SCHWEIZERISCHE GEOLOGISCHE KOMMISSION
GEOLOGISCHE LANDESAUFNAHME

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE DER SCHWEIZ
GEOTECHNISCHE SERIE – KLEINERE MITTEILUNGEN
Nr. 20

Magnetitvorkommen in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen

von

FRANZ HOFMANN

BUCHDRUCKEREI UND VERLAG LEEMANN AG. ZÜRICH 8
1959 – KOMMISSIONSVERLAG: KÜMMERLY & FREY, BERN

Vorwort der Schweizerischen Geotechnischen Kommission

Im Zusammenhang mit seinen Studien über die Verbreitung der magnetitführenden vulkanischen Tuffe in tertiären Ablagerungen befasste sich Herr PD. Dr. F. Hofmann mit dem Auftreten von Magnetit in eiszeitlichen Kies- und Sandablagerungen des Kantons Schaffhausen. Die Schweizerische Geotechnische Kommission dankt dem Autor bestens, dass er die Ergebnisse dieser interessanten Untersuchungen, bei denen auch Fragen einer praktischen Verwertung auftauchten, für die Serie der Kleineren Mitteilungen zur Verfügung stellte.

Zürich, Juli 1959

Der Präsident der
Schweiz. Geotechnischen Kommission:

Prof. F. DE QUERVAIN

Erscheint gleichzeitig in „Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen", Band 39, Heft 1/2, 1959

Magnetitvorkommen in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen[1])

Von *Franz Hofmann* (Schaffhausen)

Auf der Suche nach vulkanischen Ascheneinstreuungen in den Hegaumergeln der Oberen Süsswassermolasse im Kanton Schaffhausen fand der Verfasser erstmals in der Basiszone des Deckenschotters der Schliffenhalde am Ostende des Buchberges (östlich Thayngen, Vorkommen Nr. 2) einen auffallend hohen Gehalt an grobkörnigem Magnetit. Diese Feststellung gab Veranlassung, die eiszeitlichen Ablagerungen im Kanton Schaffhausen auf Magnetitführung zu prüfen. Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass die meisten Schotter und Moränen des untersuchten Gebietes mehr oder weniger deutliche Mengen an Magnetitsand enthalten, der aus verschwemmten vulkanischen Tuffen des Hegaus stammt; sie lieferten aber auch einige Daten prinzipieller Natur zur Kenntnis der diluvialen Ablagerungen im Kanton Schaffhausen.

Verbreitung und Ausbildung des magnetitführenden Diluviums

Gehalte an Magnetit ursprünglich vulkanischer Herkunft konnten in fast allen diluvialen Ablagerungen im Kanton Schaffhausen beobachtet werden, von den ältesten Deckenschottern bis zu den Niederterrassenschottern. Im allgemeinen enthalten die Sande und Kiese mit zunehmender Entfernung vom Vulkangebiet des Hegaus abnehmende Mengen an Magnetit. Bei allen Ablagerungen handelt es sich um fluvioglaziale Produkte des Rheingletschersystems, nur sehr selten um echte, unverschwemmte Moränen. Das Material wurde ganz oder teilweise durch den Hegau angeliefert; bei dieser Gelegenheit wurden erhebliche Mengen der vulkanischen Tuffmassen des Hegaus aufgearbeitet und nach Westen in den Kanton Schaffhausen verschwemmt. Die obere Süsswassermolasse

[1]) Erscheint gleichzeitig als „Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Kleinere Mitteilungen Nr. 20".

des Hegaus führt vulkanische Tuffe von der Basis (HOFMANN, 1958) bis in die jüngsten Schichten hinauf. Alle Tuffe des Hegauvulkanismus enthalten stets erhebliche Mengen an Magnetit als meist vorherrschendes vulkanisches Mineral (ERB, 1900; HOFMANN, 1955, 1956, 1958). Durch die eiszeitlichen Gletscher und Flüsse wurde das Erz aus den meist wenig resistenten, mergeligen, vorwiegend jüngeren Tuffen ausgeschlämmt und blieb in den Moränen und Schottern, zusammen mit den andern vulkanischen Mineralkörnern, enthalten.

Untersuchte Vorkommen

Fig. 1 zeigt eine geologische Übersichtsskizze des Herkunfts- und Ablagerungsgebietes der diluvial verschwemmten Magnetite.

