

Bisphenol A in Trinkwasserleitungen

BUND fordert Verzicht auf Sanierung von Trinkwasserrohren mit Epoxidharzen

BUND Hintergrundpapier, Stand: 9. Januar 2012

Zusammenfassung

Durch die Sanierung von Wasserleitungen mit dem sogenannten Relining-Verfahren kann Bisphenol A (BPA) ins Trinkwasser gelangen. Relining ist ein Verfahren, bei dem alte Wasserleitungen durch Auskleidung mit Epoxidharz saniert werden. Die Methode ist kostengünstiger als die komplette Leitung zu ersetzen, allerdings enthält Epoxidharz BPA, das aus den beschichteten Trinkwasserleitungen freigesetzt werden kann.

BPA ist eine Chemikalie mit hormonartiger Wirkung, die selbst bei niedriger Dosis mit Gesundheits- und Umweltproblemen in Verbindung gebracht wird. Aus Vorsorgegründen wurde BPA daher kürzlich europaweit für die Verwendung in Babyflaschen verboten. Dennoch wird bisher nicht systematisch erfasst, welche Konzentrationen an BPA durch sanierte Wasserleitungen ins Trinkwasser gelangen und es existiert keine eigene gesetzliche Regulierung für das Relining-Verfahren. Indirekt wird Relining jedoch durch die Trinkwasserverordnung reguliert, die verlangt, dass Trinkwasseranlagen keine höheren Konzentrationen von Fremdstoffen an das Wasser abgeben dürfen, als nach dem aktuellen Stand der Technik möglich wäre. Das Relining-Verfahren gilt aktuell nicht als Stand der Technik. Wasserwerke und Anwälte empfehlen daher auf das Verfahren zu verzichten, dennoch finden weiterhin Sanierungen mit Epoxidharzen statt. Der BUND fordert, aus Vorsorgegründen auf Sanierungen von Trinkwasserleitungen mit BPA-haltigen Materialien zu verzichten.

Was versteht man unter Relining?

Relining ist ein Verfahren, bei dem die Innenseite eines Rohres neu beschichtet wird. Die alte Leitung muss dadurch nicht durch eine neue ersetzt werden. Die Methode wurde in den späten 1980er Jahren entwickelt.¹ Für das Auskleiden der Trinkwasserleitungen wird häufig Bisphenol A-haltiges Epoxidharz verwendet, oder auch Bisphenol A Diglycidylether (BADGE). Aus beide Materialien kann Bisphenol A (BPA) freigesetzt werden.² Es gibt jedoch auch Alternativ-Materialien ohne BPA, die für die Beschichtung verwendet werden können.³

Aus baulicher Sicht ist das Auskleiden kostengünstiger, einfacher und mit weniger Störungen verbunden als der Ersatz alter Rohre. Relining wird häufig bei Abwasserrohren eingesetzt, aber auch das Beschichten von Trinkwasserleitungen ist gebräuchlich.⁴

BPA-haltige Epoxidharze werden zudem auch in anderen Materialien eingesetzt, die mit Lebensmitteln und Trinkwasser in Berührung kommen: zum Beispiel zur Beschichtung von Konservendosen oder zur Oberflächenbeschichtung von Trinkwasserspeichern in Wohnsiedlungen und in anderen Wasserbecken.⁵

Kann BPA aus Wasserleitungen ins Trinkwasser gelangen?

Es gibt nur wenige Studien, in denen das Wasser aus beschichteten Rohren chemisch analysiert wurde. Das Umweltbundesamt (UBA) geht bei sachgerechter Ausführung der Sanierung von einer Freisetzung von maximal 1 Mikrogramm BPA pro Liter ($\mu\text{g/l}$) Trinkwasser aus und sieht hierin keine gesundheitlich relevante Belastungsquelle.⁶ Allerdings findet keine regelmäßige und systematische Überprüfung der Wasserqualität aus sanierten Trinkwassersystemen statt, wie die Bundesregierung in einer Antwort auf eine kleine Anfrage der Fraktion der LINKEN angab.⁷ Es liegen daher nur wenige Daten darüber vor, ob die Belastung im Regelfall tatsächlich so gering ist, wie vom UBA angenommen.

