

Mainzer naturwiss. Archiv	56	S. 29–41	7 Abb., 2 Tab.	Mainz 2019
---------------------------	----	----------	----------------	------------

Lichtoptische und geochemische Analyse der Tephraschichten aus dem Hinkelsmaar in der Westeifel

MARTINA VÖGTLI, NIKOLAUS J. KUHN, LEANDER FRANZ,
CHRISTIAN DE CAPITANI & MARTIN KOZIOL

Kurzfassung

Das Hinkelsmaar ist Teil der Mosenberg-Reihenvulkangruppe bei Bettenfeld in der Eifel. Die Schlotfüllung begann 28.400 Jahre BP. Aus dem westlichen Teil der Sedimente des Maartrichters wurden Bohrkerne mit einem schwedischen Kammerbohrer entnommen und darin drei Tephraschichten (T1, T2 und T3) entdeckt. Die Tephralagen eignen sich zur Datierung der Sedimente, auch weil bisher noch nie drei Tephraschichten in dieser Form in dem verlandeten Maar dokumentiert wurden.

Die Dünnschliffpräparate der zwei oberen Tephralagen T1 und T2 sind petrographisch gesehen sehr ähnlich und die Analysen der vulkanischen Glasscherben zeigen trachytische bis phonolithische Zusammensetzungen. Der modale Mineralbestand und die Geochemie der Scherben sind charakteristisch für die mittlere Laacher See-Tephra (MLST) und die obere Laacher See-Tephra (ULST) des Laacher Sees, der vor 12.900 Jahren in der Osteifel eruptierte.

Die tiefste Tephralage T3 zeigte eine komplett andere Petrographie und das vulkanische Glas weist eine tephritische bis foiditische Zusammensetzung auf. Höchstwahrscheinlich stammt die unterste Tephralage aus der Eruption des wassergefüllten Schalkenmehrener Doppelmaars, welches vor 20.000- 25.000 Jahren BP in der Westeifel ausbrach.

Die mineralogischen, petrographischen und geochemischen Untersuchungen der drei Tephralagen ermöglichen ein besseres Verständnis über die Abfolge der Vulkanausbrüche im späten Holozän der Eifel.

Abstract

Optical and geochemical analysis of the tephra layers from the Hinkelsmaar in the Western Eifel region

The Hinkelsmaar is part of the Mosenberg volcano range group close to Bettenfeld in the German Eifel region and the accumulation of sediment in its vent started approximately 28'400 BP. Drill cores were taken from the eastern part of the Maar lake sediments, using a Swedish rock drill. Three tephra layers (T1, T2 and T3) were discovered, which offer the opportunity to date the sediments. The occurrence of these three layers in the dried-up Hinkelsmaar has not been documented so far.

Thin sections of grain mounts from the two upper tephra layers T1 and T2 are petrographically very similar and the geochemical analyses of volcanic shards reveal trachytic to phonolitic compositions. The modal mineral amount, the mineral ratios and the chemical composition of the shards are characteristic for the Middle Laacher See-Tephra (MLST) and the Upper Laacher See-Tephra (ULST) units of the Laacher See which erupted 12'900 years ago in the East Eifel region.

The deepest tephra layer T3 shows a totally different petrography and very few ultramafic (tephritic to foiditic) volcanic glass shards. Most probably, this layer originates from the ultramafic tephra eruption of the water filled Schalkenmehrener twin Maar in the West Eifel region, which took place 20'000-25'000 years BP.

The mineralogical, petrographic and geochemical investigations of the tephra layers offer the opportunity to contribute to a better understanding of the sequence of late Holocene volcanic eruptions in the Eifel.

Key words

Eifel, volcanic eruption, Tephra layer, Maar lake sediments

1. Einleitung

Sedimentablagerungen in Maartrichtern können als kontinentale Umweltarchive dienen und sind in Verbindung mit einem bekannten, datierten Ereignis eine kostengünstige Alternative gegenüber den Methoden der Isotopengeochronologie oder der Thermolumineszenzdatierung.

Im Jahr 2014 wurden im Hinkelsmaar in der Westeifel (Abb. 1) im Rahmen eines Umweltrekonstruktionspraktikums der Universität Basel in Zusammenarbeit mit dem Maarmuseum Manderscheid bei der Entnahme des Bohrkerns HM 14-1, drei prägnante Tephraschichten (T1, T2 und T3) entdeckt. Die drei Ablagerungen befanden sich in folgenden Tiefen: 293-285 cm (T1), 376-373 cm (T2) und 535-532 cm (T3). Die gefundenen Tephraablagerungen eignen sich als Zeitmarker durch deren Analyse Informationen über die Vulkanquelle sowie deren Magmazusammensetzung gewonnen werden können. Das Thema ist insofern interessant, da im Hinkelsmaar das Vorkommen dieser drei Tephralagen noch nicht dokumentiert wurde.

Basierend auf den Resultaten befasst sich dieser Artikel mehrheitlich mit folgenden Fragen:

- Welchen Ursprung haben die gefundenen Tephraschichten und wie lassen sie sich zeitlich einordnen?
- Zeichnen sich die gefundenen Horizonte durch unterschiedliche mineralogische Zusammensetzungen aus oder sind zumindest die oberen Schichten identisch und gerieten durch Umlagerungen in diese Position?
- Lassen sich eine oder mehrere Ablagerungen dem Laacher See-Ausbruch zuordnen?

Das Hinkelsmaar gehört zu der Meerfeld-Mosenberg-Reihenvulkangruppe in der Nähe der Stadt Manderscheid und ist eines der sieben Förderzentren (5 Vulkankegel, 2 Maare) der Gruppe. Das Hinkelsmaar hat einen Schlackenkegel, der an der gleichen Stelle saß, fast komplett weggesprengt. Im östlichen Teil des Ringwalls steht noch eine kleine Schlackenwand des ehemaligen Kegels an. Sein Durchmesser beträgt 250 m und seine Tiefe wird auf ca. 28 m geschätzt (WAGNER et al. 2012). Die Schlotfüllung begann rund 28.400 Jahre BP, wobei ein Teil der Sedimentfüllung im Periglazial eingeweht wurde bzw. lokales Material in den Trichter geriet (JUVIGNÉ et al. 1988). STRAKA (1960) legte ein Vegetationsprofil im

