



Vorschlag für Kriterien und ein Bewertungskonzept zur Identifizierung von persistenten, mobilen und toxischen (PMT-) Stoffen zum Schutz des Rohwassers zur Trinkwassergewinnung unter der EU-Verordnung REACH

Proposal for criteria and an assessment concept for the identification of Persistent, Mobile and Toxic (PMT) substances to protect raw water for the production of drinking water under the EU regulation REACH

Michael Neumann

Umweltbundesamt, Fachbereich Chemikaliensicherheit, Fachgebiet IV 2.3, Chemikalien, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau; Michael.Neumann@uba.de

Abstract: In the last decade the fate and behaviour of substances that are persistent in the environment and at the same time polar have been investigated both scientifically and from a regulatory perspective. Once emitted, these substances remain in the aquatic environment and the contamination is irreparable. Their intrinsic hazard potential is determined by their persistence (P), their mobility in the water cycle (M) and, where additionally, their toxicity (T). The author proposes naming them PMT substances. These are the same intrinsic substance properties which, during water treatment, may hinder the removal of these substances from contaminated raw water. Moreover, unwanted and potentially toxic transformation products may be formed during water treatment. Approximately 40,000 organic chemicals are used in Europe. For the majority, since 2006, the EU regulation REACH applies. For the precautionary protection of the environment and human health, it is of importance to identify all chemicals with the potential to contaminate raw water resources (PMT substances). The proposed criteria and assessment concept (Kalberlah et al., 2014) allow the assessment as PMT substance. Similar to PBT/vPvB substances their emission into the environment and their possible impact on environment and human health are decoupled in time or space. Consequently, emissions must be avoided during use of such PMT substances by appropriate measures. Within the scope of the EU regulation REACH, this is the responsibility of the registrants. In addition, authorities may apply regulations if necessary. The two main regulatory instruments are restriction and authorization. It remains open for future evaluation whether member states competent authorities will propose PMT substances as “substance of very high concern”, according to Article 57 (f) of the EU regulation REACH.

Keywords: raw water; drinking water; persistency; mobility; toxicity; criteria; assessment concept; PMT substance; chemical; EU regulation REACH

Zusammenfassung: Erst seit ein paar Jahren wird das Gefährdungspotenzial für das Trinkwasser durch persistente und zugleich polare Chemikalien wissenschaftlich und regulatorisch problematisiert. Einmal emittiert, verbleiben diese Chemikalien vor allem in der aquatischen Umwelt und die Kontamination ist irreparabel. Ihr intrinsisches Gefährdungspotenzial ergibt sich aus ihrer Persistenz (P), ihrer Mobilität im Wasserkreislauf (M) und ggf. ihrer Toxizität (T) und der Autor schlägt vor, sie als PMT-Stoffe zu

bezeichnen. Dieselben intrinsischen Stoffeigenschaften können auch eine erfolgreiche Wasseraufbereitung verhindern. Außerdem können aus ihnen bei der Aufbereitung unerwünschte und potenziell toxische Transformationsprodukte entstehen.

In Europa werden ca. 40.000 organische Chemikalien verwendet. Für die Mehrzahl gilt seit 2006 die EU-Verordnung REACH. Zum vorsorglichen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit ist es von zentraler Bedeutung alle rohwasserrelevanten Chemikalien (PMT-Stoffe) zu identifizieren. Die vorgeschlagenen Kriterien und das Bewertungskonzept (Kalberlah et al. 2014) ermöglichen eine Bewertung und Identifizierung als PMT-Stoff. Ähnlich wie bei den PBT-/vPvB-Stoffen sind ihr Eintrag in die Umwelt sowie ihre mögliche Wirkung auf Ökosysteme und menschliche Gesundheit zeitlich oder räumlich entkoppelt. Folglich müssen Emissionen bei der Verwendung solcher PMT-Stoffe durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Im Geltungsbereich der EU-Verordnung REACH obliegt dies den registrierenden Unternehmen im Rahmen ihrer Eigenverantwortung.

Zusätzlich können Behörden je nach Ermessen regulatorisch eingreifen. Zwei wichtige regulatorische Instrumente der Behörden sind die Beschränkung einer bestimmten Verwendung einer Chemikalie und die generelle Zulassungspflicht. Es bedarf noch weiterer fachlicher Klärungen und bleibt deshalb abzuwarten, ob die Behörden eines oder mehrerer Mitgliedstaaten nach Artikel 57 (f) der EU-Verordnung REACH als rohwasserrelevant erkannte PMT-Stoffe als „*besonders besorgniserregend*“ vorschlagen, um sie damit in die Zulassungspflicht überführen.

