

Geologischer Atlas der Schweiz Atlas géologique de la Suisse

1:25000

Blatt:

1031 Neunkirch

Topographie: Landeskarte der Schweiz 1:25 000

(Atlasblatt 74)

Erläuterungen

verfasst von

FRANZ HOFMANN

Mit 2 Textfiguren und 2 Tafelbeilagen

1981

Herausgegeben von der Schweizerischen Geologischen Kommission
Publié par la Commission Géologique Suisse

VORWORT DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION

Zusammen mit dem im Jahre 1961 publizierten Atlasblatt Diesenhofen umfasst das vorliegende Blatt *Neunkirch* den grössten Teil des Kantons Schaffhausen. Strukturgeologisch ist das dargestellte Gebiet sehr einförmig, hingegen zeichnet es sich stratigraphisch durch eine reichhaltige Schichtfolge aus: Sie umfasst Gesteine von der Mittleren Trias bis in den Oberen Malm, ferner Tertiär-Formationen vom Eocaen bis ins Miocaen und schliesslich mannigfaltige Quartär-Ablagerungen, welche letztere noch manche ungelöste Probleme in sich bergen.

Unser langjähriger Mitarbeiter, Herr Dr. F. Hofmann, hat die geologische Kartierung im Verlaufe der Jahre 1967-1974 ausgeführt. Dabei konnte er teilweise auf die alten geologischen Aufnahmen von F. Schalch † zurückgreifen und auch einige unpublizierte Unterlagen von J. Hübscher † mitverwenden. Im Frühjahr 1976 legte der Autor das fertige Kartenoriginal vor, und die Kommission beschloss, das Atlasblatt Neunkirch ins Druckprogramm aufzunehmen. Im Sommer 1977 konnte mit der kartographischen Bearbeitung begonnen werden.

Die Geologische Kommission ist Herrn Dr. Franz Hofmann für seine speditive Mitarbeit – die auch das Abfassen des vorliegenden Erläuterungstextes betrifft – sehr zu Dank verpflichtet. Ferner dankt sie all jenen, die zusätzliche Informationen und Anregungen geliefert haben, namentlich den Herren Dr. C. Schindler (Quartärprobleme) und Prof. Dr. H. Rieber (Jura-Stratigraphie), ferner dem Büro Dr. A. von Moos und dem Amt für Gewässerschutz des Kantons Schaffhausen.

Basel, im Frühjahr 1981

Für die Schweizerische Geologische Kommission
Der Präsident:
Prof. Dr. W. Nabholz

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort der Geologischen Kommission	2
Einleitung	4
Stratigraphie	4
Trias	5
Muschelkalk	5
Keuper	7
Jura	12
Lias	12
Dogger	15
Malm	17
Tertiär	21
Eocaen (und älter ?)	21
Oligocaen: vormolassische Ablagerungen	22
Oligo-Miocaen: Untere Süßwassermolasse	23
Miocaen: Obere Meeresmolasse	23
Miocaen: Obere Süßwassermolasse	24
Quartär	24
Pleistocaen	24
Pleistocaen-Holocaen	34
Tektonik	38
Rohstoffe	39
Grundwasser und Bohrungen	43
Literaturverzeichnis	45
Geologische Karten	49

EINLEITUNG

Das Gebiet von Blatt Neunkirch liegt zum grössten Teil im Schaffhauser Tafeljura, dessen Schichten leicht gegen SE einfallen. Im Südostteil reicht es in das Molassegebiet des schweizerischen Mittellandes hinein, im Nordwesten über das Wutachtal hinaus in das Muschelkalk-Gebiet der südöstlichen Schwarzwald-Abdachung. Ein wesentliches Landschaftselement ist das breite Tal des Klettgaus, dessen Schaffhauser Anteil auf Blatt Neunkirch völlig erfasst wird. Es trennt den eigentlichen Rand im Norden vom Südranden (Klettgauerberg), der zwischen Klettgau und Rhein gelegen ist.

Es lag nicht in der Absicht des Verfassers, im Mesozoikum des Kartengebietes stratigraphische Untersuchungen durchzuführen. Immerhin gab die Kartierung Einblick in einige wenig bekannte Besonderheiten. Die Kartierungsarbeiten profitierten selbstverständlich entscheidend von den ausgezeichneten SCHALCHSchen Aufnahmen (Geologische Spezialkarte von Baden), ohne welche Grundlage die Arbeiten für das Atlasblatt 1031 Neunkirch wesentlich länger gedauert hätten.

Die neu gewonnenen Befunde betreffen vor allem die pleistocänen Ablagerungen und Vorgänge. Das Ergebnis der Untersuchungen ist ein wesentlich vervollständigtes Bild der Landschaftsgeschichte des Klettgaus und seiner Umgebung, das in mancher Hinsicht von bisherigen Auffassungen abweicht.

Der Verfasser dankt der Kantonalen Wasserbauinspektion Schaffhausen, insbesondere Herrn J. Büchli, der bereitwillig die Daten der im Klettgau durchgeführten Grundwasser-Bohrungen zur Verfügung stellte, ebenso den Herren Dr. C. Schindler, Dr. A. von Moos und Dr. P. Nänny für zahlreiche Informationen und Gelegenheiten zum Erfahrungsaustausch im gleichen Zusammenhang.

Gedankt sei auch der Schweizerischen Geologischen Dokumentationsstelle für die gegebenen Informationen, ferner den Herren Prof. Dr. R. Hantke und Dr. P. Fitze für die Gelegenheit zur Diskussion von Quartärproblemen bei Begehungen im Feld. Herr O. Merz vermittelte in verdankenswerter Weise wichtige Dokumente aus dem Werkarchiv der Georg Fischer AG, Schaffhausen, über Eisenerz-Gewinnung und -Verhüttung im Kanton Schaffhausen, die durch wertvolle Hinweise von Herrn Prof. Dr. W. U. Guyan ergänzt wurden.

STRATIGRAPHIE

Die Stratigraphie des Mesozoikums wird nachfolgend in stark geraffter Form dargestellt (vgl. auch Fig. 1). Für Details sei auf die nach wie vor aktuellen Beschreibungen von SCHALCH (1912, 1916, 1921) verwiesen, ebenso auf die neueren stratigraphischen Darstellungen von GENSER 1966, SCHREINER 1970, PAUL 1971 und HAHN 1971, die vor

allem das unmittelbar benachbarte süddeutsche Gebiet betreffen. Für das Studium der weiteren Zusammenhänge sei das Buch von GEYER & GWINNER (1968) zur Lektüre empfohlen.

Trias und Jura sind im Gebiet des Blattes Neunkirch und seiner Umgebung in typisch schwäbischer Fazies ausgebildet.

TRIAS

Muschelkalk

UNTERER MUSCHELKALK

Die ältesten Schichten auf Blatt Neunkirch gehören dem mittleren und oberen «Wellengebirge» an, das vorwiegend mergelig ausgebildet und nur sehr dürtig aufgeschlossen ist. Über die darin u.a. auch im Kartengebiet (Stühlingen, Salzbohrungen im Klettgau) auftretenden Pb-, Zn-, Cu- und As-Vererzungen siehe B. HOFMANN (1979).

t_{IIa} «Wellenkalk»

Dieser Abschnitt ist in einer längst aufgelassenen Grube im Weiler-tal NW von Stühlingen aufgeschlossen (SCHALCH 1912, PAUL 1971), wo auch die *Spiriferinenbank* auftritt (*Spiriferina fragilis*). Es handelt sich um eine Serie von Mergelkalken und Mergeln.

t_{IIa0} Orbicularis-Mergel

Diese Ablagerungen (mergelige und kalkige Schichten der *Myophoria orbicularis*) sind auf dem Kartengebiet derzeit E der Ziegelhütte auf der linken Seite des Wutachtals S von Stühlingen und am rechten Ufer der Wutach unterhalb von Stühlingen aufgeschlossen.

MITTLERER MUSCHELKALK

t_{IIb} Anhydritgruppe s.l.

Der mittlere Muschelkalk besteht aus einer unteren, gips- und anhydritführenden Zone, die im Wutachtal meist 10–15 m Mächtigkeit erreicht und nach S an Bedeutung zunimmt (Bohrungen Siblingen und Wilchingen), und aus einer oberen, dolomitischen und mergeligen Abfolge von 15 bis maximal 20 m Mächtigkeit im Wutachtal, die aber gegen SE auszudünnen scheint.

Der mittlere Muschelkalk streicht auf dem ganzen Kartengebiet längs der Wutach aus, ist aber nahezu überall von Gehängeschutt des Hauptmuschelkalks bedeckt. Dürtige, verrutschte Aufschlüsse finden sich am Wutach-Ufer SE von Stühlingen. Den besten Einblick bot das Gipsbergwerk E von Oberwiesen (Schleitheim), das aber wegen Einsturzgefahr nicht mehr zugänglich ist (siehe Abschnitt «Rohstoffe»). In der Tiefe kommt das Calciumsulfat als Anhydrit vor, ist aber in oberflächennahen Partien in Gips umgewandelt.

OBERER MUSCHELKALK

Der obere Muschelkalk hat am NW-Teil von Blatt Neunkirch bedeutenden Anteil. Er besteht aus einer als Hauptmuschelkalk bezeichneten kalkigen bis dolomitischen Schichtserie von 40–50 m Mächtigkeit, die von 15–20 m Trigonodus-Dolomit überlagert wird. Die Schichtfolge zeigt auf dem Gebiet von Blatt Neunkirch folgenden, stark vereinfachend dargestellten Aufbau (nach PAUL 1971):

—	Trigonodus-Dolomit	15–20 m
—	Obere «Tonplattenregion»: dolomitische Serie mit Oolithbänken (Elbenstein)	10 m
—	Untere «Tonplattenregion» (Plattenkalk-Serie) mit tonigen Zwischenlagen	10 m
—	Trochitenkalk-Serie: grobbankige Kalksteine mit Lagen von Echinodermbrekzien und dolomitischen Partien; in der Basisregion häufig Kieselknollen	30 m

t_{IIc} **Hauptmuschelkalk**

Guten Einblick in den Hauptmuschelkalk bieten diverse aufgelassene Steinbrüche. Auf schaffhauserischem Gebiet: Steinbruch an der Strasse Hallau-Wunderklingen, 800 m SE von Wunderklingen; Schindergraben, Strasse Hallauerberg-Eberfingen; Auhalde SE von Oberwiesen; N der Strassenkurve SE von Oberwiesen; auf deutschem Gebiet: aufgelassene Steinbrüche im «Elbenstein» N, NW und W von Eberfingen.

t_{IIa} **Trigonodus-Dolomit**

Im Trigonodus-Dolomit sind ebenfalls einige, teilweise noch benützte Gruben angelegt, so im Schärersgraben (Grenzzone zur «Lettenkohle», siehe dort) und S der Talmühle (SW von Schleithem, Koord. 677.200/288.370/510). Der Trigonodus-Dolomit ist ein feinkristalliner, etwas poröser Primärdolomit von relativ hohem Reinheitsgrad. Er ist teils fossilieer, teils aber völlig aus Steinkernen von Muscheln aufgebaut, deren Kalkschalen später herausgelöst wurden (*Gervillia*, *Myophoria*,

Pecten, Trigonodus). Er unterscheidet sich dann nicht vom basalen Dolomit der «Lettenkohle», von dem er nicht sicher abzutrennen ist (siehe unter «Lettenkohle»).

Keuper

t_{IIIa} «Lettenkohle»

Der *Trigonodus*-Dolomit geht ohne scharfe Grenze in den gleichartigen, Basisdolomit der «Lettenkohle» über. Ein vollständiges Profil durch die «Lettenkohle» wurde im Steinbruch Schärersgraben erschürft (Koord. 674.660/284.550/485; 2,2 km WNW von Hallau):

Feinkörniger oberer Grenzdolomit	50 + x cm
Mergel, graublau	30 cm
Ton, graublau	30 cm
Ton, bräunlich	5–8 cm
Rostige, dunkelbraune sandige Lage	0–2 cm
Graue Mergel bis Tone	5 cm
Olivgrüne, glimmerige, sandig-tonige Lage	0–0,5 cm
Graue Mergel mit sandig-siltigen Lagen, oben sandig-glimmerig-kohligh mit Pflanzenhäcksel (Estherienschichten)	50–60 cm
Grüner, schiefriger Tonstein	1–2 cm
Dolomit, plattig	15–20 cm
Ton, grau	5 cm
Bonebed, tonig-sandig, braun	1–2 cm
Dolomit, kavernoöses Muschelschill-Gestein (mit herausgelösten Schalen)	70 cm
Brauner Bonebed-Ton	0,2–0,5 cm
Dolomit-Muschelschill-Gestein	0,5–3 cm
Brauner Ton	0–0,2 cm
Dolomit, dicht, feinkörnig	5–8 cm
Brauner Bonebed-Ton	0,2–0,5 cm
Dolomit-Muschelschill-Gestein	5–15 cm
Brauner Bonebed-Ton	0,2–0,5 cm
Dolomit, dicht	5–8 cm
Brauner Bonebed-Ton	0,1–0,5 cm
Dolomit, dicht	2–5 cm
Brauner Bonebed-Ton	2–10 cm
Dolomit, Muschelschill-Gestein	2–15 cm
Brauner Bonebed-Ton	0,1 cm
<i>Trigonodus</i> -Dolomit, dicht	600 + x cm

Die Abgrenzung der «Lettenkohle» gegen den *Trigonodus*-Dolomit ist völlig offen und steht zur Diskussion (vgl. SCHALCH 1912, 1916, 1921; MERKI 1961; PAUL 1971).

Die braunen Bonebed-Lagen enthalten gelegentlich unregelmässig geformte, pyritartige Silexknollen bis zu etwa 3 cm maximalem Durchmesser, ab und zu auch grössere Limonittaschen. Im Dolomit findet man

nicht selten kleine, schön ausgebildete Kalzitdrusen und Markasitknollen (vgl. HOFMANN 1974).

Die eigentlichen Estherienschiefer der «Lettenkohle» sind nur selten der Beobachtung zugänglich. Gerade noch angedeutet findet man sie in einem Hohlweg in Schleithem (Koord. 678.240/289.280/480). Sie kamen auch bei Fundationsarbeiten auf dem Hof «Hinterem Holz», 2 km S von Oberwiesen, zum Vorschein.

t_{IIIb} Gipskeuper, bunte Keupermergel, Sandsteinkeuper

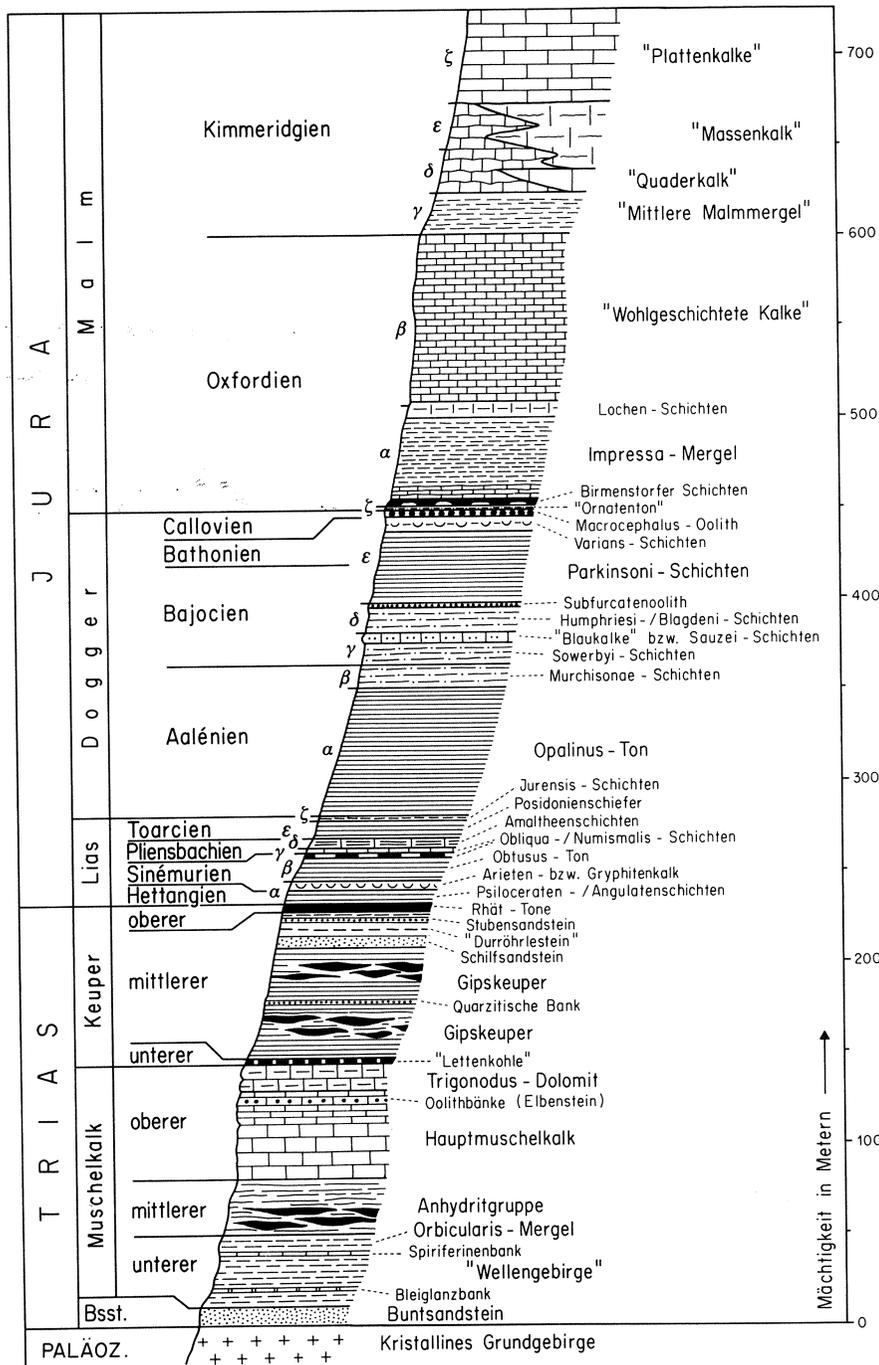
Der *Gipskeuper* besteht aus einer bis 70 m mächtigen Abfolge von teils grauen, teils bunten, sehr oft violettrotten, ab und zu auch grünen Mergeln, die nahezu kalkfrei und teilweise sehr reine Illite sind (HOFMANN & PETERS 1969). Gipslagen sind da und dort eingeschaltet, vor allem S von Schleithem (aufgelassene Grube E des «Salzbrunnen») und auf dem Hallauerberg (N des «Silstig», SW P.563, 1 km W der Hallauer Berghöfe, im Gebiet der Hallauer Bergkirche und auf dem Uelmisbuck 1,8 km WNW von Hallau; auf deutschem Gebiet 1,3 km SSE von Wunderklingen). Die Gipsvorkommen führen bis 10 cm starke Partien von oft sehr schönem, reinem, weissem bis rötlichem Alabastergips, die in schwärzliche Schiefertone eingelagert sind. Die Gips-Serien sind mit Fasergips erfüllten Klüften durchsetzt.

