Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 52 (1959)

Heft: 2

Artikel: Vulkanische Tuffhorizonte der Schienerbergeruptionen auf dem thurgauischen Seerücken

Autor: Hofmann, Franz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162577

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: 15.07.2025

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

Vulkanische Tuffhorizonte der Schienerbergeruptionen auf dem thurgauischen Seerücken

Mit 2 Figuren und 1 Tabelle im Text

Von **Franz Hofmann,** Schaffhausen

EINLEITUNG

1955 beschrieb der Verfasser erstmals vulkanische Tuffhorizonte in der oberen Süsswassermolasse auf dem westlichen thurgauischen Seerücken. Im Rahmen einer erneuten systematischen Suche konnten im Gebiet südlich der Linie Mammern–Steckborn in drei verschiedenen stratigraphischen Niveaux vierzehn weitere Fundstellen vulkanischer Aschenhorizonte aufgefunden werden, die makroskopisch nicht ohne weiteres als solche erkennbar sind. Vergleichende Untersuchungen im jenseits des Untersees gelegenen vulkanischen Tuffgebiet des Schienerberges ergaben, dass die neuaufgefundenen und ein Teil der bisher bekannten thurgauischen Tuffe den Eruptionen des Schienerberggebietes zuzuschreiben sind. Die neuen Funde und die sedimenpetrographische und vulkanologische Analyse der Schienerbergtuffe führten zu überraschenden Korrelationen und zu einer weitgehenden Klärung der geologischen und vulkanisch-stratigraphischen Verhältnisse im Gebiet der Oehninger Fundstätten.

Figur 1 zeigt eine Übersicht über die bis heute bekannten Fundstellen vulkanischer Tuffe im Unterseegebiet.

GEOLOGISCHE UND STRATIGRAPHISCHE LAGE DER VORKOMMEN

Sämtliche neuentdeckten und schon bekannten Tuffvorkommen auf dem Seerücken liegen an der Obergrenze der Oehningerstufe und in den unteren Partien der Konglomeratstufe der flachliegenden oberen Süsswassermolasse (Hofmann 1951, 1955, 1956; Büchi 1957).

Die neuaufgefundenen Tuffhorizonte verteilen sich auf drei verschiedene Niveaux, die stratigraphisch von oben nach unten alphabetisch bezeichnet wurden. Die Lage im Schichtverband geht besonders auch aus Figur 2 hervor.

Tuffniveau A:

Diese sehr schwache Ascheneinstreuung findet sich nur an einer Stelle in der Basis der zweiten Nagelfluhschüttung der Konglomeratstufe SE Mammern. Diese Nagelfluh ist auffallend kleingeröllig und führt einen überdurchschnittlichen Anteil an Ophiolithgeröllen. Sie lässt sich in ihrer charakteristischen Ausbildung innerhalb der ganzen Konglomeratstufe am Seerücken und weit darüber hinaus nachweisen, so z. B. am Wellenberg SE Frauenfeld und in der Gegend von Elgg (Schauenberggebiet). Sie lässt sich auf Grund der vorliegenden Aufnahmen direkt mit der Ophiolithgeröll- und -sandsteinschüttung im Nollengebiet parallelisieren (Hofmann 1951) und hängt ohne Zweifel zeitlich auch mit den ophiolithgeröllreichen Nagelfluhschüttungen im gleichen Niveau im Kanton Zürich zusammen (Büchi 1957, 1958; Pavoni 1957).

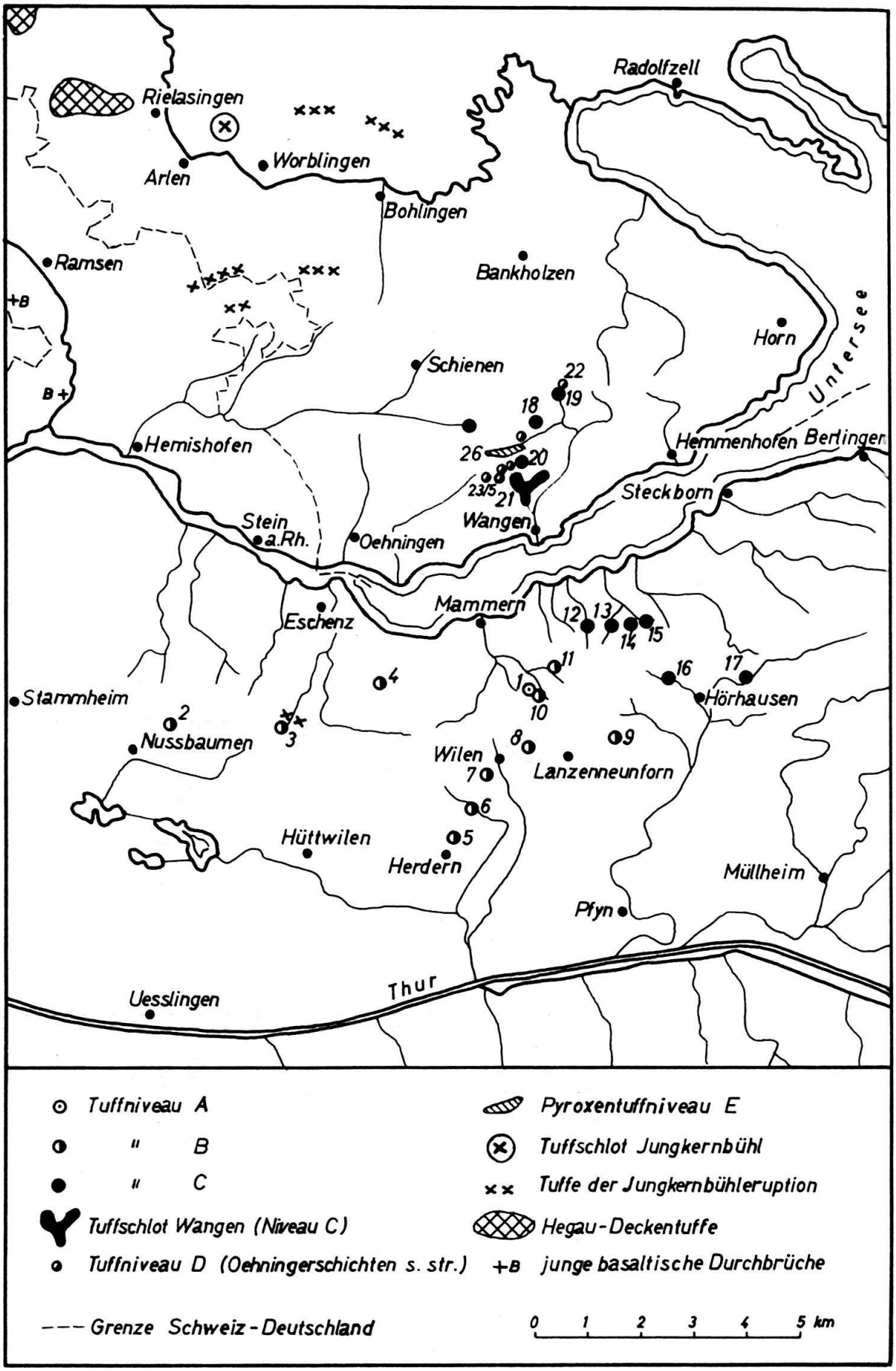

Fig. 1. Übersicht der vulkanischen Tuffvorkommen im Unterseegebiet.
Die Nummern beziehen sich auf Text und Tabelle I

