# Untersuchungen über den Goldgehalt tertiärer, eiszeitlicher und rezenter Ablagerungen im Hochrhein- und Bodenseegebiet

Autor(en): **Hofmann, Franz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **31 (1977-1980)**

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-584899

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Untersuchungen über den Goldgehalt tertiärer, eiszeitlicher und rezenter Ablagerungen im Hochrhein- und Bodenseegebiet

Von FRANZ HOFMANN*

*Zusammenfassung*

In pleistocaenen und rezenten Alluvionen des Rheingletschergebietes zwischen Bodensee und Aaremündung wurde eine bis anhin nicht bekannte, verbreitete Waschgoldführung nachgewiesen. In den Deckenschottern fehlt Gold. Es tritt erstmals in den höchsten Lagen der Schotterfüllung der Klettgaurinne auf, kurz vor dem Riss I-Vorstoss, später auch in den Rinnenschottern des risszeitlich von Schaffhausen zum Thurtal (Rafzerfeld) abgelenkten Rheins. In hoch- und spätrisszeitlichen Ablagerungen tritt Gold wieder zurück, wird aber in den Niederterrassenschottern der ausgehenden Würmeiszeit wieder relativ häufig.

Nur ein kleiner Teil der Goldflitter der pleistocaenen Alluvionen wurde aus Molasseablagerungen des Untersuchungsgebietes freigelegt. Geringe Goldgehalte wurden immerhin in den Quarzitnagelfluhen der oberen marinen Molasse der weiteren Umgebung von Schaffhausen, in granatreichen Lagen der Glimmersande der oberen Süsswassermolasse und insbesondere auch in der oberen Meeresmolasse von St. Gallen-Rorschach festgestellt. Der grösste Teil des Goldes stammt aber offenbar aus dem Einzugsgebiet des pleistocaenen Alpenrheins und seiner Vergletscherungsperioden und insbesondere von damals erodierten Erzlagerstätten in Graubünden.

## VERANLASSUNG

In einer früheren Untersuchung (F. HOFMANN 1965) wurde in den der Napfschüttung entstammenden Austernnagelfluhen (Quarzitnagelfluhen) der oberen Meeresmolasse der Umgebung von Schaffhausen geringe Gehalte an Goldflittern gefunden. Erst später ergaben gelegentliche weitere Tests, dass auch pleistocaene Schotter im Hochrheingebiet zum Teil bemerkenswert hohe Gehalte an Goldflittern aufweisen. Mit der Zeit wurden immer gezieltere Waschversuche durchgeführt, die nicht nur zu neuen Befunden über Waschgoldvorkommen in der Nordostschweiz führten, sondern auch flussgeschichtlich und quartärgeologisch interessante Resultate lieferten.

* Dr. Franz Hofmann, Rosenbergstrasse 103, CH - 8212 Neuhausen am Rheinfall

## UNTERSUCHUNGSGEBIET UND ENTWICKLUNG DER DURCHGEFÜHRTEN GOLDPROSPEKTION

Näher untersucht wurde zunächst die Goldführung von pleistocaenen und rezenten Schottern und Sanden im Gebiet Hegau, Klettgau, Schaffhausen, unteres Thurtal, Rafzerfeld und bis zur Aaremündung in den Rhein.

Die grössten und am stetigsten zu beobachtenden Goldgehalte wurden dabei in den eiszeitlichen Schottern beobachtet, die via Hegau—Schaffhausen transportiert worden waren und die sich in der Regel durch Führung von Hegauvulkanitgeröllen, insbesondere von Phonolithen auszeichnen (F. HOFMANN 1977). Diese Schotter wurden zunächst in der Klettgaurinne abgelagert (Mindel-Riss-Interglazial), später in der Rinne des von Schaffhausen zum Thurtal abgelenkten Rheins und in ihrer Fortsetzung durch das Rafzerfeld nach W.

Aufgrund dieser Feststellung und der früheren Befunde ergab sich zunächst die Arbeitshypothese, das Gold im Pleistocaen der Region Schaffhausen stamme aus erodierten Quarzitnagelfluhen der oberen Meeresmolasse, die eiszeitlich aufgearbeitet und verschwemmt worden wären, wobei sich das Gold angereichert hätte.

In der Folge wurden dann weitere Quarzitnagelfluhen und auch Sande der Napfschüttung in der oberen Meeresmolasse des nördlichen Bodenseegebietes untersucht, aber mit völlig negativem Ergebnis. Daraus musste geschlossen werden, dass das Gold in den Ablagerungen der Gegend von Schaffhausen nur zu einem kleinen Teil aus umgelagerter oberer mariner Molasse stammen konnte.

Zur Abklärung der Herkunft des Goldes wurden die Untersuchungen dann auf weitere tertiäre und quartäre Schotter und auf rezente Alluvionen des Thur- und Bodenseegebietes und bis ins Bodensee—Rheintal ausgedehnt, wobei sich insbesondere Niederterrassenschotter als goldführend erwiesen.

Zur Abrundung dienten Waschversuche im untersten Aaretal, im Wutachtal und zum Vergleich auch im Tessin und im Napfgebiet, für das besonders auch auf die Untersuchungen von K. SCHMID (1973) hingewiesen sei.

Eine geographische und gehaltsmässige Uebersicht des Untersuchungsgebietes und der Probenahmestellen gibt Abb. 1.

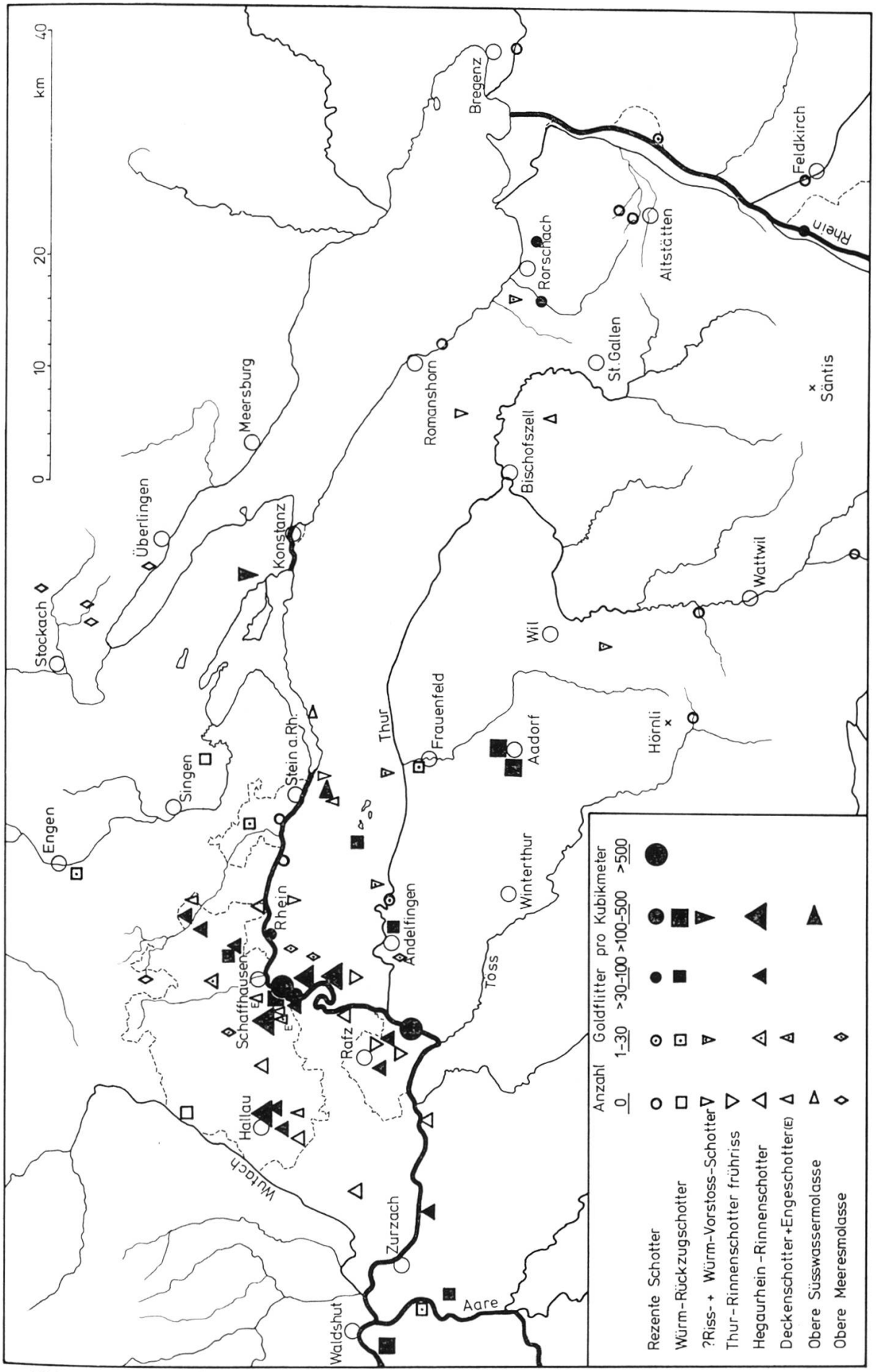



Abb. 1: Geographische und geologische Uebersicht der Probeentnahmestellen der im Bodensee- und Hochrheingebiet durchgeführten Waschgoldprospektion und der angetroffenen Goldgehalte.