Schlüsselwörter: Rohwasser; Trinkwasser; Persistenz; Mobilität; Toxizität; Kriterien; Bewertungskonzept; PMT-Stoff; Chemikalie; EU-Verordnung REACH

1. Einleitung und Grundlagen

Für die Bewertung von Chemikalien werden u.a. zwei Konzepte angewandt. Die quantitative Risikobewertung von Chemikalien basiert auf der Annahme, dass eine wissenschaftliche Voraussage über diejenige Konzentration (Wirkkonzentration) einer Chemikalie möglich ist, unterhalb derer ihre Anwesenheit im Menschen und/oder in der Umwelt noch nicht als schädlich zu bewerten ist. Das Risiko und gegebenenfalls auch deren Höhe ergeben sich dann aus dem Vergleich dieser Unschädlichkeitss- oder Wirkungsschwelle mit der gemessenen oder geschätzten Konzentration, der Mensch und/oder Umwelt bei und nach der Verwendung der Chemikalie ausgesetzt sind (Exposition). Die Grundlagen zu dieser Art der quantitativen Risikoabschätzung und -bewertung legte der National Risk Council (NRC) der USA bereits Mitte der 80er Jahre in seinem Red Book (NRC 1983). Die quantitative Risikobewertung von Chemikalien ist heutzutage allgemein etabliert, international anerkannt (EC 2003b; US EPA 2004) und in Form von Leitfäden (EC 2003a; ECHA 2008b) vereinheitlicht.

Demgegenüber ist seit einigen Jahren auch wissenschaftlicher Konsens, dass bestimmte intrinsische Stoffeigenschaften von Chemikalien diese quantitative und risikobasierte (*risk based*) Bewertung ausschließen. Stattdessen ist für solche Chemikalien eine gefährdungsbasierte (*hazard based*), d. h. qualitative und expositionalabhängige Bewertung ihres „intrinsischen“ Gefährdungspotenzials nötig. Beispiele hierfür sind Chemikalien mit endokriner, karzinogener, mutagener oder reproduktionstoxischer Wirkung, falls sich für diese Chemikalien keine sichere Konzentration in der Umwelt oder im Menschen festlegen lässt. Das bedeutet, dass sie nach einem Mechanismus wirken, dessen Wirkungsschwelle in Form einer Dosis oder Stoffkonzentration bisher nicht mit ausreichender Sicherheit feststellbar ist oder wenn sie sehr wahrscheinlich gar keine solche Schwelle besitzen.

Es ist ebenso nicht möglich eine sichere Konzentration in der Umwelt für solche Chemikalien abzuleiten, die persistent, bioakkumulierend und toxisch (PBT-Stoffe) oder die sehr persistent und sehr bioakkumulierend (vPvB-Stoffe) sind. Solche Chemikalien werden in der Umwelt nur langsam durch biotische oder abiotische Prozesse abgebaut und reichern sich gleichzeitig über die Nahrungskette in Lebewesen an. Die Vorhersage ihrer langfristigen Wirkungen und damit auch die Bestimmung einer Wirkungsschwelle (sichere Konzentration in der Umwelt) ist nicht möglich, weil ihr Eintrag in die Umwelt sowie ihre mögliche Wirkung auf die Ökosysteme und die menschliche Gesundheit räumlich oder zeitlich entkoppelt sind (Schulte 2006; Henning & Thiemann 2011). Ihr Gefährdungspotenzial ergibt sich deshalb aus der Kombination der intrinsischen Stoffeigenschaften „Persistenz“ und „Bioakkumulationspotenzial“. Um einen wirksamen Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt zu erreichen, müssen jegliche Emissionen solcher Chemikalien minimiert werden (EC 2003a; ECHA 2008a; ECHA 2008b). Die Konventionen zum Schutz der Meere und entlegener Gebiete (*remote areas*), wie z.B. die Polarregionen, forderten bereits 1992 die Einleitung, Emissionen und diffuse Verluste von PBT-Stoffen aus Herstellungsprozessen und Produkten bis zum Jahr 2020 zu beenden (HELCOM 1992; OSPAR 1992).

Das Gefährdungspotenzial nimmt weiter zu, wenn solche PBT/vPvB-Stoffe sich in der Umwelt weit verbreiten. Unter Hinzunahme des zusätzlichen vierten Kriteriums „Ferntransportpotenzial“ (*long range transport – LRT*) etablierte die Stockholmer Konvention (POP-Konvention 2001; Richter et al. 2011) im Jahr 2001 deshalb Kriterien zur Identifizierung, die Bezeichnung „POP“ (*persistent organic pollutants*) und völkerrechtlich bindende Verbots- und Beschränkungsmaßnahmen.