Die einzelnen Vorkommen sind nachstehend aufgeführt. Sie repräsentieren alle für Magnetitführung in Frage kommenden diluvialen Ablagerungen des untersuchten Gebietes. Auf die Problematik der gegenseitigen Altersbeziehungen kann hier nicht eingegangen werden.

Deckenschotter

1. *Neuhauserwald*, nordwestlich Neuhausen am Rheinfall. Kiesgrube Koord. 687.100/282.280/560. „Älterer Deckenschotter", teilweise verfestigt.
2. *Schliffenhalde*, Ostende des Buchbergs, ostnordöstlich Thayngen. Mergelgrube unter P. 540,9. Koord. 697.320/289.850/520. Deckenschotter, auflagernd auf Hegaumergeln der oberen Süsswassermolasse. Basis des Deckenschotters, sandig-kiesig, mit grossen, gerundeten Basaltblöcken und mit auffallend hohem Gehalt an grobkörnigem Magnetit, jedoch nur sehr lokal.
3. *Schliffenhalde*, Lokalität wie 2. Sandige Partie aus dem mittleren Teil des ca. 20 m mächtigen Deckenschotters.
4. *Kohlfirst*, östlich Uhwiesen ZH; Kiesgrube unter P. 549. Koord. 690.250/280.850/530. Deckenschotter, schwach verkittet.
5. *Geissberg*, nördlich Schaffhausen. Koord. 690.150/286.070/500. Verkitteter, schlecht aufgeschlossener Deckenschotter.
6. *Hohfluh*, nördlich Neuhausen am Rheinfall. Koord. 688.440/283.330/495. Dekkenschotter, relativ kleingeröllig, stellenweise sandig. Gut verkittet, mit Felsenkellern.
7. *„Spitz"-Wilchingen*. Kiesgrube. Koord. 677.750/279.730/480. Deckenschotter-Rippe, oberflächlich gut verkittet. Liegendes nicht bekannt. Kiesig-sandig.

Rinnenschotter und ältere Terrassenschotter

8. *Barzheim*, Kiesgrube an der Strasse nach Barzheim. Koord. 695.300/290.170/480. „Älterer Schotter" (ERB, 1931), schlecht sortiert, in direkter Verbindung mit unverschwemmter Moräne.

9. *Altorf*, Kiesgrube. Koord. 691.620/293.580/555. Fluvioglaziale Kiese mit Sandlagen (keine Moräne, wie auf der badischen geologischen Spezialkarte angegeben).
10. *Geissberg*, nördlich Schaffhausen. Koord. 689.900/285.670/475. Grube für lehmigen Strassenschotter in Moräne mit sandigen Partien.
11. *Oerlifall*, Schaffhausen. Kiesgrube Koord. 688.100/284.075/515. Rinnenschotter, sandige Kiese.
12. *Mühlental*, Schaffhausen. Koord. 689.450/284.270/460. Rinnenschotter, Geländeabtrag 1956 zur Erweiterung der Stahlgiesserei der Georg Fischer AG.
13. *Eschheimertal*, nordwestlich Schaffhausen. Strassenschottergrube. Koord. 687.370/284.520/565. Schlecht sortierter Schotter mit eingeschwemmten oder aufgearbeiteten Malmkalktrümmern.
14. *Lusbüel*, südlich Beringen; grosse Kiesgrube am Hang. Koord. 685.450/282.500/480–520. Rinnenschotter, gut sortiert, sandige Lagen.