Das Relining-Verfahren ist nicht einfach auszuführen, der Erfolg hängt entscheidend davon ab, ob alle Detailschritte vor Ort ganz korrekt umgesetzt wurden. Besonders die vollständige Entfernung aller Ablagerungen ist für eine dauerhafte Instandsetzung unerlässlich. Alle Verfahrensschritte müssen umfangreich dokumentiert werden, um eine Kontrolle der Ausführung der Arbeiten zu gewährleisten. Eine nachträgliche Prüfung der Rohre ist nicht zerstörungsfrei möglich.⁸

Tatsächlich gibt es Hinweise, dass größere Mengen BPA und BADGE ins Wasser freigesetzt werden können, wenn das Epoxidharz nicht sachgerecht angemischt wurde oder nicht genug Zeit zum Trocknen hatte.^{9 10 11} Je wärmer das Wasser oder das Rohr selber sind, umso mehr BPA kann ins Wasser abgegeben werden.¹² So gibt es Untersuchungen, in denen höhere Konzentrationen BPA im Wasser nachgewiesen wurden, nachdem das Wasser auf bis zu 70 Grad Celsius erhitzt wurde. In einem Fall aus Köln, bei dem das Relining-Verfahren nicht ordnungsgemäß durchgeführt wurde, wurden sogar bis zu 280 ($\mu\text{g/l}$) BPA im Warmwasser-System nachgewiesen.¹³ Im Anschluss an eine misslungene Trinkwasserrohrnetzsanierung mittels Epoxidharzbeschichtung in Frankfurt a.M. wurden die Erneuerung und der Austausch des gesamten Trinkwasserrohrnetzes beschlossen.¹⁴ In einem weiteren Fall entschied ein Kölner Gericht, dass ein Mieter zu Recht eine Mietminderung von 20 % geltend gemacht hatte, nachdem die Trinkwasseranlage in seiner Wohnung im Reling-Verfahren saniert worden war. Das Gericht begründete seine Entscheidung damit, dass BPA aus dem verwendeten Epoxidharz freigesetzt werden könnte und das Wasser somit nicht mehr als Trinkwasser geeignet sei.¹⁵

Studien zeigen außerdem, dass Epoxidharze mit zunehmender Alterung mehr BPA freisetzen.^{16 17} Die bereits verwendeten Epoxy-Beschichtungen können die Wasserqualität somit über Jahrzehnte beeinträchtigen. Laut Forschungsberichten erhöht sich die Konzentration an BADGE auch, wenn das Wasser mehr als 72 Stunden in den Rohren steht (im Vergleich zu Wasser aus durchspülten Rohren).¹⁸

Werden Verunreinigungen im Trinkwasser gefunden ergibt sich ein weiteres Problem: Es ist nicht mehr möglich die Rohre thermisch zu desinfizieren, da die Auswirkungen auf die Innenrohrbeschichtung völlig unklar sind.¹⁹

Warum ist BPA ein Problem?

BPA wirkt im Körper ähnlich wie das weibliche Sexualhormon Östrogen. Dabei stört die Substanz die Hormon-gesteuerte Kommunikation zwischen den Zellen. Hormone spielen eine wichtige Rolle in vielen Abläufen – sie beeinflussen unter anderem die Entwicklung der Organe, die Fortpflanzung und unsere Stimmung. Hormonell wirksame Chemikalien können sich daher tiefgreifend auf unsere Gesundheit auswirken. BPA wird darüber hinaus von der EU als fortpflanzungsschädigend (Kategorie 2) eingestuft.²⁰

Eine ganze Reihe von Krankheiten werden mit BPA in Verbindung gebracht, etwa Adipositas (Fettleibigkeit), Herzkrankheiten, Brust- und Prostatakrebs, Diabetes, Fruchtbarkeitsstörungen, Geburtsfehler und Fehlentwicklung des Gehirns mit der Folge von Verhaltensstörungen.²¹