VERFAHRENSTECHNIK

Im Gegensatz zur 1965 dargestellten Methodik wurde die Goldwaschtechnik mit der Zeit ganz erheblich verfeinert, rationalisiert und vor allem stark vereinfacht.

*Probenahme und Probemenge*

Die Proben pleistocaener Schotter stammen entweder aus Kiesgruben oder aus Baugruben.

In der Regel werden 30 Liter des zu untersuchenden Materials (normalerweise Schotter) als möglichst repräsentative Probe entnommen. Bei sehr geringer Goldhöffigkeit kann die Probemenge auf 50 oder 100 Liter gesteigert werden. Im Falle von Austernnagelfluhen wurden gelegentlich bis zu 200 Liter verarbeitet. Die Zahl der gefundenen Goldflitter wurde auf einen Kubikmeter hochgerechnet, ausgenommen dann, wenn in 30 Litern Probe nur ein einziger Flitter gefunden wurde: in diesem Fall ist in den Tabellen die Angabe «min. 1 Flitter» aufgeführt.

Insgesamt wurden für das durchgeführte Prospektionsprogramm rund 5 Tonnen Schotter aufbereitet.

*Probenvorbereitung*

Die entnommene Kiesprobe wird zunächst an Ort und Stelle mit einem Sieb von 10 mm lichter Maschenweite vom Grobanteil befreit, wodurch die Probe bereits auf ½ bis ¼ der ursprünglichen Menge konzentriert wird. Aus dem verbleibenden Anteil wird mit einem Sieb von 1 mm lichter Maschenweite der Sandanteil unter 1 mm abgetrennt. Aufgrund der Erfahrung ist im Untersuchungsgebiet in den ausgesiebten Fraktionen über 1 mm kaum Gold zu erwarten. Je nach Feuchtigkeitsverhältnissen werden die Proben trocken oder nass gesiebt.

*Waschvorgang*

Der verbleibende Anteil feiner als 1 mm wird mit der Goldwaschpfanne in einem geeigneten Gewässer so weit als möglich verwaschen. Das Konzentrat wird hierauf in eine Fraktion 0,4—1 mm und eine solche feiner als 0,4 mm aufgeteilt und jede Fraktion für sich weiter gewaschen. In der Fraktion 0,4—1 mm traten im Untersuchungsgebiet nur sehr selten Goldflitter auf, die wegen

ihrer Grösse rasch erkannt werden. Durch das Sieb von 1 mm lichter Maschenweite gehen Goldflitter leicht auch dann noch, wenn sie in einer Richtung nicht breiter als die Diagonale der quadratischen Siebmaschen (d. h. etwa 1,4 mm) sind.

Die Feinsandfraktion unter 0,4 mm wird weiter verwaschen, bis praktisch nur noch Schwermineralien übrig bleiben. Die Waschpfannen werden zweckmässigerweise schwarz lackiert, was den Vorteil hat, dass die Goldflitter leicht erkannt und entnommen werden können. Man kann sie beispielsweise mit dem nassen Finger wegtupfen. Das Konzentrat kann auch mit einer flachen Uhrglasschale mit etwa 100 mm Durchmesser noch weiter eingeengt werden.

Die auf kleinem Raum gesammelten Goldflitter werden ebenfalls mit dem feuchten Finger gesamthaft auf einen vorher schwarz bemalten und mit wasserunlöslichem Klebstoff (z. B. «Cementit») bestrichenen Objektträger aus Karton oder festem Papier übertragen. Bei einiger Uebung kann die ganze Präparation bereits im Feld vorgenommen werden.

Abb. 2: Klassische Goldwaschpfanne mit flachem Boden und schräger Seitenwand, mit Schwermineral-Waschkonzentrat zu Ende eines Waschzyklus. Pfanne eines Herstellers aus dem Napfgebiet.

Abb. 3: Waschvorgang mit einer flachkonischen Pfanne französischer Provenienz. Durch wiederholte Schwenkbewegungen wird mit dem Wasser in der Pfanne der leichte Sand weggespült, während die schweren Mineralien zurückbleiben.

Zum Waschen werden Pfannen verschiedenster Art verwendet, vorzugsweise solche mit flachem Boden und schräger Seitenwand und solche mit flachkonischer Form (Abb. 2 und 3). Das Waschen erfordert einige Uebung, Erfahrung und Fingerspitzengefühl, verläuft dann aber mit grosser Trennschärfe und Reproduzierbarkeit. Das manuelle Geschick ist wichtiger als die Art der verwendeten Waschpfannen.

## ERGEBNISSE DER WASCHVERSUCHE IM ENGEREN UNTERSUCHUNGSGEBIET ZWISCHEN HEGAU UND AAREMÜNDUNG

Die Goldführung der pleistocaenen und rezenten Ablagerungen im Hochrheingebiet ist in engstem Zusammenhang mit dessen Entwicklung im Quartär zu betrachten, worüber an anderer Stelle einige neuere Befunde und Auffassungen mitgeteilt wurden (F. HOFMANN 1977, F. HOFMANN und H. HÜBSCHER 1977). Die wichtigsten Phasen der quartären geologischen Geschichte des Bodensee-, Hochrhein- und Thurgebietes sind in Tabelle 1 in stark gedrängter Form zusammen mit Hinweisen auf Geröllbestand und Goldführung dargestellt.

Tabelle 1: Uebersicht über die geologischen Vorgänge im Hochrheingebiet während des Pleistocaens und über die Goldführung der entsprechenden Alluvionen

| Stratigraphische Stufen | Wichtigste geologische Vorgänge im Untersuchungsgebiet | Hinweise zum Geröllbestand | Goldführung |
|---|---|---|---|
| Rezente Flussablagerungen | Vorwiegend Verschwemmung schon eiszeitlich bewegter Schotter und Sande | Entsprechend aufgearbeiteten Schottern | Im Rhein ab Schaaren |
| Spät- und Nachwürm | Rückzugsstadien Würmgletscher. Verlagerung des Rheins vom Hegau ins Tal Untersee-Schaffhausen. Morphologische und neu abgelagerte Niederterrassen-Schotter. Rheinfall | Aufarbeitung von Rinnenschottern und Würmmoränen | In fast allen Niederterrassen-Schottern |
| Würm-Vereisung | Rheindurchbruch Rüdlingen-Tössegg, Wutachablenkung, Eisvorstoss bis Engen, Thayngen, Schaffhausen, Neuhausen, Rüdlingen | Erhöhter Kristallinanteil | Geringe Mengen in Vorstoss-Schotter Thurtal |
| Riss-Würm Interglazial | Völlige Auffüllung der Rinne Schaffhausen-Urwerf-Rheinfallbecken-Rafzerfeld, Seebildung oberhalb Rheinfallgebiet bis und mit Bodensee | Hegauphonolithe bis Mellikon nachgewiesen | In Hegaurheinschotter bis Mellikon gefunden |
| Zerfall des Riss-Gletschers | Verschwemmung grosser Mengen von Deckenschottergeröll, Wiederablagerung als Engeschotter (Schaffhausen-Neuhausen) und deren Aequivalente W des Rafzerfeldes | Umgelagerte kristallinarme Deckenschotter | Sehr selten |
| Riss II - Vereisung | Grösste Vereisung, Vorstoss des Schwarzwaldgletschers in den Klettgau und des Rheingletschers bis nach Schleitheim | Ablagerungen selten: vorwiegend Eis mit wenig Moränen | - |
| Riss I/Riss II Interglazial | Weitere Erosion und teilweise Wiederauffüllung der Rinne Schaffhausen-Rheinfallbecken-Rafzerfeld | Hegaurhein-Schotter mit Phonolithen | Deutlich vorhanden |
| Riss I - Eisvorstoss | Eisvorstoss durch Rheinrinne via Hegau in den Oberklettgau (Grobblocklage mit Findlingen im obersten Teil der Klettgau-Rinnenfüllung). Rheinablenkung von Schaffhausen vom Klettgau weg nach S zum Thurtal, Erosion der Rinne Schaffhausen-Urwerf-Rheinfallbecken-Rafzerfeld-Kaiserstuhl | Findlinge von Phonolithen, zuckerkörnigen Malmkalken und alpinen Gesteinen im Oberklettgau | Erhöhte Gehalte in der Grobblocklage |
| Mindel-Riss Interglazial | Erosion und weitgehende Wiederaufschotterung der Rinne Bodensee-Zellersee-Südhegau-Schaffhausen-Klettgau-Waldshut-Basel und der parallel dazu verlaufenden Rinne Thurtal-Rafzerfeld-Waldshut, Erosion der Randentäler und des unteren Wutachtals | Phonolithe in der Klettgaurinne, nur alpine Gerölle in der Thurtalrinne | Beginn deutlicher Goldführung erst in den höchsten Schotterlagen |
| Mindel | Ablagerung der jüngeren Deckenschotter Eisvorstoss im Bodenseegebiet nachgewiesen | Kristallingeröll-Anteil unter 5 % | Gold fehlend |
| Günz | Ablagerung der älteren Deckenschotter | Kristallingeröll-Anteil max. 2 % | Gold fehlend |

Zunächst werden die Ergebnisse aus dem engeren Untersuchungsgebiet zwischen Bodensee/Hegau und Aaremündung besprochen.