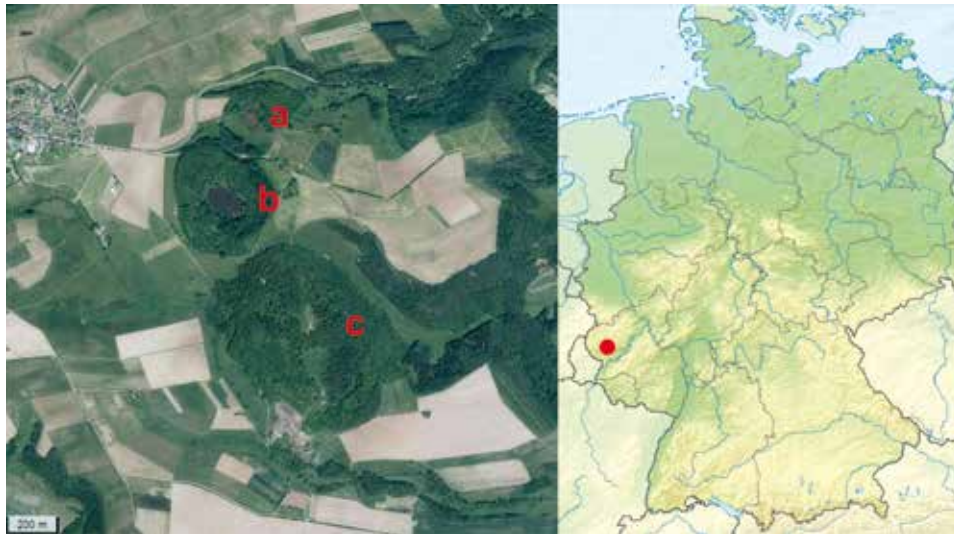


Abb. 1: Lage des Hinkelsmaars in der Eifel (rechte Abbildung, verändert nach Wikimedia 2017) und Übersicht der Mosenberg-Gruppe westlich von Manderscheid: a = Hinkelsmaar; b = Windsbornkrater; c = Mosenberg (linke Abbildung, verändert nach Geodatenzentrum 2017).

Hinkelsmaar an und entdeckte dabei im Bereich von 950 bis 480 cm Tephraschichten, die er dem Hinkelsmaar selbst zuordnete. Eine weitere Tephraschicht mit einer Mächtigkeit von 10 cm befand sich im oberen Bereich zwischen 425 und 415 cm. Diese wurde von ERLÉNKEUSER et al. (1972) mit einem Alter von 11.350 Jahren datiert (in MEYER 2013). JUNGERIUS et al. (1968) errechneten das Verhältnis von braunem Amphibol, Pyroxen, Titanit und nicht opaken Körnern in der Tephra und zeigten dadurch, dass sich die von STRAKA (1960) gefundene obere Tephraschicht der Laacher See-Eruption zuordnen lässt.

JUVIGNÉ et al. (1988) untersuchten die Sedimente des Maartrichters des Hinkelsmaars und fanden in einer Tiefe von 520 bis 515 cm eine Amphibol- und Titanit-führende Aschenlage. Die Tephraschicht wurde dabei im zentralen Bereich in zwei Lagen vorgefunden. Hierbei ist unklar, ob sich die zwei Lagen mineralogisch voneinander unterscheiden und welchen Abstand sie zueinander haben.

Die in diesem Projekt im Jahr 2014 gefundenen Tephraablagerungen wurden mit Referenzproben aus der Eifel hinsichtlich der geochemischen Zusammensetzung verglichen. Es wurden diesbezüglich zusätzlich Proben aus dem Holz- und Pulvermaar untersucht und ein Datensatz zu den Ausbrüchen Liley, Em-

melberg, Tellerley, Mühlenkaul und Schalkenmehrener Doppelmaar hinzugezogen.

Die Publikationen von BOGAARD & SCHMINCKE (1985) und SCHMINCKE (2014) spielen bei dem Vergleich eine wichtige Rolle, da die Hypothese besteht, dass eine der Tephraschichten eine Laacher See-Ablagerung sein könnte.

Im Folgenden wird auf die Methoden dieser Arbeit eingegangen, die gefundenen Resultate vorgestellt und eine Schlussfolgerung gezogen.

2. Methoden

2.1 Bohrkernentnahme und Aufbereitung

Die Bohrung 14-1 und eine Referenzbohrung wurden im westlichen Teil des Hinkelsmaars durchgeführt (Abb. 2, rechts). Die Bohrkern wurden mit einem schwedischen Kammerbohrer aus den Sedimenten im Maar entnommen. Pro Bohrung konnte 0,5 m Sediment entnommen werden und bei jedem weiteren Bohrvorgang wurde das Bohrschwert mit montierbaren Aufsätzen ergänzt, um eine größere Tiefe zu erreichen. Die drei prägnanten Schichten wurden im Bohrkern HM 14-1 in Tiefen von 293-285 cm (T1), 376-373 cm (T2) und bei 535-532 cm (T3) gefunden (Abb. 2, links).

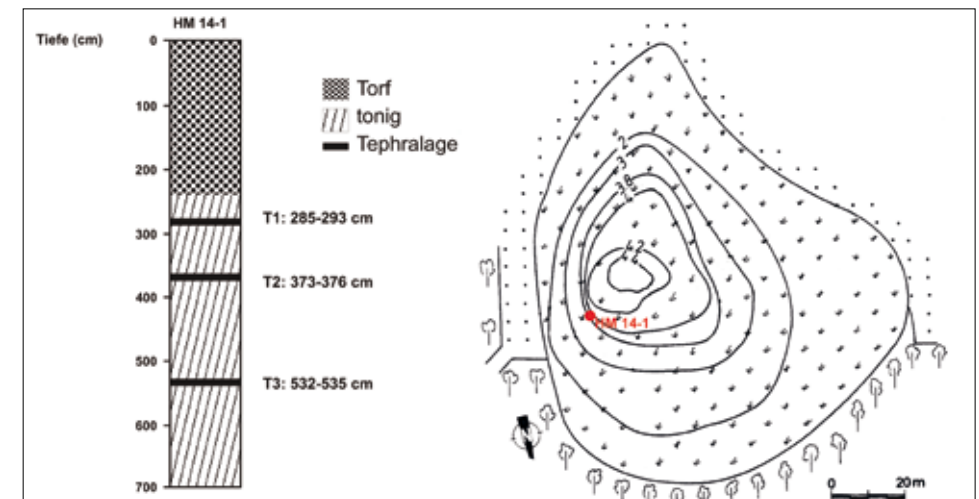


Abb. 2: Ort der Beprobung des Bohrkerns HM 14-1 (rechte Abbildung, verändert nach JUVIGNÉ et al. (1988: 549) und Skizze des Bohrkerns HM 14-1 mit den drei Tephralagen.

Für die Dünnschliffpräparation wurde die Korngröße $> 63 \mu\text{m}$ gewählt. Die nassgesiebten Tephraproben wurden später mit destilliertem Wasser und Wasserstoffperoxid (35 % H_2O_2) erhitzt, um das organische Material zu lösen. Die Dünnschliffe wurden entweder in Kunstharz eingelegt oder als Streupräparate verarbeitet und poliert. Die Körner in den Streupräparaten haben eine maximale Dicke von $25 \mu\text{m}$.

2.2 Polarisationsmikroskopie

Zur petrologischen Analyse der Tephraschichten wurde ein Polarisationsmikroskop vom Typ Leica DM 2500P und eine Kamera vom Typ Leica DFC 450C verwendet. Die Minerale wurden mit Hilfe von TRÖGER (1982) identifiziert. Dabei wurden Eigenschaften wie die Eigenfarbe, die Lichtbrechung, die Doppelbrechung, die Interferenzfarben und die Elongation berücksichtigt.

