

Die Älteren Schotter am Schwarzwaldwestrand, ihre Verbreitung, Genese und stratigraphische Stellung

GABY ZOLLINGER *)

Critical review, gravel, terraces, petrographical analysis,
granulometry, pollen diagram, Middle Pleistocene, Riß glaciation
Upper Rhine Valley (Freiburg-Müllheim region), Baden-Württemberg
TK 25: Nr. 8012, 8013, 8112

Kurzfassung: Die Älteren Schotter sind an den Fußflächen des Schwarzwaldwestrandes unter würmzeitlichen Lößlehmdecken auf den Interfluvien relikthaft verbreitet. Sie setzen sich aus fluvialen Umlagerungsprodukten von periglazialen Hangschutt und Moräne zusammen und sind in der Rißkaltzeit abgelagert worden. Durch würmzeitliche und holozäne Flußsysteme werden sie beständig abgetragen und umgelagert. Im Norsinger Ahabach hat sich im jüngeren Holozän eine Rinne in die Hochterrasse lokal eingetieft, wobei ein mehrfacher Wechsel von Tiefenerosion und Akkumulation stattgefunden hat. In der Vorbergzone können die Älteren Schotter dort, wo sie das Liegende von mehrgliedrigen Löß-Boden-Sequenzen bilden, mit Sicherheit ins Präriß gestellt werden. Eine genaue zeitliche Datierung in diesem Raum kann jedoch solange nicht gegeben werden, bis eine befriedigende Chronostratigraphie Breisgauer Lösses vorliegt.

[The Older Gravels on the Western Slope of the Black Forest — their Distribution, Genesis and Stratigraphical Position]

Abstract: The older gravel is distributed at the pediment of the western slope of the Black Forest lying under a loess-loam cover of the Würm period and were found as relicts between the valleys. It consists of fluvial sediments from periglacial debris and moraine which were deposited during the Riss Age. It is constantly eroded and redistributed by means of river systems of the Würm and Holocene Age. Since the early period of the Holocene, a channel cuts locally through the high-lying terrace in Norsinger Ahabach, whereby a repeated change between downcutting and accumulation took place. At the foothills, the older gravel was deposited with certainty in the Pre-Riss Age, where it forms underlying stratum of loess-soil-sequence.

*) Anschrift der Autorin: Dr. GABY ZOLLINGER, Geographisches Institut der Universität Basel, Klingelbergstr. 16, CH — 4056 Basel.

1. Einleitung

Unter dem Begriff Ältere Schotter, den STEINMANN (1893: 92) in die Literatur einführte, versteht man zum einen pleistozäne Ablagerungen meist alpiner Herkunft, die in der Oberrheinebene unter frischen würmzeitlichen Kiesen und Sanden liegen, und zum anderen Ablagerungen, die vom Schwarzwald her gegen die Oberrheinebene geschüttet wurden. Der Inhalt dieses Beitrages beschäftigt sich ausschließlich mit den schwarzwaldbürtigen Ablagerungen.

2. Zusammensetzung und Aufbau

Im Untersuchungsgebiet, das sich von Freiburg bis Müllheim erstreckt (Abb. 1), konnten die Älteren Schotter an zwei Aufschlüssen näher untersucht werden, in der Pfefferlessandgrube in Au (1) und im Norsinger Ahabach bei Ehrenstetten (2).

Dort sind die Schotterkörper aufgebaut aus Kiesen, Steinen und Blöcken bis zu 0,5 m Durchmesser, die meist schichtungslos in einer grusig-sandigen, stellenweise lehmigen Matrix verbacken sind. Die Feinerde besteht aus den Zerfallsprodukten der Gesteine und aus aufgearbeitetem, transportiertem Grundgebirgszersatzmaterial. Die meisten Gerölle sind kantig bis kantengerundet, einige rund und abgeplattet. Die Schotter sind meist sehr stark zersetzt, einige Blöcke in situ völlig verwittert, so daß sie dem Schotterverband nicht mehr zu entnehmen sind. Nur die Umriss- und die Schieferungsflächen sowie die Fältelungsstrukturen bei Anatexiten heben sie von der helleren Grundmasse ab. Sie sind aus Graniten, Gneisen,

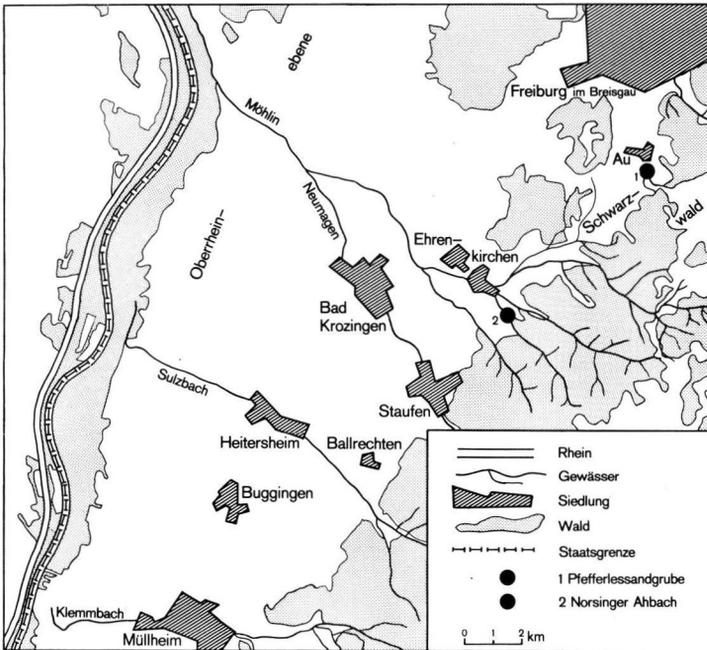


Abb. 1: Lageplan der untersuchten Aufschlüsse.