*Deckenschotter*

Weder in den älteren, noch in den jüngeren Deckenschottern, die beide niedrige Gehalte an Kristallingeröllen aufweisen, wurde Gold gefunden (Tabelle 2). Vor allem in den jüngeren Deckenschottern ist der Sandgehalt meist unterdurchschnittlich niedrig.

Tabelle 2: Goldführung von Deckenschottern und von Engeschottern

| Lokalität | Koordinaten | Geologisch-petrographische Charakterisierung | Anzahl Flitter pro $m^3$ |
|---|---|---|---|
| Tannenberg-Grimm NW St. Gallen | 740.630/257.460 | Aelterer Deckenschotter | - |
| Buechbüel Neuhausen a.Rhf. | 687.130/282.440 | " " | - |
| Speckhofwald S Eschenz | 707.780/277.520 | Jüngerer Deckenschotter | - |
| Buchberg-Thayngen | 697.370/289.830 | " " | - |
| Wilchingen-Spitz | 677.760/279.730 | " " | - |
| Hohfluh Neuhausen a. Rhf. | 688.160/283.050 | Engeschotter | - |
| Neuhauserwald | 686.350/282.340 | " | min.1 |

*Risszeitliche Rinnenschotter*

In der Klettgaurinne (Mindel-Riss-Interglazial bis Riss I-Vorstoss) setzt eine relativ starke Goldführung erst in den obersten Partien ihrer Schotterfüllung ein, während in den mächtigen tieferen Partien, soweit sie in den Kiesgruben aufgeschlossen sind, kein Gold gefunden wurde.

Goldführend sind die Schotterhorizonte bis ungefähr 10 m unterhalb der dem Riss I-Vorstoss zugeschriebenen Grobblock- und Findlinglage im Oberklettgau. Die höchsten Flitterzahlen im Klettgau wurden in dieser Blocklage gefunden (Tabelle 3), und auch die Schotter über dieser Grobblocklage enthalten noch beträchtliche Flittermengen. Klettgauabwärts klingt die Goldführung aus, wohl als Folge geringen Gefälles und reduzierter Strömungsgeschwindigkeit im schon fast völlig aufgeschotterten und sich stark verbreiternden Tal.

Oestlich des Klettgau, zwischen Thayngen und Schaffhausen, enthalten die den Klettgau-Rinnenschottern vermutlich teilweise entsprechenden, zum Teil vielleicht auch etwas jüngeren Schotter jener Gegend immer Goldflitter.

Tabelle 3: Goldführung risszeitlicher Rinnenschotter im Hochrheingebiet

| Lokalität | Koordinaten | Geologisch-petrographische Charakterisierung | Anzahl Flitter pro $m^3$ |
|---|---|---|---|
| Gebiet E des Klettgau | | | |
| Thayngen, Str. nach Barzheim | 695.150/289.150 | Schotterrinne | 100 |
| Berg S Thayngen | 695.200/288.300 | Schotter | 40 |
| Solenberg | 692.550/285.150 | Schotter | 80 |
| Laag Dörflingen | 696.620/283.380 | Rinnenschotter am Rhein | - |
| Längenberg N Schaffhausen | 689.770/286.930 | Schotterrinne vom Reiat | 25 |
| Klettgau | | | |
| Enge | 686.880/282.270 | Grobblocklage Riss I | 320 |
| " | 686.880/282.270 | Schotter 15 m unter Grobblocklage | - |
| SE Beringen | 686.500/282.850 | Schotter 5 m über Grobblocklage | 100 |
| " | 686.500/282.850 | Grobblocklage Riss I | 165 |
| " | 686.500/282.850 | Schotter 25 m unter Grobblocklage | - |
| Schmerlat E Neunkirch | 682.400/282.630 | Eisrandschotter | - |
| S Hallau | 677.120/282.700 | Schotter 0-15 m Tiefe | 130 |
| NW Hungerbuck WSW Neunkirch | 677.850/282.150 | Oberste Schotter (Kuppe) | 30 |
| Wilchingen Station | 676.650/281.450 | Schotter 0-20 m Tiefe | 33 |
| Trasadingen | 675.050/279.750 | Schotter 0-10 m Tiefe | - |
| Geisslingen | 669.850/274.350 | Schotter 0-10 m Tiefe | - |
| Rheintal S Schaffhausen | | (z.T. morphologische Terrassen, würmzeitlich) | |
| Rheinufer gegenüber Nohl | 687.960/280.800 | Hegaurhein-Schotter | 40 |
| S Dachsen Kiesgrube | 688.900/279.900 | Hegaurhein-Schotter 0-10 m | 265 |
| Oberboden E Rheinau | 689.500/277.750 | Hegaurhein-Schotter | 200 |
| Balm E Lottstetten | 686.300/276.300 | Hegaurhein-Schotter | - |
| Wartbüel Marthalen | 689.650/275.200 | Thurschotter | - |
| Rafzerfeld | | | |
| Warthau Buchberg | 684.100/271.650 | Hegaurhein+Thur-Schotter | 60 |
| Wil | 680.850/272.300 | Hegaurhein+Thur-Schotter Tiefe 0- 5 m | 40 |
| | | 15-20 m | 100 |
| | | 40 m | - |
| Rütenen | 683.800/273.100 | ältere Thurschotter 0-20 m | - |
| Schwanental | 681.700/270.950 | ältere Thurschotter 0-30 m | - |
| Rheintal W Rafzerfeld | | | |
| Weiach Kiesgrube Haniel | 676.300/268.950 | Hegaurhein+Thur-Schotter | - |
| Mellikon | 669.200/268.950 | Hegaurhein+Thur-Schotter | 100 |

Gold führen auch die über den Hegau und Schaffhausen transportierten Schotter, die nach der Rheinablenkung die Rinne füllten, die von Schaffhausen nach S über das heutige Rheinfallgebiet zum Thursystem erodiert wurde. Sie enthalten stets Hegauphonolithe als Leitgestein.

Kein Gold ist hingegen in den älteren, vor der Rissvergletscherung zugeführten reinen Thurschottern vorhanden, die in der

Gegend von Marthalen und in den südlichen und nördlichen Randgebieten des Rafzerfeldes vorkommen (Rütenen, Schwanental) und die bezeichnenderweise weder Hegauphonolithe noch Malmkalke aus dem Hegau und der Gegend von Schaffhausen als Gerölle enthalten (F. HOFMANN 1977). Sie sind als gleich alt zu betrachten, wie die Klettgau-Rinnenschotter, füllten aber die südlich parallel zur Klettgaurinne verlaufende Thurrinne von Osten her auf.

Nach der Rheinablenkung wurde aus der ehedem mit reinen Thurschottern gefüllten Rafzerfeldrinne eine etwas schmalere Rinne erodiert und nachher mit Hegaurhein-Schottern, vermischt mit Schotter der von Osten her einmündenden Thur, wieder aufgefüllt. Diese Misch-Schotter im Rafzerfeld und die reinen Hegaurhein-Schotter zwischen Schaffhausen und dem Rafzerfeld enthalten fast immer Goldflitter, nach den vorliegenden Befunden in der Gegend des Rafzerfeldes vorwiegend in den höheren Partien, näher bei Schaffhausen jedoch auch in tieferen Horizonten.

Rheinabwärts konnte Gold bis anhin bis Mellikon festgestellt werden, von einer Probe von Reuental-Leibstadt abgesehen, die bereits auch Aaregold enthält: dieser Schotter ist in Tabelle 4 als spätwürmzeitlich aufgeführt, doch könnte es sich um eine Terrasse handeln, die zur Würmzeit aus älterem Rinnenschotter herausgearbeitet wurde, wie dies in vielen Fällen zwischen Schaffhausen und der Aaremündung anzunehmen ist.

Risszeitliche Rinnenschotter am Rhein oberhalb von Schaffhausen (Laag, Dörflingen) führten kein Gold. Auch die als risszeitlich betrachteten Schotter NW Basadingen (Tabelle 7) erwiesen sich als goldfrei.

*Engeschotter*

Die Engeschotter wurden aufgrund ihres Geröllbestandes als verschwemmte Deckenschotter interpretiert, entstanden beim Zerfall des Riss II-Gletschers (F. HOFMANN 1977). Sie enthalten kein oder nur sehr wenig Gold (Tabelle 2).