Bei Föten und Kleinkindern ist der Einfluss von BPA besonders gravierend, da die Substanz die Plazenta durchdringen kann. Der Fötus ist somit in kritischen Entwicklungsphasen ständig diesem Stoff ausgesetzt. BPA ist selbst in niedrigster Dosis wirksam. Auch eine sehr kurze und geringe Belastung kann, wenn sie mit kritischen Entwicklungsphasen zusammenfällt, bereits bleibende Schäden verursachen.²²

BPA wird aus einer ganzen Reihe von Produkten freigesetzt – von Plastikspielzeug, über Konservendosen bis hin zu Kassenbelegen. Wir sind daher ständig BPA aus einer Vielzahl von Quellen ausgesetzt. Tatsächlich lässt sich der Stoff überall auf der Welt im Menschen und in der Natur nachweisen. So wurde BPA in einer Untersuchung des Umweltbundesamtes in 99 Prozent der untersuchten Urinproben von Kindern gefunden. Durchschnittlich am stärksten belastet waren die Proben von 3- bis 5-jährigen Kindern.²³ In unseren Körper gelangt BPA zum Beispiel über belastetes Trinkwasser oder Lebensmittel. Auch über die Haut können wir BPA aufnehmen, wenn wir etwa Zahlungsbelege oder anderes BPA-haltiges Papier in der Hand halten oder in Wasser baden, das mit BPA verunreinigt ist.^{24 25}

Wie ist die europäische Rechtslage?

Derzeit gibt es keine EU-weite Zulassung für Relining-Produkte oder -Verfahren. Da Epoxidharze als Polymere eingesetzt werden, liegen sie nicht im Geltungsbereich der EU-Chemikalienverordnung REACH. Die Verbindungen, aus denen Epoxidharze hergestellt werden, fallen jedoch unter REACH.

Drei Rechtsbereiche könnten die Verwendung von BPA im Relining-Verfahren regeln. In Bezug auf Wasser gelten die Wasser-Rahmenrichtlinie und die Trinkwasser-Richtlinie. In Bezug auf Produkte und Materialien in Rohrleitungen gilt die Bauprodukte-Verordnung. Darüber hinaus gibt es Bestimmungen für Materialien mit Lebensmittelkontakt. Derzeit deckt keine dieser EU-Regelungen das Thema Relining und BPA im Trinkwasser ab.

Laut der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) liegt die zulässige Tagesdosis (TDI)²⁶ für einen Erwachsenen bei 50 Mikrogramm (μg) BPA pro Kilogramm (kg) Körpergewicht.²⁷ Die EFSA begründet den TDI vorwiegend auf Grundlage weniger, industriefinanzierter Studien, während viele unabhängig durchgeführte Studien einen sehr viel niedrigeren TDI nahelegen. So zeigen Untersuchungen an Tieren erhebliche Auswirkungen (wie etwa Fehlentwicklungen des Gehirns und Verhaltensstörungen) bereits ab einer so niedrigen Tagesdosis wie 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht.²⁸ Auch die französische Behörde für Lebensmittel, Umwelt, Arbeitssicherheit und Gesundheit (ANSES) stellte im Herbst 2011 fest, dass viele Studien darauf hindeuteten, dass Gesundheitsrisiken schon bei Belastungen deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten zu befürchten wären. Sie befand daher, dass die Belastung mit BPA insbesondere für sensible Bevölkerungsgruppen minimiert werden sollte.²⁹ In einer Reaktion auf den ANSES Bericht hielt die EFSA kürzlich jedoch weiter an dem umstrittenen TDI fest.³⁰

Wie geht man in Deutschland mit dem Thema um?

Zwar gibt es auch in Deutschland keine eigene Regulierung des Relining-Verfahrens oder entsprechender Produkte, wohl aber eine Reihe von Regelwerken, die zu berücksichtigen sind. Dieses sind die Trinkwasserverordnung, die Abwasserverordnung, die UBA "Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser" (sogenannte „Beschichtungsleitlinie“) und die Richtlinien des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs (DVGW).

