

TERTIÄRE PFLANZEN IM BASALT VON ISLAND

Von

WALTER L. FRIEDRICH*)

Abstract

Tree molds, imprints of charcoal and a cast of a conifer cone in lava from the Tertiary Plateau Basalts from Iceland are described. A discussion of possible preservation of organic material in lava is given.

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten der Erhaltung von organischen Objekten, insbesondere von Pflanzen, in Lava werden an Hand von Funden aus tertiären Plateaubasalten Islands diskutiert; es werden Einschlüsse und Hohldrücke von Pflanzen sowie Lava-Baumröhren beschrieben.

EINLEITUNG

Über die Verbreitung der tertiären Vegetation in Island liegen bisher vorwiegend Beobachtungen aus fossilführenden Sedimenten vor, die zwischen den Basalten vorkommen. Man kennt nach ÁSKELSSON (1961) etwa 200 Lignit-Fundstellen (Lignit = isl. Surtarbrandur). Die meisten liegen im Gebiet der tertiären Plateaubasalte der Nordwesthalbinsel. Es gibt etwa 20 Stellen, wo zum Teil gut erhaltene Blattreste sowie Früchte gefunden werden. Am besten bekannt ist hier die Lokalität Brjánslækur, von der O. HEER (1868) in seiner »flora fossilis arctica« Pflanzen veröffentlichte.

Obwohl schon verschiedene Untersuchungen über die Fundstellen und deren Fossilführung vorliegen, ist die Kenntnis der Florenverbreitung und -zusammensetzung im Tertiär – und auch im Quartär Islands – noch sehr lückenhaft. Vor allem fehlen Beobachtungen aus den Laven selbst. Dies klingt zunächst paradox, da man in Lavaströmen kaum Fossilien erwartet. Die vernichtende Wirkung flüssiger Lava ist nur allzu bekannt. Weniger bekannt ist hingegen, dass unter gewissen Umständen auch leicht brennbare Gegenstände, wie Pflanzen, zumindest als Hohlform in Lava überlieferbar sind. Wie aus dem folgenden ersichtlich ist, sind Fossilfunde in Lavaströmen nicht einmal so selten.

EINSCHLÜSSE IN LAVA

Vollkörperlich in Lava eingeschlossene Pflanzenteile werden hier und da beobachtet. Es sind meistens sekundär mineralisierte Holz- oder Holzkohle-reste (Taf. 1, Fig. 1–2). Oft ist die Holzsubstanz durch Kieselsäure (Opal,

*) Geologisk Institut, Aarhus Universitet.

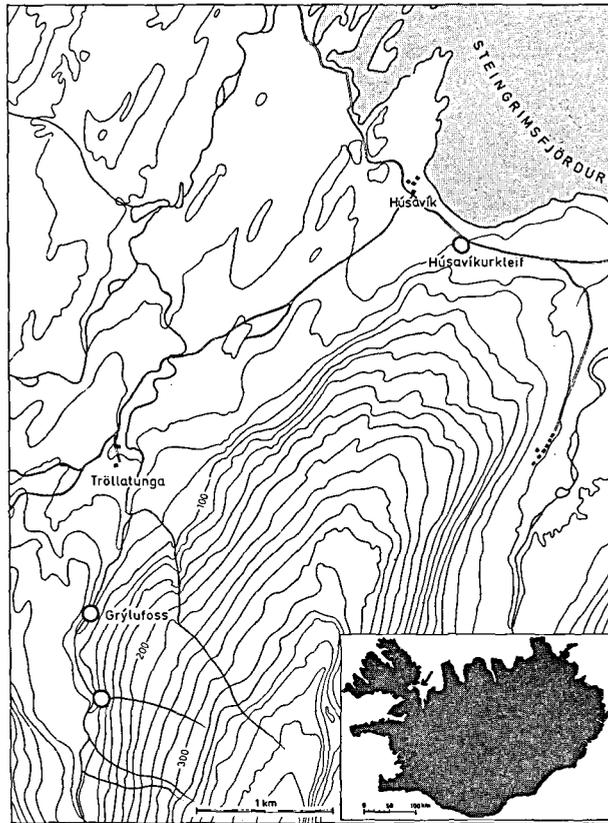


Abb. 1. Lage der Fundstellen Húsavíkurkleif und Grýlufoss/Tröllatunga am Steingrimsfjörður, NW-Island.

Fig. 1. Map showing the localities Húsavíkurkleif and Grýlufoss/Tröllatunga/Steingrimsfjörður, NW-Iceland.

Chalcedon) ersetzt. Solche Stücke sind in vielen Fällen noch bestimmbar, da meist die Holzstruktur überliefert ist. Seltener ist die direkte Erhaltung des Holzes.

Bei einem durch Opal ersetzt Holzstück von der Insel Rum konnten S. I. TOMKEIEFF & K. B. BLACKBURN (1942) an Hand der noch erkennbaren Holzstrukturen die Zugehörigkeit zu den Angiospermen feststellen. R. KRÄUSEL (1936, Abb. 2) beschreibt Holzkohlenreste von Steinheim, Deutschland, die von einer Ulme stammen. Funde von Holzkohle in Lava werden auch aus Neuseeland (J. A. BARTRUM, 1925, Abb. 17–19) beschrieben. Ähnliche Funde kennt man aus Deutschland (DONATH, 1928, Abb. 1–3), aus Australien (ARMITAGE, 1910, Abb. 1, 2), sowie aus Grönland (Taf. 1, Fig. 1), und Sizilien (Mti. Iblei)*).

*) Diese Mitteilung verdanke ich Herrn Dr. H. PICHLER, Tübingen.

