

SCHWEIZERISCHE
GEOLOGISCHE KOMMISSION

ORGAN DER
SCHWEIZ. NATURFORSCH. GESELLSCHAFT

COMMISSION GÉOLOGIQUE
SUISSE

ORGANE DE LA
SOC. HELV. DES SCIENCES NATURELLES

Geologischer Atlas
der Schweiz

1:25 000

Atlas géologique
de la Suisse

1:25 000

Blatt:

1032 Diessenhofen

mit Anhängsel von Blatt 1031 Neunkirch

Topographie: Landeskarte der Schweiz 1:25 000

(Atlasblatt 38)

Erläuterungen

verfasst von

F. HOFMANN und R. HANTKE

Mit 4 Textfiguren

1964

Kommissionsverlag:
Kümmerly & Frey AG.
Geographischer Verlag, Bern

En commission chez:
Kümmerly & Frey S.A.
Editions géographiques, Berne

VORWORT DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION

Im Jahre 1938 hat die Geologische Kommission Herrn JAK. HÜBSCHER mit der Kartierung der 4 Siegfriedblätter 45 Thayngen, 46 Ramsen, 47 Diessenhofen und 48 Stein a. Rhein beauftragt. Diese Aufnahmen auf der alten Topographie waren 1955 abgeschlossen. 1957 erschien das Blatt 1032 Diessenhofen der LK 1:25 000. Herr HÜBSCHER hat sich bereit erklärt, seine Kartierungen auf diese Topographie zu übertragen.

1955 hat Herr Dr. E. RUTTE im Auftrage des geologischen Landesamtes in Baden-Württemberg im Einverständnis mit der Geologischen Kommission den westlichen Teil des auf Schweizerboden liegenden Abschnittes des Schienerbergs bearbeitet, im Anschluss an seine Aufnahmen im deutschen Anteil. In diese Aufnahmen hat Herr HÜBSCHER bei der Neuzeichnung des Blattes Diessenhofen Einsicht nehmen können, wobei er einige neuere Resultate mitverwerten konnte.

Die Kommission ist Herrn Dr. RUTTE und dem geologischen Landesamt in Baden-Württemberg zu grossem Dank verpflichtet für die Bereitwilligkeit, mit der sie die Aufnahmen zur Verfügung stellte.

Herr HÜBSCHER, der 1962 in seinem 80. Lebensjahr verschieden ist, hat die Veröffentlichung seines Atlasblattes im Jahre 1961 noch erleben dürfen.

Der Autor hat mit dem Blatte auch einen Entwurf für die Erläuterungen eingereicht, der aber noch der Umarbeitung bedurfte. Die Herren Dres. F. HOFMANN und R. HANTKE haben sich bereit erklärt, den Erläuterungstext zu redigieren, wobei Herr Dr. HOFMANN die Kapitel Stratigraphie, Tektonik und Rohstoffe, und Herr Dr. HANTKE das Kapitel Quartär abgefasst hat. In den Erläuterungen sind auch viele neue Ergebnisse mitverarbeitet worden, die von diesen Autoren in den letzten Jahren gewonnen wurden. Die Geologische Kommission ist den beiden Herren für ihre wertvolle Mitarbeit zu grösstem Dank verpflichtet.

Basel, April 1964

Für die Geologische Kommission
der Präsident:

L. Vonderschmitt

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort der Geologischen Kommission	2
Geographische und geologische Übersicht	4
Stratigraphie	4
Mesozoikum	4
Tertiär	7
Eocaen	7
Altligocaen	9
Molasse	11
Quartär	23
Tektonik	36
Vorkommen und Ausbeutung mineralischer Rohstoffe	36
Quellen und Grundwasser	39
Bohrungen und Foundationen.	40
Literaturverzeichnis	42

GEOGRAPHISCHE UND GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Blatt Diessenhofen umfasst das Hochrheingebiet zwischen Untersee und Rheinfall. Es reicht im NW bis in das flach nach SE fallende Tafeljuragebiet des Randen und Reiat, das der Rhein zwischen Schaffhausen und Neuhausen auf kurze Distanz tangiert. Das nordöstliche Kartengebiet gehört teilweise zum Hegau mit seinen vulkanischen Erscheinungen. Die Region südlich des Rheins liegt vorwiegend im schweizerischen Mittelland (Molasse mit starker Glazialbedeckung).

STRATIGRAPHIE

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Schichtfolge auf Blatt Diessenhofen

MESOZOIKUM (F. H.)

Das Mesozoikum wird auf Blatt Diessenhofen lediglich durch Malmschichten des Tafeljura (Randen-Reiat) repräsentiert. Kreide fehlt; für diese Periode sind für das Kartengebiet und das nördliche schweizerische Juragebiet überhaupt ausschliesslich festländische Verhältnisse wahrscheinlich.

Die Ausbildung der Malmschichten in der Gegend von Schaffhausen entspricht der schwäbischen Fazies des Weissen Jura, weshalb die entsprechenden Stufenbezeichnungen gebräuchlich sind und nachfolgend auch verwendet werden.

- i₆** **Wohlgeschichtete Kalke** (Weissjura β , β -Kalke, fälschlicherweise auch Bimammatuskalke, Séquanien.) Oberes Oxfordien

Diese für das Randengebiet sehr typische Malmstufe ist auf Blatt Diessenhofen nicht von Bedeutung und nur im Hemmentalertal (NW Schaffhausen) und im Orserental (N Schaffhausen) in ihren höchsten Schichten etwas erschlossen.

Die wohlgeschichteten Kalke verdanken ihren Namen der charakteristischen, regelmässigen Schichtung von meist 15 bis 20 cm dicken, teilweise auch etwas mächtigeren Kalkbänken, die teilweise dicht aufeinander liegen, teilweise durch dünne, schiefrige Kalkmergelzwischenlagen getrennt sind. Besonders in den zahlreichen grösseren und kleineren Steinbrüchen ergibt das Ganze durch das Zusammenwirken von ausgeprägter Bankung und starker Klüftung einen mauerartigen Eindruck.

Die Kalke sind grau, bräunlich oder beigefarben, feinkörnig bis dicht und splittrig mit muscheligen Bruch. Fossilien sind selten. Im oberen Teil gelegentlich der Leitammonit *Idoceras planula* (ZIETEN).

Die ganze Stufe ist gegen 90 m mächtig und bewirkt Steilstufen im Gelände.

i₇ Mittlere Malmmergel (γ -Mergel, Kimmeridgien)

Diese 20 bis 30 m mächtige, betont mergelige Stufe gibt im Gelände Anlass zu einer deutlichen Verflachung über den steilen β -Kalkhängen. Es ist eine fossilreiche Zone.

Die wohlgeschichteten Kalke gehen zunächst nach oben in etwa 7 m mächtige graue Mergel mit Mergelkalkbänken, z. T. auch mit Crinoidenschichten, über. Charakteristischer Ammonit ist *Sutneria galar* (OPPEL).

Über diesem Basiskomplex folgt eine Kalkmergelzone, die sehr schwammreich ist und auch sonst zahlreiche Fossilien führt, insbesondere Rhynchonellen, Terebrateln, Echinodermen, Belemniten, Aptychen und Ammoniten (*Streblites tenuilobatus* (OPP.); *Idoceros balderum* (OPP.) für die Obergrenze der Stufe).

Auf dem Gebiet von Blatt Diessenhofen sind gegenwärtig keine direkten Aufschlüsse in den γ -Mergeln vorhanden.

i₈ Oberer Malm i. allg. (Weissjura δ - ζ)

Quaderkalk (Weissjura δ , δ -Kalk, Zone des *Aulacostephanus pseudomutabilis*. Kimmeridgien)

Die Zone der Quaderkalke ist etwa 10 m mächtig. Es sind gelblichweisse, kompakte, dickbankige, dichte, sehr reine Kalke, die gegen oben zunehmend massig ausgebildet und oft vom hangenden Massenkalk nicht scharf abzugrenzen sind. Lokal können die Quaderkalke verschwammen, wobei die Bankung verschwindet.

Die Quaderkalke sind relativ fossilreich (Echinodermen, besonders Seeigel, Brachiopoden, Ammoniten). Sie sind aufgeschlossen im Felsental (N Schaffhausen), in der Beringer Teufelsküche (NE Neuhausen) und beim Engebrunnen N Neuhausen.

Massenkalke (Weissjura ϵ). Kimmeridgien

Diese Malmstufe ist für die Gegend von Schaffhausen besonders charakteristisch und etwa 60 m mächtig. In der typischen Ausbildung (untere Zone) sind die Massenkalke ungeschichtet, teilweise völlig regellos zerklüftet, und bilden massige, riffartige Felsklippen als Verwitterungsformen, nicht zuletzt auch die Felsen des Rheinfalls.

Der Kalk ist rein, teilweise dicht, fast weiss und splittrig, teilweise aber zuckerkörnig, kristallinisch, marmorartig und weniger hart. Er ist fossilarm oder fossilfrei.

In der Gegend von Thayngen sind die höheren Partien des Massenkalkes deutlich geschichtet und auf Blatt Diessenhofen als Plattenkalke des Portlandien interpretiert (Steinbruch Wippel der Zementfabrik Thayngen), von L. ERB (1931) jedoch als Massenkalk beschrieben. Tatsächlich weicht der Hauptanteil der im genannten Steinbruch auf etwa 25 m Mächtigkeit erschlossenen bankigen Kalke erheblich vom Charakter der typischen Plattenkalke ab und ist als Massenkalk zu betrachten. Dasselbe gilt für den Steinbruch der Kalkfabrik Thayngen, E der Zementfabrik. Die höchsten Schichten im Steinbruch Wippel tendieren jedoch schon deutlich zu den Plattenkalken. L. ERB (1931) erwähnt aus dem Steinbruch Wippel auch die Eichenbohlbrekzie, die für die Gegend von Mauenheim (N Engen, Hegau) sehr typisch ist. Gegenwärtig reicht der Steinbruchbetrieb nicht tief genug, um die Eichenbohlbrekzie zu erschliessen und einstige tiefe Aufschlüsse sind durch Abraum zugedeckt.

In der Gegend von Neuhausen-Schaffhausen tritt die bankige Massenkalkausbildung, wie sie für die Gegend von Thayngen typisch ist, stark zurück oder fehlt überhaupt.

Der typische Massenkalk neigt stark zur Höhlenbildung (Kesslerloch, Schweizersbild, Dachsenbühl, Fulachtal, Beringer Teufelsküche; die drei erstgenannten Lokalitäten mit prähistorischer Besiedelung).

In der unteren Abteilung des Massenkalkes treten nicht selten Kieselkonkretionen auf (Feuersteinknollen), meist in einzelnen Lagen (Weg zum Schlösschen Wörth am Rheinfall, Koord. 688,030/281,550/375; Abstieg vom Schloss Laufen zum Känzeli am Rheinfall; Thayngen S Kesslerloch, Koord. 694,100/288,900; Strasse nach Lohn im Freudental, Koord. 691,450/289,500/570).

Die weiteren Hauptvorkommen des Massenkalkes auf Blatt Diessenhofen sind: Rheinfall, Enge Neuhausen, Gegend N Schaffhausen, neue Strasse Schaffhausen-Thayngen im Fulachtal (östlicher Teil), Strasse Thayngen-Lohn (zuckerkörnige Ausbildung besonders in den unteren Kurvenabschnitten).

Im Massenkalk des Wippel-Steinbruches Thayngen wurden nach J. HÜBSCHER ein Schnauzenstück eines *Ichthyosaurus trigonus* OWEN var. *posthumus* und ein Oberkieferstück eines Schmelzschnappers (*Lepidotus*) gefunden.

Plattenkalk (Weissjura §). Portlandien.

Diese bis 60 m mächtige höchste Abteilung des Malm und des Mesozoikum im Tafeljuragebiet überhaupt ist nur in den an das Molassebecken anschliessenden Teilen des schaffhauserischen Tafel-

jura erhalten, auf dessen Hochflächen aber durch intramolassische und ältere Erosion völlig abgetragen.

Die Plattenkalke dürfen kaum als streng definierter Stufenbegriff aufgefasst werden, sondern eher als Faziesbegriff. Sie scheinen teilweise die riffartige Ausbildung des Massenkalks zu ersetzen. Die stratigraphische Abgrenzung zwischen Massen- und Plattenkalk ist jedenfalls unsicher.

Bei den Plattenkalken handelt es sich um gelblichweisse, sehr ausgeprägt parallel geschichtete, plattig-bankige, bis 1 m mächtige Kalklagen mit dünnen Mergelkalkzwichenschichten. Die Kalke sind nicht so splittrig und dicht, wie etwa die wohlgeschichteten Kalke, sondern weicher, oft schiefrig und teils etwas kreidig.

Fossilien sind selten (Perisphincten, Belemniten, Terebrateln). Ein Unterkiefer eines *Gyrodus umbilicus* (*G. circularis*) Ag wurde seinerzeit im ehemaligen Steinbruch unterhalb der Fäsenstaubpromenade in Schaffhausen gefunden. Der Übergang von den Massen- zu den Plattenkalken ist in der Gegend von Schaffhausen-Neuhausen oft sehr wellig. Das neue Rheinkraftwerk Schaffhausen wurde in Plattenkalken fundiert, grosse Mengen des Aushubmaterials wurden im ehemaligen Plattenkalksteinbruch Durstgraben (an der Strasse Neuhausen-Jestetten) und zur Uferaufschüttung am Rhein oberhalb Schaffhausen verwendet. Der Eisenbahntunnel Charlottenfels liegt ganz im Plattenkalk, und ein grosser Teil der Schaffhauser Altstadt ist darauf gebaut (Herrenacker). Aufgelassene Steinbrüche liegen südlich unterhalb des Schlosses Herblingen, gute Aufschlüsse ergab auch die neue Fulachtalstrasse.

Insbesondere liegt das Mühlental in Schaffhausen mit den Georg-Fischer-Werken in den Plattenkalken, die beim Werk III (Tempergiesserei) auf der linken Talseite als Ofenzuschläge laufend abgebaut werden.

TERTIÄR (F. H.)

Eocaen

e Siderolithikum, Bolus-Bohnerz-Formation

Die Bolus- und Bohnerzformation ist eine Rückstandsbildung von Roterdecharakter, entstanden durch Auslaugungsverwitterung der festländischen mesozoischen Karstoberfläche unter dem Einfluss tropisch-humiden Klimas. Diese Rückstandssedimente sind völlig entkalkt und treten als Ausfüllungen von Karren und Spalten der Malmoberfläche auf. Sie entstanden im wesentlichen im Alttertiär (Eocaen s.l.), doch ist es wahrscheinlich, dass die Anfänge ihrer Entstehung in die festländische Kreidezeit zurückreichen.

Tabelle 1. Die geologischen Stufen von Blatt Diessenhofen und ihre Ausbildung

Stratigraphische Einteilung			Stufenbezeichnung Lithologische Ausbildung	Fazies	
Quartär			Glaziale und postglaziale Bildungen, Moränen, Schotter, Moore, Kalktuffe	glazial glaziofluviatil fluviatil lakuster	
Tertiär	Pliocaen	Pontien	Vulkanite (melilith-basaltisch)	Tuffe und Laven	— Molasse —
	Miocaen	Sarmatien Tortonien	Obere Süsswassermolasse mit vulkanischen Tuffen	fluviatil und fluvioterrestrisch	
		Helvétien Burdigalien	Obere marine Molasse, Grimmelfinger- und Kirchengerschieden, Austernagelfluhen, marine Sande	marin und brackisch	
	Oligocaen	Aquitaniien Chattien	Untere Süsswassermolasse	fluviatil und fluvioterrestrisch	
		Chattien	Terrestrische Krustenkalke	terrestrisch	
		Rupélien „Lattorfien“	Kaolinitmergelformation mit Sandwällen (Dünen ?)	terrestrisch, semiarid bis arid, teilweise äolisch	
	Eocaen		Siderolithformation Bohnerz- und Bolustonbildungen	terrestrisch, tropisch- humid, Auslaugungs- Rückstandssedimente	
Meso- zoikum	Jura (Malm)	Portlandien	Plattenkalke (Weissjura ζ)	marin	
		Kimmerid- gien	Massenkalke (Weissjura ε) Quaderkalke (Weissjura δ) Mittlere Malmmergel (Weissjura γ)		
		«Séquanien»	Wohlgeschichtete Kalke (Weissjura β)		

Auf dem Gebiet des Blattes Diessenhofen treten ockerfarbene, seltener weisse, rote und violette Bolustone (grobkristalline, kaolinitische Rückstandspelite, entstanden durch teilweise Entkieselung illitischer Ausgangstone, vgl. F. Hofmann, 1958) und Bohnerzbildungen auf (Ausscheidungen von durch Auslaugungsprozesse entstandenen Eisenhydroxydgelen in eisenreicherem Ausgangsmaterial, meist eingebettet in Bolustonen; vgl. J. Eichler, 1961, W. Epprecht, 1963). Huppererden und Quarzsande fehlen auf dem Kartengebiet.

