

Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 47 (1995)

Artikel: 245 Millionen Jahre Schaffhauser Erdgeschichte
Autor: Hofmann, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-584675>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

245 Millionen Jahre Schaffhauser Erdgeschichte

Von Franz Hofmann

Der vorliegende Beitrag ist als Begleitschrift zum Thema Geologie der Naturkundlichen Abteilung des Museums zu Allerheiligen gedacht; er stellt gleichzeitig neue Erkenntnisse zur Erd- und Landschaftsgeschichte der Nordostschweiz vor. Bei den erwähnten geologischen Aufschlüssen (mit Koordinaten) befinden sich Informationstafeln. Ihre Standorte sind in der Schaffhauser Wanderkarte eingetragen.

Die Stellung der Region Schaffhausen in einem weiteren geologischen Rahmen

Geologische Hauptakzente der Region Schaffhausen sind der Randen und das östliche Hochrheingebiet mit dem Rheinfall. Randen und Reiat bilden das Ostende des schweizerischen Tafeljuras. Eine markante Versetzung in der Erdkruste, die Randenverwerfung (Farbtafel 9), begrenzt ihn im Osten abrupt gegen das Vulkangebiet des Hegaus. Gegen Nordwesten, gegen das Wutachtal und die Südostabdachung des Schwarzwaldes, tut dies ein jäher Steilabsturz in der Schichtserie der Juraformation: in diesem Falle handelt es sich um einen Erosionsrand von rund 300 m Höhe in Form des südwestlichen Endes des sogenannten Albtraufs. Die westlich davon fehlenden Juraschichten bedeckten einst auch das Schwarzwaldgebiet, das heute zusammen mit den Vogesen eine Aufwölbung in der Erdkruste nördlich der Schweizergrenze darstellt.

**Geologischer Aufschluss
Randenverwerfung
Almenbüel
290 800/693 500 Bibern**

Die Schichten des Randen- und Reiatgebietes liegen nicht horizontal: sie sind gegen Südosten geneigt und tauchen in Richtung auf das östliche schweizerische Mittelland unter die wesentlich jüngeren und völlig anders gearteten Ablagerungen der Molasse ein, die sowohl im westlichen wie im östlichen Kantonsteil dominieren.

Die Kartenskizze Abb. 1 und die Profile Abb. 2 und 3 geben eine erste Vorstellung von der geologischen Situation und von den Lagerungsverhältnissen.

Der Aufbau des Schaffhauser Tafeljuras

Randen und Reiat als Teil des nordschweizerischen Tafeljuras bestehen aus einer markanten und vielfältigen Serie von ausgesprochen schichtigen Ablagerungen aus der Zeit des Erdmittelalters (Mesozoikum). Sie sind wie die Blätter eines Buches über-

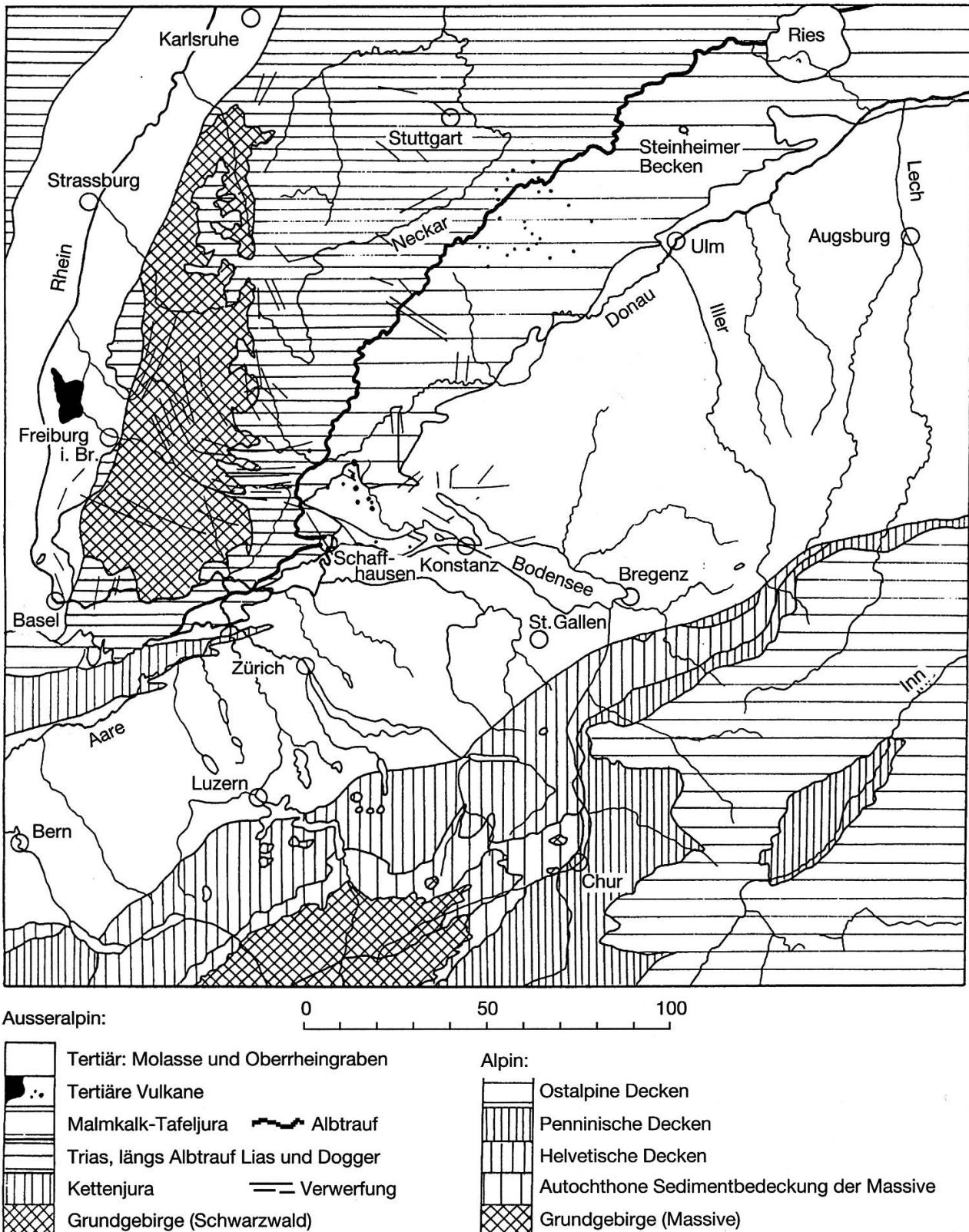


Abb. 1: Die Region Schaffhausen im weiteren geologischen Zusammenhang: Schwarzwald, Jura, Alb, Molassebecken, Alpen. Ries und Steinheimer Becken sind Krater von Meteoriteneinschlägen in die Alb vor ca. 14,7 Mio. J., wobei Jurakalkblöcke bis in die Gegend von St. Gallen geschleudert wurden.

einanderlagert und gehören den geologischen Formationen der Trias- und der Jura-zeit an. Sie umfassen damit einen Zeitraum der Erdgeschichte zwischen 245 und 144 Millionen Jahren vor heute. In Abb. 4 ist die Schichtfolge des Schaffhauser Tafeljuras mit älteren und neueren Schicht- und Stufenbezeichnungen dargestellt. Sie lagert als sogenanntes Deckgebirge mit gegen 800 m Mächtigkeit und scharfer Untergrenze dem sogenannten Grundgebirge auf (Abb. 2 und 4), das älter als 245 Millionen Jahre alt ist und völlig andere Strukturen aufweist.

Das Grundgebirge

In der Nagra-Bohrung Siblingen (1988/89) wurde unter den Jura- und Triasschichten des Randengebietes Granit angetroffen, ähnlich wie er auch in vielen Regionen des Schwarzwaldes, etwa am Schluchsee, vorkommt. Dazwischen treten aber auch Partien von kristallinen Schiefergesteinen, z. B. Gneise, auf, ehemalige Sedimentgesteine, die in weit zurückliegenden geologischen Zeiten unter dem Einfluss hoher Temperaturen und Drucke völlig umgewandelt wurden. Das Grundgebirge ist im Schwarzwald und in grossem Stil in den Alpen oberflächlich einsehbar. Unter den Deckschichten des Erdmittelalters und der Molasse, also im Mittelland und im Jura, ist dies nur durch seismische Untersuchungen und durch Tiefbohrungen zu erkunden. Das Grundgebirge, auch als «Kristallin» bezeichnet, umfasst somit die vormesozoische Erdkruste (Tabelle 1), und sein Aufbau und seine Beschaffenheit offenbaren Reste von alten Gebirgen, die noch vor Beginn des Erdmittelalters (Mesozoikums) weitgehend zu einer Ebene mit Rumpfgebirgs-Charakter abgetragen wurden. Schwarzwald und Vogesen wurden erst im Gefolge der Alpenfaltung wieder emporgehoben.

Geologische Aufschlüsse
Buntsandstein und Grundgebirge
im Merenbachtal entlang der
Strasse zwischen Weizen und Wellendingen
vor und nach Schwaningen

Das Deckgebirge

Die Ablagerungen der Triaszeit

Vor 245 Millionen Jahren begann mit der Triaszeit das Erdmittelalter (Mesozoikum), während welcher Periode das Grundgebirge progressiv mit geschichteten Ablagerungsgesteinen mannigfacher Art eingedeckt wurde. In unserer Gegend lagerte sich zunächst wenig Buntsandstein ab (9 m in der Bohrung Siblingen), dessen Mächtigkeit aber gegen den mittleren und nördlichen Schwarzwald sehr stark zunimmt. In der Region Schaffhausen tritt Buntsandstein nirgends an die Oberfläche. Man trifft ihn erst im Merenbachtal und verbreitet zwischen Bonndorf und Schluchsee.

Buntsandstein wurde als Flussablagerung von Westen her zugeführt. Anschliessend überflutete das Meer weiträumig die Region und hinterliess zunächst tonige Sedimente («Wellengebirge»), verlandete dann aber wieder. In verbleibenden Salzseen und Lagu-

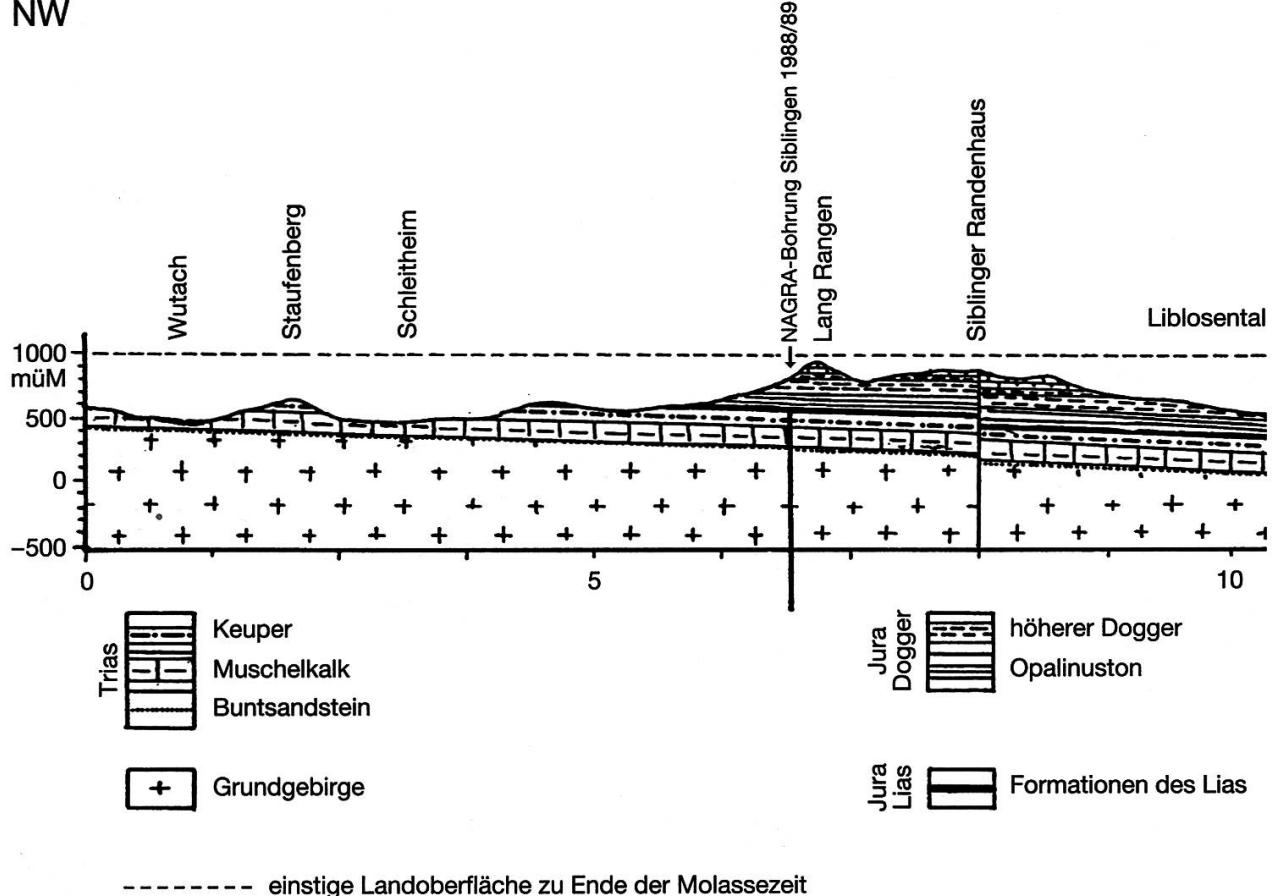


Abb. 2: Geologisches Profil durch den südwestlichen Schaffhauser Randen.

