



Institut für Ganzheitliche Labordiagnostik

PHTHALATE – WEICHMACHER

1. Di-„isodecyl“-phthalat (DIDP), Diisodecylphthalat

Synonym: Bis(2-propylheptyl)phthalat

Diisodecylphthalat ist ein Gemisch^[3] aus mehreren organischen, chemischen Verbindungen (Isomeren) aus der Gruppe der Phthalate (Ester der Phthalsäure), das als Weichmacher für PVC verwendet wird.

Verwendung:

PVC, Kabel in Fahrzeugen, Zügen, Flugzeugen, Epoxidhazklebstoffe, Duroplastkunststoffe, Reaktionsharze

2. Di-„isononyl“-phthalat (DINP)

Synonym: Diisononylphthalat

Verwendung:

PVC, Gummi-Produkte, Gummi-Strümpfe, Farben, Klebstoffen, Lacke, Dichtmitteln, Lösungsmitteln

Darf nicht in Kinderspielzeugen eingesetzt werden! Verwendung toxisch, jedoch offenbar nicht Reproduktionstoxisch.

3. Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

Synonym: Bis(2-ethylhexyl)phthalat

Es ist einer der wichtigsten Weichmacher auf Phthalatbasis, genauer der Diester aus Phthalsäure und racemischem 2-Ethylhexanol. Im Jahr 2010 lag der Marktanteil am globalen Weichmacherverbrauch bei knapp 54 %



Institut für Ganzheitliche Labordiagnostik

Verwendung:

PVC-Kunststoffe, Farben, Kosmetische Produkte, Schädlingsbekämpfungsmittel

DEHP besitzt oftmals mehrere Stereoisomere und hat dadurch eine außerordentlich hohe Toxizität! Es wurde in Pappbüchern („Coffee-to-go“) und in Haarproben gefunden. Dieser Weichmacher kommt in fast allen sehr stark aufgeweichten Folien, die nicht knistern, vor. Es macht Kunststoffe elastisch und geschmeidig. Es geht zwar keine chemischen Verbindungen ein, verdampft aber sehr schnell. So zeigte auch Grundwasser eine gewisse Menge breits an DEHP auf. Es gilt vor allem als Hormonverändernd, zeigt experimentell Veränderungen der Hodenzellen, Spermien bei Mäusen und Menschen. Zudem ist DEHP vermutlich sogar krebserregend und steht lt. EU-Verordnung auf der „Kandidaten-Beobachtungs-Liste“. Es darf in Kinderspielzeug nicht mehr verwendet werden. Durch die außerordentliche Löslichkeit des Stoffes, konnte es im Urin von Delphinen nachgewiesen werden.

4. Dibutylphthalat (DBP)

Es ist ein Ester aus 1-Butanol und Phthalsäure und gehört damit neben Diethylhexylphthalat, Di-*iso*-nonylphthalat, Dimethylphthalat und Diethylphthalat zur Gruppe der Phthalate. Industriell wird es als Weichmacher verwendet. Dibutylphthalat bildet erst bei höheren Temperaturen entzündliche Dampf-Luft-Gemische.

Verwendung:

PVC, Absorbens (Waschflüssigkeit), Medikamentenhüllen (Weich- und Hartkapseln)

Ein Einatmen oder Verschlucken kann zu Gesundheitsschäden führen und es treten vorübergehende Beschwerden wie Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen etc. auf. Eine Einnahme kann die Atemwege, Verdauungswege und Augen reizen: z. B. Brennen, Kratzen. Dibutylphthalat wirkt im Tierversuch entwicklungs-, reproduktions- und embryotoxisch. Die Europäische Union stuft Dibutylphthalat als „fortpflanzungsgefährdend“ ein und hat für die tägliche Aufnahme einen TDI-Wert („tolerable daily intake“) von 10 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht festgesetzt (seit Juli 2005, vorher 100 Mikrogramm). Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) stuft DBP als „frucht- und entwicklungsschädigend“ ein. Es ist sehr giftig für Wasserorganismen und kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben – es ist wassergefährdend (WGK 2) und ein Meeresschadstoff.

In einer dänischen Kohortenstudie^[16] wurde 2019 eine Erhöhung des Risikos für östrogenrezeptorpositiven (ER+) Brustkrebs beobachtet, das bei höchster Exposition verdoppelt war. Es wurde eine direkte Korrelation zwischen Höhe der Exposition und der Risikoerhöhung beobachtet. Die Exposition erfolgte über die Einnahme von phthalathaltigen Medikamenten (Mesalazin, Budesonid, Lithium und Bisacodyl, Phthalate: Dibutylphthalat, Celluloseacetatphthalat, Hypromellosephthalat und Polyvinylacetatphthalat). Die Expositionsdaten stammten aus dem dänischen Arzneimittelregister, die Erkrankungsdaten aus dem dänischen Krebsregister. Beobachtungszeit war von 2005 bis 2018. Es wurden 1,12 Mio Frauen beobachtet, 14 % der Frauen waren über die Pharmazeutika exponiert, 27.111 Fälle von Brustkrebs traten in der Beobachtungszeit auf.

