M1 | Die Katastrophe am Lake Nyos

Der Lake Nyos ist ein See in Kamerun, der einen Vulkankrater ausfüllt, welcher in etwa 1100 m Höhe liegt. Der See ist etwa 200 m tief und weist zwei Besonderheiten auf: Am Grund des Kraters entweicht ständig CO_2 aus dem Boden und löst sich im Tiefenwasser des Sees. Das CO_2 ist vulkanischen Ursprungs und stammt aus einer Magmakammer unter dem See. Außerdem strahlt der Boden des Sees ständig Wärme ab, wodurch das Tiefenwasser geringfügig wärmer ist (ca. 25 °C) als das darüberliegende Wasser (ca. 23°C). Trotz der etwas höheren Temperatur hat das Tiefenwasser aufgrund der deutlich höheren Konzentrationen von CO_2 und von diversen gelösten Salzen, die bei der Zersetzung von abgesunkenem totem organischem Material entstehen, eine größere Dichte als das darüberliegende Wasser. Jahreszeitlich bedingte Temperaturveränderungen des Oberflächenwassers gibt es wegen des tropischen Klimas kaum.

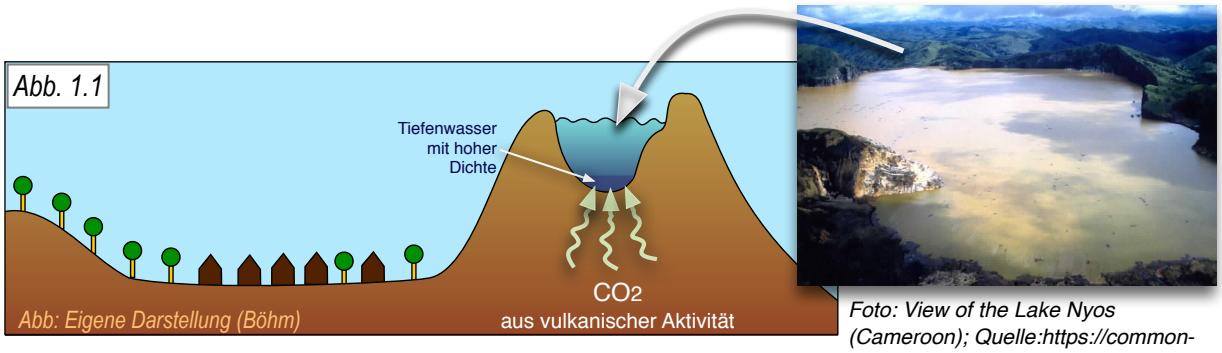


Foto: View of the Lake Nyos (Cameroon); Quelle:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lake_nyos.jpg; Lizenz: Public domain

Im August 1986 ereignete sich das sogenannte Lake Nyos-Desaster. Die meisten Geologen sehen als Ursache einen Erdrutsch im Seekrater an (s. **Abb. 1.2**), der dazu führte, dass durch die herabrauschenden Erdmassen das CO_2-reiche Tiefenwasser aufgewirbelt wurde und dabei plötzlich in die darüberliegenden Wasserschichten gedrückt wurde. Durch diese Wasserbewegung wurde eine Kettenreaktion ausgelöst, die letztendlich dazu führte, dass eine riesige, etwa 50 m hohe „CO_2-Welle“ (etwa 1,7 Millionen Tonnen CO_2) aus dem See freigesetzt wurde, die sich in die nordwestlich und östlich unterhalb des Kraterberges liegenden Täler ausbreitete. Diese CO_2-Wolke tötete alle Menschen und Tiere, die sich dort aufhielten. Insgesamt fanden dabei u.a. 1746 Menschen den Tod.