Die gerade überarbeitete Trinkwasserverordnung vom November 2011 enthält keinen Grenzwert für BPA im Trinkwasser und reguliert den Stoff somit nicht direkt. Allerdings sollen für „die Neuerrichtung oder die Instandhaltung von Anlagen für die Gewinnung, die Aufbereitung oder die Verteilung von Trinkwasser nur Werkstoffe und Materialien verwendet werden, die in Kontakt mit Wasser Stoffe nicht in solchen Konzentrationen abgeben, die höher als nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik unvermeidbar sind.“³¹ Die Einhaltung der Regeln der Technik kann durch das Zeichnen einer anerkannten Prüfstelle (zum Beispiel DVGW-Zertifizierungszeichen) belegt werden.³²

In der sogenannten Beschichtungsleitlinie empfiehlt das UBA Unternehmen, die Chemikalien und Verfahren zertifizieren zu lassen, die sie für das Relining verwenden. Die verwendeten Materialien dürfen dafür nicht mehr als 30 Mikrogramm (μg) BPA pro Liter (l) ins Trinkwasser abgeben. Die Leitlinie ist jedoch „keine Rechtsnorm und somit unverbindlich“,³³ es besteht also keine Verpflichtung zur Zertifizierung. 2010 wurde das bislang einzige, 2007 gelistete Dichtungsmaterial auf Epoxidharzbasis wieder aus der Listung in Anlage 5 der Beschichtungsleitlinie

gestrichen, da von keinem Hersteller ein erneuter Antrag auf Listung gestellt wurde. Es gibt somit aktuell keine nach der Beschichtungsleitlinie zertifizierten Materialien für das Relining.

Als Voraussetzung für die Zertifizierung nimmt die Leitlinie des UBA Bezug auf Arbeitsblätter des „DVGW-Lenkungsausschusses für Wasserverwendung“. Der DVGW hat jedoch im Mai 2011 alle DVGW-Arbeitsblätter zu Epoxidharzsanierung mit sofortiger Wirkung zurückgezogen, da derzeit aus trinkwasserhygienischer und technischer Sicht relevante Datengrundlagen und Voraussetzungen fehlen.³⁴ „Damit entspricht diese Sanierungsmethode derzeit weder dem Stand von Wissenschaft und Technik noch den allgemein anerkannten Regeln der Technik“, wie die Eigentümerschutz-Gemeinschaft Haus und Grund auf ihrer Internetseite feststellt.³⁵ Da dies jedoch von der Trinkwasserverordnung vorgeschrieben wird, ist somit fraglich, ob die rechtlichen Voraussetzungen für die Anwendung des Reliningverfahrens derzeit gegeben sind.

Betreiber von Trinkwasserinstallationen (dazu gehören Hauseigentümer und Vermieter) sind außerdem durch die Trinkwasserverordnung dazu verpflichtet, das Wasser regelmäßig auf mikrobiologische und chemische Verunreinigungen zu testen. Verstöße können nach § 24 Abs. 1 Trinkwasserverordnung in Verbindung mit § 75 Infektionsschutzgesetz mit einer Geldstrafe oder einer Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren bestraft werden.³⁶ Auch aus diesem Grund raten viele Rechtsanwälte und Wasserversorger Hauseigentümern davon ab, Wasserleitungen im Relining-Verfahren zu sanieren. Sollte es zu Trinkwasserbelastungen durch sanierte Wasserleitungen kommen, seien Haftungsklagen zu befürchten.^{37 38}

Wo wird BPA sonst noch verwendet?

BPA ist eine der weltweit am häufigsten hergestellten Chemikalien. Im Jahr 2006 wurden 3,8 Millionen Tonnen produziert. Auf Deutschland entfielen zu der Zeit rund 70 % der europäischen Produktion, das entsprach 840.000 Tonnen.³⁹ BPA wird in einer Vielzahl von Konsumgütern verwendet. BPA wird vor allem in Polycarbonat-Kunststoffen eingesetzt, gefolgt von der Verwendung in Epoxidharzen.⁴⁰ Es findet sich in zahlreichen Produkten: von Beschichtungen für Konservendosen, über Zahnfüllungen, Plastikspielzeug, Computer, medizinische Geräte, bis hin zu Thermopapier-Belegen und Baumaterialien.⁴¹

In den letzten Jahren haben zahlreiche Länder die Verwendung von BPA in unterschiedlichen Produkten gesetzlich geregelt, vor allem in Kinderartikeln. BPA in Babymilchflaschen ist in der EU, Australien, China und mehreren US-Bundesstaaten verboten. In Dänemark ist BPA darüber hinaus nicht in Materialien erlaubt, die mit Lebensmitteln für Kinder unter drei Jahren in Kontakt kommen. Auch in Belgien gibt es entsprechende Bestrebungen. Und Frankreich ist auf gutem Wege ab 2014 den Einsatz von BPA in allen Materialien mit Lebensmittelkontakt zu verbieten.

