

Schweitenkirchen, Februar 2015

Strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)

Strontium (Sr) ist ein Spurenelement, welches in den meisten magmatischen, metamorphen und sedimentären Gesteinen und den daraus gebildeten Böden vorkommt. Gelöst findet man Sr in Grundwasser, Flüssen, Meer(wasser) und durch Nährstoffaufnahme auch in Pflanzen und Tieren. Mit einem Anteil von 450 ppm ist die Elementhäufigkeit von Strontium an der kontinentalen Erdkruste vergleichbar mit der von Kohlenstoff.

Strontium besitzt vier stabile, natürlich vorkommende Isotope (^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr und ^{88}Sr), von denen drei nicht radiogen sind: ^{84}Sr (mit einer Häufigkeit von 0,56%), ^{86}Sr (9,87%) und ^{88}Sr (82,53%). Das radiogene Isotop ^{87}Sr (7,04%) entsteht durch Zerfall des langlebigen Rubidiumisotops ^{87}Rb (mit einer Halbwertszeit von etwa $4,88 \times 10^{10}$ Jahren, ca. 10 Mal das Alter der Erde) unter Aussendung eines β^- -Teilchens. Üblicherweise wird in der praktischen Anwendung das radiogen hinzugewonnenene ^{87}Sr auf ein nicht radiogenes Sr-Isotop, konventionellerweise das ^{86}Sr , bezogen. Aus dem Verhältnis der Strontiumisotope kann im Rahmen einer Strontiumisotopenanalyse das **Alter** von rubidium- und strontiumhaltigen Gesteinen bestimmt werden.

Eine Grundvoraussetzung für die weitere Verwendung der Sr-Isotopensignaturen ist deren räumliche Variation. Rb als Alkalimetall und Sr als Erdalkalimetall verhalten sich geochemisch sehr unterschiedlich, was sich in stark variierenden Rb/Sr-Verhältnissen und damit in variierenden $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnissen äußert. Regionale Unterschiede in der geologischen Entwicklung führen so zu unterschiedlichen Sr-Signaturen. Da Strontium weder bei geochemischen noch bei biologischen Prozessen merklich fraktioniert, werden die regional charakteristischen Sr-Isotopenverhältnisse über den Boden an die Pflanze weitergegeben. Somit lässt sich die angegebene **Herkunft** verschiedener **landwirtschaftlicher Produkte** wie z.B. Wein durch den Einsatz der Sr-Isotopenanalyse überprüfen.

Über die Nahrung (Pflanzen und Wasser) wird Sr weiter im Nährstoffkreislauf von Tieren und Menschen aufgenommen und in Knochen und Zähnen eingelagert. Die charakteristische $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopensignatur bleibt dabei weitgehend erhalten. Daher kann man aus den Isotopenverhältnissen des Strontiums Rückschlüsse auf **Wanderungsbewegungen** von prähistorischen Menschen und Tieren ziehen. Mitunter lässt sich diese Methode in der **forensischen Medizin** einsetzen um ggf. Geburtsort oder Wohnort einer Person festzustellen.

In der **Hydrologie** finden die Isotopenverhältnisse des Strontiums ebenfalls Anwendung. Im Allgemeinen spiegeln die Konzentration und die Isotopenzusammensetzung des Strontiums in Oberflächen- und Solewässern die Mineralzusammensetzung und das Alter der durchflossenen Gesteine wider. Somit können sie für Aussagen über **Herkunft, Bewegung und Mischung des Wassers** genutzt werden.

Bei **^{14}C -Grundwasserdatierungen** kann es durch Anwesenheit von Karbonaten im Aquifermaterial zu einer Beeinflussung der Kohlenstoffisotopie kommen. Diese Beeinflussung kann **über Strontiumisotopenmessungen korrigiert** werden.

Durch Analysen an marinen Karbonaten konnte gezeigt werden, dass das $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis in den Ozeanen weltweit konstant ist, sich aber im zeitlichen Verlauf des Phanerozoikums systematisch änderte. Ursachen hierfür können der Eintrag von kontinentaler Kruste durch Verwitterung (z.B. bei Orogenesen), vulkanische Aktivität am mittelozeanischen Rücken oder die Auflösung mariner Karbonate (z.B. bei Meeresspiegelerhöhungen) sein. Die Variationskurve von Meerwasser in Abbildung 1 zeigt eine ständige Erhöhung des Sr-Wertes seit dem Mitteljura. Aus diesem Grund können kretazische bis rezente marine Karbonate datiert werden.

Die **Strontiumisotopenanalyse erfolgt mittels Massenspektrometrie** (TIMS oder LA-ICPMS), die Ergebnisse werden als $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenverhältnisse angegeben.

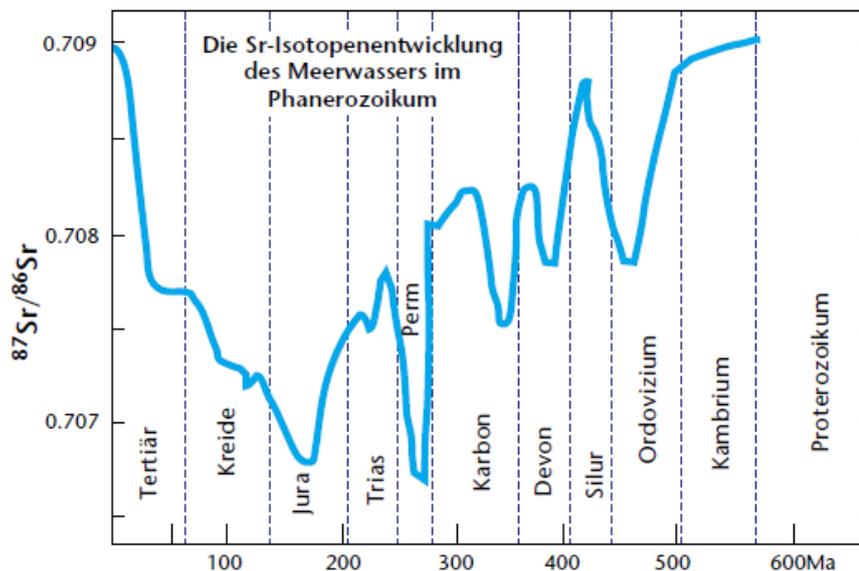


Abb. 1: Sr-Variationskurve des Seewassers im Phanerozoikum. Seit dem Mitteljura ist eine Erhöhung von ca. 0,7068 auf den heutigen Wert von ca. 0,709 zu verzeichnen, was die Datierung mariner Karbonate ermöglicht. (Quelle: Stosch, 1999: Einführung in die Isotopengeochemie).