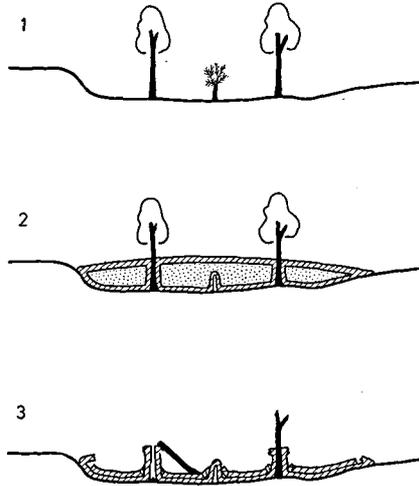


Abb. 3. Bildung von freistehenden Lava-Baumröhren (umgezeichnet nach MOORE & RICHTER, 1962, Fig. 3).

- 1) Tal mit Bäumen und Baumfarnen am Hang gelegen.
- 2) Lava fließt hangabwärts und bildet eine feste Kruste am Boden, an der Oberfläche und um die Bäume herum.
- 3) Die Lava fließt weiter hangabwärts und hinterlässt die heruntergefallenen Krustenteile sowie freistehende Lava-Baumröhren.

Fig. 3. Sketches showing formation of lava trees (lava tree mold *sensu* MOORE & RICHTER). Modified after J. G. MOORE & RICHTER (1962, fig. 3).

- 1) original low structural valley with tropical forest,
- 2) lava flow moves down-valley, ponding against sides and chilling, forming solid crusts on top, bottom, and around trees and ferns,
- 3) continued lava flow down-valley causes solidified crusts to fall thus exposing lava trees (freistehende Lava-Baumröhren).

fand die Hohlform eines Nashornes in Pillow-Lava bei Blue-Lake, Grant County, Washington. Die zum Teil noch in der Lava steckenden Knochen des Tieres lassen keinen Zweifel an dieser Deutung (BECK, 1937, 1941; CHAPPELL *et.al.* 1951).

Hohlformen in Lava, die auf Bäume zurückzuführen sind, werden im englischen Sprachraum als »tree molds**« bezeichnet. Diese Bezeichnung wird allerdings nicht einheitlich gebraucht. PERRET (1913, S. 156) wählt die Bezeichnung »tree mould of the projecting type«, um Hohlformen aus Lava zu charakterisieren, die über die Stromoberfläche herausragen. Die entsprechende im Strom befindliche Form nennt er »tree mould of the sunken type«. SHROCK (1948, S. 397) und STEARNS (1959, S. 29) bezeichnen die Gesamtform als »tree mold«, wobei der herausragende Teil als »lava tree« abgetrennt wird (Abb. 2). Letzteres ist bei MOORE & RICHTER (1962) als »lava tree mold« beschrieben; K. KREJCI-GRAF (1936) braucht hierfür die Bezeichnung »Lava Mantel«.

***) In der Literatur werden sowohl »mold« als auch »mould« benutzt.

Da im deutschen Sprachgebrauch kein Ausdruck existiert, der diese Formen in der Gesamtheit treffend charakterisiert, wird hier der Ausdruck *Lava-Baumröhre* vorgeschlagen. Dabei soll unterschieden werden zwischen *freistehenden Lava-Baumröhren* (= lava trees) und *Lava-Baumröhren* (= tree molds) (Abb. 2).

Beim Ausbruch des Kilauea im September 1961 konnten J. G. MOORE & D. H. RICHTER (1962) die Entstehung von freistehenden Lava-Baumröhren näher untersuchen (Abb. 3).

Lava-Baumröhren kommen in allen Teilen eines Basaltstromes richtungslos vor, wenn die ehemaligen Bäume von der Lava mitgerissen und transportiert wurden. Freistehende Lava-Baumröhren befinden sich dagegen in situ (Abb. 3). Aus Neuseeland (E. J. SEARLE, 1964; J. A. BARTRUM, 1941), Nordamerika (H. T. STEARNS, 1928; E. C. ALFORD, 1937; R. R. SHROCK, 1948; D. BUTTERFIELD JEFFORDS, 1950; S. CHAPPELL et al., 1951) und Hawaii (J. D. DANA, 1880; F. A. PERRET, 1913; K. KREJCI-GRAF, 1936; R. H. FINCH, 1931; H. T. STEARNS, 1926; J. G. MOORE & D. H. RICHTER, 1962) kennt man Lava-Baumröhren.

Auch aus Island werden solche Funde berichtet. So erwähnt S. THORARINSSON (1966, S. 37) Hohlräume in einem Lavastrom der Schlucht Valgilsá und TH. THORODDSEN (1896, S. 133) fand an der Fundstelle Grýlufoss bei Tröllatunga/NW-Island einen Hohlraum im Basalt mit einem verkohlten Baumstamm darin.

Etwa 4 km NE der oben erwähnten Fundstelle Grýlufoss befindet sich die seit langem bekannte Lokalität Húsavíkurkleif (Abb. 4).

Ein ca. 5 m mächtiger Basaltstrom überlagert hier einen fossilführenden Tuffithorizont (Abb. 4), aus dem man bereits eine Anzahl tertiärer Pflanzenfossilien kennt (G. G. WINKLER, 1863; O. HEER, 1868; TH. THORODDSEN, 1886; G. G. BARDARSON, 1918; P. WINDISCH, 1886; M. SCHWARZBACH, 1955; H. D. PFLUG, 1959).

Im unteren, vorwiegend brecciösen Teil des Basaltstromes kommen neben dem bereits erwähnten Einschluss von Holzkohle (Taf. 1, Fig. 1) auch Lava-Baumröhren vor (Abb. 4 und Taf. 2, Fig. 1).

