

August 2013

Uran in Oberflächengewässern Niedersachsens

1. Allgemeines

Uran (chemisches Symbol: U) wurde 1789 von dem deutschen Chemieprofessor und Apotheker Klaproth aus dem Mineral Pechblende isoliert und nach dem Planeten Uranus benannt, der kurz zuvor, im Jahr 1781, entdeckt worden war.

Das Schwermetall Uran ist ein natürlicher Bestandteil der Erdkruste. Somit lässt sich Uran in unterschiedlichen Anteilen in Gesteinen und Mineralien, im Boden, im Wasser und in der Luft nachweisen. Auf den wichtigen Aspekt von geogenen Uran-Hintergrundgehalten in Oberflächengewässern wird unter 4. konkret eingegangen. Natürlich auftretendes Uran ist ein Isotopengemisch, welches zu 99,27 % aus dem Isotop U-238, zu 0,72 % aus U-235 und 0,01 % aus U-234 besteht. Sämtliche Isotope sind radioaktiv (UBA 2012, WIKIPEDIA). Die Halbwertszeit von U-238 beträgt 4,468 Milliarden Jahre, d.h. dass eine Halbierung der Strahlung nach diesem unvorstellbar langen Zeitraum erfolgt.

Uran ist in Form des Oxids und der Mischoxide mit Plutonium derzeit der wichtigste Kernbrennstoff. Abgereichertes Uran wird als Legierung zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit als Werkstoff hoher Dichte in der Luftfahrtindustrie, als Strahlenschutzmaterial und als Zusatz von Katalysatoren verwendet. Wegen seiner Dichte wird abgereichertes Uran auch in Geschossen benutzt, um deren Durchschlagskraft zu verbessern.

Uran und seine Verbindungen wirken sowohl in radioaktiver als auch in chemisch-toxischer Hinsicht. Um Missverständnissen vorzubeugen sei darauf hingewiesen, dass sich die folgenden Ausführungen ausnahmslos auf die **Betrachtung des chemisch-toxischen Aspektes** beziehen.

Uran kommt überwiegend in den Oxidationsstufen IV und VI vor, wobei das VI-wertige Uran durch die Bildung von bestimmten Komplexen - im Gegensatz zum IV-wertigen - sehr gut wasserlöslich und von daher für das aquatische System besonders relevant ist. Hinsichtlich der aquatischen Ökotoxizität zeigt sich, dass erhöhte Urankonzentrationen zu chronische/akute Wirkungen führen, wie beispielsweise bei Fischen, Kleinkrebsen und Algen. Dabei scheint die akute Toxizität von Uran gegenüber Fischen und Kleinkrebsarten mit der Wasserhärte korreliert zu sein, je geringer die Wasserhärte desto höher die toxische Wirkung. Bei Menschen ist bekannt, dass erhöhte Dosen zu Schädigungen der Nieren führen können, weil Nieren das wesentliche Ausscheidungsorgan sind.

2. Veranlassung

Bei der Konzeption und Erstellung der „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ (sog. Oberflächengewässerverordnung - OGewV), die als Bundesverordnung am 25. Juli 2011 in Kraft getreten ist, war zunächst vorgesehen Uran mit in die Stoffliste der Anlage 5 (flussgebietsspezifische Schadstoffe) aufzunehmen und mit einer (nationalen) Umweltqualitätsnorm zu versehen. Um diesbezüglich Erfahrungen zu sammeln, wurden die niedersächsischen Oberflächengewässer bereits in den Jahren 2010 und 2011 im Zusammenhang mit den Bestandsaufnahmen zur EG-Wasserrahmenrichtlinie mit auf Uran untersucht (siehe 3.). Uran wurde letztlich jedoch nicht in die OGewV integriert.

Zudem vermehrten sich die Berichte bzw. Pressemitteilungen, dass durch die landwirtschaftliche Verwendung von Phosphatdüngern, in denen auch Uran enthalten ist, erhöhte Einträge von Uran in Gewässer festzustellen seien.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in der Wasserphase durchgeführten landesweiten Untersuchungen dargestellt und – soweit möglich – bewertet.