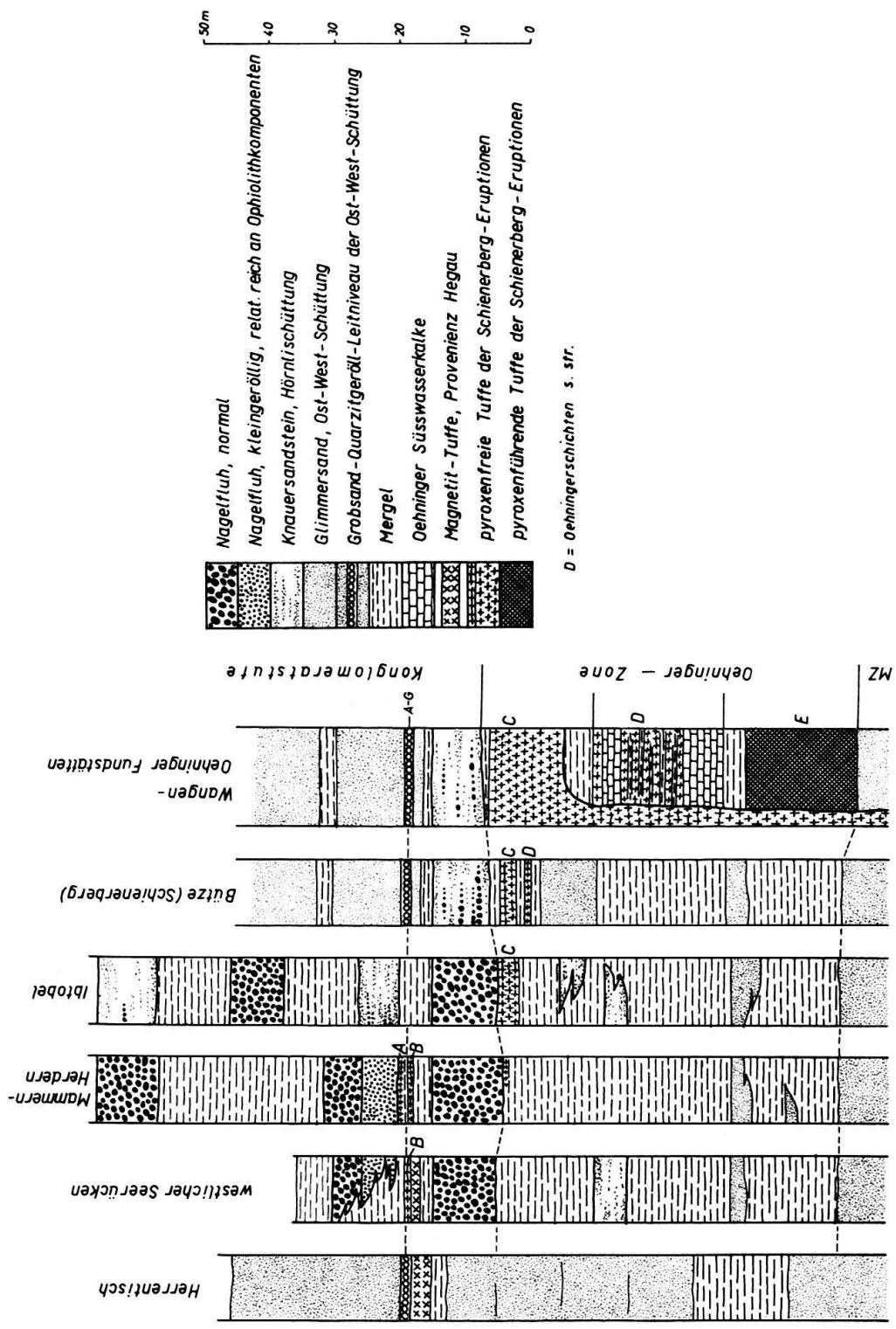

Fig. 2. Vergleichende lithologische Profile durch Oehningerzone und Konglomeratstufe der oberen Süsswassermolasse im Unterseegebiet. ABCDE: Tuffhorizonte, siehe Tabelle I und Text. MZ: mittlere Zone der ob. Süsswassermolasse. A – G = A-Grenze

Tuffniveau B:

Dieser auf dem Seerücken weitverbreitete Aschenhorizont liegt etwa 2 m unter Tuffniveau A im Mergelkomplex zwischen der tiefsten Nagelfluh der Konglomeratstufe und der genannten, zweiten, kleingerölligen und ophiolithgeröllreichen Schüttung. Er ist besonders im Gebiet S Mammern entwickelt. Innerhalb des Dreiecks Mammern–Herdern–Eschenz waren die Geröllschüttungen teilweise so stark, dass der Mergelzwischenkomplex mit den Tuffen meist völlig unterdrückt wurde.

Die genauen geologischen und sedimentpetrographischen Untersuchungen ergaben, dass auch die früher beschriebenen Tuffniveaux auf dem westlichen Seerücken bei Nussbaumen (Nr. 2 der nachfolgenden Beschreibungen), der obere Teil der Tuffe von Hirschensprung–Mäusetobel (Nr. 3) und jene von Freudenfels (Nr. 4) mit den neuentdeckten Vorkommen des Niveaus B der gleichen Eruption im Unterseegebiet zuzuschreiben sind. Dieser Befund eröffnet auch eine indirekte Parallelisationsmöglichkeit vom Herrentisch am NW Schienerberg über den Seerücken zum Oehninger Fundstättengebiet: Das Tuffniveau B liegt direkt über den aus dem Hegau stammenden Tuffen von Hirschensprung–Mäusetobel, die ihrerseits jenem am Herrentisch entsprechen und damit auch der durch das Grobsand–Quarzitgeröll–Leitniveau repräsentierten A-Grenze der Ost–West-Schüttung (Glimmersandsedimentation, HOFMANN 1956a, 1958b).

Tuffniveau C:

Dieses bedeutende Aschenniveau ist am Seerücken besonders im Gebiet des Ibtobels (zwischen Mammern und Steckborn am Nordabfall des Seerückens) entwickelt und strahlt bis in die Gegend von Hörhausen S Steckborn aus. Es liegt im unmittelbaren Liegenden der tiefsten Nagelfluh der Konglomeratstufe, von der es teilweise aufgearbeitet wurde. Es entspricht also den obersten Partien der Oehningerzone der oberen Süsswassermolasse, die am Schienerberg und Seerücken deutlich mergelig entwickelt ist. Die Glimmersandsedimentation der Ost–West-Schüttung beschränkte sich damals auf eine schmale Rinne auf der Höhe des Schienerberges (HOFMANN 1955, 1956, 1958b).

BESCHREIBUNG UND PETROGRAPHISCHE CHARAKTERISIERUNG DER TUFFHORIZONTE AUF DEM THURGAUISCHEN SEERÜCKEN

Allgemeine Kennzeichnung

Tuffniveau A:

An der einzigen Stelle, wo dieses Niveau nachweisbar ist (Chüeraintobel), finden sich in der sandigen Basiszone der beschriebenen zweiten, kleingerölligen Nagelfluh der Konglomeratstufe Einstreuungen bis 5 mm grosser, olivgrüner bis goldbrauner Biotite vulkanischer Herkunft. An sonstigen vulkanischen Mineralien treten nur noch geringe Spuren von Apatit, Hornblende und äusserst wenig Magnetit in der Schwemineralfraktion des tuffitischen Sandes auf.