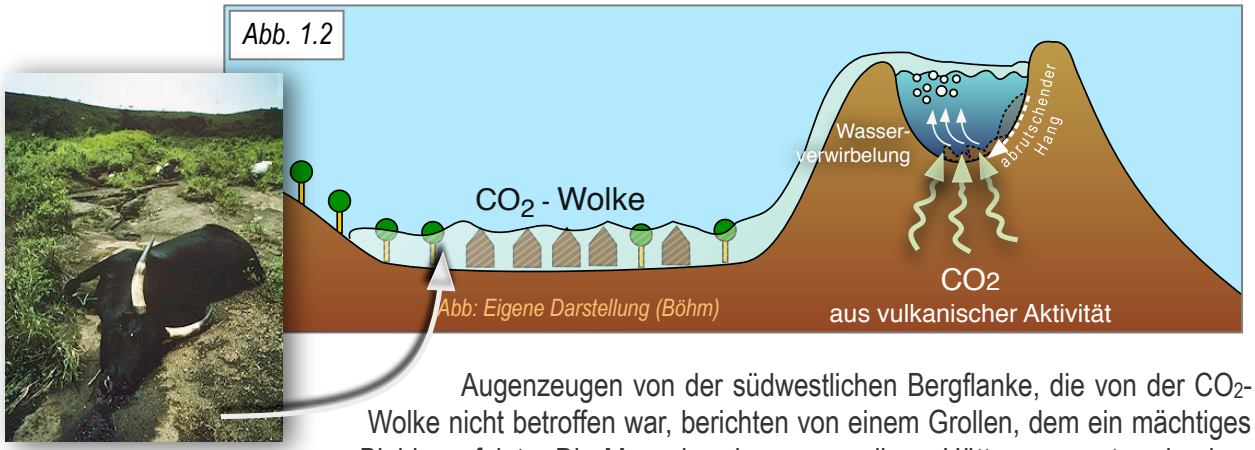


Foto: Jack Lockwood of the US Geological Survey; Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ACow_killed_by_Lake_Nyos_-gasses.jpg; Lizenz: Public domain

Augenzeugen von der südwestlichen Bergflanke, die von der CO_2-Wolke nicht betroffen war, berichten von einem Grollen, dem ein mächtiges Blubbern folgte. Die Menschen kamen aus ihren Hütten gerannt und sahen eine riesige Fontäne und eine gigantische weiße Wolke, die sich aus dem Lake Nyos erhob. Das Oberflächenwasser zeigte noch Tage danach eine auffallend bräunliche Färbung.

M2 | Überwachung der CO_2-Konzentrationen in verschiedenen Wassertiefen des Lake Nyos

Seit der Katastrophe vom August 1986 wird der Nyos See aufmerksam beobachtet, unter anderem wird der CO_2-Gehalt in verschiedenen Wassertiefen regelmäßig kontrolliert.
Die unterschiedlichen Druck- und Konzentrationsverhältnisse, die auf die im Wasser des Lake Nyos befindlichen CO_2-Mengen von entscheidender Bedeutung sind, sind in **Abb. 2.1** veranschaulicht. Temperatur- und pH-Wert-Differenzen können vernachlässigt werden.