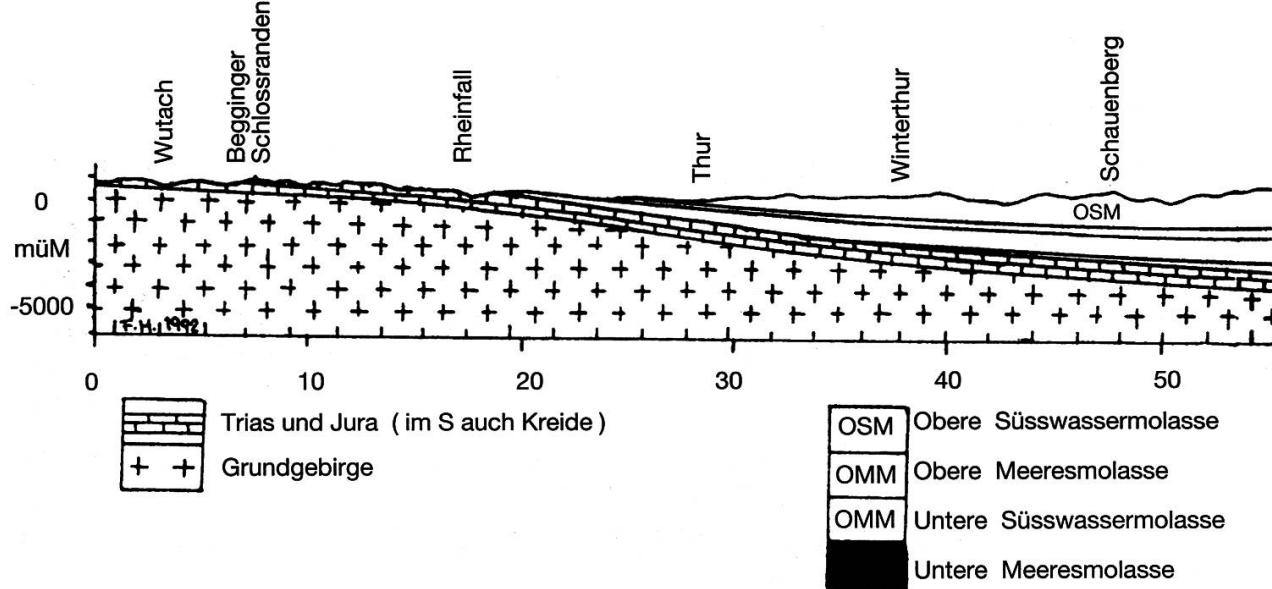
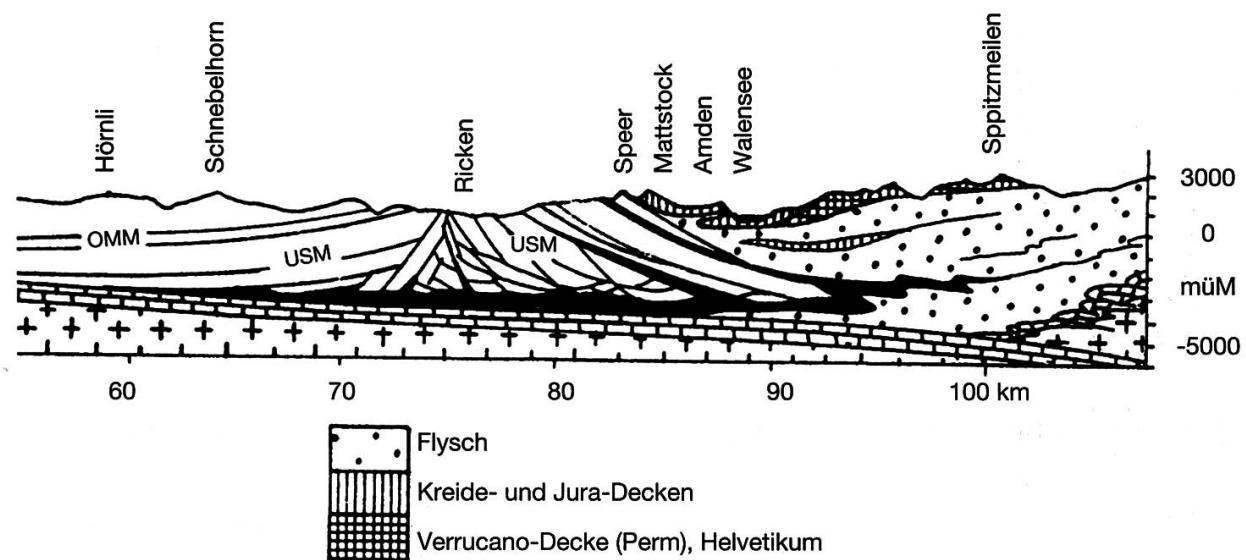
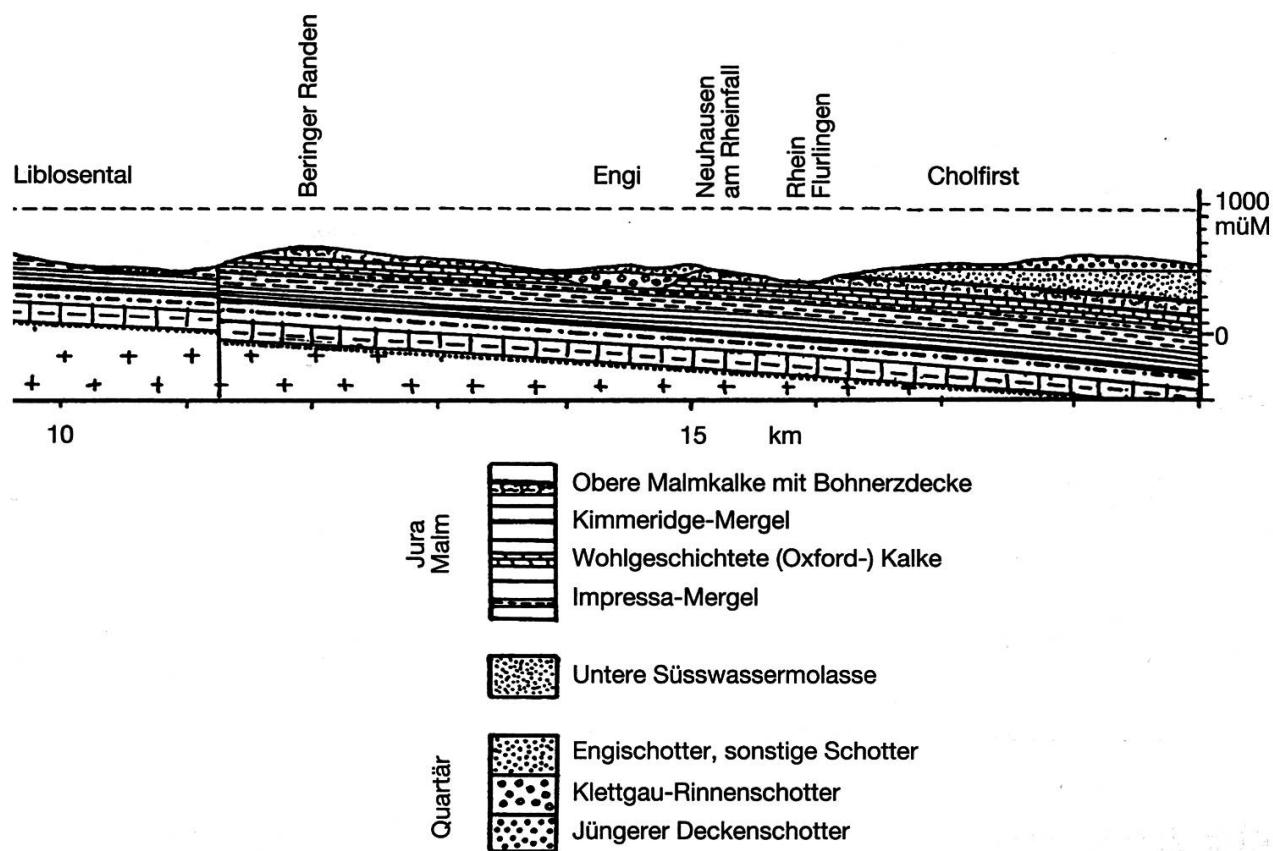


Abb. 3: Geologisches Profil vom Randen durch das ostschweizerische Mittelland



zu den Alpen des Walenseegebietes.

Gipsmuseum Schleitheim-Oberwiesen,
289 200/676 650 geöffnet April bis Oktober,
1. Sonntag im Monat 14–16 Uhr
(Auskunft Urs Bollinger, Tel. 053 95 18 05)
Dokumentation zum Gips, seinem Abbau
und seiner Verarbeitung. Gipsmühle (1810)
mit Stampfe und Mahlstuhl.
Bergwerkstollen (250m).

nen bildeten sich Gips- und Anhydritgesteine (Bergwerk Oberwiesen) und in weiterer Entfernung auch Salzlager (z. B. zwischen Zurzach und Basel).

Zur Zeit des oberen Muschelkalks (Abb. 4) über-

schwemmte das Meer erneut weiträumig Mitteleuropa, und unter konstanter Wasserbedeckung entstand der eigentliche «Muschelkalk» in Form mächtiger Kalkstein-

Geologische Aufschlüsse

Hauptmuschelkalk

Litichapf 284 500/673 750 Hallau und
Auhalde 288 700/676 950 Schleitheim

schichten (mit nur vereinzelten Muschelschalenlagen und solchen aus Seelienstiel-Bruchstücken).

Der Obere Muschelkalk bildet die

senkrechten Flühe des Wutachtals zwischen Aachdorf und Grimmelshofen und in der Wutachschlucht oberhalb der Wutachmühle.

Geologischer Aufschluss

Doline Seebenhau

285 200/674 800 Hallau

Mit dem Beginn der Keuperstufe der Triaszeit verlandete das Meer erneut, und während eines grossen Teils des Keupers entstanden mächtige Ablagerungen

schlammigen Ursprungs (oft violette Keupermergel), die gelegentlich Gipslager enthalten (Schleitheim, Lachenbruch), gebildet in schottartigen Seen (Salzseen).

Geologische Aufschlüsse

Trigonodus-Dolomit

Schrägersgraben 284 550/674 650 Hallau und
Baggenbrunnen 290 050/677 700 Schleitheim

Eine Besonderheit des oberen Teils des Keupers sind der Schilfsandstein und der darüberliegende Stubensandstein,

besonders schön einsehbar im Seebi-Steinbruch (ca. 3 km nordöstlich von Schleitheim). Der braunrote, gelegentlich auch grüne, feinkörnige Schilfsandstein, der bis

Geologischer Aufschluss

Keupermergel

Sitentobel

283 050/674 200 Hallau

Anfang unseres Jahrhunderts als geschätzter Baustein gebrochen wurde, entstand als Ablagerung eines riesigen Fluss-Schwemmfächers, dessen Liefergebiet sich bis ins Baltikum und nach Skandinavien zurückverfolgen lässt.

Der grobkörnige Stubensandstein wurde hingegen aus Nordosten aus dem Gebiet des böhmischen Grundgebirgsmassivs zugeführt, wiederum als Flussablagerung, die in

Geologischer Aufschluss

Lachenbruch

291 00/679 000 Schleitheim

Richtung auf das Liefergebiet an Mächtigkeit stark zunimmt. Der Stubensandstein ist herkunftsmässig und deshalb auch in seiner Beschaffenheit mit den

weitaus jüngeren Graupensanden von Benken-Wildensbuch am Cholfirst und von Griessen-Riedern am Sand (Brackwassermolasse, Tabelle 2, Seite 45) verwandt.

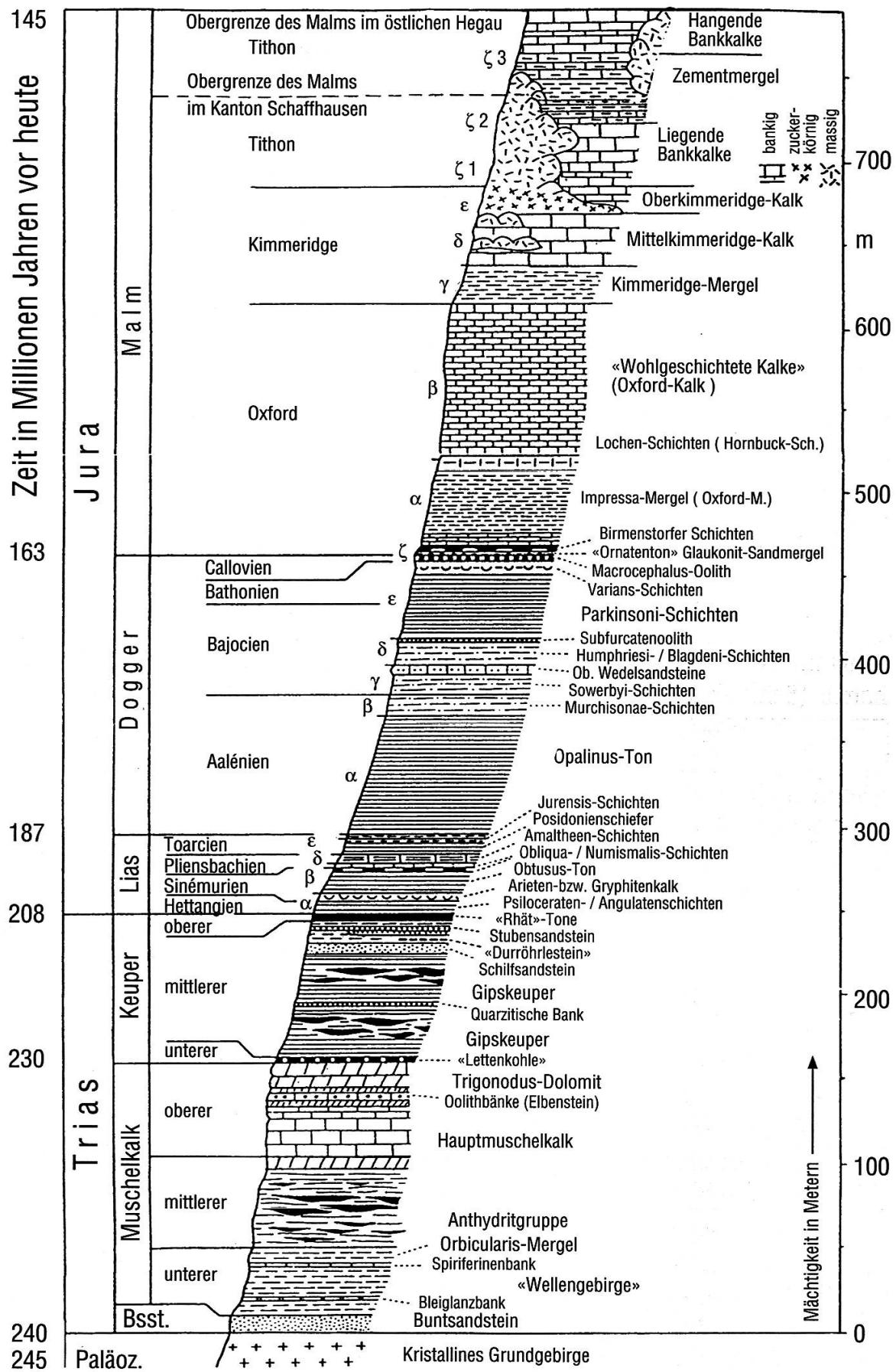
Geologischer Aufschluss

Seebi-Steinbruch

291 750/680 600 Schleitheim

Im obersten Keuper (Rhätstufe) fand Bernhard Peyer Zähnchen der ältesten Formen von Säugetieren (Hallauerberg).

