



Protokoll 407 der Zusammenkunft des Geologie-Zirkels Biberach

am Montag, 3. Februar 2020

Fossile Kernreaktoren in Oklo, Gabun

Roland Krayss

Im Rahmen der Urangewinnung für das französische Atomwaffenprogramm wurden Uranerze gefunden, die – bislang völlig ungewöhnlich – einen verringerten Anteil an ^{235}U hatten. Genauere Untersuchungen brachten zu Tage, dass diese Abreicherung an ^{235}U nur durch „Verbrauch“ von ^{235}U durch frühere Kernspaltungsprozesse entstanden sein konnte. Also frühe natürliche Kernspaltungen in frühen natürlichen Spaltungsreaktoren.

Vor ca. 1,8 Mrd. Jahren waren in Oklo, einem Ort in Gabun, Westafrika, alle geologischen und geochemischen Voraussetzungen gegeben, dass natürliche Kernspaltungsreaktoren entstehen konnten:

Das aufkommende Leben in Form von autotrophen assimilierenden Cyanobakterien (vulgo: Blaualgen) entwickelte freien Sauerstoff in der Atmosphäre und im Wasser. Freier Sauerstoff oxydierte nicht nur Eisen Fe^{2+} zu Fe^{3+} (Zeit der Bändereisenerze) sondern auch Uran $^{4+}$ zu $^{6+}$. Während wasserunlösliches Fe^{3+} als Bändereisenerz ausgefällt wurde, wurde das in Granit mit ca. 5 ... 10 ppm enthaltene nicht wasserlösliche U^{4+} zu leicht wasserlöslichem U^{6+} oxydiert, das im Grundwasser „auf Reisen“ ging. Ebenfalls durch Blaualgen gebildeter Kohlenstoff (abgestorbene, verrottete organische Materie) bildete anaerobe Zonen, in denen U^{6+} wieder zu U^{4+} reduziert und konzentriert ausgefällt wurde. Dieser Prozess wiederholte sich vermutlich, sodass es zu einer hohen lokalen Anreicherung von Uranoxyd kam.

In heutigem Natururan besteht ein Isotopenverhältnis von leicht spaltbarem ^{235}U zu nur schwer spaltbarem ^{238}U von ca. 0,7% / 99,3 %. Vor 1,8 Mrd. Jahren war das Isotopenverhältnis ein anderes. Das schneller zerfallende ^{235}U (Halbwertszeit ca. 0,7 Ga) (^{238}U ca. 4,5 Ga) war damals noch zu ca. 3 ... 4 % vertreten, ein Anteil, wie er auch in heutigen technischen Leichtwasserreaktoren (durch künstliche Anreicherung!) verwendet wird. Damit waren in Zusammenhang mit immer vorhandenem Grundwasser die Voraussetzungen für einen Leichtwasser-moderierten Uranspaltungsreaktor erfüllt. Und es kam wie es kommen musste: Die konzentrierte Anhäufung von größeren Mengen Uran im Grundwasser wurde „überkritisch“, d.h., es kam eine Kernspaltungs-Kettenreaktion in Gange. Ein natürlicher Kernspaltungsreaktor war entstanden.

Insgesamt wurden in der Uranmine Oklo 17 verschiedene Stellen gefunden an denen Kernreaktionen stattgefunden hatten, also 17 natürliche Kernspaltungsreaktoren.