*Würmzeitliche Schotter*

Fast immer wurde Gold in den würmzeitlichen Schotterterrassen im Gebiet Thayngen—Schaffhausen—Neuhausen—Rüdlingen gefunden (Tabelle 4). Diese Terrassen sind allerdings teilweise morphologische Gebilde, herausgearbeitet aus älteren Rinnenschottern. Daneben existieren aber auch echte Würm-Niederter-

rassen, doch wurde das Material auch in diesem Fall oft von aufgearbeiteten älteren Schottern geliefert, insbesondere im Gebiet des Hegaurheins. Wie die Befunde von andern untersuchten würmzeitlichen Rückzugsschottern (Tabelle 4) zeigen, enthalten aber auch Niederterrassen ausserhalb des alten Hegaurhein-Systems Gold. Dies gilt im Hochrheingebiet für die untersuchten Vorkommen von Willisdorf (SW Diessenhofen) und von Waltalingen—Stammheim.

Tabelle 4: Goldführung würmzeitlicher Rückzugsschotter (Niederterrasse)

| Lokalität | Koordinaten | Geologisch-petrographische Charakterisierung | Anzahl Flitter pro $m^3$ |
|---|---|---|---|
| Aadorfer Feld | 709.420/262.000 | Niederterrasse | 200 |
| Aadorf | 710.200/261.860 | Niederterrasse E Moräne | 165 |
| Frauenfeld | 709.100/269.550 | Spätwürmzeitlicher Schotter | 65 |
| Andelfingen-Seelistal | 694.150/272.120 | Niederterrasse | 65 |
| Waltalingen-Stammheim | 701.350/275.300 | " | 40 |
| Willisdorf-Diessenhofen | 696.800/282.140 | " | 65 |
| Ueberlingen a.Ried Hegau | 709.800/288.920 | Würmschotter | - |
| Engen-Aselfingen Hegau | 699.400/299.500 | Niederterrasse | min.1 |
| Schaffhausen-Herblingen | 692.050/286.200 | Munotterrassenschotter | 100 |
| Breite Schaffhausen | 689.200/284.140 | Breiteterrasse | - |
| Neuhausen Beckenburgstrasse | 688.370/282.070 | " | 165 |
| Neuhausen Mehrzweckgebäude | 688.740/281.800 | Fulachterrasse | min.1 |
| Neuhausen S Bahnhof SBB | 689.140/281.750 | Schotter 10 m über Rhein | 200 |
| Wutach oberhalb Oberwiesen | 677.500/290.600 | Spätwürm Wutachschotter | - |
| Kleindöttingen | 660.425/269.610 | Spätwürm Aareschotter | 25 |
| Grüt Siggental-Döttingen | 661.000/266.850 | " " | 45 |
| Reuental-Leibstadt AG | 656.740/272.540 | Aare-Rhein-Mischschotter | 250 |

Kein Gold ergab ein Waschversuch im Schotterfeld südlich des Rheins zwischen Eschenz und Kaltenbach (Tabelle 7), das bis anhin als Niederterrasse betrachtet wurde. Dieser Schotter ist jedoch sehr arm an Kristallingeröllen und der Verfasser ist der Ansicht, dass es sich um eine morphologische Terrasse handelt, herausgearbeitet aus einem älteren, risszeitlichen Schotter.

Die zum Vergleich mit dem Rheingletschergebiet dienenden spätwürmzeitlichen Aareschotter zwischen Brugg und dem Rhein wurden nicht als sehr goldreich befunden. Höher sind die Flitterzahlen in der Niederterrasse von Reuenthal-Leibstadt (Aare-Rhein-Mischschotter, vergl. Tabelle 4). Wie schon angedeutet, könnten auch diese Schotterterrassen würmzeitlich aus älteren Rinnenschottern herausgearbeitet worden sein.

In den würmzeitlichen Schottern des Wutachtals wurde kein Gold gefunden.

*Rezente Schotter des Hochrheins*

Interessant sind die Kies- und Sandbänke des heutigen Rheinlaufs vom Untersee bis Rüdlingen. Oberhalb Büsingen/Schaaren wurde kein Gold gefunden: es tritt im Rheinlauf erst nach dessen Eintritt in das Gebiet von Schottern auf, die über den Hegau zugeführt worden waren. Als besonders ergiebiger «Goldgrund» erwies sich das rechte Rheinufer bei Neuhausen am Rheinfall entlang dem Areal der Steril Catgut Gesellschaft, oberhalb des Rheinfalls, mit Werten um 1000 Flitter pro Kubikmeter (Tabelle 5). Der würmzeitliche Schotter in unmittelbarer Nachbarschaft, rund 10 m über dem Rheinniveau gelegen, enthält ebenfalls relativ viele Goldflitter (Tabelle 4). Das Rheingold von Neuhausen wurde offenbar vorwiegend aus pleistocaenen Schottern aufgearbeitet und in der Fluss-Schlinge oberhalb des Rheinfalls angereichert. Von dieser Stelle stammt auch der grösste gefundene Flitter mit einem Durchmesser von 1,2 mm (Abb. 4).

Tabelle 5: Goldführung rezenter Schotter und Sande aus Flüssen mit komplexem Einzugsgebiet

| Lokalität | Koordinaten | Geologisch-petrographische Charakterisierung | Anzahl Flitter pro $m^3$ |
|---|---|---|---|
| Rhein: | | | |
| Ruggell FL / Sennwald SG | 757.550/234.530 | Kiesbank | 50 |
| Diepoldsau Altrhein Kieswerk | 765.700/248.650 | Altrheinschotter | min.1 |
| Bodenseeufer Egnach-Wiedehorn | 747.750/267.000 | Sandiger Schotter | - |
| Hemishofen | 704.000/281.600 | Kies-Sand mit Granatseifen | - |
| Schupfen | 701.250/281.350 | Schotter | - |
| Schaaren gegenüber Büsingen | 694.000/283 400 | Schotter | 40 |
| Flurlingen obere Rheinbrücke | 689.170/283.000 | Schotter | 300 |
| Flurlingen Rheinbad | 689.000/282.640 | Schotter | - |
| Neuhausen am Rheinfall | 689.150/281.550 | Schotter | 1000 |
| Dachsen gegenüber Nohl | 687.950/280.800 | Schotter | 400 |
| Rheinbrücke Rüdlingen | 685.680.270.140 | Ufersand mit Granatseifen | 12000 |
| Ill: | | | |
| Brücke Feldkirch - Tosters | 768.000/234.200 | Schotter | - |
| Thur: | | | |
| N Gütighausen obh.Andelfingen | 697.380/272.400 | Schotter | min.1 |
| Goldach: | | | |
| Lochmühle Goldach SG | 750.860/258.360 | Schotter | 70 |
| Bregenzer Aache: | | | |
| Bregenz S Gebhardsberg | 773.800/261.800 | Schotter | - |

Der Spitzenwert von Rüdlingen (Tabelle 5) ist von rein lokaler Bedeutung: bei geeignetem Wasserstand bilden sich am nördlichen Pfeiler der Rheinbrücke im Ufersand goldführende, gut

sichtbare Granatseifen, wie man sie auch an andern Stellen des Rheins, vor allem oberhalb von Schaffhausen (dort aber nicht goldhaltig) ab und zu beobachten kann.

## UNTERSUCHUNGEN ZUR HERKUNFT DES IM HOCHRHEINGEBIET GEFUNDENEN GOLDES

### *Obere Meeresmolasse*

Wie bereits einleitend erwähnt, bestand zunächst die Vermutung, das Gold in den pleistocaenen und rezenten Ablagerungen der weiteren Umgebung von Schaffhausen stamme aus Quarzitnagelfluhen der oberen marinen Molasse (Meeresmolasse), die im nördlichen Bodenseegebiet verbreitet an die Oberfläche tritt. Waschversuche in ausgewählten Horizonten dieser Region verliefen jedoch völlig ergebnislos, während in den Quarzitschottern im Gebiet zwischen Andelfingen und dem Randen immerhin, wenn auch geringe Gehalte an Goldflittern festgestellt worden waren (Tabelle 6). Offenbar klingt die aus der Napfschüttung stammende Goldführung der oberen marinen Molasse des Hochrhein- und Bodenseegebietes gegen Osten rasch aus. Diese Feststellungen und die Ueberlegung, dass die Quarzitnagelfluhen (Austernnagelfluhen) in der oberen Meeresmolasse im fraglichen Gebiet eine Gesamtmächtigkeit von höchstens etwa 20 m gehabt haben konnten, ergaben ein Missverhältnis zwischen der erheblichen Goldführung in den pleistocaenen Alluvionen der Gegend von Schaffhausen und der oberen Meeresmolasse als möglichem Liefergebiet.