Eine dieser Formen ist etwa 4 m lang und 30 cm breit. An der Innenwand dieser Röhre ist der Abdruck von Holzkohle deutlich erkennbar (Taf. 3, Fig. 2).

Eine weitere Lava-Baumröhre befindet sich in einem Basaltstrom bei Raudsdalsá (Taf. 2, Fig. 2), nur 4 km SE von der Lokalität Surtarbrandsgil bei Brjánslækur, Nordwesthalbinsel Islands, entfernt. Fossile Pflanzen aus dieser Lokalität wurden zuletzt von W. L. FRIEDRICH, 1966 und 1968, beschrieben. Die Röhre hat einen Durchmesser von 30 cm und reicht etwa ein Meter in das Gestein hinein. Da sie in einem stratigraphisch höheren Niveau als die Pflanzenfundstelle Brjánslækur liegt, von dem bisher noch keine Fossilien bekannt sind, haben wir hier somit das erste Anzeichen für eine Kontinuität der Vegetation auch in höhere Teile der tertiären Plateaubasalte hinein.

ABDRÜCKE UND HOHLDRÜCKE IN LAVA

An der Unterseite von Lavaströmen können unter Umständen Abdrücke oder Hohldrücke von Pflanzen gefunden werden, die von der flüssigen Lava abgeformt wurden. Der Feuchtigkeitsgehalt der Gegenstände im Augenblick der Abformung spielt hier offenbar eine Rolle. Beispiele dieser Erhaltungsart kennt man ebenfalls aus Hawaii. So wurden von hier Grasabdrücke (H. T. STEARNS & W. O. CLARK, 1930, Taf. 8 a) und Farnabdrücke (K. KREJCI-GRAF, 1936, Abb. 4; M. S. PALMERS, 1947, Abb. 1) beschrieben. Es ist verblüffend, wie genau die Einzelheiten von der Lava nachgeformt wurden. In Morelia/Mexico wird ein Basaltblock aufbewahrt, der deutliche Hohldrücke von Maiskolben aufweist (M. M. SOLORZANO & B. HOBSON, 1907, Taf. 11). Aus Deutschland beschreibt R. KRÄUSEL (1936, Abb. 3) aus dem Frankfurter Lavaström einen Koniferenzapfen (Pinus), der als Hohldruck in einem Stück Basalt gefunden wurde. Auch aus Island – Surtarbrandsgil bei Brjánslækur – kennt man bereits einen solchen Fund (W. L. FRIEDRICH, 1966, S. 26). Es handelt sich um ein schlackiges Basaltstück, das deutlich den Hohldruck eines 6 cm langen und 2,5 cm breiten Koniferen-Zapfens enthält (Taf. 3, Fig. 1). Auf dem gleichen Basaltstück ist ausserdem der Abdruck eines glatten Stengels erkennbar. Selbst die Zapfenschuppen treten deutlich hervor. Sehr wahrscheinlich handelt es sich hier um einen *Picea*-Zapfen. Pollenfunde, die sich auf *Picea* beziehen lassen, sind aus den Sedimenten der Fundstelle Brjánslækur bekannt (J. ÁSKELSSON, 1946, S. 49; S. MANUM, 1962, S. 108; W. FRIEDRICH, 1966, S. 48).

Hohldrücke von Baumrinde werden häufig in der Literatur erwähnt (Siehe oben).

Ein Hohldruck von einem offenbar verkohlten Holzstück wurde an der Innenwand einer Lava-Baumröhre bei Húsavíkurkleif gefunden (Taf. 3, Fig. 2). Es ähnelt sehr dem bereits von K. KRÄUSEL (1936, Abb. 1) beschriebenen Stück aus Frankfurt. Da wir von der Fundstelle Húsavíkurkleif auch ein verkieseltes Holzkohlenstück kennen, welches charakteristische Merkmale wie Schwundrisse und Spalten aufweist, die man bei verbranntem Holz kennt (Taf. 1, Fig. 2), ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass die auf unserem Holzdruck erkennbaren, erhabenen, zueinander fast senkrecht stehenden Leisten die Ausfüllung von Spalten und Schrumpfrissen sind und kein Rindenabdruck.

H. T. STEARNS (1928), der Lava-Baumröhren bei »Craters of the Moon National Monument, Idaho«, auf Abdrücke von Rinde untersucht hat, berichtet, dass Abdrücke von Rinde und solche von Holzkohle sich sehr ähneln und daher leicht verwechselt werden können. Im untersuchten Gebiet fand er nur Abdrücke von Holzkohle.

PSEUDOMORPHOSEN NACH PFLANZEN IN LAVA

Eine Hohlform in Basalt, mag sie beim Verbrennen, Verkohlen oder später durch Verwitterung des eingeschlossenen organischen Materials entstanden sein, kann sekundär wieder verfüllt werden. Solche Pseudomorphosen – oder »natürliche Nachgüsse« – im Sinne von K. KREJCI-GRAF (1936) – können aus Lava, mineralischen Ausfällungen oder anderem Material be-