Erst seit ein paar Jahren wird das Gefährdungspotenzial für das Trinkwasser durch persistente und zugleich polare, also nicht bioakkumulierende Chemikalien, wissenschaftlich und regulatorisch problematisiert (Giger et al. 2005). Einmal emittiert, verbleiben diese Chemikalien vor allem in der aquatischen Umwelt und die Kontamination ist irreparabel (Steinhäuser & Richter 2006). Solche Chemikalien sind (annähernd) nicht abbaubar und (fast) nicht adsorbierbar und werden als NANA-Stoffe, Polar POPs (PPOPs) (Giger et al. 2005), Persistent Polar Pollutants (PPPs, P³-Stoffe) (Steinhäuser & Richter 2006), PMOCs (Reemtsma et al. 2016) oder PMT-Stoffe (Neumann 2012, Neumann & Dieter 2014; Neumann et al. 2015) bezeichnet. Langzeiteffekte und eine sichere Konzentration in der Umwelt sind auch für PMT-Stoffe, wie bei den PBT/vPvB-Stoffen und den POPs, mit Hilfe der quantitativen Risikoabschätzung und -bewertung weder vorhersag- noch ableitbar. Ihr intrinsisches Gefährdungspotenzial ergibt sich aus ihrer Persistenz (P), ihrer Mobilität im Wasserkreislauf (M) und ggf. ihrer Toxizität (T).

2. Schutz des Rohwassers unter der EU-Verordnung REACH

In Europa werden ca. 40.000 organische Chemikalien verwendet. Für die Mehrzahl gilt seit 2006 die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, kurz „REACH“ (EG 2006). Mit Ausnahme rechtlich gesondert geregelter Stoff- oder Anwendungsgruppen, ist jeder Stoff „registrierungspflichtig“, der in Mengen von mehr als einer Tonne pro Jahr in der

Europäischen Gemeinschaft verwendet wird. Laut REACH-Verordnung umfasst Verwendung das „Verarbeiten, Formulieren, Verbrauchen, Lagern, Bereithalten, Behandeln, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Herstellen eines Erzeugnisses oder jeder andere Gebrauch“ eines Stoffs. „Registrierungspflichtigkeit“ bedeutet, dass der Registrant (das registrierende Unternehmen) mit der Registrierung eines Stoffs auch dessen sichere Verwendung über seinen gesamten Lebenszyklus einschließlich Entsorgung garantieren muss. Die dafür notwendigen Daten und Bewertungen – wobei sich die Mindestanforderungen nach Jahrestonnage und intrinsischen Stoffeigenschaften richten – muss er der europäischen Chemikalienagentur (ECHA) in einem Registrierungsdossier übermitteln.

Die EU-Verordnung REACH trat 2006 in Kraft. Als neues Chemikalienrecht harmonisiert und vereinfacht sie die bis dahin gültige Einzelregelungen in der Europäischen Union. Laut Artikel 1 Absatz 1 soll sie ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und die Umwelt sicherstellen (EG 2006). Um dieses Ziel zu erreichen, etablierte sie einen Paradigmenwechsel. Seit 2006 sind Hersteller, Importeure und Verwender von Chemikalien für den nachhaltigen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit während und nach Verwendung chemischer Stoffe und Produkte verantwortlich. Ihnen – und nicht den Behörden – obliegt die Charakterisierung der Gefahren und Risiken. Dies gilt auch für die Kommunikation möglicher Gefahren, Risiken und notwendiger Risikominderungsmaßnahmen.

Rohwasser zur Trinkwassergewinnung wird in Europa zu 65% aus Grundwasser und zu 35% aus Oberflächenwasserspeichern oder mittels Uferfiltration aus Oberflächengewässern gewonnen. Sind diese Umweltkompartimente durch Chemikalien kontaminiert, kann es auch zu einer Verunreinigung des Rohwassers kommen. Wasser ist ein existenzielles Lebensmittel. Die Bevölkerung verbindet mit dem Begriff Trinkwasser ein Höchstmaß an Reinheit und den Ausschluss jeglichen gesundheitlichen Risikos. Zum vorsorglichen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit ist gemäß des Minimierungsgebots der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2011) der Eintrag rohwassergängiger Chemikalien in Oberflächengewässer und Grundwasser zu vermeiden oder so niedrig zu halten, wie vernünftigerweise erreichbar (*As Low As Reasonably Achievable* – ALARA-Prinzip). Dieses Prinzip ist indirekt auch aus der REACH-Verordnung und deren Leitfäden ablesbar, explizit und konkret aber nur bei nachgewiesener Wirkung einer Chemikalie.

