

Rehbergsschichten

WOLFGANG DACHROTH

Kurzfassung: Die Rehbergsschichten treten im linksrheinischen Buntsandstein zwischen Trifels- und Karlstalschichten auf. Es ist ein Wechsel von Felsbänken und Dünnschichten, wobei die Felsbänke die petrographischen Merkmale der Trifelsschichten, die Dünnschichten die sedimentologischen Merkmale der Unteren Karlstalschichten enthalten. Die Untergrenze der Rehbergsschichten bildet die tiefste Lage von Dünnschichten (Scheidter Niveau). Die Obergrenze der Rehbergsschichten bildet die stratigraphisch höchste Felsbank mit den petrographischen Merkmalen der Trifelsschichten oder des sm_1 . Stratigraphisch markante Felsbänke bestehen innerhalb der Rehbergsschichten nicht, eine stratigraphische und kartographische Unterteilung der Rehbergsschichten ist nicht möglich. Genetisch werden die Rehbergsschichten als Wechsel zwischen äolisch und fluviatil sedimentierten Schichten verstanden. Die Rehbergsschichten tragen in der Landschaft weite Verebnungsflächen, wobei Verebnungen und Hangverflachungen in verschiedenen Niveaus übereinander vorkommen.

Abstract: The Rehberg sandstone is found in the Southwest German and Alsatian Buntsandstein between Trifels and Karlstal sandstones. Banquettes and lamelliform layers relieve one another, the banquettes containing the petrographic characteristics of the Trifels sandstone and the fine bedded layers the sedimentological characteristics of the lower Karlstal layers. The lower boundary of the Rehberg sandstone forms the lowest deposit of the fine bedded layers (Scheidter Niveau). The upper boundary of the Rehberg sandstone forms the stratigraphically highest banquette with the petrographic characteristics of the Trifels sandstone or the sm_1 . Within the Rehberg sandstone stratigraphically noticeable banquettes do not exist. A stratigraphic and cartographic division of the Rehberg sandstone is not possible. As far as genesis is concerned, the Rehberg sandstone are regarded as an alternation of eolian and fluvial sedimented layers. The morphological structure of the landscape formed by the Rehberg sandstone shows wide peneplanations which occur at different levels.

Résumé: Dans le Palatinat et ses régions voisines, Sarre, Lorraine et Vosges, le Hauptbuntsandstein ou Buntsandstein moyen est subdivisé en grès de Karlstal au sommet, grès de Rehberg et grès de Trifels à la base. Le grès de Rehberg est composé d'une alternance de grès avec une stratification horizontale (comme le grès de Karlstal inférieur) et de grès avec une stratification oblique et entrecroisée et avec des galets (comme le grès de Trifels). La base de grès de Rehberg est la couche gréseuse avec la stratification

horizontale tout en bas (le niveau de Scheidt). La limite entre le grès de Rehberg et le grès de Karlstal ou la litite entre le grès vosgien inférieur et le grès vosgien supérieur est définie par la couche gréseuse la plus haute avec une stratification oblique comme le grès de Trifels. Quant à la stratigraphie on ne trouve pas des couches marquantes dans le grès de Rehberg et une subdivision cartographique n'est pas possible. La genèse de grès de Rehberg s'est interprétée comme l'alternance de la sédimentation éolienne et de la sédimentation fluviale. La structure morphologique du paysage formée par le grès de Rehberg montre des surfaces d'aplanissement aux niveaux différents.

1. Einleitung

Die regionale Gliederung des Pfälzer Hauptbuntsandsteins in Trifels-, Rehberg- und Karlstalschichten zeigt Eigenheiten auf, die für den linksrheinischen Buntsandstein in der Pfalz, im Elsaß, Saarland, Lothringen und zum Teil auch noch für den Trierer Raum vergleichbar sind, und die dem rechtsrheinischen Buntsandstein weitgehend fehlen. Die vorliegende Studie hat zum Ziel, im besprochenen Raume die Rehbergsschichten zu beschreiben. Dabei wird vor allem Wert darauf gelegt, daß die Vergleichskriterien für Ober- und Untergrenze der Rehbergsschichten kennzeichnend sind, um Verwechslungen nach Möglichkeit auszuschließen.

Die Rehbergsschichten stehen stratigraphisch inmitten des Hauptbuntsandsteins und sind somit bei der petrographischen Gleichheit von Schichtenteilen sowohl mit dem Liegenden als auch dem Hangenden zu verwechseln. In der Tat weisen die alten Kartierungen des Elsaß oder des Saarlandes diese teils als sm_1 , teils als sm_2 aus. Die stratigraphische Zuordnung war der Zufälligkeit des aufgeschlossenen Gesteinsverbandes überlassen.

Es ist der Wechsel unterschiedlicher Sandsteinlagen – der Deutung nach ein Wechsel zwischen äolisch und fluvial sedimentierte Schichten –, welcher die Schichtenfolge und die durch Petrovarianz überprägte Morphologie kennzeichnet. In der stratigraphischen Synopsis des deutschen Buntsandsteins (RICHTER-BERNBURG 1974) fällt auf, daß das einheitliche Gliederungsschema in 8 Folgen bislang keine korrelierbaren Einheiten im linksrheinischen Hauptbuntsandstein kennt, was wohl im unterschiedlichen Schichtenaufbau begründet sein mag. Die Neubearbeitung der Rehbergsschichten im Sinne THÜRACHS (1894) darf weder als Rückschritt noch als regionaler Alleingang verstanden werden. Über die möglichst genaue Kenntnis des Pfälzer Buntsandsteins hinaus bietet die stratigraphische Verfolgung der Dünnschichten in benachbarte Räume hinein eine Möglichkeit zum regionalen Vergleich und zum Einhängen der linksrheinischen Schichtenfolge in das Gliederungsschema der stratigraphischen Synopsis des deutschen Buntsandsteins.

Die vorliegende Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt. Die wichtigsten Aufschlüsse wurden im April 1978 gemeinsam mit den Kollegen der Geologischen Landesämter Rheinland-Pfalz und Saarland abgegangen (ATZBACH, HEITELE, KONRAD, KONZAN, MÜLLER). Die Bohrung „Große Boll“ wurde gemeinsam mit Herrn KONRAD im Bohrkernlager des Geologischen Landesamtes, Mainz, aufgenommen. Allen Beteiligten, besonders Herrn KONRAD, sage ich aufrichtigen Dank.

2. Definition der Rehbergsschichten durch THÜRACH 1894

In den Jahren 1888 bis 1893 war THÜRACH als Assistent am königlichen Oberbergamt in München mit Untersuchungen und Aufnahmen für die geologische Spezialkarte der Rheinpfalz beauftragt. Seinem Bericht über die Exkursionen stellt THÜRACH 1894 eine

geologische und stratigraphische Beschreibung des Sandsteingebirges der Haardt voran. Der Hauptbuntsandstein wird gegliedert in Trifels-, Rehberg- und Karlstalschichten. Die Rehbergsschichten werden erstmalig ausführlich beschrieben und definiert. THÜRACH unterteilt in:

Obere Rehbergsschichten (oR), lockere, hellrotbraune Sandsteine mit einzelnen Felsbänken, im Mittel 30 m mächtig;

Rehbergfelsregion (R), 5–15 m messend;

untere Rehbergsschichten (uR), hellrotbraune Bausandsteine, 50 bis 80 m mächtig, im mittleren Teil häufig noch mit einer Felsregion, der Tischfelsregion (ts), 3–10 m mächtig.

Unterlagert werden die Rehbergsschichten von den Trifelsschichten mit einer bis zu 80 m mächtigen Felsregion. Überlagert werden die Rehbergsschichten von den unteren Karlstalschichten (uK) mit 40 bis 50 m lockeren, roten Sandsteinen.

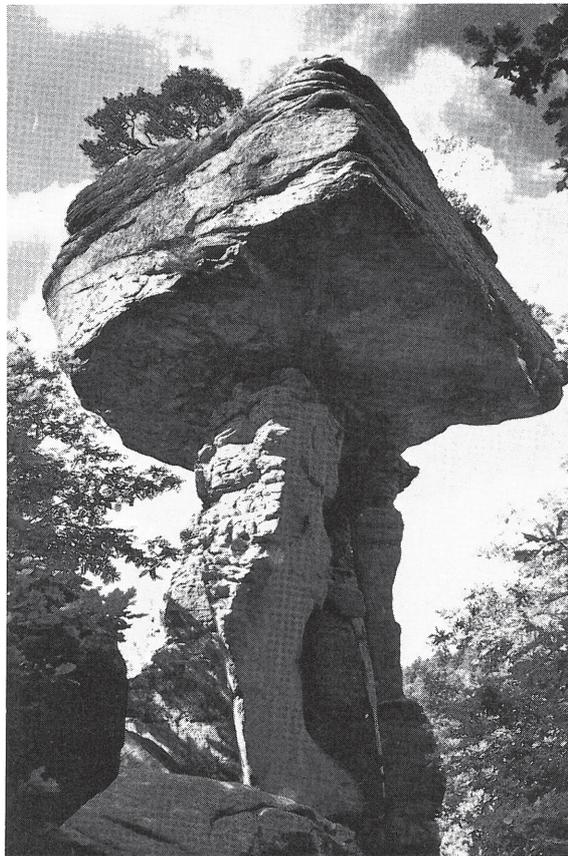


Abb. 1: Teufelstisch bei Hinterweidenthal. Der wohl markanteste Felsen des Pfälzer Waldes ist ein typischer Aufschluß für die Rehbergsschichten. Die Schichtenfolge zeigt einen Wechsel von geröllführenden, massigen Sandsteinen und dünnschichtigen Sandsteinlagen, wobei diese Dünnschichten jeweils einem Geröllpflaster aufliegen. Die abschließende Felsbank ist hier stärker verkieselt und felsbildend (Foto: K. SCHACHERL).

THÜRACH (1894, S. 38–39) gibt folgende Beschreibung:

„Die unteren Rehbergsschichten enthalten meist weichere, geröllfreie, rötliche Sandsteine. Die Gehänge sind, besonders im unteren Teil, meist flacher als in der Trifelsregion und tragen weniger Felsblöcke. Nur im mittleren Teil der Schichtenreihe macht sich eine schwache Felsregion bemerkbar, welche durch den Wechsel weicherer und festerer, zum Teil auch quarzitischer Bänke tischförmige Felsen bildet oder gesimsartig an den Gehängen hervorsteht. Ich habe sie Tischfelsregion genannt.

Noch zu bemerken ist, daß im unteren Teile der unteren Rehbergsschichten Schiefer-tonlagen eingeschaltet vorkommen, wodurch ein Quellhorizont entsteht. Am bekanntesten ist die hierher gehörige Quelle auf dem Rehberg bei Annweiler.“

Die Rehbergfelsregion zeichnet sich dadurch aus, daß der rötliche, häufig quarziti-sche Sandstein wieder spärlich Gerölle führt. Charakteristische Vorkommen dieser Fels-region sind: Die Spitze des Rehberges u. a. . .

Über dieser Felsregion tritt im ganzen Gebiet eine auffallende Verflachung der Ge-hänge und oft sogar Verebnung ein. Die hier lagernden, gegen 30 m mächtigen Sand-steine sind meist locker, dünn-schichtig und rotbraun, enthalten aber noch mehrere feste quarzitisches Bänke; besonders an der oberen Grenze macht sich eine gegen 2 m starke Felsbank bemerkbar.

Diese Sandsteine zeigen zum Teil noch die charakteristischen Merkmale der Pseu-domorphosensandsteine, wie sie in den tieferen Rehberg- und Trifelsschichten eigen-tümlich sind, nämlich manganbraune Flecken und mit Manganoxyden ausgekleidete eckige Hohlräume.

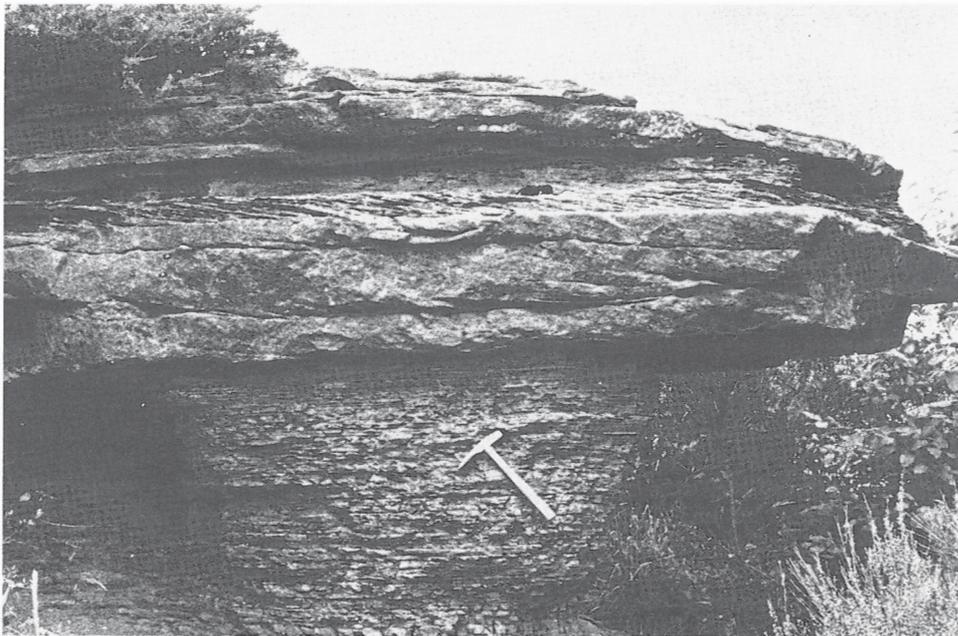


Abb. 2: Felsaufschluß aus den höheren Rehbergsschichten bei Dabo (Dagsburg)/Zornthal, Vogesen. Schichtenfolge: dünn-schichtiger Sandstein, massiger Felssandstein mit Geröllen, dünnplattiger Sandstein, massiger Felssandstein.



Abb. 3: Mittelkörniger Sandstein der Rehbergsschichten mit Ton- und Schluffgeröllen (Tongallen). Durch Trockenrisse scherbig aufgeteilte Schlufflagen wurden bei Starkregen abgeschwemmt und nach kurzem Transportweg abgelagert. Die Dauer der Befeuchtung und Überflutung war derart kurz, daß der kohäsive Zusammenhalt im bindigen Material nicht aufgehoben wurde. Maßstab in mm.

Ich habe sie deshalb als obere Rehbergsschichten noch zu der unteren Abteilung des Hauptbuntsandsteins gestellt, obschon sie am Rehberg bei Annweiler selbst nicht mehr vorkommen.

Fundorte sind: . . . u. a. Breitenberg, Horberg, Pfaffenberg und Mühlenberg zwischen Wilgartswiesen und Hinterweidenthal.

