

## Weichmacher und Gesundheit – eine Übersicht

Prof. Dr. Klaus Fiedler

### 1. Weichmacher auf Phthalat-Basis

#### 1.1. Allgemeines

Weichmacher werden spröden Materialien zugesetzt, um sie weich, biegsam oder dehnbar zu machen und somit gewünschte Gebrauchseigenschaften zu erreichen. Sie befinden sich in größeren Mengen in Kunststoffen, Lacken, Anstrich- und Beschichtungsmitteln sowie Dichtungsmassen, Kautschuk- und Gummi-Artikeln sowie auch in Klebstoffen. Weiter erfolgt ihr Einsatz in der Textilveredelung, um die Geschmeidigkeit zu verbessern. Von den unterschiedlichen Stoffen, welche die Industrie als Weichmacher einsetzt, überwiegen mengenmäßig gegenwärtig noch die schwerflüchtigen Phthalsäureester.

In Westeuropa werden jährlich rund 1 Million t Phthalate produziert, wovon mehr als 90 % für Weich-Polyvinylchlorid (PVC) verwendet werden. Weich-PVC-Produkte sind u.a. PVC-Bodenbeläge, Wandbeläge (Vliestapeten, Vinyltapeten), Kunstledermöbel, Spielzeug (hierbei besonders aufblasbare Spielzeuge) Turnmatten, Tischdecken aus Plastik sowie andere Weichplastikartikel und Kabelisolierung.

#### 1.2. Eintrag in die Umwelt und den menschlichen Organismus

Weichmacher können aus dem Material austreten, gelangen in die Umwelt und erreichen, wenn sie nur langsam abgebaut werden, die Nahrungskette und werden mit der Nahrung aufgenommen. Besonders ist hier DEHP (Bis(2-ethylhexyl)phthalat auch Diethylhexylphthalat), einer der wichtigsten Weichmacher auf Phthalatbasis zu nennen, welcher als Weichmacher für PVC noch in großen Mengen und vielen Produkten des Alltags im Einsatz ist. Wenn DEHP in polymere Stoffe eingearbeitet wird, geht es in keine chemische Verbindung mit ihnen ein und kann daher zum Beispiel aus Kunststoffen mit der Zeit wieder entweichen. Eine Aufnahme über die Haut erfolgt im Wesentlichen nur bei den kurzkettigen Phthalatestern. Bei den übrigen Phthalatestern ist eine Aufnahme über die Haut von untergeordneter Bedeutung. Es wird für DEHP festgestellt, dass 95 % der Freisetzung durch die Produktnutzung geschieht (Umweltbundesamt, 2007).

Einträge von Weichmachern in die Innenraumluft und im Hausstaub erfolgen insbesondere durch Bauprodukte wie Fußbodenbeläge und Handläufe, Tür- und Fensterdichtungen, sofern sie Hart- oder Weich-PVC enthalten. Weitere Quellen sind Elektrokabel sowie manche Möbel, die unter Verwendung phthalathaltiger Kleber oder Farben hergestellt worden sind sowie Einrichtungsgegenstände, Badewannen- und Duscheinlagen und Duschvorhänge. Manche Produkte mit Phthalaten zeichnen sich durch einen unangenehmen zum Teil stechenden Geruch aus. Der Geruch ist jedoch kein sicherer Indikator für das Vorkommen von Phthalaten. Es gilt die grundsätzliche Empfehlung, dass die Verbraucher versuchen sollten, weitgehend auf mit Weichmacher versetzte Kunststoffe, vor allem auf Weich-PVC zu verzichten und auf andere Produkte auszuweichen, z.B. aus Polyethylen (PE). Auch Schwimmspielzeuge sind häufig stark mit Phthalaten belastet wie z.B. Reifen, aufblasbare Tiere, Schwimmbretter oder Poolnudeln.

Es wird vermutet, dass der Hauptaufnahmeweg dieser Stoffe vor allem über die Nahrung erfolgt. Hier sind insbesondere fetthaltige Nahrungsmittel wie z.B. Butter, Weichkäse, Erdnüsse aber auch Kekse zu nennen, in denen sich die Phthalate anreichern. Zusätzliche Aufnahmepfade führen über das Trinkwasser,

die Luft oder über die Haut (z.B. aus Kosmetika und Kleidung). Im Körper von Erwachsenen und Kindern lassen sich stets mehrere dieser Stoffe nachweisen, wobei teilweise Konzentrationen auftreten, die nicht mehr als gesundheitlich unbedenklich eingestuft werden können (Umweltbundesamt, 2009). Kinder sind im Allgemeinen weitaus höher als Erwachsene durch Weichmacher belastet, weil sie in Bezug zu ihrem Körpergewicht mehr Nahrung zu sich nehmen, eine relativ größerer Hautoberfläche und auch eine intensivere Atmung haben. Außerdem sind Kinder durch einen intensiveren Umgang mit den Produkten stärker gegenüber Weichmachern exponiert.