Abb. 4a



		Baden-Württemberg alt	Baden-Württemberg neu	Schweiz Geologischer Atlas
M a l m (Weisser Jura)	Tithon	ζ 3 ζ 2 ζ 1	tiH tiZ tiL	i _{8b} i _{8a}
	Kimmeridge	ε	ki3	i _{7c}
		δ	ki2	i _{7b}
		γ	ki1	i _{7a}
	Oxford	β	ox2	i ₆
		α	ox1	i _{5E}
	Callovien	ζ	cl	i ₃
	Bathonien	ε	bt2	
			bt1	i _{2v}
		ε	bj3	i _p
		δ	bj2	i _{lc}
D o g g e r (Brauner Jura)	Bajocien	γ	bj1	i _{lb}
		β	bj1	i _{la}
		β	al2	a ₂
		α	al1	a ₁
	Aalénien	ζ	tc2	i _{6J}
		ε	tc1	i _{6P}
	Toarcien	δ	pb2	i ₅
		γ	pb1	i ₄
L i a s (Schwarzer Jura)	Pliensbachien	β	si2	i ₃
		β	si1	i ₂
	Sinémurien	α	he2	
		α	he1	i ₁

Abb. 4b: Alte und neue Stufenbezeichnungen für die Juraformation im Grenzgebiet Nordschweiz–Baden-Württemberg

Abb. 4a, Seite 37: Schichtfolge der Ablagerungen von Trias und Jura im Randengebiet (vorwiegend nach F. Schalch, A. Schreiner, W. Paul, W. Hahn und Publikationen der Nagra).

Die Ablagerungen der Jurazeit

Während zur Triaszeit im Gebiet der Nordschweiz und allgemein in Mitteleuropa sehr labile Verhältnisse zwischen Verlandung und Meeresüberflutung herrschten, wurde das ganze Gebiet mit dem Beginn der Jurazeit vor 208 Millionen Jahren grossflächig und bis etwa 144 Millionen Jahre vor heute vom Meer überflutet. Dieses Jurameer (mit einzelnen Inselgebieten) wurde zum flachen Schelfmeer am Nordrand der Tethys, des alpinen Meeres, das damals den euro-asiatischen vom afrikanischen Kontinentalblock trennte und sich gegen Osten trichterförmig zum Pazifik öffnete, während der amerikanische Kontinent noch direkt mit Afrika und Europa verbunden war. Entsprechend sind die Gesteinsserien der Jurazeit im schweizerischen und süddeutschen Tafeljura und auch in Ostfrankreich ausgesprochene Meeresablagerungen, oft mit zahlreichen entsprechenden Fossilien, wie Ammoniten und Belemniten, wovon die Ausstellung im Museum zu Allerheiligen beredtes Zeugnis ablegt.

In Süddeutschland (Alb), wo die Schichten der Juraformation besonders gut erschlossen und untersucht sind, wurden sie entsprechend ihrem äusseren Erscheinungsbild in die Stufen Schwarzer, Brauner und Weisser Jura eingeteilt, was den heute gebräuchlichen internationalen Bezeichnungen Lias, Dogger und Malm entspricht (Abb. 4 und Tabelle 1).

Lias (Schwarzer Jura), 208–187 Millionen Jahre vor heute

Die etwa 50 m mächtige Schichtfolge der Liasstufe besteht aus grauen bis schwärzlichen, mergeligen und tonigen Ablagerungen mit oft fossilreichen Kalksteinbänken (Abb. 4). Die gesteinsmässige Beschaffenheit deutet darauf hin, dass viel tonig-schlammiges Material durch Meeresströmungen vom Festland her zugeschwemmt wurde. Die Verteilung von Meer und Inselgebieten näherte sich damals schon sehr stark den in Abb. 5 dargestellten Verhältnissen an. Für Details zur besonders ammonitenreichen Liasstufe sei auf die Ausstellung im Museum und auf die weiterführende Literatur verwiesen.

Die Liaszeit ist in den Sammlungen von F. Schalch und R. Schlatter besonders gut vertreten.

Geologische Aufschlüsse
Posidonienschiefer
Buckforen 287 225/680 000 Gählingen und
Hohle Gasse 291 050/682 500 Beggingen

Geologischer Aufschluss
Obtususton
Am Raa 291 400/682 350 Beggingen

Entsprechend den geomorphologischen Verhältnissen (Erosionsrand des Tafeljuras, Abb. 6) ist die Liasstufe vor allem im Gebiet Schleitheim-Beggingen freigelegt und zugänglich, ebenso auf dem Hallauer- und dem Wilchingerberg.

Geologische Aufschlüsse
Arietenkalk
Rummelen 286 480/677500 Oberhallau und
Allerstieg 291 550/682 100 Beggingen

Dogger (Brauner Jura), 187–163 Millionen Jahre vor heute

Auch zur Doggerzeit entstanden im maximal 150 m tiefen Jurameer vorwiegend tonige und mergelige Sedimente, deren Material vom Festland (Inselgruppen, Abb. 5) zugeschwemmt wurde. Von besonderem Interesse ist der gegen 100 m mächtige Schichtkomplex des Opalinustons, eines dunkelgrauen bis schwärzlichen Schiefertons, der als Ziegeleirohstoff genutzt wird. Pro Jahr wurden nur etwa 0,1 mm Ton abgelagert, ein Hinweis auf die zu berücksichtigenden Zeitmassstäbe.

Geologischer Aufschluss

Opalinus-Ton

Grube Tenterenberg, Siblingerhöhe, Siblingen

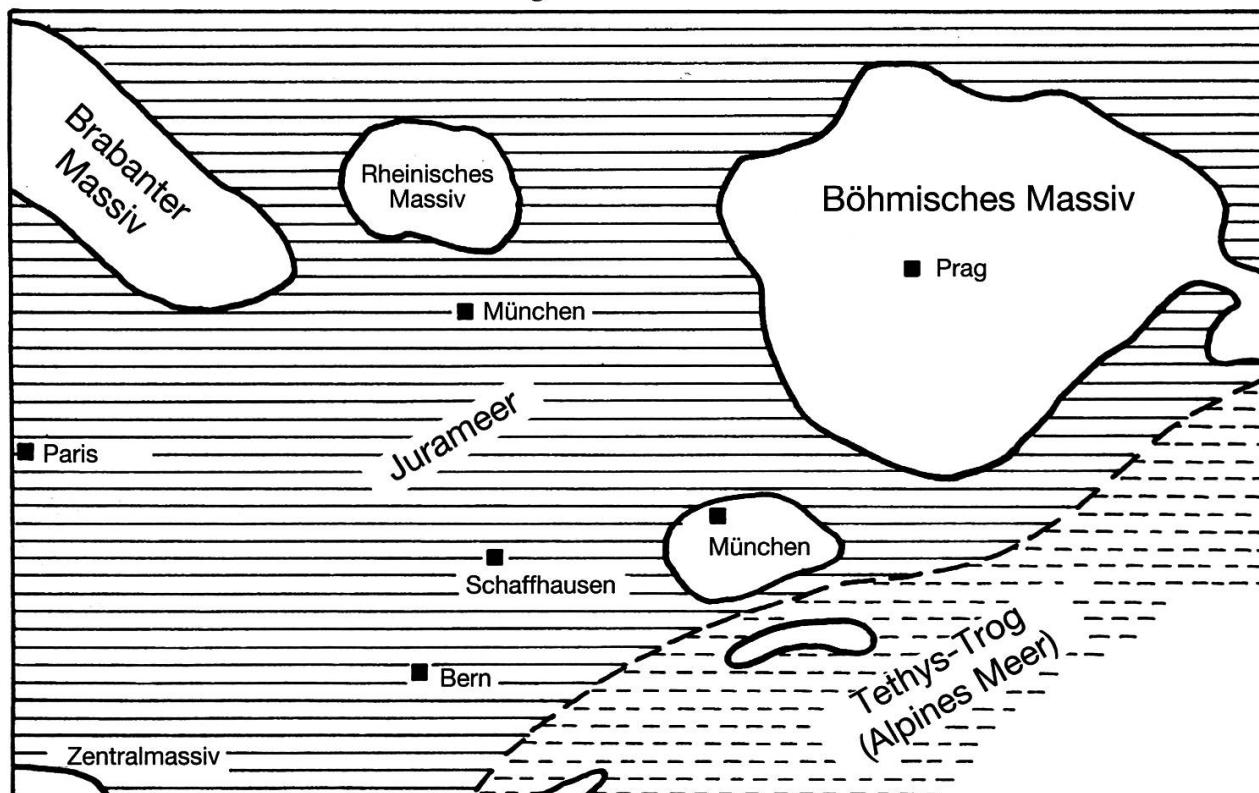


Abb. 5: Verteilung von Land und Meer in Mitteleuropa zur Zeit der Bildung des Opalinustons. Nach P. A. Ziegler in einer Darstellung der Nagra, 1982.

Über dem Opalinuston liegt ein etwa gleichmächtiger Komplex von eher mergeligen (stärker kalkhaltigen) und teilweise auch etwas feinsandigen Schichten mit eingelagerten, fossilreichen Kalkbänken. Ganz oben in der Doggerstufe findet sich der sogenannte Macrocephalus-Oolith, ein markanter Eisenerzhorizont, benannt nach der darin vorkommenden Ammonitengattung *Macrocephalites*. Dieses Eisenerz kommt im Tafeljura verbreitet vor und wurde bis 1967 im Bergwerk Herznach im Fricktal (Eisengehalt um 28%) und von 1934 bis 1942 im Bergwerk Blumberg (Eisengehalt 20–22%) abgebaut.

Im Kanton Schaffhausen ist der Eisengehalt zu klein (10–14% im Klettgau, 20–22% bei Bargen). Immerhin wurde das Erz nach entsprechender Aufarbeitung in kleinen Mengen schon in den mittelalterlichen Rennöfen des Durachtals verwertet.

Träger des Eisens sind bis 2 mm grosse Kügelchen aus Brauneisenstein (Goethit, FeOOH) in einer mergeligen Grundmasse. Das Eisen stammt vom Festland und wurde als eisenhaltiger Schlamm ins Meer verschwemmt.

Malm (Weisser Jura), 163–144 Millionen Jahre vor heute

Zur Zeit des Oberen Juras (Malm) wurde das Meer in der Nordschweiz und weit darüber hinaus besonders flach, die Zufuhr von tonigem Schlamm vom Festland her war (im Gegensatz zu Lias und Dogger) sehr gering geworden, und es entstanden vorwiegend Kalkschlammabsätze und daraus Kalksteine. Trotzdem ist die Schichtfolge des Malms im Randenbereich sehr charakteristisch gegliedert (Abb. 4): Dunkle Tone fehlen, und die vorhandenen Mergelschichten (Impressa- und Kimmeridge-Mergel) sind hellgrau bis weisslich und sehr kalkreich.

Es gibt Indizien, dass das Jurameer zur Zeit des Malms wärmer war als während des Doggers (19 bis 23 °C gegen 13 bis 18 °C, nach GEYER und GWINNER). Die Oxford-Kalke (Wohlgeschichtete oder Wohlgebankte Kalke, Farbtafel 19) bestehen aus relativ dünnen Lagen harten Kalksteins mit ebenfalls dünnen, etwas mergeligen Zwischenlagen. Über die Ursachen der ausgeprägten Schichtung gehen die Meinungen auseinander (Klimaschwankungen, rhythmische Schwankungen der Tonzufuhr u.a.m.). Jedenfalls herrschten sehr ruhige, gleichförmige Ablagerungsverhältnisse, wobei wiederum zu bedenken ist, dass pro Jahr nur höchstens 0,1 mm Sediment gebildet wurde, bezogen auf die heutige Dichte des Gesteins.

Einen anderen Charakter haben die Formationen des oberen Malms über den Kimmeridge-Mergeln: Neben deutlich gebankten Kalksteinen kommen sogenannte Massenkalke vor, die im Gelände als markante, höchstens undeutlich geschichtete und meist massig ausgebildete Felsstotzen aus begleitenden, weniger dichten Kalken herauswittern. Es handelt sich um Kalkschwammriffe, die im seichten Meer vermutlich oft bis an die Oberfläche des Wasserspiegels hinaufwuchsen, Korallenriffen ähnlich. Beispiele: Jakobsfelsen (Merishausen), Geissberg, Felsen des Schweizersbildes und des Dachsenbüels, Bsetzi im Fulachtal, viele Felsstotzen im Freudental, Felszähne des Rheinfalls und viele andere mehr.

**Geologischer Aufschluss
Grenzzone Dogger/Malm
Räckholterenbuck
287 300/ 681 000 Gächlingen**

**Geologischer Aufschluss
Impressamergel
Nesselboden 289 900/ 683 850 Beggingen**

**Geologische Aufschlüsse
Wohlgeschichtete Kalke
Räckholterenbuck 287 350/681 150 und
Im toten Chrieger 290 150/684 250 Beggingen**

**Geologische Aufschlüsse
Mittlere Malmmergel
Langtal 288 200/682 800 Hemmental und
Langer Randen 287 850/681 650 Gächlingen**

**Geologischer Aufschluss
Quaderkalk
Hägliloo 286 840/684 820 Hemmental**

Massenkalke (teilweise in grobkalzitischer, «zuckerkörniger» Ausbildung, wie im Steinbruch Wippel in Thayngen) können in verschiedener Höhe in den Kalkformationen des oberen Malms auftreten und sind darin keine definierte Schichtstufe, wie früher angenommen (Abb. 4).

