

Jungdiluvialer Tuff im Eichsfeld

Von WILHELM AHRENS (Berlin) und KURT STEINBERG † (Göttingen)

(Mit 2 Abbildungen)

1. Einleitung (K. STEINBERG ¹⁾)	17
2. Lage des Fundortes und Vegetationsgeschichte (K. STEINBERG ¹⁾)	17
3. Untersuchung und geologische Bedeutung des Tuffes (W. AHRENS)	20
A. Petrographie des Tuffes	20
B. Herkunft des Tuffes	23
a) Alterstolge und Kennzeichnung saurer Tuffe des Laacher-See-Gebietes im Jungdiluvium und Alluvium	24
b) Vergleich des Eichsfelder Tuffes mit Phonolith- und Trachyttuffen des Laacher-See-Gebietes	27
C. Geologische Bedeutung des Eichsfelder Tuffes	28
4. Zusammenfassung (W. AHRENS)	29
5. Schriften	30

1. Einleitung

Im Jahre 1936 wurde in spätglazialen Ablagerungen des ehemaligen Luttersees (jetzt Lutteranger) im Untereichsfeld eine Schicht feinsten „Sandes“ gefunden, die durch ihr gleichmäßiges Vorkommen am Grunde des Seebeckens und durch eine merkwürdige Einlagerung zwischen Gytja und Torf die Aufmerksamkeit auf sich zog. Prof. C. H. EDELMAN, Wageningen, der im Frühjahr 1938 eine kleine Probe des Sandes untersuchte, fand in ihr vulkanisches Material und kam bei einer im Juni 1941 gemeinsam mit Dr. R. D. CROMMELIN vorgenommenen Untersuchung einer weiteren Probe zu dem Ergebnis, daß diese größtenteils aus isotropen Aschenfragmenten zusammengesetzt sei. Ebenso wies Dr. R. SEEMANN, Stuttgart, auf die bimssteinartige Natur vieler Bestandteile hin. Da es nach diesen Feststellungen nicht zweifelhaft sein konnte, daß es sich hier um eine vulkanische Aschen- bzw. Tuffschicht handeln und als deren Herkunftsgebiet in erster Linie die Eifel in Frage kommen müsse, übernahm W. AHRENS, Berlin, die weitere Bearbeitung. Diese konnte, da nur noch eine geringe Materialmenge zur Verfügung stand, vorerst nur in vorläufiger Form erfolgen. Da die Veröffentlichung des Fundes aber aus verschiedenen Gründen schon allzu lange hinausgeschoben wurde und eine abschließende Untersuchung erst nach dem Kriege durchgeführt werden kann, sollen zunächst die bisherigen Ergebnisse mitgeteilt werden. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch allen genannten Herren meinen Dank für ihre Untersuchung aussprechen.

2. Lage des Fundortes und Vegetationsgeschichte

Der Luttersee ist ein kleiner See von 400—800 m Durchmesser, etwa 400 m nördlich vom Seeburger See im Untereichsfeld (Meßtischblatt Waake, 1,5 km nordnordostwärts Seeburg, 17 km ostnordostwärts Göttingen), der im vorigen Jahrhundert zur Gewinnung einer Wiese trockengelegt wurde. Er liegt mitten im Mittleren Buntsandstein und erfüllt sehr wahrscheinlich eines der hier nicht seltenen, durch Salzauslaugung entstandenen Einsturzbecken. Löß ist in der Umgebung in größerer Mächtigkeit verbreitet.

Das Becken wird von mächtigen Ablagerungen vorwiegend limnischer Natur ausgekleidet, die bisher bis zu einer Tiefe von über 8 m

¹⁾ Vgl. den Zusatz am Schluß, S. 29.

erbohrt werden konnten. Von diesen gehört der größere Teil, bis zu 6,30 m Tiefe, der Nacheiszeit seit Beginn der Haselausbreitung an. Die Pollendiagramme lassen die bekannten postglazialen Waldzeiten mit besonderer Klarheit verfolgen. Unter den nacheiszeitlichen Ablagerungen ruhen aber noch solche spätglazialen Alters, in denen sich von den bisher erfaßten ältesten zu den jüngeren Schichten hin auf Grund einer größeren Zahl sehr dicht gezählter Diagramme folgende Vegetationsperioden unterscheiden lassen (Abb. 1).

I. Ältere waldlose Zeit. Ausgezeichnet durch sehr hohe Nichtbaumpollenwerte (trotz der limnischen Ablagerungen immer über 100%, bis 869%) und durch geringe Pollendichte. Unter den Pollen der Holzpflanzen vorherrschend *Betula* (bis 77%) und *Salix* (bis 60%), während

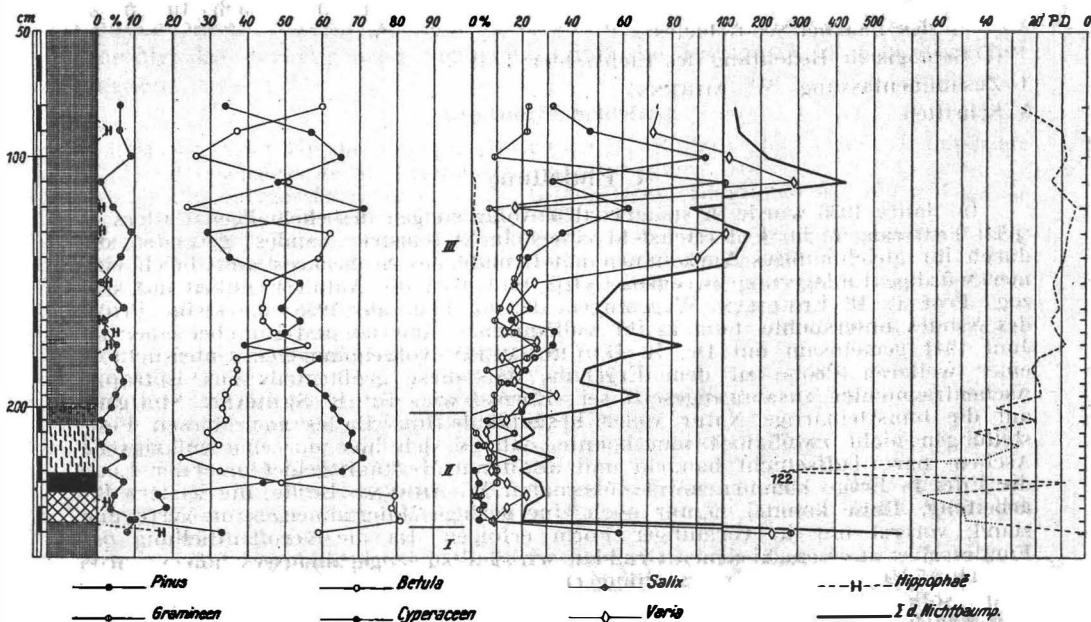


Abb. 1.