3. Monitoringkonzept

Messstellen und Untersuchungsfrequenz

An den insgesamt 140 ausgewählten Messstellen wurden entweder im Jahr 2010 oder 2011 jeweils 4 Wasserprobenahmen (Stichproben) durchgeführt. Bei den im Tidebereich gelegenen Messstellen erfolgte die Probenahme bei Ebbestrom (ablaufend Wasser), bei den Küsten-(Nordsee-)Messstellen unter Einsatz eines Hubschraubers. Die untersuchten Messstellen können Tab. 2 bzw. Tab. 3 entnommen werden, die Lage der Messstellen geht aus Bild 1 hervor. Es wurden in die Untersuchungen somit Messstellen der Flussgebiete Ems, Elbe, Weser und Rhein einbezogen, wobei 6 der 140 Messstellen der Kategorie der Küstengewässer zuzuordnen sind. Darüber hinaus sind auch Stillgewässer in die Untersuchungen einbezogen worden, neben dem größten niedersächsischen See, das Steinhuder Meer, beispielsweise auch der Maschsee in Hannover (Bild 2).

Analysenmethode

Die entnommenen Wasserproben wurden vor Ort filtriert (0,45 µm) und mit speziell gereinigter konzentrierter Salpetersäure versetzt, bis ein pH-Wert < 2 eingestellt war. Die Analyse auf Uran erfolgte nach DIN EN ISO 17294-2 mittels induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS), bei einer Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/L.

Umweltqualitätsnormen (UQN) bzw. Orientierungswert

Eine gesetzlich festgelegte UQN für Oberflächengewässer existiert – wie bereits erwähnt – für Uran nicht. Zur Bewertung bzw. Einschätzung der Untersuchungsbefunde wurde im Folgenden ein Orientierungswert von $2 \mu\text{g/L}$ verwendet, wie er in dem Entwurf der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom März 2011 vorgesehen war. Entsprechend den Kriterien der OGewV wurde dieser Orientierungswert mit den jeweiligen Jahresmittelwerten abgeglichen.



Bild 1: Lage der 140 untersuchten Messstellen

4. Ergebnisse, Bewertung und Zusammenfassung der Befunde

Von den ermittelten Urangelhalten wurde das jeweilige arithmetische Jahresmittel gebildet. Bei Gehalten $<$ Bestimmungsgrenze wurde näherungsweise mit der halben Bestimmungsgrenze ($0,025 \mu\text{g/L}$) gerechnet. Der Tab. 1 können die jeweiligen Jahresmittelwerte aller insgesamt 140 untersuchten Messstellen entnommen werden, in alphabetischer Reihenfolge nach Gewässern und Messstellen geordnet. Messstellen, bei denen im Jahresdurchschnitt die Urangelhalte größer dem Orientierungswert von $2 \mu\text{g/L}$ ermittelt wurden, sind rot gekennzeichnet. Lagen die Jahres-Urangelhalte zwischen $> 1 \mu\text{g/L}$ bis $2 \mu\text{g/L}$, somit der halbe Orientierungswert überschritten wurde, so sind die entsprechenden Messstellen gelb hinterlegt.



Bild 2: Der Maschsee in Hannover

Tab. 1: Jahresmittelwerte von Uran (gelöst) in µg/L
(alphabetisch nach Gewässern und Messstellen geordnet)

Messstellen- Nummer	Gewässer	Messstelle	Jahr	Uran, gelöst µg/L
36332998	Alfsee	Alfsee	2011	0,44
48192024	Aller	Brenneckenbrück	2010	0,72
48132055	Aller	Grafhorst	2011	2,4
48932018	Aller	Hodenhagen	2010	0,74
48332010	Aller	Langlingen	2011	0,89
48592033	Aller	Oldau	2010	0,83
48992097	Aller	Verden	2011	0,63
38842189	Aper Tief	Detern	2011	0,06
38832017	Barsseler Tief	Detern-Scharrel	2011	< 0,05
59922055	Bederkesaer See	Bederkesaer See	2011	0,05
48942215	Böhme	Uetzingen	2010	<0,05
47962024	Bückener Mühlbach	Bücken	2011	0,23
49282155	Delme	Hasbergen	2010	0,08
49282075	Delme	Holzcamp	2011	0,08
92862250	Dinkel	Neuenhaus	2010	0,44
49612999	Dümmer	Dümmer	2011	0,50
59992055	Elbe	Cuxhaven	2010	2,0
59392014	Elbe	Geesthacht	2010	1,4
59752051	Elbe	Grauerort	2011	1,6