Die zunehmende Kontamination unserer Gewässer mit einer steigenden Anzahl Chemikalien wird inzwischen seitens der Kommunen, der Wasserwirtschaft und der Fachverbände als Gefährdung des Rohwassers bewertet. Beispielsweise rufen sie in Nordrhein-Westfalen in einem Memorandum zum „Schutz der Gewässer vor Spurenstoffen“ (agw et al. 2012) auf. Immer stärker richtet sich der Blick von Forschungsprojekten dabei auch auf Chemikalien aus dem Gelungsbereich der EU-Verordnung REACH (MIKROIND 2012; MIKRORUHR 2012; Risk-Ident 2012). Dabei eignet sich Umweltmonitoring weder für den vorsorgenden Schutz des Rohwassers noch für die Bewertung der intrinsischen Stoffeigenschaften von Chemikalien (UBA 2012). Bei einer durch Kontamination mit Chemikalien notwendig gewordenen Aufbereitung (z.B. Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung) von Rohwasser können einige organische Chemikalien nicht oder nur unvollständig entfernt werden. Zusätzlich können aus ihnen durch diese

Behandlung unerwünschte und potenziell toxische Transformationsprodukte entstehen.

3. PMT-Stoffe: Kriterien und Bewertungskonzept

Nur wenige Studien befassen sich bisher mit der systematischen Bewertung der Rohwasserrelevanz von Chemikalien, die unter der EU-Verordnung REACH registrierungspflichtig sind. Eine systematische Früherkennung aufgrund der beiden intrinsischen Stoffeigenschaften Persistenz und Mobilität ist bei einer Registrierung unter REACH nicht explizit gefordert und findet sich bisher nicht in den Leitfäden für die Stoffsicherheitsbeurteilung der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA). Auch fehlen bisher im Rahmen der EU-Verordnung REACH abgestimmte Bewertungskriterien für solche PMT-Stoffe.

Bereits 2006 wurden Kriterien zur Erkennung und Bewertung rohwasserrelevanter Chemikalien (Steinhäuser & Richter 2006) gefordert. Im Unterschied zu den PBT-/vPvB-Stoffen geht es dabei nicht um das Zusammenwirken der intrinsischen Eigenschaften Persistenz und Toxizität mit der Bioakkumulation, sondern mit der Mobilität im Wasserkreislauf (PMT-Stoffe). Das Umweltbundesamt hat nun Kriterien und ein Bewertungskonzept entwickeln lassen (Kalberlah et al. 2014), um PMT-Stoffe auch unter der EU-Verordnung REACH zu identifizieren. Es nutzt Daten und Informationen, die in den Registrierungsdossiers für jede Chemikalie angegeben werden müssen. Abbildung 1 zeigt die im Rahmen der Bewertung vorzunehmenden Schritte.

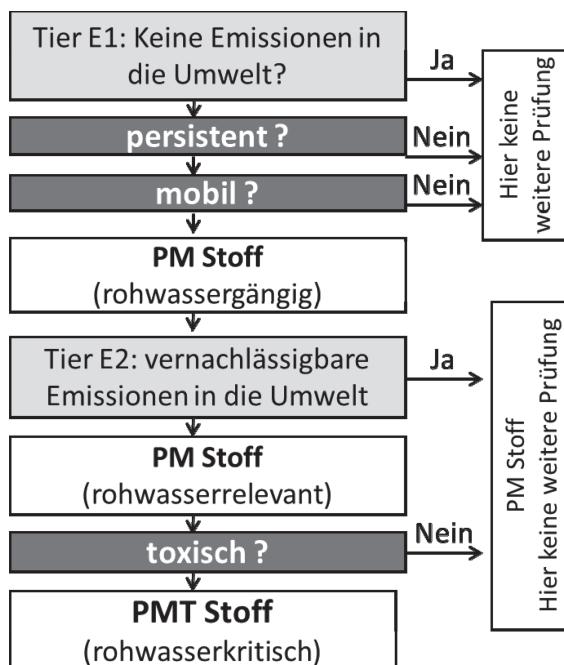


Abb. 1. Bewertungskonzept zur Identifizierung von PMT-Stoffen unter der EU-Verordnung REACH (nach Kalberlah et al. 2014).