Pollendiagramm einer Grabung in den spätglazialen Schichten des Lutterangers bei Seeburg.

Links die Stratigraphie (Erklärung s. Abb. 2); daneben das Diagramm der Gehölzpollen und der Nichtbaumpollen; rechts die Pollendichte, und zwar nach Behandlung mit Flußsäure gestrichelt, ohne diese punktiert.

Pinus zurücktritt (bis 44%). *Hippophaë* ist nicht selten, vereinzelt tritt *Selaginella selaginoides* auf, während *Ericaceen* und *Empetrum* noch völlig fehlen. Gegen Ende des Abschnitts sinken die Nichtbaumpollen und *Salix* ab.

II. Birken- und Kiefernzeit. Die Nichtbaumpollen sind spärlicher (meist unter 50%), auch *Salix* liegt meist unter 10%, die Pollendichte wird beträchtlich. Zunächst herrscht *Betula* (bis 81%), dann wird *Pinus* vorherrschend (bis 80%), und zum Schluß steigt wieder *Betula* etwas an. Jetzt erscheint in geringen Mengen auch *Empetrum*.

III. Jüngere waldlose oder waldarme Zeit. Die Nichtbaumpollen steigen wiederum stark an und liegen meist über 100%. Während es sich aber in I vorwiegend um Gramineen und nur um wenig Wasserpflanzen gehandelt hat, spielt jetzt der Pollen von Wasserpflanzen, besonders von *Batrachium*, eine große Rolle. Die Pollendichte ist wiederum gering. Unter den Gehölzen herrscht *Betula* (bis 64%), *Salix* bleibt hingegen fast immer unter 10%. *Hippophaë* ist regelmäßig nachweisbar, ziemlich regelmäßig auch *Empetrum* und in Spuren neuerdings *Selaginella*.

IV. Birkenzeit. Die Nichtbaumpollen fallen stark ab und bleiben fortan durch die ganzen älteren Abschnitte der Nacheiszeit niedrig, die Pollendichte wird beträchtlich. Es herrscht meist *Betula* (bis 78%), danach *Pinus*, während *Salix* nur noch spärlich vertreten ist (bis 3,3%). Gegen Ende des Abschnittes setzt die geschlossene *Corylus*-Kurve ein, und

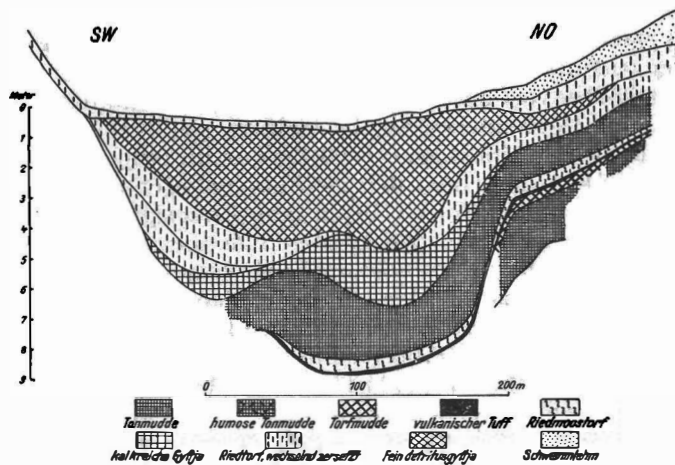


Abb. 2.

Linienprofil durch die Ablagerungen des Lutterangers bei Seeburg. (Die Zeichenerklärung gilt für Abb. 1 und 2).

Ulmus und *Quercus* sind erstmalig nachzuweisen. *Empetrum*, anfangs noch vorhanden, verschwindet später. *Hippophaë* und *Selaginella* fehlen von Beginn des Abschnitts an.

V. Haselzeit. Mit deutlichem *Corylus*-Gipfel bis 268%.

Diese Periodenfolge entspricht vollkommen der durch die Ausbildung der Allerödzeit ausgezeichneten Gliederung des Spätglazials der Ostseeländer, wie sie zur Zeit der Durchführung dieser Untersuchungen, abgesehen von Dänemark und Schweden, aus Holstein (SCHÜTRUMPF 1935) und Ostpreußen (GROSS 1937) bekannt war und seither sehr klar auch bei Bremen (OVERBECK & SCHNEIDER 1940) und in größerer Nähe in der Lüneburger Heide (SELLE 1939) nachgewiesen wurde; so kann kaum ein Zweifel bestehen, daß die Abschnitte I—III im wesentlichen der älteren und jüngeren Dryaszeit bzw. der zwischengeschalteten interstadialen Allerödzeit angehören. (Für die Denkmöglichkeit, daß es sich hier vielleicht um ältere glaziale und interstadiale Abschnitte han-

dehn könnte, fehlt jeder Anhaltspunkt, zumal der Übergang zu den zweifellos postglazialen Abschnitten IV und V in verschiedenen Profilen sehr allmählich erfolgt.) Auf die Bedeutung, die diese Fundstelle vor allem auch durch den Nachweis der Waldverdrängung noch während der jüngeren Dryaszeit in so geringer Höhenlage südlich des Harzes zukommt, soll hier aber noch nicht weiter eingegangen werden (vgl. FIRBAS 1939).

Mit der Abfolge der geschilderten Vegetationsperioden deckt sich nun, wie dies im Spätglazial meist der Fall ist, auch weitgehend die Schichtfolge. Dem waldlosen Abschnitt I entsprechen limnische Tone und Tonmudden, ähnlich dem Abschnitt III. Der Abschnitt II aber ist nach den bisherigen Bohrungen durch eine ältere Schicht von Torfmudde und eine jüngere von Riedmoostorf vertreten. Mit Abschnitt IV beginnen dann Gyttjen mit überwiegend organischen Bestandteilen. Abb. 1 gibt dies an einem Pollendiagramm wieder, das durch Grabung am östlichen Rand des Beckens gewonnen wurde und die Abschnitte I—III klar erkennen läßt. An der Grenze zwischen Torfmudde und Torf in II findet sich nun in einer Stärke von einigen Zentimetern die vulkanische Tuffschicht. Sie hat mit der Dachnowsky-Sonde vielfach nicht durchbohrt werden können, so daß ihre genaue Lage vorläufig nur an einigen Stellen ermittelt werden konnte. Doch geht aus dem bisher vorliegenden, durch die Mitte des Seebeckens von SW nach NE gelegten Linienprofil (Abb. 2) hervor, daß sie das ganze Seebecken auskleidet. Ob sie im Wasser abgelagert wurde, bedarf noch der Entscheidung. Im Gegensatz zu der liegenden Mudde erwies sie sich bis auf den untersten Zentimeter als völlig karbonatfrei. Da die Torfschicht auch bei den tieferen Bohrungen festgestellt wurde, muß das Becken nach der Ablagerung der vulkanischen Schicht weitgehend trocken gelegen haben. Es ist offenbar bald darauf und auch noch in jüngerer Zeit durch neuerliche Einbrüche weiter vertieft und wiederum mit Wasser gefüllt worden.

