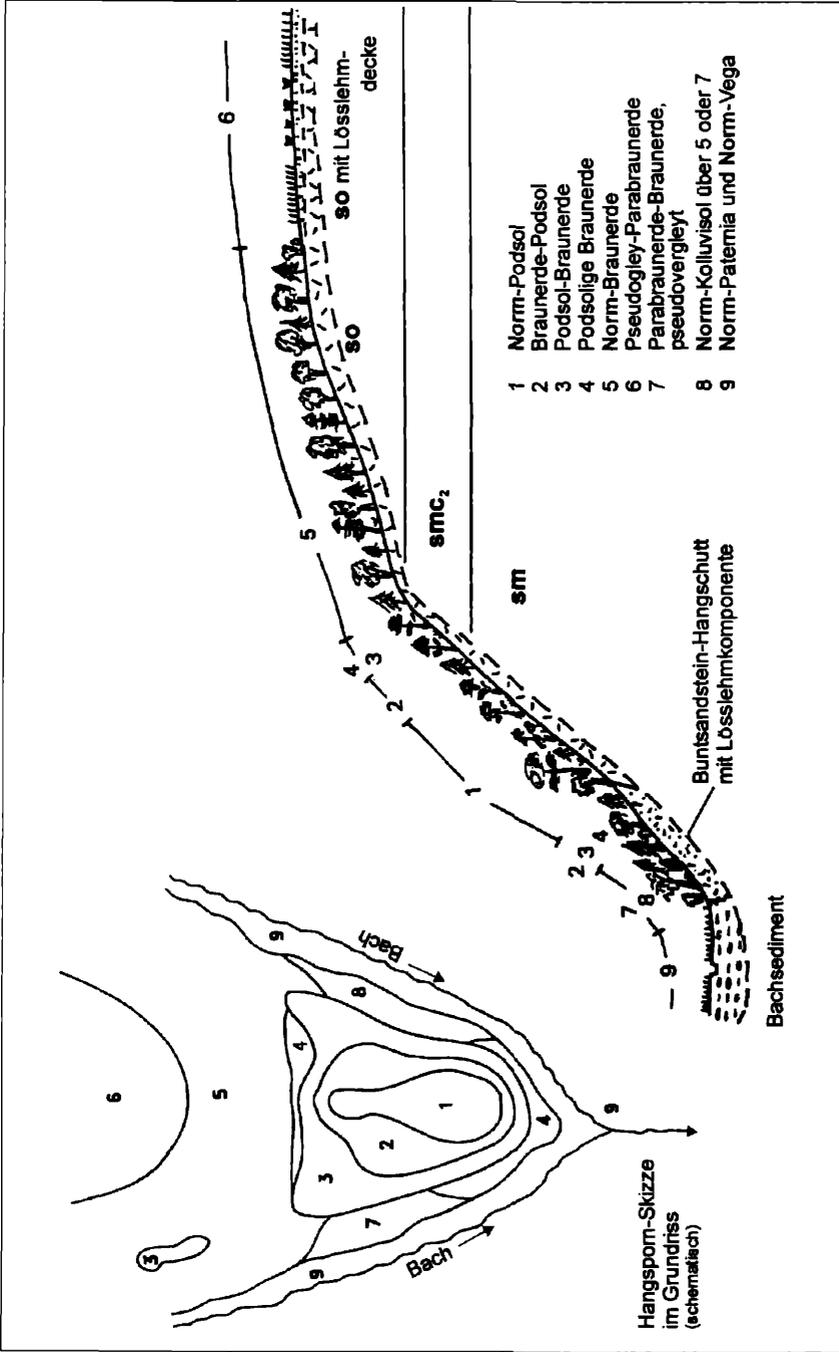


Abb.10: Bodengesellschaft an einem Buntsandstein-Hangsporn, z.B. im Bleichtal ("Mukketal") (schematisch, Entw. F. HÄDRICH, gez. von K.-D. LICKERT)

Oft wurden in zwiebelschalenförmiger Anordnung um diese *Podsole* herum Übergangsstadien mit abnehmender Podsolierung bis hin zur *Norm-Braunerde* kartiert (s. Abb. 10). Der *Podsol* ist in solchen Fällen abnehmender Wirkung podsolierungsfördernder Faktoren zunächst umgeben von *Braunerde-Podsol*, dann von *Podsol-Braunerden*, bei nesterweiser Bleichung im Ae+Ah-Horizont von *Podsoliger Norm-Braunerde* und zuletzt von *Norm-Braunerde*.

Solche Bodenverteilungen wurden von HÄDRICH (1962 u. 1966) z.B. im Bereich des "Muckentales" (Bleichbach) und im Tal des "Tennenbächles" kartiert. Als Beispiel für einen Podsol soll ein Profil im Tal des "Hesselbaches" (TK 1:25000, 7813, R: 3418130, H: 5336220, 365 m ü. NN) dienen.

An Unterhängen und Hangfüßen kommen oft lösslehmreiche Schuttdecken vor. Aus ihnen gingen je nach Lössanteil und je nachdem, ob die Entkalkung des Materials früher weiter hangoben oder erst an der Ablagerungsstelle erfolgte, sowohl *Pseudogley-Braunerden* (Ah/Sw-Bv/(Sd-Bv)/Sd/Cv) als auch *Parabraunerde-Braunerden* (Ah/rAl.Bv/rBtv/IlimC) oder *Pseudogley-Parabraunerden* (Ah/rAl.Bv/rAl-Sw/rBt-Sd/IlimC) hervor. Eine ganze Talterrasse solcher Substrate und Böden findet sich auf der Südostseite des "Hesselbachtals", N "Tennenbach"

Im Bereich des oberen "Muckentales" und seiner Nebentäler, nach E bis an die Schwarzwaldrandverwerfung, verstärkt sich bei abnehmendem oder ganz fehlendem Lösslehmanteil in den Schuttdecken des Mittleren Buntsandsteins und unter meist reinen Nadelholzbeständen mit starker Rohhumusbildung die Podsolierungstendenz, vor allem an den blockreichen Mittelhängen und Hangspornen. Die Körnung der Böden ist hier durchweg steiniger, lehmiger bis schluffiger Sand über blockreichem Sandsteinschutt. Hier dominieren deshalb *Podsol-Braunerden*, *Braunerde-Podsole* und *Norm-Podsole*.

Warum entwickelten sich die *Norm-Podsole* bevorzugt an den Hangspornen (Hangrücken)?

An den mehr geradlinigen Buntsandsteinhängen ist nirgends völlig auszuschließen, dass in die kaltzeitlichen Schuttdecken von hangoben Material des etwas glimmerführenden und tonreicher verwitternden Oberen Buntsandsteins eingemischt ist. Darüber hinaus enthalten die Schuttdecken auch in steiler Mittelhanglage fast immer, wenn auch geringe, Anteile von Lösslehm. Die Körnung wird allgemein dadurch feiner. Dies alles ist für den Podsolierungsprozess eher hinderlich, denn dafür sind sandige oder sandig verwitternde, also grobkörnige, basenarme Substrate Voraussetzung.

An den Hangspornen dagegen konnten sich Anteile von Oberem Buntsandstein in den Schuttdecken am wenigsten einfinden und zusammen mit Lösslehm kaum halten, denn dort war für den Schutt unter Periglazialbedingungen eher eine Migrationstendenz seitlich weg vom Sporn maßgebend. Der dort vorhandene Schutt besteht fast ausschließlich aus dem Material des unmittelbar Anstehenden, also aus dem Hauptkonglomerat (smc₂) oder dem Bausandstein (sm). Diese beiden sind nun extrem basenarm und verwittern grobsandig – beste physikalisch-mineralische Voraussetzungen für die Podsolierung.

Da es sich zudem dort noch um die trockensten Böden des Buntsandsteingebietes handelt, weil am Sporn neben der Sandböden eigenen geringen Wasserspeicherleistung auch kaum ein Hangwasserzug "Zuschusswasser" möglich ist, stellen sich Vegetation, Forsteinrichtung und Waldbau darauf ein. Hier findet man meist reine Koniferenbestände, reine

Fichte und vor allem reine Kiefer oder Kiefer gemischt mit Traubeneiche und Birke (letztere drei vorwiegend in Südost- bis Südwestexposition) mit der entsprechenden Zwergstrauch- und Moosvegetation. Deren Streu ist zur Rohhumusbildung prädestiniert und begünstigt damit auch die Podsolierung.

Die Sohlen der Buntsandsteintäler bilden schmale, langgestreckte Areale mit

- *Norm-Vega* [aAh,Ap/aM/(IIaIc/)(II)aG]; aAh bis (IIaIc) >8 dm mächtig,
- *Gley-Vega* [aAh,Ap/aM/(IIaIc/)(II)aG]; aAh bis (IIaIc) 4-8 dm mächtig
- *Vega-Gley* (aAh/aM/aGo-M,aM-Go/aG); aAh + aM <4 dm mächtig und
- *Auengley* [aAh/(aIc,aM/aGo/aGr); aAh/(aIc,aM) <4 dm und aAh bis aGo < 8 dm mächtig.

Die Körnung aller vier Einheiten ist schwach kiesiger, lehmiger Sand über Sand, Kies und Geröll. Die ersten beiden Einheiten können sowohl der Acker- als auch der Grünlandnutzung dienen, die letzten beiden nur der Grünlandnutzung.

Im "Brettental", von der Einmündung des "Tennenbächles" bis Sexau-Lörch, sind unter Grünland *Gley-Vega* [aAh/aM/(IIaIc/)(II)aG] und *Norm-Gley* (Ah/Go/Gr; Ah + Go 4-8 dm mächtig, Ah <4 dm) dominant. Diese Böden zeigen als Körnungsabfolge schwach kiesigen, schluffig-sandigen Lehm und schluffig-lehmigen Sand über kiesigem Sand und Kies. Sie sind, da sie eine beachtliche Sedimentzufuhr von Böden aus Schwarzwaldkristallin erfuhren, auch mineralbütig etwas nährstoffreicher als die aus Bachsedimenten reiner Buntsandsteinherkunft.

2.7 Grundgebirgsschwarzwald

2.7.1 Überblick

Östlich der Schwarzwaldrandverwerfung setzt der Kristallinschwarzwald ein, in dem überwiegend Gneise verschiedenster Genese und Ausprägung sowie karbonzeitliche Granite das Anstehende bilden.

In diesem Gebiet nehmen die Niederschläge von W bis in die Hochlagen rasch zu und nach E (leeseitig) wieder ab, die Temperaturen zunächst langsam, dann aber stärker ab. Die Bodenentwicklung im gesamten Gebiet erfasste nicht die anstehenden Gesteine, sondern die hangenden periglaziären und glazigenen Lockersedimente (STAHR 1979b). Diese Sedimente überziehen in ca. 1–2 m Mächtigkeit (selten <1m) die Hänge und Hochflächen. Das anstehende Gestein tritt nur an besonders steilen, oft südexponierten Hängen und an Karwänden zutage. Wegen des rauheren Klimas – im rhenanischen West- und Zentralteil auch wegen der Steilheit der Hänge – hat der Mensch diese Landschaft später und in geringerem Maße verändert als im Vorland (STAHR et al. 1979).

In einem Schlusskapitel dieser Arbeit wird erstmalig auch eine kurze Übersicht über die Bodenverhältnisse im Kristallingebiet zu beiden Seiten des Elztales, also im Raum Kandel-Hünersedel-Gschasikopf-Rohrhardsberg gegeben (Kap. 2.7.5).

2.7.2 Die bodenbildenden Substrate des Grundgebirgsschwarzwaldes

Im ehemaligen Periglazialbereich des Mittel- und Südschwarzwaldes lassen sich die Eigenschaften der mehrgliedrigen, unter Frostwechselbedingungen des Pleistozäns entstandenen Schuttlagen in ihren Auswirkungen auf die Bodenbildung und die Standortseigenschaften der Böden wie folgt beschreiben (STAHR 1979b):

Über dem festen, unverwitterten Gestein lagert zunächst eine durch physikalische Verwitterung an Ort und Stelle gebildete und verbliebene *Zersatzzone* (Saprolit) aus Grus, Steinen oder Blöcken.

Darüber folgt die erste, echt periglaziäre Schuttschicht, die *Basislage*. Ihre Entstehung wird erklärt aus einem Eis-Boden-Gemisch mit Temperaturen nahe 0°C, das wie ein Gletscher hangab glitt. Die Bewegung erfolgte an Korngrenzen und Scherflächen, wo durch Druckerhöhung das Eis schmolz. Daraus folgte ein dachziegelartig in Hangrichtung eingeregelter Skelett. Beim Abschmelzen des Eisanteils ergab sich eine gewisse Dränagespülung, wobei auf den größeren Steinen unregelmäßig verteilte Sandlinsen und Schluffkappen hervorgingen. Die Lagerungsdichte der *Basislage* ist sehr hoch; oft sind deshalb die bodenbildenden Prozesse wie Verlehmung und Verbraunung nur abgeschwächt von oben in sie vorgedrungen (Bv-imCv- oder imCv-Horizonte), wenngleich Horizont- und Schichtgrenzen meist nicht identisch sind. Oft ist in der *Basislage* auch die Gründigkeit wegen des hohen Skelettanteils und der hohen Lagerungsdichte mechanisch so stark eingeschränkt, dass die Wurzeln gar nicht oder nur wenig in diesen Schutt eindringen können. In Extremfällen des perhumiden Klimas wirkt die *Basislage* – ähnlich wie im Glazialbereich der Geschiebelehm (vgl. Kap. 2.7.4) – wasserstauend.

Ganz anders verhält es sich mit der darüberliegenden *Mittellage*. Sie entstand aus einem oberflächlich auftauenden Permafrostboden, dessen Wasser deshalb nicht vertikal versickern konnte. Der sich bildende Bodenbrei kam bei entsprechender Hangneigung in turbulentes Übersättigungsfließen. Dabei konnte sich das Skelett nicht einregeln, sondern blieb regellos und damit sperrig-locker angeordnet. Der Lösslehmanteil ist heute in der *Mittellage* höher als in der *Basislage* – ein Hinweis darauf, dass zu ihrer Bildungszeit eine stärkere Lössleinwehung erfolgt sein musste. Insgesamt sind die ökologischen Bedingungen – Durchlüftung, Wasserspeicherleistung, Durchwurzelbarkeit und Nährstoffbereitstellung durch Verwitterung – für die *Mittellage* wesentlich günstiger zu beurteilen als für die *Basislage*. Böden mit mächtiger *Mittellage* sind daher bezüglich ihrer Standortsqualität und Bodenfruchtbarkeit günstiger zu bewerten als solche mit geringmächtiger *Mittellage*.

Die vom ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSTEMATIK DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT (1998) beschriebene *Hauptlage* konnte im Breisgau bisher nicht festgestellt werden.

An besonders steilen Hängen, über etwa 500 m ü. NN, ist noch eine sog. *Oberlage* auszuscheiden, die von STAHR (1979) noch in *Deckfolge* und *Decksediment* gegliedert wurde. Beim Wiedergefrieren aufgetauten Bodens von oben her und einsetzender Kammeis- oder Nadeleisbildung konnten Steine angehoben und beim Abschmelzen der Eiskämme selektiv hangabwärts verlagert werden, womit eine kleinräumige Kornsortierung verbunden war. So ergab sich eine besonders skelettreiche Schicht mit oft hangparalleler Einregelung der Steine, deren Bildung rezenten Schutthalden stark ähnelt und in sie übergeht.

Nicht zu verwechseln sind diese zur Ausbildung der *Oberlage* führenden Materialtransporte an der ehemaligen Oberfläche mit *rezenten Abspülprozessen*, die z.T. auch das Feinskelett einbeziehen. Man kann diese heute in Hanglage des Südschwarzwaldes dort beobachten, wo in feinskelettreichen *Braunerden* der Maulwurf Jagd auf den großen badischen Regenwurm *Lumbricus badensis* macht (LAMPARSKI 1985 und LAMPARSKI und KOBEL-LAMPARSKI 1988). Nach einiger Zeit zerfallen die Maulwurfshaufen, das Material wird hangabwärts gespült. Dabei wird die Feinerde wohl eher in den lockeren obersten Mineral-

boden wieder integriert, während die Steine an der Oberfläche bleiben. Auf diese Weise entstehen auch *rezente feinschuttreiche Halden*, die mit der *Oberlage* genetisch nichts zu tun haben. Solche Bildungen sind vor allem im weiteren Belchengebiet zu beobachten (HÄDRICH & STAHR 1989).

Genetisch ganz anders zu erklären sind die heute meist in Mittel- und Unterhanglage vorkommenden Anhäufungen humosen Oberbodenmaterials ohne Kornselektion als *anthropogene Kolluvien* infolge andauernder oder früherer Ackernutzung.

Im Zusammenhang mit der Phänologie der Schuttfolgen kann an frischen Straßen- und Forstweganschnitten eine Eigenschaft der gesamten Schuttdecke beobachtet werden, die es lohnt mitzuteilen. Die Oberfläche des festen Gesteins zeigt an geraden, mäßig steilen bis steilen Hängen ein ungefähr isohypsenparalleles, aber wellenförmiges Auf und Ab mit unregelmäßiger Amplitude. Könnte diese Formung nicht die Folge einer periglazialen Rutschspülung sein, die bei fehlender Vegetations- und Bodendecke die Hänge zwischen 25° und 40° Neigung zerrackelte?

Der darüber liegende Frostschutt hat nun die Eigenschaft, dieses Relief fast vollständig auszugleichen. Die Schuttdeckenmächtigkeit kann dadurch, in hangparalleler Richtung gesehen, zwischen 0 und 2 m variieren. Dieses Verhalten der "Lockerdecke" ist meist die Ursache für das kleinräumige Nebeneinander von tief entwickelten *Norm-Braunerden*, wo die Schuttdecke mächtig ist und *Norm-Rankern* und *Felshumusböden*, wo sie nahezu fehlt bzw. fehlt.

Einsicht in solche Substratwechsel bekommt der Beobachter am besten an Aufschlüssen frischer Wegebaumaßnahmen im Walde.

Solche Verhältnisse konnten die Verfasser z.B. im "Griesdobel" (B.-Wagensteig) (TK 1:25000, Nr. 8014, R: 3427910, H: 5314820, 530 m ü. NN) und W St. Märgen (Übers. 12, Tab. 16 und Abb. 12) beobachten.

Im übrigen zeigen die *Norm-Ranker* und *Felshumusböden* in solchen Positionen, dass dort die Gesteinsverwitterung seit dem Ausklingen der Würmeiszeit völlig unbedeutend war, vorausgesetzt, es haben nicht junge Erosionsprozesse die heutige Schuttdeckenmächtigkeit verringert.

Im Glazialgebiet, dem Feldbergmassiv und in den von da ausgehenden, zentrifugal angelegten Tälern sowie in Bereichen ehemaliger Gletschertransfluenzen, wurden über dem abgeschliffenen Anstehenden (Gneise und Granite) großflächig *Geschiebelehme* (Grundmoräne) sedimentiert, so z.B. im relativ flachen Bereich E und NE des Feldberges. Diese *Geschiebelehme* sind sehr dicht gelagert und bilden auch in Hanglage oft Staukörper für das im kühl-perhumiden Klima reichlich anfallende Sickerwasser. Neben festen, vom Gletscher abgehobelten, ebenen Felsoberflächen sind die *Geschiebelehme* der Grundmoräne die lithogene Ursache für das verbreitete Auftreten von Stau- und Grundwasserböden.

Im Gebiet zwischen "Raimartishof", "Rinken" und "Zipfelhof" wurde der dichte *Geschiebelehm* bei Bodenkartierungen (s. Kap. 1) regelmäßig in der Tiefe 60–90 cm erbohrt. Der i.d.R. wesentlich lockerere eigentliche Boden darüber besteht ebenfalls aus *Geschiebelehm*. Seine Lockerheit kann entweder durch *Mittellage*-Bildung im Spätglazial oder biogene Auflockerungsprozesse im Holozän (Durchwurzelung, Windwürfe, Tätigkeit von Maulwurf und Regenwurm etc.) erklärt werden. Sicher wird dieser lockere Profilbereich durch Bodentiere genutzt und stabilisiert.

Der dichte *Geschiebelehm* im Unterboden ist hier bei fehlender oder nur schwacher Hangneigung und angesichts des perhumiden, kühlen Klimas Ursache für die weite Verbreitung stauwasser- und hangzugwasserbedingter Böden vom *Hanggley* [Ah/sGo/(sGr/IIISd) über *Hangnassgley* (sGo-Ah/sGr/IIISd), *Hanganmoorgley* (sGo-Aa/sGr/IIISd), *Hangmoorgley* (H/IIISGr/IIISd) bis *Übergangs(nieder)moor* [uHw/uHr/(IIF/IIIfSd)] und vor allem *Norm-Hochmoor* [hHw/hHr/uHr/(IIF/IIIfSd)].

Nur an wenigen Stellen wurden im Glazialgebiet *glazifluviale Sande* abgelagert, so z.B. im "Rotmeer", N von F.-Altglashütten. Hier tritt im basenarmen, grobkörnigen und stark wasserdurchlässigen Substrat unter Koniferen stärkere Podsolierung auf, während dies sonst unter ähnlichen Bedingungen nur im grusig-sandig zerfallenden, basenarmen Granit erfolgte wie z.B. an der Bärhalde.

2.7.3 Die Böden im ehemaligen Periglazialbereich des Gneisschwarzwaldes

2.7.3.1 Lössbeeinflusste, submontane Fußzone des Gneisschwarzwaldes (Mittlerer und Südschwarzwald) – [ca. 300 – 500 (600) m ü. NN]

Am Schwarzwaldwestrand und weit in die nach W offenen Täler wurden in den Kaltphasen des Pleistozäns bis in etwa 600 m Höhe größere Lössmengen transportiert. Sehr bald jedoch erfolgte Wiederabtragung und Flusstransport ins Vorland (vgl. 2.4.1.1.1). Erhaltene Reste sind heute bis auf wenige Ausnahmen völlig entkalkt und bereits im Pleistozän – unter periglazialen Bedingungen – mit Gneisschutt vermischt worden (Mittellage; MAUS & STAHR 1977).

Nach der Entkalkung, Verlehmung und Verbraunung lief in den sich im Holozän bildenden Böden unter den dafür günstigen pH-Bedingungen (vgl. Kap. 2.4.1.1) vorübergehend Tonverlagerung ab. Heute jedoch sind solche Böden in stark saure *Norm-Braunerden* umgewandelt.