Ein grosser Teil der auf Blatt Diessenhofen als Bohnerzformation dargestellten Bildung ist auf Grund der neuen Untersuchungsergebnisse jünger als Siderolithikum (postsiderolithisch-prämolassische Kaolinitmergelformation, s.u.). Dies gilt besonders für das Rheinfallgebiet.

Grössere Vorkommen typischer Bolustone sind auf dem Kartengebiet in der aufgelassenen Tongrube NE Stetten erschlossen, wo sie in Form grosser Karsttaschen zwischen Massenkalkriffen liegen.

Bolustone, seltener Bohnerze, kommen an zahlreichen Stellen auch als oft sehr tief in den Malmuntergrund hinabreichende kleine Taschen und Karstspaltenfüllungen vor, die man in Baugruben im Gebiet von Neuhausen und Schaffhausen immer wieder antrifft. Einige schöne Beispiele solcher Bolusvorkommen sind im Plattenkalk an der neuen Fulachtalstrasse erschlossen, ebenso im Massenkalk an der Strasse nach Lohn im Freudental und im Steinbruch Wippel der Zementfabrik Thayngen (an den beiden letztgenannten Stellen oft rein weisse Typen). Im unmittelbaren Kontakt mit dem Malmkalk sind die Tone oft grün und noch illitisch.

Eigentliche Bohnerzvorkommen wurden unter den Kaolinitmergeln auf dem Gelände der Schweizerischen Industriegesellschaft Neuhausen am Rheinfall angetroffen, ebenso auf dem Gebiet der Landwirtschaftlichen Schule Charlottenfels (Neuhausen) und im Rheinbett am linken Flussufer unterhalb Flurlingen. Alte Abbaustellen finden sich in der Gegend NE des Pantli (SW Stetten) in Form von Tümpeln und Löchern. Unmittelbar am NE-Rand von Stetten (Strasse nach Lohn) liegt sehr schönes Bohnerz unmittelbar unter der Oberfläche.

Altligocaen

Postsiderolithisch-prämolassische Bildungen

Zwischen Malmobergrenze und Molassebasis tritt im Kartengebiet verbreitet eine Formation zutage, die bis vor kurzem – so auch noch auf dem vorliegenden Atlasblatt Diessenhofen – als

Bohnerzton betrachtet wurde. Es handelt sich um eine vorwiegend mergelige Bildung mit bis zu 10 m Mächtigkeit. An mehreren Stellen lässt sich zeigen, dass sie die echten Bolustone oder Bohnerze mit scharfer Grenze überlagert. Zudem weicht sie sedimentpetrographisch erheblich von der Siderolithformation ab: die Mergel sind ausgesprochen kaolinitisch, im Gegensatz zu den Bolustonen aber stets kalkhaltig (10 bis 22% Karbonat) und mit wesentlich feinkörnigerem Kaolinit. Stellenweise enthalten die Mergel Quarzgrosksand und Malmkalkgrus, die dünenartig angehäuft sein können (Baugruben 1959 am W-Ende des linken Rheinuferweges beim Schloss Laufen). In den Mergeln und in den Sandanhäufungen findet man stets aufgearbeitetes Bohnerz und Fragmente von echtem Boluston.

Die Formation ist somit jünger als das Siderolithikum, aber nicht molassisch. Ihre Ausbildung und sedimentpetrographische

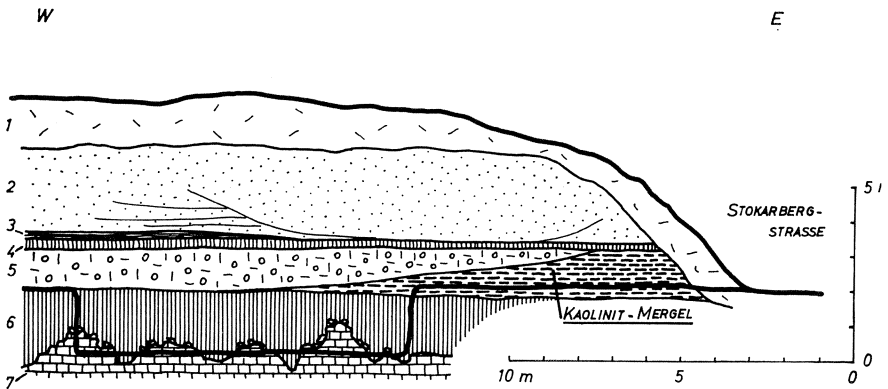


Fig. 1. Aufschluss der Baugrube Stokarbergstrasse Schaffhausen, Herbst 1960. Kaolinit-Mergel-Vorkommen.

- 1 Moräne
- 2 Fluviatiler Sand der unteren Süsswassermolasse (granitischer Typ, Aquitanien)
- 3 Limonitischer, schiefriger Horizont
- 4 Bräunliche Mergel mit Kalkknollen
- 5 Weisslicher terrestrischer Knollenkalk (Pisolith)
- 6 Boluston, Siderolithformation (\pm Eozän)
- 7 Plattenkalk, Portland, oberster Malm

Beschaffenheit entsprechen nicht dem Charakter der fluvioterrestrischen Molasseformation. Vielmehr muss es sich um eine rein terrestrische Bildung unter aridem bis semiaridem Klima handeln, wofür besonders auch ausserhalb des Kartengebietes bei Lohn vor-

kommende Exudationskalke sprechen. Die dünenartigen Sandwälle von Laufen deuten nebst andern Indizien auf äolische Sedimentationseinflüsse.

Diese unter trockenem Klima entstandenen Festlandsedimente gehören altersmässig in die Zeit des Altoligocaen. Sie können nur als terrestrische Äquivalente der Unteren Meeresmolasse s.l. (Lattorfien-Rupélien) interpretiert werden. Die paläoklimatologische Deutung verträgt sich sehr gut mit den gleichaltrigen Kalisalzvorkommen in der Oberrheinischen Tiefebene. Im übrigen sei auf die spezielle Literatur verwiesen (F. HOFMANN, 1960, F. HOFMANN & T.J. PETERS, 1962).

Die Kaolinitmergelformation ist vorzüglich aufgeschlossen am linken Rheinuferweg von Flurlingen zum Schloss Laufen. Sie tritt sehr verbreitet auf dem Areal der Schweizerischen Industriegesellschaft, Neuhausen am Rheinfall, auf, wo sie gelegentlich durch Baugruben erschlossen wird (z.B. Winter 1957/58, Aushub deponiert im alten Plattenkalksteinbruch Hofstetten, W Neuhausen am Rheinfall). Ein besonders aufschlussreicher Einblick wurde 1960 in einer Baugrube an der Stokarbergstrasse (Schaffhausen, (Koord. 688,660/283,630/455) kurzfristig geschaffen (Fig. 1), wo die Lagerungsverhältnisse besonders schön verdeutlicht wurden.

Molasse

O₄ Untere Süsswassermolasse (USM)

Die untere Abteilung der USM, d.h. die Sedimentationsphase der Speer- und Rigischüttung in der östlichen Schweiz, ist auf Blatt Diessenhofen und in der subjurassischen Molasse überhaupt nicht durch eigentliche fluvioterrestrische Molassebildungen vertreten. Hingegen ist es sehr wahrscheinlich, dass pisolithische grauweisse Krustenkalke, die an einigen Stellen über der postsiderolithischen Kaolinitmergelformation oder auch direkt über Bohnerz oder Malmkalk auftreten, ein terrestrisches Äquivalent dieser Periode des Chattien darstellen (Stokarbergstrasse Schaffhausen, Fig. 1; Baugruben 1931 am Waldrand von Hofstetten, Neuhausen am Rheinfall, nach mündlicher Mitteilung von J. HÜBSCHER; Steinhölzli, linkes Rheinufer beim Kraftwerk Schaffhausen).

Die eigentliche Untere Süsswassermolasse ist sehr gut aufgeschlossen am linken Rheinufer gegenüber Neuhausen am Rheinfall, zwischen Flurlingen und Schloss Laufen (Buchhalde), sonst eher schlecht und meist nur vorübergehend (siehe auch Fig. 1).

Die Schichtserie der Buchhalde besteht aus besonders in mittlerer Höhe dominierenden, bis 20 m und mehr mächtigen, fluviatilen

Sandsteinkomplexen von Stromrinnencharakter. Gegen die Basis und gegen oben (Strasseneinschnitt Nationalstrasse N4) nehmen fluvioterrestrische, gelbbraune, graue, grünliche und stellenweise rote Mergel überhand.

Die Sandsteine haben schwach granitischen Charakter und sind wenig bis gar nicht zementiert. Die mittleren Korngrössen bewegen sich zwischen 0,15 und 0,25 mm, der Karbonatgehalt liegt meist um 15 % (vorwiegend Kalk). Die Schwermineraluntersuchungen ergaben Granat, Apatit und Zirkon als Hauptgemengteile. Epidot fehlt in den unteren Partien und tritt erst ab etwa 60 m über Rheinniveau mit zunehmender Bedeutung auf.

Diese Befunde erlauben den Schluss, dass die untere Hälfte der USM-Schichten an der Buchhalde der Hohronenschüttung angehört, die im oberen Teil durch die epidotführende Napfschüttung abgelöst wird (vgl. H. FÜCHTBAUER, 1958; F. HOFMANN, 1960; U. BÜCHI & Mitarb., 1961).

Im wesentlichen ist der USM-Komplex der Buchhalde ins Aquitanien zu stellen, doch können die unteren Teile noch ins Chattien hinunterreichen.

Die auf der Karte als USM dargestellten Molasseschichten S Schlatt-Paradies (NE Cholfirst) gehören zur Oberen Meeresmolasse.

m_{2s}, m₂ Obere Meeresmolasse (OMM)

Der untere Abschnitt der Oberen Marinen Molasse, insbesondere die glaukonitischen marinen Sandsteine, die im allgemeinen ins Burdigalien gestellt werden (Äquivalente der Überlinger Heidenlöchersandsteine und der Berner Sandsteine) sind auf Blatt Diessenhofen nur im Liegenden der Graupensande von Wildensbuch nachgewiesen. Südlich davon sind sie zunehmend vertreten, nördlich davon aber durch die Graupensandrinne des Helvétien intramolassisch erodiert.

Im übrigen sind auf dem Gebiet von Blatt Diessenhofen nur die jüngsten Bildungen der Schlussphase der OMM aufgeschlossen, nämlich die Sedimente der Graupensandrinne s.l., die Grimmelfinger- und Kirchbergerschichten der süddeutschen Autoren (H. KIDERLEN, 1931, H. A. HAUS, 1950, A. SCHREINER, 1961). Nach Ausräumung aller einstmals vorhandenen älteren OMM-Ablagerungen wurden diese Sedimente in einer mehrere Kilometer breiten Rinne von Estuar-Charakter abgelagert, zu einer Zeit, da grosse Teile des schweizerischen Molassebeckens vermutlich bereits verlandet waren und die fluvioterrestrische Sedimentation der Oberen Süsswassermolasse begann (siehe auch Fig. 2).

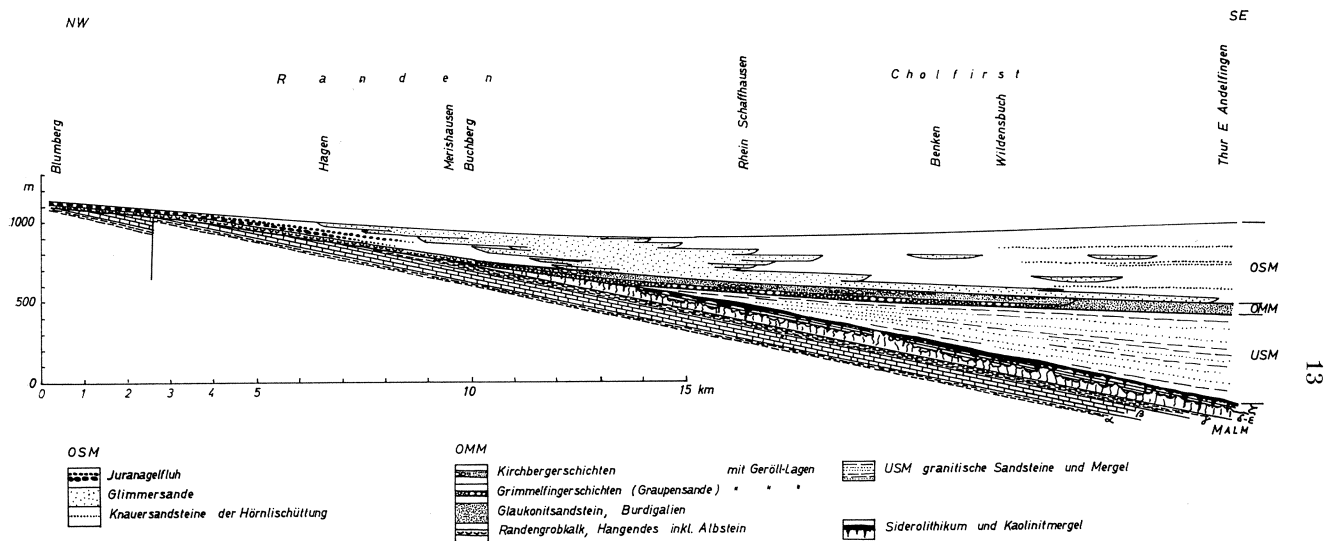


Fig. 2. Schematische Übersicht über die Sedimentationsverhältnisse am Nordrand des Molassebeckens in der Gegend von Schaffhausen. Zustand am Ende der Molassezeit, vor dem Beginn der pliocänen und quartären Durchtalung.

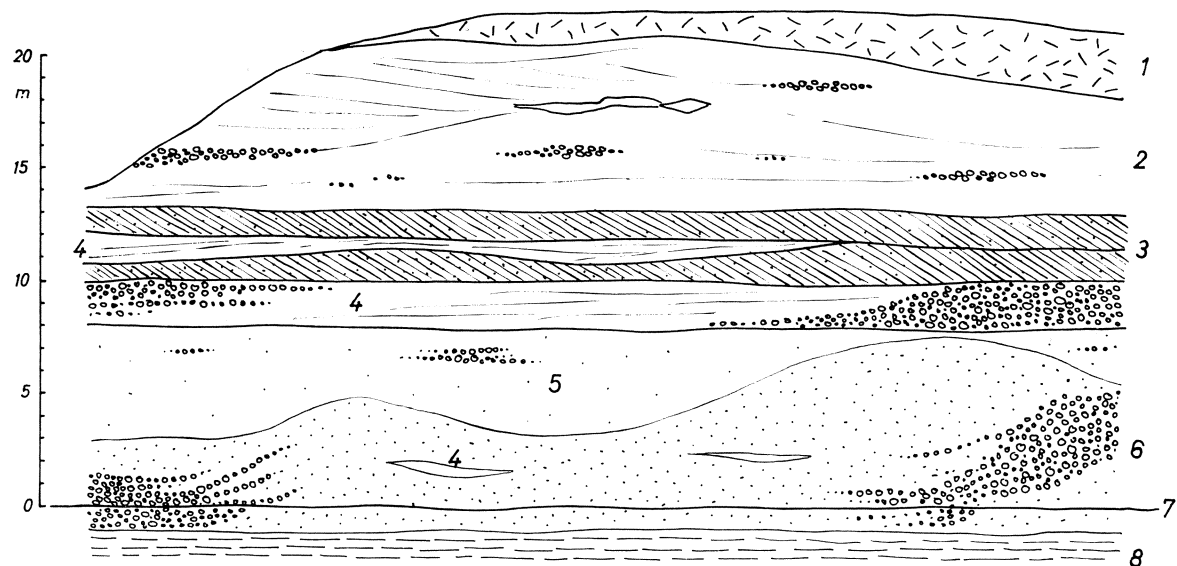


Fig. 3. Detail aus der Quarzsandgrube Benken, mittlerer Teil, Zustand 1963. 1 Moräne. 2 Mittelkörnige, leicht karbonathaltige Sande mit Geröllagen (Austernnagelfluh). 3 Größere karbonatfreie Quarzsande, abbaufähig. 4 Feinsande bis Samtsande, karbonathaltig, in der Lage im Liegenden von 3 seitlich ersetzt durch Geröllhorizonte vom Austernnagelfluh-Typus. 5 Größere, teils etwas lehmige, karbonatfreie und abbaufähige Sande mit einzelnen Geröllnestern. 6 Zone der wallartig gelagerten Graupensande, die in erster Linie für den Abbau gesucht sind. Oft mit bedeutenden Geröllagen vom Austernnagelfluhtypus. 7 Grubensole. 8 Liegendes, bunte Mergel der Unteren Süßwassermolasse. Die Schicht 2 repräsentiert die Kirchberger Schichten (marin-brackisch), die Schichten 3 bis 6 gehören zu den Grimmelfingerschichten (marin-brackisch).