Der Nachweis von Schichten vulkanischer Asche könnte nun in ähnlicher Weise zur zeitlichen Gliederung und Verknüpfung des Spätglazials ausgewertet werden, wie dies V. AUER 1933 in Feuerland getan hat (vgl. auch SALMI 1941). Zu Beginn meiner Untersuchungen lagen entsprechende Erfahrungen in Europa noch nicht vor. Seither hat K. FÆGGRI (1939/1940) auf ein ähnliches Vorkommen im südlichen Norwegen aufmerksam gemacht, bei dem die Herkunft des Materials noch fraglich ist. Es wird jedenfalls auch für die Vegetationsgeschichte wichtig sein, auf solche Vorkommen mehr als bisher zu achten.

3. Untersuchung und geologische Bedeutung des Tuffes

A. Petrographie des Tuffes

Zur Untersuchung stand nur eine Probe vom östlichen Rand des Lutterangers aus 2,3 m Tiefe zur Verfügung. Sie zerfiel an der Luft zu Staub.

Die Betrachtung mit der Lupe zeigt nur einen ziemlich hellgrauen, sehr feinen, gleichmäßigen „Sand“. Unter dem Mikroskop sieht man, daß der „Sand“ überwiegend aus Glaspartikeln besteht. Es handelt sich also um einen Tuff bzw. Tuffit.

Die Glasfetzen sind farblos und zeigen die typischen eckigen und zackigen Formen vulkanischer Zerspritzung. Sie müssen aus der Luft abgesetzt sein und können nachher keine nennenswerten Bewegungen mehr mitgemacht haben. Ihre Größe beträgt im Durchschnitt 30–70 μ . Sie geht gelegentlich bis 10 μ herunter; Stücke über 100 μ sind selten, über 150 μ wurden kaum beobachtet. — Neben diesen kompakten Glasfetzen treten Stückchen auf, die einzelne kleine, meistens rundliche Poren enthalten. Sie sind als kleinste Bimssteinbröckchen anzusehen und erreichen mehrfach Durchmesser bis 200 μ . Bei der Trennung durch Zentrifugieren fanden sie sich ziemlich reichlich in der schweren Fraktion (> 2,9), weil die Hohlräume oft mit Eisenhydroxyd ausgefüllt sind. Vielfach sind die einzelnen Bröckchen auch durch derartige Neubildungen verkittet.

Der Brechungsexponent des Glases ist nicht ganz einheitlich. Er liegt bei 1,505–1,507 und mag in einzelnen Fällen noch etwas niedriger sein. Die Verschiedenheit dürfte sich durch geringe Schwankungen im Hydratwassergehalt erklären. Die Farbe und das sonstige physikalische Verhalten zeigen, daß es sich um Glas saurer bis mittelsaurer Gesteine handeln muß. — Auffällig ist die ungewöhnliche Frische der Glasfetzen.

Die anisotropen Bestandteile sind überwiegend Quarz. Ihre Größe ist der der Glasfetzen ähnlich. Sie sind meistens eckig und zackig. Mehrfach sind auch Quarzaggregate bis zu 300–500 μ zu beobachten.

Wesentlich seltener sind Feldspäte. Ihre Größe wird im Durchschnitt 100–200 μ , vereinzelt bis 300 μ betragen. Meistens scheint es sich um Orthoklas, seltener um sauren Plagioklas zu handeln. Auffallend ist, daß neben völlig frischen, glasklaren Stücken stark kaolinisierte oder wenigstens solche mit breiter randlicher Kaolinisierung auftreten. Mikroklin wurde vereinzelt beobachtet. Die Form ist bei den frischen Stücken meistens eckig, allerdings nicht so ausgeprägt wie bei manchen Quarzen. Die zersetzten Feldspäte, unter denen sich auch verschiedene Plagioklase befinden dürften, sind durchweg rundlicher.

Sehr spärlich sind die dunklen Gemengteile. Um ein einigermaßen zutreffendes Bild ihres Vorkommens zu erhalten, wurde ein Teil der Proben zentrifugiert. In der schweren Fraktion (> 2,90) fand sich vor allem braune Hornblende, dann verschiedene Augite, Epidot und sehr vereinzelt Granat und Zirkon. Die Augite haben teilweise Säulchenform. Sie werden gelegentlich mit schmutziggrüner Farbe durchsichtig und zeigen dann und wann einen schwachen, aber deutlichen Pleochroismus. Es scheint sich danach um Agirinaugit zu handeln. Die Korngröße dürfte im Durchschnitt bei 100–120 μ liegen. Unter 100, bis 80 μ kommt gelegentlich noch vor; 150 μ werden selten, 200 μ so gut wie nie erreicht. Quantitative Angaben über die Mineralverteilung zu machen, ist bei der geringen zur Verfügung stehenden Probemenge nicht sicher möglich. Es ist auch für die hier interessierenden Fragen unerheblich.

Gesteinsfragmente fanden sich, abgesehen von den kleinen Quarzaggregaten, nicht.

Außer diesen Mineralien sind ziemlich reichlich organische Reste, vor allem Diatomeenbruchstücke, vorhanden.

Ohne weiteres sind nur die Glasfetzen als vulkanischen Ursprungs anzusehen. Bei den anisotropen Bestandteilen muß dagegen die Frage

ihrer Herkunft im einzelnen geprüft werden; denn es ist selbstverständlich, daß Staub und Sand fremder Entstehung, vor allem aus dem Löß und Buntsandstein der nächsten Umgebung, in den Tuff hineingelangt sein wird. Die physikalische Beschaffenheit der Glasfetzen zeigt zwar, daß sie einem sauren Magma entstammen müssen. Eine genaue petrographische Einordnung und damit eine sichere Herkunftsbestimmung des Tuffes kann aber nur erfolgen, wenn Mineralien als syngenetisch nachgewiesen werden können, die für die Unterscheidung verschiedener Arten saurer Ergußgesteine typisch sind. Die eigentlichen Charaktermineralien, die Feldspatvertreter, wurden leider trotz genauester Durchsicht auch nicht in Spuren oder Resten gefunden.