Bis Anfang März 2011 hat der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. 60 Kitas im Rahmen der Aktion „Kitas unter der Lupe – Zukunft ohne Gift“ auf Weichmacher untersucht. Nach Verwendung eines frischen Staubsaugerbeutels in einem handelsüblichen Staubsauger wurde der Staubsaugerbeutel in eine Alufolie eingewickelt und an die BUND-Bundesgeschäftsstelle geschickt. Danach erfolgte die Untersuchung auf Vorhandensein von sieben Phthalat-Weichmachern.

Es wurde auf folgende Stoffe getestet: Diethylhexylphthalat (DEHP), Dibutylphthalat (DBP), Benzylbutylphthalat (BBP), Diisononylphthalat (DINP), Diisodecylphthalat (DIDP), Di-n-octylphthalat DNOP1 und Diisobutylphthalat (DIBP). DEHP, DINP, DIDP, DBP sowie BBP gehören zu den am häufigsten verwendeten Phthalaten. Phthalate gasen langsam aus den Einrichtungsgegenständen aus, können sich so im Staub anreichern und somit ist eine Staubprobe ein Indikator für die Innenraumbelastung. Vor allem Kleinkinder können durch Staubinhaltsstoffe belastet werden, da sie Gegenstände sowie die eigenen Hände häufig in den Mund stecken und somit auch Phthalate und andere Kontaminanten verschlucken. Als Ergebnis der Untersuchung der Kindereinrichtungen zeigte sich, dass in allen untersuchten Proben Weichmacher nachweisbar waren und zwar durchschnittlich mit 3368 mg/kg mehr als dreimal so stark als der durchschnittliche deutsche Haushalt in einer Untersuchung des Umweltbundesamtes (1023 mg/kg, Nagorka et. al., 2010). Auch die Kita-Mittelwerte von DEHP und DINP waren stark erhöht. Für DINP wurde eine Belastung im Mittel mit 1145 mg/kg festgestellt. Die durchschnittliche Belastung in der UBA-Studie, bei welcher 960 Hausstäube aus den Jahren 1997 bis 2009 auf Weichmacher untersucht wurden, war mit 184 mg/kg um gut das sechsfache geringer. Wahrscheinlich sind diese jetzt erhöhten Werte auf den vermehrten Einsatz von DINP als Ersatzstoff für DEHP zurückzuführen.

Als Erklärung für die höhere Belastung der Kitas im Verhältnis zu Wohnungen wird angegeben, dass diese Orte mit mehr Produkten aus Weich-PVC ausgestattet sind als normale Haushalte: Turnmatten, Gymnastikbälle, Regenkleidung, Spielzeug, PVC-Böden, abwaschbare Tischdecken etc., aus Weich-PVC.

### **1.3. Gesundheitliche Wirkungen**

Phthalat-Weichmacher besitzen eine den menschlichen Geschlechtshormonen ähnliche Wirkung und können daher das Hormonsystem beeinflussen. Sie stehen in Verdacht, für Missbildungen der Geschlechtsorgane und Störung der Fruchtbarkeit verantwortlich zu sein. Hierbei sind Kinder durch diese Schadstoffe besonders gefährdet, weil sich ihre Organe noch in der Entwicklung befinden.

Diese Gefahr ist besonders in embryonalen und frühkindlichen Entwicklungsphasen hoch. In verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten wird eine Erhöhung des Risikos für folgende Erkrankungen durch eine Belastung mit Phthalaten in Verbindung gebracht: Missbildungen der Geschlechtsorgane (Marsee

K. et. al., 2006), Hodenkrebs und eine geringere Anzahl und Qualität der Spermien (Bay K. et. al., 2006), verfrühte Pubertät bei Mädchen (Colon I. et. al., 2000), Erhöhung des Brustkrebsrisikos bei Frauen (Kortenkamp, A., 2008), Asthma und Allergien bei Kindern (Bornehag et. al., 2004).