Vorzüglich sind diese Schichten in den Quarzsandgruben von Benken und Wildensbuch und in der verlassenen Grube von Schlatt-Paradies, alle am Cholfirst, erschlossen. Fig. 3 gibt ein typisches Profil durch die Schichtfolge im Quarzwerk Benken. Die Details der Schichtung sind variabel, aber das Grundprinzip ist stets einigermaßen gleichartig:

Über meist nicht aufgeschlossenen Mergeln der Unteren Süsswassermolasse (Benken) oder burdigalen Glaukonitsanden (Wildensbuch) liegen am Cholfirst zunächst wallartig gelagerte, karbonatarme, quarzreiche Grobsande (Graupensande, Nr. 6 in Fig. 3) der Grimmelfingerschichten mit einer Mächtigkeit bis zu 8 m. Sie sind für den Abbau in erster Linie gesucht und werden überlagert durch feinkörnigere, ebenfalls verwertbare Quarzsande (5) mit ziemlich horizontaler Obergrenze. Im ganzen Komplex 5 und 6 treten unregelmässig Geröllnester und -bänke auf.

Über dieser Quarzsandzone folgt eine Feinsandzone (4) mit ausgesprochenen Siltpartien, aber ebenfalls mit Geröllhorizonten. Dieser Komplex ist etwa 2 m mächtig und wird durch eine weitere, verwertbare, karbonatarme Sandzone ohne eigentlichen Grobsand, jedoch mit einer mittleren Korngrösse von etwa 0,35 mm und ausgesprochener Schrägschichtung überlagert (3).

Das Hangende dieser Quarzsandzonen bilden ursprünglich wenigstens 20 m mächtige, mittelkörnige (0,2 mm), karbonathaltige, nicht verwertete Sande (2), die früher zur Oberen Süsswassermolasse gerechnet wurden. Auch in ihnen treten Gerölllagen auf, die mit den tieferen Konglomerathorizonten in jeder Hinsicht identisch sind. Alle diese Geröllvorkommen, die lokal zu mehreren Metern Mächtigkeit anschwellen, haben den Charakter der Austernagelfluhen und müssen der Napschüttung als Liefergebiet zugeschrieben werden. Sie führen bis hoch hinauf z.T. sehr schön erhaltene, vollständige Austernschalen (z.B. Sandgrube Schlatt-Paradies am NE Cholfirst). Dies und die Ergebnisse sedimentpetrographischer Untersuchungen zeigen, dass die hangenden Sande der Gruben am Cholfirst noch samt und sonders zu den marinen bis brackischen Kirchbergerschichten der OMM zu stellen sind. Erst an der Wildensbucher Hochwacht treten bei Koord. 693,500/278,850/520 echte fluviatile Glimmersande der Oberen Süsswassermolasse zutage.

Die Graupensande am Cholfirst sind Quarzgrobsande bis Feinkiese, die technisch verwertbar sind und auch heute noch abgebaut werden (siehe geotechnisches Kapitel). Sie wurden in ausgesprochen marinem Milieu abgelagert und führen besonders viele Haifischzähne, die in den gewaschenen und klassierten gröberen Fraktionen in den Gruben am leichtesten zu finden sind (*Lamna*,

seltener *Carcharodon*). Daneben finden sich Säugerzähne (Hirsche, *Mastodon*) und gelegentlich Bruchstücke von Seekuhrippen, Kieferfragmente von Zahnwalen, Panzerfragmente von Schildkröten (*Trionyx*), Fischwirbel usw. Es wurden auch aufgearbeitete Wirbeltierreste aus dem Oligocaen gefunden (*Caenotherium*). Nicht allzu selten sind umgelagerte, vor allem kieselige Fossilien aus dem Jura nebst Silexknollen ebenfalls jurassischer Herkunft und aufgearbeiteten Knollenkalken, die dem Albstein der OMM zugeschrieben werden (H. A. HAUS, 1950).

Die Ablagerung der Sande muss in einem Mündungsgebiet eines bedeutenden Flusses stattgefunden haben, mit starken Brandungs- und Gezeiteninflüssen. Aus diesem Grunde sind autochthone marine Mollusken usw. selten und meist nur in Fragmenten erhalten (*Cardium*, *Ostrea*, *Balanus*).

Bedeutende Privatsammlungen von Fossilmaterial aus den Gruben Benken und Wildensbuch haben die Herren Dr. P. Sulzer, Hettlingen ZH, und A. Steiner, Andelfingen, zusammengetragen. Eine weitere Sammlung befindet sich im Restaurant zur «Sonne» in Benken (Sammlung Götz). Weitere Angaben zur Fossilführung der Gruben siehe bei H. FISCHLI, 1930, B. PEYER, 1946, H. STAUBER, 1946, H. WEGELIN, 1917 und 1918.

Die Graupensande sind überdurchschnittlich grob, so dass für ihren Transport besonders starke Strömungen angenommen werden müssen. Sie lassen sich nach Nordosten stets in einer Rinne gelagert über das nordwestliche Bodenseegebiet bis in die Gegend von Ulm verfolgen. Es wird angenommen, dass sie aus jener Richtung durch einen Fluss mit unsicherem Einzugsgebiet bis in die Gegend von Schaffhausen geführt wurden, wo dieser Fluss in das Molassemeer mündete (H. KIDERLEN, 1931).

Die Graupensande führen als Schweremineralien viel rötlichen Granat, deutlich Epidot, Apatit, Staurolith, Disthen, Zirkon, Rutil und als besonders charakteristische Mineralien Andalusit und Topas, die auch in älteren, durchaus gleichartig beschaffenen Grobsandhorizonten der OMM angetroffen werden (U. BÜCHI & F. HOFMANN, 1960).

Die Geröllhorizonte in den beschriebenen Schichten gehören, wie erwähnt, zu den Austernnagelfluhen, die durchaus kein stratigraphischer Begriff sind. Sie treten in zahlreichen Niveaux der OMM des juranahen Molassebeckens auf. Besonders charakteristisch sind bis kopfgrosse Quarzitgerölle (kieselzementierte Quarzsandsteine), die auch im zentralen Napfschuttfächer häufig sind, ebenso rote Granite und Porphyre.

Die auffallend grossen Gerölle konnten nur durch besondere Strömungsverhältnisse (Flutwellen) so weit nach Osten transportiert werden.

Die hangenden Sande (Kirchbergerschichten) sind im wesentlichen wegen ihres meist hohen Epidotgehaltes und der Karbonatverhältnisse ebenfalls marinem Strömungstransport aus dem Napfschuttfächer zuzuschreiben. Die Interferenz von Geröllhorizonten aus dem Westen mit Grobsandhorizonten, für die östliche Herkunft angenommen wird und die auch in tieferen OMM-Horizonten auftreten, wirft Probleme auf, die durchaus noch nicht befriedigend geklärt sind.

Auch auf dem Reiat N Stetten treten Feinsande mit liegenden Graupensanden auf, die zu den Grimmelfinger- und evtl. Kirchbergerschichten gehören. Sie sind auf dem Kartengebiet gegenwärtig nicht aufgeschlossen.

Obere Süsswassermolasse (OSM)

Die Obere Süsswassermolasse des Kartengebietes ist rein fluviatil und fluvioterrestrisch und gehört in die Stufen Tortonien und Sarmatien. Die höchsten Schichten der OSM sind überall erodiert. Lediglich die vulkanischen Durchbrüche in der Gegend von Ramsen sind pliocänen Alters.

Die OSM von Blatt Diessenhofen gehört drei verschiedenen Schüttungssystemen an (siehe auch Fig. 2):

Von Norden: Juranagelfluhschüttung, jurassisch (Gebiet Thayngen–Hegau).

Von Süden: Hörnlichschüttung, alpin (nur am Schienerberg).

Von Osten, beckenaxial: Glimmersandschüttung (Ost-Weststromsystem), Einzugsgebiet Ostalpen (Schienerberg–Stammheimerberg–Rauhenberg–Rodenberg–Cholfirst).

Die vollständigsten OSM-Profile finden sich im zentralen Teil der Glimmersandrinne, die das Kartengebiet ungefähr diagonal von Nordost nach Südwest durchzieht.

m_{3m} Sedimentationsgebiet der Juranagelfluhschüttung

Sedimente der Juranagelfluhschüttung bilden die OSM-Ablagerungen der Gegend von Thayngen (Dorfgebiet, Buchberg, Schliffenhalde), und des Heilsberges N Gottmadingen.

Juranagelfluh als Geröllablagerung ist auf dem Kartengebiet nicht vorhanden. Die entsprechende Sandfazies hingegen wurde an verschiedenen Stellen angetroffen, so bei der protestantischen Kirche Thayngen, deren Turm aus dem dort anstehenden Sandstein gebaut wurde. Die Sandsteinfazies der Juranagelfluhschüttung ist

allgemein nicht häufig. Es sind Kalkarenite, die zu 80 bis 90% aus Jurakalkkörnchen bestehen.

Häufig sind die fluvioterrestrischen Mergel in den Sedimentationsgebieten der Juranagelfluh. Es sind Verschwemmungsprodukte von Jurakalken, besonders aber von mesozoischen Mergel- und Tonkomplexen. Sie enthalten meist 30 bis 40% kalkiges Karbonat und sind illitisch. Auf dem Kartengebiet sind sie in der aufgelassenen Mergelgrube Schliffenhalde am Ostsporn des Buchberges (E Thayngen) vorzüglich erschlossen, überlagert von Dekkenschotter. Es sind meist bröcklige, ocker- oder sienafarbene Ton- bis Kalkmergel mit einzelnen rötlichen Horizonten. Ganz besonders interessant ist in dieser Grube das Vorkommen von Gips in bis zu 10 cm grossen, teils schön kristallisierten Aggregaten. Wahrscheinlich sind diese Gipsvorkommen als Reaktionsprodukte der Karbonate in den Mergeln durch Imprägnation mit Sulfataren im Gefolge des Hegauvulkanismus zu erklären. In sehr viel kleinerer Menge und als harte, polykristalline Körner bis zu einigen Millimetern Durchmesser kommt auch Coelestin vor.

In den Mergeln der Schliffenhalde wurden vor Jahren schlecht erhaltene Rhinoceroszähne gefunden (nach J. HÜBSCHER).

Die Mergel der Juranagelfluhschüttung kamen bei Schürfun- gen (Bentonitvorkommen) auch an der Ostseite des Heilsberges bei Gottmadingen zum Vorschein.

Der für diese Mergel früher verwendete Name «Haldenhofmergel» ist nicht zweckmässig. Er hatte einen stratigraphischen Inhalt, der ihm durchaus nicht zukommt. Wirkliche «Haldenhofmergel» sind nur jene am Haldenhof ob Ludwigshafen am Überlingersee, die aber nicht der Juranagelfluhschüttung entstammen und nur absolut lokale Bedeutung haben.

m_{3s}, m_{4s}, m_{4os} Sedimentationsgebiet der Glimmersande

Die rein fluviatilen Glimmersande sind Sedimente des becken- axialen Stromsystems der Ost-West-Schüttung. Sein Einzugsgebiet lag wahrscheinlich in den österreichischen Ostalpen (Salzachsystem), von wo es durch das nördliche bayrische Molassebecken nach Westen sich entwässernd die Schweiz erreichte. Es durchzog als Sammelrinne des Alpenvorlandes zur Zeit der OSM unser Gebiet vom nördlichen Bodensee her über Untersee (Seerücken-Schienerberg)–Cholfirst–Irchel–Wehntal und erreichte vermutlich axial über den Kettenjura (dort erodiert) das Rhonetal und das Mittelmeer. Eine Detailbeschreibung des schweizerischen Anteils findet sich bei F. HOFMANN, 1960a, für Bayern bei K. LEMCKE, W. v. ENGELHARDT & H. FÜCHTBAUER, 1953. Vgl. auch Fig. 2.

Im zentralen Teil des Glimmersand-Stromsystems liegen Schienerberg und Rodenberg, wo die Glimmersande oft ohne jegliche Mergelzwischenlagen Komplexe von 50, 100 und mehr Metern bilden. Seitlich, d. h. nach Süden und nach Norden, verkeilen sich die Strombett-Glimmersande mit den radialen, fluvioterrestrischen Schuttfächern des Hörnli, resp. der Juranagelfluh.

Nicht selten finden sich innerhalb der Glimmersandkomplexe sog. «Krokodilschichten», dünne Horizonte aus zusammengeschwemmten Mergelgallen, Pflanzenhäcksel, Schwemmholz, Landschnecken, und meist auch Knochenfragmenten. Flussmuscheln (*Unio*) sind in solchen Bildungen nicht selten. Günstige Fundstellen liegen ENE Wildensbuch am Chohlfirst, Koord. 693,500/278,850/520, am Rodenberg, Koord. 700,380/280,620/490 und Koord. 701,100/280,980/520 und in der Schlucht 1 km NW Stein am Rhein. Rhinocerosknochenfragmente fand der Verfasser am Rodenberg bei Koord. 699,950/281,060/490. In Knauerpartien finden sich gelegentlich Abdrücke von Blättern (Sandgrube N Schlattingen, H. WEGELIN 1902, 1926), von denen eine Anzahl durch Prof. Dr. A. Scherrer für die naturkundlichen Sammlungen des Lehrerseminars in Kreuzlingen gesammelt wurden. Die schönsten Pflanzenfundstellen liegen in Glimmermergeln des gleichen Stromsystems ausserhalb des Kartengebietes bei der Schrotzburg am nördlichen Schienerberg (R. HANTKE, 1954).

Die Glimmersande selbst sind frisch silbergrau, oft muskovitreich, quarzreich und relativ gut natürlich gewaschen. Der Feldspatgehalt beträgt etwa 10%, der Gehalt an Schweremineralien um 2%. Der Karbonatgehalt liegt in der Grosszahl der Fälle bei etwa 10% Dolomit und 2% Kalk, die mittlere Korngrösse bei etwa 0,2 mm (nähere Angaben siehe F. HOFMANN, 1960a).

Die Sedimentation innerhalb der Glimmersandrinne ist petrographisch deutlich differenziert:

Unterhalb des auf K. 640 m am NW-Schienerberg (Herrentisch) auftretenden vulkanischen Tuffhorizontes sind die Glimmersande besonders typisch und konstant ausgebildet, granatreich und epidotarm. Dieser ganze Komplex (Mächtigkeit > 200 m) gehört zur Basiszone und zur mittleren Zone der OSM.

Unmittelbar unter dem vulkanischen Tuffhorizont am Herrentisch liegen die eigentlichen Öhningserschichten, eine am Schienerberg, am Seerücken und in der weitem Ostschweiz ausgeprägte, meist 20 bis 50 m mächtige mergelreiche Zone, in der sogar die Glimmersandschüttung am Schienerberg auf ein offenbar relativ schmales Rinnsal nach Norden zurückwich. Diese eigentlichen Öhningserschichten enthalten die Öhninger Süsswasserkalke (E ausserhalb des Kartengebietes) als rein lokale Maarseebildung.