Messstellen- Nummer	Gewässer	Messstelle	Jahr	Uran, gelöst µg/L
59152010	Elbe	Schnackenburg	2011	1,9
95102099	Elbe-Ästuar	Scharhörn	2011	2,7
46652032	Else	Bruchmühlen	2011	0,54
45692064	Emmer	Emmern	2010	0,61
39512011	Ems	Gandersum	2011	1,3
35102018	Ems	Hanekenfähr	2010	0,46
37712010	Ems	Herbrum	2011	0,26
37372035	Ems	Hilter	2010	0,31
37912019	Ems	Papenburg	2011	0,27
33952011	Ems	Salzbergen	2010	0,52
93492099	Ems-Ästuar	Emshörn	2011	2,4
59582213	Este	Buxtehude	2010	0,10
39462048	FehntjerTief	Oldersum	2011	0,41
45722132	Fluthamel	Afferde II	2011	0,69
48452034	Fuhse	Peine	2010	1,9
48492040	Fuhse	Wathlingen	2011	0,79
59162040	Gartower See	Gartower See	2011	0,66
49922053	Geeste	Bramel	2010	0,05
59422206	Gerdau	Hansen	2010	0,07
34372017	Große Aa	Beesten	2010	0,08
47692123	Große Aue	Steyerberg	2011	0,12
47652038	Große Aue	Ströhen	2010	0,32
36592014	Große Hase	Werwe	2011	0,21
49222062	Hache	Steimke	2010	<0,05
36692203	Hahnenmoorkanal	Aselage	2011	0,23
49482303	Hamme	Tietjens Hütte	2011	0,09
93912880	Harle	Nenndorf	2011	0,26
36372018	Hase	Bersenbrück	2011	0,40
36912024	Hase	Bokeloh	2011	0,16
36152044	Hase	Lüstringen	2011	0,71
36332013	Hase	Verteiler-Bauwerk RHB	2011	0,47
45362053	Hasselbach	Holzminden	2010	0,14
94122175	Hohens Tief	Schöpfwerk Wangerland	2010	0,92
49612127	Hunte	Bohmte	2011	0,47
49652163	Hunte	Colnrade	2011	0,15
49632010	Hunte	Hoopen	2010	0,33
49692157	Hunte	Reithörne	2011	0,13
49652470	Hunte	Tungeln	2010	0,20
48842265	Ilme	Einbeck	2011	0,80
59452251	Ilmenau	Bienenbüttel	2011	0,18
59472190	Ilmenau	Schleuse Fahrenholz	2010	0,15
59432017	Ilmenau	Veerßen	2010	0,12
48862105	Innerste	Langelsheim	2010	0,11
48862863	Innerste	Sarstedt	2011	0,73