Abb. 2.1

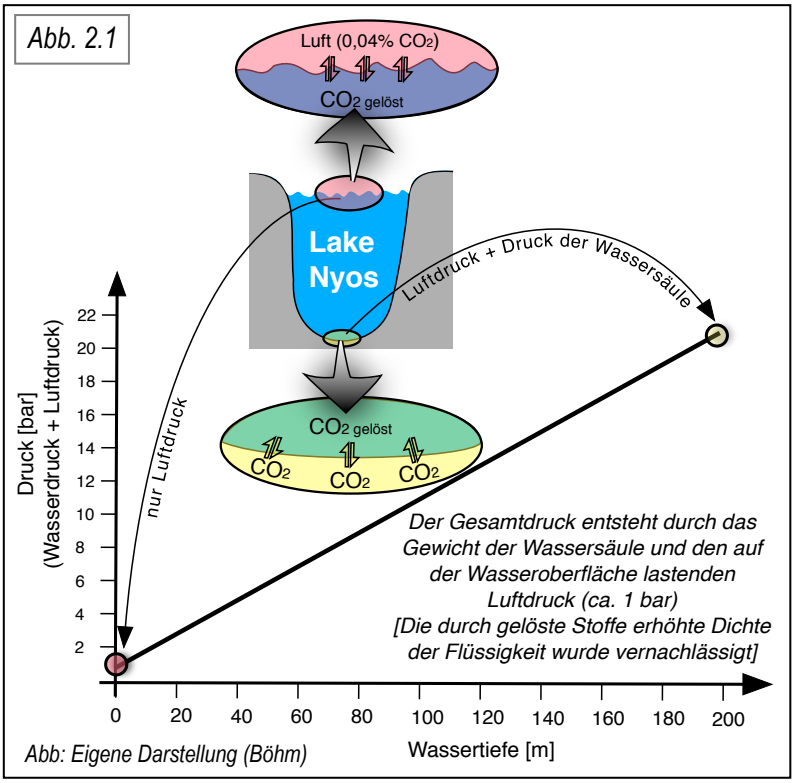


Abb: Eigene Darstellung (Böhm)

Die Ergebnisse der Messungen des CO_2-Gehalts vom November 1986, November 1993 und Januar 2001 sind in **Abb. 2.2** graphisch dargestellt. Die Graphik gibt außerdem Auskunft darüber, wieviel CO_2 sich in den verschiedenen Wassertiefen maximal lösen kann („Sättigungslinie“) und welche Konzentrationen für den Sommer 1986 vor der Eruption vermutet werden.

Abb. 2.2

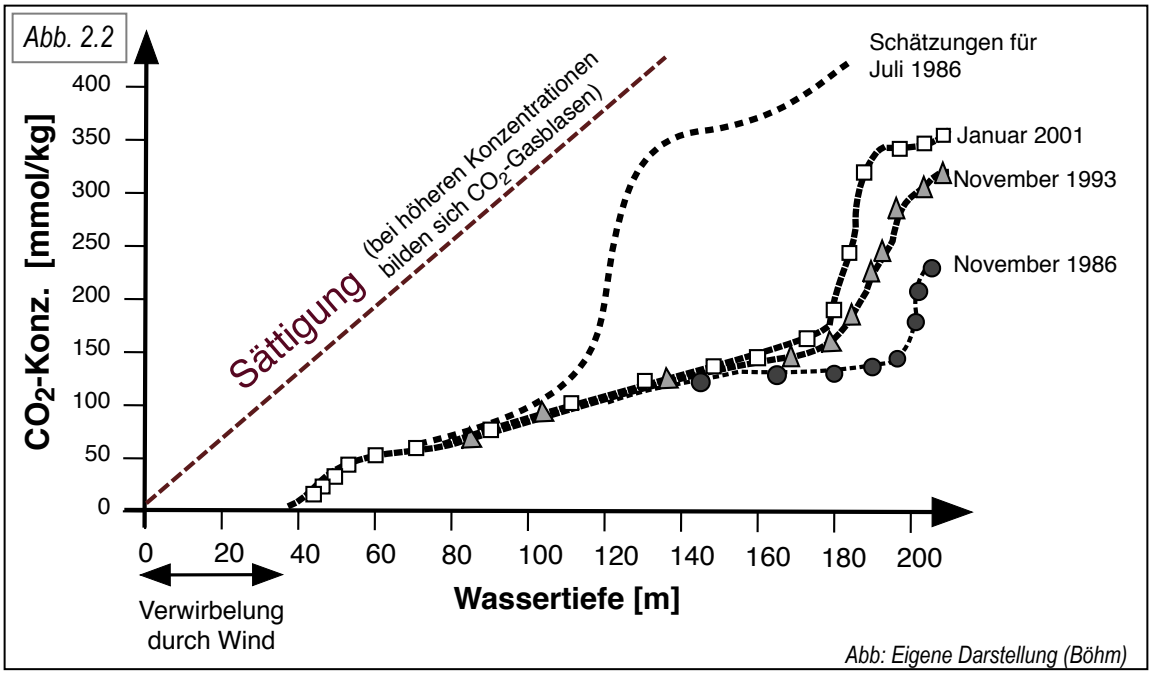
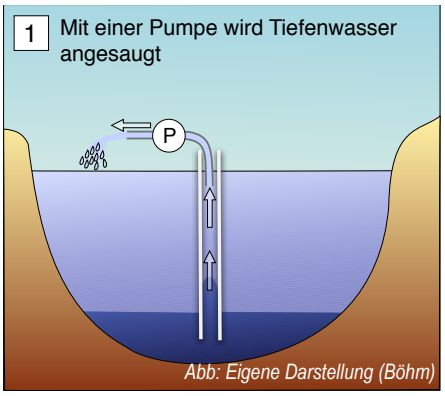