Wir nennen diese meist unter Laub- oder Laub-Nadel-Wald befindlichen Böden analog zu denen von Kapitel 2.4.1.1 bei geringerem Lössanteil und geringerer Tonverlagerung *Parabraunerde-Braunerde* [Ah/Al.Bv/(II)Bt.Bv/(III)Bv-imCv] und bei höherem Lössanteil und stärkerer Tonverlagerung *Braunerde-Parabraunerde* [Ah/Bv.Al/(II)Bvt/IIIBv/IIIBv-imC]. Diese Böden sind mäßig dicht gelagert; ein Staukörper ist noch nicht entwickelt, vielmehr haben sie einen guten Wasser- und Lufthaushalt, während der Nährstoffhaushalt durch relativ geringe Vorräte gekennzeichnet ist. Ihre Wasserspeicherleistung bis 1 m Tiefe kann je nach Lössbeteiligung und Skelettführung zwischen 120 und 160 mm liegen. Ein typisches Profil einer *Parabraunerde-Braunerde* kann im obersten "Welchental" (Übers.11, Tab. 15 und Abb. 11) studiert werden.

Übers. 11: PARABRAUNERDE - BRAUNERDE – "HORNBERG"/FREIBURG - EBNET-
STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (STAHR et al. 1979 und 1989)

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Ort: | ca. 2,75 km NNE Freiburg-Ebnet, Gemeindewald Ebnet | |
| Topographische Karte | 7913 Freiburg i.Br. - NE R: 34 19 425 | |
| 1 25 000 | H: 53 19 525 | |
| Höhe: | 515 m ü. NN | |
| Landschaft: | Mittlerer Schwarzwald, "Welchental" | |
| Relief: | Rhenanischer Typ; Mittelhang, 45 % SW | |
| Natürliche Vegetation: | Hainsimsen-Eichen-Buchen-Wald (Luzulo-Fagetum mit <i>Quercus petraea</i>) | |
| Nutzung: | Fichten-Tannen-Forst mit Traubeneiche, Rotbuche u. Kiefer (Baumholz) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 7 - 8 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 1300 mm | |
| Gestein: | Periglaziärer Hangschutt aus Paragneis bis Metatexit mit geringem Lössanteil (entkalkt) | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| L | 4 - 3 | Laub- u. Nadelstreu |
| Ofh | 3 - 0 | Ferment. u. zersetzte Streu, 5 YR 2,5/1, Ld 1 st. durchwurzelt, scharfe/wellige Grenze nach |
| Al.Ah | 0 - 15 | Oberlage, 2,5 Y 4/4, stein. fS, Krümel- bis Einzelkorngefüge, Ld 1, st. durchw., deutl./well. Grenze nach |
| Al.Bv | - 35 | Oberlage, 2,5 Y 5/6, stein. sL, Subpolyedergf., Ld 1, mittel durchw., deutl./well. Grenze nach |
| IIBt.Bv | - 65 | Mittellage, 10 YR 5/7, st. stein. sL, Subpol.- bis Polyedergf., Tonbeläge, Ld 2-3, mäßig durchw., deutl./well. Grenze nach |
| IIIBv-imCv | - 100 | Basislage, 10 YR 5/6, st. stein. IS, Einzelkorn- bis Kohärentgef., Parallel-Textur, Steine eingeregelt u. mit Schluffkappen, Ld 4-5, einzelne Wurzeln, deutl./well. Grenze nach |
| IIIimCv1 | - 140 | dto., s. st. stein., u'S, keine Wurzeln, diff. Grenze nach |
| IIIimCv2 | - 180 | dto., 10 YR 5/5, deutl./ ebene Grenze nach |
| IIIimCv3 | - 205 | dto., 10 YR 5/6, deutl./ebene Grenze nach |
| IIIimCv4 | >205 | dto. |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Parabraunerde-Braunerde(Subt.); FAO: Haplic Luvisol | |
| Humusform: | Moder | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr.; gut bis mäßig durchwurzelnbar; mäßig frisch; s. gut durchlüftet Nährstoffversorgung: K, Ca, Mg, Fe u. Mn gut; N u. P befriedigend | |

Tab.15 Parabraunerde-Braunerde – "Hornberg"/Freiburg-Ebnet, ausgewählte Parameter (STAHR et al. 1979 und 1989).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | H ₂ O CaCl ₂ | pH | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS austauschb. Kat. (eff.) in mmol/kg Feinerde (%) | Ca | Mg | K | Na | H | Al |
|------------|------------|----------------------|--------------------|------------------------------------|-----|------------------------------|--|----|----|-----|-----|----|----|
| Ofh | 3 - 0 | 25.5 | 0.84 | 4.0 | 3.4 | 160 | 37 | 41 | 14 | 2.1 | 2.5 | 61 | 54 |
| Al.Ah | 0 - 15 | 3.5 | 0.13 | 4.4 | 3.8 | 44 | 6 | 0 | 1 | 0.1 | 1.4 | 42 | 46 |
| Al.Bv | - 35 | 1.2 | 0.05 | 4.6 | 4.0 | 27 | 14 | 2 | 1 | 0.1 | 0.6 | 24 | 25 |
| IIBt.Bv | - 65 | 0.8 | n.b. | 4.8 | 4.0 | 31 | 10 | 1 | 1 | 0.1 | 1.0 | 28 | 30 |
| IIIBv-imCv | - 100 | 0.3 | n.b. | 5.1 | 4.1 | 39 | 30 | 2 | 8 | 0.1 | 1.7 | 27 | 27 |
| IIIimCv1 | 140 | 0.1 | n.b. | 5.3 | 4.2 | 37 | 52 | 1 | 16 | 0.1 | 2.3 | 18 | 18 |
| IIIimCv2 | 180 | 0.2 | n.b. | 5.4 | 4.2 | 41 | 63 | 2 | 22 | 0.1 | 1.7 | 16 | 15 |
| IIIimCv3 | - 205 | 0.1 | n.b. | 5.5 | 4.3 | 60 | 73 | 3 | 39 | 0.1 | 1.9 | 16 | 14 |
| IIIimCv4 | - 250 | 0.2 | n.b. | 5.6 | 4.4 | 48 | 84 | 4 | 33 | 0.1 | 3.0 | 9 | 8 |

| Horizont | Tiefe (cm) | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | PV (%) | Fe _p (g/kg) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (%) |
|------------|------------|-------------|-------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| Ofh | 3 - 0 | n.b. | n.b. | n.b. | 1.5 | 2.3 | 11.4 | 18 |
| Al.Ah | 0 - 15 | 21 | 1.01 | 67 | 1.0 | 2.8 | 17.7 | 37 |
| Al.Bv | - 35 | 27 | 1.28 | 51 | 0.5 | 2.3 | 16.2 | 36 |
| IIBt.Bv | - 65 | 35 | 1.63 | 40 | 0.4 | 2.0 | 17.4 | 38 |
| IIIBv-imCv | - 100 | 54 | 1.62 | 41 | 0.1 | 0.9 | 18.5 | 50 |
| IIIimCv1 | 140 | 63 | n.b. | n.b. | 0.1 | 0.7 | 18.8 | 59 |
| IIIimCv2 | - 180 | 68 | n.b. | n.b. | 0.1 | 0.5 | 22.0 | 59 |
| IIIimCv3 | - 205 | 60 | n.b. | n.b. | 0.1 | 0.5 | 17.4 | 40 |
| IIIimCv4 | - 250 | 63 | n.b. | n.b. | 0.1 | 0.6 | 21.0 | 49 |

BS: Basensättigung

Skelett: < 20 mm Ø

Fe_p: pyrophosphatlösliche

Fe-Fraktion

n.b. = nicht bestimmt

weitere Erläuterungen

s. Tab. 1 u. Abb.2

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

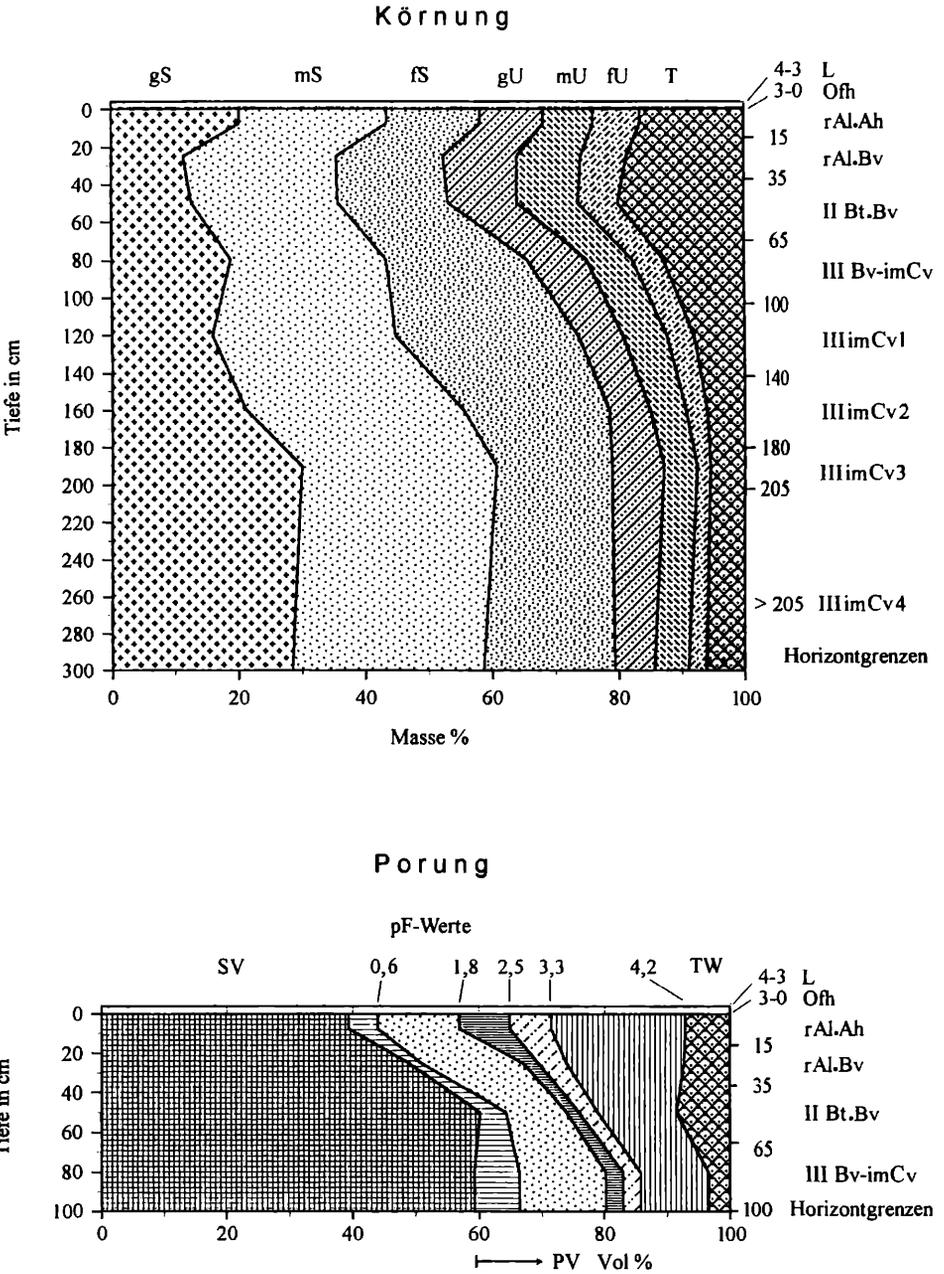


Abb.11: Parabraunerde-Braunerde – "Hornberg"/Freiburg-Ebnet; Körnung und Porung

An Hangrippen und besonders steilen Hängen findet sich oft nur eine geringmächtige Schuttdecke, oder der Gneis tritt direkt zutage. Dort bildete sich ein kleinflächig stark wechselndes Mosaik wenig produktiver Böden aus, das vom *Felshumusboden* mit O/mC-Profil, über den *Norm-Syrosem* (Rohboden) (Ai/imC), den *Syrosem-Ranker* [(O/)Aih</imC], den *Norm-Ranker* [(O/)Ah</imC], den *Braunerde-Ranker* (Ah/Bv-ilCv/imC; Bereich oberhalb imC <3dm), die *Ranker-Braunerde* (Ah/Ah+Bv/imC) bis zur flach- bis mittelgründigen *Norm-Braunerde* (Ah/Bv/imC) reicht. Diese Bodenverteilung findet sich kleinflächig in allen Höhenlagen (besonders in 2.7.3.3).

An vielen Stellen zeigt sich, dass die holozäne Bodenbildung klar abhängig ist vom Ausmaß der pleistozänen Frostschuttbildung, -verlagerung und -erhaltung. Bei mächtigem Frostschutt ging die Entwicklung bis zur tiefgründigen *Norm-Braunerde*, bei geringmächtigem oder fehlendem Frostschutt blieb sie bei *Norm-Ranker* bzw. *Norm-Syrosem* oder gar *Felshumusboden* stehen. Eine nennenswerte Schuttbildung im Holozän fand hier offensichtlich nicht statt. An den auf- und abtauchenden festen Gneisoberflächen wird erkennbar, dass die periglaziale Frostschuttbildung und -verlagerung am Hang das bewegte Festgesteinsrelief stark eingeebnet hat (vgl. Kap. 2.7.2).

An den Unterhängen und Hangfüßen wirkt sich bei stärkerer Lössbeteiligung die durch Sackung (nach Entkalkung) und Tonverlagerung eingetretene Verdichtung im B-Horizont so stark aus, dass besonders im Winter und Frühjahr die Niederschläge und das vom Hang zuziehende Wasser nicht frei versickern können. Die Folge ist zeitweiliges Stauwasser im Profil bei gleichzeitigem Luftmangel. Es entwickeln sich unter diesen Bedingungen *Pseudogley-Parabraunerden* (Ah/Al/Al.Sw/Bt-Sd/IIimC) und *Norm-Pseudogleye* [Ah/S(e)w/(II)Sd].

Wegen des Luftmangels im Frühjahr wurzeln die Pflanzen sehr flach und werden im Sommer nur ungenügend mit Wasser versorgt. Diese Böden können daher als "wechseltrocken" eingestuft werden.

Die zu dieser Landschaftseinheit gehörenden Talabschnitte führen rasch ziehendes, überwiegend sauerstoffreiches Grundwasser. Aus den sandig-lehmigen bis kiesigen Auen-sedimenten bildeten sich *Norm-Vegen* [aAh/aM/(IIalC)/(II)aG], *Oxigleye* (Ah/Go) und *Auengleye* [aAh/(alC,aM)/aGo/aGr].

2.7.3.2 Zartener Becken

Die flache Wanne des "Zartener Beckens" (heute fälschlich "Dreisamtal" genannt) ist mit 30–50 m mächtigen, pleistozänen und holozänen, glazifluvialen und fluvialen, kristallinen Sedimenten verfüllt. Morphologisch lässt sich das Becken in zwei Terrassenstufen und in die Auen der zahlreichen zentripetal zufließenden Bäche gliedern. Bei der Ortschaft Zarten sind auf der oberen Terrasse wegen Lössbeteiligung zweischichtige (Lehm über Kies) *Braunerde-Parabraunerden* (Ah,Ap/Bv.Al/(II)Bvt/(Bv)/(III)imC) verbreitet. Nach E wird die Lössbeeinflussung geringer und die Tonverlagerung schwächer; die Böden sind meist *Parabraunerde-Braunerden* (Ah,Ap/Al.Bv/(II)Bvt/(Bv)/(III)imC).

Auf der unteren Terrasse fehlt die lehmige Deckschicht weitgehend. Verbreitet sind hier *Norm-Braunerden* (Ah,Ap/Bv/Bv-Cv).

Auf den sandig kiesigen Sedimenten der Auen größerer Bäche sind *Auengleye* [aAh/(aM, alC)/aGo/aGr] und *Oxigleye* (Ah/Go) anzutreffen. In den Auen kleinerer, vorwiegend von N zufließender Bäche wurde eine mächtigere junge Decklehmschicht sedimentiert, die

ältere *Norm-Nass-* und *Norm-Anmoorgleye* überdeckt. Aus der jungen Auenlehmdecke entwickelten sich *Auengleye* und *Norm-Vegen* (*Vegen* = Plural von *Vega*).

Die oberen Terrassenflächen des schon zur keltischen Zeit besiedelten "Zartener Bekkens" werden heute überwiegend ackerbaulich genutzt, während die Auen und Teile der unteren Terrasse als Wiesen und Weiden dienen. Die Grünlandstandorte wurden von alters her bewässert. Nach einem ausgeklügelten System wurde Bachwasser in Gräben an den östlichen Talausgängen abgeleitet und damit weiter W liegende Flächen überstaut; dies geschieht z.T. heute noch.

Die Standorte ohne Grund- und Stauwassereinfluss am Gebirgsfuß und im Zartener Becken zählen zur submontanen Laubmischwald-Stufe.

2.7.3.3 Hänge und Hochflächen der montanen Stufe im Gneisgebiet (Mittlerer und Südschwarzwald) – [ca. 500(600) – 900 m ü. NN]

Dieser Bereich gehört der montanen Buchen-Tannen-Stufe an. Im wärmeren W beginnt sie erst bei ca. 600 m ü. NN und reicht bis über 900 m ü. NN. Weit verbreitet ist eine lockere, ca. 1 m mächtige, steinig-lehmige Mittellage über einer dichten, sandig-steinigen Basislage. Die Eigenschaften der Schuttdecken und die Bodenentwicklung sind durch die Eigenschaften der anstehenden Gneise geprägt. Löss wurde nur noch in geringem Umfang sedimentiert oder im Pleistozän wieder abgetragen.

Die bodenbildenden Prozesse der Verbraunung, Verlehmung und mäßigen Versauerung führten vorrangig zur Bildung von *Norm-Braunerden* (Ah/Ah-Bv/Bv/Bv-imCv/imC) oder *Lockerbraunerden* (Ah/Ah-Bfv/Bv/Bv-imC/imC). Es sind normalerweise sehr gut durchlüftete Mullböden mit einer Wasserspeicherleistung – je nach Skelettanteil – von 120-160 mm für 1 m Profiltiefe. Ein Profilbeispiel sei von unterhalb der "Hummelmühle", W St. Märgen, gebracht (Übers. 12, Tab. 16, Abb. 12).

Zum Teil ist der Streuabbau in dieser Höhenstufe bereits gehemmt, so dass sich in den Wäldern, vor allem unter reinem Nadelholz und Zwergsträuchern, eine Moder- oder gar Rohhumusaufgabe einstellt. Dies ist oft auch eine Folge langjährig wiederholter Streunutzung mit Humus- und Nährstoffverarmung. Auch kommt es in steilen Hanglagen und an Spornen durch Wasser und Wind zu Streuerosion (Aushagerung), die die Humusform deutlich verschlechtert. Der Entwicklungszustand dieser Böden entspricht dann nicht mehr dem normalen *Braunerdestadium*. Die Versauerung erreicht bereits pH-Werte von <4, wodurch eine Aluminiumverlagerung ausgelöst wird. Diese Al-Mobilisierung ist der Beginn einer stärkeren Degradation der *Braunerden*, die schließlich zur Ausbildung eines *Podsols* führen kann. Innerhalb des Gneisgebietes ist dieser Prozess jedoch noch nirgendwo bis zum *Podsol*stadium fortgeschritten. Selbst in ungünstiger Lage und unter Rohhumus finden sich nur Böden der Varietät *Schwach Podsolige Norm-Braunerde* (0/Aeh/Bv/Bv-Cv/imC).

Übers. 12: LOCKERBRAUNERDE – "WAGENSTEIG"/ST. MÄRGEN – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (STAHR 1979b, STAHR et al. 1979)

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| Ort: | ca. 1 km W St. Märgen, SW "Hummelmühle" | |
| Topographische Karte | 7914 St. Peter | R: 34 31 400 |
| 1 25 000 | | H: 53 19 075 |
| Höhe: | 740 m ü. NN | |
| Landschaft: | Mittlerer Schwarzwald, Wagensteigtal | |
| Relief: | Rhenanischer Typ, Kerbtal, gerader U-Hang, 63 % SE | |
| Natürliche Vegetation: | Artenreicher Waldschwingel-Tannen-Buchen-Wald [Festuco (altissimae)-Fagetum] | |
| Nutzung: | Tannen-Buchen-Fichten-Wald (Altholz) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 6 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 1450 mm | |
| Gestein: | Periglaziärer Hangschutt aus Paragneis-Metatexit | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| Ah1 | 0 -3 | Mittellage, 10 YR 3/1, st. stein. IS, Krümel- bis Subpolyedergef., Ld 1, s. st. durchw., deutl./ebene Gr. nach |
| Ah2 | -10 | Mittellage, 10 YR 3/2, st. stein. tS, Krümel- bis Subpolyedergef., Ld 1, s. st. durchw., deutl./ebene Grenze nach |
| Ah-Bfv1 | -20 | Mittellage, 10 YR 3/3, st. stein. sL, Subpolyedergef., Ld 1, stark durchw., deutl./ebene Grenze nach |
| Ah-Bfv2 | -40 | Mittellage, 10 YR 4/3, st. stein. fS, Subpolyedergef., Wurmröhren, Ld 1, s. st. durchw., scharfe/well. Gr. nach |
| Bv1 | -70 | Mittellage, 10 YR 4/4, mittel stein. IS, Feinkoagulat- bis Subpolyedergef., Ld 1, st. durchw., diff./ebene Gr. nach |
| Bv2 | -100 | Mittellage, 10 YR 5/5, st. stein. uLS, Feinkoag.- Subpolyedergef., Ld 1, st. durchw., scharfe/ebene Gr. nach |
| IIBv-imCv1 | -135 | Basislage, 10 YR 5/5, st. stein. fS, Einzelkorngef., Paralleltexur, eingereg. Steine mit Schluffkappen, Ld 4, gering durchw., deutliche/ebene Grenze nach |
| IIBv-imCv2 | -165 | dto. s. st. stein. IS, dto. |
| IIIimCv | >165 | Zerfallszone, 10 YR 5/4, extrem stein. u'S, Einzelkorngef., Schluffkappen, Sandlinsen, Ld 4, s. ger. durchw. |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Lockerbraunerde; FAO: Dystric Cambisol | |
| <u>Humusform:</u> | Mull | |
| <u>Standortsbeurteilung:</u> | Mech. u. physiol. s. tiefgr.; gut bis s. gut durchwurzelbar; frisch; gut bis sehr gut durchlüftet Nährstoffversg.: N, P, Basen, Fe u. Mn gut bis sehr gut | |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Tab.16 Lockerbraunerde – "Wagensteig"/St. Märgen, ausgewählte Parameter (STAHR 1979b und STAHR et al. 1979).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | pH | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | austauschb. Kat. (eff.) in mm ol/kg | Ca | Mg | K | Na | H | Al |
|------------|------------|----------------------|--------------------|-----|------------------------------|--------|-------------------------------------|----|----|-----|-----|----|----|
| Ah1 | 0-3 | 11.4 | 0.53 | 4.3 | 3.8 | 122 | 7 | 5 | 3 | 0.5 | 0.6 | 50 | 63 |
| Ah2 | 10 | 5.8 | 0.27 | 4.4 | 4.0 | 75 | 4 | 2 | 1 | 0.2 | 0.3 | 21 | 51 |
| Ah-Bv1 | -20 | 4.5 | 0.20 | 4.7 | 4.2 | 51 | 4 | 1 | 1 | 0.1 | 0.3 | 21 | 28 |
| Ah-Bv2 | -40 | 3.6 | 0.15 | 4.6 | 4.2 | 37 | 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.5 | 17 | 19 |
| Bv1 | -70 | 1.6 | 0.09 | 4.7 | 4.3 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0.1 | 0.4 | 8 | 15 |
| Bv2 | 100 | 1.2 | 0.06 | 5.3 | 4.7 | 10 | 2 | 1 | 0 | 0.2 | 0.6 | 3 | 5 |
| IIBv-imCv1 | 135 | 0.8 | 0.06 | 5.6 | 4.8 | 4 | 7 | 0 | 2 | 0.0 | 0.9 | 1 | 1 |
| IIBv-imCv2 | -165 | 0.5 | 0.01 | 5.6 | 4.9 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0.1 | 0.6 | 1 | 1 |
| IIIimCv | >165 | 0.2 | n.b. | 5.5 | 4.9 | 5 | 2 | 0 | 1 | 0.0 | 0.1 | 4 | 0 |

| Horizont | Tiefe (cm) | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | PV (%) | Fe _p (g/kg) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|------------|------------|-------------|-------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ah1 | 0-3 | 34 | 0.64 | 73 | 4.0 | 6.7 | 15.2 | 37.5 |
| Ah2 | 10 | 37 | 0.66 | 74 | 3.4 | 7.3 | 15.4 | 40.0 |
| Ah-Bv1 | -20 | 35 | 0.80 | 70 | 3.4 | 8.2 | 17.8 | 48.8 |
| Ah-Bv2 | -40 | 36 | 0.88 | 67 | 2.0 | 7.2 | 17.6 | 45.2 |
| Bv1 | -70 | 26 | 1.00 | 63 | 0.7 | 6.6 | 15.8 | 44.2 |
| Bv2 | 100 | 32 | 1.02 | 62 | 0.5 | 4.8 | 14.8 | 43.0 |
| IIBv-imCv1 | 135 | 41 | 1.48 | 47 | 0.3 | 3.5 | 12.8 | 43.2 |
| IIBv-imCv2 | 165 | 44 | 1.52 | 45 | 0.2 | 2.5 | 11.2 | 42.2 |
| IIIimCv | >165 | 56 | n.b. | n.b. | 0.1 | 1.0 | 11.7 | 39.4 |