Ein im Gebiet von Blatt Neunkirch derzeit nur bei Muggenbrunnen (Koord. 677.200/286.900/545) aufgeschlossener Leithorizont ist die kaum mehr als 20 cm mächtige *quarzitische Bank*, ein sehr feinkörniger, hellgrauer, harter Quarzsandstein mit kieseligem Bindemittel und mit einem Dolomitgehalt von 0 bis 15%. Die sedimentpetrographische Untersuchung ergab wenig Zirkon, Rutil und Turmalin als Schwerminerale. Die Pseudocorbula-Bank (gelblicher Dolomit mit eingestreuten groben Quarzkörnern) wurde im Gebiet von Blatt Neunkirch nicht gefunden (sie ist auf Blatt 1011 Beggingen bei Koord. 679.000/291.500 aufgeschlossen).

Der *Sandsteinkeuper* umfasst die besonders interessante Schichtreihe vom Schilfsandstein zum Stubensandstein und dessen unmittelbar Hangendes:

Der sehr feinkörnige *Schilfsandstein* ist meist karbonatfrei und braunviolett oder grün gefärbt. Die Sandfraktion besteht etwa zu gleichen Teilen aus Quarz und Feldspat. Der beste Aufschluss, der Seewei-Steinbruch, liegt ausserhalb des Kartengebietes (1,7 km WNW von

Fig. 1: Stratigraphische Schichtreihe des Mesozoikums für das Gebiet des Klettgaus und des angrenzenden Wutachtales.



Beggingen). Der Schilfsandstein tritt aber an zahlreichen Stellen auch im Gebiet von Blatt Neunkirch zutage (Hallerberg ENE von Schleithem, Silstig SSW von Schleithem, Hallauer Bergkirche, W von Hallau und NW von Trasadingen mit sehr stark abnehmender Mächtigkeit). Im Gebiet von Schleithem (in der Grube Hallerberg und weiter SW als Lesesteine im Gebiet von Santiergen) wurden verkieselte Hölzer gefunden.

Die Mergelzone zwischen Schilf- und Stubensandstein ist im Gegensatz zum eigentlichen Gipskeuper betont karbonatreich ausgebildet. In ihr tritt der «Durröhrlestein» auf – in seiner typischen Ausbildung ein aus anthrakonitischen (schwarzen) Kalzitlagen in stengeliger Ausbildung bestehendes, sehr schönes Gestein mit kalkigen Zwischenlagen. In dieser Form kommt er im Tal des Chrebsbaches S des Huebhofs (1,7 km SE von Schleithem) vor (HOFMANN 1974), wo auch Spuren von Malachit darin gefunden wurden, nebst wesentlich häufiger auftretendem Coelestin. Anklänge an diese Ausbildung sind auch am Rütisberg und am Hallerberg (NE von Schleithem) vorhanden.

Im Gebiet des Hallauerbergs findet man kalkige bis dolomitische, dichte bis kavernoöse Gesteine anstelle des «Durröhrlesteins» und in der Gegend von Trasadingen teilweise harte Dolomite vom Typus der *Gansinger Dolomits* in zwei verschiedenen Horizonten.

Der *Stubensandstein*, ein arkoseartiger Grobsandstein, im Seewi Steinbruch W von Beggingen noch etwa 2 m mächtig ausgebildet, verliert im Gebiet von Blatt Neunkirch gegen S und SW rasch an Bedeutung. An der Strasse Siblingerhöhe–Schleithem, W von Näppental, tritt er bereits als kalkig-dolomitisches Gestein mit vereinzelt Grobsandkörnern auf. Die wenigen, dünnen Vorkommen am Hallauerberg deuten auf lückenhaftes Auftreten, und im Gebiet von Trasadingen fehlt der Stubensandstein völlig.

r **Rhät-Tone, Bonebed usw.**

Das Rhät wurde von SCHALCH (1919) im Jahre 1915 durch eine Grabung in der «Bratelen» SW des Bürgerheims Hallau, knapp 2 km W von Oberhallau, aufgrund einer Angabe von MERKLEIN als Bonebed nachgewiesen. An unmittelbar benachbarter Stelle führte 1942 B. Peyer eine Grabung durch, die insbesondere Zähnchen der ersten, zu den Säugetieren überleitenden Wirbeltiere lieferte (Haramyiden, Triconodonten, vgl. PEYER 1956).

Die im Gebiet des NE Hallauerberges möglicherweise bis zu 5 m mächtige, Bonebeds führende Zone zwischen den oberen, bunten Keupermergeln und den Psiloceratenschichten des Lias konnte im Laufe der

Kartierungsarbeiten im Gebiet von Blatt Neunkirch an mehreren Stellen gefunden werden. Es handelt sich um einen grünlichen, kalkarmen Tonhorizont mit eingelagerten, charakteristischen Kalkgrus-Schichten, die teils unverfestigt, teils kalkig zementiert sind und plattenartigen Charakter haben können. In dieser Form werden sie oft als Lesesteine gefunden. Ton und Kalkgrus-Schichten haben Bonebed-Charakter, und es lassen sich aus ihnen vor allem zahlreiche Zähne und Knochen von Fischen und Reptilien auswaschen. Im «Harnischbogen» (Koord. 679.120/288.750/570) konnte ein grösseres Knochenfragment eines *Gresslyosaurus ingens* RÜTIMEYER als Lesestein gefunden werden (gleichartige Knochenfragmente stammen auch aus der Peyerschen Grabung).

Der grünliche Ton ist ein sehr reines Illit/Montmorillonit-Mixed-layer-Mineral (Bestimmung verdankenswerterweise durch Herrn Prof. Tj. Peters, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Bern); womit er sich in seiner Zusammensetzung wesentlich von den liegenden, teils sehr reinen illitischen Keupermergeln und von den hangenden, tonmineralogisch komplex zusammengesetzten Schiefer-tonen der Psiloceratschichten unterscheidet. Er hat somit in der Schichtserie des Untersuchungsgebietes (und auch darüber hinaus) durchaus einmaligen, nicht ohne weiteres deutbaren Charakter. Die eingelagerten Kalkgrus-Schichten bestehen aus Kalkkörnchen von meist 1-5 mm Durchmesser; grössere Körner treten selten auf. Die Kalkkörnchen bestehen sehr wahrscheinlich aus Krustenkalken des Keupers, werden aber anstehend in der Umgebung nicht gefunden. Vereinzelt kommen Kalkmergel-Fragmente aus den liegenden Keuperschichten vor.

Im weiteren Wutach-Gebiet, ausserhalb des Kantons Schaffhausen, vor allem in der Gegend von Asefingen-Wutachmühle-Mundelfingen, konnte die charakteristische Ton-Kalkgrus-Zone nicht aufgefunden werden.

Auf dem Kartengebiet war der betreffende stratigraphische Abschnitt beim Bau eines Reservoirs auf dem «Silstig» (2 km SSW von Schleithem, P. 623,2) 1968 aufgeschlossen. In nächster Nähe der Peyerschen Grabung, nur etwa 350 m davon entfernt, gewährt eine Amateurschürfung einigen Einblick (Töbelchen SW von P. 585,7 Schwärzibuck, W der Hallauer Berghöfe, Koord. 675.900/284.620/560). Die Mixed-layer-Tonschicht mit Kalkgrus-Horizonten liegt dort unmittelbar auf rotviolettlichen Keupermergeln auf. In Form von Lesesteinen wurden Kalkgrus-Platten gefunden am Rüetisberg, im Harnischbogen und bei Santiergen S von Schleithem, W des Arietenkalk-Steinbruchs NW der Hinteren Berghöfe auf dem Oberhallauerberg und E der Vorderen Berghöfe. Auf dem Wilchingerberg und W von Trasadingen lässt sich die Schicht nicht mehr sicher nachweisen.

Die Keuper/Lias-Grenze konnte NW des Hürstenhölzli bei Koord. 678.260/286.750/575 erschürft werden: unter den Schiefertönen der *Psiloceras*-Schichten lagen dort 2 cm bituminöse Schiefer, direkt unterlagert von grünlichen Rhät-Tönen.

Kalkkonglomerate, die mit jenen der beschriebenen Kalkgrus-Horizonte im Kanton Schaffhausen vergleichbar sind, hat BRENNER 1973 aus dem oberen Mittelkeuper von Baden-Württemberg beschrieben. Der Bonebed-Charakter des auf dem Gebiet von Blatt Neunkirch aufgefundenen Ton-Kalkgrus-Horizontes und die lagemässige Beziehung zur Peyerschen Grabung machen für diese Ablagerungen ein Rhät-Alter wahrscheinlich. Der Mixed-layer-Ton und die Kalkgrus-Bänke bilden auf jeden Fall ein nicht zu übersehendes Problematikum.

JURA

Lias

Auf dem Gebiet von Blatt Neunkirch zeigt der Lias das folgende, typische Profil (vgl. SCHALCH 1912, 1916; HAHN 1971):

Jurensis-Mergel	ob. Toarcien	Schwarzjura ζ	2-4 m
Posidonienschiefer	unt. Toarcien	Schwarzjura ϵ	10 m
Amaltheenschichten	ob. Pliensbachien (= Domérien)	Schwarzjura δ	10 m
Numismalis-Mergel	unt. Pliensbachien (= Carixien)	Schwarzjura γ	2,8 m
Obliqua-Schichten	} ob. Sinémurien (= Lotharingien)	Schwarzjura β_{2-3}	0,5 m
Obtus-Ton		Schwarzjura β_1	5-20 m
Arietenkalk, Gryphitenkalk	unt. Sinémurien	Schwarzjura α_3	2-5 m
Schlotheimien-, Angulatenschichten	ob. Hettangien	Schwarzjura α_2	0,5-0,8 m
<i>Psiloceras</i> -Schichten	unt. Hettangien	Schwarzjura α_1	8-10 m

I₁ Schlotheimienschichten, Angulatenschichten Psiloceras-Schichten, Insektenmergel

Die *Psiloceras*-Schichten sind selten aufgeschlossen. In Baugruben kamen sie während der Kartierung von Blatt Neunkirch an folgenden Stellen zum Vorschein:

- Lussenhof SSE von Schleithelm,
- Reservoir Silstig P.623,2,
- Hintere Berghöfe, Oberhallauerberg,
- Reservoir Uf Rummelen, 2 km W von Hallau,
- Reservoir P.556 Netzwis an der Landesgrenze NE von Trasadingen,
- Hof Chatzenschwanz W von Trasadingen.

Die bis 10 m mächtigen *Psiloceras*-Schichten bestehen aus schwarz-grauen, kalkarmen Schiefertönen, in die feinsandige, plattige, kalkig zementierte, harte Bänke eingelagert sind (bis etwa 10 cm mächtig); diese weisen auf den Schichtflächen zahlreiche Kriechspuren auf. Aufgrund dieser harten Bänke, die als typische Lesesteine erhaltungsfähig sind, kann das Vorhandensein der *Psiloceras*-Schichten oft gut festgestellt werden.

Die *Psiloceras*-Schichten werden oben durch eine eisenoolithische Kalkschicht, die etwa 50 cm mächtige *Angulatenbank* (Schlotheimien-schichten), im unmittelbaren Liegenden der Arietenkalk abgeschlossen. Sie führt gelegentlich von Pholaden angebohrte Kalkgeoden, wobei die von den Bohrmuscheln erzeugten Hohlräume mit Chlorit (Chamosit, vgl. HOFMANN 1974) ausgefüllt sind. Aufschlüsse finden sich NW von Buckforen (N von Näppental bei Koord. 679.700/287.500); Lesesteine S des Huebhofs, gegenüber der Fundstelle Buckforen.

l₂ Arietenkalk, Gryphitenkalk

An der Basis der Arietenkalk liegt oft ein dünner Eisenoolith (Kupferfelsbank), aufgeschlossen in der Fundstelle NW von Buckforen (vgl. *Angulatenbank*). Darüber folgt eine 2–5 m mächtige Serie zoogener Kalkbänke mit *Gryphaea arcuata* als häufigstem Fossil und mit mergeligen, oft rostroten Zwischenlagen.

Der Arietenkalk-Komplex tritt im Gelände oft als markante, gebüschbestandene Geländestufe auf. Er zieht als meist schmales Band über den ganzen Hallauer- und Wilchingerberg bis ins Gebiet von Trasadingen und bildet dort oft das höchste erhaltene Schichtglied. Eine neue Bearbeitung stammt von SCHLATTER (1976).

l₃ Obliqua-Schichten und Obtusus-Ton

Die Obtusus-Tone sind fette, schiefrige Tone, die am Nordrand von Beggingen (ausserhalb des Gebietes von Blatt Neunkirch) für grobkeramische Zwecke abgebaut werden und dort derzeit am besten einzusehen sind. Auf Blatt Neunkirch fehlen frische Aufschlüsse. Die Obtusus-Tone sind 5–20 m mächtig. Besonders dünn ist die Zone im Gebiet Schleithelm-Siblingerhöhe-Chrebsbachtal.

l₄ Numismalis-Mergel

Diese Serie graufleckiger, kalkiger und mergeliger Schichten von knapp 3 m Mächtigkeit ist vorwiegend in Form von belemnitenreichen Lesesteinen dokumentiert. Sie geht über in die mergeligen Amaltheenschichten.

l₅ Amaltheenschichten

Zone des *Amaltheus margaritatus* und des *Amaltheus (Pleuroceras) spinatus*. Die kalkigen Spinatus-Bänke im oberen Teil der Amaltheenschichten sind durch das Vorkommen zahlreicher weisslich herauswitternder Koprolithen gekennzeichnet. In einem Graben beim Hürstenhof, NW der Siblingerhöhe, kamen Reste fossiler Hölzer zum Vorschein.

l_{6P} Posidonienschiefer

Die rund 10 m mächtigen Posidonienschiefer bilden ein markantes, aber schlecht aufgeschlossenes Schichtglied des Lias.

Über den Spinatus-Bänken liegen 0,5 m graue Tone, überlagert von etwa 1 m braunen, pelzig-lederartigen, elastischen Schiefnern (sehr zutreffende Beschreibung nach SCHALCH), die ganz erfüllt sind von Schalenabdrücken der *Posidonia bronni*. Diese Schiefer kamen während der Kartierungszeit wiederholt in Drainage-Gräben im Gebiet Hürsten (NW der Siblingerhöhe) zum Vorschein und waren auch in einer heute aufgefüllten Grube bei Koord. 680.300/285.650 (W von Siblingen) aufgeschlossen.

Über diesen Schiefnern liegt eine erste Stinkkalk-Bank, darüber folgen 1 m mittlere Posidonienschiefer, ihrerseits überlagert von der zweiten Stinkkalk-Bank. Über dieser Bank folgen 4,5–6 m blaugraue Schiefer, darüber der dritte Stinkkalk [Monotis-Platte, mit *Avicula (Monotis)*], überlagert von etwa 1,5 m oberem Posidonienschiefer.