Die vulkanische Tuffschicht am Herrentisch und bei Oberwald liegt im Niveau des Beginnes der mächtigen Konglomeratschüttung aus dem Hörnlifächer, die Nagelfluhbänke bis zum Schienerberg hinterliess und auch mit den grossen Deckentufferuptionen im Hegau zusammenfällt. Gerölle der Hörnlschüttung findet man auch in den Glimmersanden über dem vulkanischen Tuff am Herrentisch, in welcher Gegend die Deltaarme der Hörnlschüttung in das Glimmersand-Stromsystem mündeten.

Die mächtige Konglomeratschüttung im Hörnlifächer hat ihr Äquivalent in einer verstärkten Materialzufuhr im Glimmersandstrom, repräsentiert durch eine gleichzeitige, kurzfristige Kornvergröberung; man findet an mehreren Stellen am Schienerberg, so auch am Herrentisch auf K. 640 m unmittelbar über dem Tuffhorizont eine etwa 1 m mächtige Grobsandschicht mit feinem Quarzkies. Unmittelbar darüber fällt die mittlere Korngrösse der Glimmersande unter den Durchschnitt (F. Hofmann, 1960a). Das erwähnte Grobsandniveau entspricht ungefähr der sedimentpetrographischen A-Grenze der Glimmersandschüttung, die praktisch auch mit der Grenze Tortonien-Sarmatien zusammenfällt. Die auf Blatt Diessenhofen dargestellte Differenzierung der OSM am westlichen Schienerberg (Hohenklingen–Wolkenstein–Oberwald–Chroobach–Herrentisch) ist durch die beschriebenen neuen Untersuchungsergebnisse überholt.

Besonders schöne Einblicke in die Glimmersande bieten die Hohlwege S Wiesholz (Nordabfall des Herrentisch) und der Rodenberg E Diessenhofen, der fast ganz aus Glimmersanden besteht (Aufschlüsse in der westlichen Hälfte, z. B. in den Sandgruben NE Schlattigen). Gute Aufschlüsse trifft man auch im Tobelweg der Schlucht, 1 km NW Stein am Rhein.

Hörnlschüttung

Wie bereits erwähnt, tritt die Hörnlschüttung nur in Form von Geröllen der Konglomeratstufe über dem vulkanischen Tuff am Herrentisch in Erscheinung. Ihre Hauptverbreitung liegt in der Unterseegegend ausserhalb des Kartengebietes am Seerücken und am östlichen Schienerberg.

Vulkanische Erscheinungen in der Oberen Süsswassermolasse

Der nordöstliche Teil des Kartengebietes erfasst mehrere Erscheinungen des Hegauvulkanismus, die nachstehend in chronologischer Reihenfolge dargestellt sind.

Bentonitvorkommen Heilsberg N Gottmadingen

Dieses Bentonitvorkommen (F. Hofmann, 1956a) liegt an der Ostseite des Heilsberges im Riedernhölzle, N Gottmadingen (Koord. 700,980/289,700/520) auf deutschem Gebiet. Es ist auf Blatt Diesenhofen nicht eingetragen. Seine Ausbildung entspricht den ostschweizerischen Bentoniten völlig und muss auch von gleicher Herkunft sein. Eine Schürfung der Georg Fischer AG im Jahre 1957 ergab eine Mächtigkeit bis zu 1,3 m Bentonit mit einer Einlagerung von knapp 10 cm wenig umgewandeltem Glastuff. Die Bentonit-schicht ist in Mergeln der Juranagelfluhschüttung eingebettet. Etwas tiefer am Hang, auf K. 500 m, liegt eine Glimmersandbank.

Der Bentonithorizont Heilsberg liegt wie ein gleichartiges kleineres Vorkommen bei Riedheim am Hohenstoffel knapp unter der Basis der Konglomeratstufe der OSM.

φ Deckentuffe des Hegau

Aus dem Hauptdeckentuff des Hegauvulkanismus, der knapp nach Beginn der Konglomeratstufe der OSM gefördert wurde, bestehen die Rosenegg N Ramsen und der Plören NNW der Rosenegg. Ein guter Aufschluss ist der Tuffsteinbruch am nordöstlichen Sporn der Rosenegg. Frisch ist das Gestein blaugrau bis grünlich, betonartig und ziemlich hart. Es enthält häufige Trümmer durchschlagener Schichten des Untergrundes (Kristallin und mesozoisches Deckgebirge) und makroskopisch erkennbaren Biotit, seltener Hornblende. Ausserdem enthält das Gestein wenig diopsidischen Augit und als Rarität Ni-haltigen Bronzit, ausserdem Analcim, Apatit, Serpentin, Magnetit und Zeolithe. Das Bindemittel enthält Calcit, viel Opal und Montmorillonit. Von diesen Tuffen der Rosenegg wurden früher Pseudomorphosen von Calcit nach Thenardit, Glauberit und anderen Salzmineralien bekannt.

Am Südsporn des Heilsberges NW Gottmadingen ist in einer Grube ein Tuffschlot des Deckentuff-Vulkanismus aufgeschlossen, dessen absolutes Alter mit 14 Millionen Jahren bestimmt werden konnte.

Ein weiterer Tuffschlot der Deckentuffphase ist der Jungkernbühl am Nordausgang der Ortschaft Worblingen, eine kleine, 6 m hohe Kuppe in der Ebene. Das stark angewitterte Gestein enthält die Mineralien der Deckentuffe und entsprechende Grund- und Deckgebirgsauswürflinge, aber gröber und schlechter sortiert. Magnetit ist sehr häufig, ebenso findet man grosse sechseckige Biotite bis 2 cm \varnothing und Hornblendekristalle von über 1 cm Länge, selten auch Apatite von mehreren Millimetern Länge. Mit 14,2 Millionen Jahren ist das Gestein gleichaltrig mit den übrigen Decken-

tuffen des Hegau. Der Jungkernbühlschlot hat höchst wahrscheinlich die Tuffe auf dem NW Schienerberg geliefert.

Weitere moderne Daten zur Petrographie und Mineralogie des Hegauvulkanismus siehe bei W. v. ENGELHARDT und W. WEISKIRCHNER (1961) von wo einige vorstehende Angaben stammen.

m₄ Vulkanische Tuffe auf dem Schienerberg (Herrentisch)

Am nördlichen Steilabfall des Herrentisch, in der Gegend NW Oberwald und – kurzfristig erschlossen beim Bau eines Reservoirs südlich der Kronbachhütte – tritt auf dem nordwestlichen Schienerberg eine bis 4 m mächtige Schicht vulkanischen Tuffs zutage, der z. T. mit Molassematerial stark vermischt und sandig (nördliche Partien), zum Teil aber sehr rein ist und nur aus vulkanischem Material besteht (bentonitischer grüner Ton als Umwandlungsprodukt in dünnen Schichten, z. T. pisolithisch).

Die Schlammuntersuchung ergab wechselnde Anteile von Trümmern durchschlagener Grund- und Deckgebirgsschichten (viel rötliches Granitgrus, Gneise, mesozoische Kalke) und als vulkanische Mineralien Magnetit in wechselnden Mengen, viel Hornblende, Diopsid und mässig Apatit. Basaltischer Pyroxen fehlt. Biotit ist immer deutlich vorhanden. Altersgemäss gehört dieser Tuff eindeutig in die Deckentuffphase des Hegaus und stammt mit grösster Wahrscheinlichkeit aus dem Schlot des Jungkernbühl (wie auch schlecht erschlossene Tuffe am Hartberg NE Worblingen). Die Tuffe im Herrentischgebiet liegen aber durch die Versetzung längs der Schienerbergverwerfung heute gegen 200 m höher, als die Hegausenke selbst.

β , β t Basaltische Durchbrüche in der Gegend von Ramsen

W Ramsen an der «Halde» konnte der Verfasser (F. HOFMANN, 1956b) ein schon von L. ERB (1931) vermutetes Vorkommen von Melilithbasalt erschürfen, das den übrigen Melilithiten des Hegau völlig entspricht und somit eine Spaltenfüllung pontischen Alters darstellt (± 6 Millionen Jahre).

In einer Grundmasse von Pyroxenleistchen treten Melilithe und Olivine als grössere Einsprenglinge auf. Das Gestein ist teilweise blasig ausgebildet mit kalzitisch ausgefüllten Mandeln.

Ihm entspricht der basaltische Lapillituff von Karolihof (F. HOFMANN, 1956b, F. HOFMANN & E. JÄGER, 1959), der am Ostende der kleinen Erhebung S Karolihof (800 m N Bibermühle am Rhein) ziemlich gut aufgeschürft ist und auch in den Äckern unmittelbar nördlich davon immer wieder zutage tritt. Leider ist

das Vorkommen durch einen Druckfehler auf Atlasblatt Diessenhofen nicht richtig dargestellt.

Dieser Lapillituff (Brockentuff) entspricht weitgehend den übrigen pontischen Basalttuffen des Hegauvulkanismus. Die Lapilli sind meist bis 5 mm gross und bestehen zur Hauptsache aus dem montmorillonitischen Tonmineral Saponit (F. HOFMANN & E. JÄGER, 1959) als Umwandlungsprodukt vulkanischen Materials. Eingesprengt in die Lapilligrundmasse sind völlig zersetzte Olivine und unzersetzte, bis 2 mm grosse Pyroxene. Untergeordnet tritt chromhaltiger Diopsid auf (Bestimmung Prof. Dr. TH. HÜGI, Bern). Magnetit und Apatit sind nicht häufig.

Interessant sind im Tuff vorkommende, nicht weiter identifizierbare Knochentrümmer.

Das Vorkommen Karolihof ist als durch Erosion freigelegte Schlotfüllung innerhalb der Molasseschichten zu deuten.

QUARTÄR (R. H.)

q1s Höherer (älterer) Deckenschotter

Als älterer Deckenschotter werden auf Blatt Diessenhofen die beiden Vorkommen auf dem Herrentisch (E von Ramsen) in 670–688 m und auf dem Neuhuserwald in 550–568 m dargestellt. Am Herrentisch liegen verkittete Schotter erosionsdiskordant auf einer gegen S, im Neuhuserwald auf einer gegen NE einfallenden Unterlage. Hinsichtlich des Geröllinhaltes stimmen die beiden Vorkommen ziemlich gut überein; dieser entstammt hauptsächlich den ostalpinen Decken (R. FREI, 1912), wobei die Frage, ob es sich dabei um eine primäre oder um eine sekundäre, aus Molasse-Nagelfluhschüttungen aufgearbeitete Ablagerung handelt, noch offen steht. Während die beiden Vorkommen vom Herrentisch und vom Neuhuserwald auf Blatt Diessenhofen nach der bisherigen Auffassung der Günz-Eiszeit zugewiesen worden sind, werden neuerdings jedoch sowohl bei diesen beiden Vorkommen wie bei zahlreichen weiteren hochgelegenen verkitteten Schottern der Nord- und der Nordostschweiz, zu deren altquartärem Alter verschiedene Bedenken angemeldet (cf. R. HANTKE, 1962, 1963).

q2s Tieferer (jüngerer) Deckenschotter

Rund 50–100 m tiefer stellen sich am Schienerberg wiederum randlich verkittete Schotter ein, die, zusammen mit den Vorkommen am Rauhenberg, am Thaynger Buechberg, auf dem Heilsberg, auf dem Cholfirst und auf den verschiedenen Jura-Riedeln um Schaffhausen, als Erosionsrelikte einer tiefer gelegenen Schotterflur betrachtet wurden. Auch bei diesen Schottern deutet der Geröllinhalt auf eine Herkunft von den ostalpinen Decken hin. Wie

die beiden Aufschlüsse am Chapf und am Buechberg (E von Thayngen) belegen, sind die Schotter jedoch nur an der Oberfläche ver kittet. In den Kiesgruben Klosterhölzli (ENE Uhriesen) und Kratzern (NNE Wildensbuch) sind, wie J. HÜBSCHER feststellen konnte, grössere Blöcke aus der umliegenden Molasse in die Schotter eingebettet worden. Die grossen, im Deckenschotter des Kressenberges (N Stein am Rhein) eingelagerten Erratiker (E. GEIGER, 1943) bekunden die Nähe eines eiszeitlichen Gletschers. Ebenso hatte schon A. PENCK (1896) «Moränenmergel» am Hohenegg (Stammheimerberg) erwähnt.

Sowohl der höhere als auch der tiefere Deckenschotter weisen eine mehr oder weniger mächtige Lehmdecke auf, die z.T. als Grundmoräne, z.T. als verlehmt Löss zu deuten ist.

Wie beim höheren Deckenschotter erhebt sich auch beim tieferen Deckenschotter, der bisher meist der Mindel-Eiszeit zugewiesen wurde, die Frage, ob es sich nicht um jüngere, etwa um risseiszeitliche Schotter handeln könnte, indem das auf A. PENCK zurückgehende Schema der sukzessiven Taleintiefungen in Inter-glazialzeiten nur im aussermoränischen Bereich, also im Rheintal erst unterhalb Möhlin, verwirklicht wäre.

Wie aus den Alterszuordnungen der Schottervorkommen um Schaffhausen hervorgeht und durch den schriftlichen Nachlass von J. HÜBSCHER bestätigt wird, wurden diese auf Blatt Diessenhofen lediglich auf Grund der Höhenlage und des Verkittungsgrades vorgenommen, wobei höhere (ältere) und tiefere (jüngere) Deckenschotter von «Schottern der Hochterrasse und Rinnenschottern» abgetrennt wurden (cf. R. HANTKE, 1963).

In der Günz/Mindel-Interglazialzeit hätte nach bisheriger Auffassung eine Eintiefung vom Akkumulationsniveau des höheren bis auf die Auflagerungsfläche des tieferen Deckenschotters stattgefunden, während in der Mindel/Riss-Interglazialzeit eine solche von der Akkumulationsfläche des tieferen Deckenschotters bis auf die Felssohle der Hochterrassenschotter erfolgt wäre. In einer nächsten Interglazialzeit hätte die Flusserosion weiter gearbeitet, so dass die Talsohle stellenweise bis mindestens 50 m unter den heutigen Talgrund eingetieft worden wäre. Wie aus Bohrungen hervorgeht (cf. p. 40 ff), wurde zwischen Hohenklingen und Stammheimerberg der Felsuntergrund im Rheintal bei 380 m noch nicht erreicht. Ebenso ergab die Bohrung bei Ramsen zwischen Herrenfisch und Rauhenberg bei 360 m noch keinen anstehenden Fels. Erst zwischen Heilsberg und Rauhenberg wurde bei 360 m der Felsuntergrund getroffen (L. ERB, 1931), während dieser – Juranagelfluh – bei der Säge im Dorf Thayngen bei Kote 396 m erbohrt wurde.

Die fluviatile Erosion wäre in den verschiedenen Interglazialzeiten stets den tertiären Einbruchszonen gefolgt, so im Rheintal E Schaffhausen, im mittleren und im unteren Bibertal sowie im unteren Aachtal, von Arlen gegen E (cf. p. 32). Dass die Erosion den Einbruchszonen folgte, ist unbestritten. Noch ungelöst ist dagegen die Frage, wann dies geschah und damit auch, seit wann im Mittel-land erosiv ausgeräumt wird.

q_{3m} Risseiszeitliche Moränen

Sicher risseiszeitliche Moränen finden sich im Kartenbereich nur um die Schotterkappe im Neuhuserwald, am Wolfsbuck und im Freudental. Ob die S und E Stetten sowie am SW Cholfirst als Rissmoränen ausgeschiedenen Bildungen effektiv risseiszeitlich sind, ist noch nicht gesichert, mindestens stellen die Wälle von Ganeten und von Golleter–Selmeren einen hochwürmeiszeitlichen Eisstand dar, und möglicherweise ist selbst die als risseiszeitlich angegebene Grundmoräne ausserhalb dieser Wälle lediglich als periglazial verrutschter Schutt zu deuten, wobei es sich primär allerdings z. T. um risseiszeitliche Ablagerungen handeln könnte.

q_{3s} Würmeiszeitliche Vorstoßschotter

Im Raume Stein am Rhein–Schaffhausen finden sich verschiedentlich von Moränen bedeckte Schotter: bei Neuhaus (1,5 km SW Stein am Rhein), an der Egg (SW Schlattingen), am Buechberg (SW Willisdorf), bei Gailingen, N und S Thayngen, im Fulachtal, sowie zwischen St. Niklausen und Buchthalen, E Feuerthalen am Heerenberg, zwischen Buchthalen und Schaffhausen, am Fuss des Munot und bei der Bindfadenfabrik Flurlingen.