3. Die Kenntnis der Rehbergsschichten in späteren Arbeiten

Die Ausgliederungen der Rehbergsschichten fand Anwendung bei der Aufnahme der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern 1:100000 auf den Blättern Speyer (1897), Zweibrücken (1903) und für kleine Vorkommen auf Blatt Donnersberg (1910). Dabei wurden die Rehbergsschichten im Westen bis an die Blies, im Süden bis an die Landesgrenze kartiert. In den nicht publizierten Kartierungsunterlagen für die Spezialkarte im Maßstab 1:25000 wurden untere Rehbergsschichten, Rehbergfelszone und obere Rehbergsschichten getrennt kartiert. Der Hauptteil der Rehbergsschichten liegt im Bereich des Blattes Speyer 1:100000, also im Arbeitsgebiet von THÜRACH. Auch die im SE des Blattes Zweibrücken im Umkreis von Ludwigswinkel kartierten Rehbergsschichten wurden von THÜRACH 1894 erarbeitet (AMMON 1903, S. 139).

Für die Rehbergsschichten im Bereich des Landstuhler Bruches sowie der südlich angrenzenden Schichtstufe zwischen Landstuhl und Homburg wurden die Rehbergsschichten als Einheit ausgegliedert, und die von THÜRACH 1894 gegebene Untergliederung wurde auch auf den nicht publizierten Unterlagen für die Spezialkarte nicht angewendet. Die Rehbergsschichten wurden westlich der Blies nicht auskartiert. Westlich der Blies, im heutigen Saarland, in Lothringen und im Elsaß wurde der Hauptbuntsandstein entsprechend BENECKE 1877, LEPPLA 1888 und MEYER 1886 zweigeteilt in eine untere und eine obere Abteilung (sm_1 und sm_2).

Die Rehbergsschichten sind seit THÜRACH fester Bestandteil der Pfälzer Buntsandstein-Gliederung. Bei allen späteren Bearbeitern (AMMON 1903, WERVEKE 1906, REIS 1910, STRIGEL 1929, SPUHLER 1957, DACHROTH 1967) findet sich die von THÜRACH gegebene Dreiteilung.

Die Rehbergfelszone wird bei allen Bearbeitern als markant beschrieben und STUCKE (1977) benutzt die Rehbergfelszone für seine tektonische Spezialkartierung. ATZBACH (1970) gibt an, daß in Kernbohrungen die für die Unterteilung markanten Felszonen nicht erkennbar sind, und daß die Geröllführung der Rehbergsschichten durch das ganze

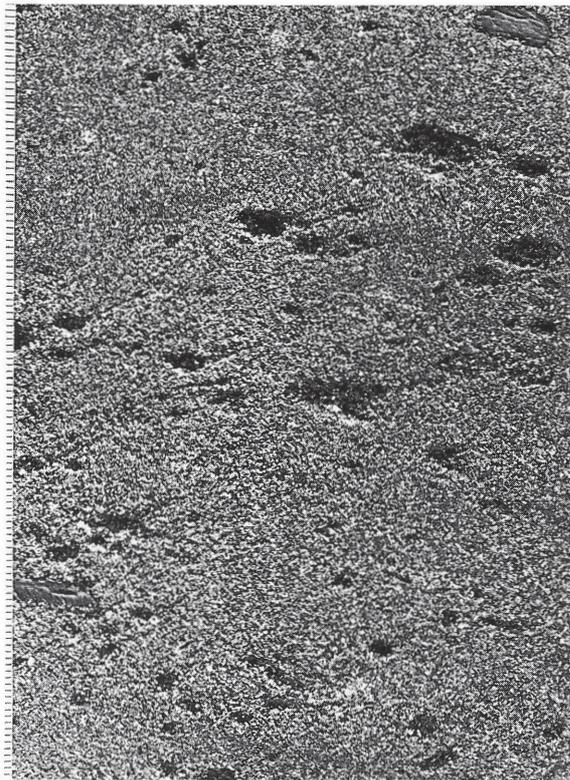


Abb. 4: Mittelkörniger Sandstein der Rehbergsschichten mit Schluff- und Sandgeröllen. Die Sandgerölle bestehen aus einem bindigen Sandstein, wobei der Schluff- und Tonanteil über die kurze Zeit der Befeuchtung und des Wassertransportes für einen kohäsiven Zusammenhalt sorgte. Die Sandgerölle sind im Gegensatz zum umgebenden Sandstein nicht verkieselt. Maßstab s. Abb. 5.

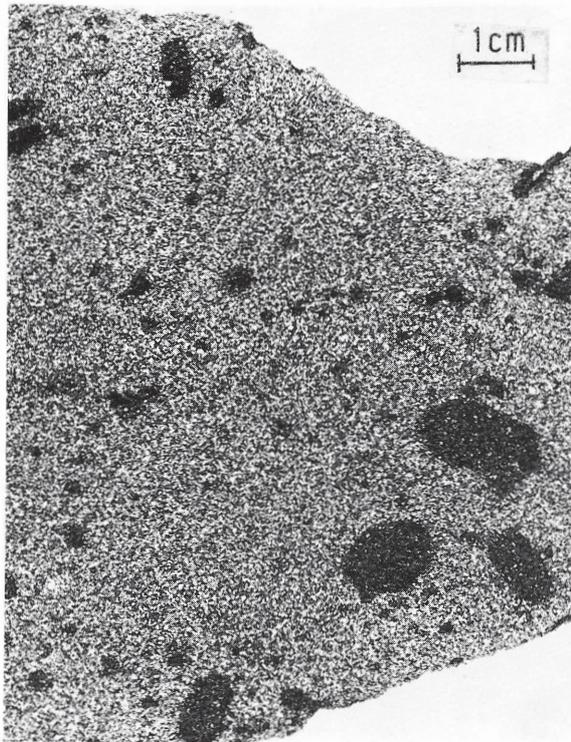


Abb. 5: Mittelkörniger Sandstein der Rehbergsschichten mit „Pseudomorphosen“ (braunschwarze Flecken), die vorwiegend in den massigen Kristallsandsteinbänken, seltener aber auch in den Dünnschichten vorkommen. Die Flecken durchsetzen das Sedimentgefüge und sind jünger als die Sedimentation, die „Pseudomorphosen“ sind oft geröllähnlich oder konkretionär angereichert und besitzen einen sandarmen Kern. Vermutlich sind die „Pseudomorphosen“ mit organischen Resten in Verbindung zu bringen.

Profil hin anhält. Während mehrere Autoren auf Schwierigkeiten bei der Abgrenzung sowie auf geringfügige Unterschiede in Farbton, Geröllanteil und Tongehalt gegenüber den Trifelsschichten aufmerksam machen, gibt DACHROTH (1967) für den Raum westlich der Blies als besonderes Merkmal der Rehbergsschichten den Wechsel von geröllführenden Sandsteinbänken (Felslagen) und dünnenschichtigen Sandlagen an.

Im folgenden soll aufgezeigt werden, daß dieser Wechsel das markante stratigraphische Kriterium ist, das eine Abgrenzung und Kartierung dieser Schichten im Sinne von THÜRACH erlaubt. Die Petrovarianz der Schichten, der Wechsel zwischen Felsbänken und Dünnschichten, führt zu einer morphologischen Hangprofilierung. Die Rehbergsschichten neigen dazu, Verebnungsflächen bzw. Hangverflachungen in verschiedenen Niveaus abzugeben. Der besondere Irrtum THÜRACHS (1894) und mit ihm aller nachfolgenden Geologen und Morphologen lag in der Vereinfachung des Schichtenbildes. Der in der Stratigraphie immer wieder auftretende Wunsch zur Dreiteilung in ein „Unten“, „Mitte“ und „Oben“ bzw. im Anklang an die Geschichte in ein „Alt“, „Mittelalt“ und „Jung“ oder „Neu“ war auch hier bestimmend.

Es gibt keine Rehbergfelszone als markant durchgehenden Felshorizont, und es gibt somit keine Dreiteilung der Rehbergsschichten. Genau definiert durch THÜRACH ist nur die Ober- und Untergrenze der Rehbergsschichten. Als richtig erkannt wird der von THÜRACH 1894, AMMON 1903, REIS 1910, SPUHLER 1957, DACHROTH 1967 u. a. beschriebene Wechsel von Sandsteinen unterschiedlicher Ausbildung.

4. Neubeschreibung der Rehbergsschichten

Die Rehbergsschichten treten im linksrheinischen Buntsandstein zwischen Trifels- und Karlstalschichten auf. Es ist ein Wechsel von Felsbänken und Dünnschichten (Abb. 1 und 2). Die Felsbänke haben die gleichen petrographischen Eigenschaften wie die Trifels- und Karlstalschichten. Es sind rotviolette Sandsteine mit weißen Kaolinflecken (verwitterte Feldspäte) und mit Pseudomorphosen (schwarzbraune Flecken und Hohlräume). Die Quarzkörner tragen Kristallfacetten, jedoch ist der Verkieselungsgrad geringer als in den Felsbänken der Karlstalschichten. Die Rehbergsschichten bilden den Abschluß des sm_1 (Abb. 3–6). Die Dünnschichten innerhalb der Rehbergsschichten zeigen die gleichen petrographischen Eigenschaften wie die Dünnschichten der Karlstalschichten. Im Handstück lassen sich die Dünnschichten der Rehbergsschichten von den Dünnschichten der Karlstalschichten nicht immer unterscheiden. Vielfach sind die Schichten in Schichtung, Farbe, Kornverteilung und mineralogischer Zusammensetzung der Sandkörner gleich (Abb. 7). Nur teilweise wird ein höherer Kaolingehalt (Feldspatgehalt) bei den Dünnschichten der Rehbergsschichten beobachtet. Die Untergrenze der Rehbergsschichten bildet die tiefste Lage von Dünnschichten. Die Obergrenze der Rehberg-

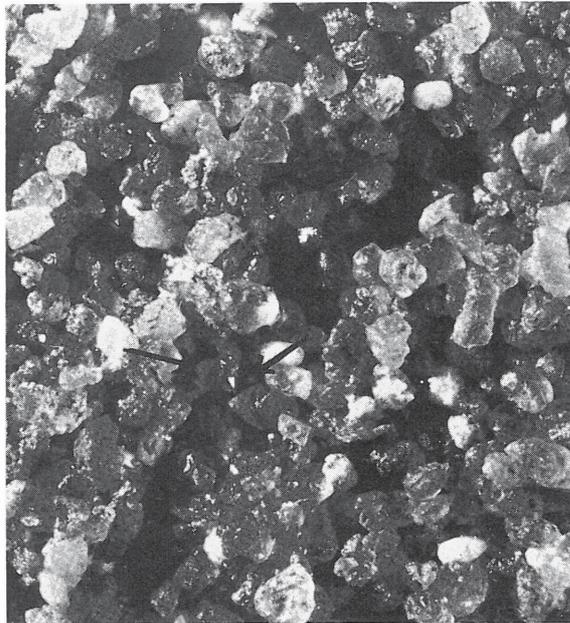


Abb. 6: Anschnitt eines Kristallsandsteins der Rehbergsschichten. Maßstab in mm. Das Material ist ein gleichkörniger Sandstein zwischen 0,2–0,4 mm Korndurchmesser. Die Kornoberflächen sind gerundet und mattiert. Der Sandstein enthält weite, offene Poren, in welche die Kristallfacetten einer synsedimentären Quarzprossung hineingewachsen sind. Bildbreite 4 mm.

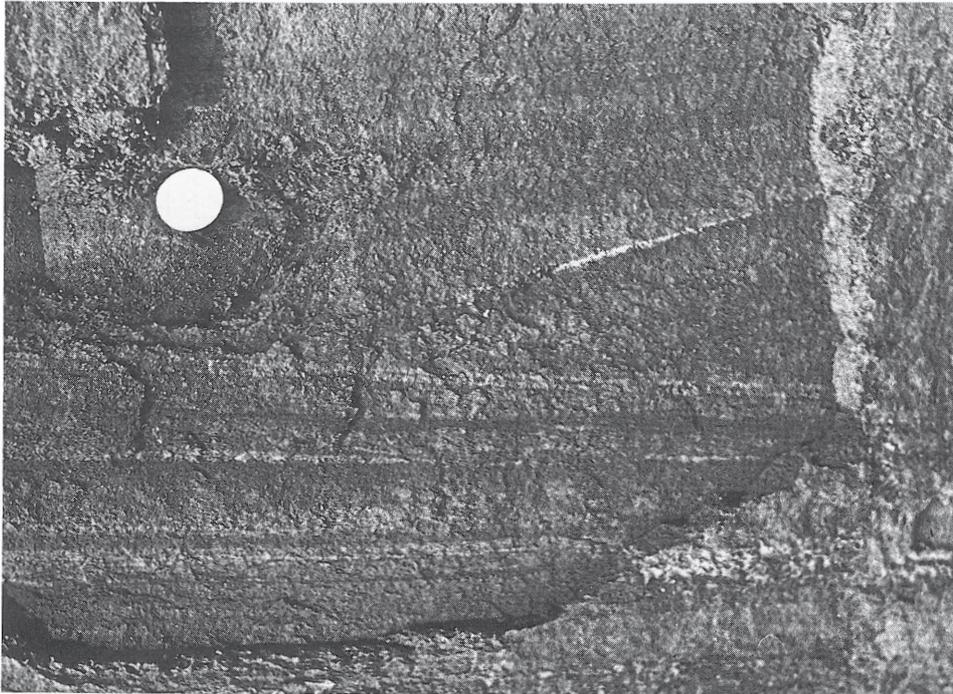


Abb. 7: Dünnschichtige Sande der Rehbergsschichten bei Bruchmühlbach mit ebenschichtigen und schrägschichtigen Sandlagen. Die schrägschichtigen Sandlagen enthalten in einzelnen Schichtabschnitten sehr gut sortierte Körner zwischen 0,5 und 0,8 mm Durchmesser (Kaviarsand). Die dünnschichtigen Sande werden als Dünensande gedeutet.

schichten bildet die stratigraphisch höchste Felsbank mit den petrographischen Merkmalen der Trifelsschichten oder des sm_1 .

Über den Rehbergsschichten folgen 30 bis 60 Meter untere Karlstalschichten. Es sind dünnschichtige Sandsteine mit nur lokal eingelagerten Felssandstein-Bänken. Diese Felssandsteine der Karlstalschichten unterscheiden sich in Farbe, Kaolingehalt (Feldspatgehalt) und Verkieselungsgrad etwas von den Felssandsteinen der Rehbergsschichten. Der Sandstein ist braun bis rotbraun, im Korn feiner als die Felssandsteine der Rehbergsschichten (Fein- bis Mittelsand gegenüber Mittelsand), die Kaolinflecken sind entsprechend kleiner und selten, die Sande sind stärker verkieselt. Damit haben diese Sandsteine die typischen Eigenschaften des sm_2 .

In der Südpfalz und im nördlichen Elsaß tritt mehrfach dieser petrographische Wechsel der Sandsteine innerhalb einer Felsbank ein, welche zugleich den Abschluß der Rehbergsschichten bildet. WERVEKE (1889) kartiert diese Sandsteine am Bissemberg (Blatt Stürzelbronn) südlich der Straße Bitsch-Stürzelbronn als sm_2 .