BS: Basensättigung

Skelett: < 20 mm Ø

Fe_p: pyrophosphatlösliche

Fe-Fraktion

n.b. = nicht bestimmt

weitere Erläuterungen

siehe Tab. 1 u. Abb.2

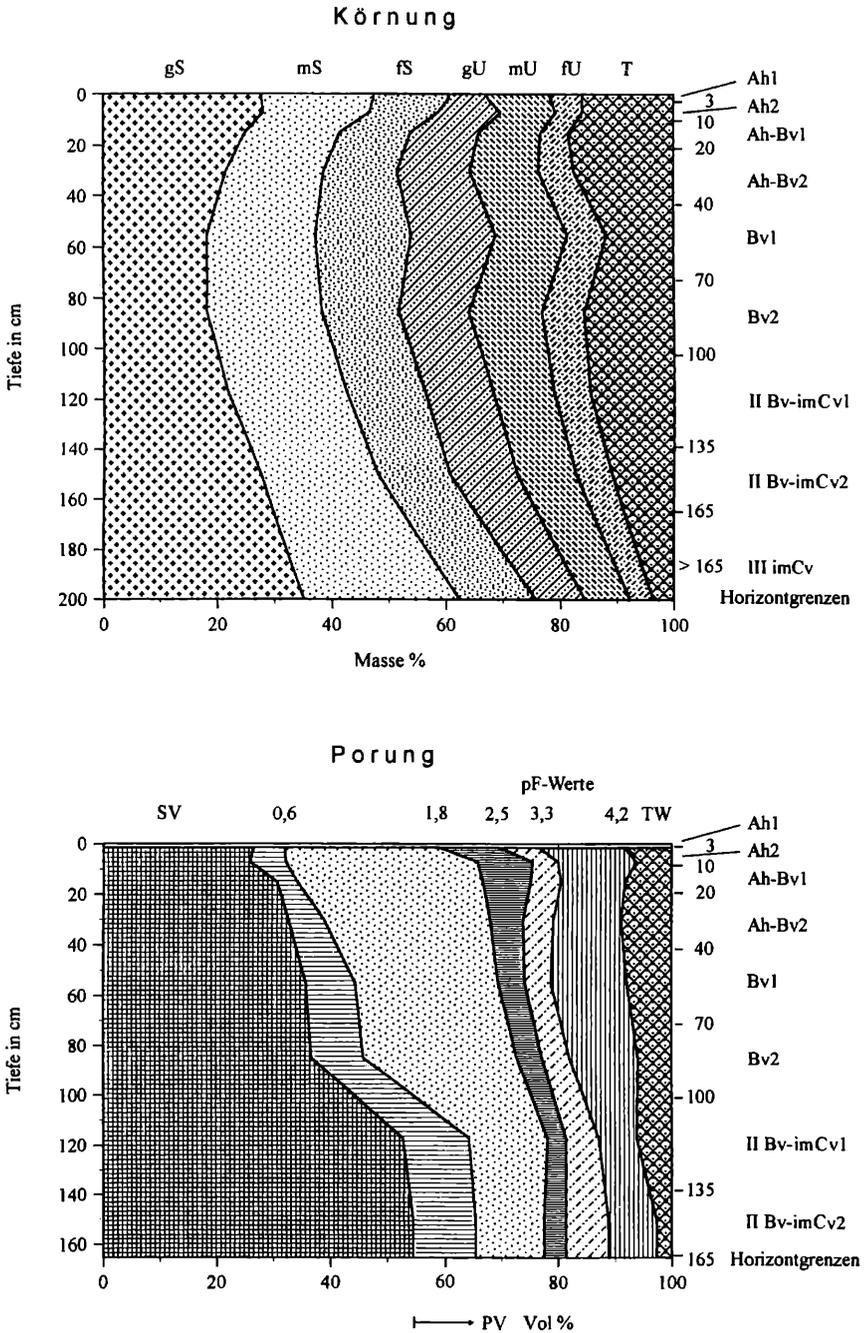


Abb.12: Lockerbraunerde – "Wagensteig"/St. Märgen (STAHR et al. 1979, verändert); Erläuterungen in Abb. 2.

Diese Entwicklung findet sich vor allem außerhalb des Verbreitungsgebietes des Regenwurms *Lumbricus badensis* (LAMPARSKI 1985), also N des "Zartener Beckens" und des "Höllentales", während S davon bei hoher Regenwurmakktivität, auch bei sonst ungünstigen Streuzersetzungsbedingungen, die Humusform Mull vorherrscht.

An den Unterhängen war bis in jüngste Zeit die Wässer- oder Flösswiesennutzung verbreitet. Im Frühjahr wurde Bachwasser in einem Grabensystem hangabwärts geleitet, an wechselnden Stellen aufgestaut und damit die tiefer gelegenen Wiesen bewässert.

So wurden die Böden jährlich mit humosem Mineralbodenmaterial überschlickt, und es entstanden mit der Zeit humose *Norm-Kolluvisole* mit einem homogenen Ah/M/II...-Profil. An sich wäre bei Niederschlägen zwischen 1300 und 1500 mm pro Jahr eine Bewässerung nicht notwendig; die Böden erhalten jedoch durch die Erwärmung und "Natur"-Düngung einen Vegetationsvorsprung von bis zu einem Monat gegenüber unbewässerten Wiesen in gleicher Höhenlage.

In stärker vernässten Hangnischen und/oder bei mächtiger *Basislage* konnten sich kleinflächig *Hanggleye* [Ah/sGo/(sGr)] und unterhalb von Quellen *Quellengleye* [Ah/qGo/qG(o)r] ausbilden.

In den Tälern dieser Höhenstufe überwiegen Böden, die durch hoch anstehendes Grundwasser geprägt sind. Es handelt sich vorwiegend um *Norm-Gleye* (Ah/Go/Gr), *Norm-Nassgleye* (Go-Ah/Gr) und *Norm-Anmoorgleye* (Go-Aa/Gr).

Alle diese Böden – von der *Braunerde* bis zum *Norm-Anmoorgleye* – sind in ihrem Wasserhaushalt als "frisch", "feucht" oder "nass" einzustufen, wobei die *Norm-Nass-* und *Norm-Anmoorgleye* für eine Grünlandnutzung teilentwässert werden müssen. Ackernutzung war in dieser Höhenlage auf den (*Mull/Moder*)*Norm-Braunerden* der mäßig steilen Hänge und Hochflächen möglich, da diese Böden ein sehr stabiles Gefüge aufweisen und daher nicht so leicht der Erosion unterliegen.

Trotzdem sind an Weganschnitten in dieser Stufe und auch darüber immer wieder *Norm-Kolluvisole* (Ah/M/II...), auch ohne frühere Wässerwiesennutzung, aufgeschlossen, die auf ehemals stärkeren anthropogenen Bodenabtrag bei zeitweiliger, heute nicht mehr gegebener Ackernutzung steiler Hänge hinweisen, so z.B. entlang des Wanderweges von der "Höfener Hütte" bis zum "Holzeck" (Hinterwaldkopfggebiet) unter Grünland und Fichtenaufforstung, SW des "Fischerhauses" ("Griesdobel") der Gemeinde B.-Wagensteig unter Fichtenaufforstung und am Wirtschaftsweg vom "Maierhäuslehof" (N Buchenbach) nach W in Richtung B.-Wiesneck" unter Grünland.

2.7.3.4 Kuppen und Hochflächen der montanen Stufe im Gneisgebiet (Mittlerer Schwarzwald) – (800 - 1100 m ü. NN)

Das Gebiet umfasst die Hochflächen zwischen Kandel, St. Peter und St. Märgen, die zunächst abtauchen und dann nach S bis zur Weißtannenhöhe bei Breitnau wieder ansteigen. Diese Teile gehören, morphodynamisch gesehen, zum danubischen Relieftyp des Schwarzwaldes; sie liegen nur wenig unter dem Niveau der permotriadischen Landoberfläche. Es ist der Bereich der montanen Fichtenforsten, die oft durch Aufforstung (1.–3. Generation) ehemals landwirtschaftlicher Nutzflächen hervorgegangen sind. Diese Fichten-Monokulturen begünstigen die Ausbildung ungünstiger Humusformen bis hin zum Rohhumus, zumal hier der mullfördernde Regenwurm *Lumbricus badensis* fehlt.

Auf den Kuppen kommt aus Gneis-Frostschutt, besonders unter Fichte, eine *Schwach Podsolige Norm-Braunerde* mit Rohhumusauflage vor. Diese teilweise auch (Moder/Rohhumus) *Lockerbraunerde* [L/Of/Oh/A(e)h/Bfv-Ah/Ah-Bfv/Bv/IIimCv] genannte Varietät ist oft nur 4–5 dm mächtig, sehr locker, extrem stark versauert, und ihre Bv-Horizonte sind leuchtend gelbbraun gefärbt. Es hat eine deutliche Eisenfreisetzung und Aluminiumverlagerung stattgefunden, ohne dass sich ein durchgehender *Podsol*-Bleichhorizont Ae ausgebildet. Solche Böden wurden gelegentlich auch "Sauerbraunerden" genannt (STAHR 1979a). Ein dafür typisches Profil findet sich im "Wildmooswald" NE Breitnau (Übers. 13, Tab. 17, Abb. 13 und 14). Stärker podsoliierte Böden aus Gneisschutt treten in dieser Landschaft nicht auf.

Sonst sind unter Wald aus Gneis-Frostschutt oft (*Moder*) *Norm-Braunerden* mit Eigenschaften wie bei denen der tieferen Stufe oder (*Moder*) *Lockerbraunerden* verbreitet.

An den Unterhängen unter naturnahem Laub-Nadel-Wald und auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen (Grünland) überwiegen (*Mull*) *Norm-Braunerden* (Ah,Ap/Bv/Bv-Cv/imC).

Stellenweise kommt eine rötlich gefärbte, steinärmere, tonreichere Variante der (*Mull*) *Norm-Braunerde* vor. Die Rotfärbung lässt sich auf eine Beimengung von hämatitischem Ton zurückführen, der aus Resten permischer Sedimente sowie roten Kluftbelägen im Gestein und hydrothermalen Gängen stammt. Diese Böden werden auf der Hochfläche heute i.d.R. als Grünland genutzt. Außer am "Kandel" konnte diese Variante in Baugruben von St. Peter und an einem kurzfristig offenen Graben vom "Thurner" bis ins obere "Joostal" über eine Länge von mehr als 1 km beobachtet werden.

In Senken und auf größeren Verebnungsflächen sind ferner *Stauwasserböden* entwickelt. Stauend wirken entweder feste Felsoberflächen oder dichte Basislagen. Die Nassphase ist hier viel ausgeprägter als am Gebirgsfuß (Kap. 2.7.3.1), und Trockenphasen treten nicht auf. Unter diesen Bedingungen unterliegen die Böden einer Nassbleichung, d.h. mit einem langsamen seitlichen Wasserzug werden reduzierbare Elemente wie Eisen und Mangan, aber auch andere Nährstoffe wie Phosphat, Kupfer, Kobalt und Basen weggeführt. Diese nassen, sauer stoff- und nährstoffarmen Böden haben i.d.R. eine Horizontfolge [L/Of/Oh/Sw-Ah/Serw/ IISrd/(imC)] und werden *Norm-Stagnogley* genannt. Bei weniger starker Ver-nässung treten *Hanggleye* und Übergänge zwischen *Norm-Braunerde* und *Norm-Stagnogley* auf, während typische *Pseudogleye* wegen des gleichmäßig (per-)humiden Klimas nicht vertreten sind.

Übers. 13: LOCKERBRAUNERDE – "WILDMOOSWALD"/BREITNAU – STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (STAHR et al. 1979 und 1989)

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Ort: | ca. 1,5 km SSW Gasthaus "Thurner"; Gemeindewald Breitnau, "Äußeres Allmend" | |
| Topographische Karte | 8014 Hinterzarten | R: 34 33 900 |
| 1 25 000 | | H: 53 13 800 |
| Höhe: | 1097 m ü. NN | |
| Landschaft: | Mittlerer Schwarzwald, Hochfläche | |
| Relief: | Danubischer Typ, fast eben | |
| Natürliche Vegetation: | Artenarmer Fichten-Tannen-Wald (Luzulo-Abietetum) | |
| Nutzung: | Fichtenreinbestand (Baumholz) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 5 - 6 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | 1600 mm | |
| Gestein: | Frostschutt aus Paragneis-Metatexit | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| L | 15 - 14 | Fichten-, Moos- u. Heidelbeerstreu |
| Of | 14 - 10 | Ferment. u. teilw. zersetzte Streu, Ld 1, schw. verfilzt, viele Wurzelreste, einige Wurz., scharfe/ebene Gr. nach |
| Oh | 10 - 0 | Zersetzte, humifizierte Streu, 5 YR 2,5/1, feucht schmierig, trocken blockig, kohärent, Ld 1, st. durchw., scharfe/ebene Grenze nach |
| Ah | 0 - 6 | Mittellage, 5 YR 3/1, st. stein. sL, Feinkoagulatgef., Ld 1, st. durchw., scharfe/ zungenförmige Grenze nach |
| Bfv-Ah | 12 | Mittellage, 7,5 YR 3/1, st. stein sL, griesiges Gef., Ld 1, mäßig durchw., diff./ebene Grenze nach |
| Ah-Bfv | - 30 | Mittellage, 7,5 YR 4/3, st. stein. sL, gries. Gef., Ld 1, einzelne Wurzeln, diff./ebene Grenze nach |
| Bv | - 60 | Mittellage, 7,5 YR 4/4, st. stein. sL, gries. bis subpol. Gef., Schluffkappen, Ld 1, sehr gering durchw., deutl./ebene Grenze nach |
| IIimCv | - 90 | Basislage, in Zerfallszone übergeh., 7,5 YR 5/3, extr. stein. l'S, Einzelkorn- bis Kohärentgef., Ld 2-3, keine Wurzeln, eingeregelt Steine, Schluffkapp., Paralleltexur |
| <u>Bodentyp:</u> | Lockerbraunerde (Subtyp); FAO: Dystric Cambisol | |
| <u>Humusform:</u> | Moder bis Rohhumus (kleinflächig wechselnd) | |
| <u>Standortsbeurteilung:</u> | Mech. mittelgr., physiol. flachgr.; s.g. durchwurzelbar; frisch; gut, zeitweise mäßig durchlüftet Nährstoffversorgung: N, P und Basen schlecht; Fe u. Mn gut | |

Tab.17 Lockerbraunerde – "Wildmooswald"/Breitnau, ausgewählte Parameter (STAHR et al. 1989).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | H ₂ O | pH | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | austauschb. Kat. (eff.) in mval/kg Feinerde | Ca | Mg | K | Na | H | Al |
|----------|------------|----------------------|--------------------|------------------|-----|------------------------------|--------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| L | 15 - 14 | 53.0 | 1.58 | 3.6 | 3.3 | 125 | 36 | 29 | 12 | 3.8 | 0.2 | 0.2 | 73 | 7 |
| Of | 14 - 10 | 53.1 | 1.90 | 3.2 | 2.9 | 201 | 16 | 17 | 12 | 2.2 | 0.2 | 0.2 | 148 | 22 |
| Oh | 10 - 0 | 46.7 | 1.84 | 3.1 | 2.7 | 342 | 6 | 5 | 12 | 0.6 | 1.6 | 1.6 | 215 | 108 |
| Ah | 0 - 6 | 10.0 | 0.54 | 3.3 | 3.2 | 350 | 0 | 0 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 159 | 190 |
| Bfv-Ah | - 12 | 5.5 | 0.26 | 3.7 | 3.7 | 165 | 1 | 0 | 1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 74 | 90 |
| Ah-Bfv | - 30 | 3.3 | 0.15 | 4.1 | 4.2 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24 | 38 |
| Bv | - 60 | 1.5 | 0.08 | 4.3 | 4.4 | 31 | 5 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 10 | 19 |
| IlimCv | - 90 | 0.2 | 0.03 | 4.4 | 4.2 | 43 | 4 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 17 | 24 |

| Horizont | Tiefe (cm) | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | PV (%) | Fe _p (%) | Fe _o (%) | Fe _d (%) | Fe _t (%) |
|----------|------------|-------------|-------------------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| L | 15 - 14 | 0 | n.b. | n.b. | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.1 |
| Of | 14 - 10 | 0 | n.b. | n.b. | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.1 |
| Oh | 10 - 0 | 0 | 0.17 | 89 | 0.12 | 0.18 | 0.30 | 0.4 |
| Ah | 0 - 6 | 37 | 0.74 | 71 | 1.00 | 1.29 | 1.72 | 2.8 |
| Bfv-Ah | - 12 | 41 | 0.86 | 69 | 0.77 | 1.28 | 1.63 | 3.4 |
| Ah-Bfv | - 30 | 48 | 1.00 | 63 | 0.42 | 0.93 | 1.58 | 3.1 |
| Bv | - 60 | 47 | 0.99 | 62 | 0.15 | 0.65 | 1.18 | 3.2 |
| IlimCv | - 90 | 65 | 1.31 | 51 | 0.02 | 0.10 | 0.81 | 3.3 |

BS: Basensättigung
Skelett: < 20 mm Ø
Fe_p: pyrophosphatlösliche Fe-Fraktion
n.b. = nicht bestimmt
weitere Erläuterungen s. Tab. 1 u. Abb.2

Die Böden des Breisgau und angrenzender Gebiete

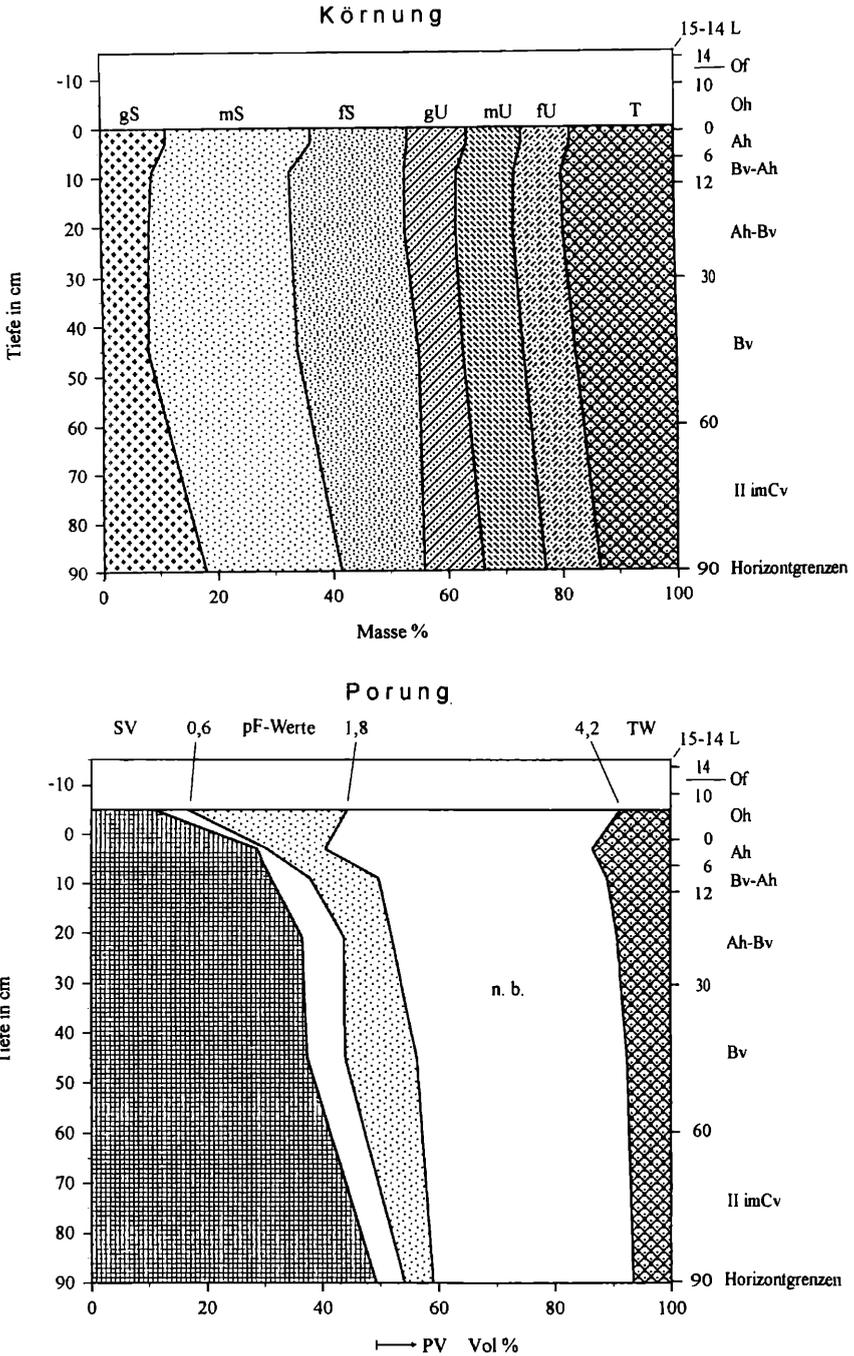


Abb.13: Lockerbraunerde – "Wildmooswald"/Breitnau; Körnung und Porung (STAHR et al. 1979, verändert); Erläuterungen in Abb. 2.

