

Schweizer Forscher untersuchten Giftgaskatastrophe vom Nyos-See

Autor(en): **Dietrich, Volker**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 37

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76706>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 Katastrophenhilfskorps, 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 CO₂-Gehalte gemessen. So mussten die Ursaché des Gasausbruchs 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 CO₂, welches häufig in Vulkankratern auftritt, das Hauptvolumen der tödlichen Gaswolke gebildet haben. Bereits 10–20 Prozent CO₂ 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 CO₂ 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. Krater-

seen (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 Ausbruchmechanismus 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 CO₂-Gehalte nahe der Sättigungsgrenze aufweisen.



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)

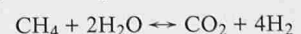
Sämtliche jungen Laven und vulkanische Explosionsprodukte (Pyroklastika) haben eine sogenannte primitive «basanitische, ankaramitische und alkali-olivin basaltische» Zusammensetzung. Die Entstehung dieser Magmen kann durch partielle Aufschmelzung peridotitischer Mantelgesteine aufgrund von Druckentlastungsphänomenen 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 südantlantischen 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 Lithosphärenplatten Afrika und Südamerika statt.

Gerade alkalische Schmelzen, welche direkt dem oberen Erdmantel entstammen, bringen gelöst CO₂, CH₄, H₂, H₂S, 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-

liegen. Sofern Wasser im Erdmantel vorhanden ist, kann CO₂ nach der Reaktion



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.

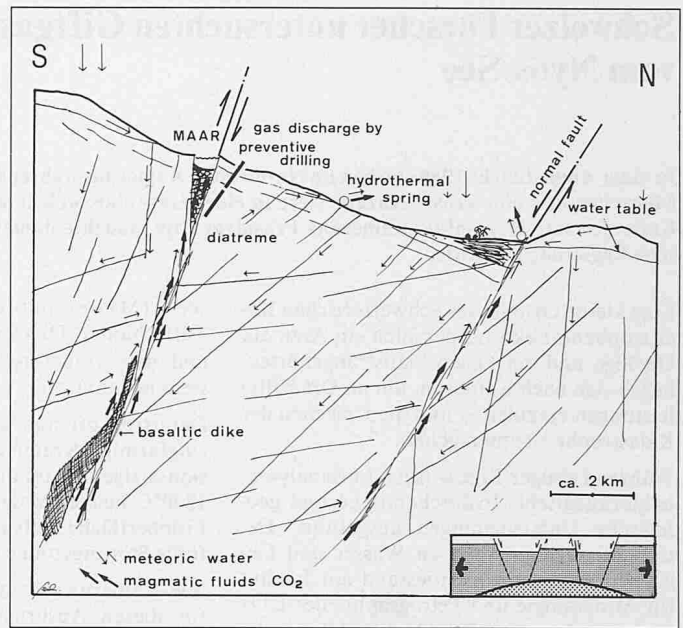
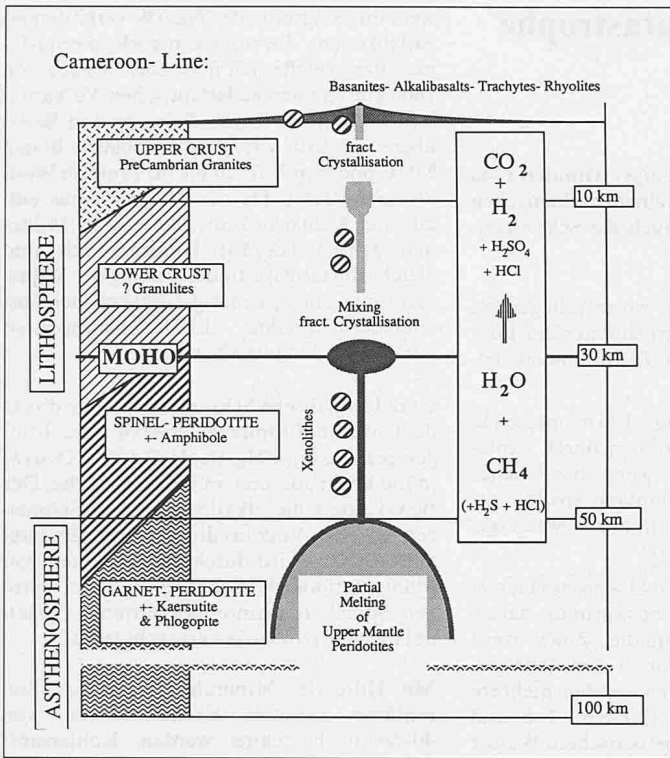


Bild 3. Vorgeschlagene Schrägbohrungen als Präventivmassnahmen zur Verhütung weiterer Gasausbrüche

Bild 2. Modell der CO₂-Herkunft aus dem oberen Erdmantel

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 CO₂ erbrachten Isotopenuntersuchungen der japanischen und amerikanischen Hilfeorganisationen am Bodenwasser des Nyos-Sees. δ¹³C des im Wasser gelösten CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂-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 CO₂ übersättigten Tiefenwassers oder zur Zerrüttung der wenig verfestigten Sedimente geführt haben. Aufgrund des südwärts abgelaufenen Gasausbruchs werden als Speicher eher die Pyroklastika und Seesedimente in Zusammenhang mit einem grösseren Bruchsystem am Süden 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-Katastrophentagung 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 CO₂ in den Todesseen kann damit auf ein Minimum her-

abgesetzt 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.