Porphyren und Gangquarzen zusammengesetzt. Im Norsinger Afbach wurde ferner ein Hauptbuntsandsteingeröll gefunden (Tab. 1). Die Gneise sind am stärksten zersetzt, sie zerfallen nach der Entnahme bei weichem Hammerschlag in Grus und Sand. Die Porphyre und Granite sind in ihrem Kern noch fest, entlang von feinen Haarrissen haben sich Eisen- und Manganoxyle abgelagert. Die Gangquarze sind im Ganzen noch frisch und unverwittert. An der Basis der größeren Steine und Blöcke befindet sich häufig Feinsand oder eine dunkelrotbraun gefärbte Lehmkappe.

Tab. 1: Petrographische Zusammensetzung der Älteren Schotter in den untersuchten Aufschlüssen

	Pfefferlessandgrube	Norsinger Grund
Granite	52,3 %	55,9 %
Gneise	32,2 %	17,1 %
Porphyre	12,8 %	13,5 %
Gangquarze	2,7 %	12,6 %
Buntsandstein		0,9 %

3. Verbreitung

Die Schotterfluren beginnen an den Fußflächen des Schwarzwaldwestrandes in einer Höhenlage von 300–400 m ü. NN mit einer Mächtigkeit von 3–6 m. Bohrungen und Aufschlüsse zeigten, daß ihre Verbreitung auffällig gekoppelt ist an die Vergrusungszone des Grundgebirges (Abb. 2,2). Diese Vergrusungszone, die SCHILLING & WIEFEL (1962: 435) Zersatzzone genannt haben, läßt sich bis in eine Tiefe von 28 m verfolgen. Sie entspricht möglicherweise einem unter tertiären Klimabedingungen gebildeten und pleistozän gekappten Unterboden, der von den Älteren Schottern plombiert und damit vor der weiteren Abtragung geschützt worden ist.

Die Schotter haben eine scharfe östliche Verbreitungsgrenze, die zwischen Staufen und Freiburg mit einem Gefällsknick am Hang zusammenfällt. An diesem Gefällsknick grenzt die Vergrusungszone an das anstehende Kristallin (Abb. 2, 1) die Älteren Schotter werden von periglazialen Solifluktionsschuttdecken (7) abgelöst, die die Hänge überziehen. Sie haben somit keine Verbindung mehr zu ihrem Ursprungsgebiet. Die petrographische Zusammensetzung und der geringe Rundungsgrad der Schotter zeigt jedoch, daß sie nur wenige Kilometer aus dem Gebirge transportiert wurden und ihr Einzugsgebiet im unmittelbaren Hinterland ihrer Ablagerung zu suchen ist.