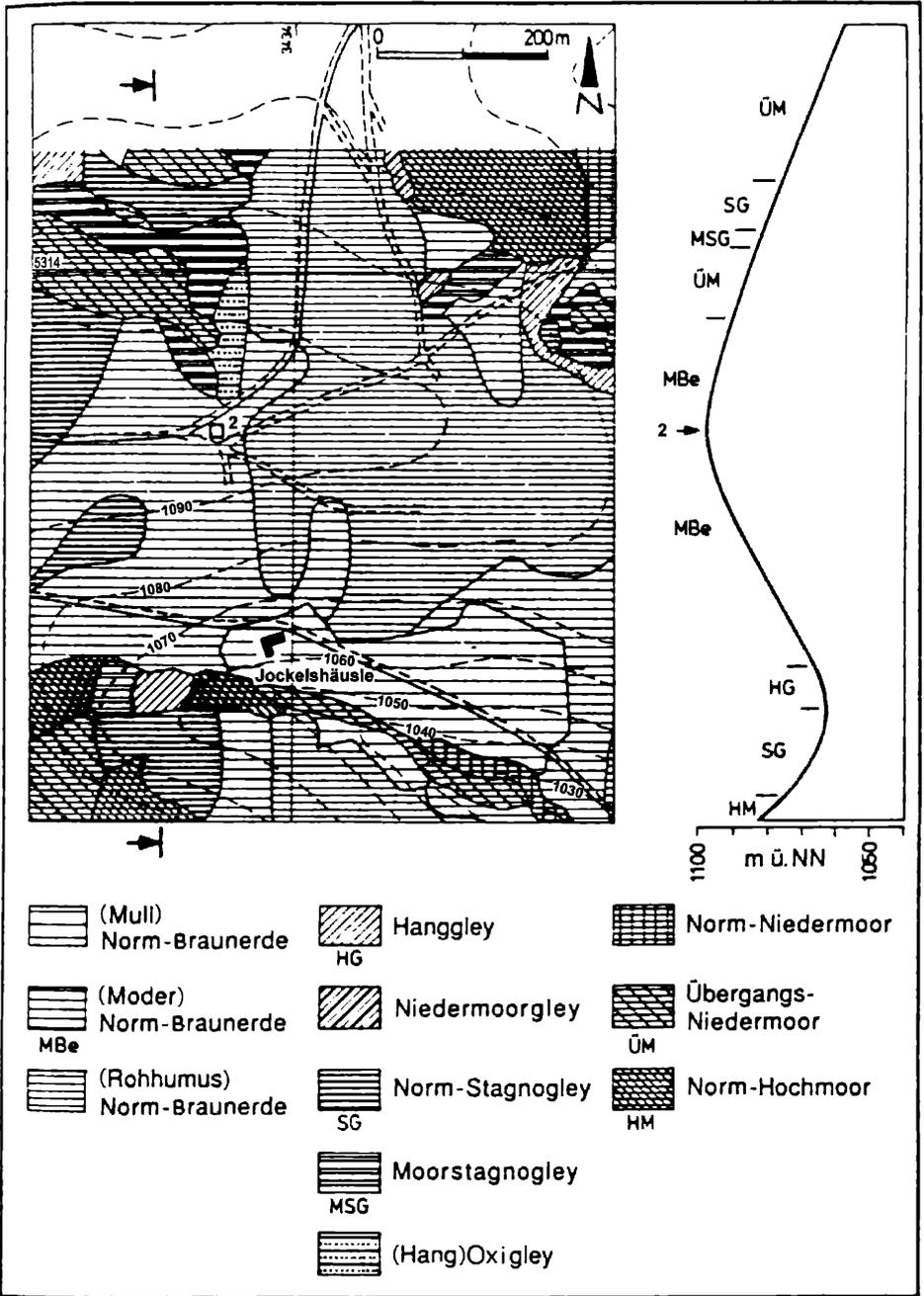


Abb.14: Bodenkarte und typische Bodencatena des "Wildmooswald"- Gebietes (STAHN et al. 1989) (2=Position vom Profil in Übers.13, Tab.17 u. Abb.13).

Die *Norm-Stagnogleye* werden in größeren Vernässungsflächen z.T. durch *Moorstagnogleye* [H/(Ah-Serw)/Serw/IIISrd], *Übergangs(nieder)moore* [uHw/uHr/(nHr/)(IIF/)/III(f)...)] und *Norm-Hochmoore* [(hHw/)/hHr/(uHr/)(nHr/)(IIF/)/III(f)...)] abgelöst. Beispiele hierfür finden sich im "Wildmooswald" (NE Breinau; s. Abb. 14) und beim "Hüttenbauernhof" im Thurnergebiet.

Unterhalb solcher Vernässungsflächen entwickeln sich Böden, in denen die aus den Nassböden ausgetragenen Stoffe angereichert sind. Infolge größerer Porung des Bodens oder stärkerer Hangneigung wird das ziehende Wasser wieder stärker belüftet. Es bilden sich farbintensive (*Hang*)*Oxigleye* ("*Ockererden*") mit einer Ah/Go/imC-Horizontierung. Diese (*Hang*)*Oxigleye* besitzen einen Oberboden mit hohem Porenvolumen, weswegen sie auch *Hangley-Lockerbraunerden* genannt werden könnten. Sie sind außerdem relativ reich an Nährstoffen, haben aber wegen ihrer kleinflächigen Verbreitung keine wirtschaftliche Bedeutung. Ein typisches Vorkommen unterhalb einer vermoorten Fläche kann im nördlichen "Wildmooswald" studiert werden (TK 1:25000, R: 3433830, H: 5314820, 1025 m ü. NN).

In den Tälern sind *Norm-Nassogleye* (Go-Ah/Gr), *Niedermoorogleye* (nH/IIGr), *Norm-Niedermoore* [(nHw/)/nHr/(IIF/)/III(f)...)] und vereinzelt *Übergangs(nieder)moore* [(uHw/)/uHr/ (nHr/)(IIF/)/III(f)...)] verbreitet. Nach Teilentwässerung werden diese Böden oberflächlich und werden heute überwiegend als Grünland genutzt.

2.7.4 Das ehemalige Glazialgebiet der montanen bis hochmontanen Stufe zwischen Schauinsland, Feldberg, Altglashütten, Breinau und Neustadt – (900 – 1500 m ü. NN.)

Vom Periglazialgebiet unterscheidet sich das Glazialgebiet vor allem durch eine in der Landschaftsgeschichte begründete veränderte Formung, Substratdifferenzierung und Hydrologie.

Hänge mit gleichförmiger Neigung und enge V-Täler werden nun von konvexen Hängen und breiten U-Tälern abgelöst. Die Hänge wurden von den Talgletschern teilweise unterschritten, so dass es zur Bildung von Bergstürzen und Schutthalden kam. Übertiefung und Sedimentation sowie Seenverlandung führten in den Tälern zu stark wechselnden hydrologischen Verhältnissen.

Stärker noch als die morphodynamischen Veränderungen wirkte auf die Bodenentwicklung die teilweise stark abweichende Substratzusammensetzung im ehemals vergletscherten Gebiet. So kam es flächenhaft zu Geschiebelehm-Überlagerungen, z.B. im gesamten Gebiet zwischen "Raimartishof", "Rinken", "Fürsatz" und "Zipfelhof" (vgl. Kap. 2.7.2). Diese sandig-lehmigen Geschiebelehme sind gekennzeichnet durch Frostblättrigkeit und besonders starke Verdichtung. Sie sind deshalb für die Durchwurzelung und Bodenentwicklung ähnlich schlecht geeignet wie die Basislage im Periglazialgebiet. In den Tälern ist dieser Sedimenttyp seltener. Dort wurde das Material stärker durch fließendes Wasser fraktioniert, so dass man auf engem Raum, häufig sogar übereinander, Endmoränen, Sander, Beckentone und glazifluviale Schotter und Sande findet.

Der West-, Nord- und mittlere Teil des Glazialgebietes gehört der zentralen Schwarzwälder Gneismasse an, während S des "Seebachtales" mit "Hochkopf", "Bärhalde" und "Hochfirst" sowie NE von Neustadt der Bärhalde-Hochfirst-Eisenbach-Granit große Flächen einnimmt.

Zur Zeit des Vereisungsmaximums lag das gesamte Gebiet unter einer geschlossenen Eiskappe, später wiesen das Gneis- und das Granitgebiet getrennte Eisstromsysteme auf. Deshalb finden wir heute in beiden Bereichen Ablagerungen aus Mischungen verschiedenster Gesteinsarten mit unterschiedlichem Chemismus und wechselnder Körnung. Diese Unterschiede haben besonders die Entwicklung der terrestrischen Böden, dagegen kaum die der hydromorphen beeinflusst (STAHR 1979b und 1981).

2.7.4.1 Das Gneisgebiet im Glazialraum des Grundgebirgsschwarzwaldes

Unter den terrestrischen Böden stellen im Gneisgebiet an den Hängen *Norm-Braunerden* verschiedenster Humusformen die am weitesten verbreiteten Böden dar. Ihr Ausgangsmaterial ist bei langzeitlicher Eisbedeckung Geschiebelehm, bei Eisbedeckung nur im Vereisungsmaximum und nachfolgender Periglazialphase (Oberhänge und Kuppen in und zwischen den glazigenen Tälern) auch Frostschutt.

Dominierend ist im gesamten zentralen Süd- und im Südwestschwarzwald – besonders im Feldberg-Belchen-Raum (HÄDRICH und STAHR 1989) – eine besondere Variante der (*Mull*) *Norm-Braunerde* (Ah/Bv-Ah/Ah+Bv/Bv-Cv/imC). Sie ist nicht etwa beschränkt auf gneisbürtige glazigene Sedimente, sondern greift auch weit auf granitbürtige einerseits und auf periglaziäre Schuttdecken in Gneis und Granit andererseits über.

Dieser Boden findet sich heute sowohl unter naturnahen Buchen-Tannen-Wäldern als auch in stärker nadelholzbetonten oder gar reinen Fichtenforsten. Charakteristisch ist ein mindestens 40 cm mächtiger Ah-Horizont (Ah + Bv-Ah) mit Krümel- bis Subpolyedergefüge, der nesterweise in den meist nicht sehr mächtigen, hellbraunen Bv-Horizont eingreift (Ah+Bv). Diese spezielle (*Mull*)*Braunerde*, die schon von STAHR (1979a und 1979b) *Humusbraunerde* genannt wurde, verdankt ihre Entstehung und Erhaltung dem in diesem Gebiet heimischen, bis 2,5 m tief grabenden, großen badischen Regenwurm *Lumbricus badensis* (LAMPARSKI, 1985), dem offensichtlich der Abbau jeder Art von Streu gelingt. Der ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSTEMATIK DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT (1998) hat nun diesen Namen "*Humusbraunerde*" im Subtypenniveau in die offizielle Systematik der Böden Deutschlands aufgenommen.

Die Humusform zeigt vor allem nahe der Verbreitungsgrenze dieses Wurmes einen starken zeitlichen und kleinräumigen Wechsel zwischen Mull und Rohhumus, je nachdem, ob sich der Wurm ein neues Biotop gerade erobert hat, in ihm schon längere Zeit aktiv ist oder sich aus ihm zurückzog.

Zur Unterscheidung der *Humusbraunerde* vom äußerlich ähnlichen *Norm-Kolluvisol* können folgende Eigenschaften dienen:

- Die *Humusbraunerde* überzieht alle Reliefpositionen, sofern die Schuttdeckenmächtigkeit ihre Ausbildung erlaubt, während der *Norm-Kolluvisol*/bekanntlich nur an bestimmte Reliefpositionen gebunden ist.

- Zur *Humusbraunerde* gehört auf jeden Fall die Beobachtung von Humusnestern und von Humustapeten ausgekleidete Wurmröhren im Bv-Horizont, so dass dieser Horizont im Profil mit "Ah+Bv" bezeichnet werden muss. Diese Erscheinungen im Bv entstehen wie überhaupt auch der mächtige Ah-Horizont darüber durch die Aktivität der tiefgrabenden Regenwurmart *Lumbricus badensis*.

- Ein weiteres Kennzeichen der *Humusbraunerde* gegenüber dem *Norm-Kolluvisol* ist das Fehlen oder weitgehende Fehlen von Artefakten im Ah, die ein deutlicher Hinweis auf

eine längere landwirtschaftliche Nutzungsphase mit Oberboden-Kolluviation (M-Horizont) wären.

Treffen alle drei Eigenschaften zu, dann kann mit Sicherheit von einer *Humusbraunerde* gesprochen werden.

Schwieriger wird die systematische Zuordnung dann, wenn der Regenwurm in einem ehemaligen Norm-Kolluvisol "arbeitet" und in seinem Bv-Horizont die genannten Muster erzeugt. In einem solchen Fall könnte dann von einer *Humusbraunerde* nach *Norm-Kolluvisol* gesprochen werden.

Im Bereich der höchsten Erhebungen, wie z.B. am Feldberg, zeigt diese Humusbraunerde oft Hangvergleyungserscheinungen im Unterboden [*(Hang)Gley-Humusbraunerde*], wenn durch das Vorhandensein von dichtem Geschiebelehm oder dichter Basislage Sickerwasser gestaut wird. Ein solches Profil wurde von STAHR et al. (1979; Profil A8) W der Jugendherberge "Feldberg-Hebelhof" beschrieben (Übers. 14, Tab. 18, Abb. 15).

Gelegentlich sitzt der mächtige Ah-Horizont auch direkt auf dem anstehenden Gestein, so dass Übergänge zum (*Mull*)*Norm-Ranker* (Ah/imCn) vorliegen.

Auf den selektierten, basenarmen, sandigen Endmoränen-, Terrassen- und Sanderablagerungen kommen innerhalb der Gneismasse die einzigen vollentwickelten *Norm-Podsole* vor, so z.B. im Bereich der Endmoräne des aus dem Feldberggebiet gekommenen Gletschers in "Breitnau-Neuhof" (TK 1:25000, 8014, R: 3430410, H: 5310545, 985 m ü. NN) (STAHR et al. 1979; Profil A7, ehemalige Sandgrube, heute verfüllt). Die Bleichhorizonte dieser *Podsole* sind geringmächtig (bis 20 cm), sandig-lehmig und ziemlich dicht. Humus- und Sesquioxidanreicherungen markieren eine Schichtgrenze zum Unterboden, dessen Körnung wesentlich gröber (sandig bis sandig-kiesig) ist. Neben *Norm-Podsol*en [L/0f/0h/Ahe/B(s)h/B(h)s/ilC] kommen sämtliche Zwischenglieder der *Braunerde-Podsol*-Reihe vor. Durch Ackernutzung wurden diese Böden soweit homogenisiert, dass sie im Profilaufbau wieder *Norm-Braunerden* ähneln.

Übers. 14: (HANG)GLEY-HUMUSBRAUNERDE – FELDBERG/"HEBELHOF" –
STANDORTS - UNDPROFILBESCHRIBG. (STAHR 1979b u. STAHR et al 1979)

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Ort: | Südhang des "Seebuck", Weganschn. W JH "Hebelhof" | |
| Topographische Karte 1 25 000 | 8114 Feldberg R: 34 27 000 H: 53 02 600 | |
| Höhe: | 1235 m ü. NN | |
| Landschaft: | Südschwarzwald/Feldbergmassiv | |
| Relief: | Rhenanischer Typ, konvexer Mittelhang, 54 % SSW | |
| Natürliche Vegetation: | Hochmontan-subalpine Borstgrasweide (Leododonto-helvetici-Nardetum), Übergang zum staudenreichen Bergmischwald (Aceri-Fagetum) | |
| Nutzung: | Weidfeld mit Solitärfrüchten | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 3 - 4 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | ca. 2000 mm | |
| Gestein: | Periglaziärer Hangschutt aus Gneis-Metatexit | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| L | 2 - 0 | Unzersetzte Streu der Gras- u. Krautvegetation |
| Ah1 | 0 - 5 | Mittellage, 10 YR 3/2, st. stein. sL, Krümelgef., Ld 1, s. st. durchw. (Graswurzelfilz), diff./ebene Grenze nach |
| Ah2 | - 20 | Mittellage, 7,5 YR 3/2, st. stein. sL, Krümelgef., Ld 1, s. st. durchw. (Graswurzelf.), diff./ebene Grenze nach |
| Ah3 | - 40 | Mittellage, 7,5 YR 4/2, st. stein. sL, Krümel- bis Sub-pol.-Gef., Ld 1, st. durchw., diff./ebene Grenze nach |
| Ah+Bv | - 60 | Mittellage, 10 YR 4/3, st. stein. sL, Subpol.-Gefüge, Wurmröhren, Ld 1, mäßig durchw., deutl./ebene Grenze nach |
| Go-Bv | - 90 | Mittellage, 10 YR 4/4, s. st. stein. l'S, Subpol.-Gef., Rostflecken, Wurmröhren, Ld 2-3, gering durchw., deutliche/wellige Grenze nach |
| IImGo | 130 | Basislage, 10 YR 4/3, s. st. stein. sL, Kohärentgef., Rost- und Mn-Flecken, eingereg. Skelett mit Schluffkappen, Ld 4, s. ger. durchw., scharfe/zungenförm. Grenze nach |
| IIIImC-Gr | 150 | Zerfallszone, 10 YR 3/3, extrem stein. l'S, Kohärent- bis Einzelkorngef., Reduktionszonen u. Rostfl., Schluffkapp. Ld 4, s. gering durchw., scharfe/wellige Gr. nach |
| IVImCn | > 150 | Anstehender Gneis-Metatexit |
| <u>Bodenvarietät:</u> | (Hang)Gley-Humusbraunerde; FAO: Gleyi-Humic Cambisol | |
| Humusform: | Mull | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. u. physiol. tiefgr.; s. g. bis gut durchwurzelbar; feucht; bis 6 dm sehr gut durchlüftet Nährstoffversorgung: N, P, Basen, Fe u. Mn sehr gut | |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Tab.18 (Hang) Gley - Humusbraunerde – Feldberg/ "Hebelhof", ausgewählte Parameter (STAHR et al. 1979).

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | H ₂ O | pH | CaCl ₂ | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | Ca | Mg | K | Na | H | Al |
|-----------|------------|---|--------------------|------------------|------|-------------------|------------------------------|--------|----|----|-----|-----|----|----|
| | | austauschb. Kat. (eff.) in mval/kg Feinerde | | | | | | | | | | | | |
| L | 2-0 | 40.6 | 1.07 | n.b. | n.b. | n.b. | 104 | 67 | 44 | 20 | 5.4 | 1.1 | 16 | 18 |
| Ah1 | 0-5 | 7.6 | 0.42 | 5.1 | 4.0 | 4.0 | 72 | 22 | 7 | 6 | 0.3 | 0.4 | 26 | 30 |
| Ah2 | -20 | 5.0 | 0.34 | 5.3 | 4.2 | 4.2 | 44 | 18 | 4 | 4 | 0.2 | 0.5 | 17 | 19 |
| Ah3 | -40 | 4.0 | 0.25 | 5.4 | 4.2 | 4.2 | 40 | 20 | 4 | 3 | 0.2 | 0.8 | 16 | 16 |
| Ah+Bv | -60 | 3.5 | 0.22 | 5.5 | 4.3 | 4.3 | 26 | 27 | 5 | 1 | 0.0 | 1.0 | 10 | 9 |
| Go-Bv | -90 | 2.7 | 0.17 | 5.7 | 4.5 | 4.5 | 21 | 43 | 7 | 1 | 0.0 | 0.7 | 6 | 6 |
| IllmGo | -130 | 3.4 | 0.25 | 6.0 | 4.6 | 4.6 | 33 | 79 | 21 | 4 | 0.0 | 1.1 | 4 | 3 |
| IllimC-Gr | -150 | 2.1 | 0.14 | 6.1 | 4.6 | 4.6 | 22 | 73 | 14 | 2 | 0.0 | 0.8 | 4 | 2 |

| Horizont | Tiefe (cm) | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | PV (%) | Fe _p (g/kg) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (g/kg) | Fe _t (g/kg) |
|-----------|------------|-------------|-------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| L | 2-0 | n.b. | n.b. | n.b. | 1.0 | 1.7 | 4.5 | 9.6 |
| Ah1 | 0-5 | 37 | 0.87 | 69 | 3.2 | 6.6 | 11.4 | 35.6 |
| Ah2 | -20 | 30 | 0.80 | 71 | 3.2 | 6.7 | 11.2 | 35.8 |
| Ah3 | -40 | 31 | 0.99 | 64 | 2.9 | 6.6 | 11.4 | 37.8 |
| Ah+Bv | -60 | 48 | 0.99 | 64 | 3.5 | 8.1 | 13.8 | 42.2 |
| Go-Bv | -90 | 55 | 1.12 | 58 | 2.8 | 8.6 | 14.4 | 39.5 |
| IllmGo | -130 | 56 | n.b. | n.b. | 4.4 | 15.0 | 24.4 | 54.6 |
| IllimC-Gr | -150 | 65 | n.b. | n.b. | 1.4 | 3.4 | 9.8 | 38.2 |

BS: Basensättigung
 Skelett: < 20 mm Ø
 Fe_p: pyrophosphatlösliche Fe-Fraktion
 n.b. = nicht bestimmt
 weitere Erläuterungen s. Tab. 1 u. Abb.2

