Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**17** (2010), 1/2	S. 123-126	3 Abb., 6 Lit.

Aktive Vulkane auf Island – eine ständige Bedrohung! Vom jüngsten Ausbruch am Eyjafjallajökull auf Süd-Island

Active volcanos on Iceland – a permanent risk! The youngest eruption at Eyjafjöll on southern Iceland

Manfred Krauss

Die vulkanische Eruption am Eyjafjallajökull in der Nacht vom 20. zum 21. März 2010 war keine Überraschung. Schon in den letzten Wochen davor, beginnend Ende Dezember 2009, hatten zunehmend schwache Erdbeben (M < 2.0) auf Magmenbewegungen im Untergrund östlich des Eyjafjallajökull-Hauptkraters in 7-10 km Tiefe hingewiesen. Weiterhin wurden durch GPS-Navigation oberflächennahe Krustenverschiebungen von bis zu 1 cm pro Tag erfasst, die eine rapide Krustendehnung durch Magmenaufstieg darstellten (Dworschak 2010). Eine vulkanische Eruption war demnach zu erwarten! – Überraschend war jedoch die Ausbruchsstelle, die östlich des bisherigen, gletscherbedeckten Kraterbereichs des Eyjafjallajökulls im Gebiet des Fimmvörðuháls(-Sattels) lag (Abb. 1). In dieser Region verläuft ein beliebter Wanderweg von Skógar (Skógafoss, 48 m hoher Wasserfall an der Ringstraße) in die Þorsmörk zum Campingplatz Básar (ca. 6-8 stündige Tour). Hier, im eisfreien Passbereich in ca. 1100 m Höhe, öffnete sich am 20.03.2010 um ca. 23 Uhr eine ungefähr 500 m lange, SW-NO verlaufende Spalte, aus welcher eine schwarze Wolke