Die oberste, dritte Stinkkalk-Bank ist mit ihren hangenden und liegenden Schiefnern derzeit auf der Südseite des Buckforen, bei Koord. 680.120/287.260/580, aufgeschlossen. Einen besonders guten Einblick in den oberen Teil der Posidonienschiefer gab von 1971–1973 die Baugrube des neuen Reservoirs von Gächlingen, an der Strasse zur Siblingerhöhe. Eine daraus entnommene frische Probe typischen Posidonienschiefers ergab einen chloroformlöslichen Anteil von nur 0,6%. Der Kalkgehalt betrug 44%, Dolomit fehlte völlig. Frühere Untersuchungen der Posidonienschiefer auf flüchtige bituminöse Bestandteile ergaben ebenfalls enttäuschende Resultate (HÜBSCHER 1948). Frisch zerschlagene Stinksteine der Posidonienschiefer-Serie riechen beim Zerschlagen sehr stark bituminös, was leicht einen erhöhten Gehalt vortäuscht.

Häufigstes Fossil der Posidonienschiefer sind *Inoceramus dubius* und *Posidonia bronni*, nebst plattgedrückten Ammoniten der Gattungen *Dactyloceras*, *Harpoceras* und *Hildoceras* und Belemniten. In der Baugrube des Reservoirs Gächlingen wurde ein teilweise verkieseltes Schwemmh Holzstück gefunden.

l_{6j} Jurensis-Schichten

Die sehr belemnitenreichen Jurensis-Schichten sind mergelig ausgebildet, mit hellgrauen knolligen Kalkeinlagerungen. Sie sind maximal etwa 4 m mächtig. *Grammoceras* ist eine häufig anzutreffende Ammonitengattung. Die Kalkknollen und die häufigen Belemniten sind oft als Lesesteine zu finden, vor allem etwa im Gebiet W des Strickhofs, wo ab und zu künstliche Aufschlüsse Einblick gewährten. Die Tongrube Tentenberg-Siblingerhöhe (Opalinus-Ton) baut bis auf die Obergrenze der Jurensis-Schichten ab.

Dogger

Der Dogger ist – mit Ausnahme der Opalinus-Tone – auf Blatt Neunkirch nur sehr schlecht aufgeschlossen, weil er meist unter Gehängeschutt verborgen liegt. Ein einigermaßen durchgehendes Profil bietet nur der Gratweg westlich des Schleitheimer Randen (Schlossranden). Das summarische Profil des Doggers im Kartengebiet ist das folgende:

«Grenzkalk» und Macrocephalus-Oolith	Callovien	Braunjura ζ/ϵ	0,7–2 m
Varians-Schichten	Bathonien	Braunjura ϵ	12 m
Parkinsoni-Schichten	ob. Bajocien	Braunjura ϵ	30–40 m
Blagdeni-Schichten } Humphriesi-Schichten }	mittl. Bajocien	Braunjura δ	5,4 m
«Blaukalke», Sauzei- und Sowerbyi-Schichten	unt. Bajocien	Braunjura γ	15 m
Murchisonae-Schichten	ob. Aalénien	Braunjura β	15–20 m
Opalinus-Ton	unt. Aalénien	Braunjura α	60–70 m

Die Doggerzonen nehmen gegen N (Wutachtal-Buchberg-Eichberg) erheblich an Mächtigkeit zu. Für Details sei auf GENSER 1966 und HAHN 1971 verwiesen.

a₁ Opalinus-Ton

Grosse Tongruben geben sehr guten Einblick in den im Gebiet von Blatt Neunkirch 60–70 m mächtigen Opalinus-Ton (Hinter Pflumm und

Tenterenberg NNW von Siblingen; W von Erzingen). Er besteht aus einer Serie dunkelgrauer Schiefertone mit zunehmend sandigen, mit Wülsten überzogenen Bänken in der Oberregion. Eine Probe von fettem Opalinus-Ton aus der Grube «Hinter Pflumm» hatte einen Sandgehalt von 17% und enthielt 7% Kalk und 2% Dolomit. Die Tonfraktion besteht aus Illit, unregelmässig wechsellagerndem Illit/Montmorillonit und Kaolinit, nebst wenig Chlorit (vgl. HOFMANN & PETERS 1969).

Ungefähr im Mittelteil des Opalinus-Tones treten dolomitische bis ankeritische Geoden von meist 3–5 cm Durchmesser auf, die Zinkblende und gelegentlich Baryt enthalten (nach freundlicher Mitteilung von Herrn E. Wälchli, Frick). In dolomitischen geodenartigen Einschlüssen der gleichen Grösse wurden Fukoiden gefunden. Die aus dem mittleren Wutachtal bekannten grossen Geoden (Calcit-Septarien) treten im Gebiet der Siblingerhöhe nur in wesentlich bescheidenerer Ausbildung auf (stark fluoreszierender Kalzit).

a₂ Murchisonae-Schichten

Die Murchisonae-Schichten sind nur am westlichen Schlossranden schlecht aufgeschlossen. Es handelt sich um dunkle Tone mit Kalkbänken.

i_{1a} Sowerby-Schichten

Die Sowerby-Schichten sind ebenfalls vorwiegend tonig-mergelig ausgebildet. Sie waren zur Zeit der Kartierung kurzfristig in einer Baugrube SE von Unterneuhaus auf Kote 440 m als schwarzgraue, schiefrige Tone aufgeschlossen, was die Beobachtung von SCHALCH (1917) bestätigte.

i_{1b} «Blaukalke», Sauzei-Schichten

Die obere Partie der Sowerby-Schichten bilden die sogenannten «Blaukalke», im Wutachtal «Oberer Wedelsandstein» genannt. Es handelt sich um mehrere, durch Mergel getrennte Bänke eines grauen, feinsandig-kalkigen Gesteins mit typischen «Wedeln» auf den Schichtflächen – einer Oberflächenstruktur, die wie mit dem Überfahren mit einem Besen entstanden erscheint (*Cancellophycus*, Frass-Spuren?). Die Bänke führen auch Phosphoritknollen und sind am Gratweg W des Schlossranden aufgeschlossen.

i_{1c} Blagdeni- und Humphriesi-Schichten

Am Schlossranden schlecht aufgeschlossene, mergelig-kalkige Serie. Der *Subfurcatum-Oolith* (Eisenoolith) ist am westlichen Gratweg des Schlossranden auf Kote 705 m aufgeschlossen.

i_p Parkinsoni-Schichten

Tonige Zone, in die am Gratweg des westlichen Schlossranden nur schlechter Einblick besteht.

i_{2v} Varians-Schichten

Die gelbbraun verwitternden Mergel- und Mergelkalk-Gesteine der Varians-Schichten trifft man, lückenhaft aufgeschlossen am Gratweg W des Schlossranden, ebenso als Lesesteine N und ENE von Osterfingen, am Nordhang des Altfären (S von Wilchingen) und im Langtal, E von Siblingen (Koord. 682.260/285.380/620).

i₃ «Grenzkalk» und Macrocephalus-Oolith

Im Gebiet von Blatt Neunkirch ist die Eisenoolith-Zone der Macrocephalus-Schichten kaum mehr als 1,5 m mächtig. Sie ist am Schlossranden (Gratweg) schlecht aufgeschlossen, ebenso am Nordhang des Altfären (S von Wilchingen) und in den Weinbergen N von Osterfingen. Durch neue Schürfungen (R. Gygi) wurde sie erschlossen am Weg W des Räckholterenbuck (W Lang Randen), auf 740 m Höhe, und im Churztal, 400 m SW des Siblinger Randenhauses (Koord. 682.140/287.030/690). Während des Zweiten Weltkrieges wurde an diesen Stellen, ebenso W des Siblinger Randenturms (ältere geologische Schürfung, wiederholt aufgegraben), NW von Löhningen und am W-Fuss des Vorder Häming, auf den Eisenoolith geschürft. Die Mächtigkeit war stets bescheiden und der Fe-Gehalt lag stets unter 20% (HÜBSCHER 1948).

Malm

Für stratigraphische Details sei auf SCHALCH (1916) verwiesen. Eine neue Bearbeitung des Oxfordien in der Nordschweiz und in den angrenzenden süddeutschen Gebieten hat GYGI (1969) vorgenommen. Für den Malm im Hegau und im östlichen Randengebiet gibt SCHREINER (1970) eine ausgezeichnete Übersicht. Der Weisse Jura mit seinen

charakteristischen, hellen Kalkstein-Formationen trägt seinen Namen durchaus zu Recht. Er ist im Randengebiet der morphologisch weitaus auffälligste Schichtkomplex:

Ulmensis-Schichten, «Plattenkalke»	} Kimmeridgien	Weissjura ζ	ca. 50 m
Setatus- und Subeumela-Zone		Weissjura ϵ	25–30 m
Pseudomutabilis-Schichten, «Quaderkalke»		Weissjura δ	25–30 m
«Mittlere Malmmergel»		Weissjura γ	20 m
«Wohlgeschichtete Kalke»	} Oxfordien	Weissjura β	80–90 m
Lochen-Schichten		(?)	6–10 m
Impressa-Mergel (untere Malmmergel)		Weissjura α	35–50 m
Birmenstorfer Schichten		Weissjura α	ca. 1 m
Glaukonit-Sandmergel		Braunjura ζ	0,2–0,5 m

i₄ Glaukonit-Sandmergel

Diese, früher als «Ornatenton» bezeichnete Schicht (SCHALCH 1916) besteht aus einem glaukonitreichen, mergeligen Ton mit einem beträchtlichen Gehalt an feinem, weissem Quarzsand; sie liegt unmittelbar über den Macrocephalus-Schichten und stellt das unterste Oxfordien des Gebietes dar. Dieser Ton wird im Wutach-Gebiet als Glaukonit-Sandmergel bezeichnet und führt viele Belemniten (*Belemnites hastatus*). Am Siblingler Randen ist die Schicht nur etwa 20 cm mächtig, am Eichberg aber rund 1 m. Vor allem im Eichberg-Gebiet zeichnet sich dieser Horizont durch einen beträchtlichen Schwermineral-Gehalt aus, wobei vor allem ein relativ hoher Ilmenit-Anteil auffällt. Im Gebiet des Siblingler Randen sind die Gehalte bescheidener.

i₅ Birmenstorfer Schichten

In der Dogger/Malm-Grenzregion wurden im Gebiet des Churztals (N von Siblingen) und am Lang Randen in den letzten Jahren Schürfungen durchgeführt (R. Gygi), die u. a. auch Einblick in die Birmenstorfer Schichten gaben. Im Churztal, 500 m SW des Siblingler Randenhauses (siehe Angaben unter «Macrocephalus-Schichten»), wurde der maximal 20 cm dicke Ornatenton von einer untersten, fossilreichen, stark glaukonitischen, 10 cm mächtigen Kalkbank der Birmenstorfer Schichten überlagert («Mumienschichtle» im Wutachtal). Über dieser Schicht folgt eine nur 2–3 cm starke Lage eines grauen, feinsandigen, glaukonitischen Tons, der sehr ähnlich wie der Ornatenton beschaffen ist. Im Gegensatz zu diesem führt er aber in der Schwermineral-Fraktion auffallend grosse, frische, idiomorphe Körner von Apatit mit Gas- oder Flüssigkeitseinschlüssen (nebst den in beiden Tonen vorkommenden Mineralien Ilme-

nit, Zirkon, Rutil, Anatas, Turmalin, vgl. HOFMANN 1974). Die gleiche Schicht wurde auch an anderen Stellen nachgewiesen, insbesondere auch am Westabfall des Eichbergs, NW von Blumberg. Sie führt auch hier die gleichartigen Apatitkristalle, die 0,5 mm oder noch länger werden können.

Es ist nicht auszuschliessen, dass der merkwürdige, auf die genannte Tonlage in den Birnenstorfer Schichten beschränkte Apatitgehalt vulkanischen Ursprungs ist.

Der apatitführende Tonhorizont wird von etwa 10 cm fossilreichem, glaukonitischem Kalk überlagert. Die darüber liegenden Kalk- und Mergelkalk-Schichten sind nicht mehr so charakteristisch glaukonitführend wie die basalen Lagen der Birnenstorfer Schichten und erreichen maximal noch 1 m Mächtigkeit. Mit Hilfe des Glaukonits wurde das Alter der Birnenstorfer Schichten vom Churztal von GYGI & McDOWELL (1970) zu 145 ± 3 Millionen Jahren bestimmt.

i_{SE} Imprensa-Mergel, Effinger Schichten

Die Imprensa-Mergel sind eine 35–40 m mächtige, fossilarme, hellgraue Serie kalkreicher Mergel, die mit Kalkbänken wechsellagern. Sie sind meist vom Schutt der «Wohlgeschichteten Kalke» bedeckt. Nach oben schliessen sie ab mit den Lochen-Schichten.

Lochen-Schichten (Hornbuck-Schichten)

Diese kalkige Zone ist gegen 10 m mächtig. Es handelt sich um durch Mergellagen getrennte, unregelmässige Bänke gefleckter Schwammkalke. Die ruppigen Schichtflächen sind oft rostig und von Serpeln überzogen. Aufschlüsse finden sich an der Strasse von Siblingen zum Siblinger Randenhaus auf etwa 695 m Höhe und an der Strasse Schaffhausen–Hemmental, an der Kurve knapp 1 km SSE von Hemmental – an dieser Stelle mit einer fossilreichen, auffallend glaukonitischen Basiszone aus kavernen Kalken.

i₆ «Wohlgeschichtete Kalke»

Die «Wohlgeschichteten» oder «Wohlgebankten Kalke» haben eine Mächtigkeit von 80–90 m. Es sind regelmässig mauerartig geschichtete, klüftige, splittrige, muschelrig brechende, dunkelbeigefarbene Kalksteine, deren Bänke 10–60 cm dick und von dünnen Kalkmergel-Lagen getrennt sind. Sie wurden früher in zahlreichen Brüchen abgebaut und lieferten auch den Hauptanteil des Gehängeschutts im Randengebiet. In der mittleren Zone findet man oft dickbankige, hellere Schichten, die Crinoiden-Bruchstücke und auch Glaukonit führen (Crinoidenbänke).

Die «Wohlgeschichteten Kalke» wurden von GYGI (1969) stratigraphisch und paläogeographisch bearbeitet (von ihm als Küssaburg- und Wangental-Schichten bezeichnet).

i_{7a} «Mittlere Malmmergel»

Die leicht verwitternden, meist nur etwa 20 m mächtigen «Mittleren Malmmergel» bewirken sehr oft über der Steilstufe der «Wohlgeschichteten Kalke» eine auffallende Geländeverflachung. Es sind hellgraue, kalkreiche Mergel. Sie sind vor allem an der Basis und im oberen Teil fossilreich. Besonders reichlich sind Schwämme vertreten, ebenso Brachiopoden (verkieselte Terebrateln am Nordhang des Rossberges, SE von Osterfingen; Koord. 679.850/279.470/610, vgl. FELIX 1967).

Einen guten Einblick bietet derzeit ein Waldstrassen-Einschnitt am Mittleren Häming bei Koord. 682.690/281.280/560, wo sich in den Mergeln auch Spaltenfüllungen mit Grobsanden der Oberen Meeresmolasse fanden. In der gleichen Gegend gehen die «Mittleren Malmmergel» gegen das Hangende in ausgesprochene Schwammgrus-Bänke (Tuberolithe, FRITZ 1958) über.

Glaukonitische Partien kommen am Chornberg N von Löhningen vor.

OBERE MALMKALKE

Die mächtige Serie der oberen Malmkalke (Weissjura δ , ϵ und ζ) wurde – in Anlehnung an EISSELE (in SCHREINER 1970) – in drei Zonen unterteilt, wobei sich lithologisch-stratigraphisch nur die «Plattenkalke» deutlich abtrennen lassen.

Die Pseudomutabilis-Schichten und die Setatus-Subeumela-Zone wurden konstruktiv aufgrund der für die Grenze Oxfordien/Kimmeridgien erarbeiteten Strukturkurvenkarte (Tf. II) und der Untersuchungen von EISSELE bzw. SCHREINER auf der Karte als zwei verschiedene Formationen dargestellt.

i_{7b} Pseudomutabilis-Schichten, «Quaderkalk»

Diese Schichtserie ist stellenweise als heller, dichter splittiger Quaderkalk entwickelt. Vor allem im südwestlichen Kartengebiet und auf dem eigentlichen Randen besteht sie aus scherbigen, oft fossilreichen, zoogenen Kalken. Am Mittleren Häming (Koord. 682.730/281.480/600) und am Lang Randen (Koord. 681.550/287.800/875) konnten Glaukonitpartien festgestellt werden. Der Glaukonit kommt vor allem in Form von Überzügen auf Fossilien oder auf Kalkbänken vor.

i_{7c} Setatus- und Subeumela-Kalke

Diese Zone geht im Randengebiet ohne erkennbare Grenze aus den Pseudomutabilis-Schichten hervor. Die Massenkalk-Fazies tritt in beiden Abfolgen auf und kann von der tieferen in die höhere Stufe übergehen; sie wurde auf der Karte besonders ausgeschieden. Die Massenkalk sind mächtige, massige, ungeschichtete, klüftige Kalkkomplexe, die zu markanten Felsriffen Anlass geben können (Rheinfall, Hardflue SE von Beringen, Wirbelberg, Geissberg und viele andere Stellen).