Es wird vorgeschlagen, die Obergrenze der Rehbergsschichten an die Oberkante dieser Felssandsteinbank zu legen und nicht nach petrographisch zweifelhaften Kriterien innerhalb einer Felsbank den Schnitt zwischen Rehbergsschichten und Karlstalschichten zu suchen. Die Karlstalschichten beginnen mit 30 bis 60 m Dünnschichten, in die nur einzelne geringmächtige Kristallsandsteinbänke (0,1– 0,5 m mächtig) eingelagert sind.

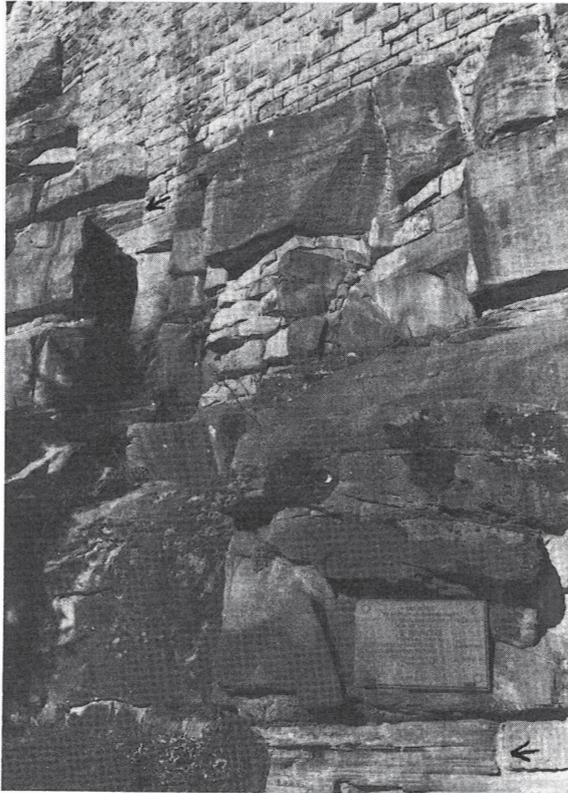


Abb. 8: Hohe Königsburg, Vogesen. Wechsellagerung von Dünnschichten mit massigen, geröllführenden Sandsteinbänken.

Zusammen mit der Karlstalfelszone bilden die unteren Karlstalschichten einen morphologischen Anstieg, eine Schichtstufe in der Landschaft. Damit läßt sich auch morphologisch eine der Geologie entsprechende Gliederung der Landschaft durchführen. Die Rehbergschichten geben in der Landschaft weite Verebnungsflächen ab. Dabei wird beobachtet, daß die Verebnung nicht an ein festes Niveau gebunden ist wie die Karlstalfelszone, sondern daß durch die Petrovarianz, also durch den mehrfachen Wechsel von Felsbänken und Dünnschichten, Verebnungen und Hangverflachungen in verschiedenen Niveaus übereinander vorkommen.

Die Trifelsschichten bilden in der Südpfalz steile Hänge mit deutlichem Geländeknick im Grenzbereich zu den Rehbergschichten. In der Nordpfalz und im östlichen Saarland verläuft die geologische Grenze zwischen Trifels- und Rehbergschichten im 300-Meter-Niveau. Eine morphologische Unterscheidung beider Schichten ist nur lokal möglich. Diese Verebnung im 300-Meter-Niveau ist nach LIEDTKE (1967) unter den klimamorphologischen Bedingungen während des Pliozäns entstanden. Dieser Verebnung ist eine leichte Modellierung der Landschaft durch die Petrovarianz des Untergrundes aufgeprägt.

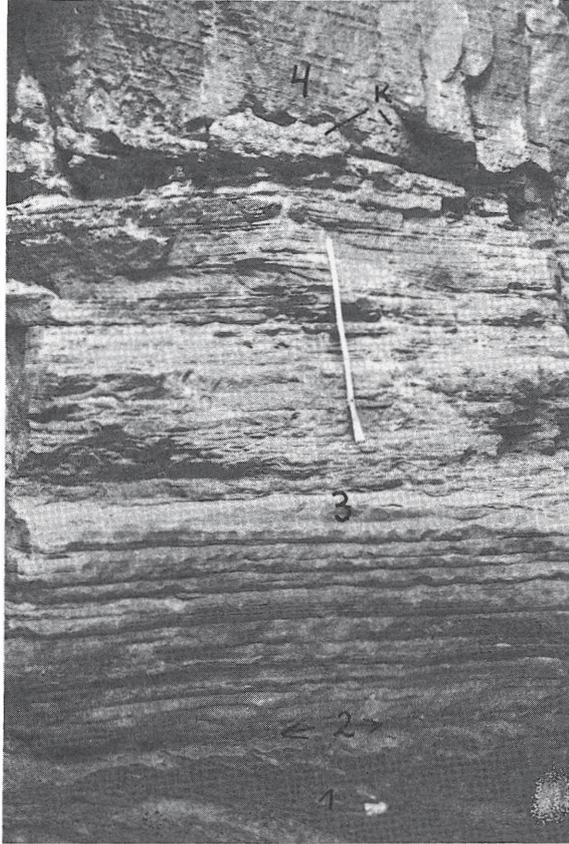


Abb. 9: Hohe Königsburg. Einlagerung von Dünnschichten zwischen geröllführende Sandsteinbänke. 1: schrägschichtiger, massiger Sandstein, geröllführend; 2: Geröllpflaster; 3: Dünnschichten; 4: massiger, geröllführender Sandstein, Kugelkonkretionen (K) an der Basis. Maßstab: 0,8 m.

5. Die räumliche Verbreitung der Rehbergsschichten

Die räumliche Verbreitung der Rehbergsschichten reicht über den Raum des Pfälzer Waldes hinaus. Am Nordrand der Pfälzer Mulde lassen sich die Rehbergsschichten nach Südwest über Homburg hinaus bis in den Raum Saarbrücken–Forbach–Merlenbach verfolgen (DACHROTH 1967). Der derzeit beste Aufschluß innerhalb der Rehbergsschichten befindet sich längs der Metzger Straße in Saarbrücken. Nach West und Südwest tauchen im saar-lothringischen Raume die Rehbergsschichten unter die Karlstalschichten.

Nach Süden lassen sich die Rehbergsschichten in den Vogesen bis zur Hohen Königsburg und bis in den Raum Bruyeres–St. Dié verfolgen. Die Rehbergsschichten werden damit fast im gesamten Verbreitungsgebiet des Buntsandsteins der Vogesen und Nordvogesen angetroffen. Im Burggelände der Hohen Königsburg stehen massige Felsandsteine an, zwischen denen zwei geringmächtige Lagen von dünn-schichtigen Sandsteinen vorkommen. Bemerkenswert sind die Kugelsandsteine im Hangenden beider dünn-schichtigen Sandlagen (WERVEKE 1888; ds. Arb. Abb. 8 und 9).

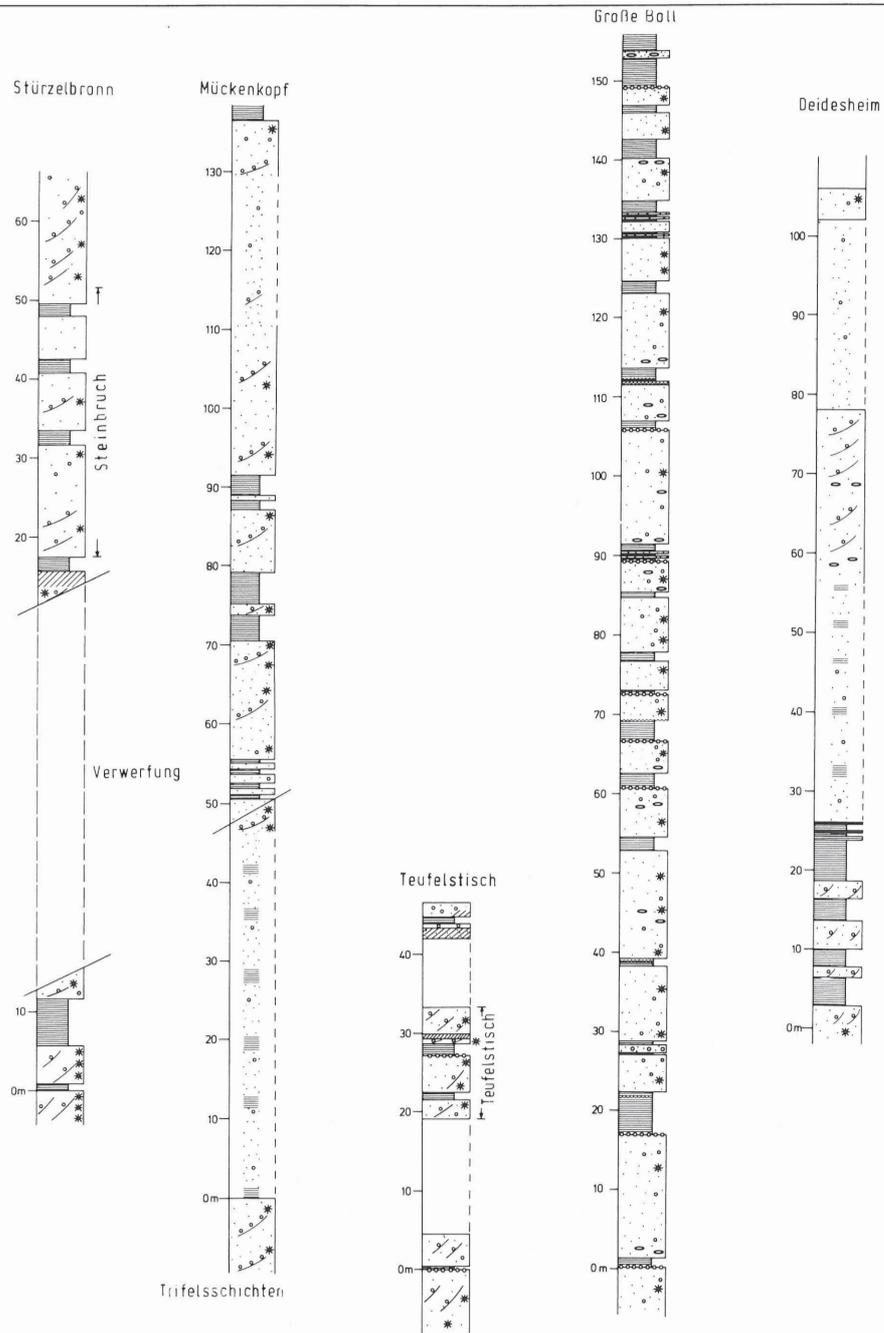


Abb. 10: Schichtenfolgen aus den Rehbergsschichten am Südrand der Pfälzer Mulde. Gegenüber der Ausbildung am Nordrand treten hier größere Mächtigkeiten auf. Dabei sind die geröllführenden Kristallsandsteine (fluviatil) gegenüber den dünnsschichtigen Sanden (äolisch) stärker vertreten als am Nordrand der Mulde (Legende s. Abb. 11).

Im oberen Zornthal bei Dabo (Dagsburg) wurden die Rehbergsschichten durch WALTER (1977) auskartiert. Der Schichtkomplex umfaßt 45 bis 55 Meter und besteht aus einem Wechsel von Dünnschichten und Felsbänken. In der Landschaft tragen die Rehbergsschichten weite Verebnungen, so im Bereich der Ortschaften Dabo und Schaeferhof. Die günstigen Aufschlüsse liegen in der Ortschaft Dabo (Abb. 2).

Die Grenze Trifelsschichten gegen Rehbergsschichten ist unter der Kapelle Ste. Odile bei der Ortschaft Schaeferhof (R 957 70 H 120 44) aufgeschlossen. Die Rehbergsschichten beginnen mit 0,5 m dünnplattigen Sandsteinen.

WALTER (1977) gibt folgende Schichtfolge an:
über 6 m massiger Trifelsand (unten)
0,5 m dünnplattiger, horizontal geschichteter Sandstein (Rehberg)
4 m massiger Sandstein mit Geröllen (Rehberg)

Weitere Vorkommen von Rehbergsschichten in den Nordvogesen sind:
der Burgfelsen der Burg Lichtenberg,
die Aufschlüsse an der Straße Stürzelbronn–Bitsch (Abb. 10),
die Aufschlüsse an der Straße Climbach-Wissembourg,
Aufschlüsse auf dem „Wanzel“ südlich Weiler (Villé) an der Route forestière von Breitenau zur Frankenburg.

6. Schichtenfolge und Profile aus den Rehbergsschichten

Durchgehende Aufschlüsse sind in den Rehbergsschichten selten. Die Rehbergsschichten neigen zu Verebnungen und tragen meist mehrere Meter starke Deckschichten. Die Kenntnis dieser lokalen Abfolgen ist jedoch von größter Wichtigkeit für die Gesamtschau dieses Gesteins. Gemeinsam mit den beschriebenen Detailaufnahmen sind sie der Grundstock für die weitere Betrachtung. Im Pfälzer Wald und in den abgrenzenden Gebieten von Saarland und Nordvogesen wurden die auf Abb. 10 und 11 dargestellten Schichtenfolgen ausgemessen. Das günstigste Profil ist im Stadtgebiet von Saarbrücken aufgeschlossen. Die vollständigste Schichtenfolge ist in der Bohrung Wilgartswiesen 2 (Große Boll) erbohrt (Abb. 12).

Die aufgezeichneten Profile unterscheiden:
Dünnschichten, meist eben und parallelschichtig, gelegentlich schrägschichtig und Ausbildung als „Kaviarsand“,
massige Felsbänke mit Geröllen und häufig Tongallen, meist schräggeschichtet und verkieselt,
schräggeschichtete, dünnplattige Felssandsteine, meist geröllfrei, verkieselt, Schlufflagen.

Als genetisch bedeutungsvoll wurden die aufgefundenen Geröllpflaster im Liegenden der Dünnschichten in die Darstellung aufgenommen. Die Dünnschichten wurden entsprechend einem Abwitterungsprofil in die Darstellung aufgenommen.

Saarbrücken

Blatt 6707 Saarbrücken, zwischen R 25 71 850 H 54 55 440 und R 25 71 770 und H 54 54 760.

Felsabgrabungen längs der Metzger Straße. Das Gesamtprofil ergibt sich zu über 70 m Mächtigkeit und ist das derzeit bestaufgeschlossene Profil aus den Rehbergsschichten. Zwischen 10 und 20 Metern über der Basis ist der auf Abb. 13 und 14 dargestellte Wechsel zwischen Dünnschichten und Felssandsteinen zu sehen. Zwischen der Straßenecke Metzger Straße – Schützenbergstraße und dem Lehrhessteig verdichtet sich die Geröllführung über ein Meter Mächtigkeit zum Konglomerat.