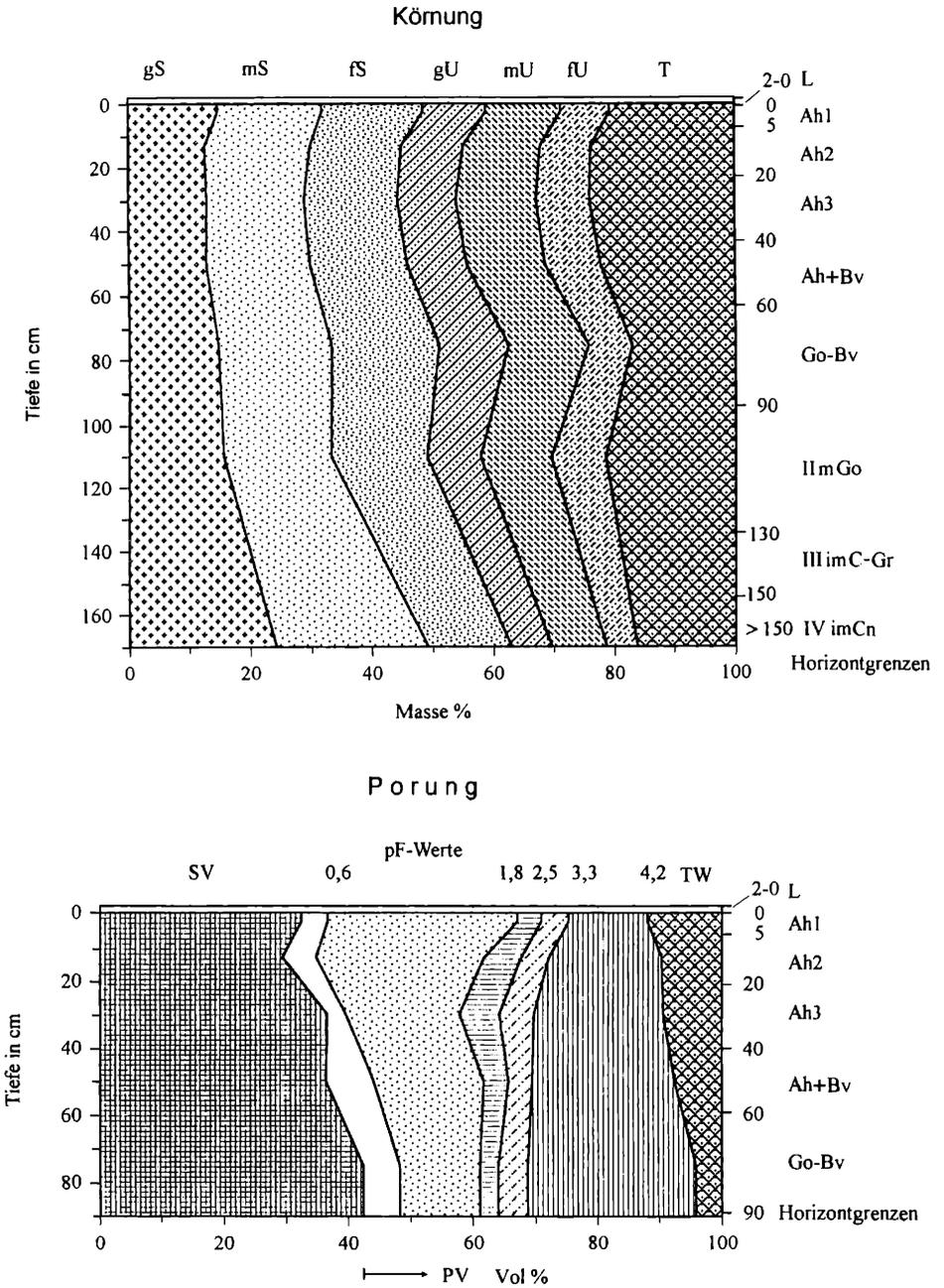


Abb.15: (Hang)Gley-Humusbraunerde – Feldberg/"Hebelhof"; Kömung und Porung (STAHR et al. 1979, verändert); Erläuterungen in Abb. 2.

In Erosionslagen (Karwände, Kuppen) findet man ein Kleinmosaik verschiedenster Bodentypen, Subtypen und Varietäten. Neben *Felshumusböden* (O/imC) und *Norm-Syrosem* (Festgesteinsrohböden; Ai/imCn) sind dort (*Rohhumus*)*Norm-Ranker* (L/Of/Oh/Ah</imCn) mit einem 10 – 30 cm mächtigen Ah-Horizont über Festgestein und seltener *Norm-Regosole* mit einem Ah-Horizont über ICv entwickelt. Aus Feinmaterialanreicherungen in Felsspalten entstanden *Norm-Braunerden*.

An der Basis von Karwänden kommen noch hydromorph geprägte Böden hinzu. Diese erosionsgefährdeten Standorte eignen sich nur zur Erhaltung eines naturnahen Schutzwaldes.

Mächtiger Grundmoränenablagerungen in ebener oder Senkenlage werden überwiegend von hydromorphen Böden eingenommen. Hier finden sich alle möglichen Typen der Klasse der *Gleye* und Übergänge zur Abteilung der *Moore* bis zum *Hochmoor* (z.B. "Hinterzartener Moor" oder "Keßlermoos" SW Hinterzarten).

2.7.4.1.1 Böden des Hinterzartener Moores und seines Randbereiches

Das Hinterzartener Moor liegt im Beckenbereich einer Talwasserscheide. Hier entspringt der "Rotbach", nimmt seinen Weg abwärts durchs "Höllental" nach NW und W und ist ein wesentlicher Quellast der Dreisam. Nach E verlässt das Moor ein Zubringerbach zum Titisee.

Spätestens zur Zeit des Würm-Hochstandes wurde diese Wasserscheide durch die von "Feldberg" und "Hochkopf" kommenden Eismassen zu einem Becken ausgeschürft und eingetieft, bevor sie den leichten Anstieg nach Breitnau nahmen. Dies konnte, sicherlich, wegen der größeren Eisauflast, besonders während der Kappenvereisung (METZ 1997) beim Würm-Hochstand geschehen. Weniger war dies in der Zeit des allmählichen spätglazialen Abschmelzens möglich, in der sich einzelne Talgletscher herausbildeten und das Becken aus dem Seebachtal hauptsächlich über die Transfluenzpässe zwischen "Hummelberg" und "Ramselehöhe" sowie über "Silberberg" mit Eis versorgt wurde.

Es ist anzunehmen, dass es sich beim Hinterzartener Moor um eine postglaziale Toteismulde handelte, deren Eismasse allmählich abschmolz, die mitgeführten Sedimente zu Boden sanken und das Becken einem See Raum gab, der dann verlandete. Dies geschah weniger durch die Zufuhr fluvialer Sedimente als durch das Wachstum torfbildender Pflanzen.

Die potenziellen Hauptzubringer "Zartenbach", der Breitnauer "Oedenbach" und das "Altenwegbächle" nahmen schon seit der letzten Eiszeit einen anderen Verlauf. Der Zartenbach und der Oedenbach wurden durch die intensive rückschreitende Erosion des "Rotbaches" angezapft und der Oedenbach auf kürzerem Weg als "Ravenna" über Wasserfälle zu ihm abgelenkt. So konnten sie spätestens von da an das Becken des heutigen Moores nicht mehr erreichen. Ihre Urbäche dagegen haben früher, dem danubischen Relief folgend, über die Talwasserscheide hinweg zur ehemaligen "Feldberg-Donau" ihren Lauf genommen. Das Altenwegbächle hingegen ist wohl, die danubische Talmulde von "T.-Oberaltenweg" nutzend, schon seit langem am Moor vorbeigeflossen, da es den Geländerücken von der "Lafette" zum "Grafenwäldle" nicht überwinden konnte.

Zuletzt hat auch der wirtschaftende Mensch zur Füllung des Beckens beigetragen, in dem, hauptsächlich randlich, Kolluvien zur Ablagerung kamen, die den ehemaligen Moorrand bedecken.

Im September 1995 wurde während eines Kartierungspraktikums mit Freiburger Studenten von F. HÄDRICH und F. LAMPARSKI das Hinterzartener Moor und sein Randbereich bodenkundlich bearbeitet.

Aus den Ergebnissen hat E. AUCH mit Unterstützung von U. v. WERDER 1997 eine farbige Bodenkarte im Maßstab 1: 10 000 gefertigt. Diese nur in wenigen Exemplaren vorliegende Karte blieb unveröffentlicht und befindet sich im Besitz der Bearbeiter und der Autoren dieses Beitrages.

Das Hinterzartener Moor lässt sich zur Kurzbeschreibung der Bodenverhältnisse in insgesamt fünf Teile gliedern (A – E), wovon die ersten vier von W nach E aneinanderstoßen und durch annähernd nordsüdliche Querwege voneinander getrennt sind. Teil A ist der größte und reicht von der "Földiklinik" bis an den Wanderweg, der vom "Tenniszentrum" Hinterzarten nach NE verläuft; Teil B, etwas kleiner, reicht von diesem Weg bis an den Weg, der nördlich von der "Winterhalde" zum "Grafenwäldele" verläuft; Teil C schließt, sich stark verschmälernd und verkleinernd, an und reicht bis an den Fahrweg, der den "Jockelishof" mit der B 31 verbindet; Teil D bildet den östlichen und kleinsten Teil bis an die Bebauungsgrenze von Titisee. Der fünfte Teil (E) liegt im S des Gesamtgebietes und wird ab dem "Feuerwehrzentrum" Hinterzarten bis zum "Jockelishof" von der Bahnlinie und dem "Winterhaldenweg" eingeschlossen.

Teil A

Der schwer zu begehende Teil A besitzt einen zentralen, nahezu ovalen, ca. 450 x 120 m messenden Kern mit einem *Norm-Hochmoor* [(hHw)/hHr/(uHr)/(nHr)/(IIF/III)f...], das im NW, W und S von einem ca. 15 m breiten *Norm-Niedermoors*-Gürtel [(nHw)/nHr/(IIF/III)(f)...] umgeben ist, der sich nach W noch in einem gleichschmalen Band etwa 150 m in das alles umgebende *Übergangs(nieder)moor* [(uHw)/uHr/(nHr)/(IIF/III)(f)...], hineinzieht. Weitere kleinere Flächen mit *Norm-Niedermoors* finden sich im NW und E der dominierenden *Übergangs(nieder)moor*-fläche, in die außerdem noch sehr kleine Flächen von *Norm-Hochmoor*, *Niedermoorgley* (nH/IIGr), *Norm-Anmoorgley* (Go-Aa/Gr) und *Quellengley* [Ah/qGo/qG(o)r] eingestreut sind. Im W, wo der das Moor entwässernde "Rotbach" dieses verlässt, ist ein *Norm-Gley* (Ah/Go/Gr) entwickelt, desgleichen in der SE-Ecke des Teiles A. In der Nähe des erstgenannten *Gley*-Vorkommens konnte auch ein *Norm-Podsol* [L/Of/Oh/(Ahe/)Ae/ B(s)h/B(h)s/C] und ein *Podsol-Gley* [L/Of/Oh/(Ahe/)Ae/(Bhs/)Bhs-Go/(Go)Gr] erbohrt werden. Etwas östlich der Sportstätte wurde am Südrand des *Übergangs(nieder)moors* eine Aufschüttung über einer aufgegebenen Mülldeponie (!) kartiert. Der gesamte Moorkomplex im Teil A misst ca. 1160 x 500 m.

Das Vorkommen kleiner Flächen mit *Norm-Anmoorgley* und *Niedermoorgley* innerhalb des *Übergangs(nieder)moors* zeigt an, dass an diesen Stellen keine Torfdecke vorhanden bzw. die Torfdecke über Fest- oder Lockergestein weniger als drei Dezimeter misst. Unter dem Torf müssen daher Rundhöcker oder Moräne liegen, die hier gegen die heutige Oberfläche aufragen und damit ein welliges "Unter-Torf-Relief" verdeutlichen.

Ein Randbereich ist bei Teil A nur im W und N entwickelt. Er stellt unterhalb der B 31 eine Unterhang- oder Hangfußposition dar und misst eine Breite von 110-190 m und eine Länge von 1450 m. Auch hier erkennt man die Arbeit der Gletschereismassen, nämlich am Vorkommen von *Norm-Rankern* (Ah</imC) und (*Mull*)*Braunerde-Rankern* [Ah/(Bv-Ah/

Bv-ilC/imC,ixC] auf Rundhöckern oder wenigstens Gletscherschliffen. Ansonsten halten sich hier flächenmäßig Nassböden und terrestrische Böden die Waage. Erbohrt wurden
am Unterhang: (Mull)Norm-Braunerde, Norm-Kolluvisol (Ah/M/II...), Norm-Kolluvisol über Braunerde [Ah/M/(fAh)fBv/...], Norm-Kolluvisol über Hangley-Braunerde und
am Hangfuß: Norm-Kolluvisol über Gley [Ah/M/(fAh/fGo/...)], Norm-Kolluvisol über Hanganmoorgley [Ah/M/(fGo-Aa/Gr)], Hangley [Ah/sGo/(sGr)], Hanganmoorgley (sGo-Aa/sGr) und Quellengley [Ah/qGo/qG(o)r].

Teil B

Im etwas kleineren Teil B (ca. 700 x 500 m) besteht die Moorfläche zum größeren Teil aus Norm-Hochmoor (etwa 650 x 300 m), das fast allseits umgeben ist von einer relativ schmalen Fläche von Übergangs(nieder)moor, das mit der entsprechenden Einheit in Teil A zusammen hängt. Norm-Niedermoore nehmen drei kleine randliche Flächen im S ein und eine Fläche am Hangfuß im N.

In der Osthälfte des Norm-Hochmoores befindet sich eine Besonderheit. Hier wurde in früherer Zeit eine Abtorfung vorgenommen. Der Abtorfungsgraben misst etwa 220 x 15 m und ist bis zu 3 m tief; er befindet sich in einem uhrglasförmig aufgewölbten, stark mit Heidekraut (*Callúna vulgaris*) bestandenen Teil. Durch die Abtorfung ist nach Grundwasserabsenkung eine mindestens 1m tiefe Vererdung eingetreten, die mit der Entfernung vom Graben an Tiefe und Intensität abnimmt. Diese Vererdung nimmt den größten Teil des E Hochmoores im Teil B ein. Zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Aufnahme (Ende September) befand sich kein Wasser über der Grabensohle.

Dieser Hochmoorbereich muss daher als Erdhochmoor [hHv / hHw / hHr / (uH/) (nH/) (IIF/) III(f)...] bezeichnet werden.

Der Randbereich des Teiles B ist im N, entlang der B 31 [ca. 370 x 55(25) m] wie im S [450 x 120(15) m] ausgebildet. Im N wird er größtenteils von Kolluvisol über Gley und in einer kleinen Fläche von (Mull)Norm-Braunerde eingenommen, im S dagegen, noch in der Ebene, finden sich (Mull)Norm-Braunerde, Norm-Kolluvisol, Norm-Nassgley und Norm-Anmoorgley.

Das Vorkommen von vier kleineren Flächen mit (Mull)Norm-Braunerde am Südrand zeigt auch hier wieder das "Auftauchen" von Moräne an.

Teil C

Im Teil C [600(450) x 450(200) m] ist nur im N noch ein klarer Randbereich zu erkennen. Hier befinden sich in Unterhangposition zunächst drei Vorkommen von (Mull)Norm-Braunerde, die am Ostrand der Fläche mit einem kleinen Vorkommen von Norm-Ranker (Rundhöcker) bis über die Hälfte der Breite des Teiles C nach S vorstößt. In Hangfußposition folgen zunächst Norm-Kolluvisol über Braunerde und dann Norm-Kolluvisol über Gley, im E Norm-Anmoorgley. Das Zentrum und der S werden größtenteils von Übergangs(nieder)moor und Norm-Niedermoor eingenommen; ganz in der SW-Ecke ist ein kleines Norm-Hochmoor entwickelt. Im SW, südlich der Mitte, ist inmitten von Moorböden eine keilförmige Fläche (Spitze nach E) mit (Mull)Norm-Braunerde, Hangley-Braunerde und Norm-Anmoorgley eingeschaltet. Auch hier muss es sich um eine "auftauchende" Moränenablagerung im Moor handeln.

Im S, am Bahndamm entlang, kommt über 320 m Länge und nur 5-10 m Breite *Norm-Kolluvisol* über *Braunerde* vor. Unmittelbar östlich schließen sich *Norm-Anmoorgley* und *Norm-Niedermoor* an. Entlang der Ostgrenze dieses Teiles, in der Nähe der "Jockelishof-Mühle" folgen von S nach N kleine Flächen von humusreicher *Norm-Paternia* (aAh/ailC/aG), dann eine Aufschüttung an der Mühle (für die Wasserzufuhr), weiter humusreiche *Norm-Paternia* und die nach S ausgreifende, schon genannte (*Mull*)*Norm-Braunerde*, westlich davon eine (*Rohhumus*)*Norm-Braunerde*, dazwischen ein *Norm-Kolluvisol* über *Gley*.

Teil D

Im Teil D (ca. 450 x 230 m) wird das Moorzentrum, mit ungefähr gleichen Flächenanteilen von *Norm-Niedermoor*, *Übergangs(nieder)moor* und *Norm-Hochmoor*, im N und S von *Norm-Kolluvisol* über *Braunerde*, im NE von (*Mull*)- und (*Rohhumus*)*Norm-Braunerde* sowie einer Aufschüttung nach Mülldeponie, im SE von zwei kleinen *Norm-Ranker*-Flächen und im SW von *Norm-Kolluvisol* über *Gley* und humusreicher *Norm-Paternia* eingeschlossen. Letztere findet sich zu beiden Seiten eines Bachlaufes, der sich weiter östlich im *Norm-Niedermoor* und *Norm-Hochmoor* verliert.

Teil E

In dem zwischen Bahn und "Winterhaldenweg" eingeschlossenen Teil E dominiert im W *Übergangs(nieder)moor*, gegen den Hangfuß nach SW hin folgen (*Hang*)*Niedermoorgley*, *Hanggley-Braunerde*, *Norm-Kolluvisol* über *Gley* und (*Rohhumus*)*Norm-Braunerde*. Nach E hin, wo sich die Gesamtfläche von 130 m auf 20 m verschmälert, um dann am "Jockelishof" sich wieder bis auf 100 m auszudehnen, ist ein Mosaik von insgesamt zwölf Bodeneinheiten gegeben, die häufig miteinander wechseln. Es handelt sich um *Braunerde-Ranker*, (*Hang*)*Anmoorgley*, (*Mull*)*Norm-Braunerde*, "*Nassranker*", *Niedermoorgley*, *Norm-Kolluvisol*, *Norm-Kolluvisol* über *Braunerde*, *Norm-Kolluvisol* über *Gley*, *Norm-Nassgley*, *Norm-Niedermoor*, *Norm-Ranker* und *Übergangs(nieder)moor*.

Eine Besonderheit soll aber noch aufgeführt werden: Unmittelbar W des "Jockelishofes" befindet sich in Hanglage ein Vorkommen von *Norm-Ranker*, *Braunerde-Ranker* und "*Nassranker*". Alle drei Einheiten liegen auf einer nach N geneigten, vom Gletscher polierten Felsfläche; der "*Nassranker*" wird von Hangwasser durchströmt und weist ein Ah/imC-Profil auf. In der Systematik gibt es dafür keine Bezeichnung.

Im Jahre 1996 wurde noch der Hang zwischen dem "Winterhaldenweg" einerseits und der "Bruderhalden-", "Heizmanns-" und "Keßlerhöhe" bis zum "Keßlerhof" bzw. bis an die "Erlenbrucker Straße" sowie der nicht bebaute Talgrund des "Zartenbaches" bis zum "Windeckweg" von Hinterzarten andererseits kartiert. Die Ergebnisse befinden sich auch auf oben genannter Karte.

2.7.4.2 Das Granitgebiet im Glazialraum des Grundgebirgsschwarzwaldes

Die terrestrischen Böden des Bärhaldegranits (ZÖTTL et al. 1977; KEILEN 1978 und HÄDRICH et al. 1979a und 1979c) – eigentlich schon am Rande des hier zur Diskussion stehenden Raumes – unterscheiden sich deutlich von denen im übrigen Kristallin des Südschwarzwaldes. Der Bärhaldegranit zerfällt grobkörnig, und ist sehr arm an Calcium und Magnesium aber reich an Kalium.

In diesem Gebiet sind daher unter Fichtenbeständen als Besonderheit *Norm-Podsole* (L/Of/Oh/Aeh/(Ahe/)B(s)h/B(h)s/Cv) aus stark sandigem Frostschnitt und auch aus Geschiebesand flächenhaft verbreitet. Die pH-Werte liegen im Auflagehumus (Rohhumus) zwischen 2 und 3, in den Verarmungshorizonten zwischen 3 und 4 und überschreiten pH 4 erst in den Anreicherungshorizonten. Die Bleichzonen sind 20 – 100 cm mächtig. Größere zusammenhängende *Podsoflächen* sind in den Kammlagen von "Hochkopf", "Bärhalde" und "Hochfirst" (Frostschnitt der späten Periglazialphase) aber auch auf glazifluvialen Sanden, wie z.B. im "Rotmeer" N F.-Altglashütten, anzutreffen. Typische Beispiele dafür sind die Profile an der "Bärhalde" (TK 1:25000, 8114, R: 3431460, H: 5301630, 1250 m ü. NN) bzw. im "Rotmeer" (Übers. 15, Tab. 19, Abb. 16 und 17) (vgl. auch HÄDRICH et al. 1979c; Profile B1 bzw. B7).

Die Standortseigenschaften dieser Podsole aus Frostschnitt sind relativ günstig, da infolge des jungen Granitschnitts auch die Bleichhorizonte noch viele verwitterbare Minerale enthalten und die Anreicherungszone normalerweise erdig und nicht als Ortstein ausgebildet ist (ZÖTTL et al. 1977). Hangabwärts treten an die Stelle der *Podsole* zunächst *Braunerde-Podsole* (O/Aeh/Ae/Bhs/Bv/Cv) und *Podsol-Braunerden* (O/Aeh/Ae/Bhs,Bsh,Bs/(Bhs-Bv/)Bv/Cv), die schließlich von *Podsoligen Norm-Braunerden* (O/Aeh/B(h)s)v/Bv-imCv) und *Norm-Braunerden* abgelöst werden.

Schmale Rücken, Kuppen und übersteilte Hänge tragen auch *Podsol-Ranker* [O/Ahe,Ahe+Ae/ B(h)s-ilCv,B(s)h-ilCv/ixCv/imCn].

