

Schweitenkirchen, Mai 2013

Isotop des Monats – ^{85}Kr

Das Edelgas Krypton hat sechs stabile (^{75}Kr , ^{80}Kr , ^{82}Kr , ^{83}Kr , ^{84}Kr , ^{86}Kr) und zwei radioaktive (^{81}Kr , ^{85}Kr) Isotope. Während ^{81}Kr eine Halbwertszeit von 210000 Jahren hat, ist ^{85}Kr verhältnismäßig kurzlebig mit einer Halbwertszeit von 10,76 Jahren.

Krypton ist nur in Spuren in der Atmosphäre vorhanden ($1,14 \cdot 10^{-6}$ ppmv). Es entsteht kaum kosmogen, sondern der Großteil gelangt durch Kernexplosionen und während der Wiederaufarbeitung von Brennelementen in kerntechnischen Anlagen in die Umgebungsluft. ^{85}Kr wird primär in der nördlichen Hemisphäre freigesetzt, sodass in der südlichen Hemisphäre um rund 20 % niedrigere ^{85}Kr -Gehalte gemessen wurden, was durch langsame Mischung über der innertropischen Konvergenz Zone und die Zerfallsrate zu erklären ist (Rozanski 1989, Salvamoser 1982).

Der Kryptongehalt wird in dpm/mL_{Kr} (decays per minute [Kernzerfälle pro Minute] pro mL Krypton) gemessen, dabei gilt: 60 dpm \triangleq 1 Bq. Dazu werden im laufenden Betrieb etwa 4 m³ Wasser vor Ort entgast, das Gas aufgefangen und im Labor durch kryogene Trennung weiter verarbeitet.

Das natürliche Verhältnis von $^{85}\text{Kr}/\text{Kr}$ wird auf $3 \cdot 10^{-18}$ geschätzt, allerdings wurde das Verhältnis durch die nukleare Industrie auf $1,5 \cdot 10^{-11}$ verringert. Durch die Nutzung der Kernenergie steigt der Kryptongehalt kontinuierlich, bereits 1990 war in der Luft 1 Bq/mL messbar (Abbildung 1), was maximal 0,07 Bq/m³ im Wasser entspricht.

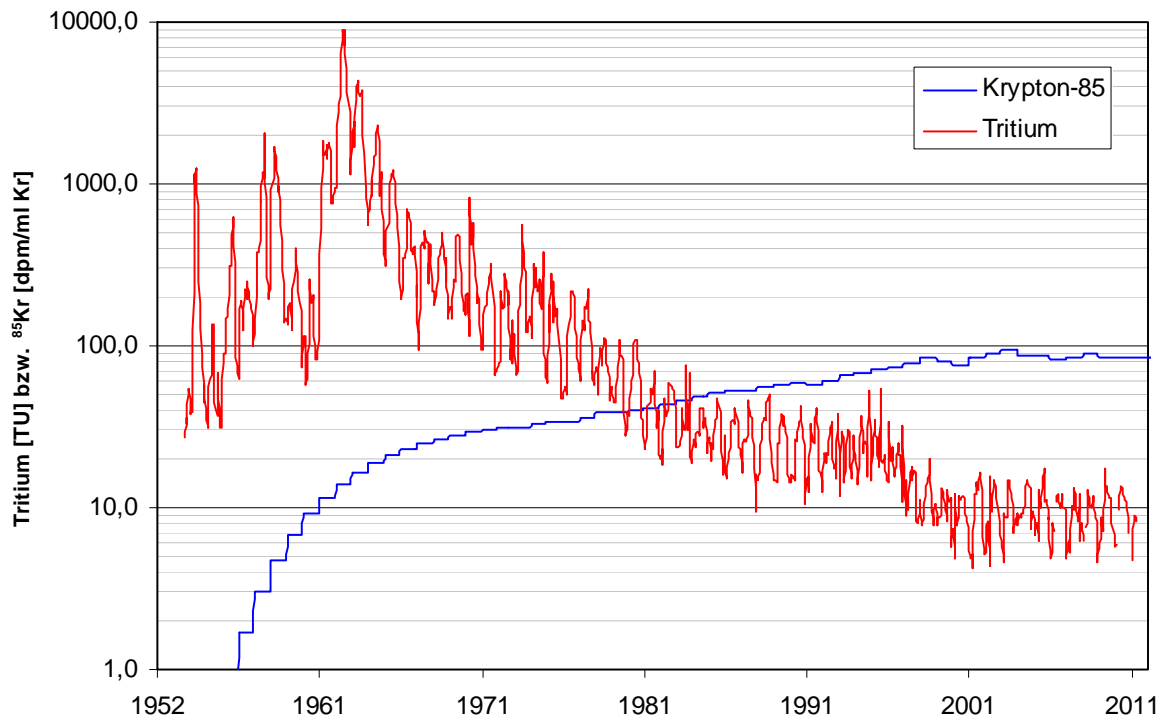
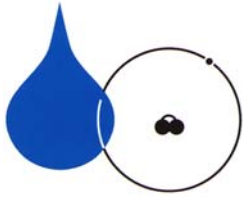