Tuffniveau B:

Dieses Aschenniveau tritt im zentralen Teil seines Verbreitungsgebietes in Form einer ziemlich konstant 30 cm mächtigen, charakteristisch schokoladebraunen

Mergeleinlagerung auf, die stellenweise süsswasserkalkartige Einlagerungen enthält. Teilweise kommen konkretionär anmutende Kalkknollen vor. Nur an wenigen Stellen enthält das Niveau Anreicherungen grösserer Biotitflocken, die makroskopisch auf vulkanische Materialherkunft hindeuten. In den kalkigen Partien sind bis 2 mm grosse Magnetitkörner zu erkennen. Die randlichen Partien des Verbreitungsgebietes zeigen eine Ausbildung in Form rötlicher und bräunlicher Mergel, wiederum mit lokal angereichertem Biotitgehalt.

Typisch für dieses Tuffniveau ist der hohe Gehalt an Magnetit und Apatit, während Hornblenden stark zurücktreten und nur selten etwas angereichert sind. Biotit ist durch Windsichtungseinflüsse sehr unterschiedlich vorhanden. Vulkanische Leichtmineralien sind nicht nachzuweisen.

Charakteristisch ist, dass molassische Schweremineralien fast völlig fehlen. Hingegen treten in den Horizonten, die als schokoladebraune Mergel entwickelt sind, Wirbeltierknochenreste nicht selten auf. Die Ascheneinstreuung muss in einer Zeit fehlender Sedimentation und vorwiegend terrestrischer, stellenweise limnisch-lakrustrer Faziesverhältnisse stattgefunden haben. Die Untersuchung der schokoladebraunen, relativ karbonatarmen Mergel selbst ergab keinerlei Indizien auf vulkanische Materialherkunft im Sinne bentonitischer Ausbildung; die Tone sind rein illitisch. Es könnte sich dabei trotzdem zum Teil um ausgeblasenes, staubförmiges Aschenmaterial gehandelt haben (direkt vulkanisch und aus durchschlagenen Schichten), das nachträglich unter den genannten Bedingungen als Bodenhorizont entwickelt und erhalten wurde. Die Ausbildung erinnert etwas an jene der typisch terrestrischen kohligen Mergelbändchen der fluvioterrestrischen Molasse.

Die in Tuffniveau C auftretenden grünen Tone (Umwandlungsprodukte vulkanischer Aschensubstanz) fehlen in Niveau B vollkommen. Grössere Grundgebirgstrümmer fehlen ebenfalls, Quarze und Feldspäte als Bruchstücke davon treten nur sehr selten und in geringer Grösse auf, hingegen findet man gelegentlich Splitter von Kalken offenbar jurassischer Herkunft, aber nie grösser als 2–3 mm.

Tuffniveau C:

Dieser tiefste, bis heute am Seerücken nachgewiesene vulkanische Tuffhorizont hat im Ibtobelgebiet bis 4 m Mächtigkeit. Es handelt sich um glimmrige, meist grünlichgraue, sandig-mergelige Ablagerungen, die kaum durch Wasser verschwemmt sein dürften. Die Tuffe bestehen vorwiegend aus Material der durchschlagenen Molasseschichten, insbesondere aus Glimmersandmaterial der oberen Süsswassermolasse. Ausser olivgrünen Biotiten bis 5 mm ∅ sind vulkanische Mineralien selten. Die Schweremineralfraktion besteht fast nur aus granatreichen Anteilen der Glimmersande mit nur sehr vereinzelten Apatiten, Hornblenden und noch seltenerem Titanit. Magnetit ist ebenfalls nur sehr schwach vertreten. Lediglich die bräunliche bis rötliche Basis der Tuffe im Ibtobelgebiet (13b und 15b), also die dünnen Ablagerungen, die der ersten Phase der Eruption entsprechen, sind reicher an Magnetit, Apatit und Hornblenden. Verglichen mit Tuffniveau B ist der relative Gehalt an Hornblenden, bezogen auf das Total vulkanischer Mineralien, bei Niveau C grösser. Vulkanische Leichtmineralien konnten auch hier nicht nachgewiesen werden.

Besonders im Ibtobelgebiet enthalten die Tuffe stellenweise Lapilli bis 10 mm ⌀ und erhebliche Mengen an vorwiegend granitischen Grundgebirgsauswürflingen bis 10 mm ⌀, mit rötlichen Feldspäten. Einzelne Quarz- und Feldspatkörner als Bruchstücke granitischer Trümmer sind sehr häufig. Vereinzelt treten Trümmer eines granitischen Gesteins auf aus sehr frischem Mikroklin, Quarz und wenig olivgrünem Biotit. Im Ibtobel konnten auch Trümmer von Buntsandstein, von jurassischen Kalken und vereinzelte Bohnerzkörner nachgewiesen werden.

Auffallend ist ein variabler Gehalt an grobdispersem grünem Ton als Umwandlungsprodukt vulkanischen Aschenmaterials, woran besonders Vorkommen 15a reich ist. Dieser grüne Ton hat nach einigen durchgeführten Tastversuchen den Charakter basaltischer Bentonite und tritt auch am Schienerberg auf (siehe unten); er erinnert an ähnliche, aus dem Hegauvulkangebiet bekanntgewordene tonige Umwandlungsprodukte (HOFMANN & JAEGER 1959) und wird Gegenstand besonderer Untersuchungen bilden.

Der Karbonatgehalt ist bei Niveau C stets hoch und stark dolomitisch.

Das Material des Tuffniveaus C entspricht völlig der Schlotfüllung von Wangen am Schienerberg. Mit zunehmendem Abstand von der Ausbruchsstelle nimmt die Korngrösse der Auswürflinge stark ab.

Beschreibung der einzelnen Vorkommen

Der grösste Teil der Tuffvorkommen auf dem Seerücken wurde nach sedimentpetrographischen Gesichtspunkten untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle I und bei den einzelnen Vorkommen zusammengestellt, die nachstehend im einzelnen beschrieben werden. Die Nummern beziehen sich auf Figur 1, Tabelle I und auf die Hinweise im Text.

Weder am Seerücken östlich von Steckborn noch am Wellenberg (Frauenfeld) noch in der weiteren Umgebung des Schauenbergs (Aadorf–Elgg) konnten irgendwelche Indizien von Fernwirkungen der beschriebenen Aschenablagerungen gefunden werden, obwohl die kleingeröllige, relativ ophiolithgeröllreiche Nagelfluh als Leithorizont fast überall aufzufinden ist.

Tuffniveau A:

1. *Chüeraintobel*, linker Teil, SE Mammern, 600 m NNE Liebenfels. Koord. 712 140/277 120/555. Einstreuung von Biotit bis 5 mm ⌀ in der sandigen Basiszone der Nagelfluh, 2 m über Tuffniveau B (Profil siehe Fundstelle Nr. 10). Ausser Biotit praktisch nur fluviatiler Molassesand der Hörnlischüttung. Spuren von Apatit, Hornblende, kaum Magnetit.