Übers. 15: NORM-PODSOL – "ROTMEER"/FELDBERG - ALTGLASHÜTTEN –
STANDORTS- UND PROFILBESCHREIBUNG (HÄDRICH et al. 1979c und
BLEICH et al. 1986)

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Ort: | 1 km NNW Altglashütten, zw. B 500 und Bahnlinie | |
| Topographische Karte | 8114 Feldberg R: 34 32 960 | |
| 1 25 000 | H: 53 03 225 | |
| Höhe: | 965 m ü. NN | |
| Landschaft: | Südschwarzwald, "Rotmeer" | |
| Relief: | Pleistozän-holozäne fluvio-lacustrine Ebene, Sander-Terrassenkante | |
| Natürliche Vegetation: | Preiselbeer-Tannen-Fichten-Wald (<i>Vaccinio-Abietetum</i>) mit <i>Pinus sylvestris</i> ssp. <i>hercynica</i> | |
| Nutzung: | Fichtenreinbestand (Naturverjüngung) | |
| Mittlere Jahrestemperatur: | ca. 5,5 °C | |
| Mittlerer Jahresniederschlag: | ca. 1600 mm | |
| Gestein: | Glazifluvialer Sand aus Bärhaldegranit | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | |
| Horizont | Tiefe (cm) | |
| L | 6 -3 | Unzersetzte Fichten- und Heidelbeerstreu |
| Of | 3 -0 | Sehr dunkelbraune bis schwarze, fermentierte, teilw. zersetzte Streu, Ld 1, scharfe/wellige Grenze nach |
| Oh+Ah | 0 -3 | Mittellage, 10 YR 2,5/1, Ah-Mat. unregelm. in Oh eingearbeitet, viel Holzkohle, mäßig stein. 1'S, Einzelkorngef., Ld 1, s.st. durchw., s. scharfe/well. Grenze nach |
| Ahe | -9 | Mittellage, 7,5 YR 3/2, stein. 1'S, Einzelkorngef., Ld 1, st. durchw., s. scharfe/wellige bis taschenförm. Gr. nach |
| Ae | -20 | Mittellage, 7,5 YR 4/2, st. stein. 1'S, Einzelkorngef., Ld 2-3, mäßig durchw., scharfe/well. bis zungenf. Gr. nach |
| Bsh | -28 | Mittellage, 5 YR 2,5/2, stein. 1'S, Hüllengef., Ld 2-3, nicht verhärtet, st. durchw., scharfe/ unregelm. Gr. nach |
| II(m)Bhs | -45 | Sandersand-Basislage, 5 YR 3/3, stein. S, Hüllengef., teilw. Ortstein, paralleltexturiert, schichtig, Ld 4, s. ger. durchw., diffuse/wellige Grenze nach |
| IImBs | -65 | Sandersand-Basislage, 5 YR 3/2, st. stein.S, Hüllengef., schichtig, Ld 5, keine Wurzeln, scharfe/well. Gr. nach |
| IIImBv-imCv | -90 | Sandersand, 7,5 YR 5/5, schwach stein. S, Einzelkorn- bis |
| IIIimCv | >90 | Koh.-Gef., schichtig, Ld 5, keine Wurzeln |
| <u>Bodensubtyp:</u> | Norm-Podsol; FAO: Haplic Podzol | |
| Humusform: | Rohhumus | |
| Standortsbeurteilung: | Mech. mittel-, physiol. flachgr.; frisch; s.g. durchlüftet u. durchwurzelbar | |
| | Nährstoffversorgung: N u. Basen schlecht; P, Fe u. Mn gut | |

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

Tab.19 Norm-Podsol – "Rotmeer"/Feldberg-Altglasstätten, ausgewählte Parameter (HÄDRICH et al. 1979c und STAHR et al. 1989)

| Horizont | Tiefe (cm) | C _{org} (%) | N _t (%) | H ₂ O | pH | CaCl ₂ | KAK _{eff} (mmol/kg) | BS (%) | austauschb. Kat. (eff.) in mval/kg | Ca | Mg | K | Na | H | Al |
|--------------|------------|----------------------|--------------------|------------------|-----|-------------------|------------------------------|--------|------------------------------------|----|------|-----|-----|-----|----|
| L | 6-3 | 48.0 | 1.60 | 4.0 | 3.6 | 3.6 | 290 | 75 | 170 | 34 | 11.9 | 0.6 | 0.6 | 65 | 8 |
| Of | 3-0 | 43.0 | 1.60 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 288 | 44 | 93 | 27 | 6.7 | 0.6 | 0.6 | 131 | 30 |
| Oh+Ah | 0-3 | 5.8 | 0.27 | 3.5 | 2.9 | 2.9 | 132 | 5 | 2 | 2 | 0.5 | 2.0 | 2.0 | 69 | 56 |
| Ahe | -9 | 2.8 | 0.14 | 3.8 | 3.0 | 3.0 | 112 | 6 | 1 | 1 | 0.2 | 2.2 | 2.2 | 56 | 52 |
| Ae | -20 | 2.0 | 0.06 | 3.9 | 3.1 | 3.1 | 125 | 1 | 1 | 0 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 63 | 60 |
| Bsh | -28 | 3.9 | 0.17 | 4.2 | 3.3 | 3.3 | 170 | 2 | 1 | 0 | 0.4 | 1.9 | 1.9 | 83 | 84 |
| II(m)Bhs | -45 | 2.9 | 0.09 | 4.8 | 4.1 | 4.1 | 32 | 7 | 1 | 0 | 0.1 | 1.3 | 1.3 | 14 | 16 |
| IImBs | -65 | 2.2 | 0.04 | 4.5 | 4.0 | 4.0 | 51 | 4 | 0 | 0 | 0.1 | 2.1 | 2.1 | 24 | 25 |
| III mBv-imCv | -90 | 0.5 | 0.01 | 4.9 | 4.3 | 4.3 | 2 | 47 | 0 | 0 | 0.0 | 0.9 | 0.9 | 0 | 1 |

| Horizont | Tiefe (cm) | Skelett (%) | RG (g/cm ³) | PV (%) | Fe _p (g/kg) | Fe _o (g/kg) | Fe _d (%) | Fe _t (%) |
|--------------|------------|-------------|-------------------------|--------|------------------------|------------------------|---------------------|--|
| L | 6-3 | 0.0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0.8 |
| Of | 3-0 | 0.0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 2.4 BS: Basensättigung |
| Oh+Ah | 0-3 | 35.5 | 0.69 | 74 | 0.3 | 0.3 | 2.0 | 4.4 Skelett: <20 mm Ø |
| Ahe | -9 | 41.0 | 1.06 | 60 | 0.2 | 0.2 | 2.0 | 5.4 Fe _p : pyrophosphatlösliche |
| Ae | -20 | 44.1 | 1.13 | 58 | 0.3 | 0.3 | 2.1 | 5.6 Fe-Fraktion |
| Bsh | -28 | 37.5 | 1.21 | 50 | 3.8 | 5.0 | 7.3 | 10.9 n.b. = nicht bestimmt |
| II(m)Bhs | -45 | 50.9 | 1.33 | 47 | 1.8 | 3.6 | 6.6 | 12.8 |
| IImBs | -65 | 60.0 | 1.46 | 45 | 3.1 | 5.2 | 8.2 | 13.3 weitere Erläuterungen |
| III mBv-imCv | -90 | 11.1 | 1.44 | 47 | 0.2 | 0.5 | 3.3 | 8.4 s. Tab. 1 u. Abb.2 |

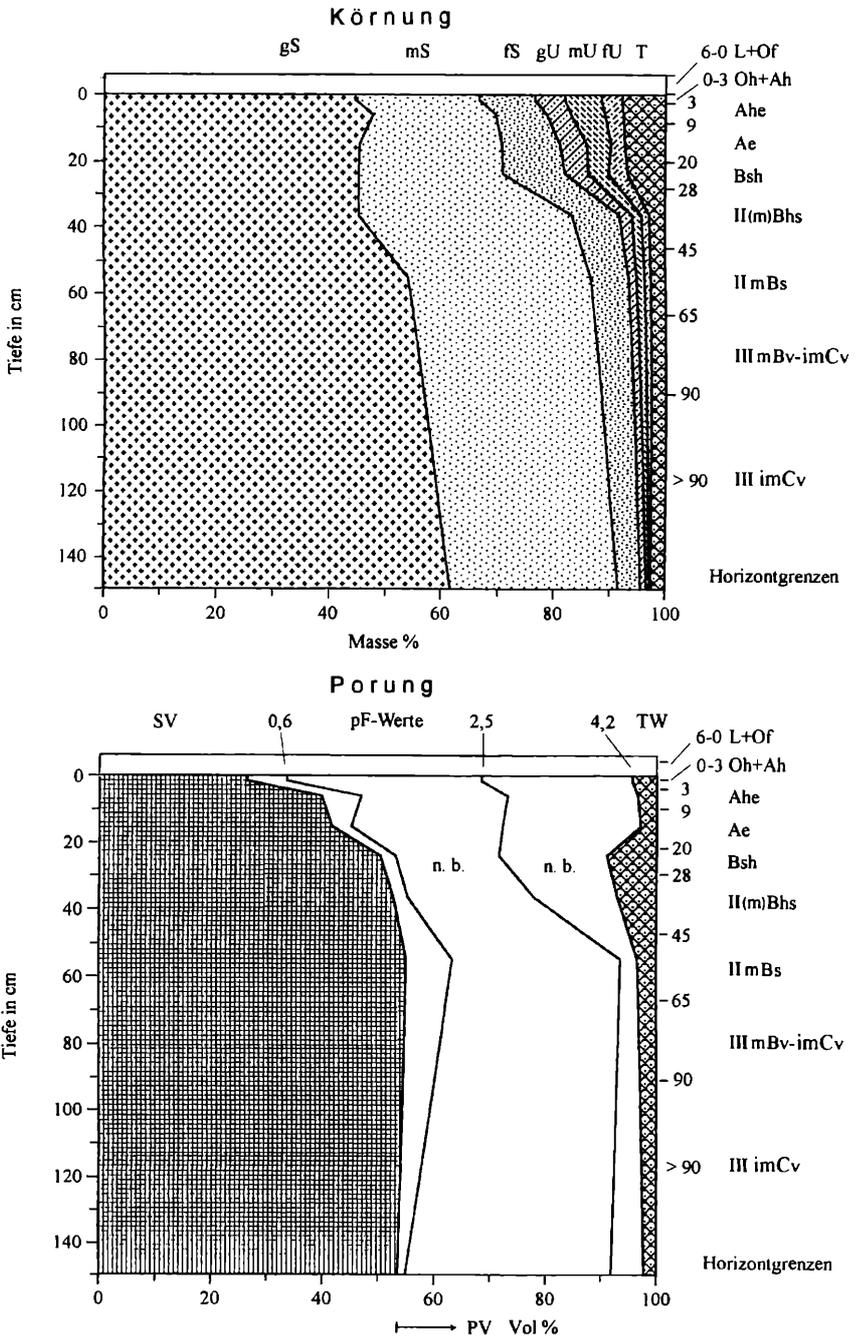


Abb.16: Norm-Podsol – "Rotmeer"/Feldberg-Altglashütten; Körnung und Porung (HÄDRICH et al. 1979c, verändert); Erläuterungen in Abb. 2.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

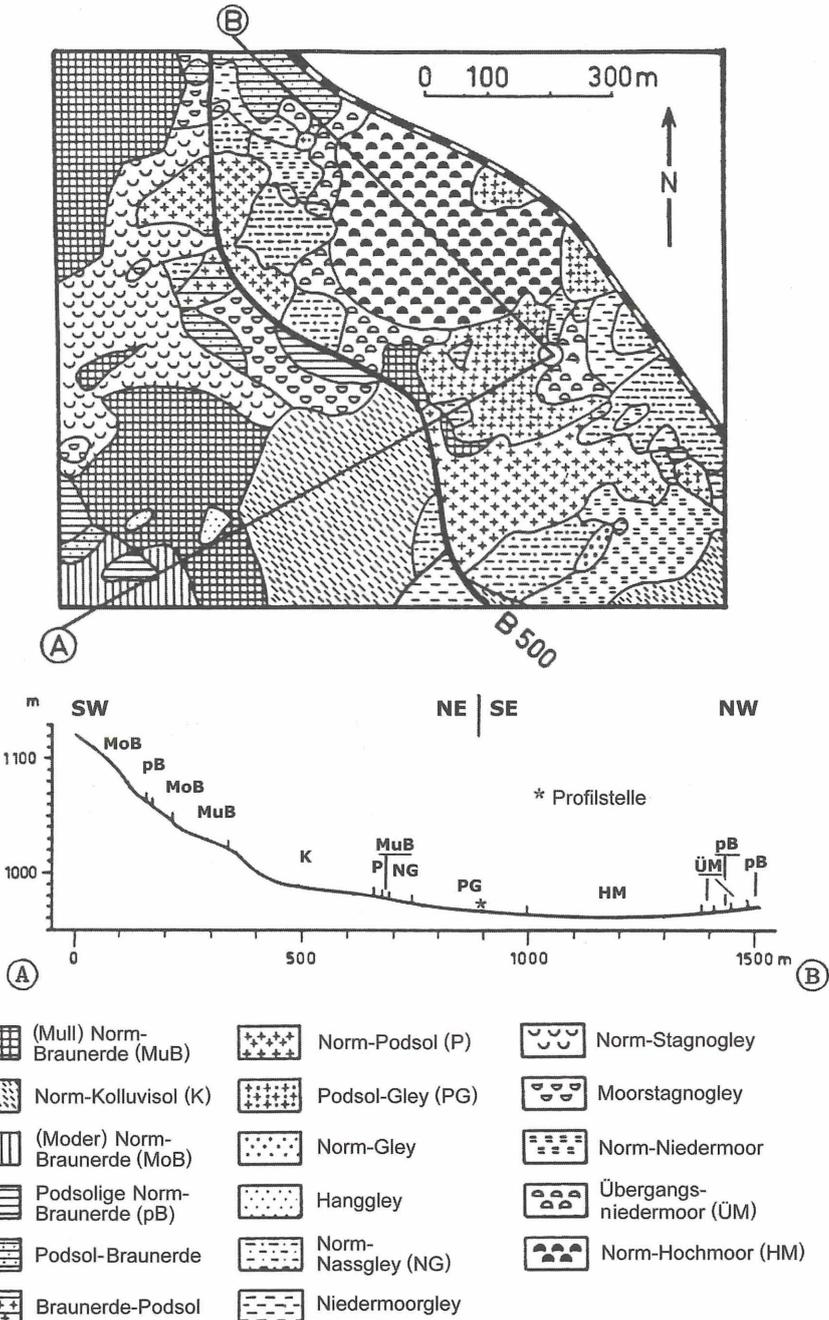


Abb.17: Bodenkarte und Bodencatena vom Osthang des "Drehkopfes" durch das "Rotmeer"-Moor; der Profillinien-Wendepunkt liegt am Norm-Podsol-Profil (Übers. 15, Tab. 19 und Abb. 16) (BLEICH et al. 1986, geringf. verändert).

Die Podsolbildung wurde nicht in erster Linie durch verstärktes Aufkommen der Fichte gefördert, sondern primär durch die Besonderheiten der Körnung und des Chemismus des Bärhaldegranits, wobei die Reliefposition das Ausmaß der Degradation stark zu beeinflussen scheint (s.a. HÄDRICH 1966 und Kap. 2.6.3.3.3 dieser Arbeit).

Auch in dieser Region wurden Böden der *Podsohreie* durch Ackernutzung teilweise homogenisiert und zu "*Phänobraunerden*" umgewandelt. Gegenüber einer Wiederaufforstung mit Koniferen erweisen sich solche Böden als besonders labil, so dass sie vielfach bereits in der ersten Forstgeneration abermals zu *Podsoligen Norm-Braunerden* mit Rohhumus- oder Moderauflage degradieren.

Neben den podsolierten Böden kommen auf lehmigeren Substraten auch weit verbreitet (*Mull*) *Norm-Braunerden* vor, oft in kleinflächigem Wechsel mit (*Rohhumus*) *Norm-Braunerden*. Sie sind charakteristisch für Gebiete mit Geschiebelehm oder Bereiche, in denen während einer längeren Zeit periglaziale Frostverwitterung intensiver wirken konnte, wie z.B. zwischen dem Bärhaldekamm und Lenzkirch. Außerdem kommen diese Böden dort vor, wo durch Beimengung von Ganggesteinen oder Gneis der Granitschutt mit leichter verwitterbaren Mineralen angereichert wurde.

Diese *Norm-Braunerden* sind meist tiefgründig entwickelt und gekennzeichnet durch sehr lockere Ah- und Bv-Horizonte sowie deutliche Anzeichen einer Aluminiumverlagerung. Sie sind somit den entsprechenden *Braunerden* der montanen Stufe des Gneisgebietes vergleichbar. Die Humusform Mull ist im Verbreitungsgebiet des großen badischen Regenwurms, etwa W der Linie Schluchsee – F.-Bärental, überwiegend seiner Aktivität zuzuschreiben, während im E eher anthropogene Faktoren wie Holzartenwahl, waldbauliche Behandlung und landwirtschaftliche Nutzung dafür verantwortlich sind.

Diese (*Mull*)*Norm-Braunerden* eignen sich bestens für eine Acker- oder Grünlandnutzung, soweit die Reliefverhältnisse dies erlauben. Im Glazialgebiet des Granits überwiegen jedoch Gesellschaften von *Podsol-Rankern*, *Podsol-Braunerden* und *Braunerde-Podsol*en, die ebenso wie Moorränder als typische Standorte natürlicher Fichtenwälder gelten.

Während im glazigenen Gneis- und Granitgebiet sehr verschiedenartige terrestrische Böden verbreitet sind, findet man solche Vielfalt bei den hydromorphen Böden nicht. Das Bodenmosaik des Granitgebietes (wie auch das des Gneisgebietes) erhält seine Buntheit nämlich weniger durch eine Vielzahl verschiedener hydromorpher Böden als durch das wiederholt kleinflächige Auftreten weniger charakteristischer Typen.

Typischer Vertreter der *Stauwasserböden* ist im Granitgebiet der *Norm-Stagnogley* [O/Sw-Ah/S(e)rw/IISrd], der mit gleichen Profilmertmalen sowohl auf Hochflächen und Verebnungsrändern als auch an flachen Hängen, in Quellmulden und auf Karböden verbreitet ist. An den Hängen wird seine Bildung durch dichte Geschiebelehm- oder *Basislagen* im Untergrund oder – wie oft im granitischen Glazialgebiet – auch durch Festgestein unterstützt.

In den Zentren großer *Stagnogley*flächen ist es durch Anhäufung von Auflagehumus unter den perhumiden Klimabedingungen des Hochschwarzwaldes zu Torfbildungen und damit zur Ausbildung von *Moorstagnogleyen* [H/(Ah-S(e)rw)/S(e)rw/IISrd] und *Übergangs(nie-der)mooren* [(uHw/)uHr/(nHr)/(IIF)/III(f)...] an den Hängen sowie *Norm-Hochmooren* [(hHw/)hHr/(uHr)/(nHr)/(IIF)/III(f)...] auf Verebnungen gekommen. Oberhalb solcher *Stagnogleye* findet man *Hanggleye* [Ah/sGo/(sGr)], für die eine Umlagerung von

Eisen- und Manganoxiden typisch ist, während die eigentliche Nassbleichung dort noch nicht eingesetzt hat. Hangabwärts werden *Stagnogleye* und *Moore* häufig von (*Hang*)*Oxigleyen* (*Ockererden*) (Ahs/Ah-Bvs/GBvs/IIBv-Sd) geringer Ausdehnung abgelöst (vgl. Kap. 2.7.3.4).

Norm-Gleye sind beschränkt auf Talabschnitte, in denen der Einfluss stark schwankenden Grundwassers vorliegt, wie z.B. unterhalb alter Rückzugshalte der Gletscher oder von Vorstoß-Endmoränen.

Eine Besonderheit im Bodenmosaik dieser Region (Gneis und Granit) stellen Verlandungsmoore ehemaliger glazigener Seen der Grund- und Endmoränenlandschaft dar. Hierzu zählen das "Hinterzartener Moor", das "Keßlermoos" (Erlenbruck), das "Eschengrundmoos" (S des "Mathisleweiher"), das "Rotmeer" (N Feldberg-Altglashütten) u.a., um deren mit der Spirke, der aufrecht wachsenden Moorkiefer (*Pinus rotundata* Link) bestandenen *Hochmoorkern* sich oft ein schmaler, überwiegend mit Fichten bestockter *Übergangs(nieder)moor-Gürtel* bildete.

In den anschließenden, meist flachen und breiten Tälern sind *Norm-Niedermoore* [(nHw)/nHr/(IIF/III(f)...)] mit einer Torfschicht von 0,5 - 1,5 m Mächtigkeit weit verbreitet. Die meisten *Norm-Niedermoore* werden heute nach Teilentwässerung als Grünland genutzt. Neben den *Norm-Niedermooren* nehmen in den gleichen Talabschnitten auch *Niedermoorogleye* (nH/IIGr) und *Norm-Nassogleye* (Go-Ah/Gr) größere Areale ein.

2.7.5 Raum Kandel–Hünersedel–Gschasikopf–Rohrhardsberg (Mittlerer Schwarzwald) – (230 – 1240 m ü. NN)

Die folgenden Ausführungen gründen sich auf die Bodenübersichtskarte 1: 200 000 von HUMMEL (1994) und die Arbeit von HÄDRICH (1999). Sie behandeln den zum Grundgebirgsschwarzwald gehörenden Teil des Landkreises Emmendingen. Sein Flächenanteil am Kreisgebiet beträgt etwa 50%. Für die Bodenbildung haben verschiedene Gneisvarietäten und Granite sowie Lösslehme Bedeutung. Die Festgesteine sind i.d.R. auch hier nicht direkt bodenbildend, sondern die überwiegend im Jungpleistozän gebildeten periglazialen Deckschichten (Kap. 2.7.2).

Die Beschreibung der Bodenverhältnisse in diesem Grundgebirgstheil des Schwarzwaldes soll sich nach den beiden petrographisch verschiedenen, sauren Grundgesteinstypen Gneis und Granit richten. Sie zeigen ein unterschiedliches Verwitterungsverhalten und führen damit zu jeweils verschiedenen Bodengesellschaften. Außerdem zeigt sich ein gewisser hypsometrischer Boden-Formenwandel wie auch der Einfluß des kaltzeitlich eingewehten Lösses.

2.7.5.1 Das Gneisgebiet beiderseits des mittleren und unteren Elztales

Die verschiedenen Varietäten der Gneise nehmen ca. 95 % des gesamten Grundgebirges in diesem Raum ein; sie stehen vor allem im W und im Zentrum an, reichen im N auch weit nach E. Sie sind etwas basenreicher als die Granite und verwittern feinkörniger, so dass die Körnung der Böden sich meist beim sandigen Lehm einpendelt.