Die Schliffe wurden einzeln auf die Kornzusammensetzung und die Korngröße bestimmter Mineralien hin untersucht. Dabei wurden Quarz, Opake und die Nebengesteinsfragmente ausgezählt. Bei den wichtigen Phasen wurden grüner und gelblich-brauner Pyroxen, Ti-Hornblende, Plagioklas, Sanidin, Titanit, Glas und Olivin unterschieden. Hierbei wurde neben der Anzahl aller Minerale auch deren Größe miteinbezogen. Das Verhältnis von Augit, Ti-Hornblende und Titanit wurde dann berechnet und mit früheren Publikationen verglichen, um herauszufinden, ob sich eine der drei Tephraschichten dem Laacher See-Vulkan zuordnen lässt.

2.3 Mikrosondenanalytik

Neben dem Mineralbestand wurde zudem die chemische Zusammensetzung des vulkanischen Glases analysiert. Die Glasfragmente in den Dünnschliffen wurden quantitativ mit einer Elektronenmikrosonde gemessen. Dazu wurde die Mikrosonde des Typs JEOL JXA-8900 der Universität Basel, Schweiz verwendet. Das Instrument war mit einem Noran-System-7 Spektral-Bildverarbeitungs-

system und einem energiedispersiven Röntgenstrahldetektor Typ UltraDry silicon von Thermo Fisher Scientific ausgestattet. Die Beschleunigungsspannung betrug 15 kV und der Strahlstrom lag bei 20 nA. Die Zählzeit auf dem Peak betrug für alle Elemente 30 Sekunden und zur Datenkorrektur wurde die Proza-Methode verwendet. Um das Verdampfen von Natrium zu verhindern, wurde eine Strahlgröße von $10\text{--}50 \mu\text{m}$ verwendet. Die Analyse wurde ohne Standards durchgeführt, wobei von einem maximalen Fehler von 2 % ausgegangen werden kann (FRANZ et al. 2014). Für die Analyse mit der Mikrosonde wurden sieben Dünnschliffe mit relativ großen Glasstücken aus den drei Tephralagen ausgewählt. Hinzu kamen die zwei Referenzproben aus dem Holzmaar und aus dem Pulvermaar. Pro Schliff wurden mehrere Glasstücke analysiert und in jedem Glas mehrere Punkte gemessen (Auszüge der Glasanalyse in Tabelle 1).

3. Ergebnisse

3.1 Dünnschliffpetrographie

In den Tephralagen des oberen Bereichs zwischen 285 und 376 cm, wo in der Hauptbohrung T1 und T2 vorkommen, liegen Ägirinaugit, Ti-Hornblende, Plagioklas, Sanidin, Quarz, vulkanisches Glas, Titanit, sowie einige akzessorische Minerale und Gesteinsfragmente vor (ersichtlich in der Bildtafel, Abb. 3 a-j).

T3, die in der Hauptbohrung in einer Tiefe von 535–532 cm gefunden wurde, unterscheidet sich bezüglich der auftretenden Phasen und ihrem Modalbestand wesentlich von den beiden Tephraschichten im oberen Bereich. Als dominanter, mafischer Hauptgemengeteil tritt in T3 Olivin auf und Ti-Augit kommt vor.

3.1.1 Mineralogische und modale Unterschiede der Tephraschichten

Die Unterschiede von T1 und T2 gegenüber T3 aus petrographischer Sicht sind sehr ausgeprägt (Tabelle 2). T1 und T2 besitzen Titanit,

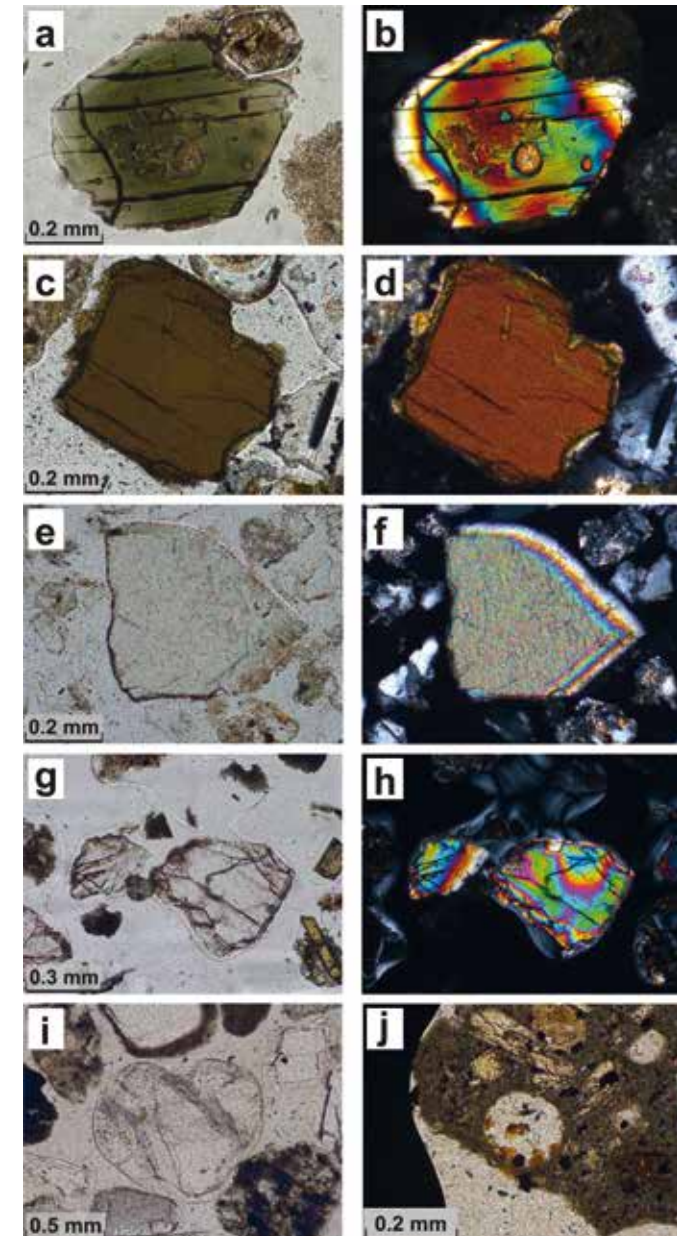


Abb. 3: Mikroskopische Bilder der Minerale und Gesteinsfragmente von den Tephralagen; a) Panidiomorpher Ägirinaugitkristall, gefunden in T2, mit parallelen Polarisatoren (II Pol.) und b) mit gekreuzten Polarisatoren (X Pol.); c) Xenomorphes Titanhornblendebruchstück in T2 (im Zentrum) und Sanidinfragmente (rechts) in T2 mit II Pol., und d) mit X Pol.; e) Xenomorpher Titanit und einige kleine Sandsteinfragmente in T2 mit II Pol. und f) mit X Pol.; g) Angulare, fragmentierte Olivinkörner (Zentrum) und kleine Ti-Augitprismen (untere, rechte Ecke) in T3 mit II Pol., und h) mit X Pol.; i) Dedritisches gerundetes Quarzkorn (Zentrum) neben einem Schieferfragment (untere, rechte Ecke in T1 mit II Pol.); j) vulkanische Gesteinsfragmente der Lage T3 mit II Pol. Erkennbar sind Ti-Augitkristalle, Opake und Glasfragmente (braun) in einer dichten Matrix.