Tuffniveau B:

2. *Nussbaumen*, Kiesgrube 750 m NE des Dorfes. Koord. 705 100/276 325/590 (siehe HOFMANN 1955). 30–50 cm bräunlicher, sandig-toniger Tuff im Mergelkomplex über der Nagelfluh. Dieses Vorkommen muss auf Grund der neuen Funde genetisch-materialmässig Tuffniveau B zugeschrieben werden, dessen Material nicht aus dem Hegau stammt.

3. *Mäusetobel-Hirschensprung*, S Eschenz. Koord. 707 300/276 300/565 (siehe HOFMANN 1955). 30 cm brauner, sandig-toniger Tuff über 70 cm grauem, magnetitreichem Tuff. Die Schwerefraktion des braunen Tuffs (Nr. 3) ist sehr reich an Apatit, aber arm an molassischen Schweremineralien; er muss auf Grund der neuen Funde ebenfalls dem nicht aus dem Hegau stammenden Tuffniveau B zugerechnet werden, während der liegende, graue Tuff (wenig Apatit; bis 2 mm

TABELLE I

Ergebnisse sedimentpetrographischer Untersuchungen an vulkanischen Tuffen des Unterseevulkanismus (Seerücken und Schienerberg)

	Niveau	Nr.	Lokalität	Schlämmrückstand > 20 μ, % total	Schlämmrückstand > 20 μ, % ohne Karbonate	Karbonatgehalt total, % Kalk	Karbonatgehalt total, % Dolomit	Magnetit-Gehalt %	Apatit-Gehalt %	basalt. Hornblende	Molasse-SM
Seerücken	B	2	Nussbaumen	40,7	40,0	—	1,0	1,2	+	+	+
	B	3	Mäusetobel S Eschenz	22,4	17,2	6,7	4,0	2,5	0,4	+	+
	B	4a	Freudenfels braun	23,5	15,5	4,0	11,0	0,3	0,1	+	—
		4b	Freudenfels rot	35,0	27,3	22,0	10,3	0,15	0,6	+	—
	B	5	Herdern	4,7	3,1	10,5	10,0	0,2	0,1	+	—
	B	6b	Buechhaldentobel	24,0	15,3	14,5	5,3	0,2	0,3	+	+
	B	7a	Wilen, brauner Mergel	15,3	11,0	17,5	4,0	1,4	1,3	+	—
		7b	Wilen, kalkige Partien	33,0	14,9	34,5	2,8	2,6	3,5	+	—
	B	8	W Lanzenneunforn	19,3	12,9	32,0	7,5	1,1	1,0	+++	—
	B	9	E Lanzenneunforn	13,8	8,8	25,0	8,5	0,15	0,4	+	—
	B	10	Chüeraintobel links	37,2	14,9	52,0	2,6	4,8	2,5	+	—
	B	11	Chüeraintobel rechts	7,5	4,5	8,5	4,5	0,2	0,1	+	—
	C	13a	Ibtobel links	47,4	38,2	21,0	15,5	—	+	+	*
		13b	Ibtobel links, Basis	14,8	10,9	25,0	6,5	0,15	0,2	++	+
	C	15a	Ibtobel rechts	47,6	37,0	17,0	14,0	0,2	+	+	*
		15b	Ibtobel rechts, Basis	18,3	17,8	—	1,0	0,3	0,5	++	++
	C	16	NW Hörhausen	54,0	47,0	18,0	15,0	+	+	+	*
	C	17	NE Hörhausen	42,5	35,1	24,5	13,0	+	+	+	*
Schienerberg	C	18	Hohen Olber	72,5	63,8	9,7	4,2	5,5	+	++	*
	C	19	E Bütze	52,5	45,7	0,5	19,0	0,6	++	+	*
	C	20	N Birkbohl	63,0	53,2	10,0	7,4	2,1	+	+	*
	C	21a	Schlot Ziegelhoftobel	69,3	51,4	13,0	6,8	1,7	+	+	*
		21b	Schlot Ziegelhoftobel	73,7	63,6	10,5	10,5	0,5	+	+	*
	D	22	E Bütze	24,7	11,0	41,5	4,8	0,3	0,5	+	—
	D	23	Grabungsstelle Salen	25,0	18,9	19,2	4,3	+	0,1	+++	+
	D	24	Ziegelhof	38,4	31,6	16,5	6,5	+	++	++	—
	D	25	Ziegelhoftobel	27,2	22,5	21,0	15,5	+	+	+	—
	E	26	Eichbohl Pyroxentuff	54,4	42,4	10,0	7,5	1,3	+	+++	++

+ selten ++ deutlich vorhanden +++ sehr stark vertreten

* vulkanische Mineralien sehr selten, Molasse-Schwemineralien (Molasse-SM) der Glimmersand-Schüttung weitaus dominierend.

lange, säulige Hornblenden mit charakteristischer Ausbleichung von den Enden her) nach wie vor der Jungkernbühleruption bei Arlen-Rielasingen zuzuschreiben ist; im Gegensatz zum braunen Tuff enthält der graue Tuff erhebliche Anteile an granitischen und anderen Grundgebirgstrümmern bis 5 mm ⌀. Wie Figur 2 zeigt, ergeben sich aus diesen Feststellungen wichtige Korrelationsmöglichkeiten mit dem Herrentisch, die auch durch die übrigen Leithorizonte zusätzlich belegt werden.

4. *Freudenfels* (SE Eschenz). Kiesgrube in Nagelfluhdoppelbank. Koord. 709 050/277 300/560. Die dünne mergelige Zwischenlage, die nach E auskeilt, führt zwei übereinanderliegende, biotit-

reiche tuffitische Mergellagen von je 15 cm Mächtigkeit, eine obere braune (4a) und eine untere rote Schicht (4b). Auch die darunterliegenden, grauen bis weisslichen, 15 cm mächtigen mergeligen Kalke führen vulkanischen Biotit. Auch dieses schon früher aufgefundene Niveau (HOFMANN 1955) ist materialmässig und genetisch als Randfazies im Einflussbereich der Nagelfluhschüttung dem Tuffniveau B zuzurechnen. Es enthält eine fast nur aus vulkanischem Apatit (bis 0,5 mm) bestehende Schwerefraktion ohne Anteile molassischen Materials.

5. *Herdern*, kleines Tobel 600 m N des Dorfes. Koord. 710 500/274 200/585. 20 cm brauner tuffitischer Mergel in 2 m Nagelfluhzwischenlage. Praktisch keine molassischen Schweremineralien; Apatit, wenig Hornblende, kaum Biotit, deutlich Magnetit. Randfazies.

6. *Buechhaldentobel*, zwischen Herdern und Wilen. Koord. 710 750/274 660/580. 4 m Mergelzwischenlage in Nagelfluhkomplex, unten mit 30 cm rotem tuffitischem Mergel (6b) direkt auf der liegenden Nagelfluh. Der rote Tuffit wird überlagert von 30 cm braunem tuffitischem Mergel. Beschaffenheit grundsätzlich gleichartig wie bei 5. Biotit tritt nur sehr wenig auf.

7. *Wilen*, sehr schöner Aufschluss am Strässchen 150 m NW der Häusergruppe. Koord. 711 200/275 150/580. 30 cm schokoladebrauner tuffitischer Mergel in Mergelkomplex, ca. 2 m unter kleingerölliger, ophiolithgeröllreicher Nagelfluh. Die braunen Mergel (7a) und die eingelagerten rötlichen, kalkigen Partien (7b) sind sehr magnetit- und apatitreich. Hornblende ist selten, molassische Schweremineralien fehlen praktisch. Der Apatit ist kurzprismatisch, bis 1 mm gross, mit Hauptkorngrössen zwischen 0,06 bis 0,2 mm. Der Magnetit ist ähnlich gekörnt und nicht über 1 mm gross. Der Schlämmrückstand enthält Wirbeltierknochen und -zähnchen.