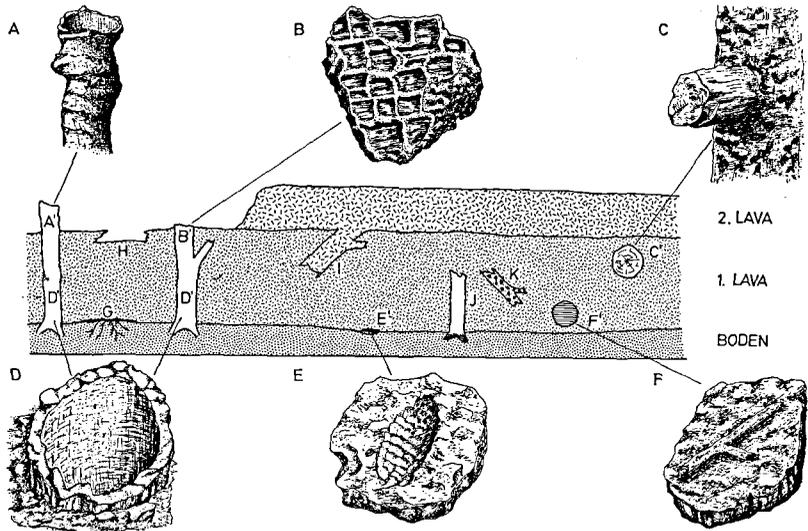


Abb. 5. Schematische Darstellung der Überlieferungsmöglichkeiten von Pflanzen in Lava (Zusammengestellt nach R. R. SHROCK, 1948; R. KRÄUSEL, 1936, und eigenen Beobachtungen).

- A, A' Freistehende Lava-Baumröhre.
 B, B' Hohldruck von Holzkohle in Lava aus der Innenwand einer Lava-Baumröhre.
 C, C' Einschluss von Holz in Lava (sekundär verkieselt und z. T. freigewittert).
 D, D' Lava-Baumröhre.
 E, E' Hohldruck eines Koniferenzapfens in Lava.
 F, F' Pseudomorphose nach einem Holzstück in Lava, durch sekundäre Ausfüllung einer Lava-Baumröhre mit mineralischen Lösungen entstanden.
 G, G' Pflanzenabdruck in Lava an der Unterseite eines Stromes.
 H, H' Liegende Lava-Baumröhre an der Oberseite eines Stromes.
 I, I' Pseudomorphose nach einem Holzstamm, durch sekundäre Verfüllung einer Lava-Baumröhre mit Lava entstanden.
 J, J' Lava-Baumröhre mit Ansammlung von Asche am Boden.
 K, K' Lava-Baumröhre verfüllt mit Breccie aus Lava und Holzkohle.

Fig. 5. Sketch showing possible preservation of plants in lava (combined after R. R. SHROCK, 1948; R. KRÄUSEL, 1936, and own observations).

- A, A' Lava tree.
 B, B' Imprint of carbonized wood from the wall of a tree mold.
 C, C' Inclusion of wood in lava (later silicified and partly exposed by erosion).
 D, D' Tree mold.
 E, E' Cast of a conifer cone in lava.
 F, F' Pseudomorph of a tree stump in lava, produced by filling of a tree mold with mineral solutions.
 G, G' Imprint of a plant from the underside of a flow.
 H, H' Tree mold from the surface of a lava flow.
 I, I' Pseudomorph of a tree produced by filling of a tree mold with secondary lava.
 J, J' Tree mold containing ash on the bottom.
 K, K' Tree mold filled with breccia consisting of lava and later silicified charcoal.

stehen. Sie enthalten meist die Umriss des ursprünglichen organischen Einschlusses, zuweilen sogar Einzelheiten der ursprünglichen Skulptur. R. L. NICHOLS (1941, S. 1926) beobachtete in Oregon, dass beim Eindringen von Sekundär-Lava in eine solche Form sogar Jahresringe abgeformt wurden. Pseudomorphosen nach Baumstämmen, die aus Olivin-Basalt(!) bestehen, beschreibt P. T. HYDE (1951, Fig. 1,2) aus einem tertiären Lavastrom von Kamerun. Hier war Lava in Lava-Baumröhren geflossen, die in einem früheren Strom existierten. Ebenfalls aus Basalt bestehend ist die Pseudomorphose nach einem Baum, von der R. H. WALCOTT (1900, Taf. 8) aus Australien berichtet. Einen sehr detaillierten »Nachguss eines Stammes eines Baumfarnes aus Basalt« bildet K. KREJCI-GRAF (1936, Abb. 8) vom Lavastrom des Mauna Loa (Hawaii) aus dem Jahre 1881 ab. Diese Pseudomorphose entstand durch dünnflüssige Lava, die in eine Hohlform eindrang. Sogar Einzelheiten der Leitbündel in den abgebrochenen Farnwedeln enthält dieser Fund.

Auch Mischformen, die sowohl noch Reste des ursprünglichen organischen Materials als auch Lava enthalten, werden in der Literatur beschrieben. So besteht der als »fossil tree of Burgh« von Mull/Schottland von A. C. SEWARD & R. E. HOLTUM (1924) beschriebene »Baum« aus brecciöser Lava, vermischt mit verkohltem Holz. Ein ganz ähnlicher Befund lässt sich auch für einen Fund von Grýlufoss bei Tröllatunga/NW-Island geben