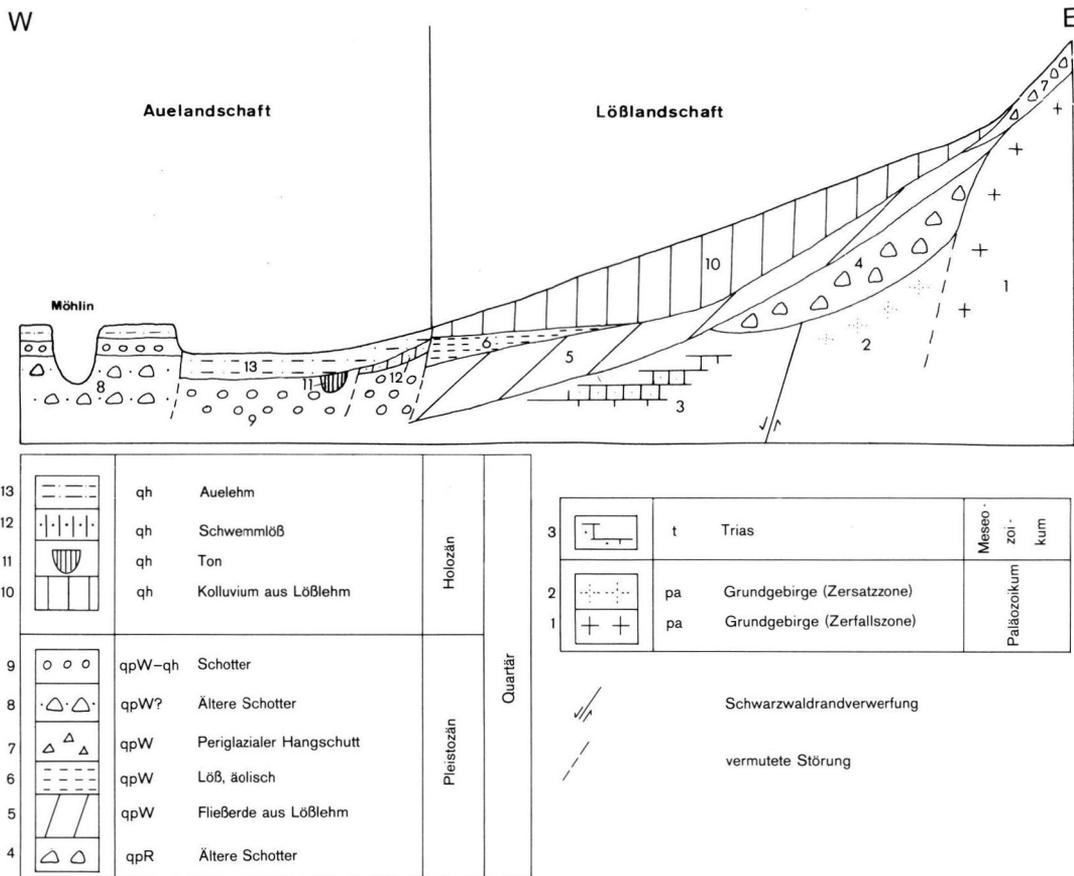


Abb. 2: Geomorphologisch-geologisches Summenprofil für die Fußfläche des Schwarzwaldwestrandes im Untersuchungsgebiet.

An den Fußflächen des Schwarzwaldwestrandes werden die Schotter von mächtigen Lößlehmdecken überlagert, die in ihrem basalen Teil (Abb. 2, 5) mehrfach solifluidal und in ihrem hangenden Abschnitt (10) kolluvial verlagert worden sind. In der Vorbergzone lagern sie unter der Niederterrasse (9) oder unter mächtigen mehrgliedrigen Löß-Boden-Sequenzen, wie u. a. die Arbeiten von BRONGER in der Ziegelei-grube von Heitersheim (1966) oder vom Hahnengraben in Buggingen (1969) gezeigt haben. Ihre Mächtigkeit beginnt am Schwarzwaldwestrand mit 3—6 m und erreicht in der Oberrheinebene in der Kalibohrung Buggingen III (SCHREINER 1981: 316f, Bohrung 93a, 71 m). Die Schotterbasis senkt sich zwischen Ballrechten und Heitersheim (vgl. Abb. 1) auf 800 m Entfernung um 45 m ab. Das entspricht einem Gefälle von 5,7 % (SCHREINER 1981: 176).

4. Genese

Die hohe Mächtigkeit der Ablagerungen am Schwarzwaldwestrand, die Schichtungslosigkeit, der hohe Anteil an Blöcken sowie die Überlagerung mit Niederterrassematerial und mächtigen würmzeitlichen Lößlehmdecken (vgl. Abb. 2, 5) sprechen für eine kaltzeitliche Genese der Älteren Schotter. Meine Kartierungsarbeiten im Raum Ehrenstetten haben gezeigt, daß sie durch würmzeitliche und holozäne Flußsysteme beständig abgetragen und umgelagert werden. Erhalten geblieben sind die Schotter auf den Interfluvien, auf flachgeneigten, lößlehmüberkleideten Abdachungsriedeln. Vor allem fluviale Prozesse während der Würmkaltzeit haben zu einer weitgehenden Abtragung der Schotter geführt, so daß die ehemals wohl zusammenhängende Decke von Älteren Schottern in einzelne Sporne und Flächen zerschnitten ist.

STEINMANN (1893: 76ff) hält sie aufgrund der ausgedehnten deckenartigen Verbreitung und der geringen

Zurundung sowie der häufig plattig ausgebildeten Gerölle trotz des Fehlens von gekritzten Geschieben für rißzeitliche Grundmoräne mit örtlich fluvialer Überprägung. RAHM (1980: 49) gelangt am Ostrand von Ehrenstetten zu derselben Auffassung wie STEINMANN, wohingegen SCHMIDLE (1933: 9) und GUENTHER (1938: 73) die Ablagerungen für breite Schutfächer halten, die unter periglazialen Klimabedingungen bei ausreichender Reliefenergie und geringer Wasserführung während der frühsommerlichen Schneeschmelze an den unteren Schwarzwaldhängen abgelagert worden sind. Eine moränale Genese wird von diesen beiden Autoren ausgeschlossen, weil die Älteren Schotter in einen Fein- und Steinboden gegliedert werden können.

Im Untersuchungsgebiet fehlen eindeutige Grund- und Endmoränenablagerungen sowohl von der Würm- als auch von der Rißkaltzeit. Kräftige Abtragungsvorgänge, durch die hohe Reliefenergie bedingt, haben somit die Zeugen der Vergletscherung ausgeräumt. Vielmehr sind die Hänge mit periglazialen Solifluktionsschuttdecken überkleidet (vgl. Abb. 2, 7).

