Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 37

Artikel: Schweizer Forscher untersuchten Giftgaskatastrophe vom Nyos-See
Autor: Dietrich, Volker
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76706

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

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

Schweizer Forscher untersuchten Giftgaskatastrophe vom Nyos-See

In einer Augustnacht 1986 starben im Nordwesten Kameruns während weniger Minuten 1746 Menschen und eine grosse Anzahl Tiere in einer Gaswolke, welche aus einem vulkanischen Kratersee stammen sollte. Kameruns Präsident Bija ersuchte damals auch die Schweizerische Regierung um Hilfe.

Eine kleine Gruppe des Schweizerischen Katastrophenhilfekorps, der auch ein Arzt, ein Geologe und ein Gasspezialist angehörten, begab sich nach Kamerun, um an Ort Hilfeleistungen einzuleiten und die Ursachen der Katastrophe zu untersuchen.

Während einiger Tage wurden Luftanalysen, bakteriologische, hydrochemische und geologische Untersuchungen ausgeführt. Detaillierte Laborstudien an Wasser und Gesteinen erfolgten anschliessend am Institut für Mineralogie und Petrographie der ETH Zürich und an der GEMAG AG, Alberswil.

Schon wenige Tage nach der Katastrophennacht war es den Rettungsmannschaften und Hilfsorganisationen verschiedener Staaten nicht mehr möglich, Gasanomalien in der Luft festzustellen. Lediglich direkt oberhalb des Wasserspiegels des Nyos-Sees wurden erhöhte CO_2-Gehalte gemessen. So mussten die Ursache des Gasausbruches und die Zusammensetzung der tödlichen Gase aufgrund von Indizien ermittelt werden. Medizinische Autopsien ergaben, dass Sauerstoffmangel (Asphyxia) zu raschem Erstickungstod geführt haben musste.

Die tödliche Gaswolke, offensichtlich schwerer als Luft, erreichte eine Höhe von 120 m oberhalb des Sees und floss mit erheblicher Geschwindigkeit (etwa 50 km/h) gegen Norden in die topographisch engen und tiefergelegenen Täler. Ihre tödliche Wirkung erstreckte sich über 25 km Entfernung vom Nyos-See (Bild 1).

Schwefelwasserstoff und Kohlenmonoxyd konnten als Todesursachen ausgeschlossen werden, da keinerlei Spuren im Blut der Toten nachgewiesen werden konnten.

So musste Kohlendioxyd CO_2, welches häufig in Vulkankratern auftritt, das Hauptvolumen der tödlichen Gaswolke gebildet haben. Bereits 10–20 Prozent CO_2 in der Luft können zum Erstickungstod führen. Aus dem Verbreitungsgebiet der Toten konnte ein Minimalvolumen der Gaswolke von etwa 1 km³ errechnet werden, was auf reines CO_2 bezogen auf etwa 0,15 km³ entspricht.

Die Ätzungserscheinungen an unbedeckten Körperteilen der toten und einiger Überlebender dürften auf mögliche geringe Säurekonzentrationen (Salz-, Schwefel- und Flusssäure) zurückzuführen sein.

Die Herkunft des Kohlendioxyds

Der Nyos-See (etwa 1,5 km² Oberfläche und 208 m Tiefe) stellt das Resultat phreatomagmatischer vulkanischer Eruptionen dar, welche wahrscheinlich während weniger Tage in historischer Zeit abgelaufen sind. Kraterseen (Maare) mit den darunterliegenden Tuffschloten (Diatremen) sind aus der Eifel und dem französischen Zentralmassiv bestens bekannt.

Derartige, oft nur wenige 100 m messende ringförmige Krater entstehen durch explosionsartige Eruptionen, wenn basaltisches 1200°C heisses Magma entlang Spalten zur Erdoberfläche aufsteigt und auf wassergefüllte Störungszonen trifft.

NW-Kamerun scheint ein klassisches Gebiet für diesen Ausbruchsmechanismus darzustellen. Die äquatorialnahe Zone weist Niederschlagsmengen von > 3 m/Jahr auf. Während der Regenzeiten werden mehrere grosse Störungssysteme (NE-SW, N-S und NNW-SSW) stark mit meteorischem Wasser gefüllt. Wenigstens drei Gebiete erhöhter magmatischer Tätigkeit können in NW-Kamerun festgestellt werden. Diese Aktivität wird nicht nur durch rezente Vulkane und Maare bezeugt, sondern auch durch zahlreiche Hydrothermalquellen, welche sehr hohe CO_2-Gehalte nahe der Sättigungsgrenze aufweisen.