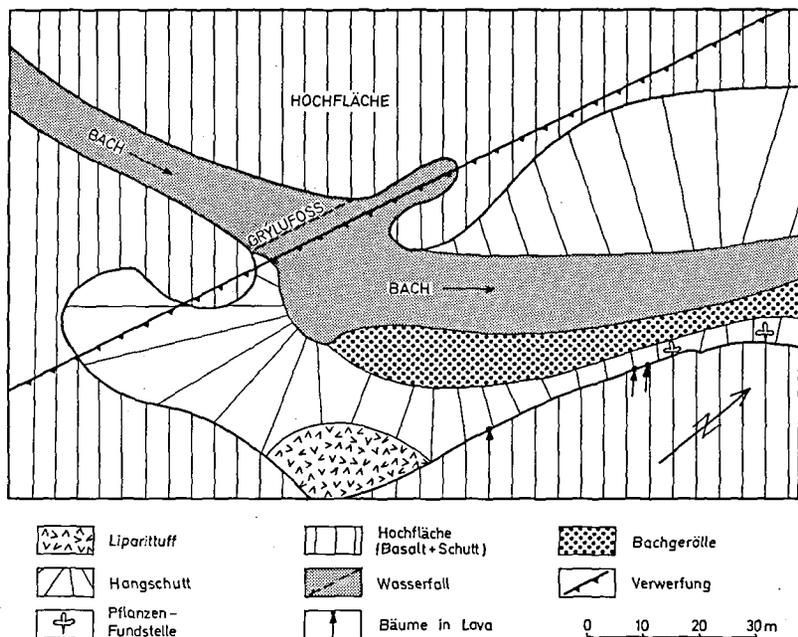


Abb. 6. Lageskizze der Pflanzen-Fundstelle Grýlufoss bei Tröllatunga.

Fig. 6. Location map of the locality Grýlufoss/Tröllatunga.

(Abb. 6 und Taf. 4, Fig. 1). Eine ca. 220 cm lange und etwa 65 cm breite, senkrechtstehende Hohlform in Säulenbasalt ist teilweise von einer Breccie aus Lava und verkieselten Holzkohlestücken ausgefüllt. Der Säulenbasalt überlagert hier – in gleicher Weise wie an der oben erwähnten Fundstelle Húsavíkurkleif (Abb. 4) – einen Sedimenthorizont, der Pflanzenfossilien führt. Wie eine Schürfung an der Basis des »Baumes« zeigte, befindet er sich nicht mehr in situ. Auch bei den Hohlformen an der Fundstelle Húsavíkurkleif (Abb. 4) gilt das. Die Bäume wurden also wahrscheinlich von der flüssigen Lava mittransportiert – wenn auch nur für kurze Strecken.

Pseudomorphosen nach Pflanzen in Basalt, die durch Eindringen und Ausfällen von Minerallösungen entstanden, werden von H. M. CADELL (1892, Taf. 6) aus Schottland beschrieben. Eine dieser Pseudomorphosen besteht aus Calcit. Sie wurde von M. R. KIDSTON als Knorria identifiziert. Andere Funde, die CADELL (1914, S. 110) machte, setzten sich aus Quarz, Calcit, sowie amorphem Quarz in dünnen Chalzedon-Lamellen zusammen. Das ursprüngliche Holz ist vollkommen vergangen. Fossilien in dieser Erhaltungsart kennt man noch nicht aus Island.

Die Funde von pflanzlichen und tierischen Resten in Lava zeigen deutlich, dass organische Objekte nicht unbedingt von der glühenden Lava vernichtet werden. Verschiedene Faktoren spielen hier offenbar eine beschützende Rolle.

Wie Beobachtungen bei Vulkanausbrüchen zeigen, werden z. B. Bäume mit einer festen Gesteinskruste umgeben, wenn sie von der glühenden Lava umflossen werden. (F. A. FOUQUÉ, 1866; DANA, 1890; PERRET, 1913; MOORE & RICHTER, 1962). Diese Gesteinskruste wirkt wegen ihrer schlechten Wärmeleitfähigkeit isolierend wie Asbest. Die Untersuchungen von PERRET (1913) auf Hawaii zeigen, dass solche Krusten an der Kontaktfläche nicht glasig, sondern kristallin ausgebildet sind. Die flüssige Lava erkaltet also am Kontakt mit den Bäumen nicht plötzlich, sondern die Abkühlung dauert mindestens einige Minuten. Auch die chemische Zusammensetzung einer Lava dürfte hier eine Rolle spielen. Bekanntlich sind saure Laven zähflüssiger als basische Laven. Aus diesem Grund dürften die Chancen für die Abformung und Überlieferung von organischen Objekten in basischen Laven günstiger sein, als bei den ohnehin selteneren sauren Laven.

Ein Wassertropfen, der auf eine glühende Herdplatte fällt, tanzt eine Zeit lang auf einer Hülle aus Wasserdampf, die ihn vor dem sofortigen Verdampfen bewahrt (Leidenfrostsches Phänomen). In ähnlicher Weise treibt die glühende Lava den Saft aus einem lebenden Baum, es bildet sich Dampf, der sich wie eine Isolierschicht zwischen Baum und Lava verhält. Diese Isolation ist um so stärker, je geringer die Möglichkeit des Entweichens für den Dampf ist. Auch der Luftzutritt ist entscheidend für die Überlieferung von organischen Objekten. Bäume, die an die Oberfläche eines Lavastromes geraten, werden mit grosser Wahrscheinlichkeit verbrennen und höchstens einen Abdruck und Asche hinterlassen. Bei Luftabschluss dagegen verkohlt nur ein geringer Teil des Holzes; der Rest bleibt als Einschluss erhalten und kann dann später verkieselt werden, wie z. B. der von DONATH (1928) beschriebene Fund zeigt.