Messstellen- Nummer	Gewässer	Messstelle	Jahr	Uran, gelöst µg/L
48162282	Ise	Gifhorn	2011	0,10
94242144	Jade	Hohenberge	2010	0,12
94292950	Jadebusen	Arngast	2011	2,8
59292010	Jeetzel	Seerau	2011	0,33
59252060	Jeetzel	Teplingen	2010	0,55
38892021	Juemme	Nortmoor	2011	0,08
49262089	Klosterbach	Groß Mackenstedt	2011	<0,05
39892014	Knockster Tief	Buntelsweg	2011	0,90
48872900	Koldinger Kiessee	Koldinger Kiessee	2011	0,86
59362988	Krainke	Besitz	2010	0,21
48362328	Lachte	Lachtehausen	2010	<0,05
36472012	Lager Hase	Uptloh	2011	0,17
38592181	Leda	Amdorf	2011	0,16
38952019	Leda	Leer	2011	0,31
92862410	Lee	Scheerhorn	2011	0,11
48892026	Leine	Neustadt	2011	1,06
48852542	Leine	Poppenburg	2011	1,2
48812210	Leine	Reckershausen	2011	1,9
48812661	Leine	Leineturm	2010	1,3
49662123	Lethe	Oberlethe	2010	<0,05
59482310	Luhe	Roydorf	2010	<0,05
59692010	Lühe	Mittelnkirchen	2010	0,26
59652013	Lühe-Aue	Daudiek	2011	0,29
49872057	Lune	Stotel	2011	0,08
48872901	Maschsee	Maschsee	2011	2,03
59942126	Medem	Otterndorf	2011	0,43
48922950	Meiße	Hodenhagen	2011	<0,05
48862557	Nette	Derneburg	2011	1,01
48542230	Neue Aue	Ehlershausen	2011	1,01
93632950	Nieders. Küste	Norderney	2011	2,8
93852950	Nieders. Küste	Otzumer Balje	2011	3,0
37232105	Nordradde	Pegel Apeldorn	2011	<0,05
49232011	Ochtum	Dreye	2010	<0,05
48822552	Oder	Auekrug	2010	0,08
48292018	Oker	Groß Schwülper	2011	1,02
48252090	Oker	Ohrum	2010	1,6
48212100	Oker	Probsteiburg	2010	0,09
48692093	Örtze	Stedden	2010	<0,05
59832208	Oste	Bremervörde	2010	0,12
59872220	Oste	Oberndorf	2011	0,19
59812200	Oste	Weertzen	2010	0,12
48822315	Rhume	Lindau I	2011	1,4
48822869	Rhume	Northeim	2011	0,95
48282207	Schunter	Glentorf	2010	1,6

Messstellen- Nummer	Gewässer	Messstelle	Jahr	Uran, gelöst µg/L
48282500	Schunter	Harxbüttel	2010	1,3
59722130	Schwinge	Symphonie	2010	0,16
43692019	Schwülme	Vernawahlshausen	2011	0,31
48822555	Seeburger See	Seeburger See	2011	2,0
59162080	Seege	Meetschow	2011	0,78
59522280	Seeve	Hörsten	2010	<0,05
47682141	Siede	Voigtei	2010	<0,05
38812133	Soeste	Schwaneburg	2011	<0,05
48822858	Söse	Berka	2010	0,56
34492030	Speller Aa	Hesselte	2010	0,23
47812999	Steinhuder Meer	Seemitte	2011	0,08
47812098	Steinhuder Meerbach	Hütten	2010	0,10
47672046	Sule	Barenburg II	2010	<0,05
92862534	Vechte	Laar	2011	0,30
92862013	Vechte	Samern	2010	0,47
45312020	Weser	Boffzen	2010	0,96
49752022	Weser	Brake	2011	0,72
47912026	Weser	Drakenburg	2011	0,88
49572011	Weser	Farge	2011	0,71
45512030	Weser	Hajen	2010	0,96
43352010	Weser	Hemeln	2011	1,2
45752064	Weser	Hessisch Oldendorf	2011	1,1
49152502	Weser	Uesen	2010	0,69
94502099	Weser-Ästuar	Alte Weser	2011	2,8
48882397	Westaue	Liethe	2010	0,63
49442750	Wiedau	Rotenburg	2011	0,05
48722285	Wietze	Wieckenberg	2010	0,14
48962980	Wölpe	Rethem	2011	<0,05
49462102	Wörpe	Mündung Wörpe	2010	0,08
49412192	Wümme	Scheeßel	2010	<0,05
49472037	Wümme	Truperdeich	2010	<0,05
49452244	Wümme-Nordarm	Ottersberg	2011	0,06
38822045	Zwischenahner Meer	Süd (vor Ablauf Aue)	2010	0,10

Die in Tab. 1 aufgeführten Ergebnisse sind – bezogen auf den Jahresmittelwert einer Messstelle - in Tab. 2 statistisch zusammengefasst.