Von derselben Wichtigkeit ist die Untersuchung der eingeschlossenen Gesteinsbruchstücke. Sie können dem beim Ausbruch durchschlagenen Untergrund entstammen und so einen Hinweis auf den Ausbruchsort liefern.

Am häufigsten ist unter den anisotropen Bestandteilen der Quarz. Trotz der gelegentlich nicht nur eckigen, sondern fast zackigen Form braucht er nicht mit den Glasfetzen eines Ursprungs zu sein. Quarz tritt in derselben Art auch im Löß auf. Seine Form erhielt er durch Absprengung im Frostboden und kann sie auch bei Absatz durch Wind und selbst bei einem geringen späteren Umtransport bewahren. Die meisten der nicht sehr eckigen Körner und die kleinen Aggregate sind umgelagerter Buntsandstein der nächsten Umgebung. Bei den Quarzaggregaten scheint es sich nur teilweise um sekundäre Verkittungen zu handeln; manche sind sicher kleinste Bruchstücke von Buntsandstein.

Aus dem Buntsandstein stammen auch die zersetzten Feldspäte einschließlich des Mikroklin. Nur die frischen Orthoklase und Albite können vulkanischen Ursprungs sein. Auffällig ist nur, daß auch die glasklaren Sanidine und Albite gelegentlich bis 300μ groß werden, also den normalen Durchmesser der Glasfetzen nicht unwesentlich überschreiten. Da wir annehmen müssen, daß die Eruptionswolke bei der großen Entfernung vom Ausbruchsort aus annähernd gleichartig großen, gleichartig schweren und gleichartig geformten Teilchen bestand, spricht diese Tatsache nicht gerade für die Syngenes. Klare Feldspäte können aber im Löß vorkommen. Es ist daher anzunehmen, daß wenigstens ein Teil dieser Bruchstücke auch aus der nächsten Umgebung eingeweht ist. — Große Bedeutung haben Sanidin und Albit für die Zuordnung des Glases zu einem bestimmten Ergußgestein sowieso nicht, da beide in jedem sauren Tuff vorkommen können.

Bei den dunklen Mineralien braucht nur die Herkunft der Hornblende und der Augite erörtert zu werden. Die übrigen Mineralien sind entweder uncharakteristisch oder kommen in jungen Eruptivgesteinen überhaupt nicht vor, finden sich dagegen verbreitet im Löß.

Die Hornblende-Bruchstücke sind gelegentlich so groß (150μ und darüber), daß besonders bei ihrem hohen spezifischen Gewicht dasselbe Bedenken gilt wie bei den großen Orthoklasen. Auch bei vielen Augiten kann man aus denselben Gründen im Zweifel über ihre Herkunft sein. Es kommt hinzu, daß beide, vor allem die Hornblende, auch in der schweren Fraktion im Löß vorkommen. Trotzdem können sie teilweise

mit dem Glas gleicher Entstehung sein. Dies gilt vor allem für die Säulchen von Ägirinaugit.

Für die Beurteilung der Frage, zu welchem Gestein die Glasfetzen petrographisch gehören, stehen also nur wenige Beobachtungen zur Verfügung. Die physikalische Beschaffenheit des Glases, vor allem seine Farbe, weisen mit Sicherheit auf ein saures oder mittelsaures Eruptivgestein, auf Trachyt oder Phonolith, hin. Die vielleicht syngenetischen Feldspäte, Sanidin und saurer Plagioklas, können in derartigen Gesteinen überall auftreten, ebenso manche Hornblenden und Augit, vor allem Ägirin und Ägirinaugit. Die für die Unterscheidung und Kennzeichnung wesentlichen Mineralien, die Feldspatvertreter, fanden sich nicht. Dies braucht nicht nur auf ihrer leichten Zersetzbarkeit zu beruhen, sondern kann schon darauf zurückzuführen sein, daß sie in dem extrem glasreichen Magma, dessen Zerspratzung der Tuff seine Entstehung verdankt, nur in sehr geringer Menge oder überhaupt nicht auskristallisiert waren. Wegen der ausschlaggebenden Bedeutung der Feldspatvertreter für die Diagnose muß trotzdem bei einer späteren Untersuchung an reichlicheren Probenmengen ganz besonders auf diese Mineralien geachtet werden.

Die Zugehörigkeit des Glases zu einem bestimmten Magmatyp ließe sich durch eine chemische Analyse prüfen. Sie unterblieb, weil das zur Verfügung stehende Material nicht ausreichte. Bei der gleich zu erwähnenden Heteromorphie der zum Vergleich in Frage kommenden Eifeler Eruptiva wäre aber auch dadurch eine sichere Diagnose nicht möglich.

Reste von Sedimentgesteinen, die der Umgebung des Fundpunktes fremd sind und so auf den Ausbruchsort hinweisen, etwa Schieferschüppchen, wurden nicht beobachtet. Sie sind auch wegen ihrer Schwere kaum zu erwarten; bei der späteren Untersuchung an größeren Probenmengen muß trotzdem besonders darauf geachtet werden. — Quarz und Quarzaggregate lassen sich, wie gesagt, ungezwungen nur auf die nächste Umgebung zurückführen.

B. Herkunft des Tuffes.

Für den Versuch, den Ausbruchsort des Tuffes vom Lutreranger zu bestimmen, stehen uns zwei Daten zur Verfügung:

1. Die stratigraphische Feststellung des Alters des Tuffs als Alleröd durch die vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen. Sie hat bei der Einschaltung des Tuffs in gut bestimmbare Horizonte einen hohen Grad von Genauigkeit.

2. Die Bestimmung des petrographischen Charakters. Sie ist nur in einem sehr weiten Rahmen möglich. Die Art des Gesteins — extrem glasreich — und die leichte Zersetzbarkeit der wenigen, überhaupt zu erwartenden charakteristischen Mineralien kann nur einen ungefähren Anhalt geben. Unmittelbare Hinweise auf das Ursprungsgebiet durch das Auftreten von Bruchstücken des bei der Förderung des Tuffes durchschlagenen Untergrundes fehlen bisher.

Da vulkanische Erscheinungen in der näheren Umgebung nie beobachtet wurden, auch überhaupt nicht zu erwarten sind, muß die Herkunft in größerer Entfernung gesucht werden.