In Babyartikeln, Kosmetika und Spielzeug ist DBP gemäß deutscher Kosmetik-Verordnung und Bedarfsgegenständeverordnung verboten.

Am 31. März 2015 wurden mit der Richtlinie (EU) 2015/863 Dibutylphthalat in die RoHS-Stoffliste aufgenommen. Damit dürfen in der EU ab dem 22. Juli 2019 keine Elektro- und Elektronikgeräte mehr verkauft werden, die Teile mit mehr als 0,1 Gewichts-% DBP im homogenen Werkstoff enthalten.

5. Benzylbutylphthalat (BBP)

Synonym: Benzylbutylphthalat

Benzylbutylphthalat wird als *äußerer* Weichmacher für Polyvinyl- und Cellulose-Thermoplaste, Polysulfid, Polyurethan, Ethylcellulose und Polyvinylacetatemulsionskl ebstoffe verwendet. Endprodukte sind z. B. Bodenbeläge auf PVC-Basis, Oberflächenüberzüge (u. a. bei Automobilen), Verpackungsmaterialien, Klebstoffe und Elektroinstallationsmaterialien.

BBP kann im Tierversuch bei hohen Dosierungen die Fruchtbarkeit und die Entwicklung der Nachkommen im Mutterleib beeinträchtigen^[8] und wurde deshalb 2005 von der EU in die Gruppe der fortpflanzungsgefährdenden Stoffe eingestuft.^[9] Es ist bereits jetzt verboten, BBP in Spielzeug und Babyartikel zu verwenden, da die Substanz in der Anlage 1 der Bedarfsgegenständeverordnung gelistet ist.

6. Bisphenol A (BPA)

Synonym: 4-[2-(4-Hydroxyphenyl)propan-2-yl]phenol

Verwendung:



Institut für Ganzheitliche Labordiagnostik

Thermopapiere, Epoxidharze, Konservendosen (Auskleidung), Plastikspielzeug, Plastikflaschen, Synthese verschiedener Kunststoffe, PVC, Antioxidans in Weichmachern, Polyester, Polycarbonate

Endokrinologische Fachgesellschaften und die WHO kategorisieren BPA als endokrinen Disruptor, also einen Stoff mit hormonähnlicher Wirkung, und sehen es als erwiesen an, dass BPA beim Menschen bereits in kleinsten Mengen zur Entstehung von Krankheiten wie Diabetes mellitus, Fettleibigkeit, Störungen der Schilddrüsenfunktion, Entwicklungsstörungen (insbesondere bei Kindern) und Unfruchtbarkeit beiträgt

BPA dient vor allem als Ausgangsstoff zur Synthese polymerer Kunststoffe auf der Basis

von Polyestern, Polysulfonen, Polyetherketonen, Polycarbonaten und Epoxidharzen. BPA hat daher eine sehr große wirtschaftliche und technische Bedeutung. Ferner wird BPA als Antioxidans in Weichmachern und zum Verhindern der Polymerisation in Polyvinylchlorid (PVC) verwendet.

Thermopapiere wie Kassenbon-Rollen usw. sind mit BPA beschichtet, um sich bei Wärmeeinfluss dunkel zu verfärben. Darüber hinaus ist BPA z. B. im Kunststoff von Trinkflaschen oder Lebensmittelboxen sowie in der Innenbeschichtung von Konservendosen oder den Dichtungsflächen von „Twist-Off“-Deckeln enthalten. Laut „Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland“ (BUND) werden weltweit pro Jahr sechs Millionen Tonnen BPA hergestellt, davon knapp eine halbe Million in Deutschland

Aufgrund der gesundheitlichen Gefahren werden in der wissenschaftlichen Literatur verschiedene Varianten zum Ersatz von Bisphenol A in Polymeren (Polycarbonaten, Polyestern, Epoxiden und Polyimiden) diskutiert, darunter 2,2,4,4-Tetramethyl-1,3-cyclobutandiol und Isosorbid. Anfang 2018 haben einige Anbieter bei Kassenbons auf Bisphenol-A-freie Alternativen umgestellt, darunter Aldi, Edeka, die dm-Drogeriemärkte sowie alle Unternehmen der Rewe Group.