Niederterrassenschotter und andere jungdiluviale Ablagerungen

15. *Zelgbuck-Spiesshof*, Kiesgrube nördlich Hofenacker, östlich Rosenegg, Gemeinde Ramsen. Koord. 702.600/287.750/430. Niederterrassenschotter mit sandigen Lagen.
16. *Buch*, kleine Gruben an der Strasse bei Hard, nordöstlich des Dorfes. Koord. 701.150/286.300/420. Diluviale Sande.
17. *Ramsen*, Kiesgrube beim Zollhaus an der Strasse nach Gailingen. Koord. 702.550/284.850/400. Niederterrassenschotter.
18. *Hofen*, aufgelassene Kiesgrube südöstlich des Dorfes. Koord. 692.950/292.800/500. Verschwemmte Moräne.
19. *Thayngen*, Kiesgrube westlich des Dorfes. Koord. 694.200/289.650/460. Niederterrassenschotter mit bedeutenden Lagen reiner, verschwemmter Glimmersande der oberen Süsswassermolasse.
20. *Luringersteig*, Kiesgrube an der Strasse Dörflingen–Thayngen. Koord. 695.600/286.500/475. Schotter, verschwemmte Moräne.
21. *Luringersteig*, Kiesgrube an der Strasse Dörflingen–Thayngen. Koord. 695.950/286.200/450. Schotter, verschwemmte Moräne.
22. *Solenberg*, alte Kiesgrube an der Strasse Herblingen–Gennersbrunn. Koord. 692.550/285.210/455. Gleiches Material wie in der neuen Kiesgrube der Kieswerk Solenberg AG., 200 m talabwärts.
23. *Herblingen*, Kieswerk Stüdliacker, Koord. 692.100/286.400/430. Niederterrassenschotter.
24. *Hofstetten*, Neuhausen am Rheinfall, Kieswerk. Koord. 686.900/281.500/460. Niederterrassenschotter mit bedeutenden Sandlagen.
25. *Beringen*, neues Kieswerk. Koord. 686.400/282.800/440. Niederterrassenschotter.
26. *Hallau*, Kiesgrube. Koord. 677.100/282.750/415. Niederterrassenschotter.
27. *Unterneuhaus*. Kieswerk nordwestlich der Station Wilchingen-Hallau. Koord. 676.500/281.400/410. Niederterrassenschotter.

Ein erhöhter Magnetitgehalt lässt sich jeweils an Ort und Stelle mit einem Magneten sehr leicht feststellen, vorzugsweise in trockenem Material. Meist ist der Magnetitgehalt in grobsandigem bis kiesigem Material höher als in sehr feinen Sandlagen (natürliche Flotation).

Sedimentpetrographische Untersuchungen

Um einen Einblick in die Magnetitführung und in die Materialherkunft der untersuchten diluvialen Bildungen zu gewinnen, wurden sedimentpetrographische Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 1 zusammengestellt sind. Es wurde folgende Methodik angewandt:

Magnetitgehalt: Der Magnetit kommt in den untersuchten Vorkommen in deren Sandfraktion, hauptsächlich in der Körnung zwischen 0,1 und 0,5 mm vor. Vereinzelt treten auch Körner bis 3 mm Durchmesser auf. Probe Nr. 2 enthielt als einziges Vorkommen einen sehr grobkörnigen Magnetit mit Hauptkorngrössen zwischen 1 und 3 mm und deutlichem Gehalt an Körnern bis 5 mm. Der Magnetitgehalt bezieht sich immer auf die Fraktion 0 bis 3 mm des jeweiligen Vorkommens. Es wurde versucht, jeweils eine möglichst gute Durchschnittsprobe des Sand-Feinkies-Anteils 0 bis 3 mm zu gewinnen. Der Magnetitsand selbst wurde magnetisch aus der gewaschenen Probe extrahiert. Bei der Beurteilung des Magnetitgehaltes ist zu berücksichtigen, dass die darauf untersuchte Fraktion 0 bis 3 mm im Durchschnitt etwa 20 bis 25% der gesamten Schotterablagerung ausmacht. Ohne Aufarbeitung sehr grosser Mengen des heterogenen Kies-Sand-Materials der eiszeitlichen Ablagerungen ist es sehr schwer, gute Angaben über Sand- und Magnetitgehalt zu bekommen; die Gehaltsbestimmungen sind daher eher vorsichtig gehalten.

Karbonatgehalt: Der Kalk- und Dolomitgehalt wurde an der gewaschenen Sandfraktion 0,06 bis 0,4 mm bestimmt, die auch für die Leicht- und Schwermineralbestimmungen verwendet wurde. Auf diese Weise wurden vergleichbare Werte erhalten. Für den vorliegenden Fall liess sich der Kalkanteil des Karbonatgehaltes von dessen Dolomitanteil im Passonapparat mit verdünnter Salzsäure (10%) hinreichend genau unterscheiden: der Kalk reagiert in wenigen Sekunden, der Dolomit hingegen nur sehr langsam (innert etwa 15 Minuten).

Schwermineralien: Untersucht wurde die Fraktion 0,06 bis 0,4 mm, aufbereitet mit verdünnter Essigsäure, abgetrennt in Bromoform. Vulkanische Mineralien aus dem Hegau sind: Apatit (idiomorph, oft grosse Kristalle); basaltische Hornblende (braune und grünliche Typen); Pyroxen und Titanit. Es kommen auch nichtvulkanische Apatite und Hornblenden vor, die aber nur eine untergeordnete Rolle spielen und von den jungvulkanischen Typen nicht mit Sicherheit abgetrennt werden können. Die Angabe „Erz" bezieht sich auf den nichtmagnetischen Anteil.