DANK

Für wertvolle Hinweise und Anregungen möchte ich Lektor, mag. scient. E. B. KOCH sowie Prof. Dr. M. SCHWARZBACH danken. Meinen Mitarbeitern in Island, meiner Frau und cand. scient. L. SIMONARSSON, bin ich zu besonderem Dank verpflichtet. Literatur-Hinweise verdanke ich Prof. Dr. H. E. WHEELER, Dr. H. PICHLER und Dr. K. SÆMUNDSSON. Die Reinzeichnungen der Abbildungen führte A. KJÆRULFF-RASMUSSEN aus und die Schreibearbeiten H. JACOBSEN. Finanzielle Unterstützung erhielt ich von der Universität Århus sowie vom Carlsbergfond. Ihnen allen möchte ich hiermit danken:

DANSK RESUMÉ

På grundlag af fund af tertiære plantefossiler fra Islands tertiære plateaubasalter diskuteres mulighederne for bevaring eller gengivelse af organiske strukturer, især plantestrukturer, i lava. Der omtales indeslutninger og aftryk m. v. i forskellige variationer, der nomenklatorisk forsøges systematiseret.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALFORD, E. C., 1937. The Lava Casts Forest of Oregon. – *Rocks and Minerals*, 12(5), pp. 146–147.
- ARMITAGE, R. W., 1910. Notes on the Occurrence of Plant Remains in Olivine-Basalt, Clifton Hill Quarry. – *Victorian Naturalist*, XXVII, pp. 21–30.
- ÁSKELSSON, J., 1961. *Náttúra Íslands*. Pp. 47–54. Reykjavík.
- BARTRUM, J. A., 1925. An interesting lava mould of a carbonized tree trunk from Hokianga, North Auckland, New Zealand. – *Hawaiian Volcano Observatory, Monthly Bull.*, vol. 13 (7), pp. 55–56.
- BATTEY, M. H., 1951. Tree Trunks Preserved in Lava. – *Amer. Journ. Sci.*, 249, p. 695.
- BECK, G. F., 1937. Remarkable West American fossil – the Blue Lake Rhino. – *Amer. Mineral.* 5, pp. 7–8.
- BECK, G. F., 1941. Fossil-bearing basalts. – *Amer. Mineral.* 9, pp. 462–464.
- BUTTERFIELD-JEFFORDS, D., 1950. Death Masks in Lava. – *Nat. Hist.*, LIX, pp. 420–421.
- CADELL, H. W., 1877. Notes on the Volcanic Rocks of the Borrowstounness Coalfield. – *Trans. Edinb. Geol. Soc.*, III, pp. 304–325.
- CADELL, H. W., 1892. The Occurrence of Plant Remains in Olivine Basalt in the Bo'ness Coalfield. – *Trans. Edinb. Geol. Soc.*, VI, Pt. III, pp. 191–193.
- CADELL, H. W., 1914. Some Carboniferous Volcanic Episodes in West Lothian. – *Trans. Edinb. Geol. Soc.*, X, Pt. II, pp. 110–113.
- CHAPPELL, W. M. et al., 1951. Mold of a rhinoceras in basalt, Lower Grand Coulee, Washington. – *Geol. Soc. Am. Bull.*, 62, pp. 907–918.
- DANA, J. D., 1890. *Characteristics of Volcanoes, with contributions of facts and principles from the Hawaiian Islands*. Pp. 1–399. New York, 1890.
- DONATH, M., 1928. Ein fossiler Baumstamm als Einschluss im Basalt. – *Cbl. f. Mineral.*, Jhg. 1928, pp. 57–61.
- FINCH, R. H., 1931. Lava tree casts and tree molds. – *Volcano Letter*, 316, p. 1–3.
- FOUQUÉ, F. A., 1865. Note de M. Fouqué. – *Bull. Soc. Géol. France*, 2^e série, XXIII, pp. 190–193.
- FRIEDRICH, W. L., 1966. Zur Geologie von Brjónslaekur (Nordwest-Island) unter besonderer Berücksichtigung der fossilen Flora. – *Sonderveröff. Geol. Inst. Köln*, 10, pp. 1–108.
- FRIEDRICH, W. L., 1968. Tertiäre Pflanzen aus Brjónslaekur (NW-Island) in seltener Erhaltung. – *Medd. Dansk Geol. For.* 18(2), pp. 181–186.

- HEER, O., 1868. Die Miocene Flora von Island. – *Flora Fossilis Arctica* 1 (IV), pp. 139–155. Zürich.
- HYDE, P. T., 1951. Tree trunks preserved in a volcanic flow in the Northern Cameroons. – *Amer. Journ. Sci.*, 249, pp. 72–77.
- KRÄUSEL, R., 1936. Pflanzen-Reste in der Frankfurter Basalt-Decke. – *Natur und Volk*, 66, pp. 379–382.
- KREJCI-GRAF, K., 1936. Versteinerungen in Vulkan-Gesteinen. – *Natur und Volk*, 66, pp. 382–388.
- MANUM, S., 1962. Studies in the tertiary flora of Spitsbergen, with notes on tertiary floras of Ellesmere Island, Greenland, and Iceland. – *Norsk Polarinst. Skrift*, Nr. 125, pp. 1–127.
- MOORE, J. G. & RICHTER, D. H., 1962. Lava Tree Molds of the September 1961 Eruption, Kilauea Volcano, Hawaii. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 73, pp. 1153–1158.
- NICHOLS, R. L., 1941. Tree Rings in Lava. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 52 (12/II), 1926.
- PALMERS, M. S., 1947. Fern Prints in Lava. – *Amer. Journ. Sci.*, 245, pp. 320–321.
- PERRET, F. A., 1913. Some Kilauean Formations. – *Amer. Journ. Sci.*, XXXV, pp. 151–159.
- PFLUG, H. D., 1959. Beiträge zur Klimageschichte Islands, VIII. Sporenbilder aus Island und ihre stratigraphische Deutung. – *N. Jb. Geol. Abh.*, 107, pp. 141–172.
- SCHWARZBACH, M., 1955. Allgemeiner Überblick der Klimageschichte Islands. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, pp. 97–130.
- SEARLE, E. J., 1964. *City of volcanoes. A geology of Auckland*. Pp. 1–112. Auckland & Hamilton.
- SEWARD, A. C. & HOLTUM, R. E., 1924. Tertiary Plants from Mull. In Tertiary and Post-Tertiary Geology of Mull, Loch Aline and Oban. – *Mem. Geol. Surv., Scotland*, pp. 67–90.
- SOLORZANO, M. M. & HOBSON, B., 1907. Plant Remains in Basalt. – *Geol. Mag., Decade V, IV*, pp. 212–219.
- STEARNS, H. T., 1926. The Keaiwa or 1823 Lava Flow from Kilauea Volcano, Hawaii. – *Journ. Geol.*, XXXIV, pp. 336–351.
- STEARNS, H. T., 1928. Craters of the Moon National Monument, Idaho. – *Idaho Bur. Mines and Geol. Bull.* 13, pp. 1–57.
- STEARNS, H. T. & CLARK, W. O., 1930. Geology and Water Resources of the Kau District, Hawaii. – *U. S. Geol. Surv. Water-Supply Paper* 616, pp. 76–77.
- THORARINSSON, S., 1966. Miscellanea 1966. – *Museum of Natural History. Miscellaneous Papers* No. 48, pp. 35–47.
- THORODDSEN, Th., 1906. Nogle iagttagelser over Surtarbrandens geologiske Forhold i det nordvestlige Island. – *Geol. Fören. Förhandl.*, Stockholm, 18, pp. 114–154.
- TOMKEIEFF, S. I. & BLACKBURN, K. B., 1942. On the Remains of Fossil Wood Enclosed in a Tertiary Lava on the Isle of Rum, Inner Hebrides. – *Geol. Mag.*, LXXIX, pp. 14–17.
- WALCOTT, R. H., 1900. Note on a Basalt Tree Cast. – *Proc. Royal Soc. Victoria*, XII, Pt. II, pp. 139–144.
- WINKLER, G. G., 1863. *Island*. Pp. 1–280. München.
- WINDISCH, P., 1886. Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora von Island. – *Zeitschr. Naturwiss.*, 59, pp. 215–262.