Auch das Relining-Verfahren gerät zunehmend unter Druck. So will die schwedische Chemikalienbehörde untersuchen, in welchem Umfang BPA aus renovierten Wasserleitungen freigesetzt wird. Sollten relevante Belastungen gefunden werden, wäre ein nationales Verbot von BPA für das Relining-Verfahren möglich.⁴²

Was muss getan werden?

Nach dem Vorsorgeprinzip sollten Materialien, die BPA freisetzen können, nicht in Trinkwasserleitungen verwendet werden. Alle Beteiligten müssen jetzt handeln, damit unser Wasser nicht weiter durch BPA-beschichtete Trinkwasserleitungen belastet wird.

- Gesetzgeber: in der Trinkwasserverordnung muss ein Grenzwert für BPA festgelegt werden. Dieser sollte sich vorsorgeorientiert an den strengen Grenzwerten für Pestizide und Biozide orientieren (0,1 Mikrogramm pro Liter (ug/l) pro Einzelstoff bzw. max. 0,5 ug/l in Summe der Einzelstoffe).
- Behörden: sollten prüfen und systematisch erfassen, welche Konzentrationen gefährlicher Chemikalien durch beschichtete Trinkwasserrohre ans Wasser abgegeben werden. Das gilt ebenso für andere Wasserrohre, die BPA freisetzen können. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und das Umweltbundesamt (UBA) sollten außerdem darauf hinweisen, dass das Relining-Verfahren derzeit nicht

dem Stand von Wissenschaft und Technik gemäß der Trinkwasser-Verordnung entspricht.

- Hausbesitzer und Wohnungsbaugesellschaften: müssen auf das Relining mit Epoxidharzen bei Neu-Sanierungen verzichten. Dort wo bereits Sanierungen im Relining-Verfahren durchgeführt wurden, muss das Wasser gemäß Trinkwasserordnung regelmäßig auf Belastungen mit BPA und anderen Schadstoffen überprüft werden. Bei Belastung mit BPA kann ein Austausch der Rohrleitungen notwendig sein.
- Mieter: können sich bei den Hauseigentümern erkundigen, ob vorhandene Leitungen im Relining-Verfahren saniert wurden. Falls ja, sollten sie eine regelmäßige Überprüfung der Wasserqualität verlangen, wie es die Trinkwasserordnung vorschreibt.

Kontakt:

Jurek Vengels

Chemikalienpolitik und Nanotechnologie
Chemicals Policy and Nanotechnology

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)
Friends of the Earth Germany
Am Köllnischen Park 1
10179 Berlin
Fon +49/30/27586-422
Fax +49/30/27586-440

www.facebook.com/BUND.Bundesverband
http://twitter.com/BUND_net

Dieses Briefing entstand in Zusammenarbeit mit der schwedischen Umweltorganisation ChemSec. Weitere Informationen zu der Arbeit von ChemSec unter <http://www.chemsec.org/>

Quellen:

¹ Justia Patents. Method for the cleaning of the interior of installed conduits. April 16, 1991

<http://patents.justia.com/1991/05007461.html>

² Beronius, A. (Karolinska Institute. IMM Rapport nr 2/2011). Sources of Exposure to Bisphenol A.