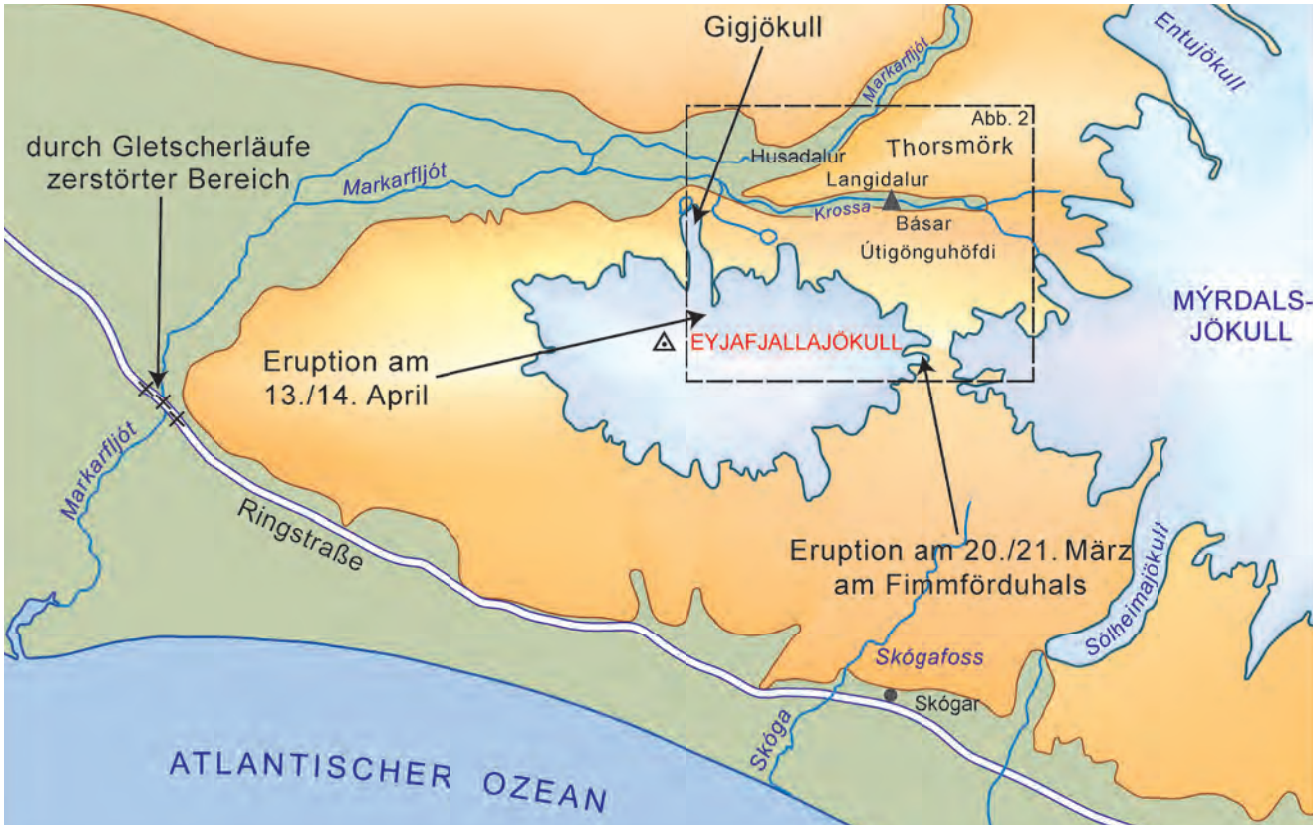

Abb. 1: Das Gebiet Eyjafjallajökull - Mýrdalsjökull - Þorsmörk mit den Eruptionszentren und durch Gletscherläufe zerstörten Bereichen des Frühjahrs 2010

Fig. 1: The Eyjafjallajökull - Mýrdalsjökull - Þorsmörk area with centres of volcanic eruptions and regions destroyed by glacial floods in spring 2010

aus basaltischer Asche bis in 4 km Höhe eruptierte und Lava nordwärts in die Hrunagil-Schlucht über einem 200 m hohen Lava-Fall abfloss. Nach der ersten Eruptionsphase konzentrierte sich der Lavaausfluss auf 6-8 Kraterkegel im Verlauf der Spalte. Am 26.03.2010 ergoss sich ein zweiter Lavastrom in die weiter westlich gelegene Hvannárgil-Schlucht. Die Lava hatte am 29.03.2010 relativ zäh fließend (ca. 1100 °C) über eine Länge von 2 km fast den Talgrund der Krossa (Þorsmörk) erreicht. Bis dahin waren bei einer Austrittsgeschwindigkeit von 20-30 m^3 Lava pro Sekunde, einschließlich der ausgeschleuderten Tuffe, ca. 20 Mio. m^3 Basalt-Material ausgetreten. Die Lava bedeckte damit eine Fläche von 2-3 km^2 (Abb. 2). – Im Verlauf des 21. März hatte sich die Spalte nordostwärts auf ca. 800 m verlängert, die Eruptionswolke wurde zunehmend weißer und reichte bis in 8 km Höhe. Damit war deutlich, dass immer mehr Schmelzwasser in die Eruption einbezogen wurde. Es bestand die Gefahr, dass sich durch den zunehmenden Gasdruck die Eruption verstärken und unter den östlich angrenzenden Mýrdalsjökull bis hin zum gleichermaßen hochaktiven Vulkan Katla ausweiten könnte. Damit wäre auch mit einem Gletscherlauf, d. h. einen Schmelzwasser-Ausbruch unter den Mýrdalsjökull hervor, zu rechnen. Dieses passierte jedoch nicht. Die Dampf-Tuff-Eruption beruhigte sich bald. Der Lava-Ausstoß verlief dagegen mit kleineren Fontänen konstant (20-30 m^3 pro Sekunde) und Touristen-freundlich in die Canyons nach Norden in die Þorsmörk bis in den Talgrund (s. Abb. 2). Nach zwei Wochen hatte sich die Eruption auf zwei Krater konzentriert, die unterdessen eine Höhe von ca. 65 m erreicht hatten. Von der Ringstraße bei Skógar war per Geländewagen eine Auffahrt möglich, was natürlich durch den Katastrophen-Tourismus sofort kommerziell und z. T. disziplinlos genutzt wurde. Glücklicherweise verlief die Eruption sehr ruhig, so dass keine Unfälle passierten (vergleiche auch Williams & Montaigne 2001). Die Eruption am Fimmvörðuháls war am 12.04.2010 vorerst zur Ruhe gekommen.