Immerhin zeigt das Beispiel der Schotterrinne auf dem Längenberg N Schaffhausen (Tabelle 3), dass die obere marine Molasse des Hochrheingebietes einen gewissen Anteil an Goldflittern ins Pleistocaen beigesteuert haben dürfte: der genannte Rinnenschotter besteht überwiegend aus Geröllen lokaler Malmkalke mit einem wesentlich kleinerem Anteil an Quarzitgeröllen, die aus Geröllhorizonten der Napfschüttung stammen, wie sie noch heute auf dem Reiat zu finden sind. Rheingletschermaterial ist höchstens in äusserst geringen Mengen vorhanden, deutlich hingegen Grobsand der Grimmelfingerschichten.

Sandige Ablagerungen der oberen Meeresmolasse, die im Gebiet des Ueberlingersees (Heidenlöcher, Hohenfels) und bei Andelfingen auf Goldflitter untersucht wurden, ergaben negative Resultate (Tabelle 6). Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass in

diesen marinen Sanden, die in grosser Menge vorkommen und die der Napfschüttung entstammen, geringe Anteile an Goldflittern enthalten sind, die mit vertretbarem Aufwand nicht erfassbar sind, aber durch Erosionsvorgänge angereichert werden können.

Tabelle 6: Goldführung von Molasseablagerungen und von Bächen und Flüssen aus ± reinen Molasseeinzugsgebieten

| Lokalität | Koordinaten | Geologisch-petrographische Charakterisierung | Anzahl Flitter pro $m^3$ |
|---|---|---|---|
| Obere Süsswassermolasse: | | | |
| Dietfurterbach, Toggenburg | 723.600/245.150 | Einzugsgebiet Hörnlifächer | - |
| Fuchslochbach, Steg Tösstal | 713.860/245.420 | " " | - |
| Auerbachtobel S Eschenz TG | 706.950/277.450 | Granatseife in Glimmersand | 165 |
| Seehof E Mammern TG | 713.080/278.970 | Glimmersand | - |
| Obere Meeresmolasse: | | | |
| Rorschacherberg Mültobelbach | 755.810/259.740 | Einzugsgebiet Obere Meeresmolasse | 100 |
| Hohenfels-Eichhalde E Stockach | | Baltringerhorizont | - |
| Bonndorf SE Stockach | 723.780/299.150 | Muschelsandstein | - |
| Weierholz N Ludwigshafen | 722.270/299.080 | Quarzitnagelfluh Kirchbergerschichten | - |
| Ueberlingen-Heidenlöcher | 726.650/293.700 | Glaukonitsandstein | - |
| Wiechs am Randen | 690.130/293.640 | Quarzitnagelfluh über Randengrobkalk | - |
| Altholz Randen | 685.400/286.170 | Quarzitschotter | min.1 |
| Schlatt-Paradies TG | 693.450/281.500 | Quarzitnagelfluh Kirchbergerschichten | 35 |
| Benken ZH Quarzsandgrube | 692.300/279.000 | Quarzitnagelfluh Kirch- | 15 |
| " " | 692.300/279.000 | Quarzitnagelfluh in Graupensandzone | 15 |
| Schüepach W Andelfingen | 692.130/271.700 | Quarzitnagelfluh Kirchbergerschichten | 15 |
| " " | 692.020/271.800 | Glaukonitsandstein | - |
| Untere Süsswassermolasse: | | | |
| Tobelbach Blatten-Altstätten | 759.030/250.420 | Einzugsgebiet Gäbrisnagelfluh | - |
| Gonzerenbach N Lüchingen | 759.720/251.700 | idem. | - |
| Steintalerbach, Toggenburg | 728.710/230.900 | Einzugsgebiet Speernagelfluh | - |

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass auch die marinen Sandsteine und Schiefermergel der oberen Meeresmolasse zwischen St. Gallen und dem Rheintal im wesentlichen der Napfschüttung entstammen (F. HOFMANN 1976). Sie enthalten offensichtlich geringe Mengen an Goldflittern. Darauf deutete ein Waschversuch mit positivem Ergebnis in den rezenten Schottern der Goldach E St. Gallen (Tabelle 5), wozu der Name des Flusses Anlass gab. Die Goldach durchfliesst das ganze Profil der oberen marinen Molasse E St. Gallen (U. BÜCHI und F. HOFMANN 1945, U. BÜCHI 1950), während das Einzugsge-

biet in Unterer Süsswassermolasse liegt, die kaum Gold geliefert haben dürfte (vergl. entsprechende Untersuchungen nach Tabelle 6).

Noch konkreter deutet das Ergebnis eines Waschversuchs im Mülbachtobel am Rorschacherberg (Tabelle 6) darauf hin, dass die obere Meeresmolasse von St. Gallen-Rorschach tatsächlich Gold führt. Dieser Bach verläuft praktisch ausschliesslich in oberer Meeresmolasse, und seine Bachablagerungen bestehen dementsprechend fast nur aus Plattensandsteinschutt und -sand der oberen marinen Molasse. Sie ergaben den bemerkenswerten Befund von 100 Flittern pro $m^3$ von relativ hellem Gold, das nur aus der oberen Meeresmolasse stammen kann.

*Obere Süsswassermolasse, Hörnlischuttfächer*

Zwei Waschversuche in Bächen mit Einzugsgebiet in der Nagelfluhregion des zentralen Hörnlischuttfächers (Dietfurt und Steg, Tabelle 7) verliefen völlig ergebnislos. Die bunten Kalk-Dolomit-Nagelfluhen der Hörnlischüttung (vergl. H. TANNER 1944, L. HOTTINGER et al. 1970) führen somit offenbar kein Gold und scheiden als mögliches Herkunftsgebiet für die Vorkommen im Pleistocaen aus.

*Obere Süsswassermolasse, Glimmersande der Ost-West-Schüttung*

Positiv verlief ein Waschversuch im Auerbachtobel S Eschenz (Tabelle 6). Die dort aufgeschlossene Glimmersandbank enthält mehrere zentimeterdicke Granatseifenanlagen (F. HOFMANN 1967a), welche Zone starker Schwermineralanreicherung immerhin einen Gehalt von 165 relativ kleinen Goldflittern pro $m^3$ ergab. Im gewöhnlichen Glimmersand des Seehofs E Mammern wurde hingegen kein Gold gefunden.

Die Glimmersande des beckenaxialen Ost-West-Stromsystems der oberen Süsswassermolasse (F. HOFMANN 1960), aus den Ostalpen zugeführt, können somit ebenfalls einen gewissen, vermutlich bescheidenen Beitrag zum Pleistocaen-Gold der Region Schaffhausen beigesteuert haben. Sie wurden eiszeitlich im Bodenseegebiet in beträchtlicher Menge erodiert und lieferten die oft hohen Granatgehalte in den pleistocaenen Schottern und in den Rheinsanden (Granatseifenbildung).

*Untere Süsswassermolasse beidseits des Bodenseerheintals und im Toggenburg*

Kein Gold ergaben Waschversuche in zwei Bächen aus dem Gebiet der Gäbriszone der unteren Süsswassermolasse (bunte Nagelfluhen, vergl. H. RENZ 1938 und Tabelle 6). Die gleiche Zone führt auch Einschaltungen granitischer Sandsteine. Auch in der Bregenzer Aache (Einzugsgebiet untere Süsswassermolasse und Helvetikum im Vorarlberg) und im Steintalerbach im oberen Toggenburg (Einzugsgebiet Speernagelfluh) wurde kein Gold gefunden (im letztgenannten Fall wurde deutlich Spinell beobachtet).

Die untere Süsswassermolasse der Ostschweiz und des Vorarlbergs scheidet damit als Herkunftsgebiet für das Gold im Hochrheingebiet ebenfalls aus.

*Unsichere Riss-Schotter und würmzeitliche Vorstoss- und Eisrandschotter*

Aeltere Rinnenschotter sind im Thurgebiet oberhalb von Marthalen—Andelfingen nicht mit Sicherheit nachzuweisen und auch im Rheingebiet oberhalb von Schaffhausen selten. Bei den Ittinger-Schottern (Weiningen, Tabelle 7) handelt es sich vermutlich um frühwürmzeitliche Vorstoss-Schotter. Sie führen vereinzelte Goldflitter, wie auch ein Vorkommen von Vorstoss-Schottern NW Kirchberg im unteren Toggenburg (mit einem Flitter von 1 mm Durchmesser), das vermutlich vom Thurgletscher abgelagert wurde (Transfluenz bei Wildhaus und über den Ricken, vergl. R. HANTKE 1967).