Leichtmineralien: Untersucht wurde die karbonatfreie Fraktion 0,06 bis 0,4 mm und unterschieden in „Quarz" (monokristalline Quarzkörner), „Quarzit" (quarzitische und chalcedonartige Quarzkörner, aus zahlreichen Einzelindividuen bestehend), „Feldspat" und „Gesteinstrümmer".

Gerölluntersuchungen: Es wurden keine quantitativen Geröllbestimmungen durchgeführt. Die Gerölle der untersuchten Vorkommen bestehen als Abkömmlinge des Rheingletschersystems vorwiegend aus helvetischen, untergeordnet aus andern alpinen Geröllen nebst sporadischen Molassekomponenten und stellenweise jurassischem Material. In den magnetitreichen Schottern findet man auch stets eine erhebliche Zahl von Vulkanit-Geröllen aus dem Hegau (Phonolithe, Basalte, härtere Tuffe). Wie bei allen Rheingletscherablagerungen spielen aber helvetische Sedimentgesteine die dominierende Rolle.

Tabelle 1. *Ergebnisse sedimentpetrographischer Untersuchungen an diluvialen Sanden im Kanton Schaffhausen*

	Nr.	Karbonat total %	Kalk %	Dolomit %	Granat	Epidot	Staurolith	Disthen	Zirkon	Rutil	Turmalin	Erz	Apatit	Hornblende	Pyroxen	Titanit	Quarz	Quarzit	Feldspat	Gesteins-trümmer	Magnetit Gehalt %
Rinnenschotter und ältere Talrassenschotter	1	29,1	27,8	1,3	72	2	5	1	4	3	—	4	3	6	—	—	67	8	2	23	0,1
	2	37,5	29,5	8,0	50	12	+	—	4	2	—	4	12	9	7	—	45	12	1	42	0,4
	3	22,0	19,0	3,0	81	6	2	+	+	1	1	2	4	2	+	—	62	18	4	15	+
	4	34,6	25,6	9,0	57	12	2	2	2	3	2	15	4	+	+	—	43	33	2	22	+
	5	69,5	27,0	42,5	62	15	2	+	2	+	—	4	4	10	+	—	50	22	4	24	+
	6	33,0	31,0	2,0	67	14	4	+	+	—	—	7	3	4	—	—	49	13	5	33	0,1
	7	37,0	32,0	5,0	37	28	3	+	1	4	—	11	3	8	4	—	43	24	6	27	+
Deckenschotter	8	22,1	16,4	5,7	78	3	2	—	—	+	—	+	4	10	2	—	53	17	7	23	0,4
	9	36,0	35,0	1,0	18	3	—	—	—	—	+	3	46	24	7	+	62	13	11	14	0,3
	10	24,5	18,2	6,3	76	6	2	—	—	—	2	3	4	6	+	—	65	17	4	14	0,15
	11	20,5	12,8	7,7	80	2	+	—	4	2	+	4	4	4	+	—	61	19	5	15	+
	12	20,3	11,3	9,0	74	2	6	—	—	3	2	+	6	4	3	—	73	9	7	11	0,1
	13	24,0	21,7	2,3	63	12	5	+	—	+	2	6	5	6	1	—	56	22	2	20	+
	14	26,0	16,0	10,0	77	+	4	+	7	2	—	4	4	—	—	—	61	17	5	17	+
Niederterrassenschotter und jungdiluviale Schotter i. a.	15	25,0	16,8	8,2	47	13	5	—	—	1	+	7	5	20	+	—	62	12	9	17	0,25
	16	20,5	16,8	3,7	68	14	+	+	+	+	—	9	2	6	—	—	51	21	7	21	0,15
	17	21,0	16,2	4,8	73	6	4	+	+	—	+	6	4	6	+	—	41	25	7	27	0,25
	18	29,1	26,0	3,1	45	14	2	—	+	—	+	6	11	16	3	—	61	10	10	19	0,25
	19	22,5	16,7	5,8	73	10	2	+	+	2	+	6	3	3	+	—	58	16	8	18	0,1
	20	41,0	37,0	4,0	63	21	4	+	+	+	+	3	2	6	+	—	53	19	3	25	0,15
	21	40,2	36,5	3,7	60	14	5	+	+	+	+	3	4	11	1	+	53	13	3	31	0,15
	22	26,8	21,0	5,8	67	7	+	2	+	+	+	5	6	13	1	—	58	19	6	17	0,25
	23	30,0	25,0	5,0	68	8	2	—	4	+	+	2	4	9	2	—	36	15	11	38	0,3
	24	18,0	13,0	5,0	80	3	2	—	—	2	+	2	5	5	+	—	58	18	6	18	0,1
	25	27,6	22,0	5,6	67	2	3	+	4	+	+	3	8	10	2	—	55	15	6	24	0,15
	26	24,8	14,8	10,0	77	6	4	—	—	+	—	4	5	3	+	—	47	14	5	34	0,1
	27	22,8	12,5	10,3	75	4	4	—	+	+	+	5	5	7	—	—	55	18	9	17	0,1