Tätige Vulkane finden wir im Quartär in der Eifel, in Böhmen (Eger) sowie in Mähren und Schlesien. In Böhmen, Mähren und Schlesien wurden nur basaltische Massen gefördert; sie scheiden also schon aus diesem Grunde aus. In der Eifel kennen wir zwei Vulkangebiete, einmal die sog. Vordereifel, einen mit Vulkanen besetzten Streifen von Bad Bertrich bis Ormont, dann das Laacher-See-Gebiet. In der Vordereifel sind im Quartär saure Gesteine nur ganz untergeordnet bei Rockeskyll, 4 km nordostwärts Gerolstein, gefördert worden (HOPMANN 1922 und unveröffentlichte Untersuchungen von AHRENS). Die Ausbrüche waren so schwach, daß der Eichsfelder Tuff seinen Ursprung hier bestimmt nicht gehabt haben kann. Dagegen treten in der weiteren Umgebung des Laacher Sees an der Wende Diluvium-Alluvium Tuffe saurer Gesteine in großer Mannigfaltigkeit und in großen Massen auf. Ihre kennzeichnenden Merkmale müssen zunächst in großen Zügen besprochen werden.

a) Altersfolge und Kennzeichnung saurer Tuffe des Laacher-See-Gebietes im Jungdiluvium und Alluvium

Einen Überblick über die Altersfolge und die petrographische Zugehörigkeit gibt die folgende Tabelle, die nach AHRENS (1931) unwesentlich erweitert wurde.²⁾

		Phonolithische Reihe (mit Leuzit)	Trachytische Reihe (ohne Leuzit)
Alluvium		? Jüngster Phonolithtuff (Riedener Kessel)	Grauer Trachyttuff, Typus Laach Weißer Bimssteintuff Trachyttuff Typus Hüttenberg
Diluvium	Jüngster Löß	(Jüngster Basalt)	Trachyttuff Typus Kahlenberg
		Leuzitphonolithtuff; In Wechsellagerung mit Basalt und Basalttuff reicht er bis mindestens in das mittlere Diluvium	Ältere Trachyttuffe: Typus Glee und Kunkskopf

Die sauren Tuffe des Laacher-See-Gebietes bestehen alle aus einer jetzt meist zersetzten Grundmasse von zerspratztem Glas.³⁾ In ihr liegen neben zahlreichen Bruchstücken des durchschlagenen Untergrundes mehr oder weniger reichlich Bimssteine. Manche Tuffe sind überhaupt nur lockere Anhäufungen von Bimsstein. Daneben finden sich Auswürflinge des nicht zerspratzten oder aufgeblähten zugehörigen Ergußgesteins sowie Mineralfragmente, die teils demselben Magma entstammen wie das Glas.

²⁾ Auf Einzelheiten, vor allem auch auf die Berechtigung der Bezeichnung „Trachyt“, soll hier nicht eingegangen werden. Es sei auf das Schrifttum verwiesen.

³⁾ Es ist außerordentlich auffällig, daß in der Eifel Tuffe mit derartig frischen Glasfetzen wie am Lutteranger kaum zu beobachten sind.

teils fremde Einschlüsse aus älteren Gesteinen sind. Beim Ausbruch dieser Tuffe haben also große Gasmassen mitgewirkt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß manche von ihnen eine sehr weite Verbreitung haben.

Alle diese sauren Tuffe sind sehr ähnlich und können da, wo leidlich auskristallisierte Auswürflinge fehlen, ununterscheidbar werden. Auch eine chemische Analyse, selbst der reinen Bimssteine, führt oft nicht zum Ziel. Denn die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine ist so ähnlich, daß man sie als heteromorph oder annähernd heteromorph bezeichnen muß. — Ihre Unterscheidung beruht im wesentlichen auf der Art der Feldspatvertreter, die sie führen.

Die geologische Aufnahme des Laacher-See-Gebietes zeigte, daß vor allem die auf der rechten Seite der Tabelle S. 24 stehenden trachytischen Tuffe erheblich mannigfaltiger sind, als bis dahin bekannt war. Es ergab sich ferner, daß die Ausbrüche sich auch auf einen wesentlich größeren Zeitraum verteilen, daß sie schon im Jungdiluvium begannen und sich bis ins Alluvium hinein fortsetzten. Sie werden sogar noch wesentlich mannigfaltiger sein, als es uns jetzt erscheint, weil der jüngste, gewaltigste Ausbruch mit seinen großen Fördermassen viele ältere Ausbruchspunkte verdeckt.

Die Leuzitphonolithtuffe haben eine sehr lange Ausbruchs-dauer gehabt. Sie reichen vom älteren Diluvium sicher bis in die Zeit des jüngsten Löß. Ein lockerer Tuff, der in kleinen Hügeln am Rande des Riedener Kessels auftritt, kann sogar noch etwas jünger sein und der Wende Diluvium-Alluvium angehören. — Pflanzenreste in den älteren Tuffen von Rieden und Volkesfeld zeigen ein interglaziales Alter.

Das charakteristische Mineral ist der Leuzit. Außerdem findet sich Sanidin, grüner Agirinaugit, Biotit, Titanit und Apatit, dazu im Bimsstein als zweiter Feldspatvertreter gelegentlich grauer Nosean. Hornblende und basaltischer Augit treten ziemlich verbreitet auf, dürften aber meistens aus älteren Gesteinen aufgenommen sein.

Bemerkenswert ist, daß auch außerhalb des Hauptverbreitungsgebietes ein Ausbruch leuzitphonolithischer Tuffe von O. WILCKENS in der Gegend von Leubsdorf bei Linz nachgewiesen wurde. Die Auswurfmassen liegen in der älteren Mittelterrasse (Hochterrasse) des Rheins.

Etwa gleichaltrig mit den jüngeren Phonolithtuffen sind die ältesten Trachyttuffe, die 1932 (AURENS 1932) als Typus Gleys und Typus Kunkskopf bezeichnet wurden. Petrographisch hierher gehörige Bimssteine treten in Streifen im jüngsten Löß auf. Von syngenetischen Mineralien findet sich vor allem Sanidin, selten auch saurer Plagioklas, von Feldspatvertretern nur Nephelin, vielleicht Nosean. Leuzit fehlt, ebenso Hauyn. Dazu kommt Agirin und Agirinaugit, Hornblende, basaltischer Augit, Biotit und Magneteisen.

Es ist wahrscheinlich, daß diese Tuffe mehreren Ausbruchspunkten entstammen. Sie treten im Landschaftsbild stark zurück, obgleich ihre Mächtigkeit örtlich, vor allem bei Gleys, nicht gering ist. Diese Ausbruchsphase wurde deshalb erst spät erkannt. Daß ihre Bedeutung nicht gering gewesen ist, zeigen die Beobachtungen SCHOTTLER'S in der Welterau (SCHOTTLER 1912 und 1915); denn die von ihm festgestellten Bimssteintuffe bei Friedberg und Nauheim müssen diesen Ausbrüchen entstam-

men. ⁴⁾ — Von hier aus sind also Eruptionen mindestens 100—110 km weit nach Osten gelangt.