RAHM (1969: 269ff) nimmt für den Schwarzwald eine rißzeitliche Schneegrenze von 700 m Höhe an. Wegen des geringen Einzugsgebietes der Schotter am Norsinger Grund, die vom Maistollen (834 m) her geschützt wurden, ist eine rißzeitliche Vergletscherung bis in eine Meereshöhe von 200 m, wo die Älteren Schotter östlich von Ehrenstetten unter Möhlinkiesen lagern,

sehr unwahrscheinlich (vgl. Abb. 2, 8 und 9). Korngrößenanalysen aus der Feinerde der Schotter zeigen ein sehr enges Körnungsspektrum (Abb. 3), das aus über 80 % Sand besteht und jeweils nur geringe Schluff- und Tonanteile besitzt. Diese sind m. E. auf kryoklastischen Zerfall und postsedimentäre Verwitterungsvorgänge zurückzuführen. Um nun die Genese der Schotter zu klären, wurde ihre Form untersucht. Die Gerölle können in zwei Formengruppen gegliedert werden:

- 1) in eckige, kantige bis scharfkantige Steine mit Abrollungsgraden (nach LÜTTIG 1956: 14) von 2—8 % und
- 2) kantengerundete Gerölle mit mindestens einer völlig flachen, ebenen Fläche, trapezförmigem Aufbau und Abrollungsgraden von 10—20 %.

Da diese Unterschiede innerhalb einer Gesteinsart auftreten, kann für die stärker zugerundeten Schotter ein längerer Transportweg angenommen werden. Die glattgeschliffenen Flächen sowie die trapezförmige Gestalt der Steine stimmt in auffälliger Weise mit dem Habitus von Grundmoränenmaterial vom Titisee überein. Obwohl der Nachweis von Gletschern durch Moränen im Arbeitsgebiet weder für die Würm- noch für die Rißvereisung erbracht wurde, scheint doch die Form der Schotter eine glazifluviale Überprägung anzudeuten. Die Schotter sind nach diesen Beobachtungen aus fluvialen Umlagerungsprodukten von Hangschutt sowie fluvialen Geröllen zusammengesetzt, bei

KORNVERTEILUNG (Summenlinie)

Klassifikation nach DIN 4022

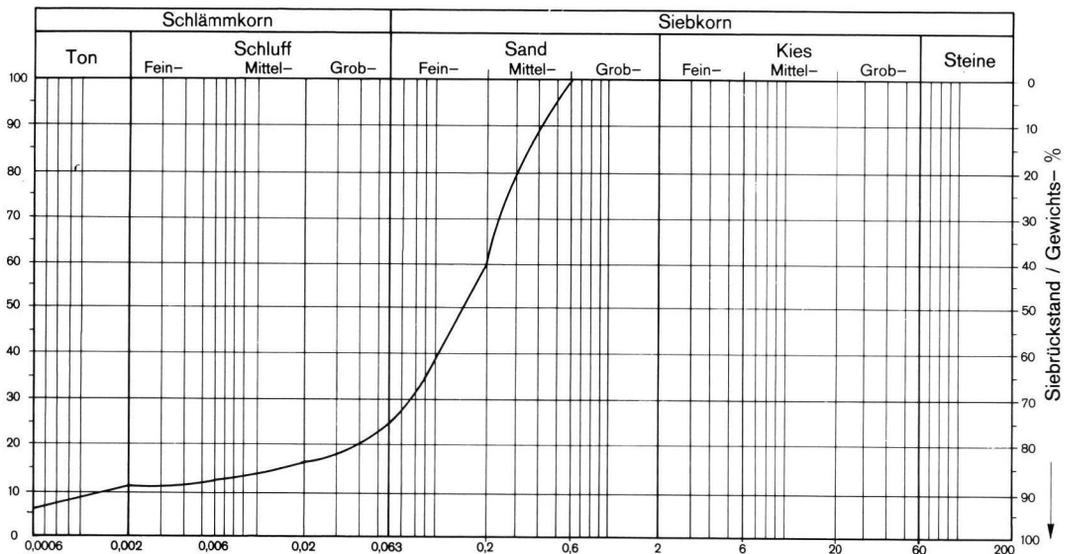


Abb. 3: Korngrößenzusammensetzung der Älteren Schotter im Norsinger Ahbach (vgl. Abb. 4, 2).

denen ein moränaler Transport nicht ausgeschlossen werden kann. Quantitativ überwiegen die ersten.

F a z i t : Somit haben einzelne Bäche mit Wurzeln im Gebirgsbereich nach Verlust der kinetischen Energie ihre Schotterlast schutfächerartig an den unteren Schwarzwaldhängen abgelagert. Diese Schutfächer haben sich zu einer zusammenhängenden Decke verzahnt, die die Westhänge des Schwarzwaldes bis in die Obertheinebene überdeckten. Durch nachträgliche Erosion in der Würmkaltzeit und im Holozän wurden sie in einzelne Sporne und Terrassenflächen gegliedert, die durch sie überlagernde mächtige Lößlehmdecken geomorphologisch überprägt werden, so daß im rezenten Georelief die Terrassennatur der Ablagerung nicht mehr nachvollziehbar ist.

5. Zeitliche Stellung

Ebenso wie über die Genese der Älteren Schotter, gibt es auch über ihre zeitliche Stellung eine große Meinungsvielfalt. Zur Darstellung der verschiedenen zeitlichen Einordnungen der Älteren Schotter soll ein Aufschluß im Norsinger Ahabach (Abb. 1, 2; TK 25: 8012, RW: 3407, 725, HW: 4708, 200) östlich von Ehrenstetten, herangezogen werden, der seit STEINMANN (1893: 79) in der Literatur beschrieben ist. STEINMANN hielt die Schotter für rißzeitliche Grundmoräne (Tab. 2), wobei er die Auffassung vertrat, daß die rißzeitlichen Gletscherzungen bis in eine Meereshöhe von 200 m in der Staufferer Bucht reichten. Die hangenden Schotter hielt er für Hochterrasse. GUENTHER stellt die schutfächerartigen Ablagerungen in seinen jüngeren Arbeiten (1938: 74, 1948: 59) ebenfalls in Riß, ordnet dann aber den basalen Schotterkörper ins Mindel (1951: 95). Nach meinen Untersuchungen ist der liegende Schotter im Norsinger Ahabach (Abb. 4, 2) in der Rißkaltzeit abgelagert worden, während der hangende im Holozän umgelagert worden ist.