Sie wurden von J. HÜBSCHER gesamthaft als «Schotter der Hochterrasse und Rinnenschotter» (**q_{3s}**) in die Risseiszeit gestellt. Sicher sind sie älter als die sie bedeckenden Moränen, doch brauchen sie nicht eine Eiszeit älter zu sein, sondern wurden vielmehr erst durch Schmelzwässer beim Vorstoss der würmeiszeitlichen Gletscher als Vorstoßschotter geschüttet. Durch solche Vorstoßschotter wurden die seit dem Rückzug der risseiszeitlichen Gletscher als Talfurchen funktionierenden Rinnen verstopft, so dass sich die hochwürmeiszeitlichen Schmelzwässer und die nacheiszeitlichen Flüsse neue Abflusswege suchen mussten. Derartige alte, von Schottern erfüllte Rinnen sind namentlich um Schaffhausen durch die Erosion, durch Sondierbohrungen und bei Fundationen verschiedentlich festgestellt worden, so diejenige aus dem Fulachtal über Sonnenburg–Gut–Engihof in den Klettgau und die

Urwerf–Rheinfall-Rinne, welche auch unter der Schaffhauser Altstadt mehrfach nachgewiesen wurde. Neben den 3 Bohrungen Filterbrunnen Rheinhalde (Koord. 691,280/282,920/344), Urwerf (Koord. 688,960/283,34/343) und beim Filterbrunnen Neuhausen im Rheinfallbecken (Koord. 688,220/281,680/338) wurde diese Rinne noch an weiteren Stellen nachgewiesen: bei der Eisenbahnbrücke nach Feuerthalen, am Gerberbach, am Kirchhofplatz, im Polizeikeller, in der Stadthausgasse, am Fronwegplatz, auf der S-Seite des Bahnhofes Schaffhausen und beim Haberstieg.

Der Kalktuff von Flurlingen

NE Flurlingen, zwischen Allenwinden und der Abzweigung der Flurlingerstrasse von der Winterthurerstrasse, ist von etwa 1850–1900 ein Kalktuff gebrochen worden, der – zufolge seiner Lagerung unter würmeiszeitlicher Grundmoräne – bereits prähochwürmeiszeitlich abgelagert worden sein muss.

Schon J. J. SCHEUCHZER (1718, p. 117) kannte dieses Tufflager und erwähnte daraus Blattabdrücke, «Räb- und andere Blätter». In der Folge wandten sich zahlreiche Forscher dieser räumlich sehr begrenzten Kalkablagerung zu, so L. WEHRLI (1894), A. PENCK (in NÜESCH 1896, 1902), A. GUTZWILLER (in NÜESCH 1902), J. MEISTER (1898), ALBERT HEIM (1919), W. U. GUYAN & H. STAUBER (1941), W. LÜDI (1953), und R. HANTKE (1959).

Trotz mehreren Grabungen brachte erst die Verbreiterung der Winterthurerstrasse und der Ausbau der Bindfadenfabrik Klarheit über das Liegende des Kalktuffes, das aus Sanden und bunten Mergeln der Unteren Süsswassermolasse besteht. Dabei wurde allerdings der Kalktuff praktisch vollständig entfernt. Das kalkhaltige Wasser, aus dem seinerzeit der Kalktuff ausgefällt wurde, ergoss sich über die Molasseunterlage und verlor sich dann am W-Abhang des Cholfirst im Rinnenschotter des alten Rheinlaufes.

An Pflanzenresten fanden sich nach L. WEHRLI (1894) *Acer pseudoplatanus* (95%) und *Buxus sempervirens* (4%). Durch A. PENCK (in NÜESCH, 1902) und vor allem durch E. SCHMID (in U. W. GUYAN & H. STAUBER, 1941) konnte ferner festgestellt werden, dass die Flora lange nicht so einseitig zusammengesetzt ist wie L. WEHRLI feststellte, sondern dass auch noch zahlreiche andere Reste, z.T. sogar sehr zahlreich, auftraten. So fanden sich neben *Acer pseudoplatanus* und *Buxus sempervirens* auch *Tilia platyphyllos* Scop., *Hedera Helix* L., *Equisetum maximum* Lam., *Carex pendula* Huds., *Deschampsia caespitosa* (L.) Pall., *Crataegus oxyacantha* L., *Salix caprea* L., eine Umbellifere, *Acer platanoides* L., *Corylus Avellana* L., *Frangula Alnus* Mill., *Fraxinus excelsior* L., *Abies alba* Mill., *Taxus baccata* L. und *Cornus sanguinea* L.

Nach E. SCHMID deutet diese Artenkombination auf einen Laubwald in einem feuchten und milden bis fast kühlen Klima bzw. Lokalklima, vergleichbar unserem Schluchtwald. Neulich konnten auch Buchenblätter, *Fagus silvatica*, nachgewiesen werden (R. HANTKE, 1959).

Pollenanalytische Untersuchungen ergaben jedoch eine deutliche Koniferen-Dominanz. Dies ist aber wahrscheinlich nur auf die bedeutend grössere Pollenproduktion der Koniferen, insbesondere von *Pinus*, zurückzuführen, während *Acer* und *Fraxinus* im Pollenspektrum kräftig unterdotiert sind. Auf Grund des Auftretens von *Fagus*-Pollen möchte W. LÜDI (1953, p. 199) die Flora des Kalktuffes von Flurlingen ans Ende des Interglazials stellen, da die Buche wahrscheinlich den Wechsel zu einem ozeanischeren Klima anzeigt.

In den obersten Schichten des Kalktuffes fand J. MEISTER (1898) neben Knochenresten des Torfrindes und des Edelhirsches noch Beckenfragmente, Unterkiefer und einen Oberkiefer von *Rhinoceros merckii* JAEGER. Ferner sind eine ganze Anzahl Schnecken gefunden worden. Sie sind jedoch stratigraphisch atypisch, da sie alle zu noch lebenden Arten gehören (cf. W. U. GUYAN & H. STAUBER, 1941, p. 324).

Die würmeiszeitlichen Gletscherstände

Um eine Chronologie der hochwürmeiszeitlichen Bildungen um Schaffhausen mühten sich bereits zahlreiche Forscher, so J. MEISTER (1894), A. PENCK (in NÜESCH, 1896, 1902), J. HUG (1907), L. ERB (1931, 1936), J. HÜBSCHER (1951), R. HUBER (1956) und A. LEEMANN (1958).

Das Schaffhauser oder Rüdlinger Stadium

Das Maximalstadium der Würm-Eiszeit, das Schaffhauser oder Rüdlinger Stadium, zeichnet sich, wie das ihm entsprechende Killwangen-Stadium im Bereich des Linth-Rheingletschers, durch verschiedene, eng aufeinander folgende Eisstände aus. Eine äusserste, deutlich ausgeprägte Stirnmoräne (q_{45}^1) ist auf dem Blattbereich noch SW Neuhausen (von Hofstetten zum Blattrand) zu erkennen. Ebenso sind auch die Moränenwälle auf der SW-Seite des Cholfirst, die sich von Ganeten zum Brotchorb (NW Wildensbuch) und von Gollete über P. 514 nach Selmeren (N Benken) verfolgen lassen, diesem Eisstand zuzuweisen¹). Die randliche Schmelzwasserentwässerung erfolgte z. T. durch den Klettgau sowie durchs Chlaffen-

¹) Auf der Karte wurde dieser Wall teilweise noch als «Moräne der vorletzten Eiszeit» (q_{3m}), im tektonischen Übersichtskärtchen als «Schotter der Hochterrasse» bezeichnet.

tal und Kronenriet über Jestetten und weiter durchs Wangental gegen Griessen, während die durch den Bodensee-Rheingletscher gestauten Wasserläufe des südöstlichen Randgebietes die seitlichen Moränenwälle durchbrachen und in subglazialen Rinnen abflossen. Das kleine Trockentälchen NW Buck–Kaiserbuck–Gsang–Dachsenbüel (N, bzw. W Herblingen) sowie die kleine Rinne beim Sonnenberggut (W Schaffhausen) dokumentieren kleinere seitliche Rinnenstücke.

Von einem ersten internen Gletscherhalt zeugen die beiden dicht beisammen liegenden Moränenwälle Birchäcker–Spiegelguet–Kantonsspital. Weiter gegen SW wurden die Wälle durch ausräumende Schmelzwässer und durch die Aufschüttung der Breite-Terrasse (**q45^{II}**) zerstört. Ebenso dürfte die Terrasse von Allenwinden zwischen Feuerthalen und Flurlingen diesem Niveau zuzählen sein.

Vom nächst interneren Gletscherstand sind NW des Fulachtales noch Wallreste bei Wippel (W Thayngen) erhalten. Der darunterliegende Malmkalk wurde dabei an verschiedenen Stellen spiegelglatt geschliffen. Ferner ist dieser Gletscherstand in den Hügeln Erlisbüel–Stritholz–Unterholz (Gletscherschliff)–Berg–P. 487 (E Herblingen) zu erkennen. Damals fanden die Schmelzwässer aus dem Bibertal W Thayngen ihren Abfluss durch die heutigen Trockentäler des Churz- und Langloch über Feldbrunnen–Herblingen–Gloggenguets, wobei es zur Ausbildung der Stokarterrasse kam, zu der auch der Terrassenrest W Herblingen zu rechnen ist ¹⁾.

Beim weiteren Abschmelzen des Bodensee-Rheingletschers kam es im Raum E von Schaffhausen zu einer Aufgliederung in einzelne Teillappen: in einen Thaynger- und einen Büsinger-Arm. Dieser hing über die flache Transfluenz zwischen Stammheimerberg und Cholfirst noch immer mit dem durch das Thurtal abfließenden Arm des Rheingletschers zusammen. Immerhin setzte damals zwischen Schlatt und Diessenhofen ebenfalls eine erste Aufspaltung in einen Schlatter und einen Basadinger Arm ein, was NW des Rauhenberges durch zwei markante Wälle dokumentiert wird. Von diesen zielt der südliche Wall von der Landesgrenze NE Dörfingen in mehreren Bögen gegen Feuerthalen, während der nördliche vom Spitzler (2 km NNW Gailingen) über Amannshölzle–Schoren–Torggenloo–Wolfenbuck–Hugigrund gegen Thayngen verläuft.

Die höher gelegenen Wallreste zwischen Rauhenberg und Fulachthal stellen Wälle dar, die einen Eisstand dokumentieren, bei dem die Stokarterrasse gebildet wurde.

¹⁾ Auf der Karte ist der Terrassenrest NW Herblingen–Gloggenguets der Stokarterrasse (**q45^{III}**) zuzuordnen.

Zwischen Heilsberg und dem Thaynger Buechberg zeichnet sich der noch bis Thayngen reichende Eisstand durch dicht hintereinander liegende Moränenwälle ab, die von Hurstel über Hütte-Schwizerhus gegen Thayngen verlaufen.

Im Rheintal reichte der Gletscher bis Buchthalen und Feuerthalen, wo er die Moräne des Lindenbuck aufschüttete.

Die durch das Rheintal und das Fulachtal abfließenden Schmelzwässer schotterten die höhere Terrasse von Feuerthalen und die Munotterrasse (**q_{4s}^{IV}**). In der Schaffhauser Zelg (WThayngen) und im Ebnet (NW Schaffhausen) wurden in den ebenfalls der Munotterrasse zuzuordnenden Schottern Reste des Moschusochsen und im Steinacher S Herblingen solche des Rentiers und des Mammut gefunden.

Das wohl bereits beim Vorstoss des Bodensee-Rheingletschers als Schmelzwasserrinne funktionierende Fulachtal wurde dabei wieder verwendet. Bei den hinteren Eichen (2 km SW Thayngen) trafen die später wieder durch das Fulachtal abfließenden Schmelzwässer jedoch nicht mehr auf die von Schottern erfüllte Rinne¹⁾, sondern schnitten sich in einer Schleife neu ein.

Auf der S-Seite des Cholfirst ist die Moräne, die von Guggerbüel über Süessenberg (NW Benken) nach Oberholz verläuft, diesem Gletscherstand zuzuzählen, während die Terrasse zwischen Hundsruggen und Oberholz (beide S Uhwiesen) der Munotterrasse entspricht, die sich rechtsrheinisch in derjenigen von Hohrain-Station Altenburg-Rheinau zu erkennen gibt. Damit reichte der durch das Thurtal abfließende Arm des Rheingletschers zur Zeit, als der Hauptarm am Lindenbuck E Feuerthalen stirnte, südlich des Cholfirst noch bis an den Rhein.

Das Diessenhofen-Stadium

Ein deutlich jüngerer Eisstand stellt sich im mittleren Bibertal zwischen Thayngen und Gottmadingen ein. Ihm entsprechen die Schotter bei Bietingen und im Fulachtal das tiefere Terrassen-niveau, die Fulachterrasse. Im Rheintal ist dieser Eisrandlage diejenige von Diessenhofen gleichzusetzen. Als zugehörige Schotterterrasse (**q_{4s}^V**) sind die Schotter von Langfuri und von Ebnet (SW Diessenhofen), sowie diejenige bei der Station Feuerthalen zu betrachten. Die Schotterflur von Oberreckingen zwischen Dörflingen und Büsingen ist als Akkumulationsniveau zur Schaaren-Terrasse (**q_{4s}^{VI}**) zu rechnen (cf. p. 31).

Ein weiterer, durch deutliche Wallmoränen dokumentierter Gletscherstand zeichnet sich im Bibertal zwischen Buch und Ram-

¹⁾ Auf der Karte sind sie als risseiszeitliche Rinnenschotter verzeichnet.

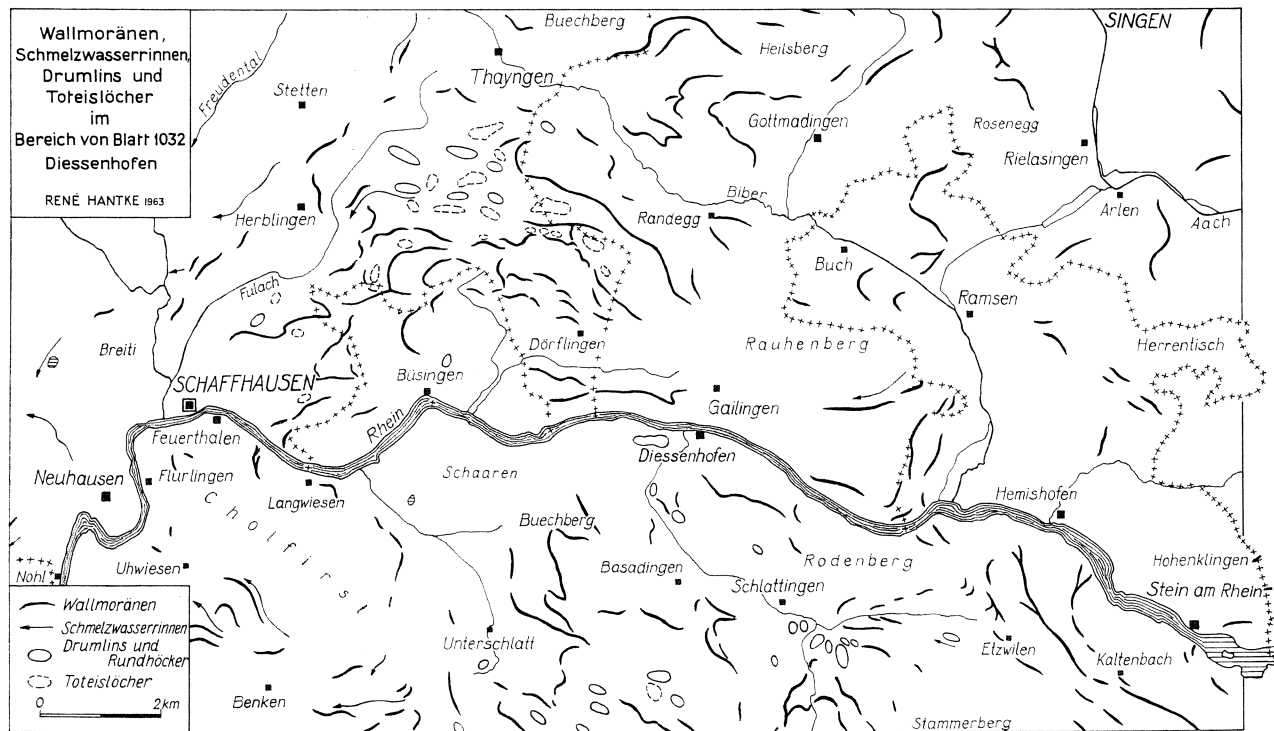


Fig. 4

sen ab, wo zwei von der Biber durchbrochene Endmoränen vom Rauhenberg abbiegen, welche sich im Ramser Schüppel wieder vereinigen. Gegen die Rosenegg hin verlieren sie sich, buchten aber auf der N-Seite über P. 461 – Eschemann–Herrenhölzle – wieder gegen NW aus, wobei sie die beiden Zungenbecken Ried (N Ramsen) und Mönchried (W Singen) umschliessen, während sich ausserhalb des Walles das Schotterfeld von Buch–Gottmadingen–Tellenhau, die obere Singener Terrasse, einstellt. S des Rauhenberges lassen sich diese Gletscherstände in den flachen Moränenwällen im Staffelwald und im Rossbuck erkennen. Gegen den Rhein drehen sie plötzlich gegen W ab. Dabei werden der äussere zwischen Staffebuck und Bleiche, der nächst innere W Geissberg–Hinterfeld und der innerste Wall W Bibernmüli–Im Cheer vom Rhein durchbrochen, was im Rhein durch einige grosse Erratiker dokumentiert wird (cf. p. 32).