Tafel 1

Fig. 1. Einschluss von sekundär verkieseltem Holz in tertiärem Basalt.

Fundstelle: Ubekendt Ejlund, Grönland.

Legit: H. I. Drever.

Sammlung: Geol. Inst. Århus.

Fig. 2. Einschluss von sekundär verkieselter Holzkohle.

Fundstelle: Húsavíkurkleif, NW-Island.

Siehe Abb. 4.

Sammlung: Geol. Inst. Århus.

Plate 1

Fig. 1. Inclusion of later silicified wood in tertiary basalt.

Locality: Ubekendt Ejlund, Greenland.

Leg.: H. I. Drever.

Collection: Departm. of Geology, Århus.

Fig. 2. Inclusion of later silicified charcoal.

Locality: Húsavíkurkleif, NW-Iceland.

Collection: Departm. of Geology, Århus.

Tafel 2

Fig. 1. Schrägliegende Lava-Baumröhre in einem Basaltstrom an der Fossilfundstelle Húsavíkurkleif/NW-Island.

Die Innenwand enthält Abdrücke von verkohltem Holz (siehe Taf. 3, Fig. 2).

1) Fossilführende Tuffite mit Toneisenstein-Knollen.

2) Liparittuff-Lage.

3) Fossilführende Tuffite.

4) Basaltstrom, z. T. brecciös.

Fig. 2. Lava-Baumröhre bei Raudsdalsá, ca. 4 km von der Fossilfundstelle Surtarbrandsgil bei Brjánslækur/NW-Island entfernt.

Plate 2

Fig. 1. Tree mold in basalt flow at Húsavíkurkleif/NW-Iceland. The inner wall contains casts of carbonized wood (see plate 3, fig. 2).

1) Fossiliferous tuffite with clayey iron concretions.

2) Liparittuff layer.

3) Fossiliferous tuffite.

4) Lava flow, partly brecciated.

Fig. 2. Tree mold at Raudsdalsá, ca. 4 km away from the locality Brjánslækur, NW-Iceland.

Tafel 3

Fig. 1. Hohldruck eines Koniferenzapfens (Picea?) von der Unterseite eines Lavastromes von der Fossilfundstelle Surtarbrandsgil bei Brjánslækur/NW-Island.

Sammlung: Geol. Inst. Köln.

Photo: G. SCHULTZ.

Fig. 2. Hohldruck von verkohltem Holz aus der Innenwand der auf Taf. 2, Fig. 2, abgebildeten Lava-Baumröhre.

Sammlung: Geol. Inst. Århus.

Plate 3

Fig. 1. Cast of a conifer (Picea?) cone from the underside of a lava flow.

Locality: Surtarbrandsgil/Brjánslækur, NW-Iceland.

Collection: Departm. of Geology, Köln.

Fig. 2. Cast of coalified wood from the inner wall of a tree mold shown in plate 2, fig. 2.

Collection: Departm. of Geology, Århus.