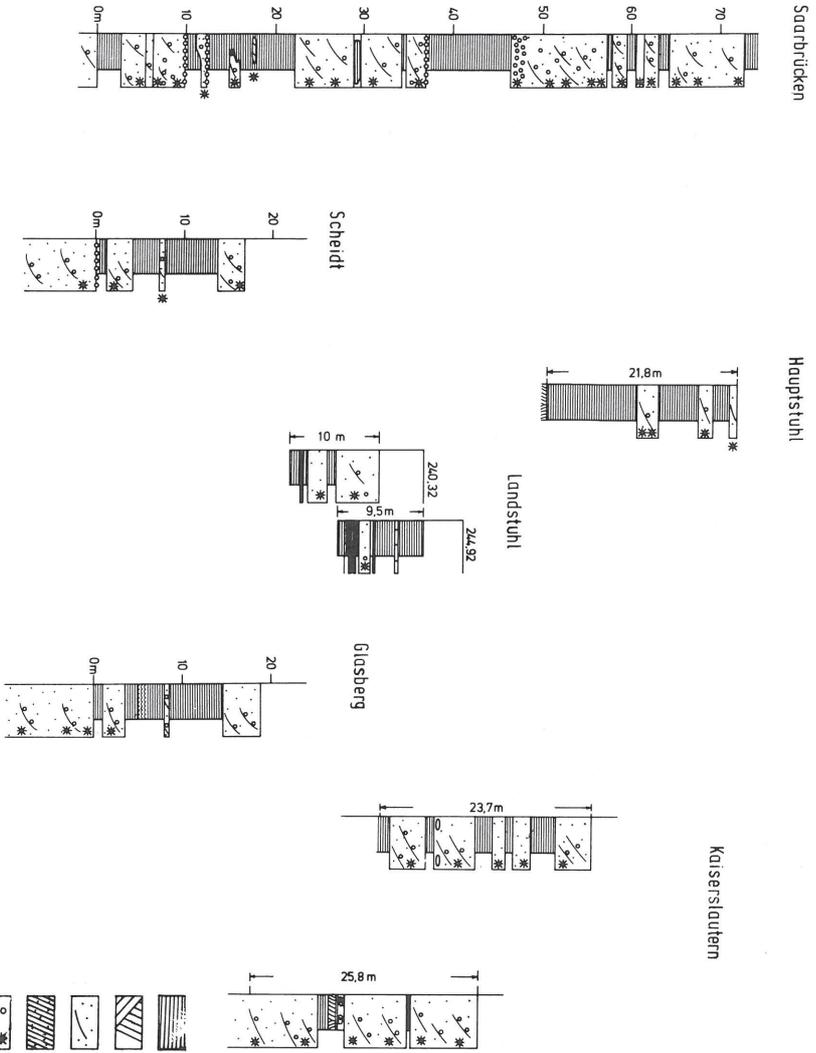


Abb. 11: Schichtenfolgen aus den Rehbergschichten am Nordrand der Pälzer Mulde. Die Rehbergschichten bestehen aus einem Wechsel von dünnschichtigen Sanden mit massigen, geröllführenden Kristallsandsteinen (Felsbänken). Durchgehende, stratigraphisch markante Felsbänke bestehen nicht.

-  dünnschichtige Sande
-  schrägschichtige Sande
-  massiger Sandstein
-  plattiger Sandstein
-  geröllführend, verkieselt
-  Tongerölle
-  Geröllflaser/Serir
-  Schlufflagen

Scheidt

Blatt 6708 St. Johann, R 25 78 200 H 54 77 650.

Steinbruch am Ortsausgang in Richtung Rentrisch. Die erste Felsbank der Rehbergsschichten ist ein Kugelsandstein. Die Grenze Trifels- gegen Rehbergsschichten liegt, anders als von DACHROTH (1967) beschrieben, unter der tiefsten ebenschtichtigen Sandsteinlage. Über dem Steinbruch liegen weite Verebnungsflächen (Abb. 15).

Hauptstuhl

Blatt 6510 Glan-Münchweiler, R 26 07 480 H 54 74 620.

Sandgruben an der Bundesstraße 40. In dieser Sandgrube überwiegen die dünn-schichtigen Sande. Die die Rehbergsschichten abschließende Felsbank ist mit 0,8 m geringmächtig ausgebildet.

Landstuhl (Autobahn)

Bohrung 161-5, Blatt Landstuhl, R 93 79 058 H 75 86 040, 240,52 m NN.

Bohrung 161-11, Blatt Landstuhl, R 93 94 822 H 75 76 525, 244,98 m NN.

Die Bohrungen sind 14 bzw. 15 m tief und erbohrten hiervon 4,5 bzw. 5 m Lockermaterial (Deckschichten). Bei einem Abstand von ca. 160 m und horizontaler Lagerung lassen sich in den Bohrungen keine Ähnlichkeiten erkennen. Dies gilt auch für andere Bohrungen im Bereich der Autobahn, welche in noch größerem Abstand niedergebracht wurden. Wegen der geringen Bohrtiefe und dem stark wechselnden Schichtaufbau geben diese Bohrungen nur wenig brauchbare Daten zur Stratigraphie.

Glasberg/Einsiedler Hof

Blatt 6511 Landstuhl, R 34 03 850 H 54 77 650.

Steinbruch an der Bundesstraße 40. Dieser Steinbruch erschließt den gleichen stratigraphischen Bereich wie der Steinbruch bei Scheidt. Kugelsandsteine sind in der obersten Bank der Trifelsschichten und in der ersten Felsbank der Rehbergsschichten entwickelt. Oberhalb des Steinbruches liegen weite Verebnungsflächen.

Kaiserslautern-Süd

Blatt 6512 Kaiserslautern, R 34 09 000 H 54 77 600.

Straßeneinschnitt südlich Kaiserslautern zwischen Universitätsgelände und der Straße nach Dansenberg. Die zweite Felsbank von oben ist ein Kugelsandstein.

Kaiserslautern

Blatt 6512 Kaiserslautern, R 34 11 100 H 54 78 100.

Alter Steinbruch an der Nazarener Kirche. Der Aufschluß wird von einer Verwerfung gequert, so daß teilweise eine Verdoppelung der Schichtenfolge vorliegt.

Stürzelbronn

Blatt 6911 Ludwigswinkel, R 33 93 600 bis 33 94 600 H 54 36 400.

Straßenaufschlüsse und Steinbruch an der Straße Stürzelbronn-Bitsch. Das Profil wird unterhalb des Steinbruches von einer Verwerfung gequert, so daß die Gesamtmächtigkeit im Aufschluß vermindert wird. Der Übergang Trifels- zu Rehbergsschichten ist deutlich aufgeschlossen.

Neudahner Mühle – Mückenkopf

Blatt 6812 Dahn, zwischen R 34 06 600 H 54 45 900 und R 34 05 900 H 54 44 000.

Weganschnitt an der Straße von der Neudahner Mühle zum Mückenkopf. Die unteren 50 m sind nicht oder nur teilweise aufgeschlossen. Die höchste Bank der Trifelsschichten liegt im Bereich Schneidereck und Aspenloch bei ca. 255 m NN. Bei 50 m in der angegebenen Schichtenfolge wird das Profil von Verwerfungen mit geringer Sprunghöhe gequert.

Teufelstisch bei Hinterweidenthal
Blatt 6812 Dahn, R 23 08 620 H 54 51 630.

Der Teufelstisch ist die markanteste Felsbildung in den Rehbergschichten.

Große Boll (Bohrung Wilgartswiesen 2)
Blatt 6712 Merzalben, R 34 12 230 H 54 55 110, Höhe 445 m NN.

Die Bohrkerne werden beim Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz in Mainz aufbewahrt.

Deidesheim
Blatt 6515 Dürkheim-Ost und Blatt 6514 Dürkheim-West, zwischen R 34 39 800 H 54 75 360 und R 34 39 460 H 54 74 940.

Weganschnitte und Steinbruch am Weg vom Sensental zum Sportplatz und Ehrenmal.

7. Die Trifelsschichten in der Bohrung Wilgartswiesen 2

Auf Abb. 12 ist das Gesamtprofil der Bohrung Wilgartswiesen 2 (Große Boll) dargestellt. Die Bohrung erschloß unter den Rehbergschichten 90 m Trifelsschichten, die folgende Zweiteilung erkennen lassen:

Obere Trifelsschichten (Kaiserslauterner Sandstein; typischer Ort: Glasberg) zwischen 159,4 und 186 m Tiefe (= 26,6 m): Massiger, mittelkörniger Sandstein, geröllführend, die Farbe ist rotviolett mit weißen Kaolinflecken, der Sandstein ist glimmerführend, enthält Pseudomorphosen und ist schwach verkieselt. Die Bohrkerne zeigen einen gleichmäßigen Sandstein, welcher für Steinbruchbetriebe geeignet ist. Dieser massive Bausandstein ist weit verbreitet im Dach der Trifelsschichten anzutreffen und umfaßt im Raume Kaiserslautern das gesamte Profil der Trifelsschichten.

Tiefere Trifelsschichten (Ruinensandstein) zwischen 186 m und 250,1 m (Endteufe) und tiefer (über 64 m). Rhythmisch gegliederter Sandstein, mittel bis grobkörnig, häufig mit Geröllen. Die Rhythmen reichen von 3 bis 5 m Mächtigkeit. Dabei beginnt innerhalb der einzelnen Schüttung die Abfolge mit einem Konglomerat oder einem geröllführenden Sandstein, welcher meist auch Tongerölle führt. Nach oben nimmt die Korngröße über Grobsand bis zum Mittelsand ab.

Bei der Teufe 232 m endet ein solcher Rhythmus mit 30 cm Schluff-Feinsand-Wechselagerung. Die Farbe ist rotviolett mit weißen Kaolinflecken. Der Sandstein ist glimmerführend, enthält Pseudomorphosen und ist verkieselt.

Die Bohrkerne zeigen einen ungleichmäßigen Sandstein, der als Bausandstein nicht geeignet ist. Dieser Ruinensandstein ist in zahlreichen Felsen in der Südpfalz aufgeschlossen und scheint am Nordrand des Pfälzer Waldes zu fehlen.

8. Die Grenze Trifelsschichten – Rehbergschichten (Das Scheidter Niveau)

Diese Grenze ist im gesamten Verbreitungsgebiet der Rehbergschichten weitgehend gleichmäßig ausgebildet. Über den Bausandsteinen der Trifelsschichten (Kaiserslauterner Sandstein) und durch Steinbruchbetriebe häufig erschlossen, bildet die tiefste Lage

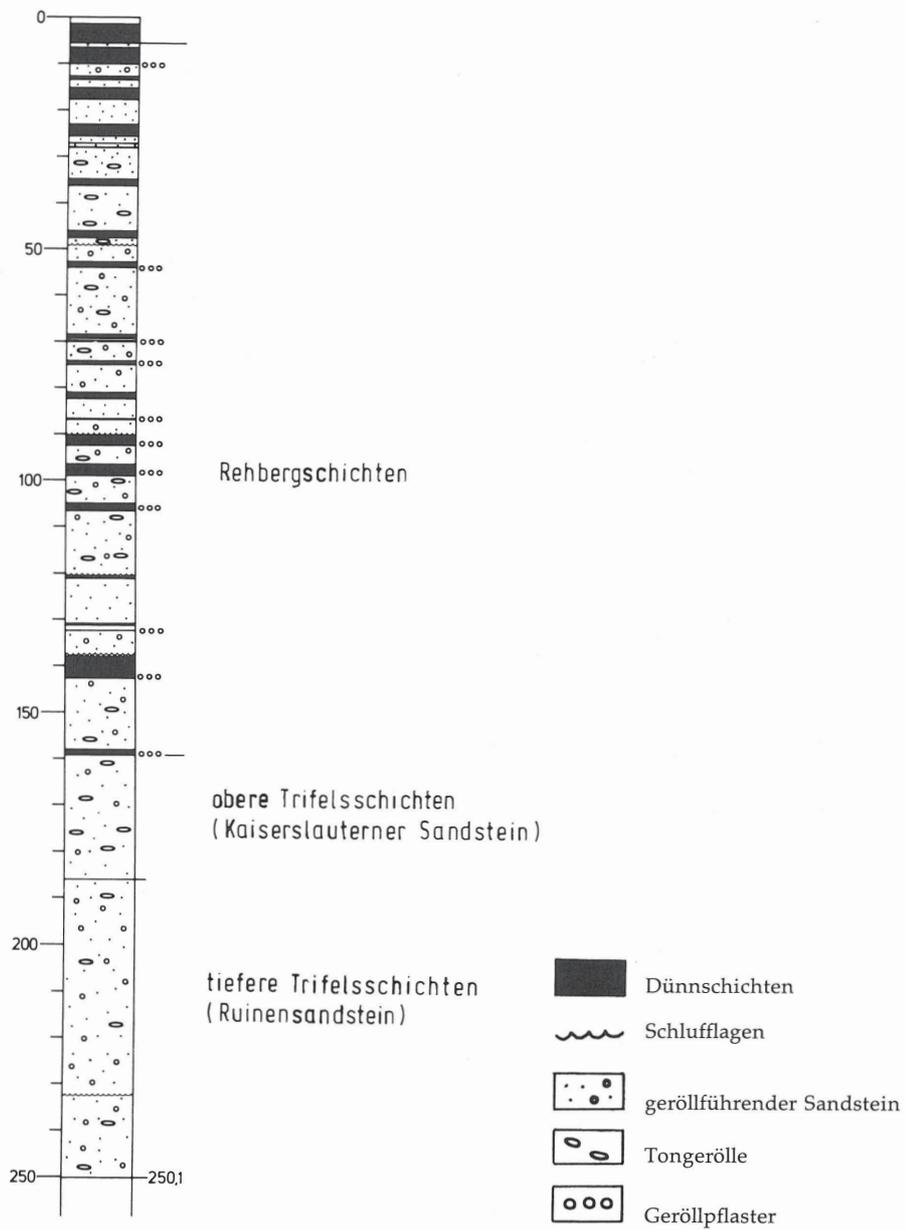


Abb. 12: Schichtenfolge in der Bohrung Wilgartswiesen 2 an der Großen Boll.