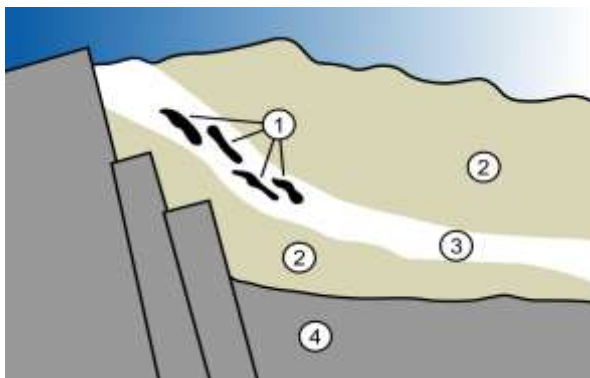
Durch „forensische“ Isotopenuntersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Reaktoren im intermittierenden „Geysirbetrieb“ liefen. Die Reaktoren mit jeweils etwa 100 kW thermischer Leistung erwärmten sich. Das eingesickerte Grundwasser und damit der zum Betrieb erforderliche Moderator wurde ausgetrieben. Die Spaltungsreaktion kam zum Stillstand. Der Reaktor kühlte sich wieder ab. Das Grundwasser sickerte wieder ein. Die Kernspaltungs-Kettenreaktion begann wieder. Es stellte sich wohl ein Zyklus von ca. 30 Minuten Aufheizzeit und ca. 150 Minuten Abkühlzeit ein. Da bei der geringen

Leistungsdichte der natürlichen Reaktoren (ca. 10 000 mal kleiner als in technischen Kraftwerksreaktoren) nennenswerte Mengen ^{238}U zu ebenfalls leicht spaltbarem ^{239}Pu gebrütet wurden, verlängerte

dies die Laufzeit der natürlichen Reaktoren. Die einzelnen Reaktoren müssen – bis zum Aufbrauch ihres Brennstoffs – jeweils ca. 150 000 Jahre aktiv gewesen sein. Insgesamt wurden in Oklo etwa 10 Tonnen ^{235}U und 4 Tonnen ^{239}Pu gespalten. Dieser Umsatz entspricht etwa 5 Jahren Betriebszeit eines modernen 1GWe-Leistungsreaktors. (Gundremmingen).

Da das Isotopenverhältnis von natürlichem Uran heute ein deutlich anderes ist als vor 1,8 Mrd. Jahren, ist ein natürlicher Kernreaktor heute nicht mehr möglich. Obwohl auch andernorts vermutet, wurden, außer Oklo, bisher weltweit keine weiteren fossilen Kernreaktoren gefunden.

Ein erstaunliches Ergebnis der Untersuchungen von Oklo ist auch, dass sich die Spalt- und Transmutationsprodukte der Reaktoren – nach der sehr langen Zeit längst zu stabilen Nukliden umgewandelt – nicht weit von den Reaktionszonen entfernt haben. Und dies, obwohl nur „natürliche“ geologische Verhältnisse ohne hochtechnische Barrieren und selektiv ausgewählter Geologie herrschten.



1 Kernreaktoren 2 Sandstein 3 Erzgang 4 Granit



Reaktor Nummer 15



Reaktor Nr. ???



Erzgrube Blick nach Süden. Reaktor Nr.2 gesichert in Beton

Nicht weit entfernt von Oklo, ebenfalls im südlichen Gabun, wurden andere sensationelle Fossilien gefunden: Die „Kambrische Explosion“ mit einer plötzlichen Vielfalt höher entwickelter vielzelliger Organismen gilt gemeinhin als Beginn der Evolution höheren Lebens. Zeitlich davor gibt es die ziemlich rätselhaften Fossilien der „Ediacara-Fauna“. Ca. 550 Mio. Jahre alt. Sonst nichts.

In Gabun wurden 1970 Ohrwatschel-große Fossilien in einer 2,1 Mrd. Jahre alten Schwarzschieferlage gefunden. Ob die Fossilien von Anhäufungen einzelliger Organismen oder von echt vielzelligen Organismen stammen ist umstritten. Fraglich und entscheidend für die Einordnung ist die „Kommunikation“ innerhalb des Organismus. Wie dem auch sei: Gabonionten – so wurden die gefundenen Fossilien getauft – verlegen das erste Auftreten nachgewiesener, mehrzelliger, organischer Gebilde um stolze 1,5 Mrd. Jahre, und damit zeitlich um das 3-fache, weiter als die „Ediacara-Fauna“ und um das 4-fache weiter als die „Kambrische Explosion“ in die Vergangenheit.