Die Massenkalk-Fazies tritt in horizontaler Erstreckung nicht durchgehend auf. Ausgesprochen zuckerkörnige Varietäten, wie sie in der Gegend von Thayngen auftreten, fehlen im Kartengebiet.

i₈ «Plattenkalke», Ulmensis-Schichten

Die «Plattenkalke» sind nur im Südteil des Gebietes von Blatt Neunkirch erhalten. Sie waren im N schon zur Zeit der siderolithischen Bildungen abgetragen – vermutlich während der Kreidezeit (vgl. Profil 2, Tf. I). Es handelt sich um plattige, meist nicht sehr feste, dickbankige helle Kalke mit Mergel-Zwischenlagen.

TERTIÄR

Eocaen (und älter ?)

e Bolustone (z. T. mit Bohnerz), Siderolithikum

Am Ende der Jurazeit wurde der Meeresboden nördlich einer Linie, die etwa von Biel nach Sargans verlief, gehoben und das Gebiet verlandete. Während der Kreidezeit und dem Alttertiär, d. h. während rund 100 Millionen Jahren, herrschten auf dem herausgehobenen Land terrestrische Verhältnisse. Bei tropischem Klima entstanden Rückstands- und Auslaugungs-Sedimente geringer Mächtigkeit auf einer verkarstenden Jurakalk-Oberfläche. Die Bildung dieser Rückstände muss bereits zur Kreidezeit begonnen haben. Es fand nicht nur Bildung von Rückstands-Sedimenten in situ durch Entkalkung der obersten jurassischen Schichten statt, sondern offenbar auch eine grössere Materialzufuhr durch periodische Wasserläufe. Davon zeugt z. B. eine schmale Spalte in den «Wohlgeschichteten Kalken» am Westabfall des Siblinger Randen (Koord. 682.100/287.525/820, HOFMANN 1967), die mit Grobsand und mit kieseligen Fossilresten aus dem Jura gefüllt ist.

Das Profil 2 auf Tafel I zeigt, dass die siderolithischen Rückstands-Sedimente von S nach N auf immer tieferen jurassischen Schichten aufliegen, was auf eine Abtragungsphase während der Kreidezeit hinweist. Die erwähnten Grobsande, die auch in der Gegend von Barga gefunden wurden, dürften von N her zugeführt worden sein und können wohl nur aus der oberen Trias stammen.

Vor allem offenbar während des Alttertiärs (Paleocaen–Eocaen) fand kräftige Auslaugungs-Verwitterung der zugeführten und der in situ entstandenen entkarbonatisierten Bildungen statt, die oft in Vertiefungen der Karst-Oberfläche des Jura zusammengeschwemmt wurden – nicht selten auch in tief hinabreichende Spalten und Taschen. Aus den tonigen Rückständen entstanden in der Folge langfristiger Auslaugung durch aggressive tropische Regenwässer und damit verbundene Kieselsäure-Abfuhr die kaolinitischen Bolustone, die in verhältnismässig reiner Form im Färberwisli ENE von Beringen vorkommen und dort abgebaut wurden (ausserhalb des Kartengebietes vor allem in der Umgebung von Lohn). Die im Gebiet des Schaffhauser Randen nur selten auftretenden siderolithischen Quarzsande zeigen ebenfalls Zeichen aggressiver chemischer Lösungsverwitterung, die zur Verrundung der Quarzkörner und zu glasglänzenden Oberflächen führte (Spaltenfüllung am Siblinger Randen). Es ist sehr wahrscheinlich, dass es sich bei der Entstehung der Bolustone und der siderolithischen Quarzsande nicht nur um rein chemische Auslaugungsprozesse, sondern auch um biogene Erscheinungen handelte.

Besonders verbreitet sind die siderolithischen Bildungen auf dem Südranden (Klettgauerberg), und zwar in Form von bohnerzföhrnden Bolustonen, teilweise bedeckt mit dünnen Resten von Oberer Meeresmolasse.

In tiefreichenden Spalten fanden sich Bolustone in «Wohlgeschichteten Kalken» an der Autostrasse Schaffhausen–Barga am Längenberg bei Koord. 689.020/287.360.

Oligocaen: vormolassische Ablagerungen

o₁ Kaolinitmergel (Gelberden) und Krustenkalke

Zwischen Siderolithikum und Molasse findet sich eine bis 4 m mächtige Formation von kalkigen Kaolinitmergeln (Weg Flurlingen–Laufen, Areal der Schweizerischen Industriegesellschaft Neuhausen am Rheinfall, HOFMANN & PETERS 1962), stellenweise von dünenartig gelagerten Sandwällen aus Quarzgrobsand, Kalkgrus und Bohnerz (SE von Schloss Laufen, derzeit nicht sichtbar, HOFMANN 1967) und von Krustenkalcken (Hofstetten–Neuhausen).

Diese Bildungen deuten auf einen Übergang zu semiaridem Klima zur Zeit des Altoligocaen (Sannoisien/Lattorfien), aus welcher Zeit sie stammen müssen. Sie entsprechen als rein terrestrische Bildungen den zur gleichen Zeit abgelagerten marinen Bildungen am Alpenrand (Oligocaen-Flysch bis Untere Meeresmolasse).

Oligo-Miocaen: Untere Süßwassermolasse

o_3-m_1 «Granitische» Sande und Sandsteine, fluvioterrestrische Mergel

Krustenkalke, die im Stadtgebiet Schaffhausen (Stokarberg-Strasse, Koord. 688.660/283.630/455) in einer Baugrube über altoligocaenen Kaolinitmergeln auftraten, repräsentieren vermutlich terrestrisches Chattien. Im wesentlichen ist aber die Untere Süßwassermolasse, vor allem auf dem Südranden und im Gebiet Schaffhausen-Flurlingen-Rheinfall-Rheinau, in Form «granitischer» Sande und Sandsteine, im oberen Teil durch Mergelzonen mit häufigen roten Lagen vertreten. Besonders gut ist die Untere Süßwassermolasse an der Buechhalde, dem linksrheinischen Steilhang gegenüber Neuhausen am Rheinfall, aufgeschlossen.

Miocaen: Obere Meeresmolasse

m_{2-3} «Randen-Grobkalk»

Ein Relikt von typischem «Randen-Grobkalk» (marines Muschelschill-Gestein), überlagert von wenig rötlichem Helicidenmergel mit Einstreuungen vulkanogener Mineralkörner (HOFMANN 1967), ist auf dem nördlichen Buechberg (E «Uf der Linden») erhalten.

m_3 Marine Sande und Quarzitgerölle der Napf-Schüttung

Die marinen Sande und Quarzitgerölle der Napf-Schüttung repräsentieren die jüngsten Ablagerungen der Oberen Marinen Molasse und sind Ausfüllsedimente der Graupensand-Rinne (HOFMANN 1967). Es handelt sich im wesentlichen um Gerölle und Sande der Napf-Schüttung, die durch marine Strömungen und Sturzwellen in das Gebiet der Nordostschweiz verfrachtet wurden.

Ein grösserer Komplex findet sich im Altholz, etwa 1,4 km S von Hemmental, in Form von Quarzitgeröllen der Napf-Schüttung – vorwiegend aus typischen sedimentären, harten Quarziten bestehend. In der begleitenden Sandfraktion konnte Gold als Schwermineral und typisches Indiz für Herkunft aus dem Napf-Delta nachgewiesen werden.

Dieses Molasserelikt ist ein durch Auslaugungs-Verwitterung stark beeinflusster, schlecht aufgeschlossener Rest von Quarzitnagelfluh (Austernnagelfluh), erkennbar an zahlreichen Quarzitgeröllen. Ein ähnliches, kleineres Vorkommen findet sich im Gebiet Steinacker, NNE von Löhningen (schon von J. Hübscher beobachtet).

Verbreitet findet man sandige und geröllführende, gleichartige Bildungen der Oberen Meeresmolasse auch auf dem Südranden (Klettgauerberg) (rein sandige Ausbildung beim Rossberghof), die in geringmächtiger Lage das Siderolithikum bedecken. Die besonderen Lageungsverhältnisse, die aus dem Profil 2 der Tafel I hervorgehen, erklären sich durch intramolassische Erosion innerhalb der Graupensand-Rinne, die offensichtlich Relikte von «granitischen» Sandsteinen der Unteren Süßwassermolasse inselartig stehen liess.

Auf dem Randen sind resistente Quarzitgerölle der Graupensandrinne als Reste der Oberen Meeresmolasse besonders auf dem Längenberg, dem Klosterfeld und W des Griesbacherhofs (NW von Schaffhausen) zu finden.

Miocaen: Obere Süßwassermolasse

m₄ Mergel der Juranagelfluh, Juranagelfluh

Obere Süßwassermolasse ist nur in Form von Relikten auf dem nördlichen Buechberg, im nordöstlichen Kartengebiet, bei Buechberghaus und Uf der Linden erhalten.

QUARTÄR

Die geologische Bearbeitung von Blatt Neunkirch führte zu einer Reihe neuer Erkenntnisse über die Landschaftsgeschichte des Klettgaus und des Hochrhein-Gebietes, die an anderer Stelle ausführlicher beschrieben sind (HOFMANN 1977).

Pleistocaen

PRÄRISS

q_{1s} Älterer Deckenschotter

Das älteste pleistocaene Dokument im Gebiet von Blatt Neunkirch ist der ältere Deckenschotter auf dem Buechbüel, P. 567, W von Neuhausen am Rheinfall (Basis auf etwa 550 m Höhe). Er enthält wie alle

weiteren älteren Deckenschotter der Nordostschweiz einen geringen Anteil an Kristallin-Komponenten, nur sehr selten lokale Jurakalke und keinerlei Hegau-Vulkanite. Die älteren Deckenschotter der Nordostschweiz werden nach herkömmlicher Auffassung der Günz-Eiszeit zugeschrieben, doch ist vorgünzzeitliches Alter (Donau-Vereisung ?) nicht völlig auszuschliessen (vgl. GEYER & GWINNER 1968).

Q_{2s} Jüngerer Deckenschotter

Im Kartengebiet treten jüngere Deckenschotter auf dem Cholfirst S von Schaffhausen, ferner N von Neuhausen (NW Charlottenfels, Felsen der Hohfluh) und innerhalb der damals schon beträchtlich eingetieften Klettgau-Rinne im Gebiet zwischen Neunkirch, Wilchingen und Osterfingen (auf Dogger auflagernd) auf. Die jüngeren Deckenschotter führen etwas mehr Kristallin-Komponenten und lokale Jurakalk-Gerölle als die älteren Deckenschotter, aber ebenfalls keine Hegau-Vulkanite. Sie bilden mit ihren oft kalkig zementierten Partien markante Felsen.

RISS-VEREISUNG

Die pleistocänen Ablagerungen, die jünger als die Deckenschotter, aber älter als die würmzeitlichen Ablagerungen sind, wurden auf der Karte chronologisch im Sinne der herkömmlichen Einstufung unter Annahme einer Zweiphasigkeit der Riss-Vereisung (Riss I, Riss II) dargestellt. Diese Periode des Pleistocäns war gekennzeichnet durch die Erosion und teilweise Wiederauffüllung der Klettgau-Rinne, einen nachfolgenden Eisvorstoss (Riss I) mit Ablenkung des Rheinsystems von Schaffhausen nach Süden zum Thurtal, verbunden mit kräftiger Erosion und Wiederaufschotterung. Anschliessend stiess das Eis der Riss II-Vergletscherung aus den Alpen und dem Schwarzwald bis in den Klettgau vor.

FRÜHRISS - RISS I

Q_{3sk} Rinnenschotter und Eisrandschotter im Klettgau

Die im Oberklettgau bis auf 350 m Meereshöhe ausgeräumte Klettgau-Rinne wurde anschliessend mit bis zu 100 m Schotter wieder aufgefüllt. Der Felsboden der Rinne ist durch geophysikalische Untersuchungen und durch ältere und neuere Bohrungen verhältnismässig gut bekannt (GILLIAND 1970, VON MOOS & NÄNNY 1970). Die Erosion der Klettgau-Rinne und ihre Wiederaufschotterung dürften frühriesszeitlich stattgefunden haben. Gleichzeitig dürften auch die Randentäler - insbesondere das Lieblosental und das Wangental - ausgeräumt worden sein.

Die Klettgau-Rinne und ihre Schotterfüllung ziehen von E her vom Fulachtal quer durch das Mühlental und über die «Breiti» unter den Enge-Schottern hindurch zum Klettgau.

Die Rinnenschotter des Klettgaus sind in grossen Kiesgruben (E und SE von Beringen, S von Hallau, W der Station Wilchingen-Hallau, Trasadingen, Erzingen) bis zu 30 m Tiefe aufgeschlossen.

Die Klettgau-Rinnenschotter führen nebst etwa 90% alpinen Karbonatgeröllen etwa 5% Kristallin-Komponenten, oft sehr viele Jurakalke lokaler Herkunft und – als charakteristische Leitgesteine – Hegau-Vulkanite (vor allem Phonolithe, seltener Basalte und vulkanische Tuffe) und Gesteine der Hegau-Molasse (Krustenkalke des Albstein, kieselige Süsswasser-Sinterkalke). Nur dem durch das Wangental der Klettgau-Rinne zugeführten Schotteranteil fehlen Hegau-Gesteine. Die Klettgau-Rinnenschotter führen ausserdem einen bemerkenswerten Gehalt an Goldflitern, die aus dem Einzugsgebiet des damaligen Alpenrheins stammen.

In den höchsten Partien der Kiesgruben SE und E von Beringen tritt eine auffällige Blocklage mit Findlingen bis zu 3 m³ auf, die einen Eisvorstoss in die weitgehend wiederaufgeschotterte Klettgau-Rinne dokumentieren (Riss I). Das abflusslose Becken des Oberklettgaus ist als Zungenbecken dieses Eisvorstosses zu deuten, der bis etwa 1½ km WNW von Guntmadingen reichte. Die Schotterzonen, die das Becken vor allem im NW umranden (Beringen-Löhningen-Schmerlet-Erlen) sind als Riss I-Eisrandschotter aufzufassen; sie führen ebenfalls Hegau-Vulkanite. Im Gegensatz zum Unterklettgau fehlen im Zungenbecken des Oberklettgaus lössartige Schwemmlehme.

Q_{3SL} Seebodenlehm ? (Eschheimertal und Lieblosental)

Im mittleren Lieblosental N von Beringen wurden 1943/44 bei der Suche nach Grundwasser 30 m Lehm und Schliesand festgestellt; die Mächtigkeit der Lehmfüllung beträgt schätzungsweise etwa 60 m (HÜBSCHER 1951). Es dürfte sich um Seeboden- und Schwemmlehm handeln, abgelagert in einem Stausee, der zur Zeit der Auffüllung der Klettgau-Rinne entstanden sein muss.

Ähnliche, vielleicht etwas jüngere Seelehme treten im Eschheimertal auf.

Q_{3mk} Randglaziäre Schwemmlehme und lehmige Moräne (oberer Klettgau)

Am Rande der abflusslosen Ebene des Oberklettgaus (Riss I-Zungenbecken) kommen E von Beringen und zwischen Guntmadingen und

der Enge siltige bis lehmig-kiesige Bildungen vor, die als randglaziäre Schwemmlehme und lehmige Moränen der Riss I-Vereisung aufzufassen sind. Die Erosionsterrassen in diesem Gebiet dürften beim Abschmelzen des Eises entstanden sein.

q_{3s} Reliktische Lokalschotter

Schotter, die vorwiegend aus Malmkalk- und aufgearbeiteten Quarzitnagelfluh-Geröllen bestehen, treten auf der Ostseite des Bückli (NW des Aazheimerhofs, SW von Neuhausen) und nördlich des Buechbrunnen (3 km N von Schaffhausen) am SE-Sporn des Längenberges auf. In beiden Fällen handelt es sich vermutlich um Schotter lokaler Rinnen, die zur Zeit der Auffüllung der Klettgau-Rinne und der Schaffhausen-Rheinfall-Rheinau-Rinne entstanden. Der entsprechende Schotter am Längenberg wurde von einem Bach zugeführt, der sein Einzugsgebiet auf dem Reiat hatte. Er führt relativ wenig Quarzitgerölle der Oberen Marinen Molasse, während diese Gerölle beim Aazheimerhof häufiger sind.