Bei Betrachtung sämtlicher 140 untersuchter Messstellen (siehe oberer Teil der Tabelle) zeigt sich, dass bei 8 Messstellen der Orientierungswert von 2 µg/L überschritten wurde, der halbe Orientierungswert von 1 µg/L (> 1 µg/L bis 2 µg/L) an 20 weiteren Messstellen. Der Mittelwert/Median betrug 0,60 / 0,47 µg/L und die maximale Konzentration 3,0 µg/L. Der Geochemische Atlas (BIRKE et al. 2006) sieht für die Oberflächengewässer Deutschlands einen Medianwert von 0,33 µg/L vor, der niedersächsische liegt mit 0,47 µg/L also leicht darüber.

Von den 8 auffälligen Messstellen sind 6 im Küstenbereich gelegen. Im Meerwasser beträgt der Uran-Durchschnittsgehalt (Median) nach BOWEN (1979) 3,3 µg/L. Somit bewegen sich die im Küstenbereich ermittelten Urangelhalte von bis zu 3,0 µg/L durchaus im normalen Bereich und sind keineswegs – wie man auf den ersten Blick meinen könnte - als sog. „hot-spots“ anzusehen. Die Tab. 3 beinhaltet ein Ranking der Messstellen, geordnet nach abfallenden Urangelhalten bis 0,5 µg/L, bei der aus diesem Grund die Küstenmessstellen nicht mehr rot sondern blau hinterlegt sind.

Aufgrund der natürlicherweise erhöhten Urangelhalte in Meerwasser wurde eine weitere statistische Bewertung vorgenommen, bei der die Ergebnisse der 6 Küstenmessstellen nicht berücksichtigt wurden (siehe unterer Teil der Tab. 2). Hierbei sind nur noch 2 Überschreitungen des Orientierungswerts von 2 µg/L festzustellen (Tab. 3), bei der Aller bei Grafhorst (2,4 µg/L) und dem Maschsee in Hannover (2,03 µg/L). Die Messstelle Grafhorst liegt an der Grenze zu Sachsen-Anhalt, die Aller entspringt im Westen der Magdeburger Börde und fließt nach Niedersachsen. Die Ursachen für die erhöhten Urangelhalte sind noch zu ermitteln.

Tab. 2: Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse – auf Messstellen bezogen
(P: Perzentilwert)

Sämtliche Messstellen										
Min.	10-P	Mittel	Median	90-P	Max.	Anzahl Messstellen (N)				
µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	gesamt	< 0,05 µg/L	0,05 - 1 µg/L	> 1 - 2 µg/L	> 2 µg/L
< 0,05	< 0,05	0,60	0,47	1,9	3,0	140	18	94	20	8
Ohne Küstenmessstellen										
Min.	10-P	Mittel	Median	90-P	Max.	Anzahl Messstellen (N)				
µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	gesamt	< 0,05 µg/L	0,05 - 1 µg/L	> 1 - 2 µg/L	> 2 µg/L
< 0,05	< 0,05	0,48	0,42	1,4	2,4	134	18	94	20	2

Als bemerkenswert (gelb hinterlegt) sind zudem die Urangelhalte der Elbe anzusehen, eine erhöhte Belastung konnte von Schnackenburg (östliche Landesgrenze) mit 1,9 µg/L stromabwärts über Geesthacht und Grauerort bis hin nach Cuxhaven (2,0 µg/L) konstatiert werden (allerdings ist die Messstelle Cuxhaven bereits einem gewissen Einfluss von Meerwasser ausgesetzt).

Als ebenfalls auffällig sind die im Seeburger See ermittelten Urangelhalte (2,0 µg/L) anzusehen, sowie die der Fuhse bei Peine (1,9 µg/L), der Leine bei Reckershausen (südlichster Bereich der Leine) mit ebenfalls 1,9 µg/L, wobei die Gehalte im Verlauf der Leine weiter stromabwärts sukzessive zurück gegangen sind (schließlich Neustadt, unterhalb von Hannover: 1,06 µg/L).