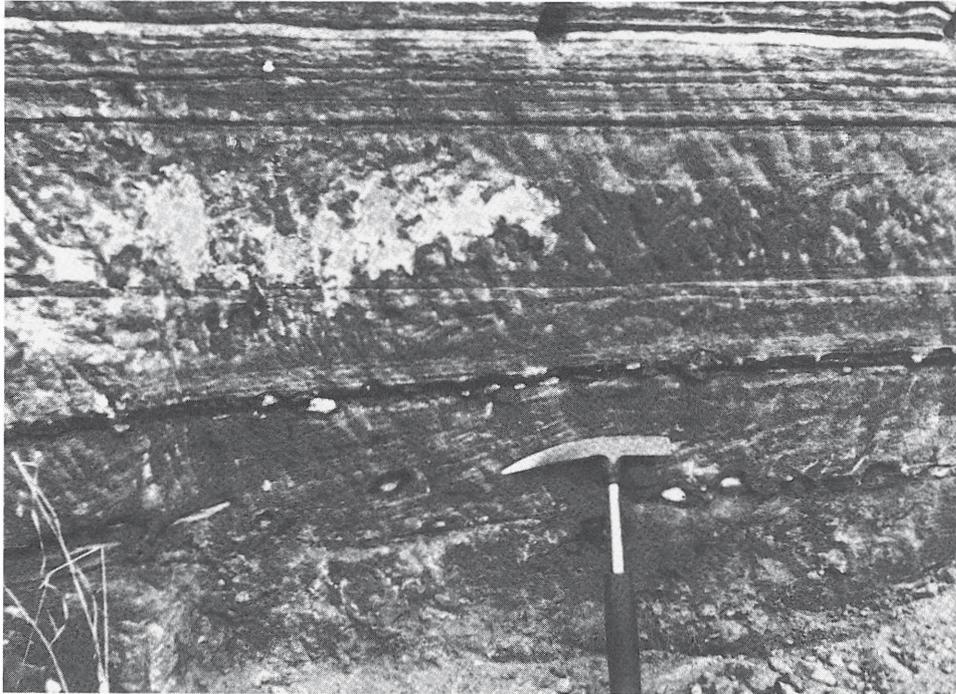


Abb. 13: Dünnschichten über geröllführendem Sandstein an der Metzger Straße in Saarbrücken. Der Bildausschnitt zeigt zwei getrennte Geröllpflaster, wobei das untere von geröllführenden, schrägschichtigen Sandsteinen, das obere von dünnplattigen Sandsteinen überlagert wird. Die Geröllpflaster werden als fossile Kieswüste (Serir, Erg) gedeutet.

von dünnplattigen Sandsteinen einen markanten Horizont. Diese dünnplattigen Sandsteine sind zwischen 0,3 und 1,2 m mächtig und werden von geröllführenden Sandsteinen überlagert. Diese tiefste dünnplattige Sandsteinlage der Rehbergsschichten ist oft stärker verfestigt als die höher gelegenen Dünnschichten. Zu beobachten sind bei einer von der Sedimentation her gleichen Ausbildung mit mm-Schichtung eine plattige Absonderung einzelner Lagen bis zu 2 cm Dicke.

Hinweise auf Wasserbedeckung wie Rippelmarken und eingeschaltete dünnbankige Kristallsandsteinbänke sind häufiger zu beobachten als in höheren Lagen.

An der Basis dieser tiefsten Lage dünnplattiger und dünnplattiger Sande wird an fast allen Beobachtungspunkten ein Geröllpflaster beobachtet. Die genetische Bedeutung dieses Geröllpflasters läßt gleiche Entstehung wie in höheren Lagen erkennen und rechtfertigt die Zugehörigkeit zu den Rehbergsschichten. DACHROTH (1967) zählt diese Schichten noch zu den Trifelsschichten. Typisch aufgeschlossen sind diese dünnplattigen, dünnplattigen Grenzschichten im Steinbruch bei Saarbrücken–Scheidt (Abb. 11 und 15) und werden nach diesem Aufschluß als „Scheidter Niveau“ herausgestellt. Das Scheidter Niveau liegt über den Bausandsteinen der höchsten Trifelsschichten und wird in Scheidt von einer 2,5 m mächtigen geröllführenden Sandsteinbank mit Kugelkonkretionen überlagert. Der Kugelsandstein dicht über der Basis der Rehbergsschichten bildet ein weiteres Merkmal zur Kennzeichnung der Grenzschichten (Abb. 16). Jedoch ist nicht an allen Stellen diese Sandsteinbank als Kugelsandstein ausgebildet.

Kugelsandsteine über dem Scheidter Niveau werden in folgenden Aufschlüssen beobachtet:

Saarbrücken	Abb. 11, Profil 1	
Saarbrücken-Scheidt	Abb. 11, Profil 2	
Pfaffenberg	Bl. 6712 Merzalben,	R 34 09 820 H 54 53 150
Böllenborn-Reisdorf	Bl. 6913 Oberotterbach,	R 34 20 860 H 54 40 060
Rentrisch	Bl. 6708 St. Johann,	R 25 79 250 H 54 59 350
St. Ingbert	Bl. 6708 St. Johann,	R 25 80 400 H 54 60 160
St. Ingbert	Bl. 6708 St. Johann,	R 25 81 760 H 54 60 950
Limbach	Bl. 6609 Neunkirchen,	R 25 93 500 H 54 64 750

Kugelsandstein ist nicht ausgebildet in folgenden Aufschlüssen:

Isenachtal	Bl. 6514 Bad Dürkheim-West,	R 34 30 850 H 54 79 800
Rietburg	Bl. 6714 Edenkoben,	R 34 33 100 H 54 60 550
Große Boll	Bl. 6712 Merzalben,	R 34 12 430 H 54 54 770
Teufelstisch	(Abb. 10, Profil 3)	
Stürzelbronn-Bitsch	(Abb. 10, Profil 1)	
Ste. Odile/Schaeferhof-Zornthal	Blatt Saverne, No. XXXVII-15,	R 957,70 H 120,44

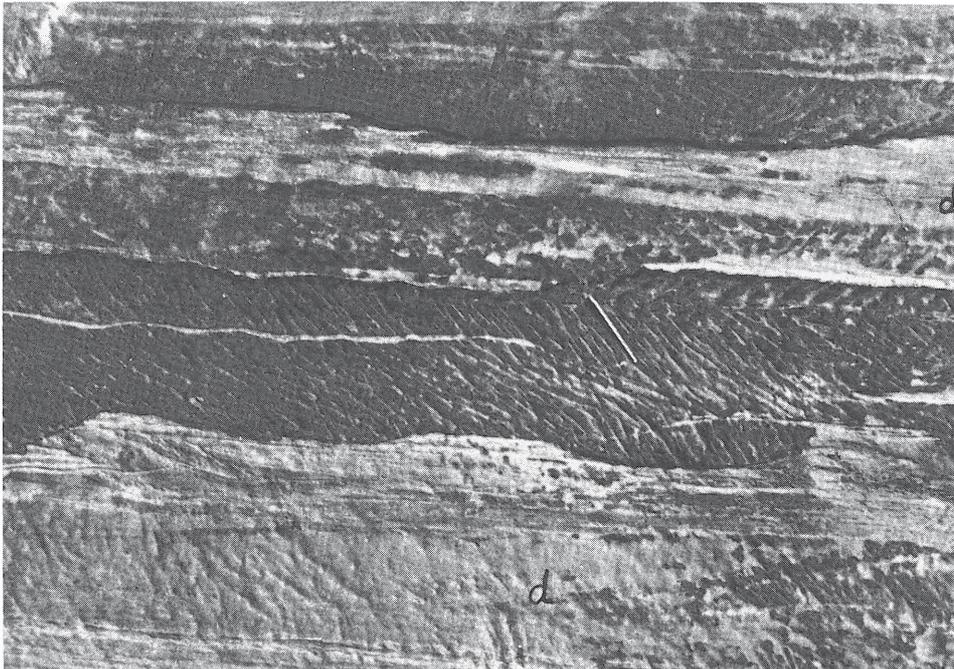


Abb. 14: Aufschluß an der Metzger Straße in Saarbrücken. Wechsellagerung von dünn-schichtigen Sandsteinen (d) und massigen Kristallsandsteinbänken, die erosionsdiskordant aufliegen und eine unruhige Oberfläche enthalten. Sie werden als fluviatile Ablagerung, die Dünnschichten als Windablagerung gedeutet.

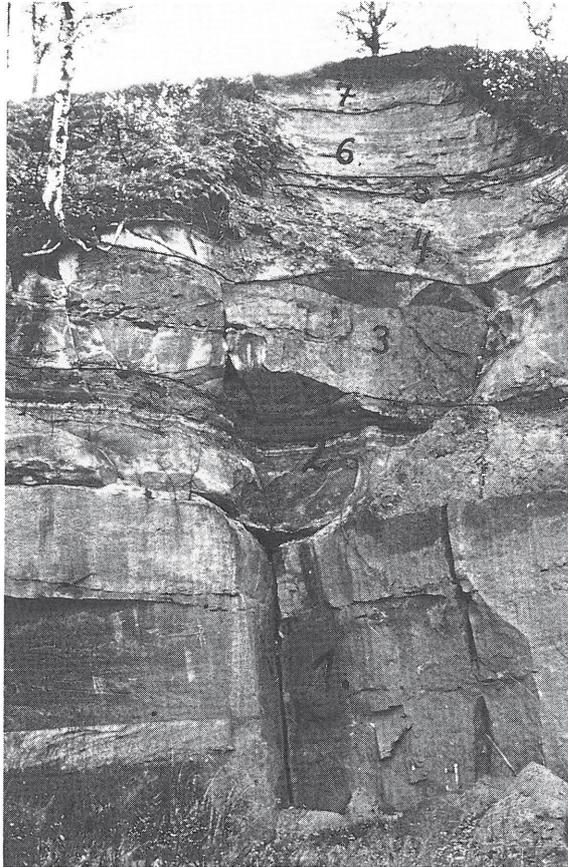


Abb. 15: Der Übergang Trifels- zu Rehbergsschichten im Steinbruch bei Saarbrücken – Scheidt. 1: massiger, geröllführender Bausandstein der oberen Trifelsschichten; 2: dünnsschichtige Sande des Scheidter Niveaus; 3: Sandstein mit Kugelkonkretionen; 4: dünnsschichtige Sande; 5: geringmächtige Felsbank; 6: dünnsschichtige Sande; 7: geröllführender Sandstein.

9. Die Grenze Rehbergsschichten–Karlstalschichten

Die Grenze Rehbergsschichten gegen Karlstalschichten ist in Kindsbach an der Zufahrtsstraße zur großen Sandgrube (untere Karlstalschichten) typisch aufgeschlossen (Blatt 6511 Landstuhl, R 33 99 600 H 54 76 280, gegenüber Steigstraße 7):

ca. 35 m Dünnsschichten der unteren Karlstalschichten in der Sandgrube

ca. 10 m nicht aufgeschlossen

7 m Dünnsschichten der unteren Karlstalschichten

4,7 m schrägschichtiger, geröllführender Sandstein der Rehbergsschichten (mit Kaolinflecken und Pseudomorphosen)

2,8 m Dünnsschichten der Rehbergsschichten

Ein weiterer günstiger Aufschluß ist in einer Sandgrube am Geistkircher Eck an der Bundesstraße 40 zwischen Autobahn und Geistkircher Hof zu benennen (Blatt 6709 Blieskastel, R 25 85 900 H 54 60 850).



Abb. 16: Basis der Rehbergsschichten mit Dünnschichten des Scheidter Niveaus und Sandstein mit Kugelkonkretionen bei Limbach, Saar, Bliesbrücke.

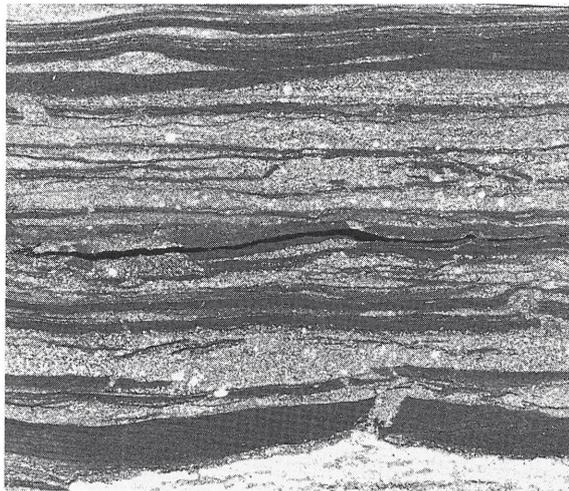


Abb. 17: Wechsellagerung von Feinsand und Schluff mit Belastungsmarken im Sediment. Bohrkern aus den Rehbergsschichten der Bohrung Wilgartswiesen 2 (Maßstab s. Abb. 20).

Aus einem Eisenbahnabschnitt südlich St. Ingbert gibt DACHROTH (1967) folgendes Profil. (Der Aufschluß liegt am Fuß des morphologischen Anstieges zur Karlstal-Stufe): über 2 m eben- und dünn-schichtige Sande, fein bis mittelkörnig, schwach schluffig, hellrotbraun (Karlstalschichten).

1,2 m Wechsel von dünn-schichtigen Sandlagen und Schlufflagen (Karlstalschichten).

0,6 m mittel- bis grobkörniger Sand, dünn- und schrägschichtig, gut sortiert („Kaviarsand“, Karlstalschichten).

0,5 m eben- und dünn-schichtiger Sand, fein- bis mittelkörnig, schwach schluffig, hellrotbraun (Karlstalschichten).

2,2 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig mit Feldspat, Kaolin und Glimmer (Rehberg-schichten).

10. Große Boll – typischer Ort für die Rehberg-schichten

Durch die Bohrung Wilgartswiesen 2 an der Großen Boll (R 34 12 230 H 54 55 110, 445 m NN) ist dieser Berg sowie seine Umgebung für die Definition der Rehberg-schichten geeignet.

Dabei soll darauf hingewiesen werden, daß THÜRACH (1894) den benachbarten Pfaffenberg und Horberg als typische Orte für die Rehberg-schichten benennt.

Der Osthang der Großen Boll setzt bei ca. 250 m NN im Tale des Horbaches an. Der Gipfel der Großen Boll liegt bei 532,8 m. Die geologische Schichtenfolge reicht an der Großen Boll von den Trifelsschichten bis zur Karlstalfelszone. Die Trifelsschichten und die Basis der Rehberg-schichten sind am Horbach und im anschließenden Berghang bis ca. 285 m NN mehrfach aufgeschlossen.

Das Scheidter Niveau ist bei R 34 12 430 H 54 54 770 und R 34 09 820 H 54 53 150 jeweils in der Böschung eines Waldweges aufgeschlossen.

Aus den Rehberg-schichten sind im Umkreis der Großen Boll mehrere einzelne Felsgruppen ausgebildet.

Den Abschluß der Rehberg-schichten bildet eine Felsbank, die 1 bis 2 m über den Ansatzpunkt der Bohrung (445 m NN) reicht und deren Material selbst in der Bohrung nicht erhalten ist. Die Gesamtmächtigkeit der Rehberg-schichten beträgt nach diesem Geländebefund an der Großen Boll ca. 160 m. Im Grenzniveau Rehberg- zu Karlstalschichten dehnen sich weite Verebnungen aus, auf welchen mit einem scharfen morphologischen Knick die Karlstalschichten ansetzen.

Die Landschaft im Umkreis der Großen Boll zeigt im stratigraphischen Bereich der Rehberg-schichten weite Verebnungsflächen und Hangverflachungen in verschiedenen und nicht immer miteinander parallelsierbaren Niveaulagen. Die Hänge zu Horbach und Lauter sowie deren Nebentäler fallen mit 20 bis 30° ein und zeigen wegen mächtiger Hangschuttdecken keine auf die Schichtenfolge bezogene Hangprofilierung.

11. Fazielle Beschreibung der Rehberg-schichten

Die Rehberg-schichten sind aus zwei verschiedenen Sandsteintypen aufgebaut. Sedimentpetrographisch und sedimentologisch sind beide unterschiedlich zu bewerten.

11.1. Felssandsteine

Die Felssandsteine zeichnen sich in erster Linie durch den felsigen Charakter, also durch ein kieseliges Bindemittel aus. Diese Felshärte ist in tieferen Bohrproben vorhanden und läßt sich an vielen Übertageaufschlüssen, besonders an Felsen beobachten.