Tafel 4

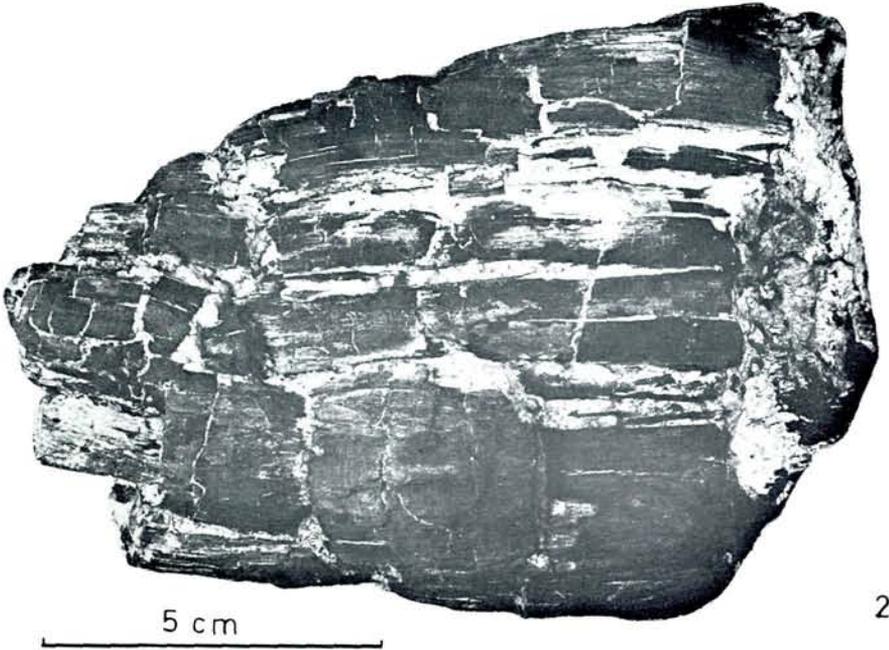
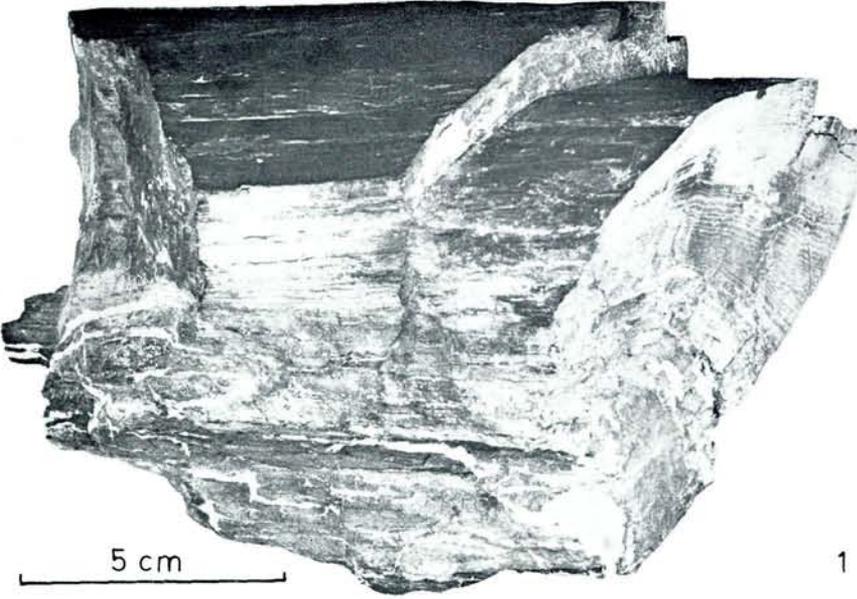
Fig. 1. Pseudomorphose nach einem Baum in einem Basaltstrom am Wasserfall Grýlufoss bei Tröllatunga/NW-Island. Die Lava-Baumröhre ist z. Teil mit einer Breccie aus sekundär verkieselten Holzkohlestückchen und Lava ausgefüllt. Massstab 2 m.

Fig. 2. Einschluss von stark verwittertem Holz in Basalt. Fundort wie Fig. 1. In der Nähe des Einschlusses und besonders über ihm ist der sonst grobsäulig ausgebildete Basaltstrom kleinstückig und zum Teil blasig verändert.

Plate 4

Fig. 1. Pseudomorphosis after a tree in a lava flow at waterfall Grýlufoss/Tröllatunga, NW-Iceland. The tree mold is partly filled with a breccia of later silicified pieces of charcoal and lava. Scale: 2 m.

Fig. 2. Inclusion of strongly weathered wood in basalt. Location as in fig. 1. In the vicinity of the inclusion and especially above it the normally large basalt columns become smaller and the basalt partly vesicular.

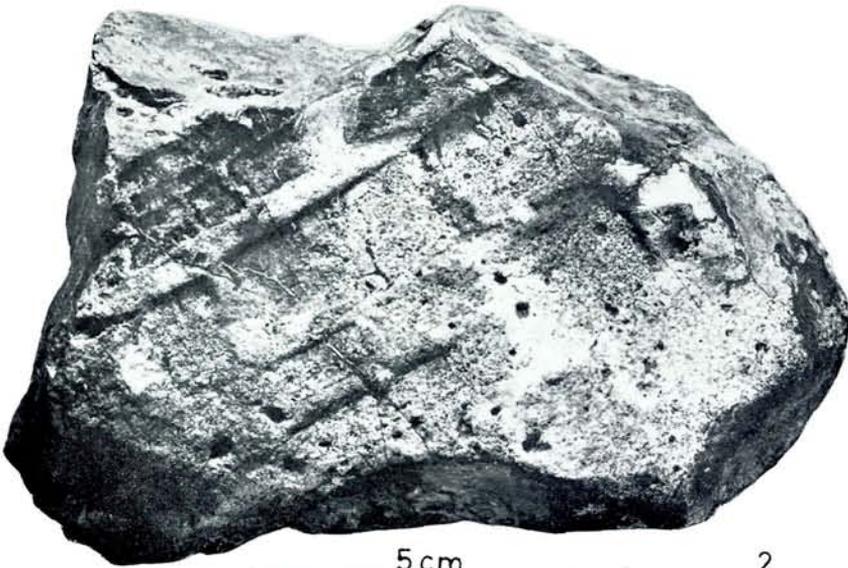






2 cm

1



5 cm

2