RISS I-INTERSTADIAL I/II

q_{3t} Fetter Seeton (unter dem Klettgau-Schwemmlehm)

Unter dem lössartigen Schwemmlehm des Klettgaus liegen stellenweise fette Seetone. Temporäre Einblicke gaben Baugruben an folgenden Stellen:

- Wilchingen, Koord. 677.400/279.980 (blauer, sehr plastischer, zäher Ton mit einem Kalkgehalt von 25%, unter hellbraunem tonigem lössartigem Silt).
- Hooggenbüel, zwischen Hallau und Neunkirch: 3–4 m fetter, grauer Ton über Rinnenschotter, überlagert von etwa 1 m geröllführendem Sand; darüber gelber lössartiger Schwemmlehm.

q_{3L} Schwemmlehme im Klettgau (sog. «Löss»)

Früher als Löss gedeutete, sandig-tonige, ockerfarbene, meist völlig entkalkte Bildungen bedecken einen grossen Teil des Klettgaus westlich ausserhalb des Oberklettgauer Zungenbeckens. Sie erreichen bis zu 10 m Mächtigkeit. Die Sandfraktion umfasst 10 bis über 30% und besteht zu einem überwiegenden Teil aus ehemaligem Molassesand (granatreiche, epidotfreie Schwermineral-Fraktion vom Charakter jener der Glimmersande der Oberen und der Unteren Süsswassermolasse). An der Basis der Schwemmlehme tritt oft eine nur wenige Millimeter starke, sinterartige Kalkschicht auf (aufgelassene Lehmgrube Hungerbuck W von Neunkirch, Kiesgrube S von Hallau), die häufig auf einer völlig ebenen,

glatten Schotterfläche aufliegt. Möglicherweise handelt es sich um eine Ausscheidung aus aufsteigenden, kalkreichen Lösungen (vgl. auch FITZE 1973).

Bei diesen verbreiteten lehmigen Ablagerungen handelt es sich sicher nicht um Löss. Vielmehr deuten diese Sedimente darauf hin, dass nach der Aufschotterung des Klettgaus infolge stark reduzierten Gefälles, verbunden mit einer möglichen Rückstauwirkung in der Gegend von Waldshut, vorübergehend eine teilweise Wasserbedeckung herrschte. Es wurden keine Schotter, sondern nur noch Schwemmlehme abgelagert, deren Material möglicherweise zum Teil aus Molassebildungen des Südranden stammt, teilweise aber wohl auch aus weiter östlich gelegenen Gebieten, aus denen beim Abklingen der fluviatilen Zufuhr in den Klettgau nur noch Sande angeschwemmt wurden.

Auch FITZE (1973) kam zum Schluss, dass die Schwemmlehme des Klettgaus keine Löss-Ablagerungen sind. Möglicher echter Löss wurde in Baugruben E von Neunkirch (Koord. 680.000/282.850) angetroffen, überlagert von Schwemmlehm. Es handelte sich um rein lokal auftretende siltige, tonarme Lagen, für die aber fluviatile Entstehung auch nicht auszuschließen ist. Ähnliche Bildungen treten als Zwischenlagen in den oberen Partien der Kiesgruben S von Erzingen auf. Einblicke in die Schwemmlehme gaben die Gruben, in denen das Material für grobkeramische Zwecke abgebaut wurde (Hungerbuck und Gigenbuck W von Neunkirch), und Baugruben am Galgenbuck N der Station Wilchingen-Hallau und bei Betten SE von Hallau. In den zähen, mehr oder wenig sandigen, ockerfarbenen Lehmen findet man nicht selten Geröllnester eingelagert. Technologisch wurde der Ton vom Hungerbuck von HORMANN & PETERS (1969) untersucht. Die Tonfraktion enthielt 45% Illit, 25% Montmorillonit, 10% Kaolinit und etwas Chlorit nebst Quarz und Goethit.

Q_{3SR}

Rinnenschotter im Gebiet Neuhausen–Rheinau

Der Riss I-Gletschervorstoss in die Klettgau-Rinne gab offenbar Anlass zur Ablenkung des Rheins von Schaffhausen nach S in die Thur-Rinne, die rund 10 km weiter südlich parallel zur Hegau-Klettgau-Rinne verlief. Der abgelenkte Rhein erodierte zunächst die tief in den Malm eingeschnittene Rinne, die im Gebiet der nördlichen Schaffhauser Altstadt von der Klettgau-Rinne abzweigt und unter dem Urwerf (Mulde SW der Steig) hindurch südlich abbiegend zum heutigen Rheintal und bis Flurlingen verläuft. N der südlichen Flurlinger Rheinbrücke biegt die Rinne wieder gegen W ab und zieht in einem Bogen unter Neuhausen durch ins heutige Rheinfall-Becken. Vom Rheinfall-Becken erweitert sich die Rinne nach S in den leichter erodierbaren Molasse-

schichten und verläuft E von Rheinau zum Thurtal. Im Rafzerfeld erodierte der abgelenkte Rhein – vereint mit der Thur – aus der dort bereits vorhandenen alten Thur-Schotterfüllung (vom Alter der Klettgau-Rinnenschotter) zunächst eine zweite Rinne. Die Rinne des abgelenkten Rheins südlich Neuhausen und ihre Fortsetzung im Rafzerfeld und weiter westlich wurde in der Riss I/Riss II-Interstadialzeit wieder von Schottern eingedeckt, die via nordwestliches Bodensee-Gebiet und Hegau und über Schaffhausen transportiert wurden. Sie führen – wie die Klettgau-Rinnenschotter – Jurakalk-Gerölle aus dem Hegau und Randengebiet und Hegau-Vulkanite, insbesondere Phonolithe (vgl. HOFMANN 1977).

Im Gebiet Schaffhausen-Neuhausen dürften diese Rinnenschotter des abgelenkten Rheins bis auf eine Höhe von etwa 450 m aufgeschüttet worden sein.

RISS II - SPÄTRISS

Q_{3mM}

Durch den Riss-Gletscher aufgearbeitete Molasse (mit nur geringem Gehalt an alpinen Geschieben)

Auf der Südabdachung des Klettgauerberges (Südranden), vor allem in der weiteren Umgebung von Jestetten, wurde vom Riss-Gletscher vorwiegend die dort anstehende Molasse etwas aufgearbeitet und mit einzelnen alpinen Geschieben verknetet. Eigentliche Moränen fehlen.

Q_{3m}

Moränen der Riss-Vergletscherung

Bei den auf der Karte eingetragenen Moränen handelt es sich meist um sehr geringmächtige Ablagerungen, oft nur um «Moränenschleier». Die entsprechenden Bildungen längs des Wutachtales bestehen – wie durchgeführte Untersuchungen gezeigt haben – fast oder ausschliesslich aus Material, das hauptsächlich aus der Trias-Bedeckung des Schwarzwaldes im Wutachgebiet stammt. Einen solchen Befund ergab die Untersuchung eines glazialen Reliktes auf dem «Vorderhau» S von Eberfingen: das vollständig entkalkte lehmige Material, das die Hochfläche bedeckt, enthielt im Auswaschungsrückstand rundliche Geschiebe bis Gerölle aus kieseligen Schichten des Muschelkalks, nebst wenig grobem Quarzsand und sehr vereinzelt Buntsandstein- und Kristallin-Komponenten.

Die Vorkommen NNW und NW von Gächlingen (Lugmer) sind sehr geringmächtig und führen alpines und jurassisches Material.

Die im Gebiet N und NW von Jestetten auf der Karte eingetragenen Riss-Moränen sind nur schlecht erkennbar und bestehen aus alpi-

nem Material. Es ist nicht auszuschliessen, dass es sich teilweise um stark verwitterte Schotterreste vom Alter der Enge-Schotter handelt.

Grosse *alpine Findlinge* der Riss II-Zeit sind sehr selten und im Kartengebiet nur im Klettgau zu finden:

- Serizitschiefer mit maximal 2 m Durchmesser am NE-Fuss des Tenggebucks in einem rechten Seitental des Ergoltingertals (1,7 km SW von Guntmadingen).
- Verrukano, 600 m WNW der Siblingerhöhe, evtl. Menhir?
- Quarzit, SE von P. 590 Hinter Pflumm, 1,3 km N der Siblingerhöhe.
- Quarzit, Hallauerberg, 250 m NW der höchsten Stelle der Strasse Hallau-Wunderklingen.
- Kieselkalk im Bachtobel E von Siblingen (Ausgang des Langtals; während der Kartierung neu aufgefunden).
- Seewer Kalk mit Silexlagen, im Rebberg Talacker, 300 m E der Kirche Wilchingen. Gemeldet von Herrn O. Hablützel, Wilchingen; anlässlich der Wilchinger Herbstausstellung 1975 ausgehoben und ausgestellt und nachher wieder an Ort und Stelle verbracht (Koord. 677.800/280.350).

Andere, von SCHALCH (1916, 1921) im Gebiet von Blatt Neunkirch erwähnte Blöcke sind nicht mehr vorhanden.

Findlinge nichtalpiner, lokaler Herkunft kommen an zwei Stellen vor:

- Tüfelsherdplatte, P. 563, knapp 2 km NW von Hallau: über 1 m grosse Platte aus Trigonodus-Dolomit.
- Bruchstücke eines Findlings aus Keuperdolomit (Durrrohrlestein ?) beim Berghus, Wilchingerberg (vom Rheingletscher transportiert ?).

Alle andern im Klettgau anzutreffenden Findlinge (ausgenommen jene der Riss I-Vereisung in den Kiesgruben des Oberklettgau) sind ortsfremd und stammen meist aus Moränen der Würm-Eiszeit in der Gegend von Schaffhausen.

Nebst den Moränen der Riss II-Vereisung und den wenigen Findlingen kommen im Klettgau verbreitet kleine Geschiebe schwarzwäldischer, jurassischer und alpiner Herkunft vor.

Alpine Geschiebe sind über die Siblingerhöhe hinaus nach N bis in die Gegend von Schleithelm zu finden. Sie belegen einen Vorstoss des alpinen Eises bis in jene Gegend.

Schwarzwäldische Geschiebe (vor allem Buntsandstein, seltener Kristallin, gelegentlich Ultrabasite) finden sich auf dem Wilchinger- und Hallauerberg, aber auch in der Klettgau-Ebene bis in die Gegend von Neunkirch und Siblingen auf den Schwemmehm-Kuppen.

An *jurassischen Geschieben* fallen besonders Arietenkalk-Trümmer auf, die auf den Südhängen des Wilchinger- und Hallauerberges verbreitet sind, aber ebenfalls in der Ebene des Klettgaus auf den Schwemmehm-Kuppen bis in die Gegend von Siblingen, Neunkirch und Unterhaus zu finden sind. Im gleichen Gebiet und bis in die Gegend W von Wilchingen, SE von Trasadingen und Erzingen trifft man häufig auch Malmkalk-Geschiebe.

Man könnte das Auftreten dieser Geschiebe durch Verschwemmung, künstliche Verschleppung oder Solifluktion erklären. Diese Deutung ist aber bei Vorkommen von Liaskalk-Geschieben in der Gegend von Erzingen und ausserhalb des Kartengebietes W von Rechberg nicht möglich, weil dort die nächsten anstehenden Liaskalk-Vorkommen jenseits von Hügelkuppen liegen. Es ist deshalb wahrscheinlicher, dass die beschriebenen Geschiebe glazial verschleppt wurden. Darauf deuten auch die Art der Vorkommen und der jeweilige Materialbestand.

Die Schwarzwald- und Arietenkalk-Geschiebe in der Klettgau-Ebene wären demnach auf einen Vorstoss des Schwarzwald-Gletschers bis in die Gegend von Siblingen, Neunkirch und Unterneuhaus zurückzuführen. Möglicherweise stiess der Schwarzwald-Gletscher zuerst bis in die Klettgau-Ebene vor und wurde nachher vom Eis des Rhein-Gletschers überfahren. Zum Problem der zerstreuten Geschiebe sei auch auf die Arbeiten von PFANNENSTIEL (1958), PAUL (1965, 1966) und PFANNENSTIEL & RAHM (1963, 1966) verwiesen.

Längs des Randen lag die Eishöhe in der Gegend von Beggingen auf rund 700 m Höhe (vgl. auch RAHM 1961); zwischen Schlossranden und Lang Randen auf etwa dem gleichen Niveau oder eher noch etwas höher, am südlichen Siblinger Randen auf etwa 650 m. Vermutlich zeugen auf dieser Höhe an vielen Stellen vorkommende Nackentälchen und abgesackte Malmkalk-Schollen vom Eisrand des Riss-Gletschers (SE von Beggingen; P. 741, Burghalde am Schlossranden; Heidenlöcher N des Lang Randen; Schollen W des Räckholterenbuck und am Siblinger Randen). Es ist denkbar, dass die zahlreichen abgesackten Schollen aus «Wohlgeschichteten Kalken» am Lang Randen, am Siblinger Randen und E von Siblingen auf Eisdruck des Riss-Gletschers zurückzuführen sind.

Q_{3sE} Enge-Schotter

Das Abschmelzen des Eises der Riss II-Vereisung muss sich im Klettgau und südlich davon darin geäussert haben, dass zuerst die nur mit wenig Eis bedeckten Erhebungen eisfrei wurden, während in Tälern und Mulden das Eis länger liegen blieb, so auch als Toteis-Masse im Klettgau.

Die Enge-Schotter zwischen Breite-Terrasse (Schaffhausen) und dem östlichen Klettgau sind als Ergebnis des Zerfalls der Riss II-Vereisung zu deuten. Sie bestehen vermutlich vorwiegend aus lokal verschwemmtem Material, vor allem der jüngeren Deckenschotter (Cholfirst), mit denen sie gerölmässig auffallend gut übereinstimmen (HOFMANN 1977). Im Gegensatz zu den Rinnenschottern im Klettgau und im Hochrhein-Gebiet führen die Enge-Schotter keine Hegau-Vulkanite.

Zu den Enge-Schottern sind auch die Vorkommen am Lusbüel S von Beringen und Relikte am westlichen Cholfirst SE von Flurlingen zu zählen.

WÜRM-VEREISUNG

q_{4sV} Vorstoss-Schotter (?) der Würm-Vereisung

Als Vorstoss-Schotter wurden Vorkommen E von Dachsen und W von Neuhausen interpretiert. Es ist aber durchaus möglich, dass es sich um ältere Schotter handelt, denn ihr Alter kann nicht sicher ermittelt werden.

q_{4m} Moränen der Würm-Vergletscherung

Der Maximalstand der Würm-Vereisung ist im Kartengebiet durch nicht sehr deutliche Moränenwälle dokumentiert. Das Gebiet Neuhausen-Schaffhausen lag im Eisdruck-Schatten des Cholfirst, der zweifellos einen bedeutenden Einfluss auf die Eisbewegung hatte. Es ist sehr wahrscheinlich, dass das Gebiet der Breite (= Breiti) wenig oder gar nicht vereist war. Der Cholfirst selbst war während der Würm-Vergletscherung eisfrei.

q_{4s} Schotter des Maximalstandes, Niederterrassen-Schotter

In der Gegend von Jestetten fand zur Zeit des Würm-Maximums Entwässerung durch das Wangental statt. Schotterrelikte in diesem Tal und in der Gegend von Jestetten dürften dieser Phase zuzuschreiben sein.

q_{4L} Schwemmlehm (z. Zt. des Maximalstandes)

Schwemmlehme im Wangental und in der Klus zwischen Neuhausen und der Enge (= Engi) dürften aus der Zeit des Maximalstandes der Würm-Vereisung stammen, als das Eis bereits abzuschmelzen begann. Im Wangental hatte zunächst eine Phase der Erosion stattgefunden, der die Rinne in den Klettgau-Schottern von Osterfingen über Weisweil Richtung Griessen zuzuschreiben ist.

q_{4t} Bänderton (Neuhausen)

Schöne Bändertone kamen 1974, 100 m W des Bahnhofs SBB Neuhausen, unter Rückzugs-Schottern und über Grundmoräne zum Vorschein. Sie dürften würmzeitlichen Alters sein und dokumentieren, dass das Rheintal zwischen Schaffhausen und dem Rheinfall schon

vorwürmzeitlich weitgehend erodiert war. Dafür sprechen auch die tiefliegenden Würm-Moränen der Gegend von Flurlingen.

q_{4sR} Rückzugs-Schotter (Schaffhausen-Jestetten)

Als Rückzugs-Schotter der Würm-Vereisung sind die höhergelegenen Terrassenschotter in der Gegend von Neuhausen, Altenburg und Dachsen zu betrachten. Sie ordnen sich in das System der morphologischen Terrassen ein, die während der Abschmelzphasen der Würm-Vereisung im Rheintal zwischen Schaffhausen und Rüdlingen teilweise aus diesen Rückzugs-Schottern, teilweise aus älteren Schottern heraus-erodiert wurden (siehe unten).

q_{5s} Spät- bis postglaziale Schotterflächen

Im Gebiet von Blatt Neunkirch spielen diese jüngsten und tiefsten Schotterflächen keine grosse Rolle, wohl aber unmittelbar südlich in der Gegend von Rheinau-Rüdlingen-Flaach.