<http://ki.se/content/1/c4/91/50/IMMrapport2-2011.pdf>

³ Alternative Methoden des Reling wurden bisher nicht vom BUND oder ChemSec auf ihre Sicherheit hin betrachtet

⁴ The Swedish Construction Federation (2011) Yttrande över Kemikalieinspektionens redovisning av

regeringsuppdrag om bisphenol A. <http://www.bygg.org/UserFiles/Files/Marknad/>

⁵ EFSA Journal (2006). Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the Commission related to 2,2-BIS(4-Hydroxyphenyl)Propane (Bisphenol A), Question number EFSA-Q-2005-100. Adopted on 29 November 2006. 428, 1 of 75. <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/428.pdf>

⁶ Umweltbundesamt (2010) Bisphenol A. Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3782.pdf>

⁷ Deutscher Bundestag, Drucksache 16/14082: Kleine Anfrage der Abgeordneten Eva Bulling-Schröter, Karin Binder, Lutz Heilmann, Hans-Kurt Hill und der Fraktion DIE LINKE zu Bisphenol A im Trinkwasser,

<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/16/140/1614082.pdf>

⁸ DVGW Regelwerk zur Epoxidharzinnensanierung wird zurückgezogen.

<http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/installation/epoxidharzinnensanierung.pdf>

-
- ⁹ Beronius, A. (Karolinska Institute. IMM Rapport nr 2/2011). Sources of Exposure to Bisphenol A. <http://ki.se/content/1/c4/91/50/IMMrapport2-2011.pdf>
- ¹⁰ The Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center. (PPRC) (Dec 2008) EPP Rapid Research Rehabilitating Home Water Pipes with Epoxy Coatings Homeowner's Association (Anonymous Request). www.pprc.org/research/epp/Epoxy-Lined_Pipes.pdf
- ¹¹ Fielding, M. (1999) Exposure to Endocrine Disruptors via Materials in Contact with Drinking Water. Final Report to the Department of the Environment, Transport and the Region. Report No: DETR/DWI 4746. dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/dwi0809.pdf
- ¹² Bae, B. et al. (2002) The quantification and characterization of endocrine disruptor bisphenol-A leaching from epoxy resin. *Water Sci. Technol.* 46(11-12):381-7. http://www.library.nhs.uk/booksandjournals/details.aspx?t=*epoxy+resin&stfo=True&sc=bnj.ovi.amed,bnj.ovi.bnja,bnj.ebs.cinah1,bnj.ovi.emez,bnj.ebs.heh,bnj.ovi.hmic,bnj.pub.MED,bnj.ovi.psych&tp=12&sf=srt.publicationdate&stfld=fld.title&str=bnj.pub&tid=12523782&tpc=44&tid=145
- ¹³ Umweltbundesamt (2010) Bisphenol A. Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3782.pdf>
- ¹⁴ Erneuerung Trinkwassernetz durch Industria Bau- und Vermietungsgesellschaft mbH in Frankfurt a. Main. http://www.planungsgemeinschaft-duo.de/MAIN/PROJ/projWoAn_10.htm
- ¹⁵ AG Köln, Urteil vom 20. April 2011, 201 C 546/1, <http://openjur.de/u/165932.html>
- ¹⁶ Drinking Water Inspectorate. The Long Term Migration of Substances from In-situ Applied Epoxy Resin Coatings. (2007) DWI 7369/1.
- ¹⁷ Larroque, M., Brun, S., and Blaise, A. (1989). Migration of constitutive monomers from epoxy resins used as coating material for wine vats. *Sciences des Aliments* 9, 517-531
- ¹⁸ Stockholm Water (2003) Inverkan på dricksvatten- kvaliteten från strumpinfodring av Pålundsledningen, http://www.stockholmvatten.se/commdata/rapporter/dricksvatten/Dricksvattenkvalitet/Inverkan_dricksv_strumpinf_Palsundsl.pdf
- ¹⁹ Mündliche Mitteilung des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs (DVGW) am 9.1.2012
- ²⁰ Anhang VI der Verordnung (EG) 1272/2008
- ²¹ Vom Saal, FS et al. Chapel Hill Bisphenol A expert panel consensus statement: integration of mechanisms, effects in animals and potential to impact human health at current levels of exposure. *Reprod Toxicol.* 2007 Aug-Sep;24(2):131-8. Epub 2007 Jul 27. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17768031>
- ²² Vandenberg LN, et al. (Aug-Sep 2007) Human Exposure to Bisphenol A (BPA). *Reprod Toxicol.* 24(2):139-77. <http://www.loe.org/images/content/070803/Vandenberg%20Exposure%20Rep%20Tox%20resubmission.pdf>
- ²³ Becker K. et al: Kinder-Umwelt-Survey 2003/06, Stoffgehalte in Blut und Urin der Kinder in Deutschland, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3257.pdf>
- ²⁴ Vandenberg LN, et al. (Aug-Sep 2007) Human Exposure to Bisphenol A (BPA). *Reprod Toxicol.* 24(2):139-77. <http://www.loe.org/images/content/070803/Vandenberg%20Exposure%20Rep%20Tox%20resubmission.pdf>
- ²⁵ Liao, C. (Jul. 2011) High levels of bisphenol a in paper currencies from several countries, and implications for dermal exposure. *Environ Sci Technol.* 2011 Aug 15;45(16):6761-8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21744851>
- ²⁶ der "Tolerable Daily Intake" (TDI) ist die abgeschätzte Aufnahmemenge eines Stoffes, die wir theoretisch ein Leben lang über Nahrung und Wasser aufnehmen können, ohne dass schwerwiegende Gesundheitsrisiken zu erwarten sind.
- ²⁷ Scientific Opinion on Bisphenol A: evaluation of a study investigating its neurodevelopmental toxicity, review of recent scientific literature on its toxicity and advice on the Danish risk assessment of Bisphenol A. *EFSA Journal* 2010; 8(9):1829 [116 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1829.
- ²⁸ Muñoz-de-Toro M, et.al. (2005) Endocrinology, Perinatal Exposure to Bisphenol-A Alters Peripubertal Mammary Gland Development in Mice, <http://endo.endojournals.org/content/146/9/4138.full>
- ²⁹ ANSES: Press Kit, Presentation of reports on the health effects and uses of bisphenol A, <http://www.anses.fr/Documents/PRES2011CPA25EN.pdf>
- ³⁰ EFSA: News Story: EFSA advises on safety of bisphenol A and confirms review of opinion in 2012, <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/11201.htm>