Tabelle 7: Goldführung unsicherer Riss- und würmzeitlicher Vorstoss- und Eisrandschotter

| Lokalität | Koordinaten | Geologisch-petrographische Charakterisierung | Anzahl Flitter pro $m^3$ |
|---|---|---|---|
| Goldach SG Schuppis | 752.750/261.100 | Eisrandschotter | min.1 |
| Hagenwil SW Amriswil, Oberau | 740.440/266.400 | Eisrandschotter | - |
| Weinigen | 708.700/272.250 | Ittinger Schotter | min.1 |
| Ossingen | 698.150/273.150 | Eisrandschotter | min.1 |
| Eschenz | 706.500/278.600 | Morphologische Niederterrasse, Riss-Schotter | - |
| Hüerbüel NW Basadingen | 696.930/281.080 | Riss-Schotter? | - |
| Kirchberg SG, Unt. Toggenburg | 720.200/253.450 | Vorstoss-Schotter | min.1 |
| Wollmatingen-Eichbühl Konstanz | 725.530/284.700 | Vorstoss-Schotter? | 330 |

Der von E. GEIGER (1943, Karte) als risszeitlich betrachtete Schotter von Hagenwil SW Amriswil (Tabelle 7) ist vermut-

lich ein frühwürmzeitlicher Eisrandschotter und enthält kein Gold. Gleichartigen Charakters sind die Schotter von Goldach, die sehr sandig sind und einen geringen Goldgehalt ergaben. Sie wurden von F. SAXER (1965, Karte) als junge Deltabildung der Goldach aufgefasst. Die höchsten Partien zeigen jedoch Eisdruckdeformationen, wie sie von C. SCHINDLER et al. 1978 auch von der nicht mehr existierenden Grube Meggenhus W Goldach beschrieben wurden, und es dürfte sich somit ebenfalls um würmzeitliche Vorstoss- und Eisrandschotter handeln.

Bemerkenswert ist im Vergleich zu den schweizerischen Vorkommen der hohe Goldgehalt des Schotters am Bodanrück bei Wollmatingen-Konstanz (Tabelle 7). Dieser Schotter wurde von A. SCHREINER (1970) mit Vorbehalt als Würm-Vorstoss-Schotter betrachtet, doch ist nicht auszuschliessen, dass es sich auch um Rinnenschotter aus der Zeit des Hegaurheins handeln könnte, der längere Zeit über jenes Gebiet geflossen war. Das Gold in diesem Schotter stammt kaum aus umgelagerter oberer mariner Molasse des nordwestlichen Bodensees, und auch das Einzugsgebiet im Glimmersand der oberen Süsswassermolasse wäre in jener Gegend zu klein gewesen. Vielmehr deutet dieses Vorkommen darauf hin, dass das enthaltene Gold mit grösster Wahrscheinlichkeit aus dem Einzugsgebiet des pleistocaenen Alpenrheins und seiner Gletscher stammt, allenfalls zu einem gewissen Teil auch aus der oberen Meeresmolasse E St. Gallen (Rorschacherberg—Rheintal—Pfänder).

*Würmzeitliche Rückzugsschotter (Niederterrasse) und spätwürmzeitliche Schotter*

Ueberraschenderweise wurde verbreitet in der Niederterrasse und in spätwürmzeitlichen Schottern des Rheingletschergebietes auch ausserhalb der Region Schaffhausen, vor allem im Thurgau, Gold in sehr deutlichen Mengen gefunden. Es lässt sich ebenfalls wohl nur durch Herkunft aus dem Einzugsgebiet des Alpenrheins erklären, wobei allerdings auch hier die Möglichkeit eines Beitrags aus der oberen Meeresmolasse zwischen St. Gallen und dem Rheintal besteht. Auskunft über Fundstellen und Gehalte gibt Tabelle 4.

*Rezente Schotter des Bodensee-Rheintals*

Waschversuche in rezenten Rheinschottern (Diepoldsau, Ruggell-Sennwald, Tabelle 5) ergaben sehr kleine Gehalte an

sehr kleinen Goldflittern. Die Goldführung scheint gegenüber der Niederterrasse ganz entscheidend zurückgegangen zu sein. Immerhin bestätigen die Ergebnisse, dass der Alpenrhein auch heute noch Gold führt. Schotter finden sich fast nur auf einem schmalen Streifen längs des Rheinlaufs, während die übrige Rheinebene von tonigen und torfigen Ablagerungen beherrscht wird.

Die Ill scheint kein Gold zu führen: trotz erhöhter Probemenge von 50 Litern wurde bei Feldkirch kein einziger Flitter gefunden.

## DISKUSSION DER HERKUNFT DES GOLDES IN DEN PLEISTOCAENEN ALLUVIONEN DES HOCHRHEIN- UND BODENSEEGEBIETES

Aus den vorstehend dargestellten Ergebnissen der Waschversuche in der Nordostschweiz und Nachbargebieten ergibt sich, dass der wesentliche Teil des Goldes in den untersuchten Alluvionen aus dem Einzugsgebiet des pleistocaenen Alpenrheins und Rheingletschers zu stammen scheint. Der aus der Molasse beigesteuerte Anteil ist vermutlich gering, doch ist es denkbar, dass er lokal eine gewisse Bedeutung erlangte. Dies gilt vor allem für die obere Meeresmolasse zwischen St. Gallen und dem Rheintal, die sich auch noch jenseits des Rheins bis ins Pfändergebiet fortsetzt.

Goldflitter treten erstmals in den höchsten Lagen der Klettgaurinne unmittelbar vor dem Vorstoss der risszeitlichen Gletscher auf (Riss I). Es ist in der Folge fast immer in den Rinnenschottern des über den Hegau und Schaffhausen fliessenden pleistocaenen Rheins zu finden (Hegaurhein), fehlt aber in den der Risszeit zugeschriebenen Schottern im Rheingebiet Untersee-Schaffhausen und auch in den ältesten Thurschottern (Mindel-Riss-Interglazial).

In den würmzeitlichen Vorstoss-Schottern des Thursystems ist nur ein sehr schwacher, aber immer wieder beobachteter Goldgehalt festzustellen, ein stärkerer in jenen der Gegend des Bodanrück (Konstanz—Radolfzell). Nach einem hoch- und spätrisszeitlichen Rückgang nimmt die Goldführung in den Schottern der Niederterrasse des Rheingletschergebietes in der Nordostschweiz und im Hegau wieder deutlich zu, ist aber in den rezenten Rheinschottern oberhalb des Bodensees nur noch gering.

Aus der heutigen Mündung des Alpenrheins in den Bodensee (Fussach) liess F. KIRCHHEIMER (1966) durch H. v. Lewinski im Jahre 1958 mit einem in einer Kiesaufbereitungsanlage eingebauten Gerät einen Waschversuch durchführen. Aus einer nicht bekannten Aufgabemenge wurde während 1½ Monaten 0,0387 g Gold produziert. Ein Grobsand aus etwas älteren Alluvionen bei Fussach hatte nach KIRCHHEIMER (1966) einen Gehalt von 350 Flittern pro $m^3$ (auf Kies umgerechnet etwa 100 bis 120 Flitter pro $m^3$), was den eigenen mittleren Werten entspricht, aber erheblich mehr ist, als die eigenen Waschversuche in rezenten Rheinalluvionen ergaben (Tabelle 5). Vermutlich entspricht der relativ hohe, von KIRCHHEIMER angegebene Gehalt einer Stelle mit lokaler Anreicherung.

Bekannt sind Hinweise über alte Goldwaschstellen am Rhein bei Chur und Maienfeld, und auch in Alluvionen des Hinterrheins soll Gold vorkommen (vergl. F. KIRCHHEIMER 1966). KIRCHHEIMER hält es für unwahrscheinlich, dass das Gold des Alpenrheins von den bekannten Vorkommen ob Felsberg am Calanda herrührt. Er nimmt an, dass es aus teilweise schon eiszeitlich abgetragenen, mehr oder weniger silberhaltigen Blei-, Kupfer- und Fahlerzvorkommen in Graubünden stammt, insbesondere aus dem Vorder- und Hinterrheingebiet (K. BÄCHTIGER 1967; J. CADISCH 1939; E. ESCHER 1935; E. KÜNDIG und F. DE QUERVAIN 1963; F. DE QUERVAIN 1953; H. A. STALDER, F. DE QUERVAIN, E. NIGGLI und ST. GRAESER 1973; siehe auch F. KIRCHHEIMER 1966).

Interessant dürften in diesem Zusammenhang die Ergebnisse von Waschversuchen sein, die zum Vergleich in der Magliasina (Kanton Tessin) durchgeführt wurden. Das Einzugsgebiet der Magliasina liegt im insubrischen Kristallin des Malcantone W Lugano, in dem die goldhaltigen Erzgänge von Miglieglia vorkommen (V. KÖPPEL 1966).

Unter der Brücke der Eisenbahnlinie Lugano—Ponte Tresa über die Magliasina (E Magliasina-Dorf, Koord. 711.780/93.110) wurde ein Gehalt von immerhin 1250 Goldkörnern pro Kubikmeter Kies festgestellt, 500 m flussaufwärts an einer Stelle mit stärkerer Strömung 250 Körner/$m^3$. Oberhalb der Brücke E Vei,

d. h. oberhalb des Erzgebietes von Miglieglia wurde in der Magliasina kein Gold mehr gefunden.