Morphologische Terrassen

Die Gestaltung des heutigen Rheintals zwischen Schaffhausen und dem Ichel-Gebiet verlief während der Abschmelzphasen der Würm-Vereisung in Form einer ausgesprochenen Terrassierung. Die Terrassen wurden teilweise aus wenigmächtigen würmzeitlichen Rückzugs-Schottern (q_{4sR}), zum grossen Teil aber aus risszeitlichen Rinnenschottern (q_{3sR}) heraus-erodiert. Der fortschreitenden Erosion entsprechen die folgenden Terrassen:

T _{VI}	Rheinau-Terrasse
T _V	Nohl-Terrasse
T _{IV}	Altenburg-Fulach-Terrasse (Schlieren-Stadium)
T _{III}	Munot-Terrasse
T _{II}	Stokarberg-Terrasse
T _I	Breite-Terrasse

Im Rheintal zwischen Schaffhausen und Neuhausen, das schon vorwürmzeitlich weitgehend ausgeräumt worden war, lag vermutlich nach dem Beginn der Abschmelzphasen der Würm-Vereisung noch einige Zeit Toteis.

Etwa zur Zeit der Altenburg-Fulach-Terrasse (Schlieren-Stadium) erreichte die Erosion des Rheins von Osten her die Malmkalk-Obergrenze des östlichen Randes der mit Schotter gefüllten, risszeitlichen Rheinfal-Rinne und wurde von dieser alten Rinne kanalisiert. Aus den mehr oder weniger zufälligen Gegebenheiten entstand der Rheinfall: Der Rhein fällt von Osten her, über den widerstandsfähigen Massenkalk-

Rand einer alten Erosionsrinne, in ein früheres, rechtwinklig zur Fallrichtung verlaufendes, ehemals mit leicht erodierbaren Schottern gefülltes Tal, das rasch freigelegt und vom Rheinfluss aus in Richtung Süden vom Rhein wieder benützt wird (vgl. HEIM 1931, HÜBSCHER 1951, HOFMANN 1977).

Pleistocaen – Holocaen

q_{SR} Malmkalk-Schotter der Randentäler

Die Malmkalk-Schotter zeigen nur schlecht gerundete Komponenten und bestehen vorwiegend aus «Wohlgeschichteten Kalken». Sie kommen vor im Merishusertal, im Hemmentalertal, im Lieblosental und im Tal von Beggingen-Schleithelm. Am Südranden erfüllen sie das Ergoltingertal und reichen bis gegen Neunkirch. Kleinere Vorkommen treten in der Gegend von Jestetten auf.

Die Malmkalk-Schotter der Randentäler können teilweise bereits vorwürmzeitlichen Alters sein, teilweise wurden sie vermutlich später noch umgelagert.

q_{SW} Wutach-Schotter

Die Schotter des Wutachtals bieten eine bunte Palette von Geröllen des Schwarzwald-Kristallins, von Karbongesteinen (Kulm-Konglomerate und Vulkanite) der Mulde von Lenzkirch und von Buntsandstein, daneben auch von Gesteinen aus Muschelkalk und Keuper des mittleren Wutachtals. Diese Schotter sind gelegentlich in Baugruben erschlossen – ausserhalb des Kartengebietes «in den Widen», etwa 1,8 km oberhalb Oberwiesen auf dem linksseitigen Talboden der Wutach. Die Wutach-Schotter im Kartengebiet dürften würmzeitlich und jünger entstanden sein, jedenfalls nach der hochwürmzeitlichen Wutach-Ablenkung (RAHM 1961).

Gehängeschutt

Die meist ausgeprägten Steilhänge, die von den «Wohlgeschichteten Kalken» und vom Hauptmuschelkalk verurteilt werden, sind in ihrem unteren Teil mit Kalk-Gehängeschutt bedeckt, der teilweise – vor allem über Dogger-Tonen und Impressa-Mergeln – auch sehr lehmig sein kann. Weniger häufig finden sich Gehängeschuttbildungen auch in höheren Kalkformationen, ebenso unterhalb von Deckenschottern.

Die Bildung von Gehängeschutt begann mit der Erosion der Täler, vor allem nach der Eintiefung der Klettgau-Rinne, und sie dauert

teilweise heute noch an. Die grössten Massen an Gehängeschutt sind aber wohl in Kaltzeiten entstanden.

Am SW-Hang des Vorder Häming (SE vom Ergoltingerhof) enthält der sonst vorwiegend aus «Wohlgeschichteten Kalken» bestehende Hangschutt einen deutlichen Anteil alpiner, eiszeitlich transportierter Gerölle. Es ist am wahrscheinlichsten, dass diese Gerölle vom Eis und allenfalls von Schmelzwässern des Riss-Gletschers zugeführt worden sind. Über dem Gehängeschutt am Vorder Häming fehlen alpine Gerölle, die hätten verschwemmt werden können. Mischzonen von Gehängeschutt aus alpinen Geröllen und Malmkalken N von Osterfingen erklären sich aus den darüber austreichenden Schichten.

Eine grössere, hochgelegene, ziemlich feinkörnige Gehängeschutt-Masse aus Kalken der Pseudomutabilis-Schichten ist E des Schlossranden in einer Grube aufgeschlossen. Im Gehängeschutt WNW des Räckholterenbück (Grube auf Kote 725 m) findet sich eine auffällige, kalkarme, dunkelbraune, mehrfach verrutschte Tonlage, die in ihrem geringen Feinsand-Schlämmrückstand idiomorphe Zirkonkriställchen nebst Hornblenden, Pyroxen und Biotit als Schwermineralien enthält. Es ist wahrscheinlich, dass es sich um vulkanischen Flugstaub – möglicherweise aus den jungquartären Eruptionen der Chaîne des Puys (nördliche Auvergne) – handelt (HOFMANN 1972, HANTKE 1972). An der gleichen Stelle findet man sehr viele Kalktrümmer mit geblähter, rissiger Aussenzone. Es ist anzunehmen, dass diese Stücke durch Hitzeeinwirkung oberflächlich zu CaO gebrannt wurden, das nachher hydratisiert und rekarbonatisiert wurde. Dies kann am ehesten auf einen Waldbrand zurückgeführt werden (HOFMANN 1972).

Bergsturzscht

Ein grösserer Bergsturz, der nicht genau datierbar ist, liegt am Ostrand des «Chli Buechberges», 2½ km N von Schaffhausen.

Verwitterungslehm (± sandig, auf Schottern)

Lössartige Lehme bedecken stellenweise die Deckenschotter im Gebiet Neunkirch-Wilchingen-Osterfingen. Möglicherweise handelt es sich um Relikte von Schwemmlehmen, die beim Abklingen der Schotter-Akkumulation entstanden.

Eigentliche Verwitterungslehme auf oberflächlich entkalkten Schottern sind jene im Oberklettgau. Sie deuten auf langfristige, tiefgreifende Entkalkung und Bodenbildung.

9L **Gehängelehm und Schwemmlehm, Verwitterungslehm im allg.**

Gehängelehm vorwiegend *aus Keuper-Mergel*: Geringmächtiger, violetter Schwemmlehm aus Keuper-Mergel kommt in der unmittelbaren Umgebung von Hallau vor. In der Baugrube der Kläranlage von Hallau zeigte sich 1975 folgendes Profil: Über oberflächlich stark verwittertem Rinnenschotter lag eine Schicht von typischem, feinsiltig-tonigem, ockerbraunem Schwemmlehm des Klettgau («Löss») mit vereinzelt alpinen Geröllen. An der Obergrenze dieser Schicht lagen alpine Gerölle und Liaskalke (vermutlich Geschiebe der Riss II-Vergletscherung), und es wurde darin ein Knochenfragment gefunden. Über dieser Zone lagen 1,5-2 m dunkelbraunvioletten Tons, der an dieser Stelle offenbar nicht nur reines Keuper-, sondern auch Lias-Material enthält.

Gehängelehm vorwiegend *aus Lias-Ton mit Blöcken von Arietenkalk*: Vor allem der Südhang des Hallauer- und des Wilchingerberges wird über grosse Flächen von Lias-Tonen bedeckt, die kleinere und grössere Blöcke von Arietenkalk führen. Es ist wahrscheinlich, dass diese Bildungen nicht reinen Gehängelehm darstellen, sondern zu einem erheblichen Teil durch den über Hallauer- und Wilchingerberg vorstossenden Schwarzwald-Gletscher der Riss II-Vereisung verschleppt wurden (vgl. S. 30).

Abgerutschte und versackte Schollen

Abgerutschte Schollen aus Muschelkalk finden sich im Wutachtal, solche aus «Wohlgeschichteten Kalken» am Schlossranden, Lang Randen und Siblinger Randen und am Altären. Eine besonders grosse, tief abgerutschte Scholle ist jene an der Isenhalde SE von Siblingen.

Schollen aus Kimmeridge-Kalken kommen E von Beringen vor, solche aus Deckenschotter vor allem W oberhalb des Charlottenfels (Neuhausen). Die abgerutschten Schollen im Klettgau dürften vermutlich auf Eisdruckwirkung des Riss II-Gletschers zurückzuführen sein, stellen aber in mancher Hinsicht noch problematische Phänomene dar.

Bachschuttkegel

Eine Erscheinung besonderer Art ist der grosse Schuttkegel von Siblingen, der überwiegend aus Malmkalk-Komponenten besteht, während solche aus dem obersten Dogger sehr selten sind und alpine und schwarzwäldische Trümmer völlig fehlen. Da auf diesem Schuttkegel verbreitet schwarzwäldische und alpine Geschiebe vorkommen, ist es nicht auszuschliessen, dass dieser Schuttkegel älter als die Riss I-Vereisung ist und dass er von diesem Eis überfahren wurde.

Ähnliches Alter ist für den Schuttkegel von Beringen (Ausgang des Lieblosentals) anzunehmen. Zur Zeit des Riss I-Eisvorstosses in den Oberklettgau wurden am Eingang zum Lieblosental Eisrandschotter abgelagert, dahinter etwas Malmkalk-Schutt aus dem Tal selbst. Nach dem Abschmelzen des Eises wurde ein Teil dieses Materials als Schuttkegel in das Gebiet S von Beringen verschwemmt. Der vordere Teil des Schuttkegels besteht aus Malmkalk-Schutt, randlich führt er mehr alpine Geschiebe (Aufschlüsse in Baugruben 1975).

Kalktuff (inkl. Reste des interglazialen Kalktuffs von Flurlingen)

Zu erwähnen ist der *Flurlinger Kalktuff*, von dem Reste noch an der Strasse Schaffhausen-Winterthur (S der Bindfadenfabrik Arova) zu sehen sind. Dieser Tuff liegt unter Würm-Moränen und entstand demzufolge prähochwürmzeitlich, doch kann über das genaue Alter nichts Sicheres ausgesagt werden.

Im Flurlinger Kalktuff, der von etwa 1850–1900 abgebaut wurde, fanden sich vor allem Pflanzenreste (*Acer*, *Buxus*, *Tilia*, *Equisetum*, *Carex*, *Deschampsia*, *Crataegus*, *Corylus*, *Frangula*, *Fraxinus*, *Abies alba*, *Taxus*, *Cornus*, *Fagus*). An tierischen Resten wurden Knochen des Torfrindes, des Edelhirsches und von *Rhinoceros merckii* gefunden. Über das Alter sagen diese Funde nichts aus. Im übrigen sei auf die zahlreichen Arbeiten über dieses Vorkommen verwiesen, insbesondere auf WEHRLI 1894, MEISTER 1899, GUYAN & STAUBER 1941, HANTKE (in HOFMANN & HANTKE 1964).

Höhlen

Eine detaillierte Beschreibung der Höhlen im Kanton Schaffhausen gibt VETTERLI (1965). Im Gebiet von Blatt Neunkirch finden sich Höhlen an folgenden Stellen:

In den Kimmeridge-Kalken (meist im Massenkalk):

- W-Seite des Merishusertals, Koord. 688.410/287.580/590.
- Siebenstöckige Höhle am S-Sporn des Längenbergs, Koord. 689.700/286.850/500.
- Birch, Koord. 689.600/286.260/480, im Massenkalk. Wenige Meter südlich davon liegt ein begehbarer Stollen von etwa 20 m Länge, in dem 1527 auf Silber geschürft wurde.
- Neuhausen am Rheinfall, NW vom Schlösschen Wörth, Koord. 688.020/281.760/410; kleine Höhle im Massenkalk.
- Neuhausen am Rheinfall, W vom Schlösschen Wörth, Koord. 688.030/281.480/365.
- Teufelsküche 1,8 km E von Beringen, Koord. 686.980/283.850/500.

- Dolinenartige Schachthöhle am Finsterwägli, eingebrochen 1972, 17 m tief, Koord. 686.860/284.010/545.
- Staarolli, Schachthöhle, 18 m tief, NW des Rossberghofs, Koord. 680.660/279.810/615.

In verkitteten eiszeitlichen Schottern:

- Neuhausen am Rheinfall, Hohfluh, Franzosenhöhle, in jüngerem Deckenschotter, Koord. 688.450/283.150/500.
- Spitz Wilchingen (prähistorisch besiedelt), Koord. 677.990/279.710/490, in jüngerem Deckenschotter.
- Plomberg (Wilchingen), Koord. 677.100/279.040/420, in verkittetem Rinnenschotter.

Dolinen

Dolinen kommen sehr häufig auf ausstreichenden Oberflächen der Lettenkohle vor und reichen in den Trigonodus-Dolomit hinunter, vermutlich auch in den Hauptmuschelkalk. Die bedeutendsten, meist trichterförmigen Dolinen liegen auf dem Hallauerberg am Rand des Wutachtals (Althau, Seebenhau, Gälleten).

TEKTONIK

Für die Bruchstörungen im Gebiet von Blatt Neunkirch (Tf. II) ist im wesentlichen posthelvetisches, teilweise sogar postmolassisches Alter anzunehmen, wenn auch Indizien für ältere Bewegungen vorhanden sind (vgl. SCHREINER 1970).

Ein Hinweis darauf, dass die NW-SE-verlaufende Hauptverwerfung des Randes jünger ist als Helvétien, ergibt sich aus der Lage des durch die Verwerfung abgeschnittenen kleinen Helvétien-Vorkommens N des Beringer Randenturms.

Die Schrägstellung der Schichten des Schaffhauser Tafeljuras (Einfallen generell gegen SE) fand zu einem erheblichen Teil schon während der Absenkung des Molassetroges und seiner Auffüllung statt - hauptsächlich während der Unteren und Oberen Süßwassermolasse. Die Auflagerung des Siderolithikums auf immer tiefere Malmschichten in Richtung NW deutet darauf hin, dass diese Bewegungen (bei gleichzeitiger Erosion) schon sehr weit zurückdatieren (Profil 2, Tf. I). Die Lagerung des Mesozoikums geht aus der Strukturkurven-Darstellung der Tafel II hervor.

Im Gebiet Buechberghus - Uf der Linden, im nordöstlichen Kartengebiet, liegen Obere Meeresmolasse und Obere Süßwassermolasse auf

verschiedenen und zudem relativ tiefliegenden Malmstufen auf. Diese Auflagerung ist nicht auf tektonische Ursachen zurückzuführen, sondern hängt mit der intramolassischen Ausräumung der Graupensand-Rinne (Helvétien) zusammen, deren Nordweststrand zwischen dem Molasse-Relikt Uf der Linden und dem SE davon gelegenen, tieferen Juranagelfluh-Vorkommen verlief. Die Obere Süßwassermolasse sedimentierte später die Graupensand-Rinne und die nördlich anschließenden Gebiete ein (vgl. SCHREINER 1970, HOFMANN 1967).

Die Helvétien-Vorkommen Altholz, Steinäcker NE von Löhningen und jene auf dem Südranden liegen innerhalb der Graupensand-Rinne, was auch die unterschiedlichen Auflagerungsverhältnisse erklärt (vgl. Profil 2, Tf. I).

ROHSTOFFE

Eisenerze

Bohnerze der Siderolith-Formation

Bohnerze wurden im Gebiet von Blatt Neunkirch in beträchtlichem Umfang auf dem Südranden (Klettgauerberg), zwischen Neuhausen am Rheinfall und dem Wangental, abgebaut.

Die gewaschenen Erzbohnen bestehen aus Goethit und Limonit und haben einen Fe-Gehalt von 40-45% (BAUMBERGER 1923, HOFMANN 1967). Das Erz wurde aus gegen tausend kleinen, zu einem überwiegenden Teil noch erhaltenen Löchern von kaum mehr als 10 m Durchmesser gewonnen. Die Hauptabbaugebiete lagen auf dem Lauferberg, im Wasenhau, auf dem mittleren und hinteren Häming, auf dem Wannenberg, Rossberg und in der Gegend des Frankengraben und Ettengraben (Jestetten). Teilweise wurden 10-20 m tiefe Schächte abgeteuft. Der Erzbohnen führende Bohnerzton ist meist nicht mehr als 5-6 m mächtig. Nur ausnahmsweise kamen 20-30 m tiefe Taschen vor. Die Erzgewinnung war ein wenig systematischer Raubbau. Stellenweise findet man Erzlöcher in quartären Ablagerungen angesetzt, vermutlich als Schürflöcher.