Während im Meer des oberen Juras der Nordschweiz geradezu idyllische Verhältnisse herrschten, hatte das Meer in der zentralen alpinen Tethys, etwa 300 bis 400 km weiter südlich, Tiefseecharakter, und zu jener Zeit bildete sich darin eine Zerrungszone zwischen der europäischen und der afrikanischen Kontinentalplatte, die aus einanderstrebten. In dieser Nahtstelle drangen – ähnlich wie heute im Mittelatlantik-

Zeit- alter	Periode	Epoche	Wichtige Vorgänge	Zeit Mill. Jahre v. h.
Neozoikum	Tertiär	Quartär		
		Pliozän	Jurafaltung	10 \ 2
		Miozän	Hauptphasen der	24
		Oligozän	Alpenfaltung	37
		Eozän	erste alpine Krustenbewegung	
	Kreide	Paleozän	Kreidemeer südlich Linie Sargans–Biel	57
		Obere		66
		Mittlere		
		Untere	Verlandung des Meeres durch	
		Malm	Hebung im nördlichen	144
Mesozoikum Erdmittelalter	Jura	Dogger	Ketten- und im Tafeljuragebiet	163
		Lias		187
		Keuper	Meeresüberflutung	208
	Trias	Muschelkalk	Land	230
		Buntsandstein	Meer	240
			Land	245
			Grundgebirge	

Tabelle 1: Geologische Zeittabelle für Mesozoikum und Tertiär in der Nordschweiz (Altersangaben: Nagra).

rücken – basaltische Laven ins Meer ein, und es entstanden entsprechende untermeerische Erstarrungsgesteine. Man findet diese Zone beispielsweise im oberen Oberhalbstein, während der Alpenfaltung als Platta-Überschiebungsdecke abgeschert und rund 250 km nach Norden geschoben. Dieses Gebiet mit seinen typischen Lavagesteinen wie Gabbro, Serpentinit und weiteren Grüngesteinen ist für die Region Schaffhausen deshalb von besonderem Interesse, weil Geschiebe aus dieser hochinteressanten Gesteinszone durch die eiszeitlichen Gletschervorstöße bis in unsere Gegend transportiert wurden.

Das Schaffhauser Jurameer wird trockengelegt

Am Ende der Jurazeit wurde der Meeresboden im Gebiet der Nordschweiz und Süddeutschlands über den Meeresspiegel gehoben und trockengelegt, und zu Beginn der nachfolgenden Kreidezeit (Tabelle 1) lag die Küste des alpinen Meeres im Raum Biel-Sargans, mit einem dazwischen liegenden, nach Süden gegen das heutige Aarmassiv hin gerichteten Bogen. Im Norden entstand aus den bisherigen Inselgruppen des Jurameeres ein zusammenhängendes mitteleuropäisches Festland. In der Nordschweiz und den angrenzenden Gebieten wurden deshalb während der Kreidezeit (zwischen 144 und 66 Millionen Jahren vor heute) keinerlei Meeressedimente mehr abgelagert, wohl aber z. B. im Gebiet des Neuenburger Juras. Die mächtigen Schichtserien der helvetischen Kalkalpen (z. B. Säntis, Churfürsten, Zentralschweiz) waren gegen 100 km südlich ihrer heutigen Position im Meer abgelagert worden und wurden erst während der Alpenfaltung abgeschert und nach Norden geschoben.

Hundert Millionen Jahre erdgeschichtliche Ruhepause im Tafeljuragebiet

Mit der Heraushebung aus dem Meer am Ende der Jurazeit war die Kalksteinfläche des heutigen Tafeljuragebietes während rund 100 Millionen Jahren – durch die ganze Kreidezeit und das Alttertiär bis in die frühe Molassezeit – einer oberflächlichen, festländischen Verwitterung bei wechselfeuchtem, relativ warmem Klima ausgesetzt. Das Gebiet war sehr flach. Durch Flusserosion wurden deshalb kaum nennenswerte Mengen an Gestein abgetragen, und es wurde auch sehr wenig Material von aussen zugeführt. Dafür waren damit aber alle Voraussetzungen gegeben, dass die Landoberfläche durch langfristige Kalkauflösung intensiv verkarsten konnte. Während der sehr langen zur Verfügung stehenden Zeit entstand das

**Geologischer Aufschluss
Bohnerz–Löcher
Gampenhäli Brämlen
287 150/690 800 Stetten**

Bohnerze sind lateritische Rückstandsbildungen (Roterden), entstanden aus tonigen, eisenhaltigen Lösungsrückständen der Jurakalke und der begleitenden Mergelschichten. Dieses Material wurde in die in der Kalksteinformation entstandenen Karstvertiefungen, Schratten, Spalten und Höhlen eingeschwemmt und chemisch verändert.

Schaffhauser Saurier?

Das Erdmittelalter (Mesozoikum), also genau die erdgeschichtliche Epoche, die im Kanton Schaffhausen besonders gut vertreten ist, war die grosse Zeit der Saurier. Landsaurier konnten während einiger Abschnitte der Triaszeit leben, und in der Tat wurden auf dem Hallauerberg und in der Gegend von Schleitheim Knochen des einige Meter grossen *Gresslyosaurus ingens*, eines frühen Dinosauriers, gefunden, die im Museum zu Allerheiligen aufbewahrt werden. Die grosse Zeit der Landsaurier, insbesondere der Dinosaurier, war aber die Kreideepoch. Während dieser Zeit war zwar die Nordschweiz wie beschrieben Festland. Die Erhaltungsbedingungen für Knochenreste waren aber unter den aggressiven chemischen Verwitterungsverhältnissen der Bohnerzbildung äusserst ungünstig. Die Überreste wurden nicht, wie dies im saurierreichen Nordamerika zu jener Zeit der Fall war, in teilweise molasseähnlichen Sedimenten eingebettet und damit konserviert, sondern blieben offen liegen. Saurier-Fussspuren im oberen Malm am Solothurner Weissenstein deuten aber darauf hin, dass zur Zeit der Verlandung des Jurameeres Dinosaurier zuwanderten (vgl. C. A. Meyer, 1994).

In der Region Schaffhausen wurden aber immerhin Reste von Ichthyosauriern (Fischsaurier) gefunden, die ausschliesslich im Meer lebten. Ein bemerkenswerter Fund von Beggingen ist im Museum zu Allerheiligen ausgestellt.

Alpenfaltung und Molassezeit

Vor etwa 35 Millionen Jahren setzte die eigentliche Alpenfaltung ein, deren Vorläufer aber bis in die Kreidezeit zurückzuverfolgen sind (Tabelle 1). Die Gebirgsbildung dauerte mit Unterbrüchen in mehreren Phasen etwa 30 Millionen Jahre. Die afrikanische und die europäische Kontinentalplatte bewegten sich nicht mehr auseinander, sondern aufeinander zu. Die im einstigen Tethys-Meer abgelagerten Schichten (vor allem aus der Zeit des Erdmittelalters und des Alttertiärs) wurden, zum Teil zusammen mit der Grundgebirgsunterlage, abgeschert und in Form von sogenannten Decken von Süden nach Norden übereinander geschoben und verfaltet. Die einst auf einer Breite von 600 bis 700 km nebeneinandergelegenen Platten des Tethys-Bodens wurden dabei auf ein kompliziertes, noch etwa 200 km breites, aber entsprechend mächtiges Deckenpaket zusammengestaucht. Tiefere Krustenteile wurden überfahren und teilweise weiter nach unten gedrückt.

Der so entstandene mächtige Schichtenstapel belastete die darunterliegende Erdkruste und drückte sie in die Tiefe, so dass sich vor der alpinen Gebirgsfront eine

Stufeneinteilung		Mio J. v. h.	Ausbildung der Ablagerungen, Paläogeographie
Miozän		12	Das Alpenvorland ist eine Festlandsebene. Aus den Alpen münden grosse Flusssysteme in entsprechenden Schuttfächern und überschwemmen das Vorland periodisch mit Geröll, Sand und Schlamm (Napf-, Hörnli-, Pfänder- und Adelegg-Schuttfächer). Kleinere Flüsse fördern auch Material aus der ehemaligen Tafeljura-abdeckung des Südschwarzwaldes von Norwesten her ins Molassebecken (Juranagelfluh). Ein längs des Nordrandes des Molassebeckens verlaufendes Stromsystem entwässert das Vorland Richtung Mittelmeer und hinterlässt Glimmersande aus den Ostalpen. Hegauvulkane.
	Obere Süßwassermolasse Badenien-Sarmatien (Tortonien-Sarmatien)	17	Ein Fluss aus dem Fichtelgebirge mündet bei Schaffhausen in einer Trichtermündung ins verlandende Molassemeer: Zufuhr der Quarzsande von Benken.
	Brackwassermolasse (Oberes Helvétien)	18	Ein flaches Meer hat das Alpenvorland von Westen und auch von Osten her überschwemmt. Von Westen her werden grosse Mengen an alpinem Sand durch Meereströmungen nach Osten verschwemmt und abgelagert (Berner Sandsteine, Überlinger Heidenlöchersandsteine, Rorschacher Sandsteine). Im Gebiet von Bargen, Wiechs, Tengen Bildung der Randengrobkalke als Strandanschwemmung von Muschel- und Schneckenschalen.
	Obere Meeressmolasse Ottnang-Karpatien (Helvétien) Eggenburgien (Burdigalien)	23	Situation wie in der Unteren Abteilung, doch führen jetzt die Flüsse Material aus ausgesprochenen Granitgebieten ins Vorland (granitische Molasse).
	Untere Süßwassermolasse Obere Abteilung (Aquitanien)	24	Grosse Nagelfluhschuttfächer (Thunersee, Honegg, Rigi, Speer, Hochgrat) führen grosse Mengen an Geröll (Rigi: über 3000 m Nagelfluh) und Sand ins Alpenvorland. Die Ablagerungen keilen aber gegen Norden noch südlich des Hochrheins aus und erreichen die Region Schaffhausen nicht. Allgemeine Entwässerung des Molassebeckens gegen Osten in ein östlich von München gelegenes Meer.
	Untere Süßwassermolasse Untere Abteilung, Egerien (Chattien)	28	Rest des alpinen Meeres, durch die Alpenfaltung auf einen schmalen Saum längs des Alpenrandes reduziert. Es reicht in der Schweiz nicht weit nach Norden (keine entsprechenden Ablagerungen im Hochrheingebiet, wohl aber in der subalpinen Molasse (Appenzell, Toggenburg, Luzern, Entlebuch): dort im Meer abgelagerte, blaugraue, plattige Sandsteine und Mergel).
Oligozän	Untere Meeressmolasse Rupélien	34	

Tabelle 2: Übersicht über die Molasse im schweizerischen Alpenvorland.

Depression bildete, ein gegen Norden ausklingender asymmetrischer Vorlandtrog. Die Überhöhung in der Alpenzone erzeugte mechanisch und durch Verwitterung grosse Mengen an Schutt. Gleichzeitig entwickelten sich Entwässerungssysteme in Form von Längs- und Quertälern mit bedeutenden Flüssen, die den Schutt in den Vorlandtrog beförderten und diesen sukzessive mit Geröll, Sand und Schlamm auffüllten. Daraus entstand die aus Nagelfluh, Sandsteinen, Sanden und Mergeln bestehende Molasse. Vor der alpinen Front ist sie naturgemäß am mächtigsten, nämlich 4 bis 5 km, wird aber gegen Norden immer dünner und keilt in Richtung Schwarzwald und Donau aus. Während der letzten Bewegungen der Alpenfaltung wurden die südlichsten, mächtigen Molasseschichten selbst noch in den alpinen Zusammenschub einbezogen und zu riesigen Schuppen zusammengeschoben (Abb. 3, Seite 34).

Zur Zeit der Alpenfaltung wurde auch der Schwarzwald langsam um etwa 1000 m gehoben. Dies führte dazu, dass sich auch von dort ein Gefälle Richtung Molassebecken ergab und kleinere Flüsse aus der damals noch vorhandenen Tafeljuradecke über dem Südschwarzwald entsprechende Gerölle Richtung Hegau, Aargauer und Basler Jura führten, die als Juranagelfluh erhalten sind (im Kanton Schaffhausen in der Gegend von Bargent und im Bibertal). Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Stufen der Molassezeit, die Ablagerungsverhältnisse und die damalige Geografie).

Die Hegauvulkane

Die Vulkantätigkeit im Hegau fällt ganz in die Zeit der Oberen Süßwassermolasse. Sie war wohl eine Folge des Drucks der nach Norden gerichteten alpinen Schubbewegungen auf die Erdkruste im Alpenvorland und der in der Tiefe vorhandenen Strukturen im Grundgebirge. Damit im Zusammenhang steht vermutlich auch die Randenverwerfung zwischen Randen-Reiat und Hegau, die vom Bodensee bis in den Schwarzwald verläuft und einen bemerkenswerten Sprung in der Erdkruste darstellt. Der Hegau selbst liegt im abgesenkten Teil.

Die während etwa 8 Millionen Jahren sich wiederholenden Vulkaneruptionen begannen jeweils mit heftigen Gasexplosionen aus mehreren Schloten. Sie förderten zunächst Trümmer der durchschlagenen Schichten und vulkanisches Lockermaterial zutage, das sich später zu vulkanischen Tuffen verfestigte. Zeitweilig stieg in den Schloten auch Gesteinsschmelze (Magma) aus grosser Tiefe nach, floss aber nur selten aus, sondern erstarrte in der Regel in den Förderschloten. Im Hegau werden zwei verschiedene Arten solcher Erstarrungsgesteine gefunden: dunkler «Basalt», richtigerweise heute Olivinnephelinit genannt, ein eisen- und magnesiumreiches, dunkles, hartes Gestein, und Phonolith, ein helles, natrium- und kieselsaurereiches Gestein. Aus Olivinnephelinit bestehen z. B. die zentralen Propfen des Hohenstoffeln, des Hohenhewen, des Neuhewen und der Hewenegg, aus Phonolith hingegen Hohentwiel, Stauf, Hohenkrähen und Mägdeberg (Farbtafel 8).