8. *W Lanzenneunforn*, Kiesgrube in 10–12 m mächtiger Nagelfluh. Koord. 712 000/276 010/570. 30 cm dunkelbrauner tuffitischer Mergel mit Kalkkonkretionen, ca. 1 m über der Nagelfluhobergrenze. Relativ reich an sehr frischer, brauner basaltischer Hornblende nebst Apatit und Magnetit.

9. *E Lanzenneunforn*, Kiesgrube in Nagelfluh unter P. 576,9. Koord. 713 500/276 060/570. 30 cm sehr biotitreicher, tuffitischer Mergel ca. 1 m über der Nagelfluhobergrenze. Randfazies. Hornblendearm, Apatit, Magnetit und Titanit (selten). Kaum molassische Schweremineralien. Quarz- und Feldspatkörner als Bruchstücke granitischer Grundgebirgstrümmer.

10. *Chüeraintobel*, linker Teil, SE Mammern, 600 m NNE Liebenfels. Koord. 712 140/277 120/555. Profil:

Knauersandstein, plattig	1–2 m
Weiche, mergelige Sandsteine	1,2 m
Fette, helle, gelbgrau gefleckte Mergel	0,6 m
Knauersandstein	1 m
Nagelfluh, unten stark sandig, kleingeröllig	6 m
Vulkanische Biotiteinstreuung in der Basiszone (Tuffniveau A, 1)	0,05 m
Grauer bis grünlicher, massig brechender kalkiger Mergel	0,5 m
Gelbgrau gefleckte fette Mergel	1 m
Rötliches Mergelband	0,1 m
Gelbgrau gefleckte Mergel	0,7 m
Graue, fette Mergel	0,05 m
Tuffniveau B, dunkelschokoladebrauner, stark magnetit- und apatitführender toniger Mergel, mit zentraler Partie von ca. 7 cm süsswasserkalkartigen, stark tuffitischen Materials (Probe 10). Hornblende nicht häufig, Molasseschweremineralien fehlen. Deutlich kalkige Auswürflinge, nicht über 3–4 mm	0,30 m
Gelbgraue Mergel	1,8 m
Nagelfluh	4 m
Lokale Mergelzwischenlage	0–2 m
Nagelfluh bis Knauersandstein	10 m

11. *Chüeraintobel*, rechter Teil, SE Mammern, 1 km NNE Liebenfels. Koord. 712 280/277 420/550. 30 cm dunkelschokoladebrauner Tuff-Mergel in Nagelfluhzwischenlage, 2,5 m über der liegenden und 2 m unter der hangenden, kleingerölligen Nagelfluh. Kalkkonkretionen; Apatit und Magnetit, keine molassischen Schweremineralien. Weniger vulkanische Mineralien als 10.

Tuffniveau C:

12. Tobel SE *Ruine Neuburg*, 2 km E Mammern. Koord. 713 000/278 450/540. Ca. 3 m glimmrig-sandiger, grünlicher, gelbbraungefleckter Tuff auf der rechten Seite des Tobels, schlecht aufgeschlossen im unmittelbaren Liegenden der Nagelfluh.

13. *Ibtobel*, westl. Teil, 2,5 km E Mammern, Koord. 713 450/278 370/540. Profil:

Mergelzone	4–5	m
Knauersandstein	2	m
Nagelfluh	5	m
Tuff, grünlichgrau, sandig-glimmrig-tonig, mit grösseren olivgrünen Biotiten und viel Muskowit, arm an vulkanischen Mineralien; Grundgebirgstrümmer, seltener Lapilli. Probe 13a	4	m
Tuff-Basiszone, bräunlich bis rötlich, mergelig (13b). Reicher an Magnetit und Apatit, Hornblende relativ häufig	0,7	m
Weissliches, kreidig-kalkiges Material	2	m
Harter, etwas kavernöser Mergelkalk	1	m
Knauersandstein	1	m

14. *Ibtobel*, östlicher Teil, davon linke Bachgabel. Nagelfluh-Mergel-Steilhang. Koord. 713 660/278 320/540. Profil:

Nagelfluh	5	m
Tuff, grünlichgrau, sandig-glimmrig-tonig, Ausbildung völlig identisch mit 13a	0,8	m
Tuff-Basiszone, bräunlich-mergelig, wie 13b	0,2	m
Hellgraue, kalkige Schicht	0,5	m
Gelb-weiss-gefleckte Mergel	0,3	m
Ockergelbe, tonige Mergel	1	m
Rote Mergelzone	1,2	m
Gelbgraue, sandige Mergel	2	m
Knauersandstein	6	m

15. *Ibtobel*, östlicher Teil, davon rechte Bachgabel. Koord. 713 750/278 340/540. Profil:

Nagelfluh	5	m
Tuff, glimmrig-sandig, besonders reich an grünem vulkanischem Ton. Granitische und andere Grundgebirgstrümmer bis 10 mm ⌀, Lapilli, grünlichgrau tonig; deutlicher Magnetitgehalt. Probe 15a	1	m
Tuff-Basiszone, 15b. Bräunlich mergelig, relativ hoher Gehalt an Apatit, Magnetit, Hornblende. Helicidenführend	0,1–0,2	m
Mergel, grau, kalkig	0,5	m
Mergel, grün, mit Heliciden, deutlich grüner «Biotit» (nicht sicher vulkanisch), nach unten Übergang in Profil 14	0,6	m

16. *NW Hörhausen*, Loobachtobel. Koord. 714 750/277 100/550. Ca. 1 m grünlichgrauer, glimmrig-sandig-toniger Tuff. Grundsätzlich gleiche Ausbildung wie 13, 14, 15, jedoch ohne grössere Grundgebirgstrümmer; nur noch einzelne Körner von Quarz und Feldspat von Grundgebirgsherkunft. Keine braune Basiszone. Liegendes grüne und graue Mergel, meist kalkig, mit Rotzone.

17. *NE Hörhausen*, Chrebsbachtobel, Aufschluss im Bach oberhalb der Strassenbrücke Freihof–Reckenwil–Homburg. Koord. 716 000/277 200/555. Nagelfluh, unterlagert von 1 m Tuff in grundsätzlich gleicher Ausbildung wie 16, nur etwas feiner. Zwischen Nagelfluhbasis und Tuffobergrenze wenige Zentimeter nichttuffitische Mergel.

Deutliche, an vulkanischen Biotiten erkennbare, aber petrographisch nicht weiter nachweisbare Einstreuungen von Tuffniveau C fanden sich in der sandigen Basis der Nagelfluh unter Tuffniveau B, Vorkommen 11, und in der Basis der Nagelfluh, die im Anriss SW der Ruine Neuburg (E Mammern) sehr schön aufgeschlossen ist. Eigentliche Tuffe fehlen aber vollkommen.