Chemische Analysen

Tabelle 2 zeigt das Ergebnis einiger Erzanalysen, durchgeführt an vier diluvialen Magnetitproben und an zwei Vergleichsproben aus schweizerischen vulkanischen Tuffen mit Provenienz Hegau. Vergleichsprobe A entstammt dem vulkanischen Tuffitniveau in der Konglomeratstufe der oberen Süsswassermolasse auf dem thurgauischen Seerücken, Vergleichsprobe B der Ascheneinstreuung in den Helicitenmergeln (Basis der oberen Süsswassermolasse) bei Oberbargen, Kt. Schaffhausen. Die Analysen wurden im chemischen Laboratorium der Georg Fischer AG. in Schaffhausen durchgeführt.

Tabelle 2. *Chemische Analysen von Magnetiten aus diluvialen Ablagerungen im Kanton Schaffhausen, und von Vergleichsmagnetiten aus vulkanischen Tuffen mit Provenienz Hegau*

Nr.	Fe	Mn	Ti	P	S	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3
2	58,4	0,76	6,50	0,035	0,029	0,17	8,14	0,32	6,07
8	54,2	0,63	5,95	0,035	0,014	0,78	6,89	3,84	4,60
19	56,3	0,73	5,25	0,030	0,019	0,27	4,81	4,48	3,69
22	52,4	0,59	5,00	0,041	0,016	0,88	5,88	8,16	3,36
A	50,8	0,59	6,50	0,041	0,015	0,14	4,30	4,60	6,30
B	55,2	0,79	5,20	0,069	0,024	0,27	5,08	1,28	3,98

Nr. 2, 8, 19 und 22: Magnetite aus diluvialen Ablagerungen, siehe Legende zu Tabelle 1.

A: Magnetit aus vulkanischem Tuff, Seerücken, Thurgau (Hirschensprung ob Eschenz; HOFMANN, 1955).

B: Magnetit aus vulkanischem Sanidin-Melanit-Tuffit, Oberbargen, Schaffhausen (HOFMANN, 1958).

Interpretation der Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse, insbesondere auch die Schweremineralbestimmungen und die chemischen Analysen zeigen deutlich, dass die diluvialen Magnetite des Kantons Schaffhausen aus vulkanischen Tuffen des Hegaugebietes stammen. Besonders auffällig ist der überwiegend vulkanische Schwereminerälgehalt von Probe Nr. 9 (Altorf). Die gefundenen vulkanischen Mineralien (Magnetit, Apatit, Hornblende, Pyroxen, Titanit) stimmen völlig mit jenen der vulkanischen Tuffe der Hegaueruptionen überein.

Der Gehalt an Magnetit ist allgemein klein. Da sich das Erz aber sehr leicht magnetisch extrahieren lässt, wäre es durchaus möglich, es in Verbindung mit einer modernen Kiesaufbereitungsanlage als Nebenprodukt zu gewinnen, wie dies zum Beispiel auf der Kraftwerkbaustelle der Grande-Dixence bei der Aufbereitung von Moränen zu Betonzuschlagstoffen der Fall ist. Einer praktischen Verwertung der schaffhauserischen Magnetite in Form einer Verhüttung steht aber der hohe Titangehalt entgegen (Tabelle 2), während eine Gewinnung als Zuschlagsstoff für Schwerbeton kaum lohnend wäre.