Die vulkanischen Auswurfmassen im Hegau und die in Schloten erstarrten Schmelzflüsse wurden laufend von zugeführtem Molassematerial, vor allem von Mergeln, eingedeckt. Am Ende der Molassezeit waren sie weitgehend unter einer heute auf etwa 900 m Meereshöhe anzunehmenden Landoberfläche begraben (einsedimentiert), und nur gerade die Basaltvulkane ragten darüber hinaus.

Die Jurafaltung und der Beginn der eigentlichen Gestaltung der heutigen Landschaft

Der Faltenwurf des Kettenjuras, der im Osten mit der markanten Lägernkette endet, war ein Ergebnis der letzten Phasen der Alpenfaltung vor etwa 5 Millionen Jahren, die auch die nördlichen Randketten der Alpen in ihre heutige Position brachten. Das kristalline Grundgebirge unter dem Kettenjura war nach der Faltung nicht beteiligt: die tieferen Trias-Schichten dienten als plastische Gleithorizonte. Der Kettenjura wurde auf den davorliegenden, nicht von der Faltung erfassten Tafeljura aufgeschoben, sehr ausgeprägt zu sehen im Aargauer und Basler Jura.

Vor der Faltung des Kettenjuras lag die Landoberfläche der Nordschweiz (Molasseland und angrenzender Tafeljura) auf vielleicht etwa 200 m ü. M. Während der Jurafaltung wurde sie aber um etwa 600 bis 700 m gehoben, im Schwarzwald und in den Vogesen sogar um rund 1000 m, zusätzlich zu vorangegangenen Hebungen während der Molassezeit. Gleichzeitig endete die Molasseablagerung im Alpenvorland. Die allgemeine Hebung führte dazu, dass an ihre Stelle Erosion und Durchtalung traten. Damit begann die Gestaltung der heutigen Landschaft.

Zwischen Jurafaltung und Eiszeitalter Aare und Donau

Knapp vor Beginn der Jurafaltung wurde das Richtung Mittelmeer verlaufende Entwässerungssystem der Oberen Süßwassermolasse (Glimmersandstrom) aufgehoben. Vertikalbewegungen führten dazu, dass kurzfristig ein durchgehendes System Aare-Donau entstand, nachweisbar durch Schotterreste mit Aarematerial auf der Baar und der südlichen Alb, insbesondere auch auf 900 m ü. M. auf dem Eichberg nördlich Blumberg. Mit der fortschreitenden Jurafaltung verlor aber die Donau ihren Aare-Zufluss, der sich bei Brugg (AG) durch den aufsteigenden Kettenjura arbeiten konnte und sich zunächst über den Sundgau und die Burgundische Pforte zum Mittelmeer wandte. Damit wurde das Einzugsgebiet der Donau auf den südöstlichen Schwarzwald beschränkt.

Zunächst floss die Donau von Lenzkirch her über das damals noch nicht als Tal- system existierende obere Wutachgebiet und das Tal von Blumberg (auf 700 m ü. M.)

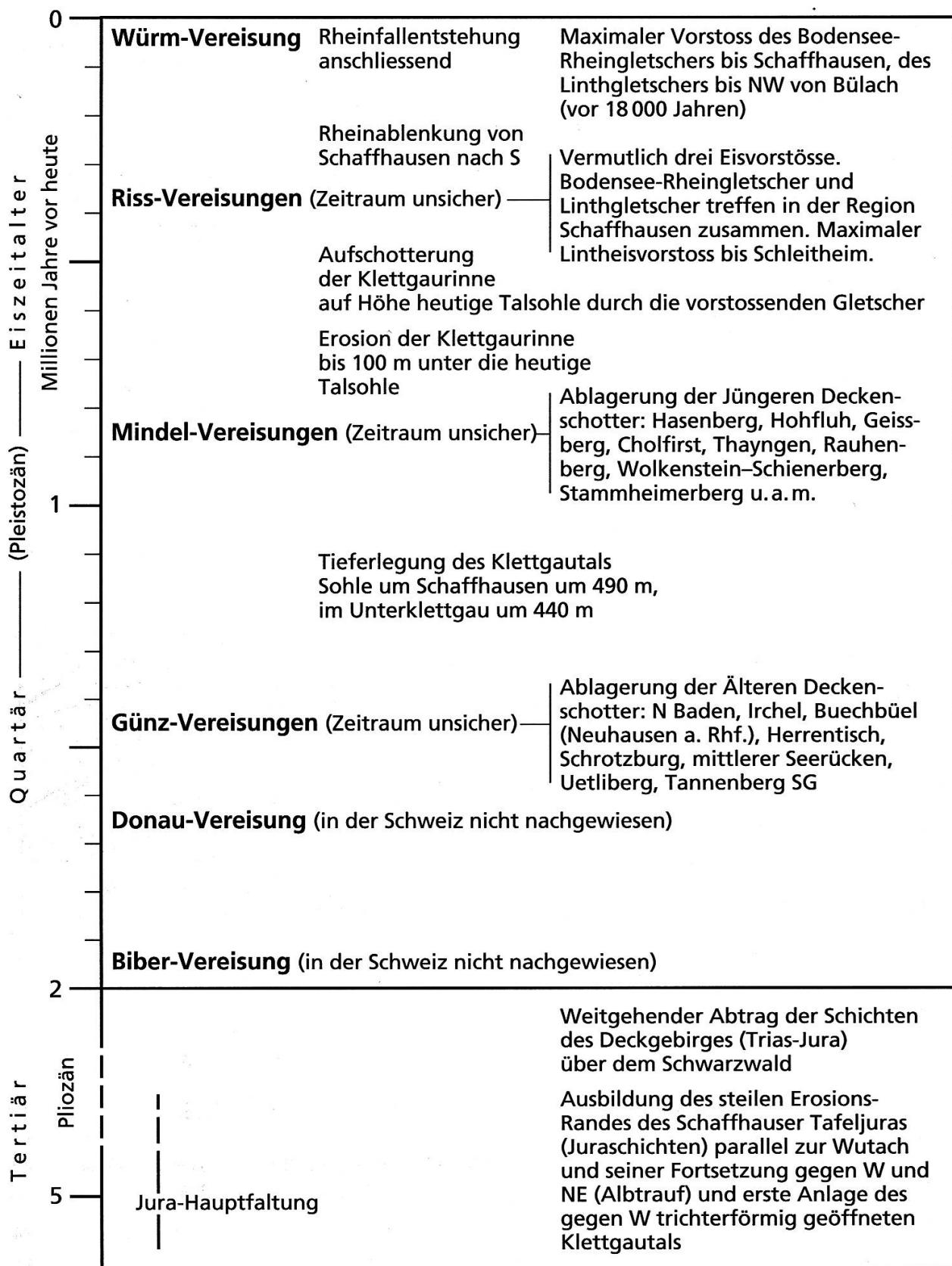
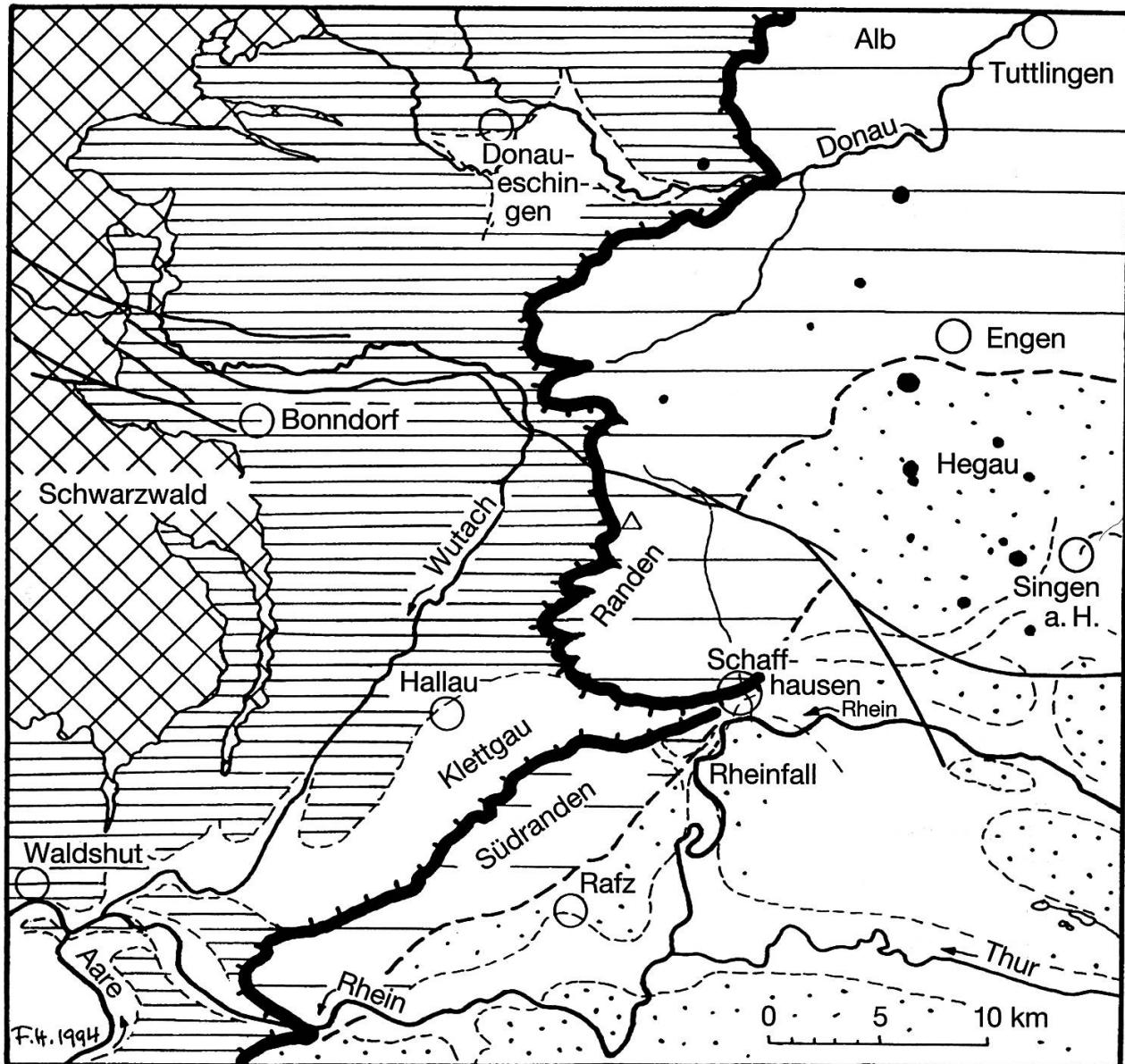


Tabelle 3:
Schema der eiszeitgeologischen Vorgänge in der Region Schaffhausen.



Molasse	eiszeitliche Schotter und Moränen
Malm (Weisser Jura)	Begrenzung eiszeitlicher Rinnen
Trias-Lias-Dogger	wichtigste Hegauvulkane
Grundgebirge	Erosionsrand des Weissen Juras (SW-Ende des Albtraufs)
Verwerfungen	

**Abb. 6: Geologische Übersicht der Region
Schwarzwald-Wutachtal-Randen-Hegau-Baar-Alb
und östliches Hochrheingebiet.**

durch das heutige, offenbar schon damals angelegte Aitrachtal (somit ein Ur-Donau-tal) Richtung Geisingen–Immendingen–Tuttlingen. Dieser obere Donaulauf wurde später über dem Gebiet von Aachdorf erneut unterbrochen, diesmal durch das Wutachsystem, das zum Rhein hin gewandt ist.

Der Erosionsrand des Randens als Südwestende des Albtraufs

Ein entscheidend wichtiges Ereignis aus der Phase des Übergangs zum Eiszeitalter, vom Tertiär zum Quartär, ist die Entstehung des Steilabsturzes der mittleren und oberen Juraschichten, insbesondere der Kalksteinformationen des Weissen Juras (Malm) am nordwestlichen Randen (Farbtafel 6), parallel zum Wutachtal. Dies ist ein gewaltiger Erosionsrand, an dem die Juraschichten abrupt abgeschnitten sind. Er setzt sich nach ENE als sogenannter Albtrauf über Fürstenberg, Schwenningen, den Dreifaltigkeitsberg und die Klippeneck nach Balingen, Reutlingen, Göppingen, Schwäbisch Gmünd (Staufen, Rechberg) zum Nordrand des Nördlinger Rieses und von dort nach Franken fort. Nach Westen verliert er sich via Küssaburg im Aargauer Jura (Abb. 1 und 6).

Mit diesem Phänomen in ursächlichem Zusammenhang muss auch die trichterförmige Öffnung des Klettgautales im Schaffhauser Tafeljura Richtung Westen entstanden sein, eine Urallage des Rheinlaufs. Zu dieser Zeit und zum Teil sogar noch vorher wurden auch die grösseren Randentäler, insbesondere auch das Durachatal (Bargen–Schaffhausen), angelegt (siehe auch Farbtafel 7).

Das Eiszeitalter

Einführung

Vor rund zwei Millionen Jahren begann das Eiszeitalter, gekennzeichnet durch wiederholte Eisvorstösse aus den Alpentälern ins Mittelland und bis an den Südrand des Schwarzwaldes, der selbst ebenfalls mehrfach eine Eiskappe trug. Tabelle 3 orientiert in knapper Form über Eiszeitalter und Vergletscherungen in der Nord- und Nordostschweiz. Die Gründe für die grossen Gletschervorstösse und die wärmeren Zwischen-

Geologisches Objekt

Tüfels Herdplatte

Seebenhau 285 000/675 440 Hallau

eiszeiten sind nicht genügend geklärt.

Eine Voraussetzung dazu waren die Hebungen am Ende der Molassezeit.

Beim Vorstoss brachten die Gletscher bedeutende Mengen Schutt aus ihrem Einzugsgebiet und aus den durchströmten Tälern ins Vorland, erhalten in Form von meist lehmigen Moränen mannigfacher Art, häufig mit mehr oder weniger grossen

Geologisches Objekt

Eiszeitliche Findlinge

**Chüetel 286 430/679 450 Siblingen/Gächlingen,
Mörderrain 282 900/674 850 Hallau und
Almenbüel 90 800/693 590 Bibern**

erratischen Blöcken (Findlingen) durchsetzt.