Der durch das Thurtal abfliessende Eisstrom des Bodensee-Rheingletschers entsandte damals noch einen westlich abzweigenden Arm durch die Nussbaumer Talung, der sich SE Schlattingen mit der von Etzwilen S des Rodenberges vorstossenden Gletscherzunge vereinigte. Sie beide stiessen zusammen noch bis gegen Diessenhofen vor, was durch die Moränenwälle Loriswil (2 km SE Diessenhofen)–Grossholz, am Eichbüel und gegen Guggenbüel, sowie durch die Schotterflur Schupfenzälg–Diessenhofen und Schaaren dokumentiert wird (q_{45}^{VI}).

Während J. FRÜH (1906) die Hügel S Schlattingen noch als Reste von zwei zerstörten Moränenwällen deutete, konnte J. HÜBSCHER feststellen, dass der äussere Kranz, derjenige von Breitbüel–Hardlenbüel–Rotenbuck, aus fluviatilen Schottern besteht, der innere dagegen eine durch Schmelzwasser zerschnittene Stirn-moräne darstellt. Gestauchte Kiesschichten und darüber liegende Moränenreste deuten darauf hin, dass das Eis noch über die äussere Hügelreihe vorstiess.

Sehr wahrscheinlich wurden die glazifluviatilen Schotter bereits im Vorfeld der beiden vorstossenden Gletscherlappen abgelagert und beim weiteren Vorrücken des Eises drumlinartig überprägt.

Als das Eis im Stammheimertal noch das Zungenbecken von Sürch (SE Schlattingen) erfüllte, lag das Zungenbecken des über Etzwilen vorstossenden Lappens noch bei Weierhof–Emdswilen, während der innere Moränenkranz, der sich vom Langenbüel über Steigbüel zum Schübenbüel verfolgen lässt, einem Eisstand entsprach, der von Ober Giger über Bleuelhusen–Etzwilen gegen Rheinklingen verlief, wie ein Verfolgen der Moränenwälle über den westlichen Seerücken zeigt.

Ein nächstes, deutlich in Erscheinung tretendes Stadium zeichnet sich E von Singen ab (in der NE-Ecke des Kartenblattes). Ein Moränenwall verläuft von Glissenrain zum Bühl, verliert sich weiter gegen S, setzt jedoch am Ackerbühl plötzlich wieder ein und umgürtet den E-Sporn des Hartberges. Zwischen Worblingen und Arlen wird der Wall von der Aach durchbrochen, lässt sich aber S der Aach über Wizenbol–Durlen bis an den N-Hang des Schienerberges verfolgen. Die S Arlen gegen Ramsen streichenden Wälle dürften denjenigen von Etzwilen–Rheinklingen entsprechen. Im W anschließenden Vorfeld stellt sich wiederum eine ausgedehnte Schotterebene ein, die untere Singener Terrasse (**q4s^{VII}**). Diese erfüllt auch das untere Bibertal bis gegen Hemishofen, wo sich auf der linken Seite des Rheines ein gegen SE immer kammartiger werdender Moränenwall einstellt, der von P. 434 über Buck–Büel–Rain–Neuhus zum Hüttenberg (1,5 km S Stein am Rhein) ansteigt. Ein etwas interner gelegener Wall lässt sich am Rhein von Langolber (1 km S Hemishofen) über P. 433 gegen Kaltenbach verfolgen, wo er sich an den Hauptwall von Neuhus–Hüttenberg–Schlegel anschmiegt. Ein internster flacher und sehr sandreicher Wall endlich umschliesst das Ende des Untersees. Er verläuft von Boll, zwischen Oehningen und Stein am Rhein, über Stein am Rhein–Burg gegen Büel S Eschenz.

Erratische Blöcke

Wie in allen stärker besiedelten Gebieten ist auch im Raum Schaffhausen–Singen–Stein am Rhein die ursprüngliche Verteilung der Erratiker durch den Menschen stark verändert worden. Einerseits lieferten sie, besonders im bausteinarmen Gebiet östlich des Fulachtales, willkommenes Baumaterial für Häuser, für Befestigungen, Burgen und für Strassen, anderseits wurden sie bei der immer intensiver werdenden landwirtschaftlichen Erschliessung und bei der Anlage der Verkehrswege als störend empfunden. Selbst in den Wäldern ist ihre heutige Verteilung meist nicht mehr die ursprüngliche, da sie durch die Forstleute häufig an die Wegränder geschafft wurden.

Manche Erratiker dienten schon früh als Grenzmarken (E. BÜHRER, 1948), so der «Hattingerstein» im Rhein zwischen Diessenhofen und Büsingen (Koord. 696,040/283,010) und der «Werdlistein» nördlich der Insel Werd, dem, wie anzunehmen ist, das benachbarte Städtchen Stein am Rhein seinen Namen verdankt. Grössere Blöcke, welche die Schifffahrt behinderten, wurden von den Schiffsleuten mit besonderen Namen belegt: der «Mörder» gegenüber von Hemishofen, der «Wucherstein» 450 m unterhalb der Einmündung des Hemishoferbaches, der «Salzfresser» (Koord.

701,620/281,340) und der «Öpfelfresser» (Koord. 701,760/281,300), als Blöcke des Moränenwalles Geissberg-Hinterfeld.

Zu den üblichen Erratikern des Rheingletschers gesellen sich zwischen Thayngen und Schaffhausen noch solche der Hegauer Vulkane. Während Basalte vom Hohenstoffel und vom Hohenhöwen mehr auf die Umgebung von Thayngen beschränkt sind, wurden Phonolithe vom Hohentwiel bis an den Rhein verfrachtet. Als Südgrenze der Hegauer Erratiker kann die Linie Bietingen-Gennersbrunn-Feuerthalen-Uhwiesen angegeben werden. Ein Phonolithblock von der Nohlhalde steht heute beim Schlösschen Wörth als Gedenkstein für Forstmeister Franz Oschwald, ein anderer, aus dem Loch im Mühletal, im Waldfriedhof am Grab von Bergrat Ferdinand Schalch, dem verdienten Förderer der Geologie der Umgebung von Schaffhausen.

Besonders zahlreich sind erratische Blöcke aus der Molasse. Der grösste Erratiker, ein Seelaffe-Block vom Rorschacherberg, den J. MEISTER (1907) auf etwa 60 m³ schätzte, liegt am N-Hang des Rauhenberges SW Buch. L. ERB (1931) vermutete gar, dass es sich dabei um anstehende burdigale Meeresmolasse handeln könnte.

Daneben fanden sich auch alpine Blöcke von beachtlicher Grösse, von denen lediglich erwähnt seien: ein Flyschsandsteinblock im Vorhegi S Schlattingen (Koord. 699,080/297,250) aus dem priabonen Wildflysch, ein Granitblock am Eingang zur Burg Hohenklingen sowie ein weiterer im Langloch (Koord. 693,420/289,420). Besonders eingehend wurden neulich die Erratiker untersucht, die beim Bau der neuen Autostrasse durch das Fulachtal zutage traten. Eine Publikation steht in Aussicht.

Erdrutsche

Zu Rutschungen neigen im Kartengebiet von Blatt Diessenhofen besonders die wenig standfesten, steilen Molassehänge. Ausgedehnte Rutschungen finden sich daher besonders am Schienerberg, auf der N-Seite sowie im Gebiet der Quellarme des Hemishofer Baches, der sich infolge der tiefen Erosionsbasis rasch in die weiche Molasse eintieft, so dass die seitlichen Hänge unterschritten werden und talwärts gleiten. Ebenso neigen die weichen Molassemergel der Unteren Süsswassermolasse, die vom Rhein durchschnitten wurden, zu zahlreichen kleineren und grösseren Rutschungen.

Wo sich unter der Deckenschotterplatte ein Quellhorizont einstellt, etwa am Cholfirst bei den Quelfassungen der Gemeinden Langwiesen und Diessenhofen, am Thaynger Buechberg am Münchbrunnen und in der Luri, den Quelfassungen der Gemeinde Thayn-

gen, im Schienerberggebiet am Kressenberg und an der Klingenthalde, den Quelfassungen von Hemishofen und von Stein am Rhein, entbehrt die Schotterplatte ihrer festen Unterlage, so dass diese längs talparallelen Klufflächen in grossen Blöcken abbricht, die langsam talwärts gleiten oder, bei hinreichender Steilheit des Gehänges, bergsturzartig niederbrechen. Die gleiche Erscheinung lässt sich am Herrentisch und am Stammheimerberg beobachten.

Ebenso führen die steilen Hänge des stellenweise von lehmigen Partien durchsetzten Rinnenschotters unterhalb des Schlosses Laufen zu Rutschungen.

Gehängeschutt

Auf der Karte werden schmale Streifen um die Molassehöhen sowie die von Deckenschotterblöcken übersäten Molassegehänge als Gehängeschutt ausgeschieden. Sie sind jedoch zum Teil viel eher als Hangfließen, unter kaltem periglazialen Klima der abschmelzenden Gletscher, zu interpretieren, so etwa am Südfall des Cholfirst. Besonders am N-Abhang des Schienerberges nehmen die unter den Dellen sich einstellenden Gehänge fast die Gestalt von grossen, aneinandergereihten Schuttfächern an oder es sind Rutschgebiete, wie auf der N-Seite des Cholfirst am Stammheimerberg und am Rauhenberg.

Auch einige, auf der Karte als Bachschuttkegel ausgeschiedene Bildungen sind als Fließserdefächer zu deuten, so diejenige beim Ulmerhof zwischen Unterstammheim und Schlattlingen, N Schlattlingen, NW Stein am Rhein und SE Gailingen.

Die tieferen Gehänge, besonders der Hangfuss von glazialen Wannen, sind als Gehängelehm, Abschwemmlehm (L) zusammengefasst worden.

t

Rezente Kalktuffe

Bedeutendere rezente Kalktuffe finden sich im Kartenbereich E von Uhriesen, beim Reservoir von Feuerthalen, im Wald oberhalb Langwiesen, etwas weiter östlich, am Fenisberg, am Rhein unterhalb dem St. Katharinental, sowie – in der Karte nicht eingetragen – am Fuss des Hohenklingens.

Vorkommen spätglazialer Bimsstaublagen des Laachersee-Vulkanismus in Mooren (F. H.)

Auf dem Kartengebiet liegen zwei der bisher bekannten schweizerischen Vorkommen von Bimsstaublagen der Laachersee-Eruptionen (F. Hofmann, 1963). Diese Aschen des mit einem absoluten Alter von 11 000 Jahren datierten, allerödzeitlichen Laacher-

see-Vulkanismus sind als maximal 5 mm mächtige Lagen in lakustren Bildungen flacher Seebecken erhalten geblieben, meist in Seekreide, seltener in organischer Gyttja, eingebettet. Unge störte, rein autochthone Sedimentation ist Voraussetzung für die Erhaltung dieser Fernwirkungen verblasener Aschen. Entsprechende, verlandete und vermoorte Seebecken, in denen die Bimsstaublagen erbohrt werden konnten, sind auf dem Gebiet von Blatt Diessenhofen der Weier S Thayngen und das Stammheimer-Etzwiler-Riet.

Der teilweise abgetorfte Weier 1 km S Thayngen ist eine bedeutende Pfahlbaustation. Im nordwestlichen Teil wurde bei Koord. 694,775/288,050 unter einem Torfrest von 50 cm ein Gyttjaprofil aus nicht besonders typischer Seekreide und organischen Anteilen angetroffen, das die Laachersee-Bimslage in einer Tiefe von 80 cm unter der Torfuntergrenze enthielt.

Makroskopisch sehr viel deutlicher tritt die Bimsstaublage im Seekreideprofil zutage, das im Stammheimerriet, dem zürcherischen Anteil des Etzwilerriets, bei Koord. 702,320/280,040 erbohrt wurde. Dieser Teil des Riets (SE Weier) ist fast völlig abgetorft und vollkommen drainiert. Unter 30 cm Ackererde und 30 cm Torfrest wurden 1,2 m weisse Seekreide über Grundmoräne erbohrt. 40 cm unter dem Torf enthielt die Seekreide die sich sehr deutlich abhebende, 5 mm mächtige graue Aschenlage. Durch die Entwässerung wurde die Seekreide verdichtet, in der Mächtigkeit reduziert und sehr konsistent.

Die Aschenlagen enthalten Laachersee-Pyroxen als charakteristisches vulkanisches Hauptmineral, nebst basaltischer Hornblende, Apatit, Zirkon, Titanit und Biotit. Die maximalen Korngrössen liegen bei 0,2 mm.

Nicht angetroffen wurde der Laacherbims in folgenden Mooren, die der Vollständigkeit halber ebenfalls erwähnt seien:

Egelsee NW Thayngen: periodischer Grundwassersee, 4,4 m Torf ohne lakustre Bildungen.

Moorgebiet «Kabisland» N Ramsen: bis 1,7 m Torf, teilweise stark abgebaut, darunter 1 bis $1\frac{1}{2}$ m typische Seekreide über Grundmoräne.

Fulachtal (zwischen Schaffhausen und Thayngen): Die im Fulachtal vorhandenen Moore enthalten nur unreinen Torf mit Lehmeinschwemmungen. Es sind keine verlandeten Seen mit stagnierendem Wasser.

Sumpf SE Breiti, Stein am Rhein: Schwemmlehm bis 70 cm Tiefe, im Gegensatz zur Angabe auf der Karte aber kein Torf.

TEKTONIK (F. H.)

Das Atlasblatt Diessenhofen reicht im Nordwesten über den nördlichen Rand des Molassebeckens ins Gebiet der mesozoischen Sedimentbedeckung des südöstlichen Schwarzwaldes hinein, die in Form des Tafeljuragebietes Randen-Reiat längs der Linie Rheinfall-Schaffhausen-Thayngen mit etwa 7% (4°) nach SE unter die Sedimente der Molasse einfallen. Kleine lokale Verbiegungen oder Versetzungen sind darin nicht selten.

Bei Thayngen wird diese flach geneigte Tafeljuraplatte gegen NE durch die Randen-Hegau-Verwerfung abrupt abgeschnitten. Das Kartengebiet erfasst gerade noch das südöstliche Ende dieser Verwerfung, die sich gegen NW als Bonndorfer Verwerfung tief in den Schwarzwald hinein fortsetzt.

NE der Randenverwerfung, die vermutlich schon vor der Zeit der Oberen Meeresmolasse angelegt und an der Wende OMM/OSM und wieder im nachmolassischen Pliozän reaktiviert wurde, liegt das Senkungsgebiet des Hegau mit seinen vulkanischen Erscheinungen, ausgefüllt durch die Sedimente der Juranagelfluhschüttung. Die OSM muss schon primär auf dem Hochgebiet des Reiat-Randen wenig mächtig abgelagert worden sein oder überhaupt nicht. Längs der Hegaudepression beträgt die Sprunghöhe bis gegen 200 m. Die Verwerfung scheint bei Thayngen gegen SE rasch auszuklingen. Sichere Anzeichen für eine wesentliche Fortsetzung fehlen.