Tabelle 1: Auszug der Glaszusammensetzung von T1, T2 und T3, den Tephraschichten aus Bohrkern HM 14-1 des Hinkelsmaars. Pro Probe wurden unterschiedliche Stellen gemessen

Dünnschliff (Nr.)	14.1	14.1	Ø	15	15	5	5	1	Ø
Tephra-schliff	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T3	T3	T3
Analysierter Punkt	F1_Pt3	F7_Pt1		F2_Pt4	F1_Pt1		F1_Pt4	F2_Pt2	
Oxid-%									
SiO ₂	61.98	62.02	62.00	60.84	60.87	60.86	41.48	40.85	41.17
TiO ₂	0.53	0.41	0.47	0.48	0.78	0.63	3.26	3.68	3.41
Al ₂ O ₃	20.53	19.90	20.22	19.88	19.35	19.62	14.82	14.37	14.68
MgO	0.26	0.27	0.27	0.09	0.26	0.18	5.25	5.25	5.13
CaO	1.69	1.25	1.47	1.59	1.83	1.71	14.26	16.51	14.91
MnO	0.00	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
FeO	1.62	1.66	1.64	2.16	2.51	2.34	10.30	9.66	10.40
Na ₂ O	7.36	9.20	8.28	7.43	7.30	7.37	6.11	4.51	5.55
K ₂ O	5.84	4.97	5.41	7.29	6.87	7.08	2.92	2.49	2.81
Cl	0.19	0.16	0.18	0.24	0.23	0.24	0.26	0.30	0.28
SO ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27	0.40
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	1.11	1.24
Total:	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Sanidin und Plagioklas, die in T3 nicht vorkommen. Letztere hingegen weist 3,47 Vol.-% Olivin auf, was wiederum im oberen Bereich nicht gefunden wurde. In den drei Tephraschichten kommen unterschiedliche Klinopyroxene vor. Bei den zwei oberen Schichten handelt es sich hierbei um grünen Ägirinaugit, während in der untersten Tephra-schicht fahlbrauner Ti-Augit charakteristisch ist.

In T1 und T2 beträgt der Augit-Anteil 1,43 Vol.-%, in T3 hingegen 0,91 Vol.-%. Die Glasfragmente in den drei Horizonten unterscheiden sich zudem deutlich. Im oberen Bereich hat das Glas eine hellbraune Eigenfarbe, während in T3 die Glasfragmente dunkelbraun sind. In allen drei Tephra-schichten sind Quarz und Ti-Hornblende vertreten. Letztere hat im oberen Bereich einen Anteil von 1,23 Vol.-%, während der Anteil im untersten Horizont nur 0,03 Vol.-% beträgt. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die zwei oberen Tephra-schichten schon aufgrund der mineralogischen Charakteristika eine große Ähnlichkeit zur Laacher See-Eruption aufweisen. Die mafischen Anteile, sowie die Präsenz von Sanidin und Titanit weisen darauf hin, ebenso das Schwermineralverhältnis. T1 und T2 lassen sich aufgrund ihrer Zusam-

mensetzung und vor allem ihrem Klinopyroxen – Amphibol – Titanit-Verhältnis der Laacher See-Eruption zuordnen. Die Ähnlichkeit mit der Laacher See-Eruption wird besonders deutlich, wenn man das in der Arbeit errechnete Verhältnis mit anderen Tephraquellen aus der Arbeit von JUNGERIUS et al. (1968) vergleicht. Die oberen beiden Tephra-schichten aus dem Hinkelsmaar zeigen einen sehr ähnlichen Mineral- und Modalbestand und sind vergleichbar mit den Tephralagen der Laacher See-Eruption. T3 hingegen besitzt ein völlig anderes, weitgehend ultramafisches Phasenspektrum. BOGAARD & SCHMINCKE (1985) konnten zeigen, dass die drei Haupteruptionsphasen des Laacher Sees unterschiedliche mineralogische Zusammensetzungen aufweisen und sich zudem leichte Unterschiede in der Zusammensetzung der Glasscherben der drei Phasen manifestieren. Die drei Haupteruptionsphasen werden dabei in die untere (LLST), die mittlere (MLST) und die obere (ULST) Laacher See-Tephra eingeteilt. Die mittlere Laacher See-Tephra (MLST) lässt sich weiter in drei Unterkategorien einteilen: MLST A, B und C, die sich im eruptiven Mechanismus und der pyroklastischen Petrographie unterscheiden (BOGAARD & SCHMINCKE 1985). Die

Tabelle 2: Kornauszählung und daraus resultierendes Anzahlverhältnis für T1, T2 und T3, den Tephra-schichten aus Bohrkern HM 14-1 des Hinkelsmaars.

Dünnschliff (Nr.)	14.1	7	9	12	14	15	16	13.1_a	Ø	13.1_b	5	Ø
Tephra-schicht	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T3	T3	T3
gezählte Körner	4888	4209	5723	7707	15849	19463	4615	11017	68583	10637	8275	18912
Modalgehalt (Vol.-%)												
Quarz	36.0	33.1	32.3	30.6	27.4	31.6	35.3	26.8	31.0	7.7	25.9	16.8
Plagioklas	0.9	0.8	0.7	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0
Sanidin	0.1	0.3	0.1	2.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0
Klinopyroxen	1.9	2.0	1.6	0.5	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4	1.1	0.7	0.9
Ti-Hornblende	2.0	1.8	1.2	0.1	1.5	1.2	1.5	0.6	1.1	<0.1	<0.1	<0.1
Olivin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	2.6	3.5
Titanit	0.3	0.4	0.4	0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	<<0.1	0.0	<<0.1
Akzessorien	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.2	0.2	0.4	0.3	1.2	0.1	0.6
Vulkanisches Glas	0.2	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	<0.1	0.1
Gesteinsfragmente	58.4	61.3	63.3	66.3	67.9	64.3	60.6	69.8	64.8	85.6	70.6	78.1
Total:	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Mineralverhältnis (Vol.-%)												
Klinopyroxen	44.5	47.2	46.2	52.0	40.5	42.6	37.1	59.9	46.5	95.0	97.6	96.3
Ti-Hornblende	48.8	46.6	44.6	23.3	51.5	45.9	50.4	27.5	41.4	2.1	2.4	2.3
Titanit	6.7	6.2	9.2	24.7	8.0	11.5	12.5	12.5	12.1	2.9	0.0	1.4

Autoren führten eine Schwermineralanalyse der Laacher See-Asche durch aus deren Ergebnissen das Klinopyroxen – Amphibol – Titanit-Verhältnis errechnet und in ein ternäres Diagramm eingefügt wurde. Jede Ablagerung weist hierbei ein differenziertes Verhältnis auf. Fügt man die Messungen für die drei Tephralagen des Hinkelsmaars in das ternäre Klinopyroxen – Amphibol – Titanit-Diagramm von BOGAARD & SCHMINCKE (1985) ein, so zeigt sich, dass sich T1 und T2 zwischen der unteren und der mittleren Tephralage der Laacher See-Eruption (ULST und MLST C) einordnen lassen. T3 hingegen plottet im ternären Diagramm in der Nähe der Klinopyroxen-Ecke und korreliert schlecht mit der Laacher See-Eruption. T1 und T2 würden somit dem südwestlichen und eventuell auch dem südlichen Tephrafächer des Laacher See-Vulkans entsprechen, in dessen Einzugsgebiet sich das Hinkelsmaar befand (Abb. 4).