Beim Vorstoss der Gletscher wurden (besonders zur Zeit der Rissvereisungen)

durch die Schmelzwässer zuerst oft tiefe Flussrinnen ausgeräumt, die wieder mit Vorstoss-Schottern ausgefüllt wurden.

Geologischer Aufschluss

Langloch-Kurzloch

289 600/693 650 Thayngen und Lohn

Beim Rückschmelzen der Gletscher, das oft in Etappen mit Zwischenhalten vor sich ging, wurden im Vorfeld von stagnierenden Eiszungen Schotterfelder aufgeschüttet. In Zungenbecken entstanden nach dem weiteren Abschmelzen Seen, die häufig durch zugeschwemmte Seetone aufgefüllt wurden oder durch Seekreide- und Torfbildung zu Mooren verlandeten.

Zeitangaben über die Vereisungen, besonders im mittleren Teil des Eiszeitalters, schwanken in Publikationen namhafter Autoren aus jüngster Zeit in einem Bereich von etwa einer halben Million Jahren. Dies ist ein Indiz für grosse Unsicherheiten in der Deutung und Einstufung eiszeitlicher Vorgänge.

Bodensee-Rheingletscher und Linthgletscher treffen bei Schaffhausen aufeinander

Ein wichtiger neuer Aspekt der eiszeitlichen Vorgänge in der Gegend von Schaffhausen ist der Nachweis des risszeitlichen Vorstosses des Linthgletschers bis in den Klettgau und nach Schleitheim und ins Stadtgebiet von Schaffhausen.

Der Gonzen bei Sargans spaltete den aus dem Churer Rheintal vorrückenden Rheingletscher in einen weiter durch das Rheintal Richtung Bodensee und in einen über Seez- und Walenseetal nach Westen vorstossenden Teil auf (Abb. 7). Der Walensee-Rheingletscher vereinigte sich im Gebiet der Linthebene mit dem Lintheis, das aus dem Glarnerland vorstiess.

Der rechtsseitige Teil des vereinigten Linth- und Walensee-Rheingletschers rückte über das Zürcher Oberland und das Glattgebiet in die Region Schaffhausen vor (Abb. 7).

Leitgerölle erzählen Gletschergeschichte – oder Spurensicherung in der Kiesgrube

Im Einzugsgebiet der Gletscher gibt es Gesteine, die exklusiv nur in eng begrenzten Zonen vorkommen. Das genaue Studium der Gerölle in Kies- und Baugruben vermittelt Informationen, die dem kundigen Geologen detaillierte Auskunft über Herkunft und Bewegung der Gletscher geben, die dieses Material einst über grosse Distanzen mit sich führten und hinterliessen.

Tabelle 4 gibt Auskunft über die wichtigsten herkunftsspezifischen Leitgerölle, deren Herkunft und Aussagekraft und über die Fundorte in der Region Schaffhausen. Daraus liess sich die glazialgeologisch-paläogeografische Darstellung nach Abb. 7 ableiten.

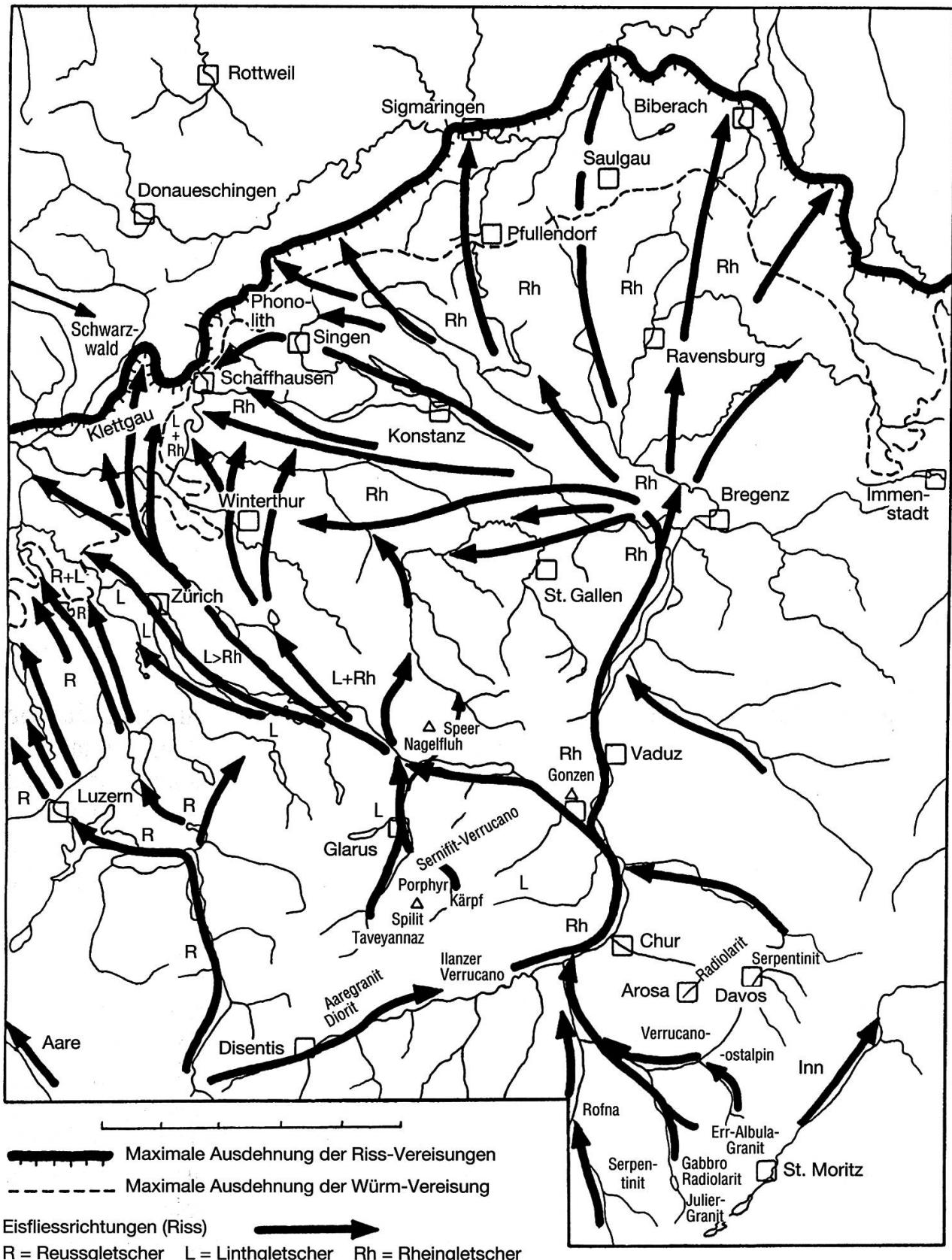


Abb. 7: Risszeitliche Eisvorstösse im Rhein- und Linthgletscher-System mit den wichtigsten Herkunftsgebieten exklusiver Leitgeschiebe.

Der Bodensee-Rheingletscher führte die typischen Leitgerölle aus seinem Einzugsgebiet in Graubünden mit sich, aber nur der vom Bodenseegebiet Richtung Schaffhausen vorstossende Arm nahm im Hegau zusätzlich noch Geschiebe der dort vorkommenden Vulkangesteine auf, insbesondere Phonolith.

Das Richtung Schaffhausen vorstossende, vereinigte Walensee-Rhein-Linth-Eis brachte nebst Geschieben aus Graubünden und dem Walenseetal auch solche aus dem Glarnerland, insbesondere die besonders exklusiven Vulkangesteine aus dem Käpfigebiet, die bis in die Schotter des Klettgaus zu finden sind. Diese Schotter wie auch jene im Hochrheingebiet von Schaffhausen über Rheinau, Marthalen und das Rafzerfeld und weiter nach Westen sind Mischschotter aus allen genannten Einzugsgebieten. Die hier nur sehr gerafft vorgestellten neuen Befunde wurden in einer besonderen wissenschaftlichen Arbeit ausführlicher beschrieben (Bibliografische Angaben).

Übersicht über die Landschaftsgeschichte der Region im Eiszeitalter

Zu Beginn des Eiszeitalters bestand bereits der Erosionsrand des Schaffhauser Tafeljuras gegen Nordwesten (Albtrauf). In der Gegend von Schleitheim finden sich vorwürmzeitliche Moränen schon auf 475 m ü. M., d. h., die dortigen Täler müssen mindestens risszeitlich schon vorhanden gewesen sein. Dies stellt Fragen nach dem Zeitraum der Entstehung des Aitrach- wie des Wutachtals und der «Wutachablenkung», die derzeit noch nicht ausreichend zu beantworten sind.

Der Ablauf des Eiszeitalters in der Nordschweiz ist in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt. Mit jeder Phase der Erosion wurde die einstmals auf 850 bis 900 m ü. M. gelegene Landoberfläche (nach der Jurafaltung) progressiv durchtalt und zerteilt und allgemein tiefergelegt. Zwischenstufen grösserer Landoberflächen werden dokumentiert durch ausgesprochene Tafelberge, wie z. B. den Cholfirst oder den Irchel.

Die gesteinsmässige Beschaffenheit des Untergrundes hatte einen entscheidenden Einfluss auf die Wirkung der Erosionsvorgänge und die sich herausbildende Landschaft, vor allem in der Region Schaffhausen: Harte Gesteine, wie die Jurakalke und die «Basalt»- und Phonolithpfropfen der Hegauvulkane, leisteten als Härtlinge dem Abtrag wesentlich mehr Widerstand als die weichen Molassegesteine. So kam es, dass mit der Zeit der Kalkrücken des Randens und des Reiats und insbesondere die harte Kalkbarriere der Randenverwerfung aus den früher darüberliegenden Molasse-schichten herauspräpariert wurden, ebenso aber auch die harten Erstarrungsfelsgesteine der Vulkanschlote. Die jetzigen Hegauberge sind somit keineswegs Vulkankegel, sondern aus der Molasse freigelegte Härtlinge mit teilweise noch angelagerten Molasseumhüllungen (Abb. 8, Farbtafeln 8 und 9).

**Geologischer Aufschluss
Randenverwerfung
Biberegg 290 800/693 500 Bibern**

	Gestein	Herkunft	Petrographie
Rheingletscher allgemein: Rheintal-, Bodensee- und Walenseearm	Grüne Granite («Juliergranit»)	Julier, Err, Albula	Feldspäte, ± Quarz, Biotit
	Diallag-Gabbro	Oberhalbstein (Marmorerassee)	Plagioklas, Diallag-Augit
	Serpentinit	Oberhalbstein, Klosters-Davos	Serpentin, oft mit Olivin u.a.
	Radiolarit	Oberhalbstein, Arosa-Parsenn	hartes dichtes Kieselgestein
	Verrucano ostalpin	Mittelbünden	Konglomerate Brekzien
	Rofnaporphy	Andeer	Quarz, Feldspat, Sericit
	Aaregranit	nördliches oberes Vorderrheingebiet	Quarz, Alkalifeldspat, Biotit
	Hornblendediorit	Vorderrhein Disentis-Trun	Hornblende, Plagioklas (Quarz)
Bodensee-Hegau-Rheingletscher	Phonolith	Hegau	natriumreiches Vulkangestein
	Olivinnephelinit	Hegau	basaltähnliches Vulkangestein
	Vulkanische Tuffe	Hegau	vulkanische Auswurfsgesteine
Linthgletscher	Taveyannazsandstein	Glarner Hinterland	Sandstein aus Komponenten vulkanischer Herkunft
	Violetter Spilit	Glarner Freiberg (Kärpf)	blasige basaltische Lava
	Quarzporphyr (Rhyolith)	Glarner Freiberg (Kärpf)	Quarz, Feldspat
	Sernifit-Verrucano	Glarner Freiberg bis St. Galler Oberland	Konglomerate, Brekzien, Sandsteine, Schiefer

Tabelle 4: Leitgesteine des Rhein- und Linthgletscher (siehe auch Farbtafeln 10–17).