Sowohl in den Geröllen alter, bedeckter Hangschuttmassen als auch an den oberflächennahen Ausbissen der Felsbänke zerfällt der kieselig gebundene Sandstein infolge

Verwitterung zu Sand. Diese Auflockerung kann bis zu 10 m tief in den Boden hineinreichen, ist also in jedem Fall sekundär. Lagenweise aufgelockert und mürbe können diese Sandsteine auch in Bohrungen angetroffen werden.

Der vorwiegend mittelkörnige Sandstein zeigt zahlreiche offene Poren, in welche die Kristallfacetten einer sekundären Quarzspaltung hineinreichen (Abb. 6).

Die Sandsteine sind somit als Kristallsandsteine zu bezeichnen. Die Quarzkörner zeigen deutliche Kristallfacetten. Bei dem vorliegenden Porenvolumen und der relativ großen Weite der Poren führt diese Verkieselung jedoch nur zu einer punktuellen Zementierung. Beim Zerbrechen oder Zerschneiden des Sandsteins läuft der Bruch innerhalb des Bindemittels stets um die einzelnen Sandkörner herum (Eine stärkere Verkieselung führt zum quarzitischem Sandstein und weiter zum Quarzit, wobei dann auch ein anderes Bruchverhalten beobachtet wird.)

Die Verkieselung innerhalb der Rehbergsschichten ist in erster Linie an die Felsbänke gebunden. In den dünnenschichtigen Sanden werden Kristallfacetten nur sehr vereinzelt beobachtet. Es ist davon auszugehen, daß die Verkieselung, die zu den Felsbänken führte, eine andere Ursache hatte als die sehr geringen Verkieselungsspuren in den Dünnschichten.

Die Verkieselung der Felsbänke hat im fluviatilen Ablagerungsmilieu dieser geröllführenden Sandsteine stattgefunden. Das Alter der Verkieselung läßt sich an fossilen Windkantern aus dem durchaus häufigen Geröllpflastern nachweisen, indem die dem Wind ausgesetzten und abgeschliffenen Flächen frei von aufgewachsenen Kristallflächen des authigenen Quarzes sind, während die bereits vor dem Windschliff gebildeten Quarzaufwachsungen an den vom Windschliff geschützten Stellen erhalten sind.

Die rote Farbe der Sandsteine stammt von einer dünnen hämatitischen Hülle, welche die einzelnen Sandkörner umgibt. Diese Hämatitrinde ist älter als die Verkieselung und wird bei stark verkieselten Sanden gänzlich von neugewachsenem Quarz umschlossen (DIETZ 1965, DACHROTH 1976). Bei groben Sandkörnern und Geröllen ist die Hämatitrinde durch mechanischen Abrieb während des Transportes beschädigt und lückenhaft erhalten (HOPPE 1972). Entfärbung und Bleichung der Sandsteine und Sandkörner wird bei den Rehbergsschichten mehrfach beobachtet, besonders bei den Vorkommen am Haardtrand. Eine Entfärbung ist nur möglich, wenn das rotfärbende Pigment nicht vom authigenen Quarz eingeschlossen ist.

Die Felssandsteine der Rehbergsschichten zeigen neben der Verkieselung Eigenschaften, die auf eine Ablagerung im fluviatilen Milieu schließen lassen. Von der Körnung her sind es vorwiegend mittelkörnige Sandsteine mit geringen Grobanteilen und spärlicher Geröllführung. In der Aufschlußwand schwimmen einzelne Gerölle von mehreren cm Durchmesser in einem mittelkörnigen Sandstein, oder es sind mehrere Gerölle in gemuldeten Lagen angereichert. Nur selten verdichtet sich die Geröllführung zum konglomeratischen Sandstein. Die Sandsteine sind rhythmisch gegliedert, wobei die einzelne Sequenz gewöhnlich nur vom geröllführenden Sandstein an der Basis bis zu einem massigen geröllfreien mittelkörnigen Sandstein reicht. Selten werden aber auch am Ende einer solchen Frequenz geringmächtige Feinsandsteine, Feinsand-Schluff-Wechselagerung oder auch reine Schlufflagen beobachtet (Abb. 17).

Neben der Geröllführung aus Milchquarz und Quarzit werden in den basisnahen Schichtteilen der einzelnen Sequenzen fast regelmäßig Tongallen (Schluffgerölle, Abb. 3) und gelegentlich auch Sandgerölle (Abb. 4) beobachtet. Bei den Schluffgeröllen fällt auf, daß diese viel häufiger sind als anstehende Schlufflagen. Neben den runden Schluffgeröllen treten dünnplattige „Tonschmitzen“ auf, welche gelegentlich randlich aufgebogen sind („Tontüten“). Diese dünnplattigen und wenig gerundeten Schluffge-

röle finden sich bevorzugt in höheren Teilen der Sequenz. Die Oberfläche der Tongalen zeigt die Eindrücke von Sandkörnern und ist dadurch rauh.

Die Rehbergsschichten gehören zum Pseudomorphosensandstein. Pseudomorphosen treten bevorzugt in den Felssandsteinen auf, kommen aber auch in einigen dünn-schichtigen Sandlagen vor. Diese schwarzbraunen Flecken durchsetzen, besonders deutlich im Falle dünn-schichtiger Sandsteine, das Sedimentgefüge. Damit sind diese Flecken jünger als die Sedimentation. Zum anderen sind Pseudomorphosen innerhalb der schrägschichtigen Sedimentkörper geröllähnlich angereichert und besitzen dann bei stark wechselnder Größe bis zu mehreren Kubikzentimetern einen sandarmen Kern (Abb. 5). Es besteht die Vermutung, daß diese Pseudomorphosen mit organischen Resten in Verbindung zu bringen sind. Eine genetische Verbindung zwischen diesen schwarzbraunen Flecken und den Konkretionen mit Kristallhabitus im Kugelsandstein wie bei den Vorkommen an der Hohen Königsburg bestehen nicht.

Nach der Ablagerungsweise der Sandschichten lassen sich Unterschiede beobachten zwischen einem massigen Sandstein mit großdimensionaler, bogiger Schrägschichtung und einem plattigen, schräggeschichteten Sandstein. Dieser plattige, schräggeschichtete Sandstein wird bislang nur in den Rehbergsschichten beobachtet, während die massige Ausbildung die Trifelsschichten, den Hauptteil der Felsbänke in den Rehbergsschichten und die Karlstal-Felszone formt.

Die Kornformen in den Felsbänken reichen von kantig bis gut gerundet. Meist sind die Körner kantig oder kantengerundet mit aufgewachsenen Kristallfacetten (Abb. 6). Oft enthalten sind daneben gerundete und gutgerundete Sandkörner mit rauher Oberfläche, also Quarzkörner aus dem Dünenmilieu, welche gleichfalls Kristallfacetten tragen.

Der Feldspatanteil der Sande liegt bei 5%. Die weißen Feldspatkörner sind kaoliniert. Dieser Feldspatgehalt kann als Unterscheidungsmerkmal gegen die Felslagen der Karlstalschichten herangezogen werden.

Gleichfalls häufiger als in den Felsbänken der Karlstalschichten ist die Glimmerführung. Beobachtet werden große Glimmerplättchen, die ohne Anzeichen einer Einregelung zwischen den Sandkörnern liegen. Die im Sandstein enthaltenen Schwerminerale schwanken in ihrer Zusammensetzung innerhalb der Rehbergsschichten beträchtlich. Der Opakanteil schwankt zwischen 50 und 95%. Dabei stellen den Hauptanteil Bruchstücke von fossilen Eisenkrusten dar. Es sind schwarzrote Trümmer bis 1,5 mm Größe mit scharfkantigem und eckigem Umriß. Diese Krusten bestehen aus Magnetit und Hämatit (DACHROTH 1976, Taf. 1 und 2). Diese Krusten sind typisch für Wüstenklimata. Runde und kantengerundete Opakminerale aus Magnetit entstammen dem Liefergebiet.

Seit HENRICH (1962) steht die Kornform der Turmaline im Interesse für stratigraphische Abgrenzungen. Die Felsbänke der Rehbergsschichten enthalten stets runde Turmalinkörner neben kantigen und kantengerundeten Turmalinkörnern. Dabei liegt innerhalb der Turmalinfraktion der Anteil an kantigen Körnern zwischen 20 und 40%.

Weiterhin wird Zirkon, Rutil, Staurolith und Apatit in geringen Prozentanteilen oder nur vereinzelt beobachtet.

11.2. Die Dünnschichten

Das typische Merkmal der Dünnschichten ist die auffällige Schichtung im mm-Bereich. Diese Schichtung wird vorwiegend in ebener Lagerung angetroffen. In die dünn- und ebenschichtige Schichtenfolge sind Schrägschichtungskörper eingelagert, welche genetisch mit den ebenschichtigen Dünnschichten in enger Verbindung zu sehen sind

(Abb. 7). Es bestehen jedoch Abweichungen in der Kornverteilung und hiervon abhängig sind Porosität und Wasserwegsamkeit. Die Kornverteilung der ebenschichtig abgelagerten Dünnschichten reicht vom Schluff bis zum Mittelsand. Der Sand ist ungleichförmig. Die Dünnschichten haben kein kieseliges Bindemittel und der Sand ist lediglich diagenetisch komprimiert und verfestigt. An der Oberfläche wittern die Dünnschichten auf und zerfallen zu Sand. Im Bereich frisch angelegter Böschungen beträgt die jährliche Aufwitterung 2 bis 3 cm, eine Erscheinung, die alljährlich in der Tauperiode zu flachen Böschungsrutschungen führt. Im Bohrkern werden die Dünnschichten teils in festen und stabilen Kernen gewonnen. Andere, weniger schluffreiche Lagen zerfallen unter Einwirkung der Spülung beim Bohren zu Sand.

Die Dünnschichten enthalten in jeder Schicht eine gradierte Kornabstufung, welche mit mittelkörnigen Sandkörnern beginnt und innerhalb von 2 bis 4 mm in einen unsortierten Feinsand mit Schluff übergeht. Eine die Dünnschicht abschließende Schlufflage (Staublage) ist nicht immer entwickelt (Abb. 18 und 19). Wenn diese abschließende Schlufflage mit intensiv braunroter Farbe vorhanden ist, dann ist die mm-Schichtung besonders deutlich abgesetzt. Die mittelkörnigen Sandlagen sind heller gefärbt als die abschließenden Schlufflagen, so daß sich häufig ein Farbwechsel von hellgelb bis braunrot innerhalb der mm-Schichtung beobachten läßt.

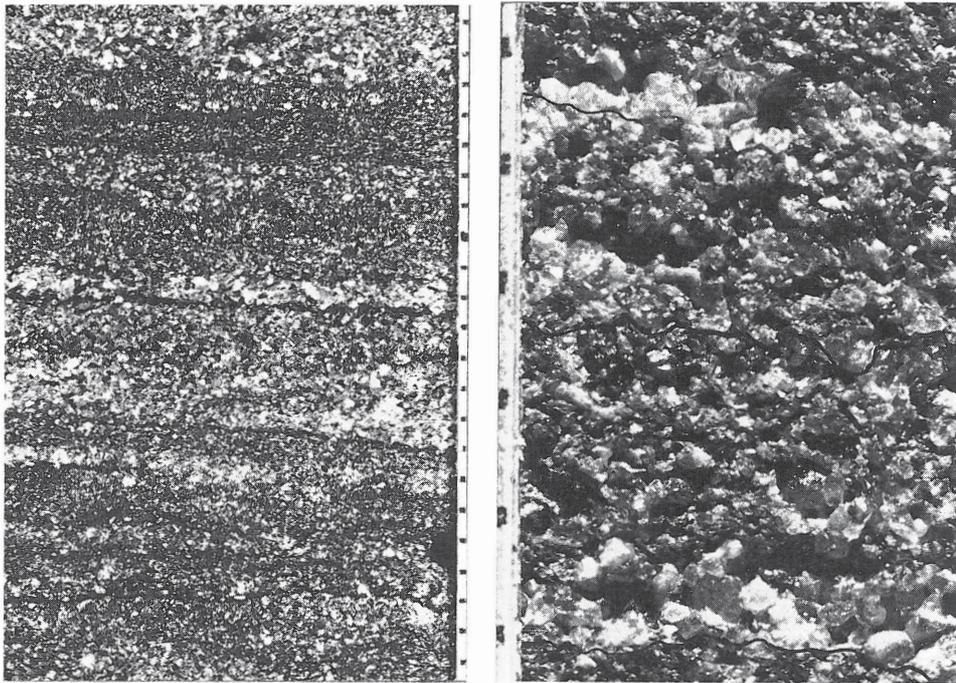


Abb. 18 und 19: Anschnitt von dünn-schichtigen Sandsteinen der Rehbergschichten. Schichtstärken im Bereich von wenigen mm. Das Material ist unsortiert und reicht vom mittelkörnigen Sand bis zum Ton. Innerhalb der einzelnen Schichten zeigt das Material eine gradierte Kornabstufung, wobei die größeren Körner an der Basis liegen und das feinste Korn mit einer dünnen, dunkelroten Schluff- oder Tonlage (Staublage) die Schicht abschließt. Die Dünnschichten werden als äolisches Sediment gedeutet, wobei jede Schicht einem Sandsturm entspricht (Maßstab in mm).

Auffällig ist, daß diese mm-Schichtung im Aufschluß über weite Strecken gleich ist und daß die einzelne Schicht 20 bis 30 m weit und weiter verfolgt werden kann. Die diese mm-starke Schicht abschließende Schlufflage (Staublage) ist – soweit ausgebildet – gleichfalls beständig und zeigt keine Anzeichen für Durchfeuchtung mit anschließender Austrocknung bei der Genese, also keine Schwund- und Trockenrisse und keine randliche Einrollung mit Bildung von Tontüten. Diese gleichmäßige Ausbildung der Dünnschichten ist innerhalb einer mehrere Meter mächtigen Schichtenfolge als ein durchaus häufig auftretender Extremfall zu beobachten. Sie wird im folgendem als eine äolische Ablagerung gedeutet. In den Dünnschichten wird eine Vielzahl von Deformationen und Umlagerungen beobachtet. Besonders häufig sind Umlagerungen verbunden mit einer Anreicherung der Sand-Fraktion bei guter Sortierung und einer Anreicherung der Schluff-Fraktion. Dabei kann im cm- bis dm-Bereich der Sand entschichtet sein.

Ein anderer Extremfall sind dünn-schichtige Sande, für die eine Ablagerung unter Wasserbedeckung angenommen wird. Hierher gehören die sehr seltenen Fälle von mehreren cm bis dm starken Schlufflagen innerhalb der Dünnschichten. Solche Schlufflagen weisen stets breite mit Sand gefüllte Trockenrisse auf. Bei dünneren Lagen wird ein randliches Aufrollen und der Übergang zur Schichtdeformation beobachtet.