Besonders interessant sind die Untersuchungsergebnisse in bezug auf die Materialherkunft der Diluvialablagerungen im Kanton Schaffhausen. Sie zeigen, dass die sedimentpetrographischen Daten keine sichere Klassierung der verschiedenaltrigen eiszeitlichen Bildungen erlauben. Die petrographische Beschaffenheit ist schlecht differenziert, was mit dem stets gleichartigen Einzugsgebiet und mit der wiederholten Aufarbeitung und Vermischung im Verlauf verschiedener glazialer Phasen zusammenhängen dürfte. Anderseits erlauben aber die Daten in Tabelle 1 eine Aufteilung der überdurchschnittlich komplex zusammengesetzten schaffhauserischen Glazialbildungen in sehr verschiedene Herkunftskomponenten nach folgender Zusammenstellung:

Geröllanteil

1. Alpines und subalpines Rheingletschermaterial, vorwiegend helvetische Sedimente, in zweiter Linie ostalpines und penninisches Material, seltener subalpine Molasse.
2. Gerölle von Malmkalken des Randen-Reiat-Gebietes, stellenweise häufig (Vorkommen Nr. 13).
3. Hegau-Vulkanite: Phonolithe, Basalte, Tuffe; nicht sehr häufig.

Sandanteil

4. Aufgearbeitete Glimmersande der oberen Süsswassermolasse im Unterseegebiet (hoher Gehalt an Schwereminerallen, speziell Granat; quarzreich; Karbonatgehalt im Mittel: 10% Dolomit, max. 2% Kalk). Besonders reichhaltig z. B. Vorkommen Nr. 19, Thayngen, mit bedeutenden Lagen verschwemmter Glimmersande.
5. Sonstige Molassesande: Hörnlischüttung (Dolomitkörner, Epidot); Hegauschüttung (Zirkon, Rutil). Andere Schüttungen nur von sehr untergeordnetem Einfluss.
6. Sand aus alpinem Rheingletschermaterial: vorwiegend kalkige Körner; wesentlicher Anteil am Kalkgehalt. Arm an Schwereminerallen, reich an „Gesteinstrümmern".
7. Vulkanisches Tuffmaterial aus dem Hegau: Magnetit, Apatit, Hornblenden, Pyroxen, Titanit, vereinzelt Biotit.