Sämtliche jungen Laven und vulkanische Explosionsprodukte (Pyroklastika) haben eine sogenannte primitive «basanitische, ankaramitische und alkali-olivin basaltische» Zusammensetzung. Die Entstehung dieser Magmen kann durch partielle Aufschmelzung peridotitischer Mantelgesteine aufgrund von Druckentlastungsphänomenen erklärt werden. Die eigentliche Ursache stellt ein tiefgreifendes NE-SW verlaufendes Bruchsystem, die sogenannte «Kamerun-Linie» dar, welche sich über eine Distanz von 1600 km von den südatlantischen Vulkaninseln Pagalu, São Tomé, Principe und Bioko über den noch 1982 tätigen 4000 m hohen Mt. Cameroon-Vulkan bis ins zentrale Westafrika fortsetzt. Da der Magmatismus entlang der Kamerun-Linie seit etwa 65 Millionen Jahren (Eozän) kontinuierlich und gleichartig tätig ist, findet entlang der Kamerun-Linie ein Spannungsausgleich der auseinanderdriftenden Lithossphärenplatten Afrika und Südamerika statt.

Gerade alkalische Schmelzen, welche direkt dem oberen Erdmantel entstammen, bringen gelöst CO_2, CH_4, H_2, H_2S, HCl, HF usw. in die Erdkruste und an die Oberfläche. Der Beweis, dass die alkalibasaltischen Schmelzen des Nyos-Vulkans direkt dem Erdmantel entstammen, wird durch das Auftreten von Mantelperidotit-Einschlüssen (Olivin, Pyroxen, Spinell und Amphibol führende Gesteine) in den Pyroklastika erbracht (Bild 2).

Mit Hilfe der Mineralchemie dieser Einschlüsse konnten Herkunftstiefen von 40–60 km berechnet werden. Kohlenstoff tritt im Erdmantel unter hohen Drucken entweder als Diamant oder unter geringen Drucken als Methan auf. Aufgrund petrologischer Daten und aus Messungen an Meteoriten scheinen im Erdmantel in Tiefen über 50 km während der partiellen Aufschmelzung eher reduzierende Bedingungen vorzu-

Bild 1. Der Nyos-See nach der Katastrophe, Blickrichtung Süden. Der Überlauf im Norden (Vordergrund) zeigt keine Spuren einer Flutwelle, obwohl die tödliche Gaswolke auch über dieses Gebiet hinweggeströmt ist. Am Südende zeigt die weisse Linie (Bildmitte) die obere Grenze der Zerstörung durch die südwärts gerichtete Flutwelle (Foto: Heldstab)

liegen. Sofern Wasser im Erdmantel vorhanden ist, kann CO_2 nach der Reaktion

$$CH_4 + 2H_2O \leftrightarrow CO_2 + 4H_2$$

gebildet werden. Diese Reaktion verläuft mit abnehmendem Druck nach rechts, das heisst, beim Aufstieg der Schmelzen oder der Gase allein bilden sich Kohlendioxyd und Wasserstoff.