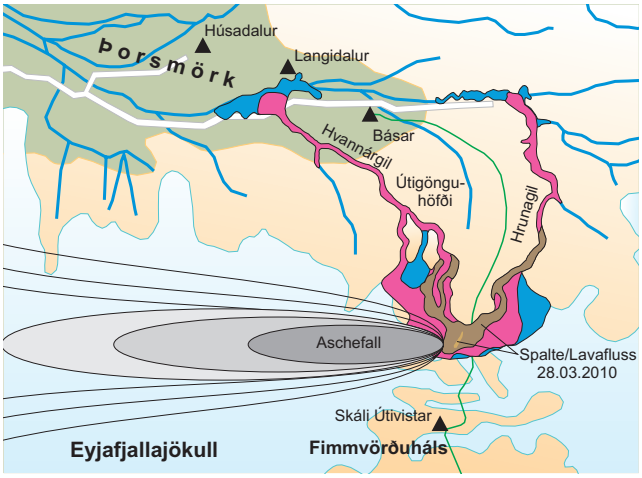

Abb. 2: Karte zur Fimmvörðuháls-Eruption mit möglicher Lava-Verteilung in die Þorsmörk (verändert nach www.mbl.is/mm/frettir/eldgos_2010, Morgunbladid online)
Rot = große Wahrscheinlichkeit der Bedeckung durch abfließende Lava;
Blau = geringe Wahrscheinlichkeit;
Grüne Linie = Wanderweg Skógafoss - Þorsmörk (Campingplatz Básar),
Grau = Aschefall auf dem Gletscher;
Dunkle Dreiecke = Wanderhütten;
braun = Spalte und Lavafluss am 28.03.2010

Fig. 2: Map of Fimmvörðuháls eruption and probably distribution of lava into Þorsmörk (modified after www.mbl.is/mm/frettir/eldgos_2010, Morgunbladid online)
red = high probability of covering by run-off of lava; blue = low probability;
green line = food path Skógafoss- Þorsmörk (camping side Básar);
grey = ash fall at the glacier;
dark triangles = cabins for hikers;
brown = rift and lava flow on march 28 2010

Zwei Tage später, in der Nacht vom 13. zum 14.04.2010, nahm im Gipfelbereich des Eyjafjallajökulls die Bebentätigkeit zu und am frühen Morgen begann eine zweite Eruption am Nordrand des Kraters, dieses Mal jedoch unter dem Gletscher. Sowohl eine Wasserdampf-Tuff („Asche“)-Wolke von bis zu 10 km Höhe, als auch ein Gletscherlauf mit Schmelzwasser nach Norden in die Þorsmörk (Fluss Markarfljót) und nach Süden (Gehöft Thorvaldseyri) waren die Folge. Die Eruption war deutlich stärker, als jene am Fimmvörðuháls drei Wochen zuvor; wieder wurde die Bevölkerung evakuiert. Der Gletscherlauf nach Norden in den Fluss Markarfljót erfolgte vor allem im Bereich des Talgletschers Gigjökull (Abb. 3), der dadurch völlig zerlegt worden ist. Mehrere Flutwellen von bis zu 1 m Höhe führten östlich der neuen Brücke über den Markarfljót zur Zerstörung der Ringstraße auf ca. 400 m Länge (vgl. Abb. 1).