VERGLEICHENDE GEOLOGISCHE UND PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IM ERUPTIONSGEBIET DER OEHNINGER FUNDSTÄTTEN

Die Entdeckung der beschriebenen vulkanischen Tuffhorizonte auf dem thurgauischen Seerücken gab Veranlassung dazu, das jenseits des Untersees gelegene Gebiet der Oehninger Fundstätten (siehe auch RUTTE 1956) und speziell die dortigen Tuffvorkommen genauer zu überprüfen. Bisher lagen nur makroskopische und nicht immer richtige Befunde über die dortigen Tuffe vor.

W der Bütze konnten zwei neue Vorkommen vulkanischer Tuffe aufgefunden werden (Nr. 19 und 20), und an der Bütze selbst wurde der wichtige Grobsand–Quarzitgeröll–Leithorizont der Ost–West-Schüttung zusätzlich zu den schon bekannten Vorkommen (HOFMANN 1956a) nachgewiesen.

Geologische und petrographische Untersuchungen

Es wurden sämtliche wichtigen Tuffvorkommen am südlichen Schienerberg untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle I dargestellt (siehe auch Fig. 1 und 2). Die Korngrössen der Magnetite, Apatite und Hornblenden sind auch in den Schlottuffen kaum je grösser als in den Tuffen auf dem Seerücken; im Wangener Schlot kommen nur sporadisch einmal grössere Hornblenden, häufiger aber Biotittafeln über 5 mm vor.

18. *Hohen Olber*, Aufschluss im Graben am Strässchen bei P. 613, Koord. 712 050/282 000/615. Sandige, zum Teil kalkig verfestigte Tuffe mit zahlreichen Lapilli bis 12 mm ⌀, die vorwiegend aus grünem vulkanischem Ton bestehen. Magnetitreich, apatitarm, reich an Molasseschweremineralien, grobem Molassesand (ausgeworfener Graupensand des Helvétien ?), Quarz- und Feldspattrümmern von Grundgebirgsauswürflingen. Relativ viel grüne und braune Hornblende.

19. Tobel *E Bütze* (350 m ESE Langenmoos). Koord. 712 410/282 700/645. Neuentdecktes Vorkommen. Profil:

Rote Mergel	0,2 m
Tuff, grünlichgrau, bräunlich, grau; glimmrig-sandig-tonig, mit grösseren Lapilli und mit olivgrünen Biotiten; Grundgebirgsauswürflinge; grüner vulkanischer Ton deutlich vorhanden. Oben und unten verkalkte Partien. Der obere Teil erinnert sehr stark an den Schlottuff von Wangen (Nr. 21), der untere Teil ist völlig identisch mit Tuffniveau C auf dem Seerücken. Mineralbestand durchgehend gleich wie Tuffniveau C auf dem Seerücken	2,2 m
Grüne Mergel	0,2 m
Braunrote und ockerfarbene Mergel	0,2 m
Rotviolette Mergelzone	0,15 m
Gelbgraue Mergel	0,7 m
Tuff, ziegelrot, z. T. pisolithisch (Niveau D Nr. 22)	0,25 m
Mergelzone	1,8 m
Mergelsandstein, grau, weich	0,7 m
Glimmersandlage	0,08 m
Grauer weicher Sandstein (Hörnlischüttung)	1 m
Glimmersand	10 m

20. Kuppe *Birkbohl*, 400 m E Ober Salen. Koord. 712 050/281 520/570. Aufschluss am Wegrand W der Kuppe. Grünlicher Tuff mit grösseren Grundgebirgstrümmern (bis 5 cm), wenig, aber deutlich grüner vulkanischer Ton. Viel Molasseschweremineralien. Braune und grüne Hornblende, kein Pyroxen: nicht identisch mit Tuffvorkommen Eichbohl (Niveau E, Nr. 26)!

21. *Tuffschlot Ziegelhoftobel*, N Wangen (siehe auch RUTTE 1956). Koord. 21a: 711 870/280 820/465 (Südteil); 21b: 711 840/280 880/480 (zentrale Partie). Grünliche, teils bräunliche

oder grünlichgraue, glimmrig-sandig-tonige Grundmasse mit Auswürflingen von Grundgebirgs- und Deckschichten bis Kopfgrösse (Granite, sonstiges Kristallin; Kalke des Jura und der Trias nicht allzu häufig). Hornblenden vereinzelt bis einige Millimeter; Biotite bis über 10 mm, Apatit selten, Magnetit mässig vorhanden. Pyroxen fehlt. Deutlicher Gehalt an grünem, grobdispersem vulkanischem Ton (Umwandlungsprodukt vulkanischer Asche) und vorwiegend daraus bestehenden Lapilli. Viel Molasseschwerermineralien.

22. Tobel *E Bütze* (350 m ESE Langenmoos). Koord. 712 410/282 700/645. Neuentdecktes Vorkommen. Ziegelroter Tuff, 25 cm mächtig (siehe Profil 19). Relativ viel Apatit und Magnetit, wenig Hornblende, keine Molasseschwerermineralien. Spuren von Quarz- und Feldspatkörnern aus dem Grundgebirge.

23. *Grabungsstelle Salen* (RUTTE 1956). 150 m SW Ober-Salen, 150 m NW Salen. Koord. 711 500/281 430/565. «Tombakbrauner Letten» (RUTTE). Biotit, Apatit und relativ viel basaltische Hornblende, aber nur Spuren von Magnetit. Kleine Bruchstücke von Quarz und Feldspat aus dem Grundgebirge. Keine Molasseschwerermineralien.

24. *Ziegelhof*. Koord. 711 770/281 050/535. Ca. dezimeterdicke rostrote Tufflagen in kalkig-mergeligen Schichten von typischer Oehninger Fundstättenfazies. Biotit selten, Apatit, basaltische Hornblende, praktisch kein Magnetit und keine Molasseschwerermineralien. Bruchstücke von Grundgebirgstrümmern (Feldspat, Quarz). Identisch mit den Tuffen auf dem Salenrücken (RUTTE 1956).

25. Oberstes *Ziegelhoftobel*, Koord. 711 750/280 980/500. «Tuffitischer Mergel» (RUTTE 1956). Biotitführende siltige Glimmermergel der Ost-West-Schüttung. Sehr schwacher Gehalt an Biotit, Hornblende, Apatit, praktisch keine Molasseschwerermineralien.

26. *Eichbohl*, Böschung am Weg 250 m W Ober-Salen. Koord. 711 400/281 500/565–570. Gleiches Material im Hohlweg 150 m ENE Ober-Salen. «Pisolithischer Tuff»; Lapillikonglomerat mit hohem Gehalt an grüner, grobdisperser, vulkanischer Tonsubstanz. Die Ausbildung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit den Lapilli-Brockentuffen der jüngsten Melilithbasaltphase des Hegauvulkanismus (Karolihof, HOFMANN 1956a; HOFMANN & JÄGER 1959). Das Gestein ist schwer dispergierbar (Benzinsprengung). Im Rückstand: Magnetit, grüne und relativ grosse braune basaltische Hornblende (bis 2 mm), wenig Apatit, selten Titanit. Ziemlich viel idiomorpher *Pyroxen* in gleicher Ausbildung wie im Tuff von Karolihof. Quarz- und Feldspatkörner aus dem Grundgebirge, kaum grössere Auswürflinge. Mässiger Anteil an Molasseschwerermineralien.