3.2 Referenzproben

Zum Vergleich des untersten Horizontes (T3) wurden Referenzproben aus dem Pulver- und dem Holzmaar hinzugezogen. Das Pulvermaar eruptierte laut BÜCHEL & LORENZ (1982) und BÜCHEL (1993) vor ca. 20.000 Jahren (vgl. auch RAUSCH et al. 2014). Das Holzmaar hat aufgrund einer Warvenzählung ein Alter von mindestens 23.000 Jahren (WAGNER et al. 2012). Zusätzlich zu den genannten Referenzproben wurden Daten des Maarmuseums Mander-scheid aus der Westeifel hinzugezogen. Aus dem Datensatz wurde SiO₂ gegenüber Na₂O und K₂O geplottet, ersichtlich in Abbildung 5 (TAS-Diagramm nach LE BAS et al. 1986; TAS = Total Alkali vs. Silica). Die Glaszusammensetzung von T3 und den Referenzproben ist sehr ähnlich und lässt sich im foiditischen Bereich einordnen. Die Ausbrüche, die ähnliche Werte wie die unterste Tephralage aufweisen, sind: Liley, Emmelberg, Tellerley, Mühlenkaul und das wassergefüllte Schalkenmehrer Doppelmaar.

3.2 Geochemischen Analysen des vulkanischen Glases

Bei der geochemischen Analyse mit der Mikrosonde unterschieden sich die vulkanischen Gläser der oberen zwei Tephtraschichten deutlich von denen der unteren Schicht. Die Glasfragmente aus T1 und T2 liegen im SiO_2 -untersättigten bis gesättigten Bereich mit SiO_2 -Gehalten zwischen 59.5 und 65.5 Gewichtsprozent (Gew.-%) bei Alkaligehalten zwischen 11,8 und 14,9 Gew.-%. Nach dem Klassifikationsdiagramm von LE BAS et al. (1986) entspricht dies einer vorwiegend phonolithischen und teilweise trachytischen Zusammensetzung (Abb. 6). Auch BOGAARD & SCHMINCKE (1985) beschreiben die Glascherben der Laacher See-Eruption als phonolithisch.

Für den untersten Horizont zeigen die Glasfragmente einen ultramafischen Charakter mit SiO_2 -Gehalten unter 42 Gew.-% und Alkaligehalten zwischen 7 und 9 Gew.-%, was nach LE BAS et al. (1986) auf eine foiditische Zusammensetzung hinweist. Die Gläser der Referenzproben Pulvermaar und Holzmaar liegen ebenfalls im Bereich der Foidite, sind aber nicht deckungsgleich mit T3.

Die Resultate der Analyse mit der Mikrosonde wurden in ein Na_2O -, K_2O - und CaO -Dia-

gramm nach BOGAARD & SCHMINCKE (1985) geplottet. T1 liegt in der Nähe von MLST B und MLST A. Sie ist ärmer an CaO und K_2O als T2. T2 hat eine stärkere Tendenz hin zu MLST C und ULST. Die dritte Tephtraschicht liegt fernab der Zone, die sich als Laacher See-Vulkan Zusammensetzung einstufen lässt.

Die geochemische Analyse der Glasfragmente ergab, dass sich alle drei Tephtraschichten voneinander unterscheiden. Die Glasfragmente von T1 und T2 weichen in der chemischen Zusammensetzung leicht voneinander ab und befinden sich nach BOGAARD & SCHMINCKE (1985) im Bereich der Laacher See-Ablagerungen. T3 weist eine komplett andere Chemie der Glasscherben auf und lässt sich nicht mit dem Laacher See-Ausbruch korrelieren.

4. Schlussfolgerung

Die petrographischen und geochemischen Analysen der drei Tephtraschichten ergaben, dass es sich um mineralologisch unterschiedliche Schichten handelt. Die beiden oberen Schichten T1 und T2 weisen denselben Mineralbestand auf und führen Fragmente vulkanischen Glases mit phonolithischer bis trachytischer Zusammensetzung, was dem Laacher See-Magma entspricht. Die beiden

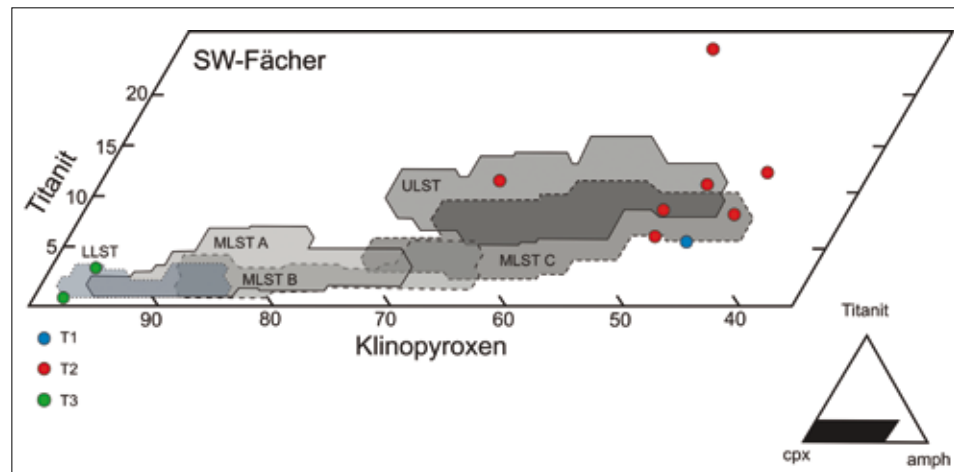


Abb. 4: Ternäres Klinopyroxen – Amphibol – Titanit-Diagramm für die drei Tephtralagen. T1 und T2 lassen sich der MLST C und ULST zuordnen, während sich T3 im Bereich der LLST befindet (verändert nach BOGAARD & SCHMINCKE 1985: 1564).

genannten Tephtraschichten können aufgrund ihres hohen Sanidin-Gehaltes sowie anhand des Klinopyroxen – Amphibol – Titanit-Verhältnisses und der chemischen Zusammensetzung der Glasfragmente klar der Laacher See-Eruption zugeordnet werden. Allerdings sind leichte Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Glasfragmente zwischen T1 und T2 zu erkennen. T1 lässt sich nach BOGAARD & SCHMINCKE (1985) nahe der MLST A und MLST B-Ablagerung zuordnen, wohingegen T2 im Bereich der MLST C und ULST eingeordnet werden kann (Abb. 7). Die beiden oberen Schichten sind somit nicht identisch, stammen aber von derselben Vulkanquelle, dem Laacher See-Vulkan.