In der Vorbergzone lagern die Schotter unter mächtigen, mehrgliedrigen Löß-Boden-Sequenzen. BRONGER (1966: 64) hält sie in der Ziegelei von Heitersheim für mittel- bis altpleistozän und schließt im Hahnengraben von Buggingen (1969: 114) ein präpleistozänes Alter nicht aus. Die Untersuchungen in Hülgelheim (ZOLLINGER 1985: 129ff) haben gezeigt, daß die Älteren Schotter mit Sicherheit ins Präriß gestellt werden können. Eine genauere Datierung in diesem Raum ist jedoch solange nicht möglich, bis eine befriedigende Chronostratigraphie der Breisgauer Löss vorliegt.

Der Aufschluß im Norsinger Ahabach (Abb. 6) wurde zur Klärung der Altersstellung der Älteren Schotter am Schwarzwaldwestrand erneut untersucht und beprobt. Der Aufschluß befindet sich am Zusammen-

Tab. 2: Zeitliche Stellung der Älteren Schotter im Norsinger Ahabach nach verschiedenen Autoren

Autor	Höhenlage	Profilaufbau	Zeitliche Stellung
STEINMANN (1893)	290—300 m	Schotter, darüber Lehm ungeschichtete Blockanhäufung aus Gneis und Quarzporphyr Gneis	Riß
GUENTHER (1938/48)		Älterer Lehm Kalkhaltige Sande Ältere Schotter Tone	Riß
GUENTHER (1951)		Älterer Höhenlehm Lehm mit Schotter Kalkhaltige Sande und Schluffe Ältere Schotter	Mindel
ZOLLINGER (1984)	270—320 m	Auelehm Geschichtete Schotter und Sande Ungeschichtete Schotter Grundgebirgszersatz	Holozän Riß

fluß von Lehenmattenbächle und Norsinger Ahabach, die sich beide in tiefen Tobeln eingeschnitten haben. Der Norsinger Ahabach hat in hangwärtiger Position eine 6—8 m tiefe Schlucht gebildet (ZOLLINGER 1984: 82, Abb. 25). Die Schwarzwaldrandverwerfung quert genau am Aufschluß diese Schlucht.

Die Schichtenfolge beginnt mit Grundgebirgszersatzmaterial (Abb. 4, 1). Die völlige Zersetzung des Kristallins an dieser Stelle kann wohl in erster Linie auf tektonische Prozesse zurückgeführt werden. Durch eine große Erosionsdiskordanz getrennt, folgt hangend ein mächtiges Paket aus Älteren Schottern (2). Die Gerölle sind ohne erkennbare Einregelung schichtungslos in einer grusig-sandigen Matrix verbacken. Die Schotter sind völlig zersetzt, einige Blöcke nur noch an ihren Umrisen erkennbar. Hangend folgt ein Horizont aus Älteren Schottern (Abb. 4, 4), der

