

Umweltradioaktivität

Jod-129 aus La Hague und Sellafield in der Nord- und Ostsee

Das Radionuklid Jod-129 mit einer Halbwertszeit von 15,7 Millionen Jahren entsteht in der Natur durch Spontanspaltung von Uran-238 und durch Spaltungsreaktionen von Xenon mit kosmischer Strahlung. Im Zuge der militärischen und zivilen Nutzung der neutroneninduzierten Kernspaltung von Uran-235 und Plutonium-239 wurden und werden nun jedoch auch große Mengen von anthropogenem Jod-129 in die Umwelt freigesetzt. Wesentliche Quellen sind die Wiederaufarbeitungsanlagen in La Hague am Englischen Kanal in Frankreich und Sellafield an der Irischen See in Großbritannien. Darauf macht der Diplom-Chemiker Lübbert Tosch mit seiner Doktorarbeit vom Oktober 2010 an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover aufmerksam.

Die Kontamination der Nordsee in den letzten Jahren mit Jod-129 war laut Tosch gleichbleibend hoch. Bis auf wenige Ausnahmen seien die Konzentrationen des stabilen Jod-127 im Meerwasser nahezu konstant ($40,7 \pm 6,2$ ng/g). Abweichungen seien nur in Bereichen des kontinentalen Süßwassereintrages und in dem durch Ostseewasser geprägten Gebiet festzustellen. Die Isotopenverhältnisse Jod-129/ Jod-127 der untersuchten Meerwasserproben erstreckten sich von 10^{-10} bis mehr als 10^6 über fünf Zehnerpotenzen. Die Variabilität der Isotopenverhältnisse werde ausschließlich durch die anthropogenen Jod-129-Quellen verursacht. Daher werde in direkter Umgebung der Wiederaufarbeitungsanlagen von La Hague und Sellafield Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse von

mehr als $3 \cdot 10^{-6}$ gemessen. Diese Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse liegen mehr als sechs Zehnerpotenzen über dem natürlichen Isotopenverhältnis, das mit $1,5 \cdot 10^{-12}$ für die marine Hydrosphäre und mit $3,0 \cdot 10^{-13}$ für die terrestrische Biosphäre angenommen werden kann, erklärt Tosch.

Die flüssigen Emissionen aus La Hague, so Tosch, lassen sich entlang des Küstenstreifens vor Frankreich über Belgien, den Niederlanden und Deutschland bis nach Dänemark verfolgen und die Ableitungen aus Sellafield können in nördlicher Richtung entlang der schottischen Küste nachgewiesen werden. Der Reaktorunfall von Tschernobyl und der globale Fallout spielten in Hinblick auf die Jod-129-Situation in Westeuropa aber keine signifikante Rolle.

Durch die Freisetzungen des anthropogenen Jod-129 werden die Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse in allen Umweltkompartimenten erhöht. Selbst in der Ostsee, in die kein Jod-129 direkt eingeleitet wird, sei eine Verschiebung der Isotopenverhältnisse um mehr als fünf Größenordnungen zu verzeichnen. Ostseewasser besitze zwar deutlich geringere und stärker streuende Jod-127-Gehalte (10 bis 25 ng/g) als die übrigen Meerwasserproben, die Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse reichten aber laut Tosch von $7,4 \cdot 10^{-8}$ bis $2,8 \cdot 10^{-7}$. Im Ostseewasser nehme mit kürzer werdendem Abstand zur Nordsee die Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse und die Jod-127-Konzentrationen zu. Grund dafür sei ein mit der jodreicheren und gleichzeitig stärker kon-

taminierten Nordsee stattfindender Wasseraustausch.

Ein Sedimentprofil aus der Deutschen Bucht zeige auch ein schnelles Vordringen des Jod-129 in tiefe Sedimentschichten. Archivierte prä-nukleare Sedimente haben demnach über ihre lange Lagerungszeit bereits Kontaminationen durch anthropogenes Jod-129 erfahren.

Aus der Nordsee findet ein Wassertransport in das Europäische Nordmeer statt. Die Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse im Europäischen Nordmeer liegen laut Tosch mehr als eine Größenordnung über dem globalen Fallout. Die kleinsten Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse werden in Wasserproben gemessen, die aus dem Indischen Ozean und von Hawaii stammen.

Die Jod-129-Emissionen können entlang der Küste von La Hague in Frankreich über Belgien, Holland, Deutschland und Dänemark verfolgt werden, berichtet Tosch. Im küstennahen Bereich spielten die Ableitungen aus Sellafield hinsichtlich der Jod-129-Situation keine Rolle, das genannte Gebiet werde vielmehr durch die Ableitungen aus La Hague geprägt. Die Jod-129-Ableitungen aus Sellafield ließen sich sowohl in nördlicher als auch in südlicher Richtung nachweisen. Mit wachsendem Abstand zur Quelle nähmen die Jod-129/Jod-127-Isotopenverhältnisse aufgrund von Verdünnungseffekten ab.

Die Verteilung des Jod-129 kann laut Tosch mit den Strömungsverhältnissen im Oberflächen- und Tiefenwasser der Nordsee und der Irischen See erklärt werden. Die weitere Entwicklung der Kontamination durch anthropogene Radionuklide sollte in Zukunft an Schlüsselpositionen in Europa und weltweit überwacht werden. Jod-129 sei derzeit zwar radiologisch noch nicht relevant, meint Tosch,

die fortdauernden Emissionen ließen aber eine zunehmende Kontamination der Nordsee und der benachbarten Meere erwarten. Aufgrund seiner Langlebigkeit und der großen Mobilität in der Umwelt sollte der Zustand der Nordsee, die die wesentliche Quelle des Jod-129 auf dem Festland ist, langfristig aber im Auge behalten werden. Bisher fehlten auch detaillierte Bilanzierungen über Quellen und Senken des Jods in der Nordsee. So existieren bisher keine Arbeiten, die sich mit dem Eintrag des Jod-127 wie auch des Jod-129 über die Flüsse in die Nordsee beschäftigen. Auch fehlten Bilanzierungen, die sich mit dem Übergang des Jods ins Sediment beschäftigen, wobei die Remobilisierung bei Zersetzungsprozessen berücksichtigt werden müsse. Große Unkenntnis herrsche auch über das Migrationsverhalten und über Sorptionsprozesse von Jod in Böden und Sedimenten. Hier könnten umfangreiche Tracerversuche Aufschluß geben, denn weil der Jodkreislauf entscheidend durch die biologischen Eigenschaften bestimmt wird, sei eine Simulation im Labor schwer realisierbar.

Bisher gebe es auch nur wenige Arbeiten, die sich mit Jod-127 und Jod-129 auf der Südhalbkugel beschäftigen, berichtet Tosch. Zwar würden in Westeuropa die stärksten Veränderungen der Jod-129-Vorkommen durch den Menschen verursacht, aber es finde eine kontinuierliche Ausbreitung des Jod-129 in die weniger kontaminierten Gebiete statt. Jod-129 stelle einen langfristig nutzbaren Indikator für anthropogene Veränderungen und werde in Zukunft auch fernab der Emittenten an Beachtung gewinnen.

Lübbert Tosch: Kontamination von Nord- und Ostsee mit langlebigem Jod-129 und anderen anthropogenen Radionukliden. Universität Hannover, Dissertation, 12.10.2010. <http://www.zsr.uni-hannover.de/arbeiten/drtosch.pdf>