Eine weitere bedeutende Verwerfung senkt das Hegaugebiet gegen das südlich anschliessende Molassehügelland ab. Es ist die Schienerbergverwerfung, die von Ost nach West längs des steilen Nordabfalls des Schiener- und des Rauhenberges verläuft und Richtung Schaffhausen im Diluvialgebiet sich verliert. Ihre Sprunghöhe beträgt am Schienerberg, belegt durch vulkanische und sediment-petrographische Horizonte, ungefähr 200 m.

Kleinere Verwerfungen sind vermutlich zahlreich, aber nur an wenigen Stellen zu erkennen. Eine sichere Verwerfung senkt den NE-Sporn des Cholfirsts, belegt durch die Graupensande der OMM als Leitniveau, um etwa 50 m ab. Diese Verwerfung ist vermutlich eine Äusserung eines bedeutenderen Senkungsfeldes im Gebiet E und NE des Cholfirsts.

VORKOMMEN UND AUSBEUTUNG MINERALISCHER ROHSTOFFE (F. H.)

Erze

Auf dem Kartengebiet wurden bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts die Bohnerzvorkommen in der Gegend WSW Stetten (Pantli) abgebaut. Die grössten Vorkommen befinden sich jedoch

auf dem Gebiet des Lauferberges und seiner westlichen Fortsetzung (Hügelzug Neuhausen–Osterfingen) ausserhalb des Kartengebietes. Die Schaffhauser Böhnerze wurden im Hochofen am Rheinflall (auf dem heutigen Gelände der Schweizerischen Industriegesellschaft, Neuhausen am Rheinflall) verhüttet. Auf dem Areal des Kloster-gutes Paradies (WNW Station Schlatt) ist ein Brunnen aus Eisen ausgestellt, das im Hochofen am Rheinflall aus Böhnerzen erschmolzen wurde.

Nähere Angaben über die Böhnerze der Gegend von Schaffhausen oder benachbarter Gebiete siehe bei E. KÜNDIG & F. DE QUERVAIN, 1953, J. EICHLER, 1961, W. EPPRECHT, 1960, 1963.

Weitere Eisenerzvorkommen treten auf in Form von Magnetitsanden, die als Schwereminerale in den eiszeitlichen Schottern vor allem zwischen Schaffhausen und Thayngen auftreten. Der Magnetitgehalt beträgt bis zu 2% der Sandfraktion, gelegentlich mehr. Es handelt sich um diluvial aufgearbeitete Magnetite aus vulkanischen Tuffen des Hegaus, die von den eiszeitlichen Gletschern und Schmelzflüssen nach W transportiert wurden. An sich könnten diese Magnetite in Kieswerken durch Magnetabscheidung gewonnen werden. Wegen ihres Titangehaltes (meist um 50% Fe, 5% Ti), der die Verhüttung erschwert, sind sie aber gegenwärtig wirtschaftlich nicht verwertbar (nähere Angaben siehe bei F. HORMANN, 1959).

Ähnliche potentielle Eisenerzvorkommen sind die vulkanischen Tuffe auf dem nordwestlichen Schienerberg und im Hegaugebiet überhaupt. Sie enthalten auf dem Schienerberg und auf dem Seerücken bis zu 7% Magnetit mit stets ausgeprägtem Titangehalt.

Quarzsande

Die Quarzsandvorkommen von Benken und Wildensbuch am Cholfirst (Graupensande der OMM) werden vor allem als Giessereisande in Schaffhausen verwendet (Kernsande für Grauguss und Leichtmetallguss). Die gleichen Vorkommen liefern auch Schleif-sande, Streusande für Lokomotiven, Gussasphaltzuschläge, Zierkies für Gärten, Sportanlagen und Strandbäder, und Sande für Verputzzwecke und Kunststeine. Früher wurden die Sande von Benken und Wildensbuch auch als Glassande verwendet. In Benken müssen bis 20 m hangende, karbonatische Sande der Kirchsbergerschichten abgetragen werden. Gegenwärtig werden moderne Wasch- und Klassieranlagen erstellt, nachdem die Gruben Benken und Wildensbuch zusammengelegt wurden.

Tonhaltige, entkalkte Schwemmsande wurden vor und während des ersten Weltkrieges am Südfuss des Rodenberges (N Schlattingen) als Formsande abgebaut und in Winterthur verwendet.

Giesserei-Formsandbindetone

In erster Linie dienen Bentonite als Bindetone für Giesserei-Formsande. Das auf deutschem Gebiet gelegene Vorkommen am E-Ende des Heilsberges N Gottmadingen (F. Hofmann, 1956a, siehe auch S. 21) ist nur in Mangelzeiten von Interesse, obwohl es mächtiger ist, als jenes von Bischofszell. Die grossen, gleichaltrigen Vorkommen im Gebiet Mainburg–Moosburg–Landshut (Niederbayern) können den deutschen Bedarf bei vorteilhafteren Abbaubedingungen (meist Tagebau) ohne weiteres decken und werden auch in die Schweiz exportiert. Das Lager am Heilsberg müsste im Stollenbau bearbeitet werden.

Auch die kaolinitischen Bolustone können als Giessereisand-Bindetone in Betracht kommen, vor allem für Schamotte-Formmassen (Stahlguss). Zu diesem Zweck erweisen sich die Bolustone der Gegend von Schaffhausen als durchaus geeignet. Wegen der nötigen Aufbereitung (Trocknen, Mahlen) ist es jedoch gegenwärtig einfacher und nicht teurer, importierte feuerfeste Tone zu verwenden. Während des zweiten Weltkrieges wurden die Bolustone von Stetten/Lohn für diese Zwecke verwertet.

Keramische Rohstoffe

Die Bolustone der ausserhalb des Kartengebietes im Färberwiesli (Beringen) gelegenen Grube werden für die Fabrikation von Steinzeug in Schaffhausen laufend abgebaut. Die Grube Stetten ist gegenwärtig aufgelassen. Ihr Material diente früher für keramische Zwecke in den Betrieben von Lohn.

Ein Vorkommen entkalkten Gehängelehms (etwa 50% Sand) wurde bis 1962 beim Eichhof (Uhwiesen) für Steinzeugzwecke verwertet. Es fiel dem Bau der Nationalstrasse Nr. 4 (Buchhalde) zum Opfer.

Als Ziegeleirohstoffe werden mächtige Vorkommen (> 20 m) von blauem Grundmoränenlehm abgebaut in Paradies und Basadingen für die dortigen Ziegeleien. Das Material wird meist mit tonreicheren Rohstoffen gemischt (Opalinuston N Siblingerhöhe, spätglazialer Schwemmlehm vom Eschheimertal NW Schaffhausen).

Früher wurden die Mergel der Juranagelfluhschüttung der oberen Süsswassermolasse an der Schliffenhalde E Thayngen für grobkeramische Zwecke abgebaut (Ziegeleimaterial). Der Gipsgehalt und die zunehmend ungünstigen Abbauverhältnisse führten zur Einstellung des Grubenbetriebes. Auch junge Schwemmlehme aus der Ebene des Bibertaales SE Thayngen für die gleichen Zwecke sind im wesentlichen erschöpft.

Zement- und Kalkrohstoffe

Die Massenkalksteine im Steinbruch Wippel (Thayngen) werden zusammen mit Molassemergeln der Grube Almenbühl (an der Randverwerfung im Bibertal ausserhalb des Kartengebietes) in der Zementfabrik Thayngen verarbeitet.

Die gleichen Kalksteine aus dem Steinbruch E der Zementfabrik Thayngen werden in der Kalkfabrik Thayngen zu gebranntem Kalk verwertet.

Im Mühltal (Schaffhausen) wird im Steinbruch der Georg Fischer AG beim Werk III Plattenkalk des Portlandzements abgebaut und für metallurgische Zwecke (Kupolofenzuschlag Temperguss, Ofenzuschlag für Elektrostaht) verwendet.

Natursteine

Wohlgeschichtete Kalksteine wurden als Bausteine im Freudental und Hemmental abgebaut, Plattenkalksteine in Steinbrüchen bei Hofstetten (Neuhausen), unter der Fäsenstaubpromenade (Schaffhausen) und in der Gegend des Schlosses Herblingen. Alle diese Brüche sind heute aufgelassen.

Die Flurlinger Kalktuffe wurden im 19. Jahrhundert gelegentlich als Bau- und Dekorationssteine gebrochen.

Sandsteine der Juranagelfluh dienten als Bausteine in Thayngen. Kompakte vulkanische Decktuffe der Rosenegg dienten früher als wenig witterungsbeständiger Mauerstein. Als Steinbettsteine für den Strassenbau waren sie besser geeignet.

Kiesvorkommen

Strassen- und Betonkiese und -sande werden an vielen Stellen des grossen Diluvialgebietes von Blatt Diessenhofen gewonnen. Grosse Ausbeutungsstellen und Aufbereitungsanlagen liegen gegenwärtig am Solenberg (Herblingen), E Büsingen, NE Schlatt-Paradies und bei Randegg, kleinere Gruben an zahlreichen, aus der Karte ersichtlichen Stellen.

Torf

Bedeutende Torflager lagen N Ramsen (Kabisland), im Weier S Thayngen und im Etzwiler- und Stammheimerriet. Sie wurden teils noch während des zweiten Weltkrieges abgebaut, sind aber heute weitgehend erschöpft. Am meisten Torf ist N Ramsen erhalten geblieben.

QUELLEN UND GRUNDWASSER

Von besonderem Interesse ist die Kundelfingerquelle, die beim Chundelfingerhof, 1,5 km ESE der Station Schlatt (Neuparadies)

entspringt. Sie tritt am Nordwestende eines etwa 15 km² grossen Moränengebietes zutage und ist mit 4000–5000 l/min die grösste Quelle des Kantons Thurgau. Sie bildet ein ovales Becken von 20 m Länge und 10 m Breite, das in der Mitte 4 m tief ist. Das Wasser fliesst aus verbreiteten Kieshorizonten des sehr heterogenen Moränengebietes zutage.

Schaffhausen entnimmt sein Wasser zur Hauptsache aus der Wasserfassung an der Rheinhalde, am rechten Rheinufer etwa 1 km oberhalb der Schaffhauser Rheinbrücke. Die Wasserfassung für Neuhausen befindet sich am Nordrand des Rheinflallbeckens. Im übrigen sei für die Hydrologie des Kartengebietes auf die Darstellungen von J. HÜBSCHER (1951) verwiesen.

BOHRUNGEN UND FOUNDATIONEN

nach Aufzeichnungen von J. HÜBSCHER
zusammengestellt von F. H. & R. H.

Rheintal

- Diessenhofen, Schacht und Filterbrunnen (698,080/282,940/397,36–375,86): Sand und Kies des Rinnenschotter.
- Gailingen, Schacht und Filterbrunnen (697,940/283,260/412–392): Sand und Kies des Rinnenschotter.
- Laag südlich Dörflingen (696,320/283,300/ca. 400–383): Kies und Sand. Über einem Nagelfluhfelsen Bohrung eingestellt im Rinnenschotter.
- Rheinhalde östlich Schaffhausen, Bohrung und Filterbrunnen (691,280/282,920/395–342): 4,3 m Schutt, 48,1 m Rinnenschotter. (Von 16–26 m Tiefe ist der alpine Schotter mit 10–35% Randenschotter gemischt). Von 344–342 m Kernbohrung in den bunten Mergeln der Unteren Süsswassermolasse.
- Feuerthalen, Pumpwerk (690,320/282,300/390,26–362): 23,6 m Rinnenschotter, 4,7 m Nagelfluh.
- Schaffhausen, Schwanen, Fundation des Warenhauses (405–391,5): 2,5 m Schutt, 1,5 m Grundmoränenlehm, 1,0 m Kies, 2,5 m Feinsand, 0,5 m gelber Lehm, 5,5 m Kies und Sand (Rinnenschotter).
- Schaffhausen, Mosergarten NE-Ecke, Sondierbohrung (690,050/283,440/392–367): 22 m alpiner Schotter, 3,3 m Malmkalk.
- Schaffhausen, Mosergarten SE-Ecke, Sondierbohrung (690,050/283,390/392–366): 19 m alpiner Kies, 7 m roter und ockerfarbiger Boluston (Bohnerzformation).
- Schaffhausen, Bahnhof S-Ausgang, Sondierbohrung auf Grundwasser (689,340/283,620/403,3–379,5): 2,3 m Lehm und Randengeröll, 20,8 m Fein- und Grobsand und Fein- und Grobkies des Rinnenschotter mit alpinem Material.
- Urwerf westlich Schaffhausen, Sondierbohrung auf Grundwasser (688,960/283,340/403,43–340): 10,2 m Gehänge- und Bachschutt, 49 m Rinnenschotter (alpines Material), 3 m Kernbohrung in den Kalkmergeln des mittleren Malm.
- Flurlingen, Gruppenwasserversorgung für die Gemeinden Flurlingen, Laufen-Uhwiesen, Dachsen, Benken, Rudolfingen, Marthalen und Rheinau (689,200/282,340/387–349,5): 2,5 m Schutt, 34,5 m Sand und Kies des Rinnenschotter, 0,5 m Oberer Malm.

Neuhausen, Verbandstoffabrik, Pumpwerk (689,120/281,980/385–358): Sand und Kies des Rinnenschotters, Felsgrund nicht erreicht.

Neuhausen, am Rheinfall, Pumpwerk für die Wasserversorgung (688,220/281,680/360,6–338,85): Kies und Sand des Rinnenschotters, Felsgrund nicht erreicht.

Benken, Sondierbohrungen auf Grundwasser westlich Benken. Die Bohrstellen sind in der Karte mit 1–5 bezeichnet.

1: 0,65 m Humus, 2,85 m gelber, sandiger Kies, 4,2 m Schlemmsand, 13 m blaugrauer Lehm.

2: 1,25 m Humus, 3,35 m gelber Sand, 2,15 m feiner Kies mit viel Sand, 8,3 m fester Kies mit Lehm und Sand.

3: 1,2 m Humus, 3,2 m feiner Sand, 8,4 m lehmiger Schlemmsand mit Steinen, 4,2 m Molassesand mit Mergel.

4: 1,6 m Humus, 0,70 m feiner gelber Sand, 0,6 m Schlemmsand, 5,9 m brauner Schlemmsand mit Kies, 6,05 m brauner sandiger Lehm.

5: 1,2 m Humus, 1,9 m gelber lehmiger Sand (festgelagert), 6,2 m gelber körniger Sand, wasserführend, 3,1 m gelber Lehm mit Kies.

Die Sondierbohrungen am und im Rhein von Feuerthalen bis Eschenz (1928–1929), sowie eine ausführliche Beschreibung der Grundwasserfassungen der Gemeinden Wagenhausen, Kaltenbach, Etwilen, Schlattingen, Basadingen, Schlatt und Diessenhofen stellte H. SCHARDT (1930) zusammen. Diese finden sich, zusammen mit weiteren Angaben über die Grundwasser-verhältnisse des Kantons Thurgau, in ALBERT WEBER (1953).

Fulach- und Durachtal

Schaffhausen, Engestieg, Pumpschacht (689,000/287,400/460–437): 3 m Randenschotter, 7 m blauer Lehm, 13 m alpiner Schotter, Felsgrund: oberer Malm.

Schaffhausen, Bierbrauerei Falken, Pumpwerk (690,540/285,220/414–386,5): die unteren 12 m bestehen aus alpinem Kies. Felsgrund: Oberer Malm.

Herblingen, Pumpwerk des Kieswerkes Solenberg (691,950/285,680/419–388,5): etwa 3 m Lehm und Torf, 27,5 m Rinnenschotter mit alpinen Geröllen, Bohnerzton.

Herblingen, Pumpwerk für die Wasserversorgung (692,340/288,600/421,22–407,5): Kies, Sand, Lehm, grobes Geröll, Felsgrund: Oberer Malm.

Herblingen, Sondierbohrung (692,400/286,280/420–394,8): 4,5 m Triebssand, 20 m Sand, Kies, erratische Blöcke, lehmiger Sand, Nagelfluh. Von 25,2–25,4 m Oberer Malm.

Biber- und Aachtal

Thayngen, beim Pumpwerk für die Wasserversorgung, Sondierbohrung auf Grundwasser 695,040/289,780/442–394): 2,9 m Humus und Lehm, 1,3 m Torf, 23,5 m blauer Lehm mit vereinzelt Geschieben, 16 m alpiner Kies und Sand.