Abb. 3: Þorsmörk mit Gigjökull als Talgletscher des Eyjafjallajökull (Foto: Krauß)

Fig. 3: Þorsmörk with Gigjökull, the valley glacier of the Eyjafjallajökull ice field (photo: Krauß)

Trotz schlechter Sicht konnte am 15.04.2010 beim Überfliegen ein vom Eis geschmolzener Bereich im Gipfelgletscher mit einer über 500 m langen NE-SW-Spalte gesichtet werden, aus welcher die Eruption erfolgte. Radaraufnahmen am 18.04.2010 ließen die Konzentration auf drei Krater erkennen. Da das in der Spalte aufsteigende Magma mit eindringendem Schmelzwasser in Berührung kommt, erfolgt ein explosionsartiges Herausschleudern eines Wasserdampf-Asche-Gemischs bis in mehrere Kilometer Höhe, wo es entsprechend der Windrichtung und -stärke weit verbreitet werden kann (Sigurdsson 2010). Der Flugverkehr nach Skandinavien und Mitteleuropa musste **mit den bekannten Auswirkungen** gesperrt werden. – Im Bereich unter der Wolke herrscht durch das nicht durchdringende Sonnenlicht und den Aschefall starke Düsternis. Ca. 6-8 Gehöfte entlang der Ringstraße am Eyjafjöll bis östlich Skógar waren evakuiert worden. Das Vieh wurde anfangs noch versorgt, musste aber später in einigen besonders durch Aschefall betroffenen Bereichen ebenfalls die Gehöfte verlassen, da die Wiesen durch den bis zu 15 cm hohen Aschebefall dort für 1-2 Jahre für die Gras- und Getreidewirtschaft nicht nutzbar sein werden. Die Asche war sehr feinkörnig und verfestigte sich am Boden zementartig infolge der Durchnässung.

Mit dem Abschmelzen der Gletscherdeckung im Eruptionsbereich erfolgte eine Minderung des Dampfanteils in der Eruptionswolke. Die Aschewolke wurde zunehmend dunkler und die Asche grobkörniger. Damit erfolgte der Übergang in die Lavaphase der Eruption, die gleichermaßen auch zunehmend basaltischer wurde. Ab ca. 24.04.2010 floss Lava aus dem nördlichen Krater in Richtung Gigjökull. Mit ca. 20-40 t pro Sekunde erreichte der Lavafluss am 16.04.2010 eine Länge von ca. 800 m. – Sowohl die Lava der Fimmförðuháls-Eruption, als auch der Tuff aus der Eyjafjallajökull-Spalte haben einen mehr intermediären Charakter. Das weist auf eine längere Verweildauer in der Magmenkammer, wodurch im obersten Bereich partielle Differentiation und gravitative Absonderung einsetzte und damit eine relative Zunahme des SiO_2-Gehalts erfolgt ist. Dieses ist charakteristisch für isländische Vulkane. Die Differentiation kann bei entsprechender Dauer und Magmenmenge bis zur Rhyolitbildung führen (vgl. Hekla, Askja, Landmannalaugar).

Die ständig gestellte Frage nach der zu erwartenden Zeitdauer der Eruption war natürlich nicht zu beantworten. Die letzte Eruption des Eyjafjallajökulls von 1822 dauerte über ein Jahr. – Es können demnach durchaus erneute Eruptionen an anderer Stelle unter dem Gletschereis ausbrechen! – Isländische Vulkane waren mit wechselhafter Intensität meistens über mehrere Jahre aktiv. Ende April bis Mitte Mai reichten die Eruptionen nur noch bis in 4,5 km Höhe, blieben aber gleichbleibend stabil auf niedrigerem Energieniveau. Allerdings zieht die abnehmende Eruptionsintensität eine zunehmende seismische Unruhe im Berg nach sich. Die Interpretation dieser Vorgänge ist unsicher, sie könnten aber auf eine neue Eruptionsphase hinweisen.