3.1 Das Persistenz-Kriterium

Die Persistenz in der Umwelt bezeichnet die intrinsische Stoffeigenschaft einer Chemikalie, unverändert durch physikalische, chemische oder biologische Prozesse über lange Zeiträume in der Umwelt zu verbleiben. Das Ausmaß der Persistenz einer Chemikalie bestimmt über die Dauer der Umweltexposition. Selbst wenn die Emission einer persistenten Chemikalie aufgehört hat, kann diese noch über lange Zeiträume in der Umwelt verbleiben und weiterhin zwischen Umweltkompartimenten verlagert werden. Die Bewertung der Persistenz einer Chemikalie ist unter der EU-Verordnung REACH fest etabliert. Im Rahmen der Bewertung von persistenten, bioakkumulierenden und toxischen (PBT-) Stoffen ist bei Verdacht die Persistenz jeder Chemikalie mittels Halbwertszeiten (nach Testvorschrift und unter Laborbedingungen bei 12°C) (siehe Tab. 1) jeweils getrennt in den Umweltkompartimenten Boden, Sediment, Süß- und Meerwasser festzustellen. Testsysteme zur Untersuchung sind hierfür in den entsprechenden Leitfäden vorgegeben. Der Anhang XIII der EU-Verordnung REACH gibt vor, dass die Erfüllung des Kriteriums in einem Umweltkompartiment ausreicht, um einen Stoff per se als persistent zu identifizieren. Im Bewertungskonzept nach Kalberlah et al. (2014) erfolgt die Bewertung der Persistenz entsprechend. Diese intrinsische Stoffeigenschaft kann auch die Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser durch Aufbereitungsverfahren wie Chlorung, Ozonung oder UV-Bestrahlung verhindern. Deswegen ist im Zweifelsfall zu bewerten, inwiefern eine organische Chemikalie tatsächlich zerstört wird und/oder ob sich relevante Transformationsprodukte aus ihr bilden.

Tab. 1. Übersicht der vorgeschlagenen Kriterien für die Identifizierung einer Chemikalie als PMT-Stoff (nach Kalberlah et al. 2014).

P Kriterium (als Halbwertszeit)	M Kriterium (für P-Stoffe)	T Kriterium
<ul style="list-style-type: none"> • Süßwasser > 40 d • Sediment > 120 d • Boden > 120 d • Meerwasser > 60 d • Marines Sediment > 180 d 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserlöslichkeit > 150 µg/L und • $\log K_{oc} < 4.5$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Einstufung als CMR Cat. 1A, 1B, 2 oder H362 oder STOT RE Cat. 1 oder 2 • DNEL $\leq 9 \mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht und Tag • Cramer Class III oder Strukturalarm für Gentoxizität und Kanzerogenität • Verdacht auf Endokrin Disruptor • Listung als kritischer Stoff

3.2 Das Mobilitäts-Kriterium

Die Mobilität einer Chemikalie in der aquatischen Umwelt wird beeinflusst durch die intrinsische Stoffeigenschaft Polarität und damit durch die Wasserlöslichkeit. Sie bestimmt darüber, wie stark die Chemikalie hydrophil ist. Zusätzlich geben die Koeffizienten zur Beschreibung der Verteilung zwischen Boden und Wasser (Kd),

bzw. normiert auf den Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden ($K_{d,OC}$ oder K_{oc}), Auskunft über die Neigung zur Adsorption. Um ein quantitatives Kriterium abzuleiten, setzten Kalberlah et al. (2014) die für die Expositionsbeurteilung unter REACH häufig verwendete Modellierungssoftware von ECETOC TRA (ECETOC Targeted Risk Assessment) ein. Es wurde ein Eintrag der Chemikalien mit dem Abwasser in die Kläranlage angenommen. Berechnet wurde anschließend der Anteil, der über den Wasserstrom durch die Kläranlage ins Oberflächenwasser gelangt bzw. der, adsorbiert an Klärschlamm, auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wird und danach durch sog. *leaching* ins Grundwasser gelangt. Durchgeführt wurden die Berechnungen für 64 organische Chemikalien mit heterogenen intrinsischen Stoffeigenschaften. Allerdings wurde für alle die Persistenz angenommen. Der jeweilige Anteil im Oberflächengewässer und im Grundwasser wurde korreliert mit dem Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten ($\log K_{ow}$), dem auf den organischen Kohlenstoff normierten Adsorptionskoeffizienten ($\log K_{oc}$), dem Luft-Wasser Verteilungsverhalten (Henry Konstante) und der Wasserlöslichkeit (Kalberlah et al. 2014).