Die in den Dünnschichten der Rehbergsschichten auftretenden Rippelmarken sind stets sehr gut erhalten. Es ist hieraus zu schließen, daß der Vorgang, der zur Rippelbildung geführt hat, jeweils einmalig und selten war. Sonst wäre eine Überlagerung von mehreren Rippelsystemen zu erwarten; die Rippelmarken selbst müßten wesentlich häufiger auftreten. Es ist hervorzuheben, daß Rippelmarken im Aufschluß nur selten allein auftreten. Oft werden im Abstand von wenigen cm bis dm gleich mehrere Schichtflächen mit Rippelmarken beobachtet, während an anderen Stellen Dünnschichten in einer Mächtigkeit von 10 und mehr Metern frei von Rippelmarken sind. Die Rippelmarken kommen nur in den horizontal und ebenschiebig abgelagerten Dünnschichten vor (Abb. 20). Die Glimmerführung der Dünnschichten beschränkt sich auf kleinste Bruchstücke ($<0,1$ mm), die zudem zahlreiche Schlagspuren aufweisen. Die sehr kleinen Glimmerplättchen sind ohne Anzeichen einer Sortierung den gradierten Sand- und Schluffkörnern eingelagert. Neben der Glimmerführung im gradierten Milieu mit unsortierter Einlagerung der Glimmerplättchen wird selten ein flächenhafter Glimmerbelag auf den Schichtflächen der Dünnschichten angetroffen. In solchen Fällen hat eine Sortierung bei vermuteter Ablagerung unter Wasser stattgefunden.

Die in die Dünnschichten eingelagerten Schrägschichtungskörper zeigen gleichfalls eine mm-Schichtung mit gradiertem Kornabstufung. Mehrfach läßt sich beobachten, daß diese schrägschichtige Anordnung der Schichten sich aus der horizontalen ebenschiebigen Lagerung entwickelt.

Häufiger und mit zum beschriebenen Fall entgegengesetzter Fallrichtung stoßen die Schrägschichtungsblätter im spitzen Winkel auf die horizontal geschichteten Dünnschichten. Diese diskonform abstoßenden schrägschichtigen Sande sind zwar dünn-schiebig, jedoch häufig zwischen 5 und 20 mm dick, also stärker als die eigentlichen Dünnschichten. Es liegt hier bei gleichen Sedimentationsursachen eine Sedimentanreicherung vor. Diese Sedimentanreicherung steht in Verbindung mit einer besseren Sortierung der Sande, wobei die mittelkörnige Sandfraktion angereichert wird und der Schluffanteil verlorengelht. Einen extremen Fall stellen die „Kaviarsande“ dar. Es sind gleichkörnige, kugelförmige Sandkörner zwischen 0,4 und 0,6 mm, selten auch 0,8 mm Durchmesser.

Diese „Kaviarsande“ sind weitgehend frei von Bindemittel. Ansätze von Quarzfacetten werden nur selten und in kleinsten Spuren beobachtet. Die rotfärbenden Hämatit-

rinden fehlen oder sind weitgehend abgestoßen, so daß die „Kaviersande“ auch in Bohrungen hell gefärbt sind. In den Sandschichten der Schrägschichtungskörper fehlen Rippelmarken, starke Schlufflagen mit Trockenrissen sowie Glimmerbeläge auf den Schichtflächen.

Die rote Farbe der Dünnschichten ist vorwiegend an das Schluffkorn gebunden. In Flecken und Hüllen werden die einzelnen Schluffpartikel vom rotfärbenden hämatitischen Pigment umgeben. Gleichfalls tragen die feinkörnigen Sandkörner eine weitgehend geschlossene Pigmenthülle, bieten jedoch wegen der rauhen Oberfläche einen nicht so intensiv braunroten Farbton wie die Schluffkörner. Die mittelkörnigen Sandkörner sind heller gefärbt, oft entfärbt und weiß bis gelb.

Die Kornform der Sandkörner ist nur bei den mittelkörnigen Anteilen über 0,3 mm gerundet bis rund. Die kleineren Körner sind kantig. Der Feldspatanteil und die Schwermineralspektren zeigen die gleiche Zusammensetzung wie bei den Felsbänken. Jedoch sind in den Dünnschichten die Splitter von fossilen Eisenkrusten kleiner und häufiger.

Innerhalb der Turmalinfraktion liegt der Anteil an kantigen Körnern mit 5 bis 20% deutlich niedriger als in den Felsbänken. Es kann hieraus geschlossen werden, daß die Turmalinkörner in gleicher Weise wie die Quarzkörner im Sedimentationsmilieu der Dünnschichten ihre Rundung und Matierung der Oberfläche erfahren haben.

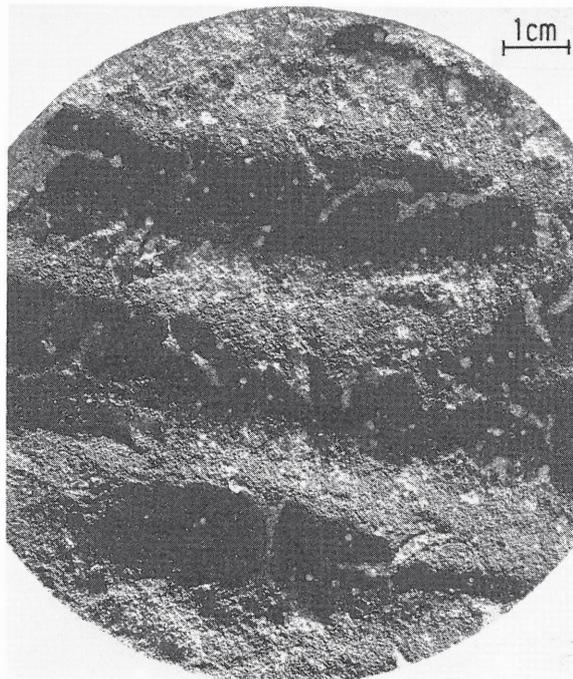


Abb. 20: Bohrkern aus dünnschichtigen Rehbergsschichten mit Rippelmarke. Die Rippelmarke schließt mit einer dünnen Schlufflage ab, die Trockenrisse enthält, also ein Hinweis für die Entstehung unter feuchten Bedingungen (Wasserbedeckung) mit nachträglicher Austrocknung ist.

12. Genese der Rehbergschichten

Die petrographisch stark unterschiedlichen Sandsteine (geröllführende Felssandsteine und Dünnschichten) lassen sich durch unterschiedliche Sedimentationsvorgänge, nämlich durch den Wechsel von fluviatiler und äolischer Sedimentation erklären. Dabei sind die Felssandsteine mit ihren Eigenschaften wie Geröllführung, rhythmisch gegliedertem Aufbau in der Schichtenfolge zwischen geröllführendem Sandstein und Schluff, Unregelmäßigkeiten in der Ablagerung, Anzeichen für stete Umlagerung, Strömungsrinnen, Auskolkungen, Schluff- und Sandgeröllen sowie Anlagerungsweise der Schrägschichtung als fluviatile Sedimente zu deuten. SOLLE (1966) deutet diese Sedimente an der Falkenburg bei Wilgartswiesen (Trifelsschichten) als Ablagerung eines mäandrierenden Flusses. Die Ausbildung dieser Sandsteine als Kristallsandsteine ist als sekundäres Merkmal dieser fluviatilen Sedimentation zu werten.

Die Trockenrisse in den Schlufflagen und das seitliche Einrollen der „Tonscherben“ zu „Tontüten“ sprechen für zeitweises Austrocknen. Schluff- und Sandgerölle im Sediment sind Umlagerungen im fluviatilen Milieu, wobei die Wasserführung und der Transport von kurzer Dauer waren, also ein Hinweis auf Aridität.

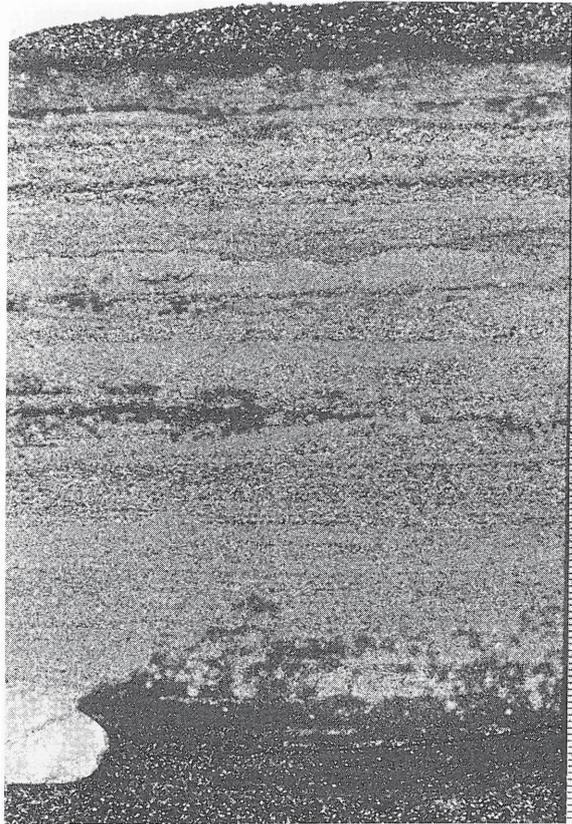


Abb. 21: Bohrkern aus den Rehbergschichten der Bohrung Wilgartswiesen 2. Zwischen massigen mittelkörnigen Sandsteinen sind Dünnschichten eingelagert. Das Geröll an der Basis gehört zu einem Geröllpflaster (Maßstab in mm).

Selten innerhalb der Felsbänke und fast regelmäßig an der Basis von Dünnschichten über geröllführenden Felssandsteinen werden Geröllpflaster beobachtet (Abb. 13, 21–23). Diese Geröllpflaster stellen eine Anreicherung der Gerölle durch das Ausblasen der Sandfraktion dar. Diese im linksrheinischen Buntsandstein durchaus häufigen Geröllpflaster werden als fossile Kieswüste, entsprechend dem Serir der libyschen Wüste, dem Reg der algerischen Wüste oder der gibber plain der australischen Wüste gedeutet.

Das Geröllpflaster auf Abb. 22 und 23 aus dem Steinbruch Rauscher an der Straße Ingweiler–Sparbach (Vogesen) liegt unter einer Schlufflage.

Dieses Vorkommen läßt die Deutung zu, daß dieser Serir auf einer wenig über dem Flußniveau gelegenen Kiesfläche entstanden ist und bei Hochwasser vom „Hochflutlehm“ eingesedimentiert wurde. In gleicher Weise wie bei der Überlagerung durch Dünnschichten ist also die Erhaltung an bestimmte Zufälle geknüpft. Im strömenden, fluvialen Milieu sind die Geröllpflaster der Kieswüste nur selten erhalten. Die Gerölle wurden umgelagert und als Windkanter in die Sedimente eingelagert. Geröllpflaster und Serirböden innerhalb der geröllführenden Sandfolgen waren zur Buntsandsteinzeit

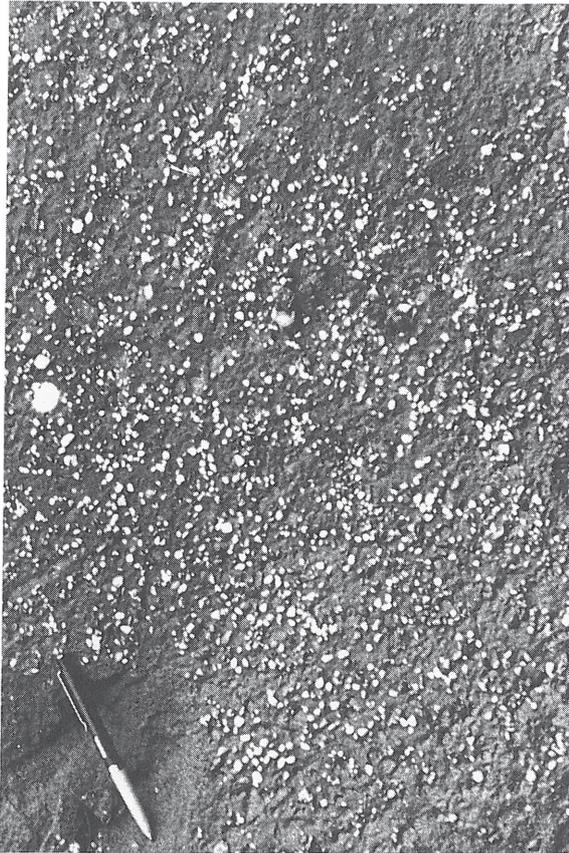


Abb. 22: Geröllpflaster aus dem Steinbruch RAUSCHER an der Straße Ingweiler–Sparbach (Vogesen). Das Geröllpflaster ist der Abschluß einer massigen, geröllführenden Sandsteinbank (Foto: K. SCHACHERL).

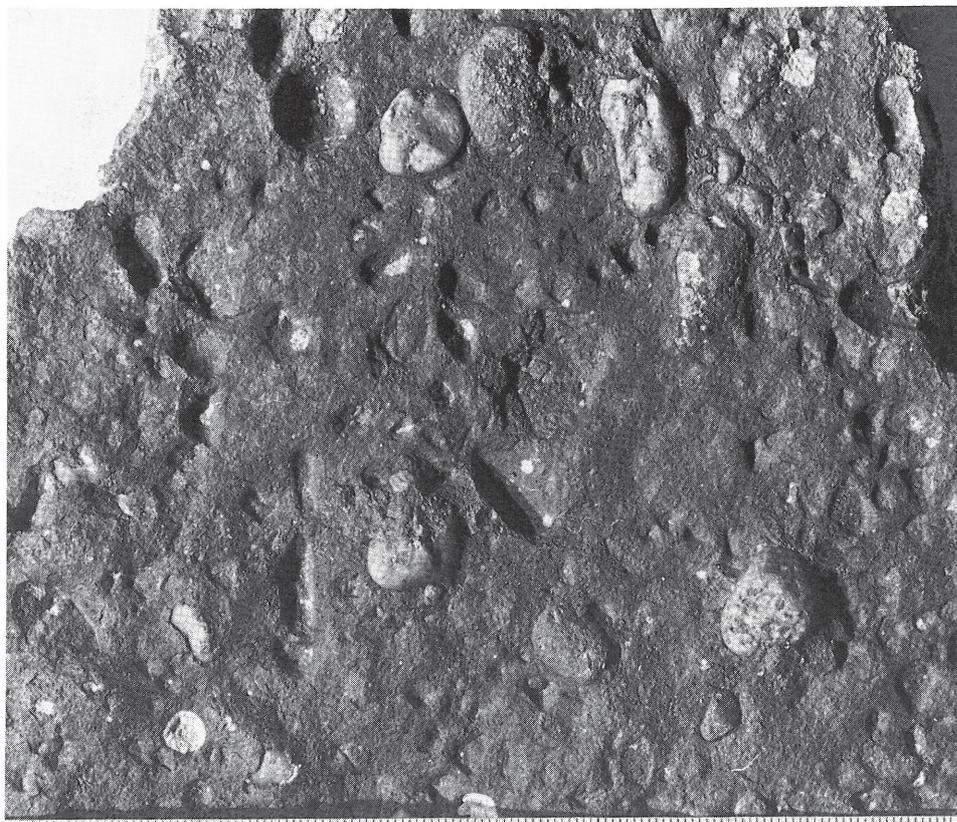


Abb. 23: Geröllpflaster aus dem Steinbruch RAUSCHER (= Unterseite der das Geröllpflaster bedeckenden Schlufflage mit zahlreichen Geröleinindrücken und Geröllen). Die Schlufflage ist 5 mm stark und gibt eine gute Trennfläche ab. Über der Schlufflage folgen ca. 10 cm Dünnschichten (Foto K. SCHACHERL) (Maßstab in mm).

weitaus häufiger, als daß sie durch sedimentologische Zufälle erhalten geblieben sind. Auch der Umstand, daß die Sandkörner der Felsbänke gerundete und matte Oberflächen besitzen, spricht für die Beteiligung des Windes bei der Formung und Sedimentation der Rehbergschichten.