Bietingen, Pumpwerk (697,200/288,600/432–412).

Randegg, Pumpwerk, (699,360/287,240/423–386,4): 4,7 m sandiger Kies, 14 m Grundmoräne, 1,2 m Feinkies, 9,2 m Grundmoräne, 6,2 m grober Kies.

Gottmadingen, Bohrung der Bilgerbrauerei: 8,6 m Sand und Kies, bis 44,6 m feinsandiger Beckenton, bis 70 m Moräne, bis 77 m Nagelfluh, darunter bunte Molassemergel.

Buch, Pumpwerk (700,400/286,860/425–417,8): Humus und Torf, dann 7,2 m grober Sand, darunter blauer Lehm.

- Ramsen Dorf, Sondierbohrung (703,100/285,280/414,22-366,4): 1,7 m Humus und Lehm, 3,3 m Kies, 40,5 m sandiger, grauer Lehm, 6,1 m lehmiger Seeboden.
- Ramsen (Wiler), Pumpwerk für die Gemeinde Ramsen (703,400/283,620/415-404): Niederterrassenkies.
- Singen/Hohentwiel, Schnaidholz, Sondierbohrung auf Grundwasser (705,180/289,320/428-364): 18,9 m Kies der Niederterrasse, 26,8 m blaugrauer Ton, 18,3 m ältere Kiese.
- Worblingen, Pumpwerk (706,180/288,200/428-407,5): lehmig-kiesiger Sand, dann verkittete Schotter und grober Kies.
- Hemishofen, Pumpwerk für die Wasserversorgung der Gemeinde (704,240/282,100/410-402): Kies und Sand am Rand des Schuttfächers des Schienerbaches.
- Rheinklingen, Pumpwerk (703,120/281,420/402-390,3): Kies und Sand (Niederterrassenschotter).

LITERATURVERZEICHNIS

- BÜCHI, U. P., & HOFMANN, F. (1960): *Die Sedimentationsverhältnisse zur Zeit der Muschelsandsteine und Grobkalke im Gebiet des Beckennordrandes der Oberen Meeresmolasse zwischen Aarau und Schaffhausen*. Bull. Verein. schweiz. Petrol-Geol. u. -Ing., 27, 72.
- BÜCHI, U. P., et al. (1961): *Geologische Ergebnisse der Bohrung Küsnacht I*. Bull. Verein. schweiz. Petrol-Geol. u. -Ing., 28, 74.
- BÜHRER, E. (1948): *Die erratischen Blöcke im Rhein zwischen dem Untersee und Schaffhausen*. Schaffhauser Schreibmappe, 16.
- EICHLER, J. (1961): *Mineralogische und geologische Untersuchungen von Bohnerzen in Baden-Württemberg, besonders der Vorkommen bei Lipzingen, Kreis Stockach*. N. Jb. Mineral., Abh. 97.
- ENGELHARDT, W. von, & WEISKIRCHNER, W. (1961): *Einführung zu den Exkursionen der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft zu den Vulkanschloten der Schwäbischen Alb und in den Hegau während der 39. Jahrestagung in Tübingen vom 11.-17. September 1961*. Tübingen.
- ENGELI, J. (1913): *Die Quellen des Kantons Thurgau*. Mitt. thurg. naturf. Ges., 20.
- EPPRECHT, W. (1960): *Geologie und Bergbau schweizerischer Eisenerze*. In: *Beiträge zur Geschichte der schweizerischen Eisengiessereien*. Verl. Eisenbibl., Stift. Georg Fischer AG., Schaffhausen.
- EPPRECHT, W. (1963): *Die Bohnerzfunde in den Tiefbohrungen von Limberg (Küsnacht, Kt. Zürich) und Eglisau II*. Schweiz. min.-petr. Mitt., 43/1.
- ERR, L. (1931): *Erläuterungen zu Blatt 146: Hülzingen der Geologischen Spezialkarte von Baden*. Bad. geol. L.-A. u. Schweiz. geol. Komm.
- ERR, L. (1936): *Zur Stratigraphie des mittleren und jüngeren Diluviums in Südwestdeutschland und dem schweizerischen Grenzgebiet*. Bad. geol. L.-A., 11/2.
- FISCHLI, H. (1930): *Fossilien der Quarzsande von Benken (Kt. Zürich)*. Mitt. naturw. Ges. Winterthur, 17/18.
- FREI, R. (1912): *Monographie des schweizerischen Deckenschotters*. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 37. Liefg.
- FRÜH, J. (1906): *Zur Morphologie des untern Thurgau*. Mitt. thurg. naturf. Ges., 17.
- FÜCHTBAUER, H. (1958): *Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenvorlandsmolasse*. Eclogae geol. Helv., 51, 3.
- GEIGER, E. (1943): *Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25 000, Blatt 56-59: Pfym-Bussnang*. Schweiz. Geol. Komm.

- GRAUL, H. (1962): *Geomorphologische Studien zum Jungquartär des südlichen Alpenvorlandes I: Das Schweizer Mittelland*. Heidelberger Geogr. Arb., 9.
- GUTZWILLER, A., & SCHALCH, F. (1883): *Geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen*. Beitr. geol. Karte Schweiz, 19. Liefg.
- GUYAN, U. W., & STAUBER, H. (1941): *Die zwischeneiszeitlichen Kalktuffe von Flurlingen (Kt. Zürich)*. Eclogae geol. Helv., 34, 2.
- HANTKE, R. (1954): *Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg*. Denkschr. schweiz. naturf. Ges., 80, 2.
- HANTKE, R. (1959): *Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter. Die riss/wärm-interglazialen Bildungen im Linth/Rhein-System und ihre Äquivalente im Aare/Rhone-System*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 104, 1.
- HANTKE, R. (1961): *Die Nordostschweiz zur Würm-Eiszeit*. Eclogae geol. Helv., 54, 1.
- HANTKE, R. (1962): *Zur Altersfrage des höheren und des tieferen Deckenschotters in der Nordostschweiz*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 107, Schluss.
- HANTKE, R. (1963): *Chronologische Probleme im schweizerischen Quartär*. Jber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N. F., 45.
- HAUS, H. A. (1951): *Zur paläogeographischen Entwicklung des Molassetroges im Bodenseegebiet während des mittleren Miozäns*. Mittbl. bad. geol. L.-A., 1950.
- HEIM, ALB. (1919): *Geologie der Schweiz*, 1. Leipzig.
- HEIM, ALB., & HÜBSCHER, J. (1931): *Geologie des Rheinfalls*. Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen, 10.
- HOFMANN, F. (1956a): *Sedimentpetrographische und tonmineralogische Untersuchungen an Bentoniten der Schweiz und Südwestdeutschlands*. Eclogae geol. Helv., 49, 1.
- HOFMANN, F. (1956b): *Die vulkanischen Erscheinungen auf schweizerischem Gebiet in der Gegend von Ramsen, Kt. Schaffhausen*. Eclogae geol. Helv., 49, 1.
- HOFMANN, F. (1958): *Zusammenhänge zwischen Entstehungsbedingungen und Beschaffenheit toniger Sedimente mit gleichartigem Ausgangsmaterial an einem Beispiel aus dem Tertiär des Kantons Schaffhausen*. Eclogae geol. Helv., 51, 3.
- HOFMANN, F. (1959a): *Magnetitvorkommen in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen*. Schweiz. min.-petr. Mitt., 39.
- HOFMANN, F. (1959b): *Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebecken*. Jb. st.gall. naturw. Ges., 76.
- HOFMANN, F. (1959c): *Vulkanische Tuffhorizonte der Schienerbergeruptionen auf dem thurgauischen Seerücken*. Eclogae geol. Helv., 52, 2.
- HOFMANN, F. (1960a): *Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der Oberen Süswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz*. Eclogae geol. Helv., 53, 1.
- HOFMANN, F. (1960b): *Sedimente einer ariden Klimaperiode zwischen Siderolithikum und Molasse bei Lohn, Kt. Schaffhausen, und am Rheinfall*. Eclogae geol. Helv., 53, 1.
- HOFMANN, F. (1960c): *Das moderne geologische Bild des Hegauvulkanismus*. Hegau, 2, 10.
- HOFMANN, F. (1963): *Spätglaziale Bimsstaublagen des Laachersee-Vulkanismus in schweizerischen Mooren*. Eclogae geol. Helv., 56, 1.
- HOFMANN, F. & JAEGER, E. (1959): *Saponit als Umwandlungsprodukt im basaltischen vulkanischen Tuff von Karlihof (Kanton Schaffhausen)*. Schweiz. min.-petr. Mitt., 39.

- HOFMANN, F., & PETERS, T.J. (1962): *Kaolinitische Mergel unter der Molassebasis im Rheinfallgebiet*. Schweiz. min.-petr. Mitt., 42, 2.
- HUBER, R. (1956): *Ablagerungen aus der Würmeiszeit im Rheintal zwischen Bodensee und Aare*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 101, 1.
- HÜBSCHER, H. (1962): *Einführung in die Naturgeschichte unserer Schaffhauser Heimat*. Neujbl. naturf. Ges. Schaffhausen, 14.
- HÜBSCHER, J. (1951): *Quellen, Grundwasserläufe und Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen*. Neujbl. naturf. Ges. Schaffhausen, 3.
- HUG, J. (1907): *Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften*. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 15. Liefg.
- HUG, J. (1909): *Die Zerteilung der Niederterrasse im Rheintal zwischen Schaffhausen und Basel*. Z. Gletscherkde., 3.
- HUG, J., & BELICK, A. (1934): *Die Grundwasserverhältnisse des Kantons Zürich*. Zürich.
- KIDERLEN, H. (1931): *Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs*. N. Jb. Mineral., Geol. u. Paläontol., 66 B.
- KIMBALL, D., & ZEUNER, F. E. (1946): *The Terraces of the Upper Rhine and the Age of the Magdalenian*. Univ. London, Inst. Archaeol., Occ. Pap. 7.
- KÜNDIG, E., & QUERVAIN, F. DE (1953): *Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz*. Schweiz. geotechn. Komm., Bern.
- LEEMANN, A. (1958): *Revision der Würmterrassen im Rheintal zwischen Diessenhofen und Koblenz*. Geogr. Helv., 13, 2.
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. VON, & FÜCHTBAUER, H. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes*. Beih. Geol. Jb., 11, Hannover.
- LETSCH, E., ZSCHOKKE, B., ROLLIER, L., & MOSER, R. (1907): *Die schweizerischen Tonlager*. Beitr. Geologie Schweiz. Geotechn. Ser., 4.
- LÜDI, W. (1953): *Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen*. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 27.
- MEISTER, J. (1892): *Eine geologische Skizze über den Kanton Schaffhausen*. Beil. Jber. Gymn. Schaffhausen, 1891/92.
- MEISTER, J. (1894): *Das Schaffhauser Diluvium*. Verh. schweiz. naturf. Ges.
- MEISTER, J. (1898): *Neue Beobachtungen aus den glazialen und postglazialen Bildungen um Schaffhausen*. Beil. Jber. Gymn. Schaffhausen, 1897/98.
- MEISTER, J. (1907): *Mitteilungen über Quellen und Grundwasserläufe im Kanton Schaffhausen*. Beil. Jber. Kantonsschule Schaffhausen, 1906/07.
- MEISTER, J. (1927): *Die Wasserversorgung im Kanton Schaffhausen*. Beil. Jber. Kantonsschule Schaffhausen, 1926/27.
- MERKLEIN, F. (1896): *Beitrag zur Kenntnis der Erdoberfläche um Schaffhausen*. Gymnasialprogramm Schaffhausen.
- NÜESCH, J. (1897): *Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit*. N. Denkschr. allg. schweiz. Ges. ges. Naturw., 35.
- NÜESCH, J. (1904): *Das Kesslerloch, eine Höhle aus paläolithischer Zeit*. N. Denkschr. allg. schweiz. Ges. ges. Naturw., 39.
- PENCK, A. (1896): *Die Glacialbildungen um Schaffhausen und ihre Beziehungen zu den prähistorischen Stationen des Schweizersbildes und von Thayngen*. In: NÜESCH, J. (1897), 2. Aufl. 1902.
- PENCK, A., & BRÜCKNER, E. (1909): *Die Alpen im Eiszeitalter*, 2. Leipzig.
- PEYER, B. (1946): *Exkursion Nr. 22: Kohlfirst*. In: *Geologische Exkursionen in der Umgebung von Zürich*. Geol. Ges. Zürich.
- RUTTE, E. (1956a): *Die Geologie des Schienerberges (Bodensee) und der Oehninger Fundstätten*. N. Jb. Geol. u. Paläontol., 102, 2.
- RUTTE, E. (1956b): *Zur Geologie des westlichen Schienerberges zwischen Herrentisch und Stein am Rhein*. Eclogae geol. Helv., 49, 1.

- SCHALCH, F. (1916): *Erläuterungen zu Blatt 145: Wiechs-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden*. Bad. geol. L.-A. u. Schweiz. geol. Komm.
- SCHALCH, F. (1921): *Erläuterungen zu Blatt 158: Jestetten-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte von Baden*. Bad. geol. L.-A. u. Schweiz. geol. Komm.
- SCHARDT, H. (1930): *Bericht zu den Bohrungen in und am Rhein für das Projekt der Bodensee- und Rheinregulierung*. Manuskript.
- SCHUCHER, J. J. (1718): *Natur-Geschichten des Schweitzerlands*, 3, Zürich.
- SCHREINER, A. (1961): *Graupensandrinne, Juranagelfluh und Deckentuff im Hegau*. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 51.
- STAUBER, H. (1946): In PEYER, B. (1946).
- WEBER, ALBERT (1953): *Die Grundwasserverhältnisse des Kantons Thurgau*. Baudepartement Kt. Thurgau u. Thurg. naturf. Ges.
- WEGELIN, H. (1902): Fossilien der Schlattinger Sandgrube. Mitt. thurg. naturf. Ges., 16.
- WEGELIN, H. (1917): *Die Kohlfirst-Exkursion der Naturforschenden Gesellschaft*. Mitt. thurg. naturf. Ges., 22.
- WEGELIN, H. (1918): *Die Quarzsande von Benken, Frauenfeld*.
- WEGELIN, H. (1926): *Mineralische Funde und Versteinerungen aus dem Thurgau*. Mitt. thurg. naturf. Ges., 26.
- WEHRLI, L. (1894): *Über den Kalktuff von Furlingen bei Schaffhausen*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 39, 3 und 4.
- WÜRTENBERGER, F. J., & L. (1866): *Der Weisse Jura im Klettgau und angrenzenden Randengebirge*. Verh. naturw. Ver. Karlsruhe, 2.
- WÜRTENBERGER, L. (1871): *Über die Entstehung des Rheinfalls*. N. Jb. Mineral., Geol. u. Palaeontol.

Geologische Karten

- ERB, L. (1931): *Blatt 146: Hilzingen*. Geol. Spez. K. Baden, 1:25000. Bad. geol. L.-A. u. Schweiz. geol. Komm.
- GEIGER, E. (1943): *Blatt 56-59: Pfyn-Bussnang*. Geol. Atlas Schweiz, 1:25000, 16. Schweiz. geol. Komm.
- HEIM, ALB., & HÜBSCHER, J. (1931): *Geologische Karte des Rheinfalls, 1:10000*. In: HEIM, ALB., & HÜBSCHER, J. (1931).
- HUG, J. (1905a): *Die Drumlinlandschaft der Umgebung von Andelfingen (Kt. Zürich), 1:25000*. Geol. Spez. K., 34. Schweiz. geol. Komm.
- HUG, J. (1905b): *Geologische Karte des Rheinlaufes unterhalb Schaffhausen, 1:25000*. Geol. Spez. K., 35. Schweiz. geol. Komm.
- SCHALCH, F. (1916): *Blatt 145: Wiechs-Schaffhausen*. Geol. Spez. K. Grossherzogtums Baden, 1:25000. Bad. geol. L.-A. u. Schweiz. geol. Komm.
- SCHALCH, F., & GÖHRINGER, K. (1921): *Blatt 158: Jestetten-Schaffhausen*. Geol. Spez. K. Baden, 1:25000. Bad. geol. L.-A. u. Schweiz. geol. Komm.
- SCHALCH, F., GUTZWILLER, A., & SCHILL, J. (1879): *Blatt IV: Frauenfeld-St. Gallen*. Geol. Karte Schweiz, 1:100000. Schweiz. geol. Komm.