Dieses Tuffniveau enthält als einziges am Schienerberg Pyroxen. Beim Vorkommen am Birkbohl, das bis anhin mit jenem vom Eichbohl identifiziert wurde (RUTTE 1956), fehlt Pyroxen, und auch die übrige Ausbildung ist anders. Die beiden Vorkommen (20 und 26) sind deshalb nicht identisch.

Interpretation der Untersuchungsergebnisse und stratigraphische Einstufung der Tuffe am Schienerberg

Im Gebiet Ober-Salen–Oberer Bruch–Hohen-Olber–Bütze liegen die Schichten der oberen Süsswassermolasse horizontal und sind durch keinerlei Verwerfung gestört. Am Bützefelsen konnte über der dortigen Nagelfluh der Konglomeratstufe in der Basiszone der sie überlagernden Glimmersande das Grobsand–Quarzitgeröll–Leitniveau des Schienerberges, das schon früher beschrieben wurde, ebenfalls festgestellt werden (siehe HOFMANN 1956a). Es entspricht der A-Grenze der Glimmersandsedimentation. Aus diesen Gegebenheiten ergibt sich folgende stratigraphische Sukzession der Tuffhorizonte im Gebiet nördlich Ober-Salen:

Glimmersande
Grobsand–Quarzitgeröll–Leitniveau (A-Grenze)
Nagelfluh und Knauersandstein der Hörnlischüttung (Basisnagelfluh der Konglomeratstufe)
Tuffniveau Oberbühlhof–Hohen Olber–E Bütze (Nr. 18 und 19). Magnetitführend, apatitarm, glimmrig-sandig, mit Lapilli und Grundgebirgstrümmern, pyroxenfrei, mit grünem vulkanischem Ton

Dünne apatitreiche ziegelrote Tufflage E Bütze (Nr. 22), wenig Magnetit; magnetitarme Tuffe im Hohlweg NE Ober-Salen. Frei von Pyroxen und von grünem vulkanischem Ton

Oehningerkalke des oberen Bruches

Pyroxen-Lapillituff von Eichbohl–Ober-Salen. Ältester nachweisbarer Tuffhorizont. Reich an grünem vulkanischem Ton.

Die Tatsache, dass der Pyroxentuff Eichbohl–Ober-Salen und der pyroxenfreie Tuff am Birkbohl (Nr. 20) petrographisch nicht übereinstimmen, ist von entscheidender Bedeutung für die Einstufung der Tuffvorkommen südlich Ober-Salen. Wegen der Gleichsetzung der beiden genannten Tuffvorkommen musste RUTTE (1956) die Oehningerverwerfung 300 m E Ober-Salen brüsk aufhören lassen, ohne dafür eine mechanisch verständliche Erklärung zu geben. Der Tuff der Kuppe von Birkbohl (Nr. 20) entspricht nun aber völlig dem pyroxenfreien Niveau von Hohen-Olber–Bütze. Es ergibt sich daraus, dass die Oehningerverwerfung E Ober-Salen zwanglos nach E weiterzieht, dass also der Tuff Nr. 20 am Birkbohl durch diese Verwerfung mit den übrigen Komplexen des Plateaus von Salen um etwa 50 m tieferversetzt wurde. Dies entspricht auch genau der Niveaudifferenz zwischen oberem und unterem Bruch (N Ober-Salen bzw. Ziegelhof), m. a. W.: diese beiden Oehninger Kalkniveaux sind stratigraphisch identisch, im Sinne einer Bestätigung der Ansicht von STAUBER (1937). Die vorwiegend rostroten Tuffe der Gegend Ziegelhof–Salen–Salenrücken liegen deshalb über dem Oehninger Kalkniveau der beiden Hauptfundstätten; ihr jüngstes Glied ist der petrographisch durchaus entsprechende ziegelrote Tuff Nr. 22 E der Bütze. Charakteristisch für diese Tuffe ist der geringe Gehalt an molassischem Material (Schweremineralien), die Magnetitarmut, der relativ hohe Apatitgehalt und das völlige Fehlen von grünem vulkanischem Ton.

Die dünnen Kalkbänke der Grabungsstelle Salen (RUTTE 1956) entsprechen nicht dem Oehninger Hauptniveau; sie sind jünger, liegen aber unter dem Tuffniveau von Hohen-Olber–Birkbohl.

Die Schlottuffe im Ziegelhoftobel selbst entsprechen in jeder Hinsicht dem Tuffniveau Hohen-Olber–Bütze–Birkbohl, nicht aber irgend einem andern der beschriebenen Horizonte. Es ergibt sich also, dass die Schlotfüllung von Wangen dem Tuffniveau Nr. 18–19–20 im Liegenden der basalen Nagelfluh der Konglomeratstufe (Bütze) entspricht. Die Verhältnisse gehen aus Figur 2 hervor.

STRATIGRAPHISCH-VULKANOLOGISCHE KORRELATION ZWISCHEN SEERÜCKEN UND SCHIENERBERG

Die Befunde am Seerücken und im Oehninger Fundstättengebiet ermöglichen die Korrelationen, die aus Figur 2 und Tabelle I hervorgehen.

Die Tuffe des Niveaus C am Seerücken stimmen in jeder Beziehung mit dem Tuffniveau Oberbühlhof–Hohen-Olber–Bütze–Birkbohl überein und entsprechen der Schlotfüllung von Wangen. Sie lassen sich also direkt vom Schienerbergvulkanismus ableiten.

Das jüngere, auf dem Seerücken weitverbreitete Tuffniveau A kann hingegen nicht aus dem Schlot von Wangen stammen, der noch Material des Niveaus C enthält. Dass Niveau B am Schienerberg selbst nicht gefunden werden konnte, hängt damit zusammen, dass dort die fluviatilen Rinnen der Glimmersandschüttung

keine Ablagerung von Aschehorizonten zuliessen; zu gleicher Zeit herrschte hingegen am Seerücken ausgesprochen terrestrische Fazies. Die Tuffe des Niveaus B deuten in ihrer Ausbildung und Anordnung darauf hin, dass sie aus einem Schlot stammen müssen, der nicht allzu weit von Mammern entfernt war, möglicherweise ebenfalls aus der Gegend von Wangen oder dem Gebiet des Untersees. Jedenfalls ist der Beweis erbracht, dass der Schlot im Ziegelhoftobel nicht die einzige Ausbruchsstelle jenes Gebietes sein konnte. Konkretere Indizien stehen noch aus. Das gleiche gilt für Tuffniveau A.

Die Tuffe der Oehningerschichten s. str. (Tuffniveau D) konnten nur im eigentlichen Fundstättengebiet gefunden werden und sind an sich sehr schwach entwickelt.

Das Pyroxen-Tuffniveau Eichbohl-Ober-Salen (Tuffniveau E) hat vorwiegend Lapilli, aber kaum staubförmige Asche gefördert, weshalb die Streuung gering war. Der zugehörige Schlot dürfte in nächster Nähe zu erwarten sein.

Die Korrelation Schienerberg-Herrentisch-Seerücken geht aus Figur 2 hervor und bestätigt die früher geäusserten Auffassungen (Hofmann 1955, 1956a, b). Die neuen Befunde haben zudem ergeben, dass die Postulierung einer «Oehningerzone» im Liegenden der Konglomeratstufe der oberen Süsswassermolasse gemäss Konvention des Verfassers mit Herrn Dr. U. Büchi vom 4. 8. 1956 zu Recht besteht: die Oehningerschichten s. str. der Typlokalitäten von Salen liegen inmitten der Oehningerzone.