Es zeigte sich, dass bereits eine sehr niedrige Wasserlöslichkeit ausreicht und darüber hinaus keine Korrelation zwischen zunehmender Wasserlöslichkeit und dem Anteil einer Substanz im Oberflächenwasser bzw. im Grundwasser vorliegt. Als Kriterium der Mobilität wurde daher eine Wasserlöslichkeit von mindestens 150 µg/L festgelegt. Eine Korrelation zeigte sich nur zwischen dem Anteil einer Substanz im Oberflächenwasser bzw. im Grundwasser und dem $\log K_{oc}$. Bis zu einem $\log K_{oc}$ von 4,5 bleibt der Anteil eines persistenten Stoffes in Grund- und Oberflächengewässern konstant hoch und fällt erst bei höherem $\log K_{oc}$ kontinuierlich ab. Deshalb wurde als weiteres Kriterium für Mobilität ein $\log K_{oc}$ von < 4,5 vorgeschlagen (siehe Tab. 1). Eine Ionisierbarkeit des Stoffes muss aber bei der Messung der Wasserlöslichkeit und des $\log K_{oc}$ beachtet werden. Insgesamt erfüllt ein Stoff also das Mobilitäts-Kriterium, wenn der Stoff persistent ist, einen $\log K_{oc} < 4,5$ und eine Wasserlöslichkeit > 150 µg/L aufweist (Kalberlah et al. 2014). Diese intrinsische Stoffeigenschaft kann auch die Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser durch Adsorptionsverfahren wie z. B. Filtration über Aktivkohle verhindern. Deshalb ist im Zweifelsfall zu bewerten, inwiefern sich eine organische Chemikalie tatsächlich aus dem Wasser entfernen lässt, oder ob sie solche Aufbereitungsschritte ungehindert passiert.

3.3 Das Toxizitäts-Kriterium

Die EU-Verordnung REACH verlangt unter bestimmten Voraussetzungen als Teil der Sicherheitsbeurteilung eines Stoffs eine Bewertung seiner toxikologischen Relevanz. Im Bewertungskonzept (siehe Abb. 1) wird vorgeschlagen, dass diese auch erfolgen soll, wenn ein Stoff die Kriterien für Persistenz und Mobilität im Wasserkreislauf erfüllt (PM-Stoffe) und damit rohwassergängig ist. Das Toxizitäts-Kriterium ist zurzeit noch auf die menschliche Gesundheit fokussiert. Die Kriterien nach Kalberlah et al. (2014) decken die unter REACH bereits vorgegebenen Kriterien ab und ergänzen diese um weitere Kriterien (siehe Tab. 1). Als ein Kriterium wird ein DNEL $\leq 9 \mu\text{g}/\text{kg Körpergewicht und Tag}$ vorgeschlagen. Der DNEL-Wert (derived no effect level) ist diejenige Konzentration eines Stoffs, bis zu der er im Rahmen des dazugehörenden Expositions-Szenarios noch keine

Wirkung auf den Menschen ausübt. Ein DNEL für Trinkwasser ist aus regulatorisch-toxikologischer Sicht gleichzusetzen mit einem gesundheitlichen Höchstwert für Trinkwasser. Falls das Szenario lebenslange Exposition unterstellt, ist dies der gesundheitliche Trinkwasserleitwert. Die weiteren Kriterien (siehe Tab. 1) decken ab, ob ein PM-Stoff kanzerogen, keimzellenmutagen oder reproduktionstoxisch (CMR) oder ein endokriner Disruptor ist. Aufgrund des Vorsorgegedanken reicht bei PM-Stoffen zur Erfüllung des T-Kriteriums bereits aus, dass der Verdacht auf Toxizität gegenüber dem Menschen nicht entkräftet werden kann, bzw. dass eine die Listung auf internationalen Stofflisten mit Warncharakter vorliegt. Es ist darauf hinzuweisen, dass auch maßgebliche Hydrolyse- und Abbauprodukte einer Chemikalie in ihrer Toxizität zu beschreiben sind.

3.4 Emission in die Umwelt

Wie Abbildung 1 darstellt, sieht das Bewertungskonzept vor, nicht nur die intrinsischen Stoffeigenschaften zu bewerten, sondern auch die Emission in die Umwelt in zwei Abstufungen zu betrachten. Kann eine Freisetzung des Stoffes in die Umwelt ausgeschlossen werden, so kann auch die Relevanz des Stoffes für die Verunreinigung des Rohwassers ausgeschlossen werden und eine PMT-Bewertung ist nicht zwingend erforderlich. Diese beiden zusätzlichen Bewertungsschritte sollen also den Aufwand für die registrierenden Unternehmen reduzieren.

Darüber hinaus ist eine differenzierte Expositionsabschätzung bei der Bewertung der PMT-Kriterien nicht sinnvoll. Dies würde dem Kerngedanken widersprechen, dass – wie oben dargelegt – bei der Kombination der beiden intrinsischen Stoffeigenschaften Persistenz und Mobilität im Wasserkreislauf die quantitative Risikobewertung durch Vergleich von Wirkkonzentration und erwarteter Exposition nicht möglich ist.

