

**Schweitenkirchen, Juni 2014**

## **Schwefel ( $^{34}\text{S}$ )**

Schwefel tritt natürlicherweise in Form von vier stabilen Isotopen auf,  $^{32}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$  und  $^{36}\text{S}$ . Mit 95,02% stellt  $^{32}\text{S}$  das häufigste Isotop dar.  $^{34}\text{S}$  ist mit einem Anteil von 4,21 % das zweithäufigste Schwefelisotop. Die weiteren natürlichen Schwefelisotope kommen nur in äußerst geringen Häufigkeiten vor und spielen daher in der Umweltanalytik eine untergeordnete Rolle.

Zur Bestimmung der Isotopengehalte von  $^{34}\text{S}$  werden diese ins Verhältnis mit  $^{32}\text{S}$  ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) gesetzt. Dieses Isotopenverhältnis wird auf einen Standard (VCDT – „Vienna Canyon Diablo Troilite“) bezogen und in der sogenannten Delta-Notation angegeben. Aufgrund der kleinen Werte erfolgt die Angabe in Promille (‰-VCDT).

Der Eintrag von Schwefel in das Ökosystem erfolgt vor allem durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe, welche bis zu 4% Schwefel enthalten können sowie durch die Oxidation von Schwefelverbindungen, Freisetzung aus Ozeanen und überstauten Böden und untergeordnet auch durch vulkanische Aktivitäten.

In der Hydrologie wird das Isotopenverhältnis von Schwefel meist am Sulfat ( $\text{SO}_4$ ) ermittelt. Insbesondere bei kombinierter Messung mit dem Sauerstoffisotop  $^{18}\text{O}$  lassen sich auf diese Weise die Herkunft des Sulfats sowie Mischungsprozesse im Aquifer bestimmen. So weist organisch gebundener Schwefel und Sulfide (Pyrit, Zinkblende) relativ niedrige  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte auf, während anorganische Sulfate ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ), z.B. aus Evaporitgesteinen, positivere Isotopenwerte aufweisen. Auch Sekundärprozesse, wie sie durch mikrobielle Aktivitäten im Grundwasser (z.B. Pyritoxidation bzw. Sulfatreduktion) auftreten können, lassen sich durch die kombinierte Analyse von  $^{34}\text{S}$  und  $^{18}\text{O}$  am Sulfat sowie im Vergleich mit der Schwefelisotopie von sulfidischen Verbindungen ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ) ableiten. So heben sich die Werte von sekundär gebildetem Sulfat deutlich von geogen gebildetem Sulfat ab (Abbildung 1).

Die Isotope des Sulfats können nach Umwandlung in  $\text{SO}_2$  bzw.  $\text{CO}$  mittels „Isotope Ratio Mass Spectrometry“ (IRMS) gemessen werden und liefern so risikofrei Ergebnisse.

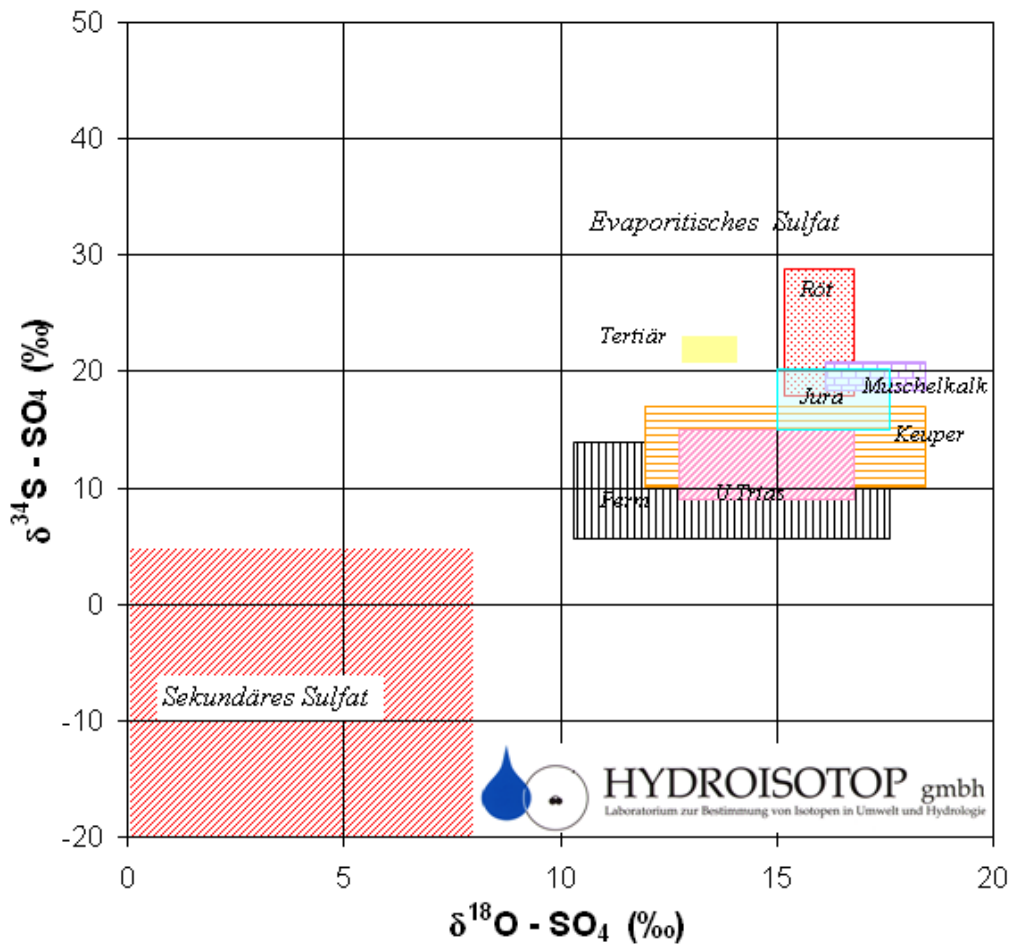
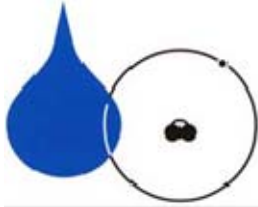


Abbildung 1: Darstellung der Wertebereiche von  $^{34}\text{S}$  und  $^{18}\text{O}$  am Sulfat. Mit dargestellt sind die Entwicklungsrichtungen bei Reduktion und Oxidation.