Wir betrachten zunächst die flachen bis mäßig geneigten Unterhänge, die im unteren "Brettental" ostseitig von den "Staudenhöfen" bis an die L 186 bei Sexau-Lörch gelegen sind. Hinzu werden die auf der Südseite des Elztales, etwa von den "Petershöfen" bis nach Oberprechtal, gelegenen gerechnet. Sie dienen im Brettental und im unteren Elztal (teil-

weise) dem Ackerbau, elztalaufwärts jedoch, soweit sie nicht waldbestanden sind, meist der Grünlandnutzung.

Hier haben sich – z.T. abgeschwemmte – Lösslehme gehalten. In ihnen entwickelten sich *Pseudogley-Parabraunerden* (Ah,Ap/Sw-Al.Bv/Sd-Bt/C) mit der Körnungsabfolge schwach grusiger, schluffig-sandiger Lehm und sandig-lehmiger Schluff (Ah,Ap + Sw-Al.Bv) über schwach grusigem, schluffig-tonigem Lehm sowie über grusig-tonigem Lehm (Sd-Bt) und sandig-lehmigem Hangschutt oder Schotter (C). Bedingt durch menschliche Nutzung ist dieser Boden zudem noch vielerorts von Abschwemm-Massen aus humosem Oberbodenmaterial überlagert, so dass *Norm-Kolluvisole* (Ah,Ap/M/II...) und *Pseudogley-Kolluvisole* [Ah,Ap/ M/-(Sw-M)/(M-)Sw/II(Sw/Sd)] ebenfalls vorkommen.

Nach oben hin schließen sich an stark geneigten bis steilen, waldbestockten Unter- bis Mittelhängen, bei geringer Lössbeteiligung in den kaltzeitlichen Schuttdecken, *Parabraunerde-Braunerden* (Ah/Al.Bv/(II)Btv/Bv/(III)Cv/imC) an.

Wenn sehr wenig oder kein Löss in den Schutt eingeblasen wurde oder dort erhalten blieb, entstanden *Norm-Braunerden* (Ah/Ah-Bv/Bv/Bv-Cv/imCv). Ihre Körnung ist meist grusiger, schluffig-sandiger und sandiger Lehm über Gneisschutt. Vorkommen dieser Böden finden sich vor allem E des Brettentales zwischen "Batzenhäusle" und Freiamt-Säglplatz, vom Glottertalausgang, an der Elztal-Südseite entlang, über Waldkirch bis G-Bleibach und an den Unterhängen der Nebentäler von G-Siegelau, W.-Unterspitztenbach, B.-Untertal und W von E.-Frischnau.

Weiter nach oben folgen in Mittelhanglage, in der Hünersedelscholle (d.h. N des Elztalles) auch an Oberhängen und Plateaus, (*Mull/Moder/Rohhumus*)*Norm-Braunerden* (Ah/Ah-Bv/Bv/Bv-Cv/imCv). Sie zeigen die Körnung sandiger und schluffig-sandiger Lehm (Ah bis Bv-Cv) über lehmig-sandigem Gneisschutt (imCv). Diese Variante ist vor allem N von Waldkirch, W.-Kollnau, Gutach i.Br. und Bleibach verbreitet. Ihr Terrain erstreckt sich über "Hohe Tanne", "Vögelestein" nach N, über "Hohe Tag", das oberste "Brettental", bis zum "Hünersedel". Diese *Braunerde* nimmt auch Flächen in Biederbach-Hintertal und G-Oberspitzenbach sowie von E.-Frischnau über "Finsterkapf" bis "Landwasser" ein. S der Elz erstreckt sich seine Verbreitung auf Unter- und Mittelhangflächen von E.-Oberprechtal, nach SW, über E.-Reichenbach, E.-Yach-Dorf, auf die Unterhänge von Simonswald und weiter über G-Obertal, W.-Dettenbach bis W.-Suggental.

In den höchsten Lagen der Hünersedelscholle (N Waldkirch) und im Kandel-Rohrhardsberggebiet, d.h. vom "Kranzkopf" im W über "Kandel", "Hornkopf" und "Hohe Steig", nach NE bis zum "Dorferskopf" in E.-Oberprechtal, dominieren ebenfalls Gneis-*Norm-Braunerden* mit der Körnung sandiger bis schluffig-sandiger Lehm über lehmig-sandigem Gneisschutt und -zersatz. In der Hünersedelscholle sind diese Böden eher grusig, im Kandel-Rohrhardsberggebiet dagegen schutthaltig bis schuttreich.

Am "Gschasikopf" und am "Rohrhardsberg" sowie im "Kandelwald" (E vom Kandel bis zum "Hornkopf") gibt es kleine Areale mit (*Rohhumus*)*Norm-Braunerde* und *Podsoliger Norm-Braunerde* (O/Aeh/B(h)s)v/Bv-imCv) aus sandigem Lehm, lehmigem und schluffig-lehmigem Sand mit wechselndem Grus- und Steingehalt über sandig-lehmigem Gneisschutt und -zersatz.

2.7.5.2 Das Granitgebiet von Elzach–Hinter-Prechtal

Von E her, aus der Gegend von Hornberg, Schonach und Triberg, reicht über das oberste Elztal bis etwa Yach-Vorderer Zinken und Rohrhardsberg der Granitstock von Triberg herüber. Dieser Granit verwittert überwiegend sandig-grusig, sein Verwitterungsschutt und die Böden sind gegenüber denen auf Gneis deshalb durchlässiger. Unter Nadelwald mit reicher Zwergstrauch und Moosvegetation ist wiederum eine stärkere Tendenz zur Podsolierung erkennbar, besteht doch die Bodengesellschaft hier – ähnlich wie an den Buntsandsteinhängen der Vorbergzone (Kap. 2.6.3.3.3) – neben (*Rohhumus*)*Norm-Braunerden* auch aus (*Rohhumus*)*Podsol-Braunerden* [O/(Ahe/)Ae/Bhs,Bsh,Bs/(Bhs-Bv/)Bv/imCv], (*Rohhumus*)*Braun-erde-Podsole* [L/Of/Oh/ (Ahe/)Ae/B(s)h/B(h)s/B(s)v/imCv] und (*Rohhumus*)*Norm-Podsole* [L/Of/Oh/(Ahe/)Ae/B(s)h/B(h)s/ imCv]. Die Körnung dieser Böden schwankt zwischen lehmigem Sand im Ober- (Ahe + Ae) und sandigem Lehm im Unterboden (Bh + Bs); darunter folgt steiniger bis blockführender Granitgrus (imCv).

Die stark podsolierten Böden gehören zu den sauersten und nährstoff- (basen-)ärmsten Böden des Breisgaus, die zudem wegen ihrer groben Körnung nur eine relativ geringe Wasserspeicherleistung besitzen.

2.7.5.3 Talauen- und Niederterrassenreste des Gneis- und Granitgebietes

In den breiten Talsohlen von "Brettenbach", "Elz" und "Wildgutach" sowie anderer Bäche entstanden aus schwach kiesigen, schluffig-sandigen Hochflutlehm über Sand und Kies die bereits bekannten Böden *Norm-Vega*, *Norm-Gley*, *Gley-Vega* und aus NT-Schottern (*Mull*)*Norm-Braunerden*. Sie dienen überwiegend der Grünlandnutzung, seltener dem Ackerbau.

3. Literaturverzeichnis

- Arbeitskreis für Bodensystematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (1998), 2. Aufl., – Mitt. Deutsch. Bodenkdl. Ges., **86**: 180 S., o.O.
- AUCH, E., F. HÄDRICH u. F. LAMPARSKI (1997): Bodenkarte Hinterzarten 1: 10 000. – Ergebnisse zweier studentischer Kartierpraktika 1995 und 1996 auf Gemarkung Hinterzarten aus dem Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Universität Freiburg i.Br., ohne Erl. (unveröffentlicht).
- BLEICH, K.E., F. HÄDRICH, K.-H. HAUFFE, E. SCHLICHTING & H.W. ZÖTTL (1986): Guidebook for a landscape, soils, and landuse tour in the Federal Republic of Germany, Tour E, Baden-Württemberg. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **49**: 1-130, o.O.
- BLUM, W. (1968): Sedimentogene und pedogene Entwicklungsmerkmale von Böden auf Karbonatgestein – am Beispiel des südlichen Oberrheingrabens. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **1**: 184 S., Freiburg i.Br.
- BRONGER, A. (1966): Löss, ihre Verbraunungszonen und fossilen Böden. – Schriften Geogr. Inst. Univ. Kiel, **24**: 113 S., Kiel.

- ENDLICHER, W. (1980): Geländeklimatologische Untersuchungen im Weinbaugebiet des Kaiserstuhls. – Berichte des dt. Wetterdienstes, Nr. 150, Offenbach a. M.
- FAO (ed.) (1990): FAO-UNESCO, Soil Map of the World. Revised Legend. – World Soil Resources Report **60**: 119 S., Rome.
- FRESLE, F (1969): Zur Genese der Lössinseln auf den würmzeitlichen Schwemmfächern von Dreisam und Elz (nördliche Freiburger Bucht). – Diss. Nat.-math. Fak. Univ. Freiburg i.Br., 135 S. u. Anh. (unveröffentlicht).
- GANSSEN, R., H. HARTH, W. MOLL u. K.E. REHFUESS (1957): Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingrabens und angrenzender Gebiete. I. Die Böden des Kaiserstuhls. – Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng., Bodenkd., **76**: 38-47, Weinheim/Bergstr.
- GANSSEN, R (1957): Beiträge zur Kenntnis der Böden des Oberrheingrabens und angrenzender Gebiete. III. Die Böden der östlichen Randgebiete des Oberrheingrabens, insbesondere des Schwarzwaldes. – Zeitschr. f. Pflanzenern., Düngg., Bodenkd., **79**: 107-119, Weinheim/Bergstr.
- GENSER, H. (1997): Geologischer Abriss über die Vorbergzonen des südöstlichen Oberrheingebietes. - In: MÄCKEL, R. & B. METZ (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. – 2. Aufl., Freiburger Geogr. Hefte, **36**: 25-50, Freiburg i.Br.
- GHANEM, A.S. (1976): Altersstellung und anthropogene Beeinflussung von Parabraunen in der Emmendinger Vorbergzone. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **5**: 132 S. u. Anh., Freiburg i.Br.
- HABBE, K.-A. (1954): Freiburg und der Breisgau. In: HEILMEYER, L. (Hrsg.): Freiburg und der Breisgau. Ein Führer durch Landschaft und Kultur. S. 11-12, Freiburg i. Br. (auch als 44. Band der Berichte d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. erschienen).
- HÄDRICH, F. (1962): Beziehungen zwischen Böden und Landschaft in der Emmendinger Vorbergzone. – Diss. Nat.-math. Fak. Univ. Freiburg i.Br., 204 S. (mit kolor. Bodenkarte, unveröffentlicht).
- HÄDRICH, F.(1966): Die Böden der Emmendinger Vorbergzone (Südliches Oberrheingebiet). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., **56**: 23-76, Freiburg i.Br. (mit Bodenkarte).
- HÄDRICH, F. (1975): Zur Methodik der Lössdifferenzierung auf der Grundlage der Carbonatverteilung. – Eiszeitalter u. Gegenw., **26**: 96-117, Öhringen/Württ.
- HÄDRICH, F. (1979): Der Wasserhaushalt einer Zweischicht-Pararendzina unter Kiefernjungbeständen im Trockengebiet am südlichen Oberrhein. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **29/I**: 149-158, Göttingen.
- HÄDRICH, F. (1980): Paläoböden im südlichen Oberrheingebiet. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., **70**: 29-48, Freiburg i.Br.

Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete

- HÄDRICH, F. (1985): Löss und Paläoböden im südlichen Oberrheingebiet. – In: SCHREINER, A. & B. METZ (Hrsg.): Exkursionsführer der 22. wiss. Tagung der Deutschen Quartärvereinigung September 1985 in Freiburg i.Br., **I**: 71-88, Freiburg i.Br.
- HÄDRICH, F.(1987): Das Quartär von Mengen am Oberrhein. – Ergebnisse einer Forschungs-Kernbohrung. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **20**: 82 S., Freiburg i.Br.
- HÄDRICH, F.(1990): Die Böden in der Umgebung von Freiburg i.Br. – In: MÄCKEL, R. (Hrsg.): Einführung in die Exkursionsgebiete. Deutsch. Arbeitskreis für Geomorphologie, 16. Tagung in Freiburg i.Br. 1990, Inst. f. Phys. Geogr. Univ. Freiburg i.Br.: 63-87, Freiburg i.Br.
- HÄDRICH, F. (1999): Die Böden. – In: LANDESARCHIVDIREKTION BADEN-WÜRTTEMBERG IN VERBINDUNG MIT DEM LANDKREIS EMMENDINGEN (Hrsg.): Der Landkreis Emmendingen. – Kreisbeschreibungen des Landes Baden-Württemberg, Jan Thorbecke Verlag, Bd. **1**: 71-78, Stuttgart.
- HÄDRICH, F., W. MOLL, & K. STAHR (1979a): Böden. – In: ZÖTTL, H.W. (Hrsg.): Exkursionsführer zur Jahrestagung der DBG 1979 in Freiburg i.Br. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **28**: 55-81, Göttingen.
- HÄDRICH, F., P. HUMMEL, & F. ZWÖLFER (1979b): Böden und ihre Bedeutung für die Landschaftsplanung im Vorland. Exkursion C. – In: ZÖTTL, H.W. (Hrsg.): Exkursionsführer zur Jahrestagung der DBG 1979 in Freiburg i.Br. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **28**: 245-291, Göttingen.
- HÄDRICH, F., K. KEILEN, & K. STAHR (1979c): Bodengesellschaften des Bärhaldegranitgebietes. Exkursion B. – In: ZÖTTL, H.W. (ed.): Exkursionsführer zur Jahrestagung der DBG 1979 in Freiburg i.Br. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **28**: 173-244, Göttingen.
- HÄDRICH, F., P. HUMMEL & S. MÜLLER. (1982): Paläoböden im Oberrheingebiet. – In: BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN & ROHSTOFFE (Hrsg.): Inventur der Paläoböden in der Bundesrepublik Deutschland. – Geol. Jb., Reihe F, **14**: 88-100, Hannover.
- HÄDRICH, F. & F. LAMPARSKI (1984): Ein rißzeitlicher Eiskeil im Lößaufschluß von Buggingen (Südbaden) mit einem Beitrag zur Lößkindelgenese. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., **74**: 25-47, Freiburg i.Br.
- HÄDRICH, F., W. MOLL, & K. STAHR (1988): Bodenentwicklung und Bodentypen. – In: LANDKREIS BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD (Hrsg.): Breisgau-Hochschwarzwald. Land vom Rhein über den Schwarzwald zur Baar. Schillinger, 2. Aufl.: 53-69, Freiburg i.Br. (mit farbiger Bodenkarte).

- HÄDRICH, F. & K. STAHR (1989): Entwicklung, Eigenschaften und Verbreitung der Böden. – In: Der Belchen – Geschichtlich-naturkundliche Monographie des schönsten Schwarzwaldberges. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.- Württ., **13**: 393-418, Ungeheuer + Ulmer, Ludwigsburg.
- HÄDRICH, F. & K. STAHR (1992): Die Böden in der Umgebung von Freiburg i.Br. – In: MÄCKEL, R. & B. METZ (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. – Freiburger Geogr. Hefte, **36**: 129-195, Freiburg i.Br.
- HÄDRICH, F. & K. STAHR (1997): Die Böden in der Umgebung von Freiburg i.Br. – In: MÄCKEL, R. & B. METZ (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. – 2. Aufl., Freiburger Geogr. Hefte, **36**: 137-211, Freiburg i.Br.
- HUMMEL, P. (wiss. Red., 1994): Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1:200 000, Blatt CC 7910 Freiburg-Nord, Karte u. Tabellarische Erläuterung, bearb. von K. RILLING & F. WALDMANN, mit Beiträgen von W. FLECK, Freiburg i.Br.
- JAHN, R., F. HÄDRICH & K. STAHR (1994): Bodenminerale in Raum und Zeit. Exkursionsführer zur Tagung der Kommission VII – Bodenmineralogie – der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 5.-8.10.1994 in Breisach am Kaiserstuhl. – Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, **20-II**: 145 S., Stuttgart.
- KAISER, S. & R. MÄCKEL (1994): Fluviale Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Oberrheingebiet. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., **81/83**: 93-115, Freiburg i.Br.
- KEILEN, K. (1978): Spurenelementverteilung und Bodenentwicklung im Bärhaldegranitgebiet (Südschwarzwald). – Freiburger Bodenkundl. Abh., **8**: 278 S., Freiburg i.Br.
- KHODARY-EISSA, O. (1968): Feinstratigraphische und pedologische Untersuchungen an Lössaufschlüssen im Kaiserstuhl (Südbaden). – Freiburger Bodenkundl. Abh., **2**: 149 S. u. Anh., Freiburg i.Br.
- KURZ; M. (1999): Beschreibung und Entstehung einer Parabraunerde im Kaiserstuhl (Baden). – Seminararbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre der Universität Hohenheim, 32 S. u. Anh. (unveröffentlicht).
- LAMPARSKI, F. (1985): Der Einfluss der Regenwurmart *Lumbricus badensis* auf Waldböden im Südschwarzwald. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **15**: 206 S., Freiburg i.Br.
- LAMPARSKI, F. & A. KOBEL-LAMPARSKI (1988): Bodenprofil und Bodentransport unter dem Einfluss der Regenwurmart *Lumbricus badensis*. – Pedobiologia, **31**: 189-198, Jena.

- LINK, B. (1999): Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 7912 Freiburg i.Br.-NW, Karte u. Tabellarische Erläuterung, bearb. von B. LINK & S. SCHLESINGER, 55 S., hrsg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württ., Freiburg i.Br.
- MÄCKEL, R. (1997): Naturraum des Mittleren und Südlichen Schwarzwaldes und des Oberrheintieflandes.– In: MÄCKEL, R. & B. METZ (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. – 2. Aufl., Freiburger Geogr. Hefte, **36**: 1-23, Freiburg i.Br.
- MATHÉ, P. (1962): Beiträge zur Gesellschafts- und Wirkungsordnung der Bodenformen im hochmontanen Hochschwarzwald. – Diss. Nat. - math. Fak. Univ. Freiburg i.Br., 211 S. (unveröffentlicht).
- MAUS, H.-J. & K. STAHR (1977): Auftreten und Verbreitung von Lösslehmbeimengungen in periglazialen Schuttdecken des Schwarzwaldwestabfalls. – *Catena*, **3**: 369-386, Cremlingen.
- METZ, B. (1997): Glaziale Formen und Formungsprozesse im Schwarzwald. – In: MÄCKEL, R. & B. METZ (Hrsg.): Schwarzwald und Oberrheintiefland. Eine Einführung in das Exkursionsgebiet um Freiburg im Breisgau. – 2. Aufl., Freiburger Geogr. Hefte, **36**: 51-74, Freiburg i.Br.
- MOLL, W. (1959): Bodentypen im Kreis Freiburg i.Br. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., **49**: 5-58, Freiburg i.Br.
- MOLL, W. (1964): Übersichtskarte der Bodentypen im südlichen Oberrheingebiet mit Erläuterungen. I. Abschnitt Basel-Staufen. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., **54**: 135-156, Freiburg i.Br. (mit farb. Bodenkarte).
- MOLL, W. (1970): Beiträge zur Genese und systematischen Stellung rubefizierter Parabraunerden aus alpinen Schottern und Geschieben. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **3**: 298 S.
- REHFUESS, K.E. (1958): Beiträge zur Kenntnis der Bodenentwicklung auf Tephrit im Kaiserstuhl. – Diss. Nat.- math. Fak. Univ. Freiburg i.Br., 149 S. (unveröffentlicht).
- REHFUESS, K.E. (1990): Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. – Pareys Studentexte **29**, Verlag P. Parey, 2.Aufl., 294 S., Hamburg und Berlin.
- ROCHOW, M. von (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. – Fischer, 140 S., Jena.
- ROEDIG, K.-P. (1964): Bodentypen und Standorte im westlichen Dinkelberg und am Westrand der Weitenauer Vorberge - Diss. Nat.-math. Fak. Univ. Freiburg i.Br., 92 S. u. Anh. (mit 2 kolor. Bodenkarten, unveröffentlicht).
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. – F. Enke Verlag, 14. Aufl., Stuttgart.

- SCHNECKENBERGER, K. (2000): Entstehung und Eigenschaften einer Schwarzerde im Zentralen Kaiserstuhl (Südbaden). – Seminararbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre der Universität Hohenheim, 42 S. u. Anh. (unveröffentlicht).
- SCHREINER, A. (1958): Niederterrasse, Flugsand und Löß am Kaiserstuhl (Südbaden). – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. u. Naturschutz, N.F., **7, 2**: 113-125, Freiburg i.Br.
- SCHREINER, A. (1977): Bohrungen. – In: GROSCHOPF, R., G. KESSLER, J. LEIBER, H. MAUS, W. OHMERT, A. SCHREINER & W. WIMMENAUER: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Freiburg im Breisgau und Umgebung 1: 50 000. 277-319, Stuttgart.
- SCHULER, B. (1990/91): Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 7812 Kenzingen (1990/91) und Tabellarische Erläuterung (1992), bearb. von A. GHANEM, H. MÜCKE, S. SCHLESINGER & B. SCHULER, 39 S., hrsg. vom Geologischen Landesamt Baden-Württ., Freiburg i.Br.
- STAHR, K. (1979a): "Braunerden" im Grundgebirgsschwarzwald. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **29/II**: 649-660, Göttingen.
- STAHR, K. (1979b): Die Bedeutung periglazialer Deckschichten für Bodenbildung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **9**: 273 S.; Freiburg i.Br.
- STAHR, K. (1981): Die Böden. – In: WIMMENAUER, W. & A. SCHREINER: Erläuterungen zu Blatt 8114 Feldberg der Geologischen Karte 1:25000 von Baden-Württemberg, 109-118, Stuttgart.
- STAHR, K., E. HILDEBRAND & H.W. ZÖTTL (1979): Höhenabhängigkeit der Bodenentwicklung im Gneisschwarzwald. Exkursion A. – In: ZÖTTL, H.W. (Hrsg.): Exkursionsführer zur Jahrestagung der DBG 1979 in Freiburg i.Br. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **28**: 117-172, Göttingen.
- STAHR, K., R. JAHN., F. HÄDRICH, H.-J. MAUS, K.H. PAPENFUSS, U. SCHWERTMANN & H. STANJEK (1989): Development of soil minerals in relation to parent material and environmental conditions in the Black Forest and upper Rhine Graben, Southwest Germany. Guide book field trip A, Germany. – 9th Intern. Clay Conference, 128 S., Strasbourg.
- TRÜBY, P. (1983): Elementumsatz in einer bewässerten Pararendzina der südlichen Oberrheinebene unter besonderer Berücksichtigung der Schwermetalle. – Freiburger Bodenkundl. Abh., **12**: 262 S., Freiburg i.Br.
- WALDMANN, F. (1988): Bodenübersichtskarte der Flußgebiete von Möhlin, Neumagen und Sulzbach (Regierungsbezirk Freiburg) 1: 25 000. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und unter fachlicher Betreuung des Geol. Landesamtes Baden-Württemberg (unveröffentlicht).