Das Gold in der Magliasina tritt vorwiegend in Form von Körnern bis 1 mm Durchmesser auf, kaum aber in Form von Flittern, da es wegen des kurzen Transportweges noch nicht ausgewalzt ist.

Die Verteilung des Goldgehaltes in den pleistocaenen Alluvionen des Rheingletschergebietes war in Funktion der Zeit unterschiedlich und scheint auch regional ungleich gewesen zu sein. Die Entwicklung des Abbaus der Einzugsgebiete, der Eisstand der Gletscher und deren Bewegung, wie auch der Verlauf der Entwässerung in Vorstoss-, Abschmelz- und Interglazialphasen dürften für die unterschiedliche Goldführung verantwortlich gewesen sein.

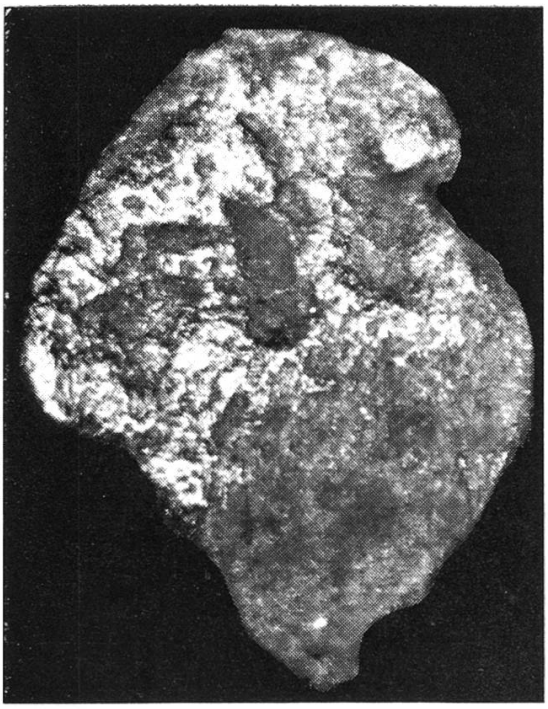
## MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHE HINWEISE

### *Art und Ausbildung der Goldflitter*

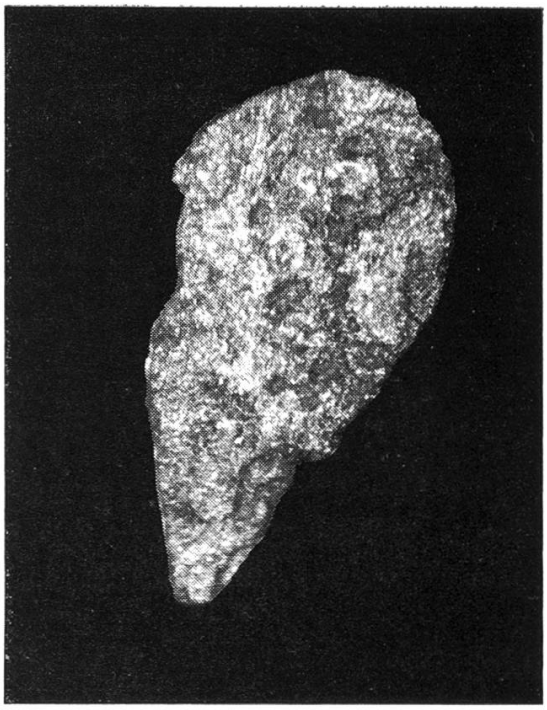
In fast allen Fällen tritt das Gold im Bodensee—Rhein-Gebiet in Form der typischen flachen Flitter auf (Abb. 4 und 5), da es als sehr weiches Metall beim Flusstransport durch die Gerölle ausgewalzt wird. Einzig im Quarzitschotter der oberen Meeresmolasse des Altholz auf dem Randen N Beringen wurde ein Goldkorn mit deutlich oktaedrischer Form gefunden. Flitter mit anhaftenden Kupfererzen und solche aus dem silberreichen Elektrum, wie sie von F. KIRCHHEIMER 1966 von Fussach beschrieben werden, konnten nie beobachtet werden. Dies hängt möglicherweise damit zusammen, dass für die vorliegende Arbeit vorwiegend Waschgold aus älteren, pleistocaenen Vorkommen untersucht wurde, von KIRCHHEIMER jedoch solches aus dem heutigen Rhein.

Im Rhein bei Neuhausen wurden vereinzelte Flitter mit weissem metallischem Ueberzug (Silber?) gefunden, wie sie auch aus dem Napfgebiet bekannt wurden (R. MAAG 1975).

Die Grösse der Flitter liegt überwiegend im Bereich von 0,1 bis 0,5 mm. Die grössten Flitter waren solche mit einem maximalen Durchmesser von 1,2 mm (Rhein, Neuhausen) und 1,0 mm (Kirchberg SG). Der Grössenbereich entspricht damit jenem der Flitter aus dem Rhein bei Fussach (F. KIRCHHEIMER 1966).



a) Rhein, Neuhausen am Rheinfall (Tabelle 5) Vergrösserung 50×



b) Neuhausen am Rheinfall, Beckenburgstrasse (Tabelle 4). Vergrösserung 60×

Abb. 4: Mikroaufnahmen typischer Goldflitter aus dem Rheinfallgebiet

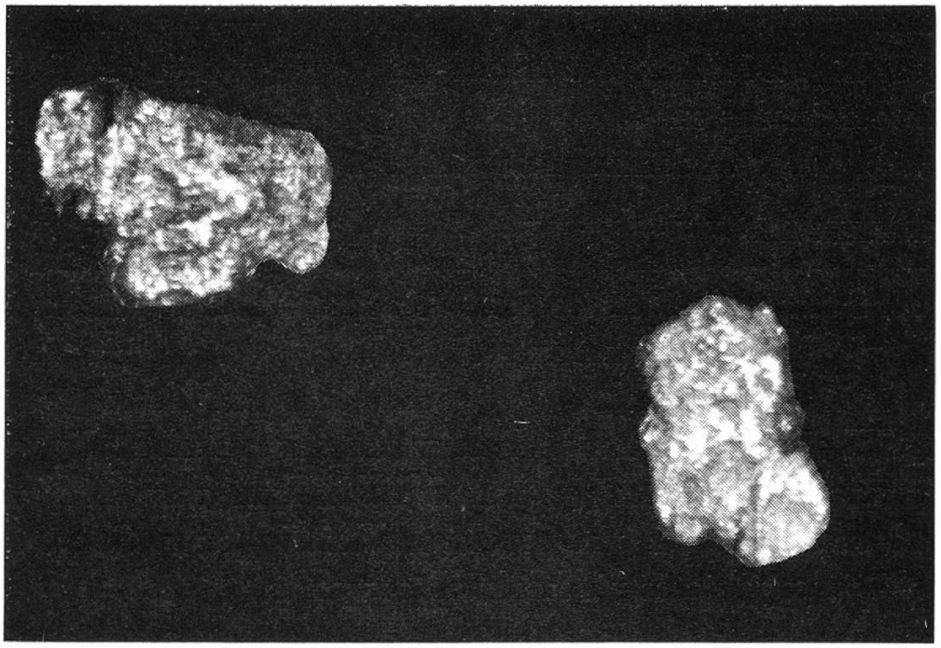


Abb. 5: Mikroaufnahmen typischer Goldflitter aus der Gegend von Dachsen (Tabelle 3) Vergrösserung 50×

Eine Wiegeprobe von 61 Flittern aus dem Rhein bei Neuhausen am Rheinfall ergab ein Durchschnittsgewicht von 0,04 mg pro Flitter. Dies entspricht bei den dort festgestellten Gehalten von 1000 Flittern pro $m^3$ Schotter etwa 40 mg/$m^3$. F. KIRCHHEIMER (1966) bestimmte an den Flittern aus der Mündung des

Rheins in den Bodensee Durchschnittsgewichte von 0,1865 mg. Die Flitter in den eiszeitlichen Schottern der Nordostschweiz dürften aufgrund der mikroskopischen Beobachtungen diesem Wert näher kommen, während die Flitter im Rhein stärker ausgewalzt zu sein scheinen. Sie sind zwar von ähnlicher Grösse, wie die meisten Flitter im Napfgebiet (K. SCHMID 1973), aber wesentlich dünner.

Der Goldgehalt der eiszeitlichen und jüngeren Ablagerungen im Hochrhein- und Bodensee- und auch im Napfgebiet ist von keinerlei wirtschaftlicher Bedeutung.

*Begleitende Schwermineralien*

Frühere Untersuchungen (F. HOFMANN 1959) gaben Auskunft über die Schwermineralführung und die Sandfraktion im allgemeinen von eiszeitlichen Schottern der Region Schaffhausen. Die Waschversuche auf Gold ergaben oft hohe Granatgehalte, vor allem in Schottern, deren Zufuhrsystem durch das Gebiet der granatreichen Glimmersande der oberen Süsswassermolasse verlief (Klettgau, Rinnenschotter Schaffhausen—Rafzerfeld, rezente Rheinsande). Die Thurtalschotter sind hingegen in der Regel arm an Schwermineralien.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Schwermineralführung und Goldflittergehalt besteht nicht. In Uebereinstimmung mit F. KIRCHHEIMER (1966) kann festgestellt werden, dass der Bestand an Schwermineralien auch nicht geeignet ist, über die Herkunft des Goldes Auskunft zu geben.