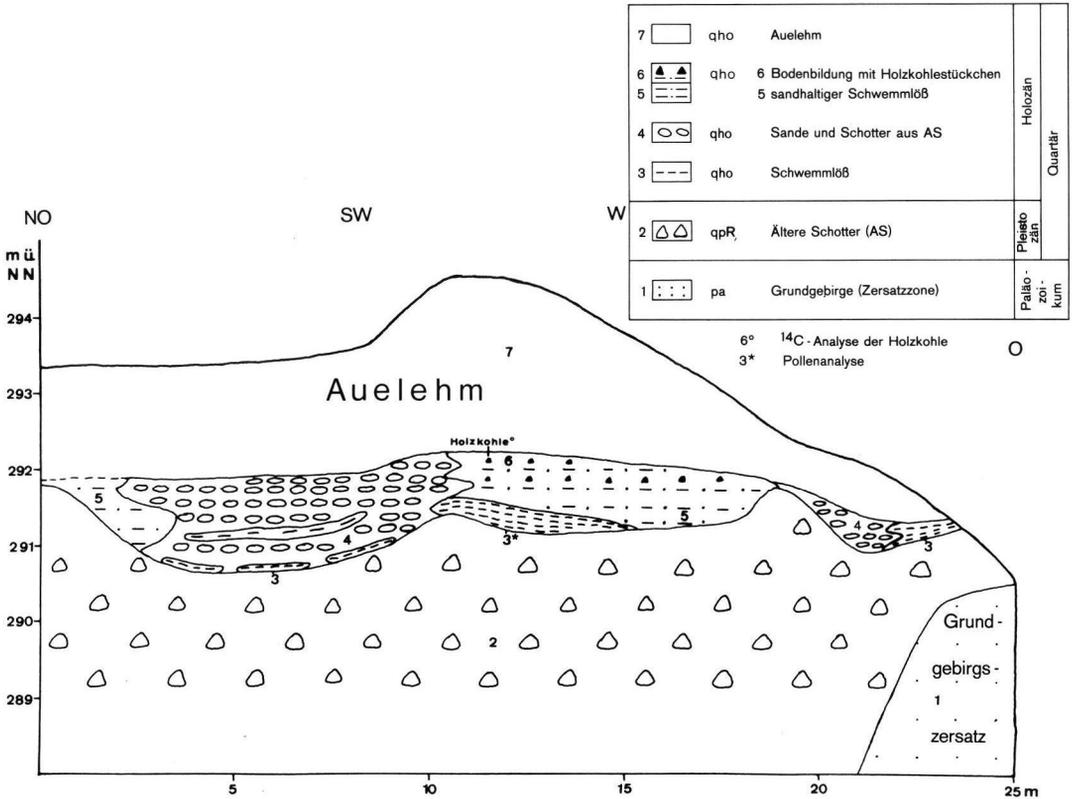


Abb. 4: Der Aufschluß Norsinger Afbach.

Schrägschichtung, Dachziegellagerung und einen guten Sortierungsgrad aufweist. Es handelt sich um die gleichen Schotter wie im basalen Abschnitt, nur sind die Gerölle kleiner, und es fand durch den erneuten fluvialen Transport eine gewisse petrographische Sortierung zugunsten der weniger verwitterten Bestandteile statt. Die Besonderheit dieses Horizontes

besteht nun darin, daß sich in Schwemmlößpartien (5) ein Boden erhalten hat, dessen Humushorizont Holzkohle (6) enthält. 35 Holzkohlepartikel wurden von Dr. W. SCHOCH (Labor für Quartäre Hölzer, Birmensdorf, Schweiz) auf ihre Artenzusammensetzung untersucht (Tab. 3). Die nachgewiesenen Holzarten weisen auf einen warmen Zeitabschnitt hin, der jedoch nicht genauer bestimmt werden konnte. Eine ¹⁴C-Analyse von den Holzkohlepartikeln ergab ein konventionelles ¹⁴C-Alter von 2420 ± 90 BP (KI-2155) und ein dendrochronologisch korrigiertes Alter von 790—260 v. Chr. (KLEIN u. a. 1982: 137). Vegetationsgeschichtlich bedeutet dieses Alter, daß der Oberboden ins Ältere Subatlantikum gestellt werden darf.

Tab. 3: Baumartenzusammensetzung von Holzkohlepartikeln aus dem Humushorizont (6) im Norsinger Afbach

Arten	Anzahl
<i>Salix</i> sp.	13
<i>Corylus avellana</i>	12
<i>Betula</i> sp.	6
<i>Alnus</i> sp.	3
<i>Acer</i> sp.	1

Aus einer Profilsäule von 120 cm wurden im 15 cm Abstand sieben Proben für pollenanalytische Untersuchungen aus den Schichten 3, 5, 6 (Abb. 4) entnommen. Nur die Probe sieben aus der Schwemmlößschicht (3) enthält ausreichend sporogenes Material. Das Pollenspektrum zeigt folgendes Bild (Abb. 5): *Fagus* ist mit 32,0 % und *Alnus* mit 28,1 % codominant, während *Abies* mit 16,3 % subdominant ist. *Ulmus* fehlt vollständig und die Eichenmischwald-

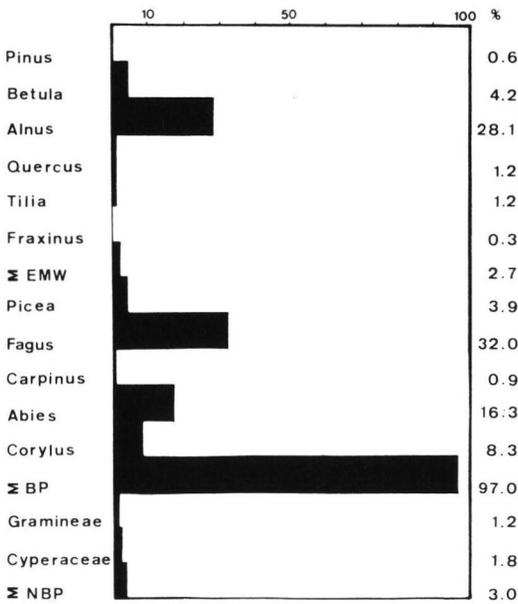


Abb. 5: Pollenspektrum aus dem Schwemmlöß (3) im Norsinger Ahabach. Die Werte beziehen sich auf die Summe von Baumpollen und Nichtbaumpollen. Gezählte Pollenkörner: 337.

werte betragen nur 2,7%. Obwohl nur eine Probe ausgezählt werden konnte, eine genaue zeitliche Einordnung daher erschwert ist, darf man m. E. bei Vergleichen mit Pollendiagrammen aus dem Südschwarzwald und mit dem Mindelseediagramm von LANG (1973: Abb. 11) das Pollenspektrum an das Ende des Subboreals oder den Beginn des Älteren Subatlantikums stellen. Da das Ende des Subboreals an den Beginn regelmäßiger *Carpinus*werte gebunden ist (LANG 1973: 143), in der ausgezählten Pollenprobe *Carpinus* nur mit 0,9% vertreten ist, ist eine genauere zeitliche Einordnung des Pollenspektrums nicht möglich.