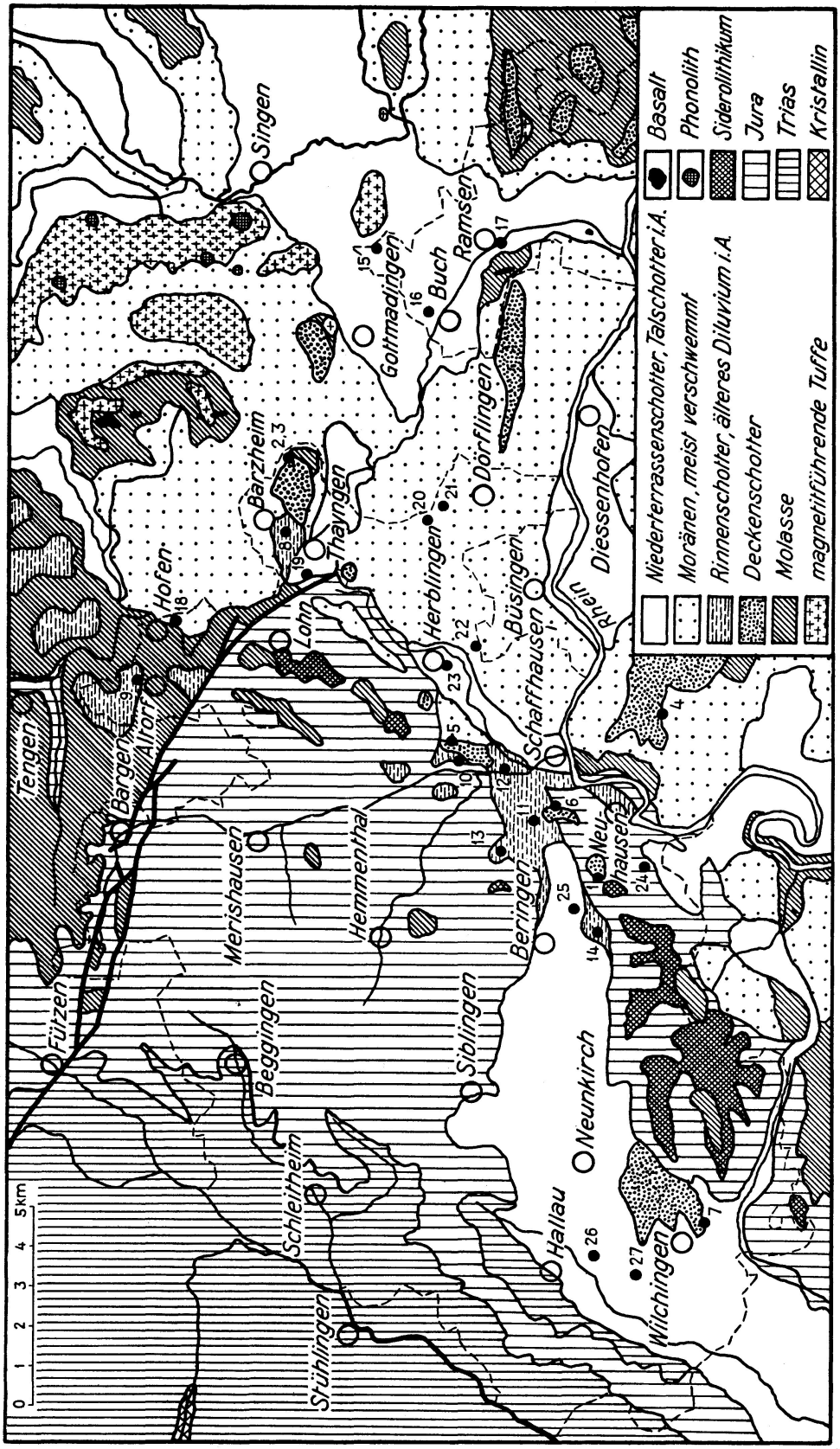

Fig. 1. Geologische Übersichtsskizze des Gebietes mit Vorkommen verschwemmter Magnetitsande in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen und des Herkunftsgebietes Hegau. Die Nummern der eingezeichneten, untersuchten Vorkommen entsprechen jenen in Text und Tabellen.

Der Verfasser dankt Herrn Prof. Dr. Ernst Niggli, Leiter der Geschäftsstelle der Studiengesellschaft zur Nutzbarmachung schweizerischer Vorkommen mineralischer Rohstoffe, für das bekundete Interesse und für wertvolle Hinweise und der Schweizerischen Geotechnischen Kommission für die Aufnahme der vorliegenden Arbeit in die Serie der „Kleineren Mitteilungen".

Literatur

Erb, J. (1900): Die vulkanischen Auswurfmassen des Höhgaus. Vjschr. Natf. Ges. Zürich, XLV.

Erb, L. (1931): Erläuterungen zu Blatt Hilzingen der Geologischen Spezialkarte von Baden.

Geiger, E. (1943): Erläuterungen zu Blatt 16 (Pfyn-Märstetten-Frauenfeld-Bussnang) des geol. Atlas der Schweiz.

Hofmann, F. (1955): Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. Eclogae geol. Helv., 48/1.

— (1956): Die vulkanischen Erscheinungen auf schweizerischem Gebiet nördlich des Rheins in der Gegend von Ramsen, Kanton Schaffhausen. Eclogae geol. Helv., 49/1.

— (1956): Die obere Süsswassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau. Bull. Verein. Schweizer Petrol.-Geol. u. -Ing., 23/64.

— (1957): Pliozäne Schotter und Sande auf dem Tannenberg, nordwestlich St. Gallen. Eclogae geol. Helv., 50/2.

— (1958): Vulkanische Tuffhorizonte in der oberen Süsswassermolasse des Randen und Reiat, Kanton Schaffhausen. Eclogae geol. Helv., 51/2.

Hübscher, J. (1951): Über Quellen, Grundwasserläufe und Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen. Neujahrsbl. Natf. Ges. Schaffh., 3.

Schalch, F. (1916): Erläuterungen zu Blatt Wiechs-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden.

— (1921): Erläuterungen zu Blatt Jestetten-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte von Baden.

Geologische Karten

Geologische Spezialkarte von Baden, Blatt 146, Hilzingen (L. Erb, 1931).

Geologische Spezialkarte des Grossherzogtums Baden, Blatt 145, Wiechs-Schaffhausen (F. Schalch, 1916).

Geologische Spezialkarte von Baden, Blatt 158, Jestetten-Schaffhausen (F. Schalch, 1921).

Eingegangen am 20. Oktober 1958.