Wärme oder Aufheizen, Säuren und Laugen begünstigen das Freisetzen von Bisphenol A aus dem Polymer. Kochendes Wasser beschleunigt die Rate auf das 55-fache. Die Freisetzung kann auch bei zu warmer Lagerung von in Polycarbonat-Flaschen abgefülltem Trinkwasser in heißen Gegenden, bei der Speisenzubereitung in Behältern aus Polycarbonat und nachfolgendem heißem Abwaschen erfolgen. Trübwerden des ansonsten klaren Materials (ohne Kratzer) ist ein Indiz der Extraktion von Inhaltsstoffen. Geschirr aus Polycarbonat, auch Mixbecher von Standmixern sollen deshalb nicht in Geschirrspülmaschinen gewaschen werden, da bei Herauslösen von Bisphenolen das gesamte Spülwasser und damit verbunden das gesamte sonstige zu reinigende Geschirr (nach Benetzung und nachfolgendem Auftrocknen) damit verunreinigt wird. Behälter aus Polycarbonat sollen, um die Bisphenol-A-Belastung der Speisen zu

verringern, kurz vor der Verwendung extra noch einmal kalt gespült werden. Auch die Trinkwasser-Entkeimung durch Sonnenlicht in recycelten Polycarbonat-Trinkwasser-Verkaufsflaschen und auch die Verwendung von Polycarbonat als Sichtfenster zur Füllstandsanzeige in Wasserkochern oder Kaffeemaschinen oder für Standmixerbehälter und das Erhitzen von Gefrierbehältern aus PC im Mikrowellenherd sind daher nicht unproblematisch.

Bestimmte im zahnmedizinischen Bereich eingesetzte Füll- und Versiegelungsmassen (*zahntechnische Komposite*) können während oder in der Folge von zahnärztlicher Behandlung BPA freisetzen.

Auch einige Arten von Thermopapier enthalten BPA in der Beschichtung, wodurch es in den Papierkreislauf gelangt. Über dieses Thermopapier gelangt der Stoff auch direkt über die Haut ins Blut. Eine deutlich erhöhte Belastung von Kassiererinnen in Supermärkten wurde nachgewiesen. Von 124 zwischen September 2013 und Januar 2014 in der Schweiz untersuchten Thermopapieren wurde BPA in 100, Bisphenol S in 4 Proben nachgewiesen. 2014 publizierte die US Environmental Protection Agency einen Bericht mit Bewertungen zu 19 verschiedenen Alternativsubstanzen für die Thermopapierherstellung. Hierbei konnte keine Substanz als eindeutig sicherer identifiziert werden, vor allem, weil meist keine ausreichenden toxikologischen Daten verfügbar sind und aufgrund struktureller Ähnlichkeiten zumindest Zweifel an der Unbedenklichkeit bestehen. Inzwischen sind auch gänzlich Bisphenol-freie Thermopapiere verfügbar.

Polyolefine wie z. B. Polypropylen und Polyethylen, die zu den am häufigsten verwendeten Kunststoffen für Lebensmittelverpackungen und Einkaufstüten zählen, enthalten kein Bisphenol A.

Fruchtbarkeitsprobleme

Frauen

Eine kanadische Studie, veröffentlicht im April 2015, berichtet über keinen Zusammenhang zwischen verminderter Fruchtbarkeit (längere Zeit bis zur Schwangerschaft) und dem Bisphenol-A-Gehalt im Urin von Frauen.

Männer

Eine Studie der University of Michigan (veröffentlicht 2010) an 190 Männern mit Fruchtbarkeitsproblemen ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang, eine statistische Modellierung deutet auf einen möglichen Zusammenhang hin, der weitere Studien zur Bestätigung erfordert:



Institut für Ganzheitliche Labordiagnostik

- In 89 Prozent der Urinproben wurde BPA gefunden.
- Bei Männern, die über hohe BPA-Konzentrationen verfügten, konnte man unter anderem eine 23 Prozent geringere Samenkonzentration sowie rund 10 Prozent mehr DNA-Schäden feststellen. Die Werte der Probanden, bei denen nur geringe oder keine BPA-Spuren vorhanden waren, waren deutlich besser.

Nach Auswertungen des Umweltbundesamtes sowie der NGO CHEM Trust deuten neue Studien auf einen Zusammenhang zwischen Diabetes, Herz-Kreislaufproblemen, fehlender Libido oder auch Fettleibigkeit und einem erhöhten BPA-Spiegel im Blut hin.

US-Forscher ermittelten eine Steigerung der BPA-Konzentration auf 20,8 Mikrogramm pro Liter im Urin von Testpersonen durch den Konsum von Konservendosen-Suppen, gegenüber der Vergleichsgruppe mit 1,1 Mikrogramm pro Liter. Demnach diffundiert BPA aus der Innenbeschichtung der Dosen in die Nahrung, wird von den Konsumenten verzehrt und aufgenommen und dann über den Urin ausgeschieden.