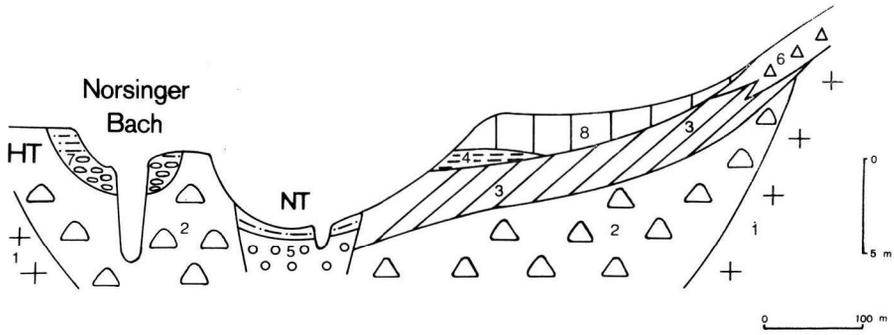
F a z i t : Somit sind die Älteren Schotter im Norsinger Ahabach während des jüngeren Holozän erneut umgelagert worden. Trotz der petrographischen Sortierung sind sie mürbe und sehr stark verwittert und geben so den Anschein eines viel höheren Alters.

Das basale Schotterpaket im Norsinger Ahabach (Abb. 4, 2) kann in die Rißkaltzeit gestellt werden, da es, wie Kartierungsarbeiten gezeigt haben, außerhalb der Schlucht das Liegende von mächtigen würmzeitlichen Lößlehmedecken bildet, die sich ihrerseits mit Solifluktionsschuttdecken verzahnen (Abb. 6, 3 und 6).

Die rißzeitliche Altersstellung der Älteren Schotter soll am Aufschluß in der Pfefferlessandgrube (Abb. 7, TK 25: 8012, RW: 3421, 525, HW: 5312, 650) näher erläutert werden. Neben der Niederterrasse des Engbächles (12), die aus gut gerundeten, frischen Blöcken und Steinen aufgebaut ist, lagern Ältere Schotter (8a, 8b), die völlig verwittert und zersetzt sind. Der große

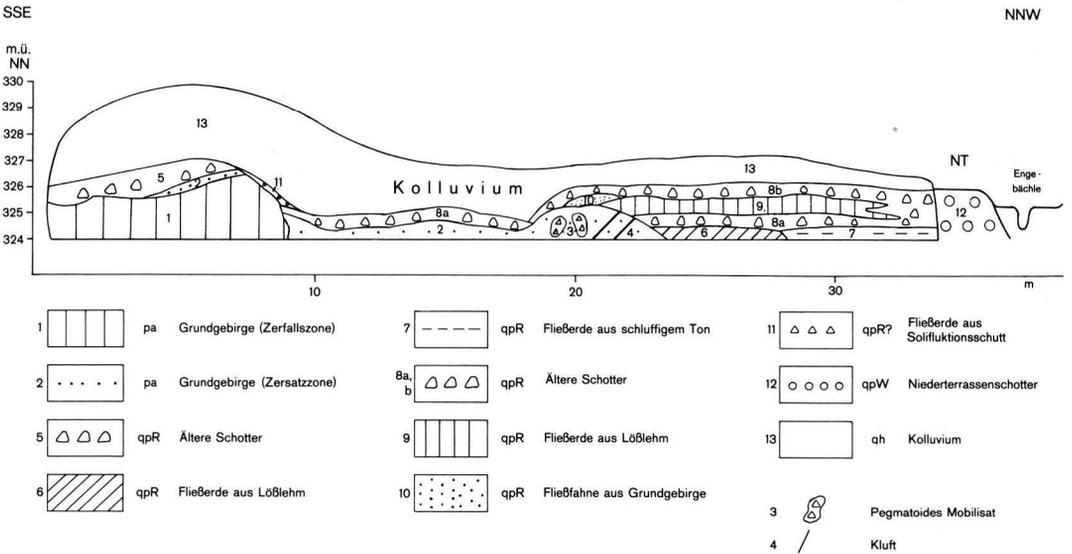
Unterschied im Zersetzungsgrad beider Schotterkörper spricht für eine Zuordnung zu zwei Kaltzeiten. Die Älteren Schotter (8a, 8b) sind in die Rißkaltzeit zu stellen. Der höher gelegene Terrassenrest (5) gehört in einen älteren Sedimentationszyklus, weil die Ablagerungen 8a und 8b einen höheren Anteil an weniger verwitterten Bestandteilen aufweisen. Sie stellen Umlagerungsprodukte dieser höheren Terrasse dar. Dieser Terrassenrest aus Älteren Schottern (5) könnte prärißzeitliches Alter besitzen. Die genaue zeitliche Stellung dieses Profilabschnittes muß jedoch hypothetisch bleiben.