Das Ergebnis zeigt, dass sich T1 in der Nähe von MLST A und MLST B einordnen lässt. Somit würde T1 über der jüngeren Ablagerung der MLST C/ULST liegen, was folgende Gründe haben könnte:

1. Eine erste Möglichkeit wäre, dass das eruptierte und abgelagerte Material des Laacher Sees stark alteriert ist. Im Hinkelsmaar existiert ein Torfmoor, weshalb ein saures Milieu herrscht. Durch diese Bedingungen alterierten die beiden Tephtraschichten und weichen dadurch von ihrer ursprünglichen chemischen Zusammensetzung ab. Es ist zudem zu beachten, dass die Untersuchungen von BOGAARD & SCHMINCKE

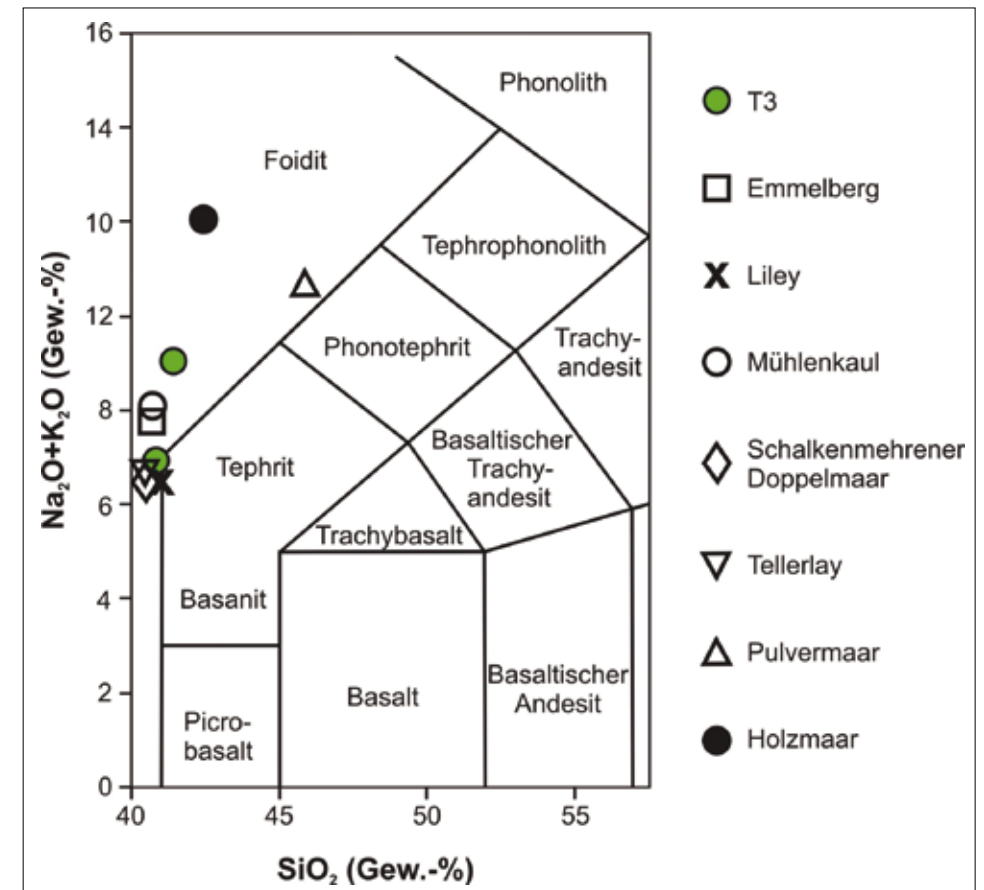


Abb. 5: TAS-Diagramm (TAS = Total Alkali vs. Silica) nach LE BAS et al. (1986): Vergleich der Resultate der Glasanalysen mit der Mikrosonde von T3 mit den Westeifler Referenzproben.

(1985) direkt an Material des Laacher See-Vulkans durchgeführt wurden und somit die Resultate dieser vorliegenden Arbeit von denen des Laacher See-Vulkans abweichen können.

2. Eine zweite Möglichkeit wäre, dass T2 zuerst durch die Eruption abgelagert und später die T1 aus einer externen Quellen eingetragen wurde. Dies könnte in Form einer Einschwemmung oder durch Wind-einwehung geschehen sein.

Die Herkunft von T1 und T2 konnte mit dieser Arbeit hergeleitet werden.

T3 unterscheidet sich nicht nur petrographisch von den oberen Tephraschichten, sondern zeigt auch eine völlig andere Zusammensetzung des modalen Mineralbestandes und des Glases. Die unterste Tephraschicht führt keinen Sanidin und weist überwiegend mafische Minerale auf. Zudem enthält sie nur sehr wenige Glasfragmente mit einer ultrama-

fischen Zusammensetzung, was charakteristisch für den Vulkanismus der Westeifel ist. Außerdem weist die unterste Tephraschicht im Vergleich mit den beiden oberen Tephraschichten ein komplett anderes Klinopyroxen – Amphibol – Titanit-Verhältnis auf.

Woher aber stammt T3? Die Schlotfüllung des Hinkelsmaars begann vor ca. 28.400 Jahren (JUVIGNÉ et al. 1988). Dieser Wert kann als untere Zeitgrenze angenommen werden. Handelt es sich bei den oberen beiden Tephraschichten um Ablagerungen der Laacher See-Eruption von vor 12.900 Jahren, so muss T3 in einer Tiefe von 535-532 cm vor rund 20.000 Jahren abgelagert worden sein. Die Sedimentationsraten sind hierbei wichtig, allerdings muss bei deren Abschätzung von einer Ungenauigkeit ausgegangen werden, auch weil Sedimentationsausfälle vorkommen können. ZOLITSCHKA (1988) beschreibt im Alleröd eine Sedimentationsrate von 0,3 mm/a für das Meerfelder Maar, weshalb für das Hinkelsmaar eine ähnliche Sedimentationsrate angenommen werden kann.