Die Harzgewässer, insbesondere die Oker und Innerste, die durch jahrhundertalte Bergbauaktivitäten erhöhten Schwermetalleinträgen ausgesetzt sind, wiesen zwar auch eine leicht erhöhte aber doch moderate Belastung mit Uran auf (höchster Jahresmittelwert der Oker: Ohrum mit 1,6 µg/L).

Erwähnenswert ist zudem die Schunter (Harxbüttel: 1,3 µg/L) und Weser bei Hemeln (südliche Landesgrenze nach Hessen) mit einem Urangelhalt von 1,2 µg/L, wobei im weiteren Stromverlauf der Weser die Gehalte jedoch deutlich und stetig zurückgegangen waren.

Bei der Bewertung der vorliegenden Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Urangehalte in Oberflächengewässern von geologischen Begebenheiten und den Ausgangsgesteinen der Bodenbildung abhängig sind. Beispielsweise wirkt sich - aus geologischer Sicht – Zechstein, Buntsandstein und Keuper mit vergleichsweise hohen Uraneinträgen in Oberflächengewässer aus, ebenfalls – aus Sicht der Böden – Löss und Mergel, der mehr im Süden Niedersachsens vorkommt (BGR).

Zudem wird in Fachkreisen intensiv darüber diskutiert, welchen Einfluss die landwirtschaftliche Verwendung von mineralischen Phosphatdüngern auf das Vorkommen von Uran in Oberflächengewässern und auch auf das Grundwasser und somit Trinkwasser ausüben kann. Phosphatdünger werden aus Rohphosphaten hergestellt, die u.a. aus sedimentären (fossilen) Lagerstätten stammen. Diese enthalten als Begleitelement unter anderem auch Uran. Vom Umweltinstitut München durchgeführte Untersuchungen in Düngemitteln weisen eine Spanne von 7 bis 300 mg Uran/kg Phosphat auf. Uran wird von Pflanzen kaum aufgenommen, so dass es über Böden auch in Oberflächengewässer kommen kann.

Der Uraneintrag durch mineralische Düngemittel kann zwischen 7 bis 23 g/ha*a betragen (UBA-Text 37/2012). Vom NLWKN (STEFFEN 2011) sind beispielhaft entsprechende Bilanzierungen durchgeführt worden, wobei die an den Messstellen Fuhse/Peine, Schunter/Harxbüttel und Weertzen/Oste ermittelten Urangewässerfrachten (Daten des Jahres 2010) über das jeweilige Einzugsgebiet umgerechnet wurden. Die Uran-Einträge betragen für die Fuhse und Schunter 3,3 g/ha*a und 3,9 g/ha*a, für die Oste lediglich 0,22 g/ha*a. Es zeigte sich deutlich ein Nord-Südgefälle: die überwiegend Löss-geprägten Gebiete von Fuhse und Schunter wiesen deutlich höhere Uraneinträge als die der Oste bei Weertzen auf. Da die Region der Oste bei Weertzen eher sand-geprägt ist (LBEG), spricht dieser Aspekt dafür, dass die Bodenart – wie oben beschrieben - einen wesentlichen Einfluss auf die Einträge von Uran in Oberflächengewässer hat.