Es ist wahrscheinlich, daß diese älteren trachytischen Ausbrüche auch zeitlich etwas verschieden waren. Einzelheiten lassen sich wegen des Fehlens nichtvulkanischer Bezugsgestaltungen und bei der alles verhüllenden Bedeckung durch die jüngsten Laacher Tuffe schwer feststellen. Deswegen ist es von besonderer Bedeutung, daß sich außerhalb der Hauptverbreitung der jüngsten Tuffe nördlich von Burgbrohl ein eigenartiger, leicht und scharf zu charakterisierender Bimssteintuff fand, der einem besonderen Ausbruchspunkt entstammen muß („Kahlenberg-Tuff“, AHRENS 1930).

In der Tabelle von 1931 (s. S. 24) habe ich den Kahlenberg-Tuff an die Wende Diluvium-Alluvium gestellt. — Der typische Auswürfling ist ein ausgeprägt phonolithischer Trachyt. Die syngenetischen Mineralien im Tuff sind überwiegend Sanidin; dazu kommt sehr selten saurer Plagioklas. In dem Kahlenberg-Gestein selbst treten dazu neben Biotit, brauner Hornblende und basaltischem Augit (nicht ganz resorbierte Einschlüsse) noch Ägirin und Ägirinaugit in kleinen Säulen, sowie Nephelin und in geringer Menge Nosean auf, außerdem in besonderen Typen blauer Hauyn. Leuzit fehlt. Glas ist, wie in den meisten Auswürflingen dieser sauren Tuffe, oftmals reichlich vorhanden.

In derselben Zeit dürften auch noch an anderen Stellen Ausbrüche erfolgt sein. Genau festzulegen sind sie nicht, doch deutet die Häufung bestimmter Auswürflinge innerhalb des Verbreitungsgebietes der jüngsten Laacher Tuffe darauf hin.

Eine unmittelbare Altersbestimmung ist bei den älteren trachytischen Tuffen bisher nicht möglich gewesen. Pflanzenreste, wie sie im Traß des Brohltales oder in den Leuzitphonolithen auftreten, sind bisher nicht beobachtet worden. Auch der Versuch, den stark humosen Lehm des unmittelbaren Liegenden auf Pollen zu untersuchen, scheiterte; die Schichten erwiesen sich an allen untersuchten Stellen als pollenleer.

Von den trachytischen Tuffen haben die jüngsten vom Typus Laach die weiteste Verbreitung. Einer Serie rasch aufeinanderfolgender Ausbrüche verdanken die weißen Bimssteine, die das Neuwieder Becken erfüllen, ihre Entstehung. Unwesentlich jünger sind die grauen Trachyt-Tuffe; sie entstammen nah benachbarten Ausbruchsstellen im jetzigen Kessel des Laacher Sees. Die Tuffe des Typus Laach überdecken das ganze Vulkangebiet. Ihre Verbreitung geht vorwiegend nach Osten. Sie sind nach dieser Richtung bis über Marburg hinaus, 120 km vom Ausbruchspunkt, in typischer Ausbildung nachgewiesen.

Reiche Pflanzenfunde im Traß des Brohltales, einer faziellen Sonderausbildung der weißen Bimssteine, gestalten zusammen mit einer Auswertung der Lagerungsverhältnisse eine Altersbestimmung. Der Ausbruch wurde 1934 (AHRENS und v. BÜLOW 1934) auf Grund aller bis dahin vorliegenden zuverlässig erscheinenden Bestimmungen in Übereinstimmung

⁴⁾ Örtliche Ausbrüche, etwa aus dem Vogelsberg, kommen, wie SCHOTTLEER schon überzeugend nachwies, nicht in Frage; nur für einige der basischen Tuffe, die in derselben Gegend auftreten, ist daran zu denken (EBERT, unveröffentlichte Untersuchungen).

mit J. STOLLER 1925 in die Zeit des Höhepunktes des Atlantikunis, also in das mittlere Alluvium, gesetzt. Eine Neubearbeitung der noch erreichbaren Pflanzenreste durch H. WEYLAND und R. KRÄUSEL ergab jedoch ein höheres Alter. Sie stellen die Flora etwa in die Haselzeit oder in den Ausgang der Kiefern-Birkenzeit.⁵⁾ Auf eine Anfrage teilte Herr WEYLAND mit, daß die Brohltal-Flora jünger als Alleröd sein muß.

Das charakteristische Mineral, sowohl für den weißen Bimsstein wie für die grauen Tuffe, ist der Hauyn. Daneben finden sich reichlich Sanidin, seltener auch saurer Plagioklas. Von dunklen Mineralien treten Augit, Hornblende, Biotit, Titanit und Magneteisen auf, dazu kommt selten Apatit und Zirkon. Dieselben Mineralien wurden auch in den entferntesten Vorkommen zwischen Gießen und Marburg noch festgestellt. Zwischen den Bimssteinkörnchen, die hier noch 2—3 mm Durchmesser erreichen, finden sich auch noch reichlich Schieferschüppchen. Den charakteristischen Hauyn konnte BRAUNS 1892 noch bei Gisselberg südlich Marburg nachweisen. Im übrigen ist die Möglichkeit, daß sich Hauyn noch in so kleinen Stückchen findet, wie sie etwa im Eichsfeld zu erwarten wären, bei seiner leichten Zersetzbarkeit nicht gerade wahrscheinlich. — Eine Abart des Laacher Tuffes, der einem besonderen Ausbruchspunkt entstammt, ist der Hüttenberg-Tuff; er ist frei oder nahezu frei von Hauyn.

b) Vergleich des Eichsfelder Tuffs mit Phonolith- und Trachyttuffen des Laacher-See-Gebietes

Ein Vergleich der petrographischen Beschaffenheit des Eichsfelder Tuffs mit den mineralogischen Besonderheiten der sauren Tuffe des Laacher-See-Gebietes zeigt, daß alle charakteristischen Merkmale fehlen. Umgekehrt können die im Tuff des Lutterangers mit einiger Wahrscheinlichkeit als syngenetisch anzusehenden Mineralien in jedem der in Betracht kommenden Gesteine des Laacher-See-Gebietes auftreten. Auch eine chemische Analyse der Glasfetzen vom Lutteranger wird keine Klarheit bringen können; denn die betreffenden Laacher-See-Gesteine (auch die „Phonolithe“ und „Trachyte“) sind chemisch untereinander so ähnlich, daß von einer Heteromorphie gesprochen werden kann.