- WALDMANN, F. & F. ZWÖLFER (1997): Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1: 350 000. Hrsg. Geol. Landesamt Baden-Württemberg Freiburg i.Br.
- WILMANN, O. (1989): Vegetation. – In: WILMANN, O., W. WIMMENAUER & G. FUCHS: Der Kaiserstuhl, Gesteine und Pflanzenwelt, 3. Aufl., Ulmer: 89-204, Stuttgart.
- WIMMENAUER, W. (1989): GESTEINE UND MINERALE. – IN: WILMANN, O., W. WIMMENAUER & G. FUCHS: Der Kaiserstuhl, Gesteine und Pflanzenwelt, 3. Aufl., Ulmer: 39-88, Stuttgart.
- ZÖTTL, H.W., K. STAHR & K. KEILEN (1977): Bodenentwicklung und Standortseigenschaften im Gebiet des Bärhaldegranits. – All. Forst- u. Jagdztg., **148** (10/11): 185-197, Frankfurt a. M..
- ZOLLINGER, G. (1985): Löss-Boden-Sequenzen am südlichen Oberrhein (Markgräflerland) und ihre Interpretation. – Jh. Geol. Landesamt Baden-Württ., **27**: 113-143, Freiburg i.Br.

4. Erläuterungen und Danksagung

4.1 Horizontsymbole und Horizontfolgen

Die neue "Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands" (ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSYEMATIK DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT 1998) brachte unter anderem auch Änderungen, welche die Verwendung von Buchstabenkombinationen bei Bodenhorizonten und Horizontfolgen betreffen.

Unter Berücksichtigung der Änderungen werden die in vorliegender Arbeit verwendeten Symbole kurz wie folgt definiert.

- a) Es bleibt bei der Verwendung von **Großbuchstaben** als *Hauptsymbole* (F, H, L, O, A, B, C, P, T, S, G, M, E, R und Y), desgleichen von
- b) **Kleinbuchstaben** als *Zusatzsymbole* für pedogene, geogene und anthropogene Merkmale.

4.1.1 *Zusatzsymbole* für pedogene Merkmale, die als Kleinbuchstaben den Großbuchstaben nachgestellt werden:

- a: **an**moorig; kombinierbar mit A
- c: Sekundär**car**bonat (Lösskindel und Kalkpseudomyzel); kombinierbar mit H, A, B, C, T, S, G und M
- d: **dic**ht (wasserstauend); kombinierbar mit S
- e: **el**uvial, ausgewaschen; sauergebleicht: kombinierbar mit A; nassgebleicht: kombinierbar mit S
- f: vermodert (schwedisch "**F**örmultningsskiktet"); kombinierbar mit O
- f: lockeres **Gefü**ge; kombinierbar mit A und B der (*Hang*)*Gley-Braunerde* (Ockererde)
- h: **hum**os; kombinierbar mit O, A, B und G
- i: **ini**tial (beginnend); kombinierbar mit A
- k: **kon**kretoniert; kombinierbar mit B, C und G
- l: **less**iviert, tonverarmt; kombinierbar mit A

- m: **massiv** (pedogen verfestigt); kombinierbar mit Bs, Bhs und G
n: **neu**, frisch, unverwittert; kombinierbar mit C
o: **oxidiert**; kombinierbar mit F, G und Y
p: **gepflügt**; kombinierbar mit H und A
r: **reduziert**; kombinierbar mit F, H, S, G und Y
s: angereichert mit **Sesquioxiden**; kombinierbar mit H, G und B bei Podsolhorizonten
t: **geschrumpft**; kombinierbar mit H
t: **tonangereicht**; kombinierbar mit B
v: **verwittert**, verbraunt, verlehmt; kombinierbar mit B und C
v: **vererdet**; kombinierbar mit H und Oh
w: **stauwasserleitend**; kombinierbar mit S
w: **zeitweilig grundwassererfüllt**; kombinierbar mit F, H und G
x: **biogen gemixt**; kombinierbar mit A und E

4.1.2 Besonderheiten bei der Verwendung von *Hauptsymbolen* und pedogenen *Zusatzsymbolen*:

- *Zusatzsymbole* für pedogene Merkmale können in Verbindung mit verschiedenen *Hauptsymbolen* unterschiedliche Bedeutung haben, z.B.
 - pedogenes Zusatzsymbol "a":
 - im Aa-Horizont bedeutet es **an**moorig und
 - im Ha-Horizont bedeutet es **A**bsonderungsgefüge durch Schwundrißbildung nach Entwässerung von Moorböden.
 - *Zusatzsymbol* ">" oder "<" zur Kennzeichnung der Basensättigung bei Subtypen von A/C-Böden
 - ">" bedeutet Basensättigung über 50%, z.B. Ah>
 - "<" bedeutet Basensättigung unter 50%, z.B. Ah<

4.1.3 Horizonte mit mehreren pedogenen Merkmalen – **Übergangs- und Verzahnungshorizonte** sowie **überprägte fossile und reliktsche Horizonte** werden durch *Kombination* von *Hauptsymbolen* und/oder (pedogenen) *Zusatzsymbolen* gekennzeichnet, wobei die Betonung stets auf dem jeweils letzten Zusatzsymbol liegt:

- **Übergangshorizonte** sind solche, in denen sich Merkmale unterschiedlicher Prozesse überlagern. Sie werden dargestellt
 - entweder durch ein *Hauptsymbol* mit mehreren pedogenen *Zusatzsymbolen*, z.B. **Ccv** = vereinfachend für Cc-Cv (Fall für 2 gleichlautende Horizonte) oder
 - durch 2 verschiedene *Hauptsymbole* mit den dazugehörigen *Zusatzsymbolen*, die stets durch *Bindestrich* verbunden werden, z.B. **Ah-Bv**, was bedeutet, dass zwischen Ah und Bv ein gradueller Übergang erfolgt.
- **Verzahnungshorizonte** sind solche, in denen Bereiche von verschiedenen (meist be-nachbarten) Horizonten zusammen vorkommen, ohne dass sich die unterschiedlichen pedogenen Merkmale dieser Bereiche durchdringen. Ihre Darstellung erfolgt mittels *Pluszeichen* zwischen den Symbolteilen, z.B. Oh+Ah.
Bei diesem Beispiel lassen sich – meist durch biogene Einflüsse bedingt – z.B. bei der Probenahme, Oh- von Ah-Material oft nicht trennen.

- **Überprägte fossile oder reliktsche Horizonte:**

Hier werden die Symbolteile durch einen *Punkt* verknüpft, z.B. "**fAh.Sd**" bzw. "**rGo.Bv**"

Das erste Beispiel zeigt, das nach Pseudovergleyung (Ah/Sw/Sd) und partieller Erosion des ehemaligen Oberbodens (Ah/Sw) der obere Teil des alten Sd in einen Ah umgewandelt wurde. Im anderen Beispiel ist nach Grundwasserabsenkung aus dem alten Go teilweise ein Bv-Horizont mit heute reliktschen Go-Merkmalen hervorgegangen.

- **Symbole regional alternativ auftretender Horizonte** werden durch *Komma* getrennt; z.B. "**Ah,Ap**" bedeutet, dass der betreffende Boden sowohl unter Wald oder Grünland (Ah) als auch unter Acker (Ap) vorkommt.

4.1.4 Horizontfolgen:

Bei ihnen werden die Symbole für die einzelnen Horizonte durch *Schrägstriche* getrennt, z.B. **Ah/Bv/imCv** für eine *Norm-Braunerde* aus silikatischem Festgestein oder **Ah/elC** für eine *Norm-Pararendzina* aus mergeligem Lockergestein (z.B. Löss).

4.1.5 Fehlende Horizonte in Horizontfolgen:

Wenn Horizonte in Horizontfolgen fehlen können, ohne dass es zu einer anderen systematischen Zuordnung führt, dann werden die Symbole der fehlenden Horizonte mit *Schrägstrich in Klammern* gesetzt, z.B. Ah/Al/Bt/(**Bv**)elCc.

4.1.6 Zusatzsymbole für geogene und anthropogene Merkmale, die als Kleinbuchstaben den Großbuchstaben vorangestellt werden:

In der vorliegenden Arbeit werden folgende, vielleicht noch nicht sehr geläufige Kleinbuchstaben für geogene Merkmale verwendet:

- a: **Auendynamik**, d.h. in Fluss- oder Bachauen gebildet; kombinierbar mit A, C, G und M.
- c: **carbonatisch** (> 75 Masse-% Carbonat im Kalk- oder Dolomitgestein); kombinierbar mit IC und mC.
- e: **mergelig** (2–75 Masse-% Carbonat im Mergelgestein); kombinierbar mit IC und mC.
- f: **fossil**; kombinierbar mit H, A, B, P, T, S und G
- h: **Hochmoortorf**, kombinierbar mit H.
- i: **kieselig oder silikatisch** (Gestein); kombinierbar mit IC und mC.
- j: **anthropogen umgelagertes Natursubstrat**; kombinierbar mit A, H, C, S und G
- l: **Lockersubstrat, grabbar**; kombinierbar mit C.
- m: **massives Substrat, nicht grabbar**; kombinierbar mit C.
- n: **Niedermoortorf**; kombinierbar mit H.
- q: **quellwasserbeeinflusst**; kombinierbar mit G.
- r: **reliktsch**; kombinierbar mit A, B, P, T, S und G
- s: **hangwasserbeeinflusst**; kombinierbar mit S und G.
- u: **Uebergangsniedermoortorf**; kombinierbar mit H.
- x: **steinig**; kombinierbar mit C aus weitgehend feinerdefreiem (< 5 Vol.-% Feinerde) Grobskelett > 2 cm.

| 4.2 Verzeichnis der Übersichten (Standorts- und Profilbeschreibungen | Seite |
|---|--------------|
| Übers. 1: Norm-Pararendzina – Hartheim/Rheinaue | 14 |
| Übers. 2: Rötliche Norm-Parabraunerde – Hartheim/Hochgestade | 19 |
| Übers. 3: Braunerde-Pelosol – "Büchsenberg" | 28 |
| Übers. 4: Braunerde-Pararendzina – "Silberbrunnen" | 31 |
| Übers. 5: Norm-Parabraunerde – "Schelingen/Hard" | 36 |
| Übers. 6: Norm-Tschernosem – "Haselschacher Buck" | 39 |
| Übers. 7: Norm-Tschernosem – "Büchsenberg" | 43 |
| Übers. 8: Norm-Rendzina – "Fusacker"/Schönberg | 73 |
| Übers. 9: Norm-Pararendzina – "Hasenbank"/Malterdingen | 79 |
| Übers. 10: (Erodierte) Norm-Parabraunerde – "Langleid"/Malterdingen | 81 |
| Übers. 11: Parabraunerde-Braunerde – "Hornberg"/Freiburg-Ebnet | 93 |
| Übers. 12: Lockerbraunerde – "Wagensteig"/St. Märgen | 98 |
| Übers. 13: Lockerbraunerde – "Wildmooswald"/Breitnau | 103 |
| Übers. 14: (Hang)Gley-Humusbraunerde – Feldberg/Hebelhof | 110 |
| Übers. 15: Norm-Podsol – "Rotmeer"/Feldberg-Altglashütten | 118 |

4.3 Verzeichnis der Tabellen

| | |
|---|-----|
| Tab. 1: Norm-Pararendzina – Hartheim/Rheinaue | 15 |
| Tab. 2: Rötliche Norm-Parabraunerde – Hartheim/Hochgestade | 20 |
| Tab. 3: Braunerde-Pelosol – "Büchsenberg" | 29 |
| Tab. 4: Braunerde-Pararendzina – "Silberbrunnen" | 32 |
| Tab. 5: Norm-Parabraunerde – "Schelingen/Hard" | 37 |
| Tab. 6: Norm-Parabraunerde – "Schelingen/Hard" – Porung | 38 |
| Tab. 7: Norm-Tschernosem – "Haselschacher Buck" | 40 |
| Tab. 8: Norm-Tschernosem – "Haselschacher Buck" – Porung | 41 |
| Tab. 9: Norm-Tschernosem – "Büchsenberg" | 44 |
| Tab. 10: Ausgewählte Analysendaten der Lössе aus den Profilen A2 + A3 von Riegel a. K. | 47 |
| Tab. 11: Ausgewählte Analysendaten der Paläoböden (fBt-Horizonte) aus den Profilen A2 + A3 von Riegel a. K. | 48 |
| Tab. 12: Norm-Rendzina – "Fusacker"/Schönberg | 74 |
| Tab. 13: Norm-Pararendzina – "Hasenbank"/Malterdingen | 80 |
| Tab. 14: Erodierte Norm-Parabraunerde – "Langleid"/Malterdingen | 82 |
| Tab. 15: Parabraunerde-Braunerde – "Hornberg"/Freiburg-Ebnet | 94 |
| Tab. 16: Lockerbraunerde – "Wagensteig"/St. Märgen | 99 |
| Tab. 17: Lockerbraunerde – "Wildmooswald"/Breitnau | 104 |
| Tab. 18: (Hang)Gley-Humusbraunerde – Feldberg/"Hebelhof" | 111 |
| Tab. 19: Norm-Podsol – "Rotmeer"/Feldberg-Altglashütten | 119 |

4.4 Verzeichnis der Abbildungen

| | Seite |
|---|--------------|
| Abb. 1: Schnitt durch die reliktsche Rheinaue und die würmzeitliche Niederterrasse südlich Breisach (schematisch) | 13 |
| Abb. 2: Norm-Pararendzina – Hartheim/Rheinaue; Körnung und Porung | 16 |
| Abb. 3: Rötliche Norm-Parabraunerde – Hartheim/Hochgestade; Körnung und Porung | 21 |
| Abb. 4: Bodengesellschaft und Substrattypen in Steillagen des Kaiserstuhls bei geringer Lössbeteiligung | 27 |
| Abb. 5: Braunerde-Pelosol – "Büchsenberg"; Körnung und Porung | 30 |
| Abb. 6: Braunerde-Pararendzina – "Silberbrunnen"; Körnung und Porung | 33 |
| Abb. 7: Norm-Tschernosem – "Büchsenberg"; Körnung und Porung | 45 |
| Abb. 8: Bodengesellschaft, Substrate und Nutzung im Lösshügelland der Emmendinger Vorberge | 78 |
| Abb. 9: Querprofil durch die Emmendinger Vorberge | 84 |
| Abb. 10: Bodengesellschaft an einem Buntsandstein-Hangsporn | 87 |
| Abb. 11: Parabraunerde-Braunerde – "Hornberg"/Freiburg-Ebnet; Körnung und Porung | 95 |
| Abb. 12: Lockerbraunerde – "Wagensteig"/St. Märgen; Körnung und Porung | 100 |
| Abb. 13: Lockerbraunerde – "Wildmooswald"/Breitnau; Körnung und Porung | 105 |
| Abb. 14: Bodenkarte und typische Bodencatena des "Wildmooswald"- Gebietes | 106 |
| Abb. 15: (Hang)Gley-Humusbraunerde – Feldberg/"Hebelhof"; Körnung und Porung | 112 |
| Abb. 16: Norm-Podsol – "Rotmeer"/Feldberg-Altglashütten; Körnung und Porung | 120 |
| Abb. 17: Bodenkarte und Bodencatena vom Osthang des "Drehkopfes" durch das "Rot meer"-Moor | 121 |

4.5 Erläuterungen zu den Abkürzungen bei Ortsangaben im Text**Zitierte Stadt- und Ortsteile von Freiburg:**

| | | | |
|-----------------|------------|-----------------|----------------|
| FR = Freiburg | FR–Haslach | FR–Hochdorf | FR–Landwasser |
| FR–Munzingen | FR–Nord | FR–Opfingen | FR–St. Georgen |
| FR–St. Nikolaus | FR–Tiengen | FR–Waltershofen | FR–Zähringen |

Zitierte Hauptorte mit Ortsteilen innerhalb der Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen:

Die in Klammern gesetzten Namensteile der Hauptorte wurden im Text weggelassen.

| | | |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| B(ad) Kr(ozingen)–Biengen | B(ad) Kr(ozingen)–Schlatt | B(ad) Kr(ozingen)–Tunsel |
| B(iederbach)–Untertal | B(uchenbach)–Wagensteig | B(uchenb.)–Wiesneck |
| E(hrenkirchen)–Norsingen | E(hrenkirchen)–Offnadingen | |
| E(hrenkirchen)–Unterambringen | E(lzach)–Frischnau | E(lzach)–Oberprechtal |
| E(lzach)–Reichenbach | E(lzach)–Yach-Dorf | E(mmendingen)–Maleck |
| E(mmendingen)–Mundingen | E(mmendgn.)–Wasser | F(eldberg)–Altglashütten |
| F(eldberg)–Bärental | F(eldberg)–Neuglashütten | F(reiamt)–Ottoschwanden |

| | | |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| F(reiamt)–Keppenbach | Gr(afenhausen)–Buggenried | Gr(afenhausen)–Staufen |
| G(utach i.Br.)–Bleibach | G(utach i.Br.)–Oberspitzbach | G(utach i.Br.)–Obertal |
| G(utach i.Br.)–Siegellau | H(eitersheim)–Gallenweiler | H(erbolzheim)–Bleichheim |
| H(erbolzheim)–Broggingen | I(hringen)–Wasenweiler | K(enzingen)–Bombach |
| K(enzingen)–Hecklingen | K(enzingen)–Nordweil | M(arch)–Buchheim |
| M(arch)–Holzhausen | M(arch)–Hugstetten | M(arch)–Neuershausen |
| Sch(allstadt)–Mengen | St(aufen)–Grunern | St(aufen)–Wettelbrunn |
| T(eningen)–Bottingen | T(eningen)–Heimbach | T(eningen)–Köndringen |
| T(eningen)–Landeck | T(eningen)–Nimburg | T(itisee)–Oberaltenweg |
| V(örstetten)–Schupfholz | V(ogtsburg)–Achkarren | V(ogtsburg)–Bickensohl |
| V(ogtsburg)–Niederrotweil | V(ogtsburg)–Oberrotweil | V(ogtsburg)–Schelingen |
| W(aldkirch)–Dettenbach | W(aldkirch)–Kollnau | W(aldkirch)–Suggental |
| W(inden i.E.)–Unterspitzbach | | |

4.6 Weitere Abkürzungen:

| | |
|-----------------|---|
| AB | = Autobahn |
| E | = Ost, Osten, östlich |
| Ld | = effektive Lagerungsdichte in Stufen von 1 (sehr gering) bis 5 (sehr hoch) |
| L-Mull | = Waldhumusform mit Profil (L)/Ah... |
| mi. stein. | = mittel steinig |
| mm | = Millimeter pro Jahr für das Jahres-Niederschlagsmittel |
| m ü. NN | = Höhenangabe in Meter über Normalnull |
| N | = Nord, Norden, nördlich |
| NE | = Nordost, nordöstlich |
| NNE | = Nordnordost, nordnordöstlich |
| NNW | = Nordnordwest |
| NW | = Nordwest, Nordwesten, nordwestlich |
| NT | = Niederterrasse(n) |
| S | = Süd, Süden, südlich |
| schw. stein. | = schwach steinig |
| SE | = Südost, Südosten, südöstlich |
| s. gr. durchw. | = sehr gering durchwurzelt |
| SSE | = Südsüdost |
| s. st. durchw. | = sehr stark durchwurzelt |
| s. stein. | = sehr steinig |
| s. st. stein. | = sehr stark steinig |
| sing. (latein.) | = Einzahl |
| st. stein. | = stark steinig |
| s. u./o. | = siehe unten/oben |
| SW | = Südwest, Südwesten, südwestlich |
| TK 1: 25 000 | = Amtliche Topographische Karte 1 : 25 000 |
| vgl. Kap. | = vergleiche Kapitel |
| W | = West, Westen, westlich |
| WSW | = Westsüdwest, westsüdwestlich |

4.7 Anmerkungen:

In den umfangreichen Kapiteln 2.2.2, 2.3, 2.4 und 2.6 wurden im Text die zutreffenden Nummern der Legendeneinheiten der Bodenkarten von SCHULER (1990/91) und LINK (1999) zur besseren inhaltlichen Erläuterung mit aufgeführt.

Der Hinweis auf die Legendeneinheiten der Bodenkarte von 7812 **K**enzingen (SCHULER 1990/91) geschieht durch das Voranstellen eines "**K**" vor die Legendenummer, z.B. **K** 21 = "*Tiefe bis mäßig tiefe Parabraunerde aus*

Der Hinweis auf die Legendeneinheiten der Bodenkarte 7912 **F**reiburg i.Br.– NW (LINK 1999) erfolgt durch das Voranstellen eines "**F**" vor die Legendenummer, z.B. **F** 32 = "*Pararendzina und Braunerde-Pararendzina aus*

4.8 Danksagung

Frau DR. med. CLAUDIA AUW-HÄDRICH hat die ursprünglich von Herrn JÜRGEN JAKLIN für die Arbeit HÄDRICH, F. & K. STAHR (1997) computergestützt gefertigten Abbildungen "Körnung und Porung" gescannt und damit erneut PC-tauglich erarbeitet.

Herr DR. rer. nat. JOHANNES HÄDRICH hat diese dann getestet und in die Arbeit integriert; außerdem hat er bei der Text-Formatierung, der Verbesserung der Übersichten und der Neubeschriftung und Verbesserung aller Abbildungen tatkräftig geholfen; er hat auch den Text incl. Abbildungen auf CD-ROM übertragen. Beiden sei dafür ganz herzlich gedankt.

Den Herren DR. Dipl.-Geol. FRANK WALDMANN und DR. Dipl.-Landw. FRIEDRICH ZWÖLFER danken wir für die freundliche Überlassung des Kartenmaterials und wertvolle Hinweise dazu.

Frau Prof. em. DR. OTTI WILMANNs verdanken wir die Durchsicht und Korrektur der in den Übersichten (Standorts- und Profilbeschreibungen) unter "Natürliche Vegetation" zu findenden Angaben in deutscher und lateinischer Fachsprache.

Nicht zuletzt gilt unser Dank dem Schriftleiter, Herrn Prof. DR. HUGO GENSER, für die Hilfe in Fragen der Manuskriptabfassung.