Im spätwürmzeitlichen Wutachschotter oberhalb von Oberwiesen SH und im rezenten Rheinschotter zwischen Ruggell FL und Sennwald SG wurde je ein Scheelitkorn gefunden, welches Mineral sonst in den untersuchten pleistocaenen Schottern des Rheingletschergebietes nie beobachtet wurde.

---

An den Waschversuchen war Beda Hofmann massgeblich beteiligt. Er führte einen Teil der Untersuchungen selbständig durch und wies erstmals die relativ hohen Goldghalte im Rhein bei Neuhausen nach.

## LITERATURVERZEICHNIS


BÄCHTIGER, K. (1967): Die neuen Goldfunde aus dem alten Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda (Kt. Graubünden). — Schweiz. mineralog.-petrogr. Mitt. 47/2, 643—657.

BÜCHI, U. (1950): Zur Geologie und Paläeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rhein. — Bodan, Kreuzlingen.

BÜCHI, U., und HOFMANN, F. (1945): Die obere marine Molasse zwischen Sitter-Urnäsch und dem Rheintal. — Eclogae geol. Helv. 43/1, 175—194.

CADISCH, J. (1939): Die Erzvorkommen am Calanda, Kantone Graubünden und St. Gallen. — Schweiz. mineralog.-petrogr. Mitt. 19, 1—20.

ERB, L. (193 ): Erläuterungen zu Blatt 146 Hilzingen der Geologischen Spezialkarte von Baden 1:25 000. — Bad. geol. Landesamt u. schweiz. geol. Komm.

— (1934): Erläuterungen zu Blatt Ueberlingen und Reichenau der Geologischen Spezialkarte von Baden 1:25 000. — Bad. geol. Landesanst.

ERB, L., HAUS, H. A., und RUTTE, E. (1961): Erläuterungen zu Blatt 8120 Stockach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. — Geol. Landesamt Bad.-Württemb.

ESCHER, E. (1935): Erzlagerstätten und Bergbau im Schams, in Mittelbünden und im Engadin. — Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 18.

GEIGER, E. (1961): Der Geröllbestand des Rheingletschergebietes im allgemeinen und im besonderen um Winterthur. — Mitt. natf. Ges. Winterthur 30, 33—53.

— (1969): Der Geröllbestand des Rheingletschergebietes nördlich von Bodensee und Rhein. — Jh. geol. Landesamt Bad.-Württemb. 11, 127—172.

GONET, P. A. (1978): Goldsucher in der Schweiz. — Benteli, Bern.

HABICHT, K. (1945): Geologische Untersuchungen im südlichen sankt-gallisch-appenzellischen Molassegebiet. — Beitr. geol. Karte Schweiz N. F. 83.

HANTKE, R. (1967): Die würmzeitliche Vergletscherung im oberen Toggenburg (Kt. St. Gallen). — Vjschr. natf. Ges. Zürich 112 (Schlussh.), 223—242.

— (1970): Aufbau und Zerfall des würmzeitlichen Eisstromnetzes in der zentralen und östlichen Schweiz. — Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. 60, 5—33.

— (1978): Eiszeitalter, 1. — Ott, Thun.

HAUS, H. A. (1951): Zur paläogeographischen Entwicklung des Molassetroges im Bodenseegebiet während des mittleren Miozäns. — Mittbl. bad. geol. Landesanst.

HOFMANN, F. (1959): Magnetitvorkommen in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen. — Schweiz. mineralog. petrogr. Mitt. 39/1, 105—113.

— (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der Oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. —

— (1965): Untersuchungen über den Goldgehalt der oberen marinen Molasse und des Stubensandsteines in der Gegend von Schaffhausen. — Schweiz. mineralog. petrogr. Mitt. 45/1, 131—137.

— (1967a): Erläuterungen zu Blatt 1052 Andelfingen des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

— (1967b): Ueber die Tertiärbildungen im Kanton Schaffhausen. — Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 28, 171—210.

— (1974): Mineralien des Kantons Schaffhausen. — Njbl. natf. Ges. Schaffhausen 26.

— (1976): Ueberblick über die geologische Entwicklungsgeschichte der Region Schaffhausen seit dem Ende der Jurazeit. — Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 42/102, 1—16.

— (1977): Neue Befunde zum Ablauf der pleistocaenen Landschafts- und Flussgeschichte im Gebiet Schaffhausen—Klettgau—Rafzerfeld. — Eclogae geol. Helv. 70/1. 105—126.

HOFMANN, F., und HANTKE, R. (1964): Erläuterungen zu Blatt 1033 Diessenhofen des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

HOFMANN, F., und HÜBSCHER, H. (1977): Geologieführer der Region Schaffhausen. — Rotary Club / Meier, Schaffhausen.

HOTTINGER, L., MATTER, A., NABHOLZ, W., und SCHINDLER, C. (1970): Erläuterungen zu Blatt 1093 Hörnli des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

JÄCKLI, H. (1962): Die Vergletscherung der Schweiz im Würmmaximum. — Eclogae geol. Helv. 55/2, 285—294.

KIRCHHEIMER, F. (1966): Ueber das Gold des Alpenrheins. — Sitz. Ber. österr. Akad. Wiss. math. natw. Kl. Abt. I, 175/1—3, 19—33.

KÖPPEL, V. (1966): Die Vererzungen im insubrischen Kristallin des Malcantone (Tessin). — Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 40.

KÜNDIG, E., und DE QUERVAIN, F. (1953): Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz. — II. Aufl. — Schweiz. geotech. Komm.

MAAG, R. (1975): Zur Geschichte des Goldes. — Mineralienfreund 13/2, 17—33.

QUERVAIN, F. DE (1931): Die Erzlagerstätten am Parpaner Rothorn. — Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 16/2.

RENZ, H. (1938): Zur Geologie der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse. — Ber. Tät. st. gall. natw. Ges. 69, 1—128.

SCHINDLER, C., RÖTHLISBERGER, H., und GYGER, M. (1978): Glaziale Stauchungen in den Niederterrassenschottern des Aadorfer Feldes und ihre Deutung. — Eclogae geol. Helv. 71/1, 159—174.

SCHMID, K. (1973): Ueber den Goldgehalt der Flüsse und Sedimente der miozänen Molasse des NE Napfgebietes (Kt. Luzern). — Schweiz. mineralog. petrogr. Mitt. 53/1, 125—156.

SCHREINER, A. (1970): Erläuterungen zur geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50 000. — Geol. Landesamt Bad.-Württemb.

STALDER, H. A., DE QUERVAIN, F., NIGGLI, E., und GRAESER, ST. (1973): Die Mineralfunde der Schweiz. — Wepf, Basel.

TANNER, H. (1944): Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. — Mitt. thurg. natf. Ges. 33, 1—108.

## GEOLOGISCHE KARTEN

ERB, L. (1931): Blatt 146 Hilzingen. Geol. Spez.-Karte von Baden, 1:25 000. — Bad. geol. Landesamt u. schweiz. geol. Komm.

ERB, L., HAUS, H. A., und RUTTE, E. (1961): Blatt 8120 Stockach. Geol. Karte von Bad.-Württemb. — Geol. Landesamt Bad.-Württemb.

EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H., und SAXER, F. (1949): Blätter 222—225 Teufen-Trogen-Appenzell-Kobelwald des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

GEIGER, E. (1943): Blätter 56—59 Pfyn-Märstetten-Frauenfeld-Bussnang des geol. Atlas der Schweiz 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

HANTKE, R. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich, 1:50 000. — Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.

HEIM, A., und HÜBSCHER, J. (1931): Geologische Karte des Rheinfalls, 1:10 000. — Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 10.

HOFMANN, F. (in Vorb.): Blatt 1031 Neunkirch. Geol. Atlas der Schweiz, 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

HÜBSCHER, J. (1957): Blatt 1032 Diessenhofen. Geol. Atlas der Schweiz, 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

SAXER, F. (1965): Blatt 1075 Rorschach des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000. — Schweiz. geol. Komm.

SCHALCH, F. (1909): Blatt 144 Stühlingen. Geol. Spez.-Karte des Grossherzogtums Baden, 1:25 000. — Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.

— (1916): Blatt 145 Wiechs-Schaffhausen. Geol. Spez.-Karte des Grossherzogtums Baden, 1:25 000. — Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.

SCHALCH, F., und GÖHRINGER, K. (1921): Blatt 158 Jestetten-Schaffhausen. Geol. Spez.-Karte von Baden, 1:25 000. — Bad. geol. Landesanst. u. schweiz. geol. Komm.

SCHREINER, A. (1970): Geologische Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung, 1:50 000. — Geol. Landesamt Bad.-Württemb.