Wie die Aufschlußuntersuchung in der Pfefferlessandgrube und die Kartierungsarbeiten im Raum Ehrenkirchen gezeigt haben, sind die Älteren Schotter rißzeitlicher Genese. Für den Norsinger Ahabach bedeutet diese zeitliche Einordnung, daß sich im jüngeren Holozän (Älteres Subatlantikum) eine Rinne in die rißzeitliche Hochterrasse eingetieft hat (Abb. 6, 2), die mit Umlagerungsprodukten der Älteren Schotter gefüllt wurde (7). Nach der vollständigen Verfüllung dieser Rinne mit Auelehmen kam es dann erneut zur Tiefenerosion an gleicher Stelle, die zur Ausbildung der Norsinger Ahabachschlucht geführt hat.



- | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------|---|--|------------------------------|---|--|----------------------------------|
| 1 | | pa Grundgebirge | 4 | | qpW Löß, äolisch | 7 | | qh Auelehm über Älteren Schotter |
| 2 | | qpR Ältere Schotter | 5 | | qpW Niederterrassenschotter | 8 | | qh Kolluvium aus Lößlehm |
| 3 | | qpW Fließerde aus Lößlehm | 6 | | qpW Periglazialer Hangschutt | | | |

Abb. 6: Generalisiertes Querprofil durch den Norsinger Grund.



- | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|-------|--|-----------------------------------|----|--|---------------------------------------|
| 1 | | pa Grundgebirge (Zerfallszone) | 7 | | qpR Fließerde aus schluffigem Ton | 11 | | qpR? Fließerde aus Soirfluktionschutt |
| 2 | | pa Grundgebirge (Zersatzzone) | 8a, b | | qpR Ältere Schotter | 12 | | qpW Niederterrassenschotter |
| 5 | | qpR Ältere Schotter | 9 | | qpR Fließerde aus Lößlehm | 13 | | qh Kolluvium |
| 6 | | qpR Fließerde aus Lößlehm | 10 | | qpR Fließfahne aus Grundgebirge | 3 | | Pegmatoides Mobilisat |
| | | | | | | 4 | | Kluft |

Abb. 7: Der Aufschluß Pfefferlessandgrube in Au.

6. Schriftenverzeichnis

- BRONGER, A. (1966): Lösse, ihre Verbraunungszonen und fossile Böden. — *Schr. Geogr. Inst. Univ. Kiel*, **24**: 113 S.; Kiel.
- (1969): Zur Klimageschichte des Quartärs von Südbaden auf bodengeographischer Grundlage. — *Petermanns Geogr. Mitteilungen*, **113**: 112—124; Gotha.
- GUENTHER, E. W. (1938): Der geologische Bau der Vorbergzone im Breisgau zwischen Staufen und dem Schönberg. — *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, **36**: 59—81; Freiburg i. Br.
- (1948): Diluviale Ablagerungen im Breisgau. — *Mittbl. bad. geol. Landesanst.*, **1948**: 57—59; Freiburg i. Br.
- (1951): Zur Altersstellung der sogenannten „Hochterrasse“ südlich von Freiburg. — *Mittbl. bad. geol. Landesanst.*, **1950**: 93—95; Freiburg i. Br.
- KLEIN, J., LERMAN, J. C., DAMON, P. E. & RALPH, E. K. (1982): Calibration of radiocarbon dates: Tables based on the consensus data of the workshop on calibrating the radiocarbon time scale. — *Radiocarbon*, **24**, 2: 103—150; New Haven.
- LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. — *Pflanzensoziologie. Eine Reihe vegetationskundlicher Gebietsmonographien*, **17**, 451 S.; Jena.
- LÜTTIG, G. (1956): Eine neue, einfache geröllmorphometrische Methode. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, **7**: 13—20; Öhringen.
- RAHM, G. (1969): Die Vergletscherungen des Schwarzwaldes im Vergleich zu denjenigen der Vogesen. — *Alem. Jahrbuch*, **1966/67**: 257—272; Bühl.
- RAHM, G. (1980): Die ältere Vereisung des Schwarzwaldes. — LIEHL, E. & SICK, W.-D., Hrsg. (1980): *Der Schwarzwald. Beiträge zur Landeskunde. Veröffentlichungen des Alemannischen Instituts Freiburg i. Br.*, **47**: 36—58; Bühl.
- SCHILLING, W. & WIEFEL, H. (1962): Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes. — *Geologie*, **11**: 428—460; Berlin.
- SCHMIDLE, W. (1933): Diluviale Schuttablagerungen im Oberrheingebiet. — *Bad. geol. Abh.*, **5**: 1—38; Karlsruhe.
- SCHREINER, A. (1981): Quartär, Bohrungen. — Erläut. Geol. Karte Freiburg i. Br. und Umgebung 1 : 50000: 174—199, 277—320; Stuttgart (Geol. L.-Amt Baden-Württemberg).
- STEINMANN, G. (1893): Über Pleistozän und Pliozän in der Umgebung von Freiburg i. Br. — *Mitt. grhzgl. bad. geol. Landesanst.*, **2**: 65—135; Heidelberg.
- ZOLLINGER, G. (1984): Die Landschaftsentwicklung am Schwarzwaldwestrand zwischen Freiburg und Mülheim. — *Diss. Geowiss. Fak. d. Universität*: 191 S.; Freiburg i. Br.
- , mit Beiträgen von K. MÜNZING (1985): Löß-Boden-Sequenzen am südlichen Oberrhein (Markgräfler-Land) und ihre Interpretation. — *Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **27**: 113—143; Freiburg i. Br.

Manuskript eingegangen am 12. 6. 1986.