Abbildung 1: Inputkurve von Tritium und Krypton-85 über die Zeit



Krypton löst sich im Niederschlagswasser und wird durch dieses in das Grundwasser eingetragen. Im Gegensatz zu Tritium, dessen Nullpunkt der Messung bereits zu Beginn der Versickerung liegt, beginnt die Zählung von ^{85}Kr erst nach dem letzten Kontakt mit atmosphärischer Luft. Dementsprechend sind bei Alterbestimmungen, besonders in Gebieten mit einer mächtigen ungesättigten Zone, die Nullpunkte der Tracer zu berücksichtigen.

Da der Input von ^{85}Kr in die Atmosphäre gut bekannt ist und, abgesehen von den Unterschieden zwischen Nord- und Südhalbkugel, keine größeren regionalen Unterschiede auftreten, kann aus der Aktivität von ^{85}Kr in Grundwasserproben eine eindeutige Altersangabe bzw. Aussage über die Verweilzeit des beprobten Grundwassers gemacht werden (Abbildung 2).

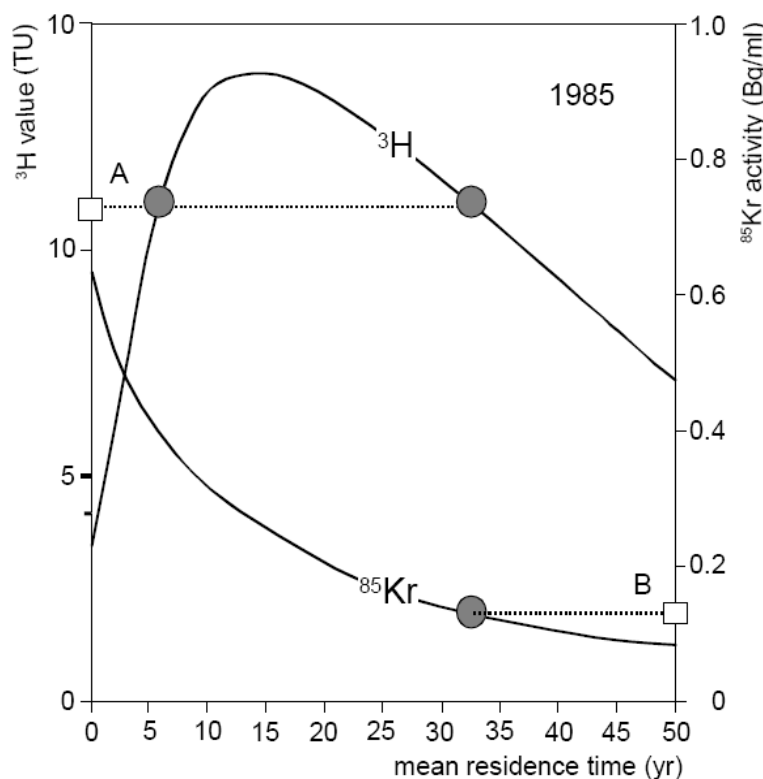
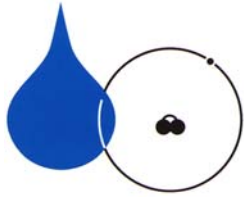


Abbildung 2: Theoretische Beziehung zwischen den mittleren Verweilzeiten von Tritium und ^{85}Kr . Errechnet mit dem Exponentiellen Grundwasser Modell für 1985 und Süddeutschland. Der Tritiumwert A lässt auf zwei unterschiedliche Verweilzeiten (6 und 32 Jahre) schließen, doch durch den ^{85}Kr -Wert B ist eine präzise Bestimmung der mittleren Verweilzeit möglich (33 Jahre) (aus Mook 2000 nach Salvermoser 1986).

Liegen komplexere Grundwassersysteme vor, die sich aus Mischungen von Grundwasserkomponenten sehr verschiedenen Alters zusammensetzen, liefert die Bestimmung des ^{85}Kr -Gehaltes wegen der Eindeutigkeit des Inputverlaufs genaue Informationen über die Verweilzeit des Grundwassers.



HYDROISOTOP gmbh

Laboratorium zur Bestimmung von Isotopen in Umwelt und Hydrologie

Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn Mischwassersysteme erschlossen sind, bei denen neben jungen, ^3H -haltigen Grundwässern auch alte, ^3H -freie Grundwässer beteiligt sind.

Darüber hinaus ist durch die gleichzeitige Bestimmung des ^3H - und des ^{85}Kr -Gehaltes eine Überprüfung der verwendeten hydraulischen Modellvorstellung und eine Quantifizierung und Qualifizierung des Anteils an jungem Grundwasser möglich.