

Kurzzusammenfassung

Die Kombination radioanalytischer Methoden mit der ultrasensitiven Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) erlaubt mittels Bestimmung langlebiger kosmogener und anthropogener Radionuklide in der Umwelt Aussagen über geologische Prozesse. In einer ersten Studie konnte durch die radiochemische Aufarbeitung quarzhaltiger Gesteinsproben aus dem Hinterland des Wohlthat-Massivs, Queen Maud Land, Antarktis, zur Isolierung der in-situ gebildeten kosmogener Radionuklide ^{10}Be und ^{26}Al mittels Messung an der CologneAMS und der ETH AMS die Freilegungsalter zweier Nunataks (Bergspitzen) bestimmt werden. Die Proben wurden nach zwei unterschiedlichen Aufarbeitungsmethoden (Kohl und Nishiizumi 1992, Altmaier 2000) aufgearbeitet und die Ergebnisse verglichen. Die Erkenntnis über die Eisbedeckungsgeschichte des bisher vollkommen unerforschten Gebiets ergaben in annähernder Übereinstimmung mit früheren Resultaten (Altmaier et al. 2010), dass der höher gelegene Nunatak vor ca. 0,75-3,57 Ma freigelegt wurde, während der tiefer gelegene Nunatak vor ca. 0,65-1,10 Ma über das lokale Eisniveau hervor trat. Falls keine tektonische Hebung stattgefunden hat, kann aufgrund der hier gewonnenen ^{10}Be - und ^{26}Al -Datensätze abgeleitet werden, dass sich die Mächtigkeit des Eisschildes als Reaktion auf die globale Abkühlung vom Polzentrum her in Richtung Küste reduziert hat. Der Rückgang des Eises liegt im Submillimeterbereich pro Jahr.

Zu einer weiteren Studie der Arbeit wurden zur Untersuchung des anthropogenen Einflusses auf die Bodenerosion in der Landwirtschaft, aus südafrikanischen Bodenproben das Fallout (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu) radiochemisch nach Priest et al. (1999) isoliert und mittels AMS nachgewiesen. Die Aufarbeitungsmethode wurde speziell für die CologneAMS angepasst und erfolgreich etabliert, jedoch wurden einige Proben zur Validierung an der ANU AMS gemessen. Zur Kreuzverifizierung des Pu-Datensatzes wurde das ebenfalls aus dem Fallout stammende ^{137}Cs durch die γ -Spektrometrie untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass innerhalb der ersten ~ 20 Jahre intensiver landwirtschaftlicher Nutzung $\sim 50\%$ des Nuklidinventars aus den Ökosystemen ausgetragen wurden. Da Plutonium und Cäsium vorwiegend an Feinpartikelfractionen (Schluff) absorbiert, korreliert der Verlust des Fallout-Inventars direkt mit dem Verlust der fruchtbaren feinen Bodenfraktion. Das Ergebnis reflektiert Veränderungen der Humusgehalte und der Erträge, wie sie von Lobe et al. (2001, 2005 und 2011) beschrieben werden, d.h. durch die Erosion wurde in den ersten zwei Dekaden die Hälfte ihrer wichtigsten Nährstoffspeicher irreversibel ausgetragen.

Abstract

The combination of radioanalytical methods and ultrasensitive Accelerator Mass Spectrometry (AMS) allows the determination of long-lived cosmogenic radionuclides in the environment, which can be used to quantify geological processes.

In the first part of the studies presented here, the radiochemical investigation of quartz rich samples from the interior of the Wohlthat-Massiv, Queen Maud Land, Antarctica is presented. The in-situ produced cosmogenic nuclides ^{10}Be and ^{26}Al of two nunataks (isolated mountain peaks) at different elevations were measured by CologneAMS und ANU AMS to investigate the surface exposure history. The pure quartz separates were prepared by two different methods (Kohl und Nishiizumi 1992, Altmaier 2000) and the results compared. The results provide a history for the ice sheet of this unexplored area which suggests, in close accordance with prior works (Altmaier et al. 2010), that the upper nunatak was exposed gradually between 0.75-3.57 million years ago, while the lower nunatak emerged from beneath the surface of the ice sheet over the period 0.65-1.10 million years ago. In the absence of tectonic uplift, this ^{10}Be and ^{26}Al data suggest that the thickness of the ice was reduced from the polar center towards the coastal area in reaction to a global cooling process. The lowering rate of the ice surface is on the order of less than one meter per thousand years.

In the second part of the studies, the anthropogenic influences on soil erosion in cultivated landscapes are investigated. Soil samples were analyzed by a radiochemical pathway designed by Priest et al. (1999) to extract and measure Fallout $^{(238),239,240}\text{Pu}$ by α -spectrometry and AMS. The pathway was adapted especially for the CologneAMS and successfully established, however, some samples were also measured for validation by the ANU AMS. To verify the Pu-data, the long lived radionuclide ^{137}Cs , which also originated from the fallout, was measured by x-ray spectrometry. The results of the examination show that during the first 20 years of cultivation nearly 50 % of the nuclide inventory was been removed. Due to the fact that plutonium and caesium bind predominantly on small particle sizes, the loss of fallout-inventory directly reflects the loss of fertile fine soil fractions. This result correlates with the changes of the humus content and the decreased harvest reported by Lobe et al. (2001, 2005, 2011), i.e. due to erosion the most important nutrient reservoirs were carried away irreversibly over the first two decades of cultivation.