Aussehen	Alter	Vorkommen als Geröll in der Region Schaffhausen
körnig: grün/weiss/grau/z.T. rosa/schwarz	Karbon E	in praktisch allen eiszeitlichen Schottern
meist grobkörnig: hellgrün/dunkel-braun	Jura E	nicht häufig: Klettgau, Rheinau, Marthalen, Rafzerfeld
dunkelgrün, oft hell gefleckt	Jura E	nicht sehr häufig, aber verbreitet im Rheingletschergebiet
dunkelrot	Jura S	überall im Rheingletschergebiet
dunkelrötlich/grau, quarzreich	Perm S	überall im Rheingletschergebiet
graugrün ± schieferig	Karbon E	Marthalen, sonst eher selten
körnig, weiss/grau	Karbon E	nicht häufig, aber verbreitet
körnig, weiss/schwarzgrün	Karbon E	überall im Rheingletschergebiet
dicht, meist bräunlich, mit Sanidin	Miozän E	Klettgau (ohne Lusbüel). Schaffhausen–Rheinau–Marthalen–Rafzerfeld–Weiach–Zurzach–Kadelburg
schwärzlich, feinkörnig, mit Olivinkörnern	Miozän E	ehrer selten, E Schaffhausen, Klettgaurinne
grünlichgrau, wenig fest	Miozän E	Klettgaurinne, nicht transportresistent
grünlichgrau, charakteristisch gefleckt	Eozän (Flysch) S	Lusbüel, Engi, Klettgaurinne, Schaffhausen–Rheinau–Marthalen–Rafzerfeld–Weiach–Zurzach–Kadelburg
grauviolett	Perm E	wie Taveyannazsandstein, aber wesentlich seltener
rötlich, grau, violett, körnig	Perm E	wie Spilit, aber oft nicht eindeutig zu identifizieren
rötlich, violett oft sehr bunt	Perm S	wie Taveyannazsandstein, aber wesentlich häufiger

E = Erstarrungsgestein

S = Sediment

Erläuterungen zu den Farbtafeln

- 6 Erosionsrand der Juraschichten am westlichen Randen. Blick gegen Norden bis zum Buchberg S Blumberg.
- 7 Blick «uf Rummelen» (Hallauerberg) in das gegen Osten sich verengende, trichterförmige Klettgau-Tal.
- 8 Blick vom Wolfbüel (Landesgrenze NW Bargen) Richtung Hegau. Die Spitzen des Hohenhewen (links) und des Hohenstoffeln (rechts) zeigen die ehemalige Landoberfläche am Ende der Alpenfaltung an.
- 9 Mergelgrube Biberegg der Portland-Cementwerke Thayngen AG. Gross-aufschluss in der Randenverwerfung. Hellgrau: Scherfläche der Kalke des Weissen Juras (Malm), rechts, hellbraun: angelagerte Molassemergel.
- 10 Gabbro-Gerölle
Herkunft: Oberhalbstein
Fundort: Klettgau-Schotter SE Beringen.
- 11 Serpentinit-Geröll
Herkunft: Oberhalbstein oder Arosa–Davos
Fundort: Ramsen.
- 12 Juliergranit-Geröll
Herkunft: Juliergebiet
Fundort: Klettgau-Schotter SE Beringen.
- 13 Radiolarit-Geröll
Herkunft: Oberhalbstein–Julier oder weiteres Mittelbünden
Fundort: Klettgau-Schotter Beringen–Engi.
- 14 Spilit-Geröll
Herkunft: Käpf-Gebiet, Glarner Freiberg
Fundort: Lusbüel-Schotter S Beringen.
- 15 Taveyannazsandstein-Geröll
Herkunft: Glarner Hinterland
Fundort: Klettgauschotter, Beringen–Engi.
- 16 Sernifit-Verrucano
Herkunft: Glarner Decke Glarus–St. Galler Oberland
Fundort: Neuhausen am Rheinfall–Rosenbergstrasse.
- 17 Phonolith-Geröll
Herkunft: Hegau (Hohentwiel)
Fundort: Klettgau-Schotter SE Beringen.
- 18 Auf dem Festland entstanden:
Sandsteinkeuper, obere Trias Steinbruch Seebi, Schleitheim
Oben: heller, grobkörniger Stubensandstein
Mitte: Bunte Mergel, rechts mit marmorartiger Kalksteinbank
Unten: rotbrauner, feinkörniger Schilfsandstein.
- 19 Im Meer entstanden:
Wohlgeschichtete Kalke (Oxfordkalke), unterer Malm (Weisser Jura)
N P. 773, «Im tote Chrieger», Begginger Randen.

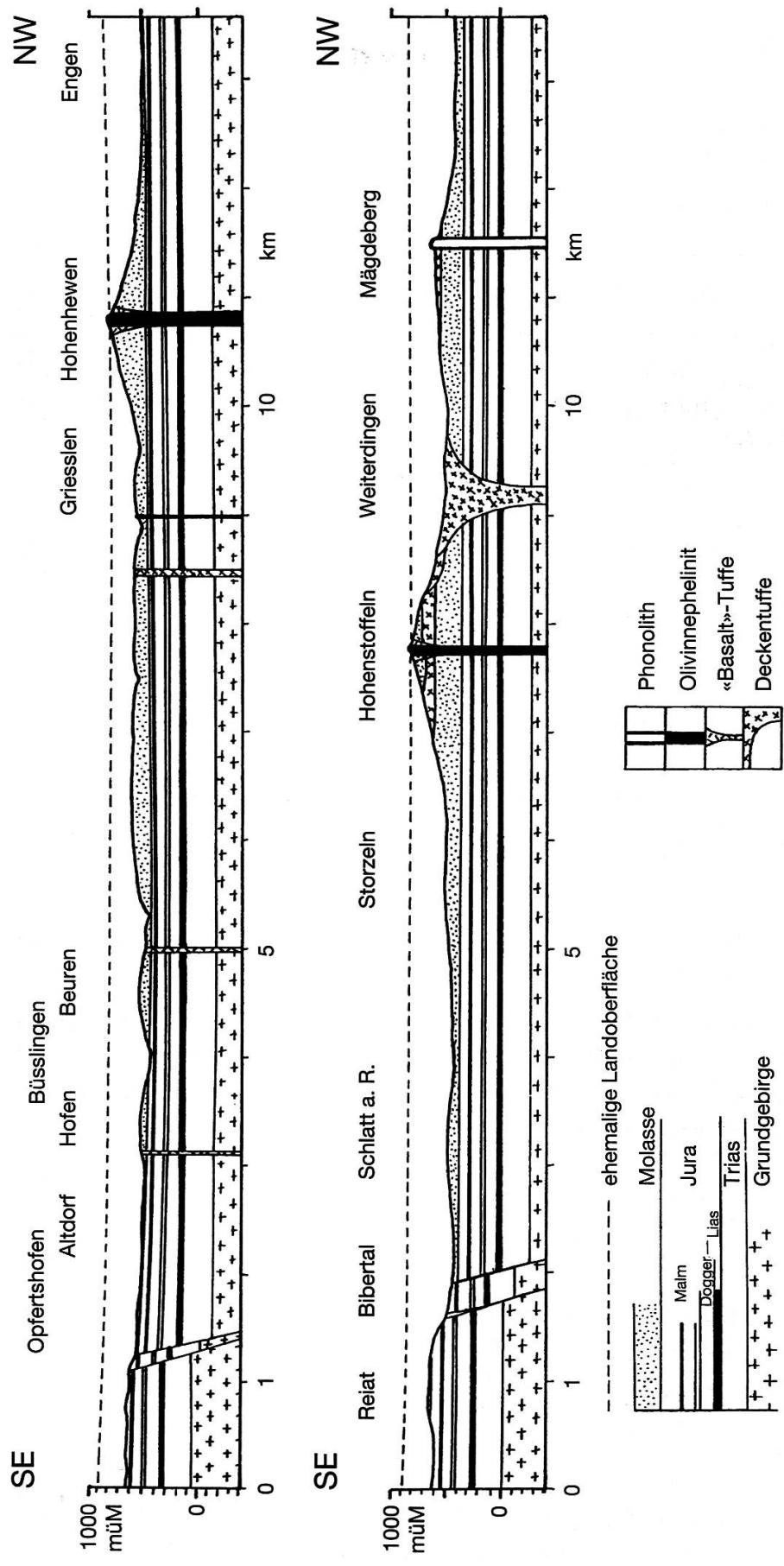


Abb. 8: Geologische Profile vom Tafeljura des Reiat über die Randenverwerfung ins Vulkangebiet des Hegau.

Glossar

Biotit: Dunkler, eisenhaltiger Glimmer, besonders in Graniten, aber z. B. auch in vulkanischen Auswurfsmassen im Hegau vorkommend.

Brekzie: Aus eckigen Komponenten bestehendes Trümmergestein.

Decken: Durch Verschiebungen bei der alpinen Gebirgsbildung vom ursprünglichen Standort weggeschobene Erdkrustenpakete.

Diallag: Halbmetallisch glänzendes, schwarzbraunes Mineral der Pyroxengruppe (Magnesium–Kalzium–Eisen–Aluminium–Silikat) als wesentlicher Bestandteil im Gabbro-Gestein des Oberhalbsteins.

Diorit: Körniges Erstarrungsgestein mit oder ohne Quarz, mit Plagioklas-Feldspat und Biotit-Glimmer und/oder Hornblende als Hauptbestandteile.

Erosion: Abtragung von Gesteinsschichten durch Einwirkung von Wasser, Wind, Meeresbrandung, Gletschern.

Erstarrungsgesteine: Aus Gesteinsschmelze (Magma) bei Abkühlung entstandene Gesteine.

Feldspat: Nebst Quarz wichtigste gesteinsbildende Mineralgruppe, als Kalifeldspäte (Orthoklas, Sanidin) oder als Kalk-Natron-Feldspäte (Plagioklas) auftretend.

Flysch: Unruhige Ablagerung von alpinem Schutt, in frühen Phasen der Alpenfaltung im Meer innerhalb des Alpengebietes entstanden.

Gestein: Natürliche Gemenge von Mineralien in loser oder verfestigter Form.

Glimmer: Feinblättrige Aluminiumsilikat-Mineralien unterschiedlicher Zusammensetzung.

Gneis: Plattig spaltende, kristalline Schiefergesteine, wie Granit meist aus Quarz, Feldspat und Glimmer bestehend, jedoch durch Einwirkung von hohen Drücken und Temperaturen verschiefert. Ausgangsmaterial: Granite oder umgewandelte (metamorphe) Sedimente.

Granit: Aus Quarz, Feldspat (besonders Orthoklas) und Biotit bestehendes, massiges, körniges Erstarrungsgestein.

Hornblende: Dunkel- bis schwarzgrünes Mineral, stengelig, in körnigen Erstarrungsgesteinen (Diorit), besonders aber in Umwandlungsgesteinen (Amphiboliten, ehemalige tonige Sedimente) vorkommend.

Jura: Name des Ketten- und Tafeljuras, gleichzeitig aber auch der Juraformation des Erdmittelalters (Mesozoikum), deren Gesteine das Juragebirge zu einem wesentlichen Teil aufbauen.

Karbon: Abschnitt des Erdaltertums (Paläozoikum) zwischen 360 und 286 Mio. Jahren vor heute. Zeit der Entstehung der grossen Steinkohlenlager.

Lava: Aus der Tiefe an die Oberfläche der Erdkruste aufgestiegene und erstarrte Gesteinsschmelze.

Mächtigkeit: Dicke einer Schicht oder einer Schichtfolge.

Magma: Gesteinsschmelze.

Mergel: Sedimentgestein aus Ton mit wechselndem Kalkgehalt, oft auch sandig, als Schlammabsatz entstanden.

Moräne: Vom Gletscher zugeführtes, meist lehmiges Material mit Findlingen und kleineren Geschieben.

Nagelfluh: Durch Flusstransport entstandene und nachträglich vor allem durch Kalk verkittete Geröllablagerung.

Olivin: Grünes Eisen-Magnesium-Silikat-Mineral in kieselsäurearmen Erstarrungs-gesteinen, wie Basalten, Serpentiniten, dunklen Hegau-Vulkangesteinen.

Orthoklas: Kalifeldspat, weiss bis rötlich, Kali-Aluminium-Silikat-Mineral, mit glänzenden Spaltflächen, in Gneisen und Graniten, sekundär auch in Sanden.

Perm: Abschnitt des Erdaltertums (Paläozoikum) zwischen 286 und 245 Mio. Jahren vor heute.

Plagioklas: Kalk-Natron-Feldspat, weiss, oft grünlich, eher matt, in Dioriten, Gabbros.

Quarz: Siliziumdioxid, SiO_2 . Wichtiges gesteinsbildendes Mineral. Wesentlicher Bestandteil von Graniten, Gneisen, Quarzdioriten und von Sanden. Fehlt in relativ kieselsäurearmen Gesteinen, wie Gabbro, Serpentiniten, Basalten, Phonolithen.

Quarzporphyr: Alte Ergussgesteine, besonders aus der Permzeit erhalten. Granitische Zusammensetzung, jedoch mit meist feinkörniger Grundmasse und darin enthaltenen, grösseren Körnern (Einsprenglingen) von Quarz und auch Feldspat. Kärpgebiet, als Gerölle in eiszeitlichen Schottern; Schwarzwald.

Rhyolith: Synonym für Quarzporphyr.

Schiefer: Feinblättrig spaltendes, nicht massiges Gestein, z. B. Gneis, Tonschiefer.

Sediment: Absatz- oder Schichtgesteine mannigfacher Art, aus Geröll, Sand und Schlamm mechanisch oder durch Ausfällung aus dem Wasser chemisch entstanden (z. B. Kalkstein, aus dem Meerwasser) oder auch durch Mitwirkung von Organismen (Kalkschalen, Korallen- und Schwammriffe u. a. m.).

Serpentinit: Dunkelgrünes, magnesium- und eisenreiches Silikatgestein, vorwiegend aus dem Mineral Serpentin bestehend, entstanden aus umgewandelten, untermeerisch ausgetretenen Laven.

Verrucano: Oft rötliche, heterogene Gesteine, entstanden aus Schutt beim Abtrag eines alten Gebirges in der Permzeit. Name: Verruca, Monte Pisano bei Pisa.