4. Ausblick

Die hier vorgeschlagenen Kriterien und das Bewertungskonzept (Abb. 1) ermöglichen eine Identifizierung und Bewertung rohwasserrelevanter PMT-Stoffe. Die dazu notwendigen Daten sind bereits für die Registrierung im Rahmen der EU-Verordnung REACH gefordert. Von der Allgemeinheit zu tragende Mehrkosten durch Wasseraufbereitung, im Gesundheitswesen und für Umweltsanierungen dürfen nicht durch vermeidbare Emissionen bei der Verwendungen einer rohwasserrelevanten Chemikalie (PMT-Stoffe) billigend verursacht oder unwissentlich in Kauf genommen werden. Daher ist es von zentraler Bedeutung, alle rohwasserrelevanten Chemikalien zu identifizieren, damit die registrierenden Unternehmen die Emission in Oberflächengewässer und ins Grundwasser zum vorsorglichen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit vermeiden. Dies obliegt im Geltungsbereich der EU-Verordnung REACH den registrierenden Unternehmen im Rahmen ihrer Eigenverantwortung. Zusätzlich können Behörden je nach Ermessen regulatorisch eingreifen.

Zwei wichtige regulatorische Instrumente der Behörden sind die Beschränkung einer bestimmten Verwendung einer Chemikalie und die generelle Zulassungspflicht. Im Geltungsbereich der EU-Verordnung REACH muss ein Stoff, der der Zulassungspflicht unterworfen werden soll, zunächst als *substance of very high concern* – SVHC (besonders besorgniserregend) durch das Komitee der

Mitgliedstaaten (MSC) bestätigt werden und kommt dann auf die Kandidatenliste. Wird der Stoff danach in Anhang XIV der REACH-Verordnung aufgenommen, ist nach langen Übergangsfristen seine Verwendung europaweit zulassungspflichtig.

Es bedarf noch weiterer fachlicher Klärungen und bleibt deshalb abzuwarten, ob die Behörden eines oder mehrerer Mitgliedstaaten nach Artikel 57 (f) der EU-Verordnung REACH als rohwasserrelevant erkannte PMT-Stoffe als „*besonders besorgniserregend*“ vorschlagen, um sie damit in die Zulassungspflicht zu überführen. Diese Möglichkeit würde dann greifen, wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass „*schwerwiegende Wirkungen auf die menschliche Gesundheit oder auf die Umwelt*“ entstehen und diese Wirkungen auch „*ebenso besorgniserregend*“ sein können wie diejenigen der CMR- und PBT-/vPvB-Stoffe.

Unabhängig und bereits vor einer behördlichen Regulierung gilt immer das Vorsorgeprinzip. In der EU-Verordnung REACH ist das Vorsorgeprinzip in Art. 1 Abs. 3 verankert. Es verlangt, Belastungen bzw. Schäden für die Umwelt bzw. die menschliche Gesundheit vorbeugend und bereits auf noch unvollständiger Wissensbasis zu vermeiden. Konkret heißt Vorsorge deshalb vor allem „Vermeidung vermeidbarer Emissionen in die Umwelt“. Für die Schutzgüter „Grundwasser“ und „Trinkwasser“ gilt dieser Vorsorgeansatz in besonderem Maße.

Danksagung

Die Kriterien und das Bewertungskonzept wurden im Rahmen des F&E-Vorhabens „Leitlinien für den vorsorglichen Schutz des Rohwassers zur Trinkwassergewinnung vor Kontaminationen durch Chemikalien im Rahmen der REACH-Verordnung“ (FKZ 371265416; Kalberlah et al. 2014) erarbeitet.

Literatur

- agw et.al. (2012): Memorandum der agw, des BWK-Landesverbandes NRW, des DWA-Landesverbandes NRW und des Städttetages/Städte und Gemeindebundes NRW für einen Schutz der Gewässer vor Spurenstoffen; Herausgeber: agw Arbeitsgemeinschaft der Wasserwirtschaftsverbände in Nordrhein-Westfalen www.agw-nw.de; Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) – Landesverband Nordrhein-Westfalen e. V. www.bwk-nrw.de; DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. – Landesverband Nordrhein-Westfalen www.dwa-nrw.de; Städttetag/Städte- und Gemeindebund Nordrhein-Westfalen www.staedtetag.de; www.kommunen-in-nrw.de.
- EC (2003a): Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market - Part II; Publication No. 20418/EN/2.
- EC (2003b): The future of risk assessment in the European Union. The second report on the harmonization of risk assessment procedures.
- ECHA (2008a): Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.11: PBT Assessment.