Bisphenol A ist im Experiment und unter ungünstigen Umweltbedingungen bei Tieren einschließlich Säugetieren ein Xenoestrogen mit estrogenartiger Wirkung (siehe Endokrine Disruptoren). So stört es nicht nur die Sexualentwicklung, sondern auch die Gehirnentwicklung bei Mäusen und Vögeln. Männliche Hirschmäuse zeigen nach Behandlung mit Bisphenol A weibliche Verhaltensweisen und werden von weiblichen Artgenossen gemieden

Eine Studie an Fabrikarbeitern, die Bisphenol A regelmäßig ausgesetzt sind, verknüpft die Substanz mit Störungen der männlichen Sexualfunktion.

Ein von der WHO einberufenes Expertengremium kam im November 2010 zu dem Schluss, dass in Studien zur Reproduktionstoxizität ein Effekt durch Bisphenol A erst ab einer hohen Dosis auftritt. Unter anderem gemäß Studien zur Neuroentwicklung treten Gefährdungen hingegen bereits ab der von Menschen konsumierten Menge auf. Aufgrund der Unsicherheit bei den Forschungsergebnissen empfahl das Gremium weitere Forschungen zur Gesundheitsgefährdung.

Andere Effekte auf die Gesundheit

Eine wissenschaftliche Auswertung von 2010 stellte fest, dass BPA nicht erbgutschädigend ist.

Einer Studie der Universitätsklinik Bonn vom Dezember 2012 folgend kann BPA den Hormonhaushalt beeinflussen sowie Enzyme und Transportproteine in ihrer Funktion beeinträchtigen. Experimente an Gewebeproben von Mäusen und Menschen ergaben, dass BPA für die Zellfunktion wichtige Calcium-Kanäle in der Zellmembran reversibel blockiert.

Bisphenol A stört die Funktion von Proteinen, die entscheidend für Wachstumsprozesse in Zellen sind, und fördert so GTPase-vermittelte Tumoren. Kleine GTPasen sind Enzyme, die in zwei Zuständen in Zellen vorliegen. In aktiver Form ist das Molekül GTP gebunden, in der inaktiven Form die energieärmere GTP-Form GDP. Diese Schalterproteine dienen der Signalfortleitung in Zellen. Bisphenol A bindet an die GTPasen K-Ras und H-Ras und stört den Austausch von GDP gegen GTP.

Bisphenol A steht auch im Verdacht, die Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation zu verursachen.

7. Bisphenol S (BPS) ist eine chemische Verbindung aus der Gruppe der Bisphenole, bei der die zentrale Methylengruppe durch eine Sulfonylgruppe ersetzt wird.

Bisphenol S wird bei Polymerreaktionen (zum Beispiel bei der Herstellung von Polycarbonaten) eingesetzt. Es wird auch als Bestandteil von Epoxidharzen und als Antikorrosionsmittel und galvanotechnischer Hilfsstoff sowie als Zwischenprodukt zur Herstellung von Flammschutzmitteln, Thermodruckpapier und weiterem verwendet.^[6] Eine aktuelle Studie zeigte, dass Bisphenol S in 3 % der untersuchten Thermopapiere nachgewiesen werden konnte. Der Mittelwert des Bisphenol-S-Gehalts lag bei 10 mg/g Thermopapier (Bereich = 8,3–12,6 mg/g).

Endokrine Wirkung

In einem In-vitro-Test an einer menschlichen Zelllinie wird die Produktion von 17 β -Estradiol durch Bisphenol A und [Bisphenol F](#), aber nicht durch Bisphenol S induziert. In demselben In-vitro-Testsystem wird die Testosteronfreisetzung sowohl für Bisphenol A als auch Bisphenol S gemessen: 100 μ M Bisphenol S führen zu 67 % Reduktion der Testosteronfreisetzung in der Zelllinie. Bei Zebrafischen wurde eine Verminderung der Reproduktion gefunden. Bisphenol S wurde von der Nichtregierungsorganisation ChemSec aufgrund seiner endokrinen Eigenschaften in die [SIN List](#) („Substitute It Now!“, etwa: „Jetzt ersetzen!“) aufgenommen.

Gesundheitliche Gefahren

Bisphenol S wurde 2012 von der EU gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) im Rahmen der Stoffbewertung in den fortlaufenden Aktionsplan der Gemeinschaft (CoRAP) aufgenommen. Hierbei werden die Auswirkungen des Stoffs auf die menschliche Gesundheit bzw. die Umwelt neu bewertet und ggf. Folgemaßnahmen eingeleitet. Ursächlich für die Aufnahme von Bisphenol S waren die Besorgnisse bezüglich hoher (aggregierter) Tonnage sowie der Gefahren ausgehend



Institut für Ganzheitliche Labordiagnostik

von einer möglichen Zuordnung zur Gruppe der CMR-Substanzen und als potentieller endokriner Disruptor. Die Neubewertung läuft seit 2014.