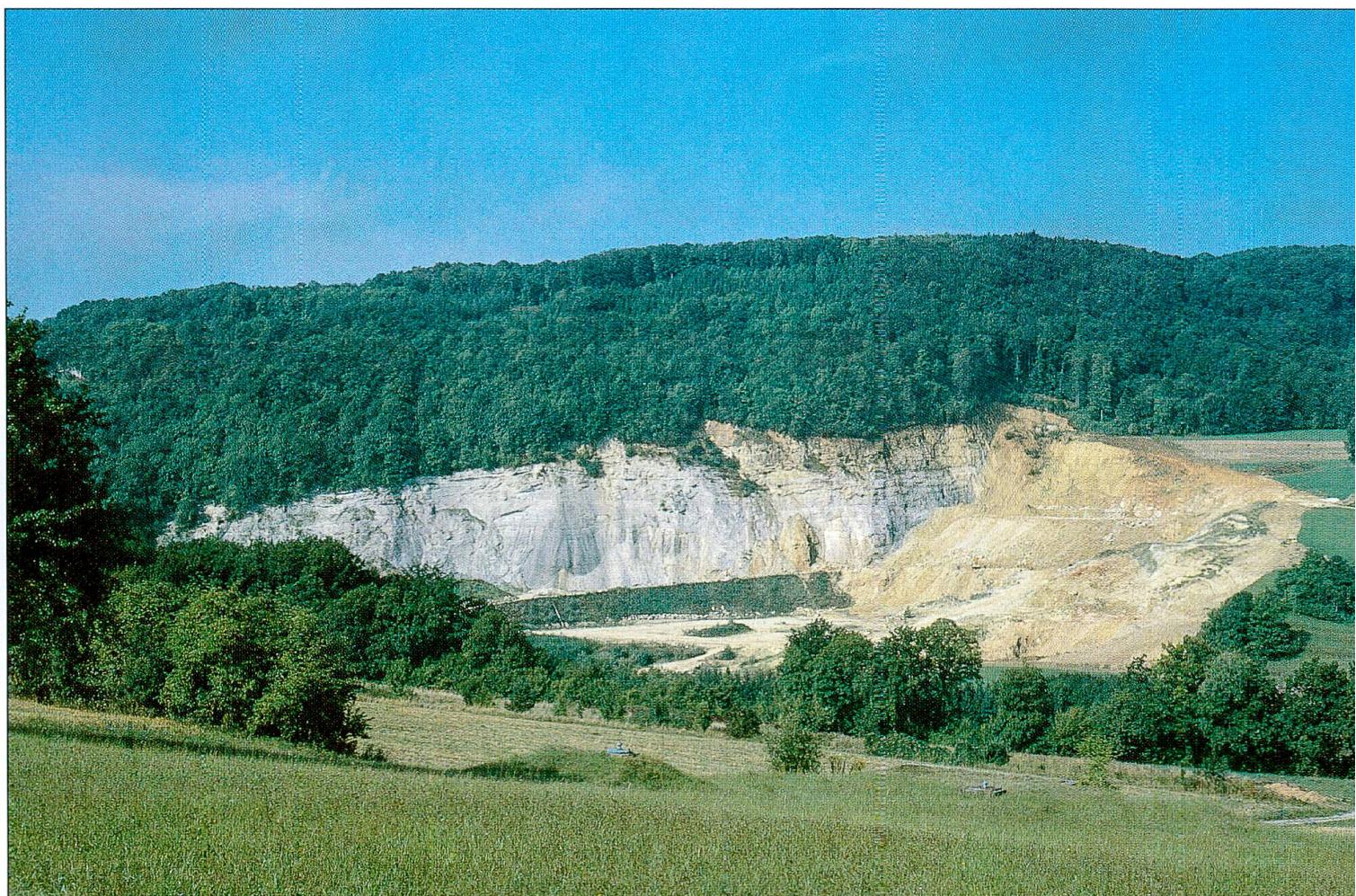
Literaturverzeichnis

- GEYER, O. F., & GWINNER, M. P. 1991: Geologie von Baden-Württemberg, 4. Aufl. – Schweizerbart, Stuttgart.
- HANTKE, R. 1978, 1980, 1983: Eiszeitalter, 3 Bde. – Ott, Thun.
- HANTKE, R. 1985: Die jüngere Landschaftsentwicklung in der Nordschweiz. – Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 32.
- HANTKE, R. 1991: Landschaftsgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. – Ott, Thun.
- HASEMANN, W., HALM, W., & PAUL, W. 1971: Erd- und Landschaftsgeschichte des Wutachgebietes. In: SAUER, K., & SCHNEITER, M.: Die Wutach. – Bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz, Freiburg i. Br.
- HOFMANN, F. 1994: Beobachtungen zur Quartärgeologie des Schaffhauser Klettgaus (Schweiz). – Eclogae geol. Helv. 87/1.
- HOFMANN, F., & HÜBSCHER, H. 1974: Geologieführer der Region Schaffhausen. – Meier, Schaffhausen.
- JÄCKLI, H. 1989: Geologie von Zürich. – Orell Füssli, Zürich.
- KRAYSS, E., & KELLER, O., 1989: Die eiszeitliche Reliefentwicklung im Bodenseeraum. – Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 89/1.
- LABHART, T. P. 1993: Geologie der Schweiz. – Ott, Thun.
- MEYER, C. A. 1994: 145 Millionen Jahre vor unserer Zeit. – Naturmuseum Solothurn. – Vogt-Schild, Solothurn.
- MÜLLER, H. W., HUBER, M., ISLER, A., & KLEBOTH, P. 1984: Erläuterungen zur geologischen Karte der zentralen Nordschweiz 1:100 000. – Nagra
- SCHINDLER, C. 1985: Geologisch-geotechnische Verhältnisse in Schaffhausen und Umgebung (Mit Baugrundkarten Schaffhausen 1:10 000). – Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 32.
- SCHLATTER, R. 1989: Ein geologischer Querschnitt durch den Randen von Schleitheim nach Schaffhausen bis Thayngen. Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 71.
- SCHREINER, A. 1970: Erläuterungen zur geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung, 1:50 000. – Geol. Landesamt Bad.-Württemb.
- SCHREINER, A. 1984: Hegau und westlicher Bodensee. Sammlung geol. Führer 62. – Bornträger, Stuttgart-Berlin.



Farbtafel 8: Blick in den Hegau, N Bargen.

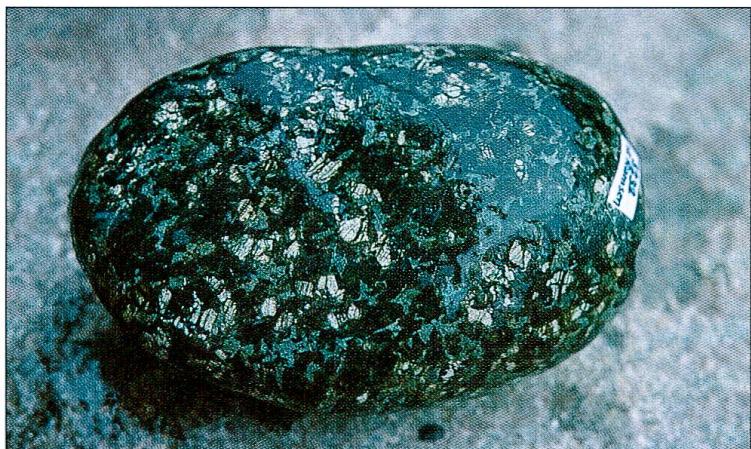
Farbtafel 9: Randenverwerfung im Bibertal (Seiten 31 und 53).



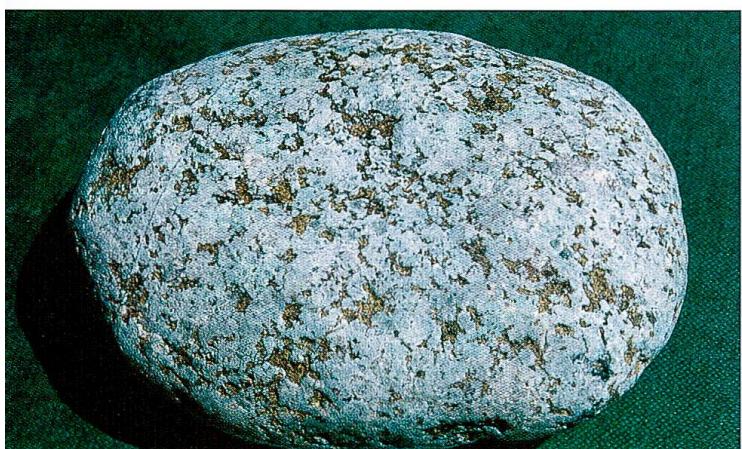
Farbtafeln 10–17: Leitgerölle (Seiten 29 und 51).



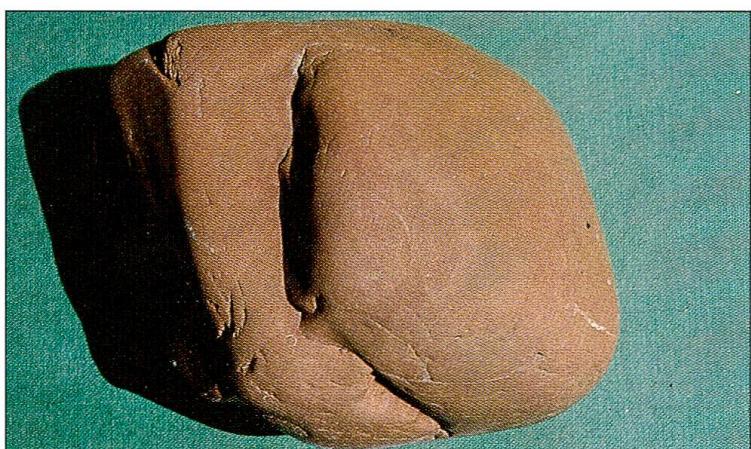
10: Gabbro, Oberhalbstein → Klettgau.



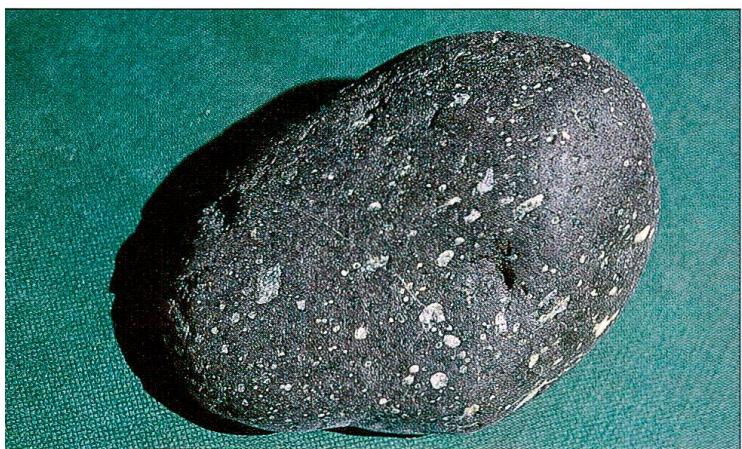
11: Serpentinit, Oberhalbstein → Ramsen.



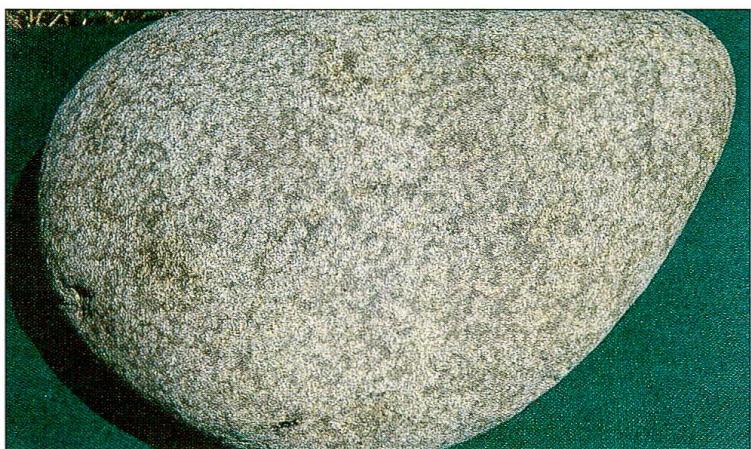
12: Juliergranit, Julierpass → Klettgau.



13: Radiolarit, Mittelbünden → Klettgau.



14: Spilit, Glarner Freiberg → Klettgau.



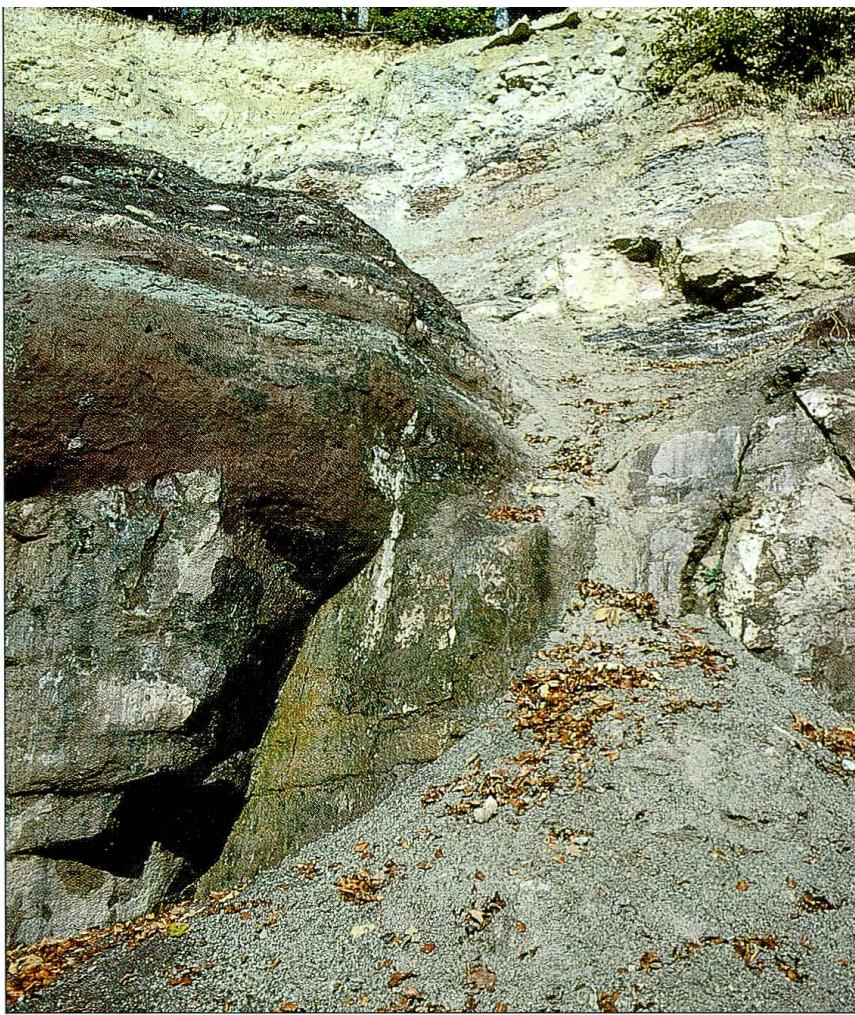
15: Taveyannazgestein, Glarnerland → Klettgau.



16: Verrucano, Glarnerland → Neuhausen.



17: Phonolith, Hohentwiel → Klettgau.



Farbtafel 18: Sandsteinkeuper, Seebi (Seite 36).

Farbtafel 19: Wohlgeschichtete Kalke.



Zweig-Hufeisennase
Rhinolophus hipposideros.



Zweig-Hufeisennase ♂ Rhinolophus hipposideros
 Rafz 17. VIII. 1926 (*Leptochilia minuta*)
 Walln., Manz

Obersseite die Haare grifff braungrün
 der Grund hellgrün
 Unterseite hellgrün, Griffe etwas
 dunkler angelegten.



21. Januar 1944
 Manz
 Unterirdischer Gang, wo tan von Frau Steiner.

3 Gramm
 Flügel 6,5 cm
 Brust

Farbtafel 20: Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*). Farbstiftzeichnung von C. Stemmler.