Das bis 1666 m hohe Vulkansystem des Eyjafjallajökull besteht seit ca. 700 000 Jahren (Schutzbach 1985, Einarson 1994). Die Krater-Caldera hat einen Durchmesser von 3-4 km. Die Eisbedeckung des Eyjafjallajökull umfasst ca. 100 km² und ist im Kraterbereich bis ca. 150 m dick. Seit der Wikinger-Besiedlung ab 876 sind hier nur drei Eruptionsereignisse bekannt, d. h. die vulkanischen Aktivitäten waren nicht sehr intensiv. Nach 920 und 1612 war zuletzt die Eruption 1822-23 mit fluorhaltiger Asche gut erfasst worden. Sie war nicht sehr ausgeprägt. Kleinere Gletscherläufe in die Þorsmörk und einige Viehverluste waren die Folge.

Der Eyjafjallajökull stellt einen der Zentralvulkane dar, die auf Island im Bereich der NNO-SSW verlaufenden Hauptvulkanzone (Ostrift) bzw. Dehnungszone (1-2 cm/a) das vulkanische Geschehen dominieren. Das Magma dringt aus einer großen tieferen, mantelnahen Magmenkammer an bestimmten Stellen, bedingt durch die permanenten Dehnungsprozesse, über intrakrustale Tochter-Kammern immer wieder nach oben und bleibt entweder in der oberen Kruste stecken (Intrusion) oder bricht an der Oberfläche vulkanisch aus (Extrusion, Effusion). Hier, im südlichsten Teil der Hauptvulkanzone, wird in 20-30 km Tiefe eine riesige Magmenkammer vermutet, die die Vulkansysteme sowohl unter dem Mýrdalsjökull mit dem Hauptvulkan Katla (bis 1450 m hoch, zuletzt 1918 aktiv), unter den Westmännerinseln mit Surtsey (1963) und Heimaey (zuletzt 1973 aktiv), als auch eben den Eyjafjallajökull-Vulkan „versorgt“. Dadurch kann es nach einer Anfangseruption zur Ausdehnung bzw. Anregung des Eruptionsgeschehens in einem benachbarten Vulkanbereich kommen. Das gilt vor allem für den Katla-Vulkankomplex unter dem Mýrdalsjökull (Kötlugja). In den letzten 2-3 Jahren hatte man auf Grund ständiger kleinerer Erdbeben im Westteil des Katla-Systems dort mit vulkanischen Eruptionen und einem Gletscherlauf in die Þorsmörk (Entujökull) oder nach Süden in Richtung Ringstraße (Sólheimajökull) gerechnet. Aber unter dem Mýrdalsjökull rumort es vorerst nur intrusiv im Untergrund. Unter dem Eis befindet sich eine ca. 100 km² große Caldera; die Eismächtigkeit beträgt hier bis zu 700 m. Es sollte eine Frage der nächsten Zeit sein, dass hier stärkere vulkanische Aktivitäten einsetzen. Möglicherweise sind die Eyjafjallajökull-Aktivitäten ein diesbezügliches Vorzeichen.

Es soll noch auf den letzten Vulkanausbruch der Katla am 12.10.1918 verwiesen werden (Schutzbach 1985, 2005). Dieser dauerte zwar nur 10 Tage an, führte aber durch die Hitzefront und Eruption zum Aufschmelzen großer Teile des Gletschereises von unten her und dann zu einem plötzlichen Ausbruch der gewaltigen subglazialen Schmelzwasserglocke als Gletscherlauf mit einer anfangs bis 70 m hohen Flutwelle (!) mit bis zu 200 000 m³/s Wasser über den Mýrdalssandur. Das mitgeführte vulkanische Material (Tuff) mit einem Volumen von ca. 0,7 km³ verschob dort die Küstenlinie um ca. 500 m meerwärts.