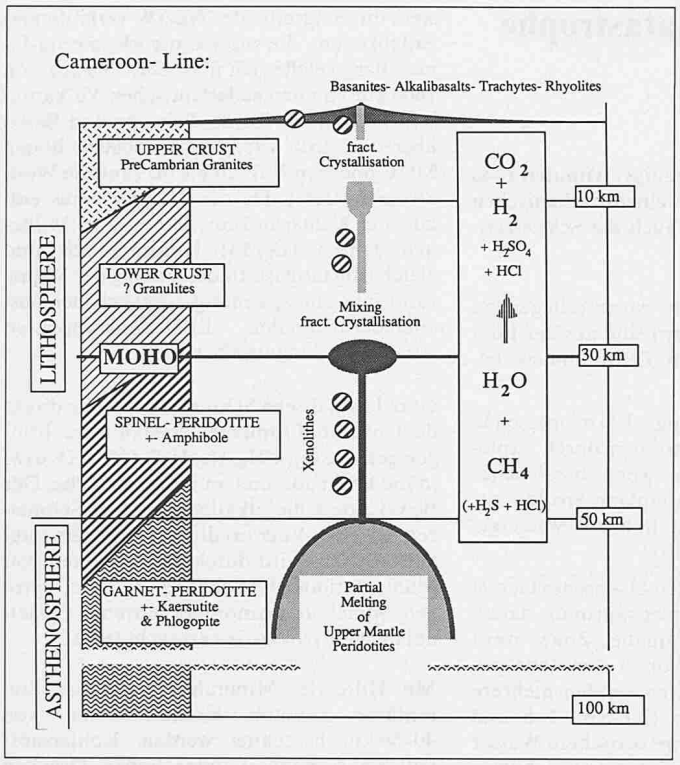

Bild 2. Modell der CO_2-Herkunft aus dem oberen Erdmantel

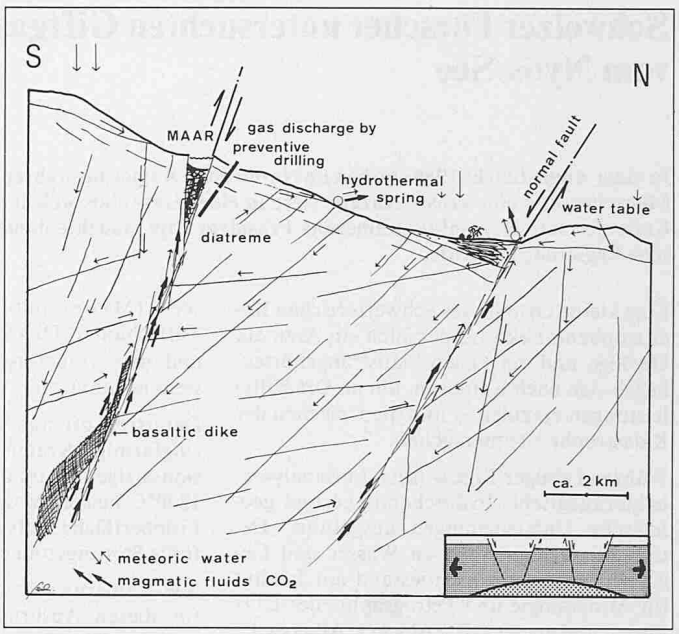

Bild 3. Vorgeschlagene Schrägbohrungen als Präventivmassnahmen zur Verhütung weiterer Gasausbrüche

Im Falle von NW-Kamerun wird ein solcher Prozess angenommen, da bereits wasserhaltige Silikate (pargasitische Amphibole) in den Peridotit-Einschlüssen enthalten sind.

Den eindeutigen Beweis der magmatischen Mantelherkunft des CO_2 erbrachten Isotopenuntersuchungen der japanischen und amerikanischen Hilfeorganisationen am Bodenwasser des Nyos-Sees. $\delta^{13}C$ des im Wasser gelösten CO_2 ergaben Werte von -2 bis -8, welche normalerweise nur an Diamanten und magmatischen Gesteinen des oberen Erdmantels gemessen werden. Zudem schliessen die $^3He/^4He$ Isotopenverhältnisse eine Beimengung biogenen CO_2 aus.

Schrägbohrungen als Präventivmassnahmen

Einzig unklar bleibt noch der Gasausbruchmechanismus. Sowohl der von Pyroklastika und von feinkörnigen vulkanoklastischen Seesedimenten gefüllte Vulkanschlot (Bild 3) als auch die gesamte Wassermenge des Nyos- Sees kommen als mögliche Gasspeicher in Frage. In diese Gasfallen gelangen die Gase entlang bestehender Bruchsysteme. Ein Gasausbruch kann anschliessend durch stetige CO_2-Zufuhr, d. h. steigendem Innendruck im Vulkanschlot oder einem Überschreiten der Sättigungsgrenze im Wasser ausgelöst werden. Zudem können Temperaturdifferenzen zwischen den Wasserschichten während der Regenzeiten oder ein kleineres Erdbeben zur Umwälzung des an CO_2 übersättigten Tiefenwassers oder zur Zerrüttung der wenig verfestigten Sedimente geführt haben. Aufgrund des südwärts abgelaufenen Gasausbruches werden als Speicher eher die Pyroklastika und Seesedimente in Zusammenhang mit einem grösseren Bruchsystem am Südende des Sees angesehen.

Basierend auf den Erkenntnissen der Katastrophe und der Herkunft des Kohlendioxyds schlug das Schweizerische Katastrophenhilfekorps an der im März 1987 in Kamerun durchgeführten Nyos-Katastrophe-Tagung folgende langfristigen Präventivmassnahmen vor: Schrägbohrungen von 700 bis 1000 m Tiefe an die Basis der Vulkanschlote, beziehungsweise durch die assoziierten Bruchzonen, sollte eine frühzeitige und kontrollierte Erfassung der aufsteigenden Gase und der Hydrothermalwässer ermöglichen. Die Anreicherung von CO_2 in den Todesseen kann damit auf ein Minimum herabgesetzt werden. Demgegenüber scheint ein Gas-Detektor-Warnsystem sowohl aufgrund der unvorhersehbaren und rasch ablaufenden Gasausbrüche als auch aus logistischer Sicht in diesem tropischen und unwegsamen Hügelland von geringer Wirkung zu sein.

Der Schweizerische Vorschlag wurde als eine realistische Möglichkeit der Präventivmassnahmen angesehen und auf diplomatischem Wege durch die UNESCO der Regierung Kameruns unterbreitet.

(Leicht gekürzte Fassung aus: «Bulletin der ETHZ» Nr. 207)

Adressen der Verfasser: Prof. *Volker Dietrich*, Institut für Mineralogie und Petrographie, ETH Zürich, 8092 Zürich, und Franz Schenker, Universität Bern und GEMAG AG, 6248 Alberswil.