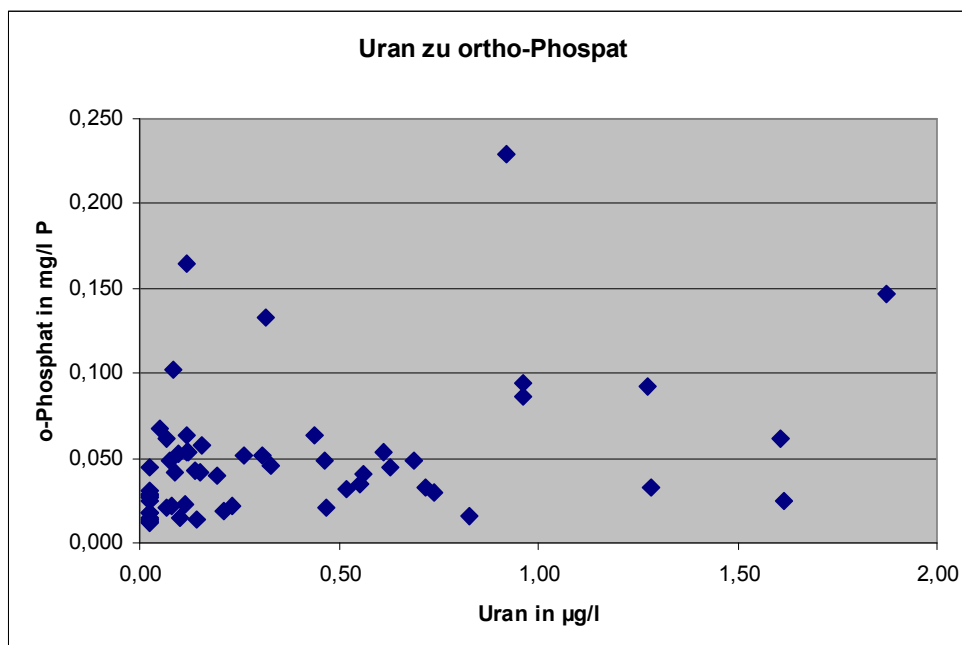


Bild 3: Korrelation von Uran (gelöst) zu ortho-Phosphat (gelöst) - Datenbasis 2010

Um den Einfluss der landwirtschaftlichen Verwertung von Phosphatdünger auf die Gewässer in etwa abschätzen zu können, wurden auf der Datenbasis des Jahres 2010 die in unterschiedlichen Gewässern gemessenen Urangelhalte den dazugehörigen ortho-Phosphatgehalten (gelöst) gegenübergestellt (Bild 3)(STEFFEN 2011). Diese Grafik lässt keinen signifikanten Zusammenhang erkennen. Da in der Landwirtschaft unterschiedliche Phosphatdünger eingesetzt werden, die als Begleitelement unterschiedliche Urangelhalte aufweisen (siehe oben), ist das Ergebnis nicht weiter verwunderlich und durchaus nachvollziehbar.

Das UBA hat im Jahr 2012 vorsorglich die Empfehlung gegeben, Dünger mit einem Urangelhalt ab 20 mg/kg Phosphat zu kennzeichnen und einen Grenzwert von 50 mg/kg Phosphat einzuführen.

Als ein weiterer möglicher Eintragspfad ist das Niederschlagswasser anzusehen. Nach Angaben des UBA (Text 37/2012) können bei einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 650 mm die Uranfrachten etwa 0,01 bis 0,7 g/ha-a betragen.

Die Frage, welcher Eintragspfad/welche Eintragspfade für das teilweise erhöhte Vorkommen von Uran in Gewässern verantwortlich ist/sind, kann unseres Erachtens also nicht eindeutig beantwortet werden. Aufgrund unterschiedlicher Lagerstätten, aus denen Phosphatdünger gefördert wird, wie z.B. Marokko, China; Südafrika oder Russland, können ggf. geeignete Isotopenmessungen detailliert Aufschluss über die Herkunft von Uran in Gewässern geben.

Tab. 3: Jahresmittelwerte von Uran (gelöst) in µg/L
(Ranking der Messstellen (abfallende Urangelhalte bis 0,5 µg/L); die mittleren Gehalte der Küstenmessstellen sind blau hinterlegt (erhöhte natürliche Hintergrundgehalte)

Messstellen- Nummer	Gewässer	Messstelle	Jahr	Uran, gelöst µg/L
93852950	Nieders. Küste	Otzumer Balje	2011	3,0
94292950	Jadebusen	Arngast	2011	2,8
93632950	Nieders. Küste	Norderney	2011	2,8
94502099	Weser-Ästuar	Alte Weser	2011	2,8
95102099	Elbe-Ästuar	Scharhörn	2011	2,7
48132055	Aller	Grafhorst	2011	2,4
93492099	Ems-Ästuar	Emshörn	2011	2,4
48872901	Maschsee	Maschsee	2011	2,03
59992055	Elbe	Cuxhaven	2010	2,0
48822555	Seeburger See	Seeburger See	2011	2,0
59152010	Elbe	Schnackenburg	2011	1,9
48452034	Fuhse	Peine	2010	1,9
48812210	Leine	Reckershausen	2011	1,9
59752051	Elbe	Grauerort	2011	1,6
48252090	Oker	Ohrum	2010	1,6