Abb: Eigene Darstellung (Böhm)

M3 | Entgasung des Tiefenwassers im Lake Nyos

Seit dem Frühjahr 2001 wird das Tiefenwasser des Lake Nyos permanent entgast. Die Funktionsweise der Entgasungsanlage zeigt **Abb. 3.1**. Zunächst wurde Tiefenwasser mit Hilfe einer Saugpumpe (P) durch ein Rohr nach oben gesaugt (1). Während der Bewegung nach oben begann das Wasser von selbst unter Gasblasenbildung nach oben zu schießen (2). Die Pumpe wurde dann nicht mehr benötigt.



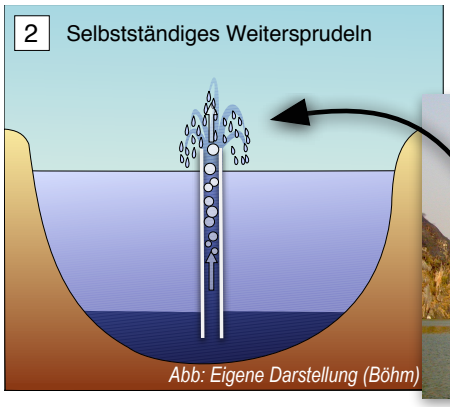


Abb. 3.1



Foto: Bill Evans, USGS; Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lake_nyos_co2_vent.jpg: Lizenz: Public domain

Die im Tiefenwasser gemessenen CO_2-Konzentrationen von 1992 bis 2004 zeigt Tabelle 3.1. (Das Entgasungsrohr reicht bis in eine Tiefe von 203 m.) Anmerkung: Die Intensität des CO_2-Austritts aus dem Seeboden ist nicht konstant und kann stark schwanken.

Tab. 3.1

Datum der Messung	**CO_2-Konzentrationen [in mmol/kg] in den Tiefen…**		
	182,9 m	**198,2 m**	**205,8 m**
April 1992	154,6	288,6	317,133
Mai 1998	173,3	340,5	349,0
November 1999	210,6	341,6	338,3
Januar 2001	250,4	375,5	300,5
Oktober 2001	205,1	350,1	351,5
Januar 2003	181,1	keine Messung	354,8
Januar 2004	166,2	353,7	363,8

Beginn der Entgasungsmaßnahme: Ende März 2001 →

Aufgabenstellung:

1. a) Erläutern Sie, welche Faktoren die Löslichkeit von CO_2 in Wasser beeinflussen und inwiefern sich Oberflächenwasser und Tiefenwasser des Lake Nyos in dieser Hinsicht gravierend unterscheiden (**Abb. 2.1**).
   b) Erklären Sie den Verlauf der „Sättigungslinie“ in **Abb. 2.2**.
2. Erklären Sie, welche Prozesse nach dem Erdrutsch im August 1986 im Lake Nyos abliefen (die in **M1** angesprochene Kettenreaktion) und zur Katastrophe führten. Stellen Sie dabei die Kausalitäten klar heraus und binden Sie die Daten aus **M2** in ihrer Argumentation mit ein. Bringen Sie die einzelnen Prozesse mit den entsprechenden Beobachtungen der Augenzeugen in Zusammenhang.
3. Erläutern Sie die Ursachen der Veränderungen der CO_2-Konz. von Nov. 86 bis Jan. 2001.
4. Erklären Sie die Funktionsweise der Entgasungsanlage (**M3**). Gehen Sie dabei auch darauf ein, weshalb das Wasser von selbst weitersprudelt! Beurteilen Sie mithilfe von **Tab. 3.1** den Erfolg der Entgasungsmaßnahme.

Materialgebundene Aufgabe

Die Katastrophe am Lake Nyos in Kamerun