ALLGEMEINE PETROGRAPHISCH-VULKANOLOGISCHE CHARAKTERISIERUNG DES UNTERSEEVULKANISMUS

Die Eruptionsprodukte des Schienerberges entsprechen in ihrem Charakter durchaus dem Hegauvulkanismus. Magnetit, Apatit, basaltische und gewöhnliche Hornblenden und Biotit sind die Hauptmineralien. Pyroxen tritt nur im Niveau E auf und hat ausgesprochenen Leitwert; er ist auch im Hegau nicht häufig. Vulkanische Leichtmineralien fehlen ganz (im Hegau gelegentlich Sanidin). Der in den Tuffen des nördlichen Kantons Schaffhausen (Hofmann 1958a) zusammen mit Sanidin auftretende Melanit konnte innerhalb des Unterseevulkanismus nirgends aufgefunden werden (wohl aber in den postphonolithischen Deckentuffen am Hohenstoffel).

Die neuen Untersuchungsbefunde zeigen für den Unterseevulkanismus deutlich sich wiederholende Phasen:

Niveau A: Biotitführend, vermutlich magnetit- und apatitarm.
Niveau B: Apatitreich, arm an Grundgebirgstrümmern, ohne grünen vulkanischen Ton; vermutlich eher sauer.
Niveau C: Magnetit- und apatitarm, viel Grundgebirgsauswürflinge; hoher Gehalt an grünem vulkanischem Ton; eher basisch; Lapilli.
Niveau D: Apatitreich, arm an Grundgebirgstrümmern, ohne grünen vulkanischen Ton; eher sauer.
Niveau E: Lapillireich, mit hohem Gehalt an grünem vulkanischem Ton; apatitarm, magnetit- und hornblendereich. Relativ hoher Gehalt an Grundgebirgsauswürflingen; pyroxenführend. Eher basisch.

Es zeigt sich also ein deutlicher Wechsel des Charakters der geförderten Aschen mit unverkennbarer Periodizität.

Von einigem Interesse ist die Tatsache, dass in den Glimmersanden am Seerücken und Schienerberg in fast allen Horizonten z. T. nicht unbeträchtliche Anteile an offensichtlich vulkanischer, grüner Hornblende und gelegentlich idiomorphem Apatit gefunden werden, die nur in der Nachbarschaft des Schienerbergvulkanismus aufzutreten scheinen. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass auch der Schienerbergvulkanismus schon zur Zeit der älteren oberen Süsswassermolasse tätig war, wie dies für den Hegau nachgewiesen werden konnte (HOFMANN 1958a). Wegen der damals im Schienerberggebiet und auch am Seerücken ausserordentlich starken und breiten, rein fluviatilen Glimmersandsedimentation kann aber kaum damit gerechnet werden, dass zu jener Zeit Tuffhorizonte erhalten bleiben konnten.

TEKTONISCHE ERKENNTNISSE

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben als Nebenprodukt einige tektonische Erkenntnisse, die von gewissem Interesse sein dürften. Die unterschiedliche Höhenlage der Tuffvorkommen von Niveau B auf dem Seerücken ergibt, dass das Gebiet von Lanzenneunforn–Liebenfels S Mammern gegenüber jenem der Hügelzone des Hörnliwaldes N Herdern um etwa 15 m abgesenkt ist, gegenüber dem nördlich anschliessenden Chüeraintobelgebiet aber seinerseits etwa 20 m höher liegt. Wahrscheinlich spielen kleine Verwerfungen eine Rolle, doch kann deren Verlauf nicht genau festgelegt werden.

Der Schienerberg nördlich der Oehningerverwerfung liegt etwa 100 m höher als das entsprechende Gebiet des Seerückens. Der Schienerberg ist also ein ausgesprochener Horst. Das abgesenkte Gebiet des Plateaus von Salen N Wangen liegt etwa 30 m höher als das gegenüberliegende Gebiet des Seerückens. Tektonische Störungen für das eigentliche Unterseegebiet ergeben sich daraus zwangsläufig.

Die vom Verfasser 1955 gegebene tektonische Deutung des Seerückens wurde durch die neuen Befunde bestätigt. Auch die Existenz der bedeutenden Verwerfung Hemmenhofen–Bankholzen an NE Schienerberg kann durch den geführten Nachweis der Leithorizonte nicht mehr in Zweifel gezogen werden.

LITERATUR

BÜCHI, U. P. (1957): *Zur Gliederung der Oberen Süsswassermolasse (OSM) zwischen Bodensee und Reuss.* Bull. Verein. Schweizer. Petrol. Geol. Ing. *24*/66.

– (1958): *Geologie der Oberen Süsswassermolasse (OSM) zwischen Reuss und Glatt.* Bull. Verein. Schweizer. Petrol. Geol. Ing. *25*/68.

GEIGER, E. (1943): *Geologischer Atlas der Schweiz,* Blatt 16 (Pfyn–Märstetten–Frauenfeld–Bussnang). Mit Erläuterungen.

HANTKE, R. (1954): *Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg.* Denkschr. Schweiz. naturf. Ges. *80*/2.

HOFMANN, F. (1951): *Zur Stratigraphie und Tektonik des st.-gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süsswassermolasse) und zur Bodenseegeologie.* Ber. Tätigk. st.-gall. naturw. Ges. *74*.

– (1955): *Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *48*/1.

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

– (1956b): *Die Obere Süsswassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau.* Bull. Verein. Schweizer. Petrol. Geol. Ing. *23*/64.

– (1958a): *Vulkanische Tuffhorizonte in der Oberen Süsswassermolasse des Randen und Reiat, Kanton Schaffhausen.* Eclogae geol. Helv. *51*/2.

– (1958b): *Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der Oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz.* Habil. Schrift, Manuskr., Bibl. ETH Zürich.

HOFMANN, F., & JAEGER, E. (1959): *Saponit als Umwandlungsprodukt im basaltischen vulkanischen Tuff von Karolihof (Kanton Schaffhausen)*. Schweiz. Min.-Petr. Mitt. *39*/1.

PAVONI, N. (1957): *Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel*. Vjschr. Natf. Ges. Zürich *102*/5.

RUTTE, E. (1951): *Die Geologie der Oehninger Fundstätten*. Mittbl. Bad. Geol. Landesanst. f. 1950.

– (1956a): *Die Geologie des Schienerberges (Bodensee) und der Oehninger Fundstätten*. N. Jb. Geol. Pal. Abh. *102*/2.

– (1956b): *Zur Geologie des westlichen Schienerberges zwischen Herrentisch und Stein am Rhein*. Eclogae geol. Helv. *49*/1.

SEEMANN, R. (1929): *Stratigraphische und allgemein geologische Probleme im Obermiozän Südwestdeutschlands*. N. Jb. Min. etc., Beilageb. *63*/B.

STAUB, R. (1934): *Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie*. Denkschr. SNG, *LXIX*/1.

STAUBER, H. (1935): *Beitrag zur Geologie und Stratigraphie des Schienerberges am Untersee*. Dipl. Arb. ETH, Manuskr.

– (1937): *Neuere geologische Untersuchungen am Schienerberg*. Mein Heimatland, *3*.

– (1942): *Neue stratigraphische und geologische Untersuchungen an den alten Oehninger Fundstätten*. Eclogae geol. Helv. *34*.