Messstellen- Nummer	Gewässer	Messstelle	Jahr	Uran, gelöst µg/L
48282207	Schunter	Glentorf	2010	1,6
59392014	Elbe	Geesthacht	2010	1,4
48822315	Rhume	Lindau I	2011	1,4
39512011	Ems	Gandersum	2011	1,3
48812661	Leine	Leineturm	2010	1,3
48282500	Schunter	Harxbüttel	2010	1,3
48852542	Leine	Poppenburg	2011	1,2
43352010	Weser	Hemeln	2011	1,2
45752064	Weser	Hessisch Oldendorf	2011	1,1
48892026	Leine	Neustadt	2011	1,06
48292018	Oker	Groß Schwülper	2011	1,02
48862557	Nette	Derneburg	2011	1,01
48542230	Neue Aue	Ehlershausen	2011	1,01
45312020	Weser	Boffzen	2010	0,96
45512030	Weser	Hajen	2010	0,96
48822869	Rhume	Northeim	2011	0,95
94122175	Hohens Tief	Schöpfwerk Wangerland	2010	0,92
39892014	Knockster Tief	Buntelsweg	2011	0,90
48332010	Aller	Langlingen	2011	0,89
47912026	Weser	Drakenburg	2011	0,88
48872900	Koldinger Kiessee	Koldinger Kiessee	2011	0,86
48592033	Aller	Oldau	2010	0,83
48842265	Ilme	Einbeck	2011	0,80
48492040	Fuhse	Wathlingen	2011	0,79
59162080	Seege	Meetschow	2011	0,78
48932018	Aller	Hodenhagen	2010	0,74
48862863	Innerste	Sarstedt	2011	0,73
48192024	Aller	Brenneckenbrück	2010	0,72
49752022	Weser	Brake	2011	0,72
36152044	Hase	Lüstringen	2011	0,71
49572011	Weser	Farge	2011	0,71
45722132	Fluthamel	Afferde II	2011	0,69
49152502	Weser	Uesen	2010	0,69
59162040	Gartower See	Gartower See	2011	0,66
48992097	Aller	Verden	2011	0,63
48882397	Westaue	Liethe	2010	0,63
45692064	Emmer	Emmern	2010	0,61
48822858	Söse	Berka	2010	0,56
59252060	Jeetzel	Teplingen	2010	0,55
46652032	Eise	Bruchmühlen	2011	0,54
33952011	Ems	Salzbergen	2010	0,52
49612999	Dümmer	Dümmer	2011	0,50

Insgesamt betrachtet ist festzustellen, dass eine gravierende Belastung der niedersächsischen Oberflächengewässer mit Uran nicht festgestellt werden konnte. Der Orientierungswert von 2 µg/L (bezogen auf die jeweiligen Jahresmittelwerte) wurde an lediglich 2 von 134 untersuchten Messstellen überschritten, der Aller bei Grafhorst (Grenze zu Sachsen-Anhalt) und dem Maschsee in Hannover. An 20 Messstellen konnte eine Überschreitung des halben Orientierungswert (> 1 µg/L bis 2 µg/L) festgestellt werden, hierbei ist insbesondere die Elbe erwähnenswert .

Die zudem untersuchten 6 Küstenmessstellen wiesen relativ hohe Urangehalte von bis zu 3 µg/L auf, die jedoch dem natürlichen Urangehalt von Meerwasser (3,3 µg/L) entsprechen.

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei allen Kolleginnen und Kollegen bedanken, die an diesen Untersuchungen, von der Probenahme bis zur Analytik, beteiligt waren.

Verfasser:

Dr. Dieter Steffen
Dr. Anna-Katharina Girbig
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Betriebsstelle Hannover-Hildesheim
An der Scharlake 39
31135 Hildesheim

e-Mail: Dieter.Steffen@nlwkn-hi.niedersachsen.de
Anna-Katharina.Girbig@nlwkn-hi.niedersachsen.de

Internet: www.nlwkn.niedersachsen.de