Die ältesten Angaben über die Gewinnung von Bohnerz gehen auf das Jahr 1587 zurück (REIFFER 1954/55). Eine erste, intensivere Abbauperiode lag zwischen 1678 und 1770, wobei das Erz teilweise in der Eisenschmelze Eberfingen im Wutachtal (Koord. 674.120/285.680), ab 1693 auch im Hochofen im Laufen am Rheinfall auf der rechten Seite des Rheinfalls (Neuhausen, Koord. 688.370/281.590; nicht zu verwech-

seln mit Schloss Laufen auf der linken Seite des Rheinfalls) verhüttet wurde.

Die zweite, grössere und auch letzte Abbauperiode dauerte von 1802–1850. Von 1817–1850 wurde das gesamte Schaffhauser Erz im Hochofen am Laufen verhüttet (Kapazität 500 t/Jahr).

Von besonderem Interesse ist die von 1813–1818 von Bergwerks-administrator Johann Conrad Fischer (dem Gründer der Eisenwerke im Mühlental, der späteren Georg Fischer Aktiengesellschaft) im Winterihau auf dem Wannenberg, 2½ km SE von Neunkirch, betriebene Grube (Entenloch). Die genaue Überprüfung ergab, dass sie bei Koord. 681.600/280.900/630 gelegen haben muss, nicht an der in älteren Schriften aufgeführten Stelle. In der noch erkennbaren Grube wurde ein Schacht abgeteuft und vom Hang her ein Entwässerungstollen (Fischerstollen) vorgetrieben, dessen Lage und Deponie noch gut zu erkennen sind.

Zerfallene Stolleneingänge sind auch noch 800 m SE des Rossberghofs bei Koord. 680.400/278.960/590 vorhanden.

1918/19 trieb Brunneningenieur A. Scherrer (Schaffhausen) vom Ergoltingental her bei Koord. 681.600/281.360/510 einen Stollen in die «Wohlgeschichteten Kalke» vor, in der Hoffnung, in Richtung Winterihau (Wannenberg) in der Tiefe reichere Erzvorkommen zu erschliessen. Im Winterihau war gleichzeitig ein Schacht auf 10 m Tiefe ausgehoben worden und hätte später den Stollen erreichen sollen. Die Lage des Stolleneingangs ist noch gut zu erkennen.

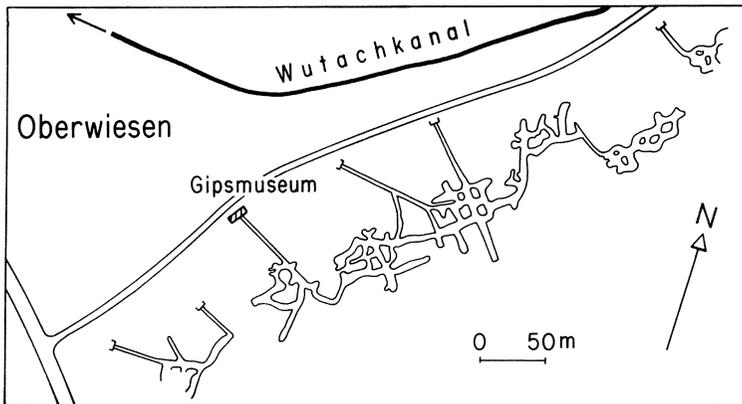


Fig.2: Planskizze der Stollenanlagen im Gipsbergwerk Oberwiesen um 1935 (nach GUYAN 1936).

Weitere Angaben über Bohnerz-Bergbau und -Verhüttung im Kanton Schaffhausen finden sich bei LANG 1903, SCHALCH 1921 und BAUMBERGER 1923.

Callovien-Eisenoolith

Der Callovien-Eisenoolith wurde im Gebiet des Kantons Schaffhausen nie abgebaut, weil sein Eisengehalt zu gering ist. Schürfungen wurden während des Zweiten Weltkriegs durchgeführt, jedoch mit unbefriedigendem Ergebnis (vgl. S. 17).

Gips

Im Gebiet von Blatt Neunkirch wurde Gips aus der Anhydritgruppe (Untertagebau) und aus dem Keuper gewonnen (Tagebau).

Das bedeutendste Bergwerk in der Anhydritgruppe des Wutachtals war jenes von Oberwiesen-Schleitheim (GUYAN 1936), wobei das Gipslager mit mehreren Stollen angefahren wurde (Fig. 2). Die ehemaligen Stolleneingänge sind noch zu erkennen. Teilweise geben die verfallenen Stollen zu Oberflächen-Einbrüchen Anlass (Pingen). Abgebaut wurde im Zeitraum von 1790-1904, vorwiegend auf Stukkatur- und Düngegips, und von 1927-1944 auf Material, das an die Zementfabrik Thayngen geliefert wurde.

Ein weiterer Abbau befand sich unmittelbar S des Zollgebäudes Wunderklingen; auf deutschem Gebiet sind zerfallene Stolleneingänge noch SW und E von Eberfingen und E von Stühlingen aufzufinden.

Keupergips wurde in der Grube E des «Salzbrunnen» (S von Schleitheim) abgebaut; ebenso wurden Versuche auf dem Hallauerberg (S der Tüfelsherdplatte, zerfallene Stolleneingänge bei Koord. 675. 390/284.900/545) und in einem Schacht bei der Hallauer Bergkirche unternommen.

Bausteine

Bausteine wurden früher in grossem Umfang aus dem Hauptmuschelkalk, dem Arietenkalk, den «Wohlgeschichteten Kalken» und den «Plattenkalken» gewonnen. Von besonderem Interesse war der sog. «Elbenstein», ein massiger oolithischer Dolomit im oberen Teil des Hauptmuschelkalks, der vor allem N und NW von Eberfingen abgebaut wurde und aus dem Brunnentröge hergestellt wurden, die man noch an mehreren Stellen im Schaffhauser Klettgau und in der Gegend von Schleitheim findet.

Erwähnenswert ist auch der interglaziale Kalktuff von Flurlingen, der in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts abgebaut wurde.

Ofenzuschlag

Bis etwa 1965 wurde auf der linken Seite des Mühlintals, N von Schaffhausen (W von P.458), «Plattenkalk» des obersten Malms als Zuschlag für Kupol-Öfen der unmittelbar daneben liegenden Tempergiesserei der Georg Fischer AG gewonnen.

Bituminöse Schiefer

Untersuchungen, die während des Zweiten Weltkriegs über den Bitumengehalt der Posidonienschiefer des Klettgaus unternommen wurden, führten zu einem völlig negativen Ergebnis (HÜBSCHER 1948, siehe auch S. 14).

Keramische Rohstoffe

Opalinus-Ton wird in grossen Gruben N der Siblingerhöhe abgebaut und in den Ziegeleien Schlatt-Paradies und Pfungen der Firma Keller AG verwertet. Die gleiche Firma beutet W von Erzingen Opalinus-Ton für ihre Ziegelei Erzingen aus.

Relativ hochwertiger *Boluston* der Siderolith-Formation wurde bis vor kurzem im Färberwisli 1½ km ENE von Beringen gewonnen.

Kalkarme *Seebodenlehme* wurden bis gegen 1960 in einer heute zugeschütteten Grube auf der W-Seite des Eschheimertals als Ziegelei-Rohstoff und Giessereisand-Bindeton abgebaut.

Interglazialer *Schwemmlehm* des Klettgau (sog. «Löss») wird derzeit W von Neunkirch als Ziegelei-Rohstoff gewonnen. Die Grube Hungerbuck wurde 1974 aufgelassen; derzeit ist die Grube Gigenbuck im Betrieb.

Sandiger, entkalkter *Verwitterungslehm* wurde bis etwa 1955 NW des Eichhofs (zwischen Flurlingen und Uhwiesen) für Steinzeug-Zwecke abgebaut. Die Grube fiel dem Nationalstrassenbau zum Opfer.

Auf Abbaustellen von *Schwemm-* und *Gehängelehm* für kleine, längst verschwundene Ziegeleien deuten zahlreiche Flurnamen.

Die wichtigsten Tonvorkommen im Gebiet von Blatt Neunkirch wurden von HOFMANN & PETERS 1969 beschrieben.

Giesserei-Formsand

Zu Anfang des 20. Jahrhunderts wurde entkalkter eiszeitlicher Sand in einer heute zugeschütteten Grube 500 m SSE des Hofes Vorder Freudental als Formsand gewonnen. Es kann sich nicht um ein wesentliches Vorkommen gehandelt haben.

Beschotterungsmaterial für Waldstrassen

Zur Beschotterung von Waldstrassen werden der brüchige Trigonodus-Dolomit und der überlagernde kavernöse Dolomit der Lettenkohle verwendet, vor allem aber der im Kanton Schaffhausen mit dem keltischen Wort «Grien» bezeichnete Malmkalk-Gehängeschutt der Steilhänge des Nord- und Südrandes und des Schwemmkegels von Siblingen.

Betonzuschlag

In grossem Stil werden die Rinnenschotter des Klettgau in ausgedehnten Kiesgruben abgebaut.

GRUNDWASSER UND BOHRUNGEN

Grundwasser-Vorkommen

Über die Grundwasser-Verhältnisse im Klettgau und die in den letzten Jahren ausgeführten Bohrungen orientiert die Arbeit von VON MOOS & NÄNNY (1970) ausführlich.

Bohrungen auf Steinsalz

Ergebnislose Bohrungen auf Steinsalz wurden in Schleitheim, Hal-lau, Siblingen und Wilchingen durchgeführt. Die nachfolgenden Angaben stammen aus Berichten von C. Schmidt (Schweiz. Geologische Dokumentationsstelle, Bern) und von SCHALCH (1916). Die Bohrungen sind auf Atlasblatt Neunkirch eingetragen.

Bohrung Schleitheim (ausgeführt 1823)

Koord. 678.160/288.980/467

Quartäre Ablagerungen (Randen-Schotter)	bis 7,5 m
Trigonodus-Dolomit	7,5– 13,5 m
Hauptmuschelkalk	13,5– 62,7 m
Gipsmergel	62,7– 90,6 m
Anhydrit, dicht	90,6– 93,0 m
Tonmergel und Gips	93,0– 95,7 m
Stinkstein	95,7–138,0 m
Kalkmergel mit Gips	138,0–148,2 m
Buntsandstein	148,2–155,4 m
Granit	155,4–159,0 m

Bohrung Hallau (ausgeführt 1838)

Koord. 676.300/283.220/420

Quartäre Ablagerung	bis 27,0 m
Keuper-Lettenkohle	27-40,4 m

Bohrung Siblingen (ausgeführt 1913)

Koord. 681.090/285.190/500 (13.2.-17.5.1913)

Opalinus-Ton	bis 57,0 m
Lias	57,0- 96,0 m
Keuper	96,0-239,0 m
Trigonodus-Dolomit	239,0-253,0 m
Hauptmuschelkalk	253,0-295,0 m
Anhydritgruppe	295,0-352,5 m
Wellengebirge	352,5-376,3 m

Auffallend ist die überdurchschnittliche Mächtigkeit des Keupers. Über die 1851 SE von Siblingen durchgeführte Tiefbohrung liegen keine Angaben vor.

Bohrung Wilchingen (ausgeführt 1921)

Koord. 675.730/279.740/407 (18.5.-1.8.1921)

Pleistocaen	bis 90,0 m
Gipskeuper	90,0-127,7 m
Lettenkohle	127,7-132,3 m
Trigonodus-Dolomit	132,2-147,5 m
Hauptmuschelkalk	147,5-199,0 m
Anhydritgruppe	199,0-261,5 m
Wellengebirge	261,5-272,2 m

Nach Abschluss der Kartierungsarbeiten für Blatt Neunkirch wurden auf dem Gebiet der Stadt Schaffhausen und ihrer zürcherischen Nachbarschaft im Rahmen der Planung der Linienführung der Nationalstrasse N4 zahlreiche Sondierbohrungen durchgeführt. Darüber und über die angebotenen geotechnischen Verhältnisse wird die in Ausarbeitung befindliche Baugrunderkarte der Stadt Schaffhausen von C. Schindler eingehend informieren. Eine Auswahl der Bohrpunkte wurde auf Atlasblatt Neunkirch nachgetragen.

LITERATURVERZEICHNIS

- BAUMBERGER, E. (1923): Die Bohnerzgebiete im Kanton Schaffhausen. In: Die Eisen- und Manganerze der Schweiz. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 13/1, 19–31.
- BRENNER, K. (1973): Stratigraphie und Paläogeographie des oberen Mittelkeupers in Südwest-Deutschland. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart [N.F.] 68, 101–222.
- EISSELE, K. (1960): Geologische Revisionsaufnahme im Weissen Jura um Schaffhausen für die Geologische Karte Konstanz 1:50000. – Manuskriptkarten beim Geol. Landesamt Bad.-Württemb., Freiburg i. Br.
- ELLENBERG, L. (1972): Zur Morphogenese der Rhein- und Tössregion im nordwestlichen Kanton Zürich. – Juris-Druck, Zürich.
- FEHLMANN, H., & RICKENBACH, E. (1962): Die Eisen- und Manganerze der Schweiz: Die eisenhaltigen Doggererze der Schweiz. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 13/7.
- FELIX, W. (1967): Über das Armgerüst von *Loboidothyris*. – N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] 127/2, 133–143.
- FITZE, P. (1973): Erste Ergebnisse neuerer Untersuchungen des Klettgauer Lösses. – Geographica helv. 28/2, 96–102.
- FRITZ, G.K. (1958): Schwammstotzen, Tuberositäten und Schuttbreccien im Weissen Jura der Schwäbischen Alb. – Arb. geol.-paläont. Inst. tech. Hochsch. Stuttgart [N.F.] 13.
- GEIGER, E. (1969): Der Geröllbestand des Rheingletschergebietes im Raum nördlich von Bodensee und Rhein. – Jh. geol. Landesamt Bad.-Württemb. 11, 127–172.
- GENSER, H. (1966): Schichtenfolge und Stratigraphie des Doggers in den drei Faziesbereichen der Umrandung des Südschwarzwaldes. – Oberrh. geol. Abh. 15, 1–60.
- GEYER, O.F., & GWINNER, M.P. (1968): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg (2. Aufl.). – Schweizerbart, Stuttgart.
- GILLIAND, P.-A. (1970): Etude géoélectrique du Klettgau (Suisse), Canton de Schaffhouse. – Matér. Géol. Suisse, Géophys. 12.
- GUYAN, W.U. (1936): Die Gipsstollen von Oberwiesen. – Beil. Jber. 1935/36 Kantonsschule Schaffhausen (Schleitheim).
- (1967): Gipsmuseum Schleithem. Wegleitung. – Schleithem.
- GUYAN, W.U., & STAUBER, H. (1941): Die zwischeneiszeitlichen Kalktuffe von Flurlingen. – Eclogae geol. Helv. 34/2, 321–326.
- GYGI, R.A. (1969): Zur Stratigraphie der Oxford-Stufe (oberes Jurasystem) der Nordostschweiz und des süddeutschen Grenzgebietes. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 136.
- GYGI, R.A., & MCDOWELL, F.W. (1970): Potassium-Argon Ages of Glauconites from a biochronologically dated Upper Jurassic Sequence of Northern Switzerland. – Eclogae geol. Helv. 63/1, 111–118.
- HAHN, W. (1971): Der Jura. In: Die Wutach (p. 117–133). – Freiburg i. Br.

- HANTKE, R. (1963): Chronologische Probleme im schweizerischen Quartär. - Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver. [N.F.] 45, 45-60.
- (1970): Aufbau und Zerfall des würmeiszeitlichen Eisstromnetzes in der zentralen und östlichen Schweiz. - Ber. natf. Ges. Freiburg i.Br. 60, 5-33.
- (1972): Pollenspektrum aus der cineritischen Tonfraktion einer holozänen Malmschutthalde vom Lang Randen (Kt.Schaffhausen). - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 24, 29-31.
- HEIM, ALB. (1931): Geologie des Rheinflalls. - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 10, 1-70.
- HELING, D. (1965): Zur Petrographie des Schilfsandsteins. - Beitr. Mineral. Petrogr. 11, 272-296.
- HOFMANN, B. (1979): Blei-, Zink-, Kupfer- und Arsenvererzungen im Wellengebirge (unterer Muschelkalk, Trias) am östlichen und südlichen Schwarzwaldrand. - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 31, 1978/80.
- HOFMANN, F. (1959): Magnetitvorkommen in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen. - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 39/1, 106-113.
- (1967): Über die Tertiärbildungen im Kanton Schaffhausen. - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 28, 171-210.
- (1972): Spuren spätquartären vulkanischen Flugstaubs aus der Auvergne und Zeugen eines prähistorischen Waldbrandes im Gehängeschutt des Schaffhauser Tafeljuras (Langranden). - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 29, 15-27.
- (1974): Mineralien des Kantons Schaffhausen. - Njbl. natf. Ges. Schaffhausen 26.
- (1977): Neue Befunde zum Ablauf der pleistocänen Landschafts- und Flussgeschichte im Gebiet Schaffhausen-Klettgau-Rafzerfeld. - Eclogae geol. Helv. 70/1, 105-126.
- HOFMANN, F., & HANTKE, R. (1964): Erläuterungen zu Blatt 1032 Diessenhofen des geologischen Atlas der Schweiz 1:25000. - Schweiz. geol. Komm.
- HOFMANN, F., & HÜBSCHER, H. (1977): Geologieführer der Region Schaffhausen. - Rotary Club (Meier, Schaffhausen).
- HOFMANN, F., & PETERS, T.J. (1962): Kaolinitische Mergel unter der Molassebasis im Rheinfallgebiet. - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 42/2, 349-358.
- (1969): Untersuchungen über die Verwendbarkeit schweizerischer Rohstoffe als Bindetone für Giessereiformsande. - Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 47.
- HÜBSCHER, H. (1962): Einführung in die Erdgeschichte unserer Schaffhauser Heimat. - Njbl. natf. Ges. Schaffhausen 14.
- HÜBSCHER, J. (1948): Untersuchungsergebnisse über die Doggererze und die Ölschiefer im Kanton Schaffhausen. - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 22, 153-160.
- (1951): Über Quellen, Grundwasserläufe und Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen. - Njbl. natf. Ges. Schaffhausen 3.
- (1958): Vom Randen. - Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 26, 170-180.
- JÄCKLI, H. (1962): Die Vergletscherung der Schweiz im Würmmaximum. - Eclogae geol. Helv. 55/2, 285-294.
- LANG, R. (1903): Der Bergbau im Kanton Schaffhausen. - Z. schweiz. Statist. 1903, 1-52.