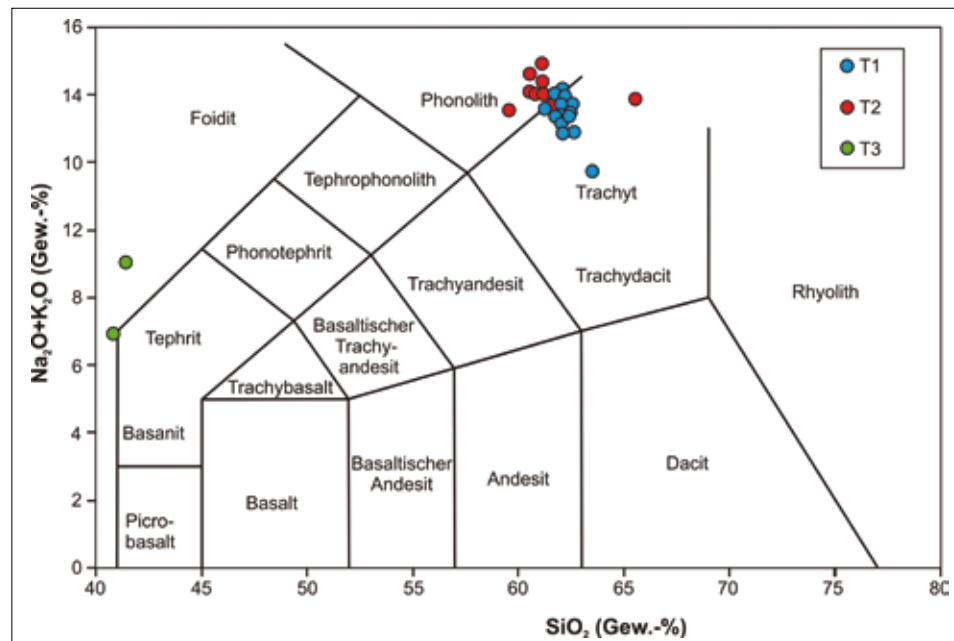


Abb. 6: TAS-Diagramm (TAS = Total Alkali vs. Silica) nach Le Bas et al. (1986) zeigt die Resultate der Glasanalysen mit der Mikrosonde der Tephralagen 1, 2 und 3. T1 ist trachytisch-phonolithisch, T2 überwiegend phonolithisch-trachytisch und T3 foiditisch.

Vergleicht man die geochemische Analyse der untersten Tephraschicht mit den Daten der Referenzproben der Westeifel, so kämen folgende Eruptionen als Quelle für T3 in Frage: Liley (550.000 Jahre; MERTZ et al. 2015), Emmelberg, Tellerley, Mühlenkaul (alle drei ca. 50.000 Jahren; MERTZ et al. 2015) bei Üdersdorf und das mit Wasser gefüllte Schalkenmehrener Doppelmaar. Das Holz- und Pulvermaar können ausgeschlossen werden, da deren Referenzproben geochemisch keine Übereinstimmung zeigen. Wird nun das Kriterium des Alters einbezogen, so bleibt nur der jüngste Schalkenmehrener Ausbruch, der vor 20.000 bis 25.000 Jahren stattfand und somit als Quelle für T3 in Frage kommt (SIROCKO et al. 2013).

5. Danksagung

Wir danken der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord des Landes Rheinland-Pfalz für die freundliche Erteilung der Genehmigung zum Betreten des Naturschutzgebietes „Reihenkrater Mosenberg und Horngraben“ zur Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen.

Ein großer Dank geht an Ruth STRUNK für die Unterstützung bei der Aufbereitung der Proben im physiogeographischen Labor und an Herrn Willi TSCHUDIN für die Präparation der Dünnschliffe und der Körnerpräparate. Ein weiteres Dankeschön geht an die Studierenden, die bei der Probenahme in der Eifel mit-

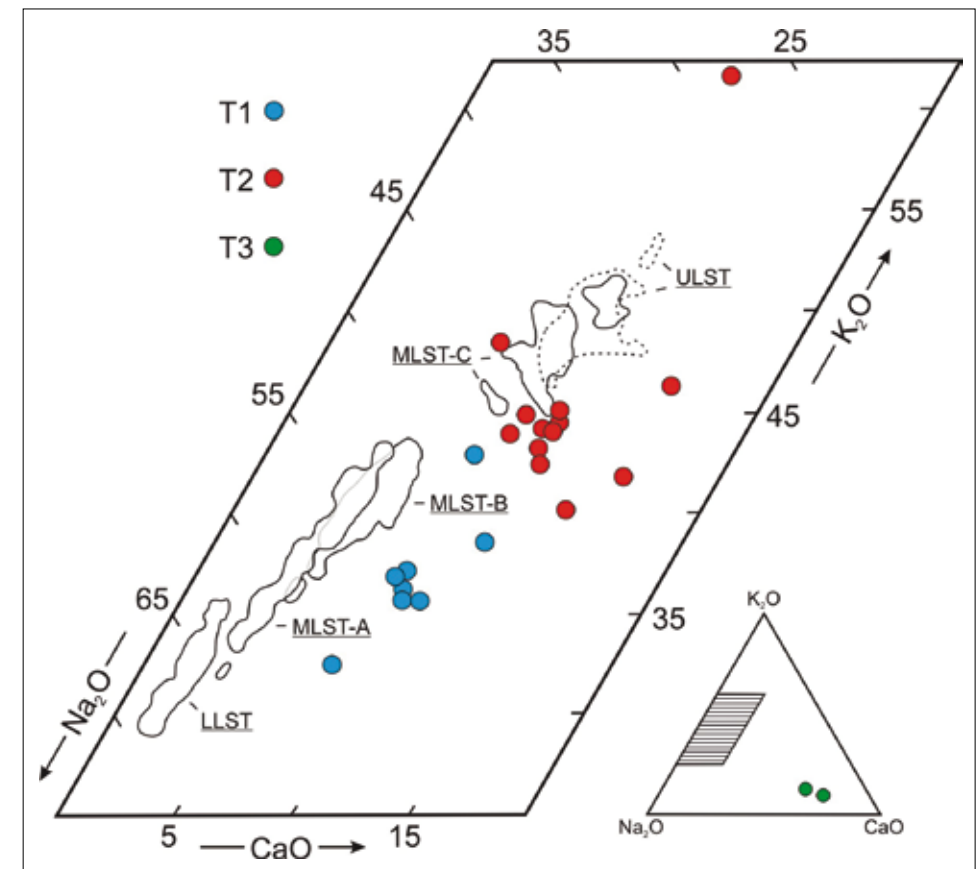


Abb. 7: Na₂O-K₂O-CaO-Plot mit Mikrosondenanalysen der Glasscherben von T1, T2 und T3. Verteilungsfelder der Tephraeruptionen des Laacher Sees nach BOGAARD & SCHMINCKE (1985) (LLST = unterster Tephrahorizont; MLST = mittlerer Tephrahorizont; ULST = oberster Tephrahorizont).

halfen: Lucas BLATTNER, Lorenzo DI MARCO, Fabian ESCRIBANO, Jasmin GANTER, Tobias HEINI, Laura LÄSER, Elisabeth REICHLE und Nadine SEILER. Des Weiteren danken wir allen Mitarbeitern der Universität Basel, die uns bei dem Projekt hilfreich zur Seite standen und Lorenzo DELARUE BIZZINI fürs Korrekturlesen. Dem Maarmuseum Manderscheid / Vulkan-eifel danken wir für die organisatorische Betreuung vor Ort und Möglichkeit der Labornutzung für eine erste Kernbeschreibung und die Entnahme der Einzelproben. Diese Veröffentlichung ist im Rahmen einer Bachelorarbeit im Departement Physiogeographie und Umweltwandel (Prof. Dr. Nikolaus KUHN) an der Universität Basel entstanden.