Es bleibt nur ein Vergleich des Alters (s. hierzu die Tabelle S. 24).

Der Tuff vom Eichsfeld ist Alleröd. Danach fällt zunächst die Hauptmasse der leuzitphonolithischen Tuffe aus. Nur die allerjüngsten Ausbrüche, die ich bisher vor allem im Riedener Kessel beobachtete, sind etwa gleichaltrig. Nach mineralogisch-petrographischen Befunden ist die Zusammengehörigkeit nicht festzustellen, weil alle Charakteristika fehlen. Diese jüngsten leuzitführenden Ausbrüche sind aber allem Anschein nach so unbedeutend gewesen, daß eine Herleitung des Eichsfelder Tuffs aus diesem Grunde unwahrscheinlich ist.

Der Kessel des jetzigen Laacher Sees, das Eruptionsgebiet der größten Tuffmassen des Quartärs, kommt als Ausbruchsort des Eichsfelder Tuffs nicht in Frage: Die Laacher Bimssteine sind zu jung, obgleich

⁵⁾ Die Untersuchungen sind noch nicht veröffentlicht. Sie erfolgen im Zusammenhang mit einer Neubearbeitung aller Floren in den Tuffen der Eifel. Eine kurze Zusammenstellung enthält das demnächst erscheinende Heft der Zeitschrift „Rheinische Heimatpflege“.

die große Verbreitung dieses Tuffs nach Osten — in 120 km Entfernung sind noch über $\frac{1}{2}$ m mächtige Lagen von Bimsstein bis mm-Größe nachgewiesen — einen Vergleich besonders nahelegt. Petrographisch unmöglich ist die Parallelisierung nicht. Sie muß wegen des höheren Alters der Eichsfelder Tuffe unterbleiben. — Aus denselben Gründen kommt auch die Ausbruchsstelle des Hüttenbergtuffs nicht in Betracht.

Die älteren trachytischen Tuffe, Typus Gleses und Typus Kunkskopf, scheiden, ebenfalls nur wegen ihres Alters, aus. Ihre Ausbrüche fallen noch in die Zeit des Junglösses, wie die sauren Tuffe in der Wetterau. Auch zu dieser Zeit ist also eine starke Verbreitung der Auswurfmassen nach Osten (100—110 km) nachgewiesen.

Der Eichsfelder Tuff kann nur mit einem Trachyttuff parallelisiert werden, der jünger als der Junglöß ist. Dies ist beim Typus Kahlenberg der Fall. Damit soll nicht gesagt sein, daß der Tuff vom Lutteranger am Kahlenberg bei Burgbrohl ausgebrochen sein muß. Wir haben sicher seit der Zeit der im Junglöß auftretenden älteren Trachyttuffe bis zum Ausbruch des Laacher Sees eine ganze Anzahl, vielleicht sogar eine mehr oder weniger kontinuierliche Reihe trachytischer Eruptionen anzunehmen. Ihre Ausbruchsstellen können allerdings wegen der alles verhüllenden Laacher Tuffe nur durch zufällige Entdeckungen nachgewiesen werden.

Die Entfernung vom Laacher-See-Gebiet bis in die Gegend von Seeburg beträgt 250 km. Die Hauptverbreitung aller trachytischen Tuffe ging anscheinend mehr oder weniger nach Osten: Die älteren Tuffe sind bis 110, der Laacher Tuff bis 120 km nachgewiesen. Dabei handelt es sich in beiden Fällen noch um recht grobe Ausbruchsmassen in ziemlicher Mächtigkeit. Ein Absatz feinsten Glaspertikel von 10 bis höchstens 200 μ ist daher auch in noch größerer Entfernung als 250 km zu erwarten.

Der Eichsfelder Tuff kann also nicht auf einen bestimmten Eruptionspunkt bezogen werden. Dem steht die zeitliche Vielheit der Eruptionen im Laacher-See-Gebiet und das Fehlen der charakteristischen Merkmale der hier unterscheidbaren Typen in dem Tuff des Lutterangers entgegen. Damit entfällt leider die Möglichkeit, die besonders scharfe Altersbestimmung des Eichsfelder Tuffs für die zeitliche Festlegung der Eifeler Ausbrüche im einzelnen zu verwerten.

C. Geologische Bedeutung des Eichsfelder Tuffs

Seit Jahren habe ich jeden in Mitteleuropa arbeitenden Geologen darauf hingewiesen, daß sich in Schichten vom jüngsten Löß an bis in das Ältere oder Mittlere Alluvium Reste von Tuffen finden müssen. Wenn sich ostwärts Marburg im Alluvium und bei Friedberg und Nauheim im jüngsten Diluvium noch Bimssteine und Schieferstücke von mm-Größe finden, die aus westlicher Richtung gekommen sind, müssen Wolken mit dem feinsten Eruptionsstaub noch viel weiter nach Osten gelangt sein. — Die Schwierigkeit der Beobachtung liegt darin, daß es sich um feinste Glasfetzen mit ungeheuer großer Oberfläche und damit einer ungewöhnlich leichten Zersetzbarkeit handeln muß.

Die Auffindung eines solchen Tuffs ist erstmalig K. STEINBERG gelungen. Die ungewöhnliche Frische der Glaspertikel — es wurde schon betont, daß sie in dieser Art im Laacher-See-Gebiet selbst kaum beob-

achtet wird — läßt besonders günstige Erhaltungsbedingungen vermuten, die sich bei der Fortsetzung der Untersuchungen nach dem Kriege vielleicht ermitteln lassen.

Die Entdeckung STEINBERG's weist auf die Notwendigkeit hin, gerade bei vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen in Jungdiluvialen und alluvialen Schichten mehr als bisher auf Tuffspuren zu achten; denn daß Absätze dieser Eruptionswolken noch viel weiter ostwärts als im Eichsfeld erfolgt sein müssen, ist sicher. Ob es allerdings gelingen wird, die verschiedenartigen Tuffe der Eifel als Zeitmarken in Diluvial- und Alluvialprofilen zu benutzen, ist zweifelhaft.

4. Zusammenfassung

Bei vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen wurde im Lutteranger bei Seeburg im Eichsfeld, 17 km ostnordostwärts Göttingen, eine Tuffschicht entdeckt. Durch die Pollenführung des Liegenden und Hangenden wird ihr Alter als Alleröd festgestellt. Die petrographische Untersuchung des Tuffes ergibt, daß er im wesentlichen aus Glasfetzen besteht, die auf ein saures oder mittelsaures Magma hinweisen. Eine genauere Bestimmung des Gesteinscharakters ist nicht möglich, weil bezeichnende Mineralbruchstücke bisher nicht gefunden wurden.