- MEISTER, J. (1894): Das Schaffhauser Diluvium. - Verh. schweiz. natf. Ges. 1894, 9-33.
- (1899): Neuere Beobachtungen aus den glazialen und postglazialen Bildungen um Schaffhausen. - Beil. Jber. Gymn. Schaffhausen 1897/98.
 - (1907): Die städtische Sammlung Erratischer Blöcke im Fäsenstaub (Schaffhausen). - Schoch, Schaffhausen.
 - (1927): Die Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen. - Beil. Jber. Kantonsschule Schaffhausen 1926/27.
- MERKI, P. (1961): Der obere Muschelkalk im östlichen Schweizer Jura. - Eclogae geol. Helv. 54/1, 137-220.
- MERKLEIN, F. (1869): Beitrag zur Kenntnis der Erdoberfläche um Schaffhausen. - Gelzer, Schaffhausen.
- MOOS, A. VON, & NÄNNY, P. (1970): Grundwasseruntersuchungen im Klettgau, Kanton Schaffhausen. - Eclogae geol. Helv. 63/2, 467-481.
- PAUL, W. (1965): Zur Frage der Rissvereisung der Ost- und Südostabdachung des Schwarzwaldes. - Jh. geol. Landesamt Bad.-Württemb. 7, 423-440.
- (1966): Zur Frage der Rissvereisung der Ost- und Südostabdachung des Schwarzwaldes (II). - Mitt. bad. Landesver. Natkd. Naturschutz [N.F.] 9/2, 309-324.
 - (1971): Die Trias. In: Die Wutach (S.37-194). - Freiburg i. Br.
- PEYER, B. (1956): Über Zähne von Haramyiden, von Triconodonten und von wahrscheinlich synapsiden Reptilien aus dem Rhät von Hallau, Kt. Schaffhausen, Schweiz. - Schweiz. paläont. Abh. 72.
- PFANNENSTIEL, M. (1958): Die Vergletscherung des südlichen Schwarzwaldes während der Risseiszeit. - Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. 48/2, 231-272.
- PFANNENSTIEL, M., & RAHM, G. (1963): Die Vergletscherung des Wutachtals während der Risseiszeit. - Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. 53, 5-61.
- (1966): Nochmals zur Vergletscherung des Wutachtals während der Risseiszeit. - Jh. geol. Landesamt Bad.-Württemb. 8, 63-85.
- QUERVAIN, F. DE (1969): Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. - Kümmerly & Frey, Bern.
- RAHM, G. (1961): Neue Gesichtspunkte zur Wutachablenkung. - Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. 51/1, 133-136.
- REIFFER, E. (1954/55): Geschichtliches über das Eisenwerk im Laufen. - Georg Fischer Mitt. 66, 82-84, und 67, 30-32.
- SCHALCH, F. (1908): Erläuterungen zu Blatt 133 Blumberg der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden 1:25000. - Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.
- (1912): Erläuterungen zu Blatt 144 Stühlingen der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden 1:25000. - Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.
 - (1916): Erläuterungen zu Blatt 145 Wiechs-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden 1:25000. - Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.
 - (1919): Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rhein-Zuges. - Vjschr. natf. Ges. Zürich 64.
 - (1921): Erläuterungen zu Blatt 158 Jestetten-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte von Baden 1:25000. - Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.

- (1922): Erläuterungen zu Blatt 157 Griessen der Geologischen Spezialkarte von Baden 1:25000. - Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.
- SCHALCH, F., & PEYER, B. (1919): Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rhein-Zuges. - Mitt. bad. geol. Landesanst. 8.
- SCHLATTER, R. (1976): Die Stufe des Lotharingium im unteren Lias des Klettgau (Kanton Schaffhausen, Schweiz). - Stuttgarter Beitr. Natkd. (B), 21, 1-21.
- SCHREINER, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000. - Geol. Landesamt Bad.-Württemb.
- VETTERLI, A. (1965): Die Höhlen des Kantons Schaffhausen. - Ostschweiz. Ges. Höhlenforsch. Winterthur.
- WAGNER, G. (1962): Zur Geschichte des Bodensees. - Jb. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere 27, 1-19.
- WEHRLI, L. (1894): Über den Kalktuff von Flurlingen bei Schaffhausen. - Vjschr. natf. Ges. Zürich 39/3-4.
- WÜRTEMBERGER, F.J. (1870): Die Tertiärformation im Klettgau. - Z. dtsh. geol. Ges. 22, 471-581.
- WÜRTEMBERGER, F.J.; & WÜRTEMBERGER, L. (1866): Der Weisse Jura im Klettgau und angrenzenden Randengebirg. - Verh. natw. Ver. Karlsruhe 2, 11-68.

GEOLOGISCHE KARTEN

(mit Topographie)

a) *Herausgegeben von der Schweizerischen Geologischen Kommission:***Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200000**

Blatt 3 Zürich-Glarus, 1950 (mit Erläuterungen).

Geologische Karte der Schweiz 1:100000

Blatt III Liestal-Schaffhausen, 1876 (2. Aufl.).

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 (angrenzende Blätter)

Blatt 1032 Diessenhofen (Nr.38), 1961 (von J. HÜBSCHER).

Blatt 1052 Andelfingen (Nr.52), 1967 (von F. HOFMANN).

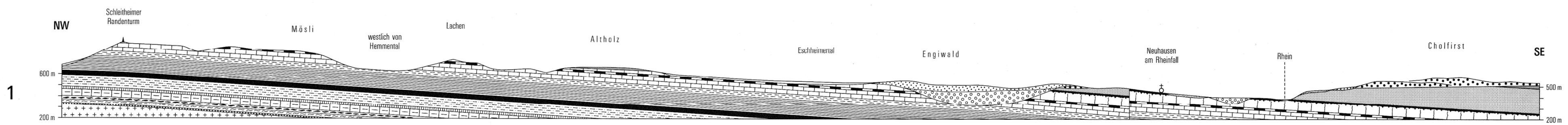
Geologische SpezialkartenNr.35 Geologische Karte des Rheinlaufes unterhalb Schaffhausen,
1:25000, 1905 (von J. HUG).b) *Nicht von der Schweizerischen Geologischen Kommission veröffentlicht:***Schweizerische Publikationen (seit 1890)**BAUMBERGER, E.: Bohnerzgebiet im Klettgau, Schaffhausen, 1:50000 (1920). - In:
Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 13/1, 1923 (Tf.I).HANTKE, R., und Mitarb.: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner
Nachbargebiete (2 Blätter), 1:50000 (1967). - In: Vjschr. natf. Ges. Zürich
112/2, 1967.HEIM, ALB., & HÜBSCHER, J.: Rheinfall. Geologische Karte 1:10000 (1931). - In:
Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 10, 1931 (Tafel).PENCK, A., & MEISTER, J.: Geologische Karte über das Diluvium von Schaffhau-
sen und Umgebung, 1:25000 (1894). - Topogr. Anstalt Winterthur.SUTER, H.: Geologische Übersichtskarte des Kantons Zürich, 1:125000 (1926). -
Orell Füssli, Zürich.SUTER, H.: Geologische Karte des Kantons Zürich und der Nachbargebiete,
1:150000 (1939). - In: Führer durch Zürich und Umgebung. Teil III:
Geologie von Zürich, einschliesslich seines Exkursionsgebietes, 1939 (Lee-
mann, Zürich).**Geologische Spezialkarte von Baden 1:25000**

Blatt 144 Stühlingen, 1912 (von F. SCHALCH).

Blatt 145 Wiechs-Schaffhausen, 1916 (von F. SCHALCH).

Blatt 157 Griessen, 1922 (von F. SCHALCH).

Blatt 158 Jestetten-Schaffhausen, 1921 (von F. SCHALCH & K. GÖHRIN-
GER).**Sonstige deutsche Publikationen**ERB, L.: Geologische Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung, 1:50000
(1967). - Geol. Landesamt Bad.-Württemb.



- Quartär**
- Gehängeschutt, Lehm, Alluvionen, Beckenton
 - Moräne der Würm-Vereisung
 - Enge-Schotter
 - Schwemmlehme, «Löss»
 - Rinnenschotter
 - Jüngerer Deckenschotter
- Riss**

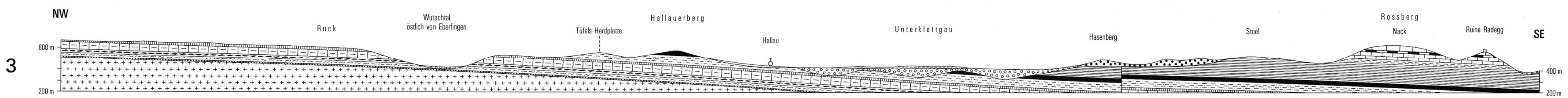
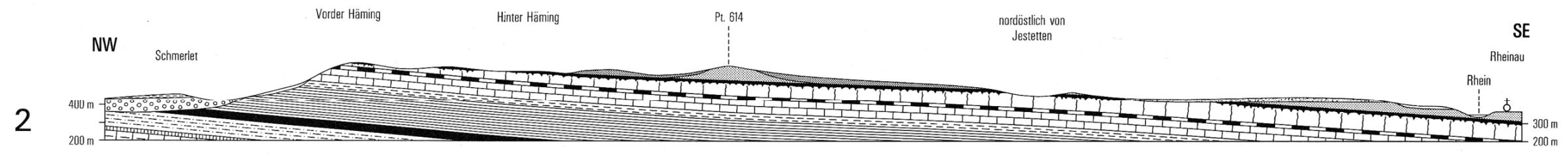
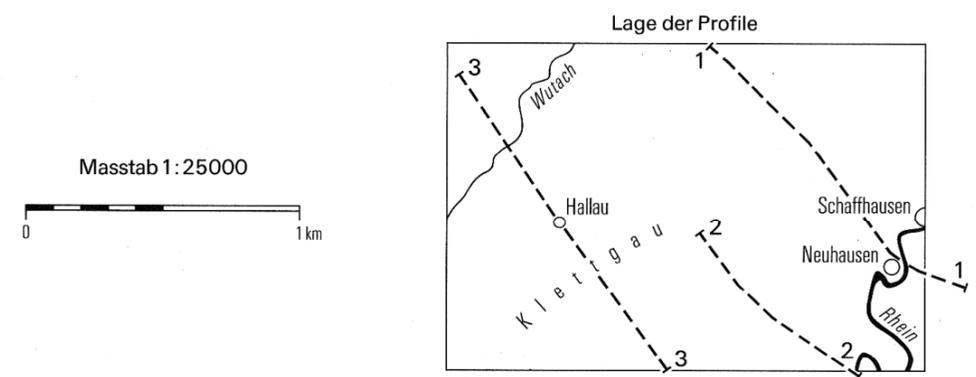
- Tertiär**
- Obere Meeresmolasse; Miocaen
 - Untere Süßwassermolasse; Oligo-Miocaen
 - Siderolithikum (Bohnerz, Boluston); ± Eocaen

- Jura**
- Obere Malmkalke
 - Mittlere Malmmergel
 - «Wohlgeschichtete Kalke»
 - Impressa-Mergel
- Malm**

- Formationen des Doggers
- Formationen des Lias

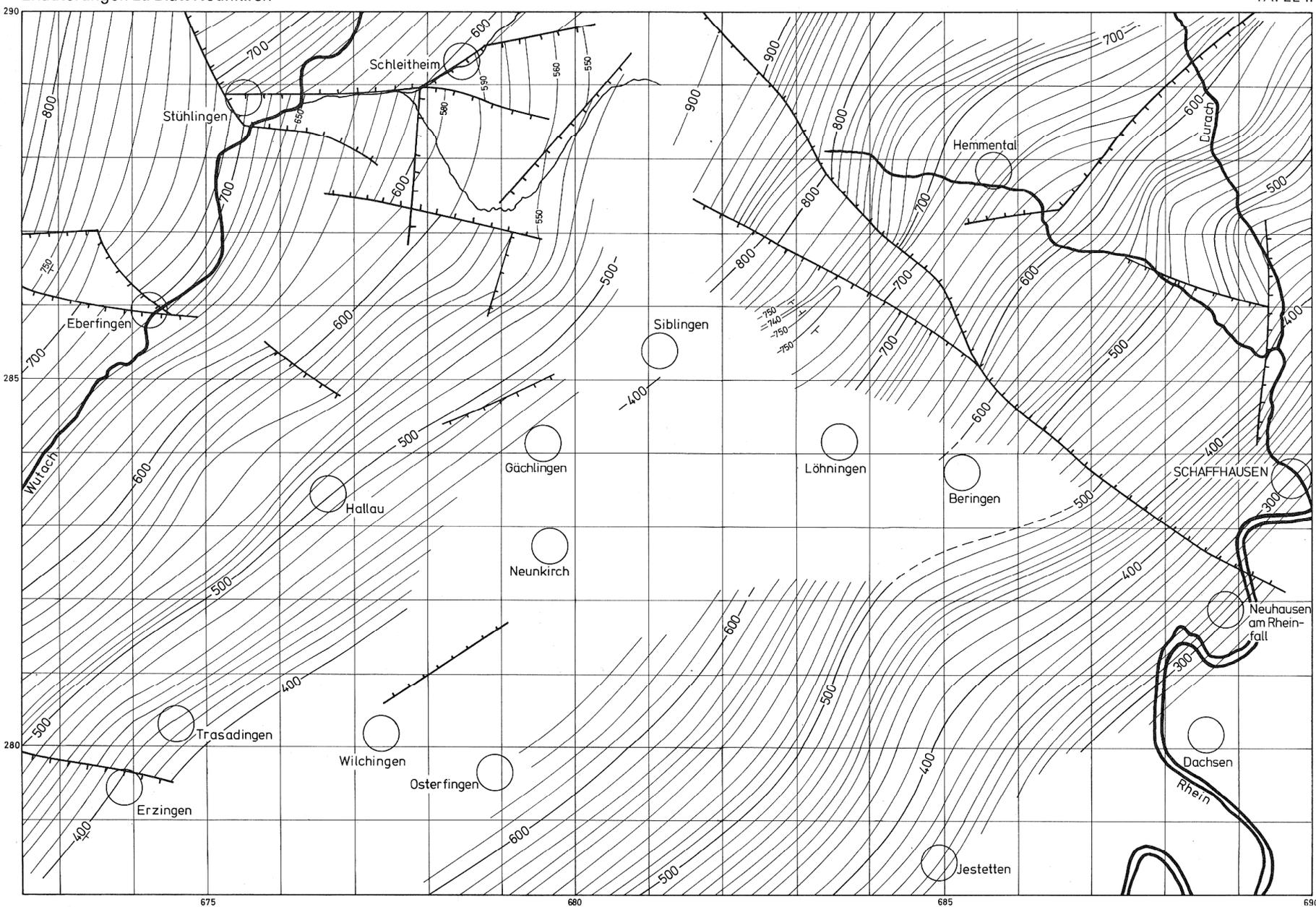
- Trias**
- Keuper
 - Trigonodus-Dolomit
 - Hauptmuschelkalk
 - Anhydritgruppe
 - Wellengebirge
 - Buntsandstein
- Muschelkalk**

- Varizisches Grundgebirge**
- Kristallin



Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Neunkirch

Von Franz Hofmann



Strukturkurvenkarte des Gebietes von Atlasblatt Neunkirch

Von Franz Hofmann

Masstab 1:75000

Darstellung der Lias-Basis im nordwestlichen Kartenteil (Wilchinger- und Hallauerberg, Wutachtal, Schleithem)
 Darstellung der Grenze Oxfordien/Kimmeridgien (Basis der «Mittleren Malmmergel») in der östlichen Blatthälfte und im Süden