6. Literatur

- BOGAARD, P. v. D. & SCHMINCKE, H.-U. (1985): Laacher See Tephra: A widespread isochronous late Quaternary tephra layer in central and northern Europe. – *Geological Society of America Bulletin* **96**: 1554-1571. Boulder.
- BÜCHEL, G. (1993): Maars of the Westeifel (Germany). – 1-13. In: NEGENDANK, J. F. W. & ZOLITSCHKA, B. (eds): *Paleolimnology of European Maar Lakes*. – *Lecture Notes in Earth Science* **49**: 513 pp., Springer. Berlin, Heidelberg.
- BÜCHEL, G. & LORENZ, V. (1982): Zum Alter des Maarvulkanismus der Westeifel. – *Neues Jahrbuch für Geologie, Paläontologie, Mineralogie* **163** (1): 1-22. Stuttgart.
- ERLENKEUSER, H., FRECHEN, J., STRAKA, H. & WILLKOMM, H. (1972): Das Alter einiger Eifelmaare nach neuen petrologischen, pollenanalytischen und Radiokarbon-Untersuchungen. – *Decheniana* **125**: 113-129. Bonn.
- FRANZ, L., SUN, T. T., HÄNNI, H. A., DE CAPITANI C., THANASUTHIPITAK, T. & ATICHAT, W. (2014): A comparative study of jadeite, omphacite and kosmochlor jades from Myanmar, and suggestions for a practical nomenclature. – *The Journal of Gemmology* **34** (3): 210-229. London.
- JUNGERIUS, P. D., RIEZBOS P. A. & SLOTBOOM, R. T. (1968): The age of Eifel Maars as shown by the presence of Laacher See ash of Allerød age. – *Geologie en Mijnbouw* **47** (3): 199-205. Utrecht.
- JUVIGNÉ, E., BOENIGK, W., BRUNNACKER, K., DUCHESNE, J. C. & WINDHEUSER H. (1988): Zur Schlotfüllung des Hinkelsmaar (Eifel, Deutschland): Alter und Genese. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* **9**: 544-562. Stuttgart.
- LE BAS, M. J., LE MAITRE, R. W., STRECKEISEN, A. & ZANNETTIN, B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. – *Journal of Petrology* **27** (3): 745-750. Oxford.
- MERTZ, D. F., LÖHNERTZ, W., NOMADE, S., PEREIRA, A., PRELEVIC, D. & RENNE, P. R. (2015): Temporal-spatial evolution of low SiO₂-volcanism in the Pleistocene Westeifel volcanic field (West-Germany) and relationship to upwelling asthenosphere – *Journal of Geodynamics* **88**: 59-79. Amsterdam.
- MEYER, W. (2013): *Geologie der Eifel*. 4. Aufl., 704 S., Schweizerbart. Stuttgart.
- RAUSCH, J., GROBÉTY, B. & VONLANTHEN, P. (2014): Eifel maars: Quantitative shape characterization of juvenile ash particles (Eifel Volcanic Field, Germany). – *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **291**: 86-100. Amsterdam.
- SCHMINCKE, H.-U. (2014): *Vulkane der Eifel: Aufbau, Entstehung und heutige Bedeutung*. 2. Aufl., 161 S., Springer Spektrum. Berlin.
- SIROCKO, F., DIETRICH, S., VERES, D., GROOTES, P. M., SCHABER-MOHR, K., SEELOS, K., NADEAU, M., KROMER, B., ROTHACKER, L., RÖHNER, M., KRIBETSCHKE, M., APPLEBY, P., HAMBACH, U., ROLF, C., SUDO, M. & GRIM, S. (2013): Multi-proxy dating of Holocene maar lakes and Pleistocene dry maar sediments in the Eifel, Germany. – *Quaternary Science Review* **62**: 56-76. Amsterdam.
- STRAKA, H. (1960): Zwei postglaziale Pollendiagramme aus dem Hinkelsmaar bei Manderscheid (Vulkan-eifel). – *Decheniana* **112**: 219-241. Bonn.
- TRÖGER, W. E. (1982): *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1 Bestimmungstabellen*. 5. Aufl., 188 S., Schweizerbart. Stuttgart.
- WAGNER, H. W., KREMB-WAGNER, F., KOZIOL, M. & NEGENDANK, J. F. W. (2012): *Trier und Umgebung. Geologie der Süd- und Westeifel, des Südwest-Hunsrück, der unteren Saar sowie Maarvulkanismus und die junge Umwelt- und Klimageschichte*. – *Sammlung Geologischer Führer* **60**. 3. Aufl., 396 S., Bornträger. Stuttgart.
- ZOLITSCHKA, B. (1988): Spätquartäre Sedimentationsgeschichte des Meerfelder Maars (Westeifel). – *Mikrostratigraphie jahreszeitlich geschichteter Seesedimente*. – *Eiszeitalter und Gegenwart* **38**: 87-93. Hannover.

Bildquellen

- Abb. 1:** Wikimedia 2017. Online verfügbar. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Relief_Map_of_Germany.svg/1200px-Relief_Map_of_Germany.svg.png (Stand: 30.7.2017).
- Geodatenzentrum 2017. Online verfügbar. URL: http://sg.geodatenzentrum.de/web_bkg_webmap/applications/dop/dop_viewer.html?zoom=11&lat=550118.47342&lon=341415.50046&layers=B0FFFTT (Stand: 20.7.2017).
- Abb. 2:** JUVIGNÉ et al. (1988): Zur Schlotfüllung des Hinkelsmaar (Eifel, Deutschland): Alter und Genese. S. 549.
- Martina VÖGTLI, 2017.
- Abb. 3:** Martina VÖGTLI, 2015.

Abb. 4: BOGAARD & SCHMINCKE (1985): Laacher See Tephra: A widespread isochronous late Quaternary tephra layer in central and northern Europe.

Abb. 5: LE BAS et al. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. URL: https://minerva.union.edu/hollochk/c.../lebas_et_al_1986.xls (Stand: 30.7.2017).

Abb. 6: LE BAS et al. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. URL: https://minerva.union.edu/hollochk/c.../lebas_et_al_1986.xls (Stand: 30.7.2017).

Abb. 7: BOGAARD & SCHMINCKE (1985): Laacher See Tephra: A widespread isochronous late Quaternary tephra layer in central and northern Europe.

Anschriften der Verfasser

Martina Vögtli
Department of Geography
University of Zurich
Winterthurerstr. 190
CH-8057 Zurich, Switzerland
E-Mail: martina.voegtli@uzh.ch

Nikolaus J. Kuhn
Physical Geography and
Environmental Change
University of Basel
Klingelbergstr. 27
CH-4056 Basel, Switzerland

Leander Franz & Christian de Capitani
Mineralogy and Petrography
University of Basel
Bernoullistrasse 30
CH-4056 Basel, Switzerland

Martin Koziol
Maarmuseum Manderscheid
Wittlicher Straße 11
D-54531 Manderscheid

Manuskript eingegangen: 06.07.2018

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Vögtli Martina, Kuhn Nikolaus J., Franz Leander, de Capitani Christian, Koziol Martin

Artikel/Article: [Lichtoptische und geochemische Analyse der Tephraschichten aus dem Hinkelsmaar in der Westeifel 29-41](#)