Der Ausbruchspunkt des Tuffes vom Lutteranger ist im Vulkangebiet des Laacher Sees in der Eifel zu suchen. Wegen der Unmöglichkeit genauer petrographischer Bestimmungen ist eine Festlegung im einzelnen bisher nicht möglich. — Der Eichsfelder Tuff muß auf einen der trachytischen Ausbrüche bezogen werden, die an der Wende Diluvium-Alluvium erfolgten; ein solcher Eruptionspunkt wurde bei Burgbrohl nachgewiesen. Der Kessel des Laacher Sees selbst, aus dem die großen Bimssteinmassen gefördert wurden, die in Resten noch bei Marburg nachzuweisen sind, kommt als Ausbruchsort nicht in Betracht; seine Auswurfmassen sind etwas zu jung.

Die Untersuchungen sollen nach dem Kriege an größeren Materialmengen fortgesetzt werden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich dabei petrographische Anhaltspunkte gewinnen lassen, die eine genauere Herkunftsbestimmung ermöglichen. Vor allem weist die Entdeckung STEINBERG's auf die Notwendigkeit hin, mehr als bisher gerade bei vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen auf Tuffspuren zu achten.

Die Abschnitte 1 und 2 wurden von F. FIRBAS (Straßburg) für den Verfasser zusammengestellt. Noch bevor ihm das Manuskript zugeschickt werden konnte, ist KURT STEINBERG, der fast seit Kriegsbeginn im Felde stand und schon im Westfeldzug verwundet wurde, am 13. Juli 1942 an der Ostfront gefallen. Mit ihm hat die deutsche vegetationsgeschichtliche Forschung einen ihrer fähigsten und hoffnungsvollsten jungen Mitarbeiter verloren. Seine Untersuchungen im Eichsfeld zeichnen sich durch eine ganze Reihe wichtiger Ergebnisse aus, die er in unermüdlicher Arbeitsfreude gewonnen und auf das Sorgfältigste begründet hat und von denen hier nur ein Teil kurz mitgeteilt werden konnte. Sie sollen bald vollständig veröffentlicht werden.

Schriften

- AHRENS, W.: Beiträge zur Kenntnis der Phonolithe und Trachyte im Laacher-See-Gebiet. — *Chemie der Erde* 5 (Festgabe für G. Linck), S. 1—21, Jena 1930.
- : Altersfolge und Kennzeichnung der verschiedenen Trachyttuffe des Laacher-See-Gebietes. — *N. Jb. Min. usw., Beil.-Bd.* 64, A (Festband R. Brauns), S. 517—547, Stuttgart 1931.
- AHRENS, W. & K. v. BÜLOW: Das Alter des Laacher Bimssteinausbruchs. — *Zs. deutsch. geol. Ges.* 86, S. 92—99, Berlin 1934.
- AUER, V.: Verschiebungen der Wald- und Steppengebiete Feuerlands in postglazialer Zeit. *Acta Geographica* 5/2, S. 1—313, Helsinki 1933.
- BRAUNS, R.: Hauyn in den Bimssteinsanden der Gegend von Marburg. — *Zs. deutsch. geol. Ges.* 44, S. 149—150, Berlin 1892.
- FAEGRI, KN.: Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen. II. Zur spätquartären Geschichte Jaerens. — *Bergens Mus. Arbok, Naturw. rekke* 7, S. 1—201, Bergen 1939/1940.
- FIRBAS, F.: Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. — *Die Naturwissenschaften* 27, S. 81—89 u. 104—108, Berlin 1939.
- GROSS, H.: Nachweis der Allerödschwankung im süd- und ostbaltischen Gebiet. — *Beih. z. Bot. Centralbl.* 57/B, S. 167—218, Dresden 1937.
- HOPMANN, M.: Spuren eines Phonolithdurchbruches bei Rockeskyll in der Eifel. — *Cbl. Min. usw. für* 1922, S. 565—569, Stuttgart 1922.
- OVERBECK, FR. & SCHNEIDER, S.: Mooruntersuchungen bei Lüneburg und bei Bremen und die Reliktnatur von *Betula nana* in Nordwestdeutschland. — *Zeitschr. f. Botanik* 33, S. 1—54, Jena 1938.
- SALMI, M.: Die postglazialen Eruptionsschichten Patagoniens und Feuerlands. — *Annal. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III*, 2, S. 1—115, Helsinki 1941.
- SCHOTTLER, W.: Zwei pleistozäne Tuffvorkommen in der Wetterau. — *Notizbl. Ver. Erdk., IV. Folge, Heft* 33, S. 55—67, Darmstadt 1912.
- : Nochmals die pleistozänen Tuffe in der Wetterau. — *Notizbl. Ver. Erdk., V. Folge, Heft* 1, S. 56—77, Darmstadt 1915.
- SCHÜTRUMPF, R.: Pollenanalytische Untersuchungen der Magdalenien- und Lyngby-Kulturschichten der Grabung Stellmoor. — *Nachrichtenbl. f. Deutsche Vorzeit* 2, S. 231—238, Leipzig 1935.
- SELLE, W.: Ergänzung zur nacheiszeitlichen Wald- und Moorentwicklung im südöstlichen Randgebiet der Lüneburger Heide. — *Jb. preuß. geol. L.-A. für* 1938, 59, S. 272—288, Taf. 9, Berlin 1939.
- STOLLER, J.: Die Flora des Brohltaltrasses und des Tuffs vom Condetal. — In: WILCKENS, O., *Das Alter des großen mittelhheinischen Bimssteinausbruchs.* — *Geol. Rundschau* 16, S. 309, Stuttgart 1925.
- WILCKENS, O.: Materialien und Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Umgebung von Bonn. VIII. Leuzitphonolithtuffe in der Hochterrasse von Leubsdorf bei Linz am Rhein. — *Ber. Vers. niederrh. geol. Verein f. 1930 und 1931*, 24/25, S. 75—77 (Sber., herausgeg. vom Naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westf. 88), Bonn 1931.

Über Geologie und Grundwasser in einer Stauchmoräne bei Rawitsch (Warthegau)

Von J. HESEMANN, Berlin

(Mit 1 Abbildung)

Im neuen Reichsgau Wartheland hat das Reichsamt für Bodenfor-
schung bei der Wassererschließung für bisher 50 Städte und andere
Gemeinden mitgewirkt. Vom Weißen Jura bis zum jungeszeitlichen Tal-
sand sind alle Grundwassersockwerke herangezogen worden. In den