- ECHA (2008b): Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.7b: Endpoint specific guidance. 1–234.
- EG (2006): Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission (ABl. L 396 vom 30.12.2006, zuletzt geändert ABl. L 36 vom 5.2.2009).
- Giger, W., Alder, A.A., Göbel, A., Golet, E., McArdell, C., Molnar, E. & Schaffner, C. (2005): Polar POPS ante portas – Antibiotics and Anticorrosives as Contaminants in Wastewaters, Ambient Water and Drinking Water; Lecture at CEEC Workshop “Classical and Environmental Contaminants: from Lakes to Ocean” Dübendorf, CH.
- HELCOM (1992): Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseogebiets. Helsinki, 1992.
- Henning, P. & Thiemann, K. (2011): Phase-Out- und Cut-Off-Kriterien in den Zulassungsverfahren der REACH-, Biozid- und Pflanzenschutzmittel-Verordnungen. – *StoffR* 8: 142–152.
- Kalberlah, F., Oltmanns, J., Schwarz, M.A., Baumeister, J. & Striffler, A. (2014): Guidance for the Precautionary Protection of Raw Water Destined for Drinking Water Extraction from Contaminants Regulated Under REACH. Environmental Research of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, Project (UFOPLAN) FKZ 371265416; Umweltbundesamt: Dessau, Germany
- MIKROIND (2012): Analyse der Eliminations-/ Vermeidungsmöglichkeiten von Industriechemikalien in Industriebetrieben; MKULNV-Projekt.
- MIKRORUHR (2012): Eintragspotenzial von Industriechemikalien durch Industriebetriebe am Beispiel des Eintragsgebietes der Ruhr; MKULNV-Projekt.
- Neumann, M. (2012): Rohwasserrelevante Chemikalien mit Verwendung im Rahmen der REACH-Verordnung. – In: Vortrag auf der SETAC GLB Konferenz 10.–13.09.2012 in Leipzig, Deutschland.
- Neumann, M. & Dieter, H.H. (2014): Rohwasserrelevante Kontaminanten: Definition und Regulation im Geltungsbereich der REACH-Verordnung. – In: Dieter, H.H., Chorus, I., Krüger, W. & Mendel, B. (Hrsg.), Trinkwasser aktuell, Handbuch. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2014, ISBN 978 3 503 14103 6, ISSN 2199-0131.
- Neumann, M., Schwarz, M.A., Sättler, D., Oltmanns, J., Vierke, L. & Kalberlah, F. (2015): A proposal for a chemical assessment concept for the protection of raw water resources under REACH. Vortrag auf der SETAC Europe 2015 in Barcelona, Spanien (<http://barcelona.setac.eu/>).
- NRC (1983): Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process “Red Book”; National Research Council – Commission on Life Sciences (CLS).
- OSPAR (1992): Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks. Paris, 1992.

- POP-Konvention (2001): Stockholmer Übereinkommen zu persistenten organischen Schadstoffen (POP-Konvention) vom 22. Mai 2001.
- Reemtsma, T., Berger, U., Arp, H.P.H., Gallard, H., Knepper, T.P., Neumann, M., Quintana, J.B. & de Voogt, P. (2016): Mind the Gap: Persistent and Mobile Organic Compounds – Water Contaminants That Slip Through. – Environmental Science & Technology **50**: 10308–10315. DOI: 10.1021/acs.est.6b03338
- Richter, S., Steinhäuser, K.-G. & Fiedler, H. (2011): Globaler Vertrag zur Regelung von POPs: Die Stockholm Konvention Global treaty for the regulation of POPs. – In: Beitragsserie: Persistente Organische Schadstoffe (POPs). Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung **13**: 39–44.
- Risk-Ident (2012): Bewertung bislang nicht identifizierter anthropogener Spurenstoffe sowie Handlungsstrategien zum Risikomanagement im aquatischen System: BMBF-Verbundvorhaben RiSKWa.
- Schulte, C. (2006): Persistente, bioakkumulierende und toxische Stoffe in der EU – Anspruch und Wirklichkeit. – Mitteilungen der Umweltchemie und Ökotoxikologie **12**: 65–68.
- Steinhäuser, K.-G. & Richter, S. (2006): Assessment and Management of Chemicals – How Should Persistent Polar Pollutants be regulated? – In: Reemtsma, T. & Jekel, M. (eds.), Organic Pollutants in the Water Cycle. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, pp. 311–339.
- TrinkwV (2001): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011 (BGBl. I S. 2370), die durch Artikel 2 Absatz 19 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist; Neugefasst durch Bek. v. 28.11.2011 I 2370 Geändert durch Art. 2 Abs. 19 G v. 22.12.2011 I 3044.
- UBA (2012): First UBA Workshop “REACH Chemical Assessment meets Environmental Monitoring: Opportunities and Challenges” 18.–19. April 2012. Umweltbundesamt (UBA) in Dessau-Roßlau.
- US EPA (2004): Risk assessment principles and practices; EPA/100/B-04/001.