Die Dünnschichten werden als fossile Sandwüste (Erg) gedeutet. Für die äolische Entstehung spricht bei den horizontal und ebenschichtigen Dünnschichten die gradierete Schichtung im mm-Bereich. Jede einzelne Lage entspricht einem Sandsturm. Dabei wurde der Glimmer in der Luft zwischen den Sandkörnern zerrieben. Die Quarzkörner wurden an der Oberfläche mattiert. Die vom Liefergebiet stammende rote Pigmenthaut der einzelnen Quarzkörner wurde besonders bei den größeren Körnern abgeschlagen. Dabei wurde der Hämatitanteil bei den gröberen Sandkörnern verringert, in der Staub- und Schluff-Fraktion erhöht.

Die in den Dünnschichten eingelagerten Schrägschichtungskörper stellen dabei Reste von Wanderdünen dar. Diese meist barchanartigen Wanderdünen haben wegen der Erhöhung der Sedimentationsebene in der Umgebung der Düne ihren Fuß zurückgelassen. „Kaviarsande“ sind als Anreicherung unter extremer Sortierung von Springkörnern am Fuße von Dünen zu deuten.

Sowohl für die horizontal und ebenschichtigen Dünnschichten wie auch für die schrägschichtigen Dünnschichten gibt es Beispiele aus der rezenten Wüste, so bei GLENNIE (1970, Abb. 87–90) aus der libyschen Wüste.

Diese rein äolische Entstehung darf aber nur für einen Teil der Dünnschichten angenommen werden. BACKHAUS (1974) gibt für die Dünnschichten der oberen Karlstalschichten am Drachenfels eine lakustrische Entstehung an. „Kleine Vorschüttungen sowie Rippelmarken, welche keine inneren Strukturen erkennen lassen“, legen demnach eine Entstehung im aquatischen Milieu nahe.

Weitere Merkmale für Ablagerung oder Umlagerung im aquatischen Milieu sind die selten eingeschalteten Schlufflagen mit Trockenrissen, besonders in Verbindung mit Rippelmarken und ein flächenhafter Glimmerbelag auf den Schichtflächen. Da allerdings bislang in den Dünnschichten die Lebensspuren fehlen, engt BACKHAUS die Genese dieser Sedimente auf „ein windbewegtes Sediment, dem zeitweilig wassertransportierte gleichartige Sedimente eingelagert sind“ ein. Mit diesem Wechsel der Sedimentationsbedingung lassen sich auch zahlreiche Sedimentgefüge und Schichtdeformationen erklären, welche innerhalb der Dünnschichten zu beobachten sind und deren Variationsbreite bislang nicht abzusehen ist. Diese von BACKHAUS als lakustrisch bezeichnete Entstehung soll hier für die Rehbergsschichten als vorübergehende Wasserbedeckung im Erg umgedeutet werden. Solche kurzzeitigen „Seen“ zwischen den Sanddünen sind durch Luftaufnahmen von Wüstengebieten bekannt geworden. Am besten zu beobachten sind solche fossilen Sandmeere in den unteren Karlstalschichten in der großen Sandgrube bei Kindsbach.

Die Rehbergsschichten sind also als Wüstensedimente zu deuten. Dabei wechselt im Sediment die äolische Sandwüste und die Wadi-artige Sand- und Kiesschüttung ab. Auf Ausblasungs- und Deflationsflächen entstand die Kieswüste (Serir), die zur Buntsandsteinzeit weitgehend die Oberfläche eingenommen haben mag. Kurzfristige Wasserführung im Wadi und kurzfristige Wasserbedeckung in der Sandwüste haben das Sediment gestaltet.

Die Besonderheit der Schichtenfolge im linksrheinischen Buntsandstein läßt sich vielleicht aus der Paläogeographie des Raumes erklären. Bekannt ist eine Schüttung aus Südwest nach Nordost für die fluviatilen Sedimente. Die schrägschichtigen Lagen in den Dünnschichten zeigen eine hiervon abweichende und stärker streuende Schüttungsrichtung.

Aus den bisher vorliegenden Messungen darf geschlossen werden, daß die Dünensande bevorzugt von wechselnden Winden aus Süd bis Südost aufgeschüttet wurden (Abb. 24). Diese Winde haben aus den breiten Schwemmfächern der Wadi-artigen Flußsysteme das Feinkorn ausgeblasen und zu Dünen aufgeweht. Dabei wurden diese Dünensande innerhalb der Flußsysteme umgelagert und in fluviatile Sedimente eingebaut. Die runden matten Körner sprechen dafür. Nördlich und nordwestlich der Flußsysteme, so besonders am Nordrand der Pfälzer Mulde, haben sich diese Dünensande in den Rehbergsschichten gut erhalten. Innerhalb der Karlstalschichten ist diese gleiche paläogeographische Verteilung besonders auffällig. Von den Basisbildungen abgesehen besteht der Mittlere Buntsandstein im nördlichen Saarland und in der Eifel fast nur aus dünnschichtigen Dünensanden.

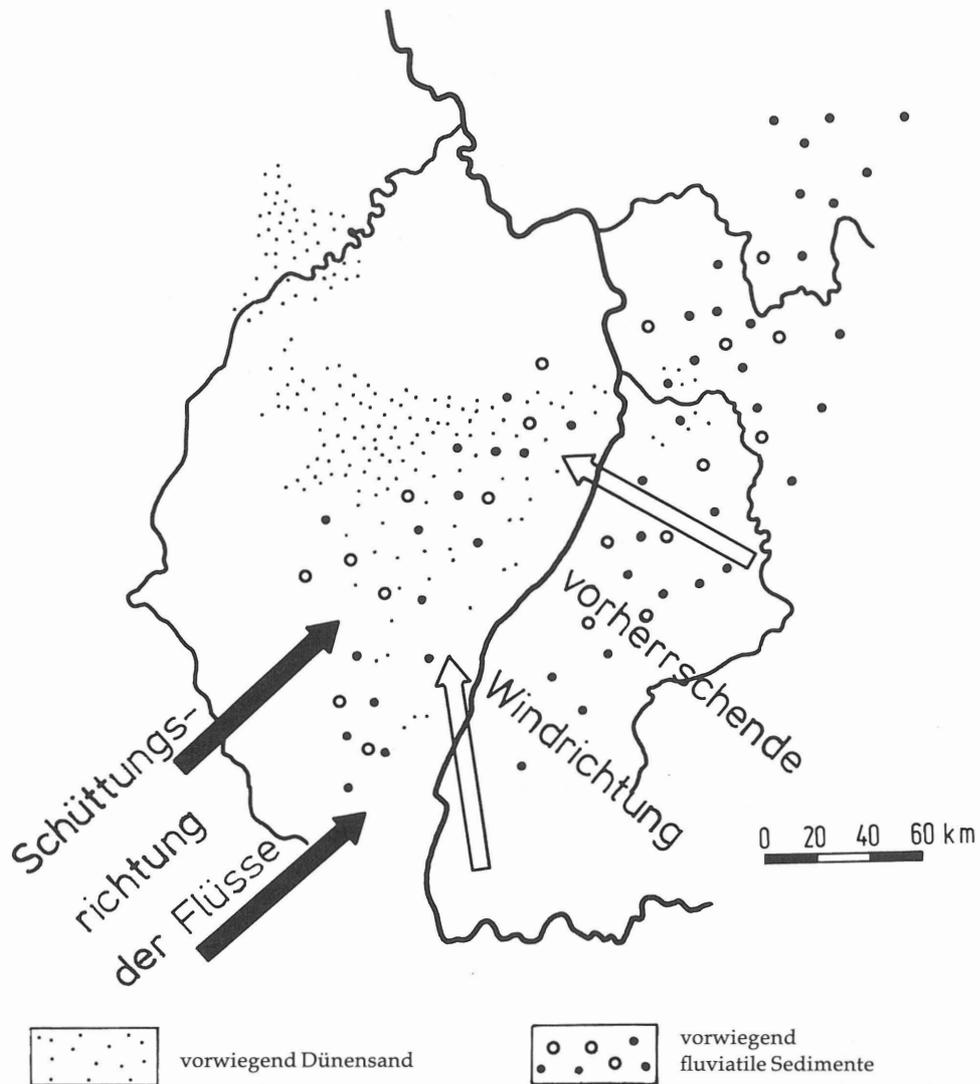


Abb. 24: Die paläogeographische Situation für den südwestlichen Teil des Buntsandsteinbeckens läßt nach den vorliegenden Schüttungsmessungen die Deutung zu, daß bei vorherrschender Windrichtung aus Süd bis Südost aus den breiten Schwemmfächern der Wadi-artigen Flußsysteme das Feinkorn ausgeblasen und zu Dünen aufgeweht wurde. Dünenschichtige Dünensande sind in den Rehbergsschichten am Nordrand der Pfälzer Mulde häufig. Im nörlichen Saarland und in der Bitburger Triasmulde besteht der Mittlere Buntsandstein fast nur aus dünnschichtigen Dünensanden.

Schriften

- AMMON, L. von & REIS, O. M. (1903): Erläuterungen zu dem Blatte Zweibrücken (Nr. XIX) der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern 1:100000. 182 S., 24 Abb., München (Piloty & Loehle).
- ATZBACH, O. (1970): Geologische Übersichtskarte der Pfalz 1:300000 (Pfalzatlant) mit Textband. – Veröff. pfälz. Ges. Förd. Wiss., **15**, S. 545–552, Speyer.
- BACKHAUS, E. (1974): Limnische und fluviatile Sedimentation im südwestdeutschen Buntsandstein. – Geol. Rdsch., **63**, S. 925–942, Stuttgart.
- BENECKE, E. W. (1877): Über die Trias in Elsaß-Lothringen und Luxemburg. – Abh. geol. Spez.-Karte Elsaß-Lothringen, **1**, 339 S., Straßburg.
- (1888): Über den Buntsandstein der Gegend von Weißenburg. – unter: Bericht über die Tätigkeit der Commission. Mitt. Comm. geol. Landesunters. Elsaß-Lothringen, **1**, S. II–XVIII, Straßburg.
- DACHROTH, W. (1967): Stratigraphie und Tektonik im Hauptbuntsandstein des östlichen Saarlandes. – Ann. Univ. saraviensis, H. 5, S. 173–219, 8 Abb., 6 Taf., Saarbrücken.
- (1976): Gesteinsmagnetische Marken im Perm Mitteleuropas. – Geol. Jb., **E 10**, S. 3–63, 19 Abb., 3 Taf., Hannover.
- FIRTION, F. & DACHROTH, W. (1964): Sur les subdivisions du Grès bigarré moyen de la partie orientale du pays sarrois. – C. R. Acad. Sci. Paris, **258**, S. 4303–4304, Paris.
- GLENNIE, K. W. (1970): Desert sedimentary environments. – Developments in Sedimentology, **14**, 222 S., 147 Abb., Amsterdam (Elsevier).
- GÜMBEL, K. W. von (1865): Geognostische Verhältnisse der Pfalz. – Bavaria, **4**, München.
- (1894): Geologie von Bayern. **2**: Geologische Beschreibung von Bayern, VIII + 1184 S., zahlr. Abb. u. Tab., Kassel (Fischer).
- (1897): Kurze Erläuterung zu dem Blatte Speyer der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern, 77 S., München.
- HOPPE, W. (1972): Das Klima des Thüringer Buntsandsteins. – Geologie, **21**, S. 911–926, Berlin.
- LIEDTKE, H. (1967): Die Grundzüge der geomorphologischen Entwicklung im pfälzischen Schichtstufenland. – Geomorph., N. F., **11**, S. 332–351, 9 Abb., Berlin.
- MEYER, G. (1886): Über die Lagerungsverhältnisse der Trias am Südrande des Saarbrücker Steinkohlengebirges. – Mitt. Comm. geol. Landesunters. Elsaß-Lothr., **1**, H. 1, S. 1–15, Straßburg.
- PERRIAUX, J. (1961): Contribution à la Géologie des Vosges gréseuses. – Mém. Serv. Carte géol. d'Alsace-Lorraine, **18**, 236 S., 27 Abb., 46 Tab., 10 Taf., Strasbourg.
- PERRIAUX, J. & MÜLLER, E. M. (1961) Quelques directions des courants dans le Buntsandstein de la Sarre et de Lorraine septentrionale. – Bull. Soc. géol. France, (7) **3**, S. 625–628, Paris.
- REIS, O. M. (1921): Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg (Nr. XXI) der Geognostischen Karte von Bayern 1:100000. 32 S., 100 Abb., 1 Taf., 1 Kt., München (Piloty & Loehle).
- RICHTER-BERNBURG, G. (1974): Stratigraphische Synopsis des deutschen Buntsandsteins. – Geol. Jb., **A 25**, S. 127–132, 1 Abb., 1 Taf., Hannover.
- SPUHLER, L. (1957): Einführung in die Geologie der Pfalz – Veröff. pfälz. Ges. Förd. Wiss., **34**, 432 S., 4 Ktn., 67 Abb., 106 Bild. im Anh., Speyer.
- STRIGEL (1929): Das süddeutsche Buntsandsteinbecken: – Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., **16**, S. 80–465, 6 Abb., Heidelberg.

- STUCKE, W. (1977): Tektonische Untersuchungen im Pfälzer Wald bei Wilgartswiesen. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **26**, S. 23–31, Karlsruhe.
- THÜRACH, H. (1894): Über die Gliederung des Buntsandsteins in der Rheinpfalz. – *Berichte über die Versammlungen d. Oberrh. geol. Vereins*, Stuttgart.
- WALTER, P. (1977): Geologische Kartierung des oberen Zornales (Lothringen). *Diplomkartierung*, 51 S., Heidelberg. – [unveröff.]
- WERVEKE, L. van (1888): Über Pseudomorphosen von Buntsandstein nach Kalkspath in den Vogesen. – *Mitt. Comm. geol. Landesunters. Elsaß-Lothr.*, **1**, Straßburg.
- (1906): Erläuterung zum Blatt Saarbrücken 1:200000, 284 S., Straßburg.

Anschrift des Verfassers: Priv.-Doz. Dr. WOLFGANG DACHROTH, Geologisch-Paläontologisches Institut, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 234, D-6900 Heidelberg.

Manuskript eingegangen am 27. 7. 1979