Die statistische Auswertung des vulkanischen Geschehens seit der Besiedlung durch die Wikinger im 10. Jh. weist auf einen Abstand der Eruptionen von ca. 50-60 Jahren hin. Das Katla-System wäre damit „überreif“ für eine neue Eruption! – Die Isländer sind gewarnt und nach den Erfahrungen des Grímsvötn-Gletscherlaufs vom November 1997 unter dem Vatnajökull hervor über den Skeiðarársandur mit teilweiser Zerstörung der Ringstraße, auf die möglichen katastrophalen Auswirkungen einer Eruption vorbereitet.

Die Eyjafjallajökull-Eruption kam am 27.05.2010 mit dem Abklingen der Asche-Eruptionen und des Lava-Ausflusses zu einem ersten vorläufigen Ende. Am 07.06.2010 erfolgte die bisher letzte kurzzeitige Asche-Eruption. Da Eruptionspausen von bis zu drei Monaten normal sind und da auch das seismische Rumoren im Untergrund noch anhält, ist noch keine Entwarnung gegeben (vgl. www.icelandreview.com vom 07.07.2010).
Die spektakulären GPS-Daten der Oberflächenbewegungen vor und während der Eruption (Dworschak 2010) führten zu wichtigen Erkenntnissen zum Ablauf von an einen ozeanischen Rift gebundenen Eruptionen, die in einem verzweigten Aufstiegssystem stattfinden und letztlich zu einer sheeted dyke-Kruste führen. Dieses ist auch im Jökulsá -Nationalpark (Nord-Island) oberflächig sichtbar. Diese Erkenntnisse sind u. a. sehr wichtig für das IDDP-Projekt (Icelandic Deep Drilling Project 2007-2009), wo die Bohrung Krafla 1 (Nord-Island) im Bereich des Leirhnjúkur -Spaltensystems (Krafla-Caldera) in eine Magma-gefüllte Apophyse eindrang, was zum Abbruch der Bohrung führte (mehr unter www.iddp.is).
Seit Oktober 2010 gilt die Vulkantätigkeit als beendet und das Gebiet ist für Touristen wieder zugänglich.

Zusammenfassung

Die beiden, im globalen Rahmen zwar unbedeutenden Eruptionen im Eyjafjöll-Gebiet von Südisland haben zu bedeutenden Erkenntnissen im Eruptionsablauf in einem ozeanischen Riftbereich und zu wichtigen Maßnahmen für die globale Luftsicherheit geführt. Im Beitrag wird über den Ablauf der Eruptionen und erste Erkenntnisse bzw. Schlussfolgerungen berichtet.

Summary

Despite of its global insignificancy both eruptions of Eyjafjallajökull at southern Iceland yielded important data of volcanic activities inside oceanic rifts. The violent pyroclastic eruptions and the wide distribution of ash clouds showed the need for new concepts to better the global air traffic security. This paper concentrates on the volcanic sequence and presents first conclusions.

Literatur:

Dworschak, M. (2010): Aufstieg zum Feuerberg. - DER SPIEGEL **17**, S. 149-152, Hamburg

Einarson, T. (1994): Geologie von Island. Gesteine und Landschaften. - 304 S., Reykjavik (Menning)

Schutzbach, W. (1985): Island – Feuerinsel am Polarkreis. - 215 S., Bonn (Thümler-Verlag)

Schutzbach, W. (2005): Katla. Die Geschichte eines isländischen Vulkans. - 202 S., Reykjavik (Lafleur)

Sigurdsson, H. (2010): A new show on Earth – The spectacular eruption in Fimmvörðuháls. - Iceland Review **48**, 01, S. 18-39, Reykjavik (s. auch www. iceland review.com)

Williams, S. & F. Montaigne (2001): Der Feuerberg – Wie ich den Ausbruch des Vulkans Galeras überlebte. - 320 S., München (C. Bertelsmann)

Anschrift des Autors:

PD Dr. Manfred Krauß
Ackerbürgerweg 1
18435 Stralsund
krauss_hst@web.de