³¹ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001), http://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html

³² <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/trinkwasser/beschichtungsleitlinie.htm>

³³ Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser (Beschichtungsleitlinie), <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/trinkwasser/orgbesch-leitlinie.pdf>

³⁴ DVGW Regelwerk zur Epoxidharzinnensanierung wird zurückgezogen.

<http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/installation/epoxidharzinnensanierung.pdf>

³⁵ <http://www.haus-und-grund-sachsen.de/aktuell.html?newsid=232&title=Warnung+vor+Rohrinnensanierung+mittels+Epoxidharzbeschichtung>

³⁶ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001), http://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html

³⁷ Anwalt-Suchservice Rechtstipp: Innenrohrsanieung: Drohen jetzt Freiheitsstrafen für Vermieter?.

[http://www.anwalt-](http://www.anwalt-suchservice.de/anwaltsuche/rechtstipps/freiheitsstrafen_fuer_betreiber_von_trinkwasserinstallationen-2698520.htm)

[suchservice.de/anwaltsuche/rechtstipps/freiheitsstrafen_fuer_betreiber_von_trinkwasserinstallationen-2698520.htm](http://www.anwalt-suchservice.de/anwaltsuche/rechtstipps/freiheitsstrafen_fuer_betreiber_von_trinkwasserinstallationen-2698520.htm)

³⁸ NZM 2011 Jürgen Herrlein: „Aus“ für Rohrinnensanierung mittels Epoxidharzbeschichtung? Seite 741- Hrsg. C.H.Beck <http://beck-online.beck.de/default.aspx?docid=91177448> (Login erforderlich)

³⁹ Umweltbundesamt (2010) Bisphenol A. Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3782.pdf>

⁴⁰ Centers for Disease Control and Prevention. (CDC). (2009) Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. <http://www.cdc.gov/exposurereport/>

⁴¹ BPA uses and Market data. ICIS.Com <http://www.icis.com/v2/chemicals/9075165/bisphenol-a/uses.html>

⁴² Swedish Government. The Swedish Environmental Code DS 2000:61

<http://www.sweden.gov.se/sb/d/2023/a/22847>