Es existieren keine gesetzlichen Grenzwerte für die Innenraumbelastung mit Phthalaten, es gibt aber Empfehlungen dazu, welche Höchstmengen der Aufnahme an Phthalaten nicht überschritten werden sollten. Die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) geht davon aus, dass eine Aufnahmemenge von bis zu 0,05 mg/kg DEHP Körpergewicht und Tag unbedenklich ist (Tolerable Daily Intake – TDI). Die Untersuchung des Hausstaubes in Wohnungen und Kindereinrichtungen gilt als Indikator für die Höhe der Innenraumbelastung mit Phthalaten. Für sechs der untersuchten Kitas durch den Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. wäre damit allein für DEHP der Belastungspfad durch den Hausstaub überschritten, wenn von einem Kind ausgegangen wird, welches 10 kg wiegt. Bei der am höchsten belasteten Kita (13.330 mg/kg DEHP-Gehalt im Staub) kann man mit einer täglichen Aufnahme von 0,13 mg/kg Körpergewicht, d.h. dem zweieinhalbfachen des TDI-Wertes rechnen. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Kinder sich nicht 24 Stunden täglich in der Kita aufhalten, und somit der entsprechende Wert deutlich geringer ist. Im Durchschnitt wird nach oben genannte Untersuchung der TDI des Staubes zu 6,7 % ausgeschöpft. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Hausstaub jedoch nur eine der möglichen Aufnahmequellen von Weichmachern für Kinder ist, und dass auch noch aus anderen Quellen hormonelle Schadstoffe aufgenommen werden und Kombinationswirkungen von gleichartig wirkenden Schadstoffen auftreten können. Vorsorge ist auf jeden Fall angebracht! Nach Modellrechnungen des Umweltbundesamtes ist zu befürchten, dass zwischen 30 bis über 80 % der Kinder zu hoch mit Phthalaten belastet sein könnten (Umweltbundesamt, 2009).

Eine weitere mögliche Quelle der Phthalatbelastung können Vinyl-Einweghandschuhe im Kontakt mit Lebensmitteln sein. Diese werden aus hygienischen Gründen bei der Zubereitung von Lebensmitteln an Fleisch-, Wurst- sowie Käsetheken im Lebensmittelhandel getragen. Der Weichmachergehalt in diesen Handschuhen kann bis zu 50 % betragen. Zum möglichen Übergang von Phthalaten aus diesen Handschuhen auf Lebensmittel und auf die Haut hat das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) Stellung genommen (Januar 2001): Wenn man im Hinblick auf die Migration von Phthalaten vom ungünstigsten Fall für die Anwendung im Kontakt mit Lebensmitteln und der Zubereitung von Salaten mit der Hand ausgeht, könnte eine Migration von bis zu 30 mg/kg DEHP erfolgen, d.h. eine zehnfache Überschreitung des spezifischen Migrationsgrenzwertes für DEHP von 3 mg/kg (Festlegung der SCF). Bei einem Kontakt der Handschuhe mit Lebensmitteln ist aber davon auszugehen, dass meist nur ein kurzfristiger Kontakt mit den betreffenden Lebensmitteln erfolgt und damit nur sehr geringe Mengen auf das Produkt übergehen. Bei mehrstündigem Tragen der untersuchten Vinylhandschuhe ist jedoch mit einer dermalen Aufnahme von DEHP zu rechnen, welche den TDI-Wert entweder zu einem Teil ausschöpft oder möglicherweise auch überschreitet. Vom BgVV wird zusammenfassend geschlussfolgert:

- Die Verwendung medizinischer Einmalhandschuhe aus weichmacherhaltigem PVC, die nicht für die Verwendung im Kontakt mit Lebensmitteln vorgesehen und entsprechend den lebensmittelrechtlichen Vorschriften gekennzeichnet sind, ist lebensmittelrechtlich zu beanstanden.
- Handschuhe aus Weich-PVC sollten wegen des zu erwartenden hohen Weichmacherübergangs nicht im Kontakt mit fetten Lebensmitteln verwendet werden. Dafür stehen geeignete Ersatzprodukte aus Polyethylen, Nitrilkautschuk oder Latex zur Verfügung.

- Bei lang dauernden Tragen solcher Handschuhe entsteht eine dermale Belastung der betreffenden Personen mit DEHP, welche den TDI-Wert teilweise ausschöpft oder möglicherweise auch überschreitet. Unter Berücksichtigung der Exposition mit DEHP aus weiteren Quellen wird von einer derartigen Nutzung abgeraten.

Eine EU-Arbeitsgruppe hat DEHP, den in besonders großen Mengen für PVC-Produkte eingesetzten Weichmacher, als fruchtschädigend sowie fruchtbarkeitsschädigend eingestuft. In der EU-Verordnung Nr. 143/2011 vom 17. Februar 2011 wurde DEHP als reproduktionstoxisch klassifiziert und der 21. Januar 2015 als Datum festgelegt, von dem ab das Inverkehrbringen und der Gebrauch der Substanz ohne eine Zulassung verboten ist. DHEP und chemische Zubereitungen, die mehr als 0,5 % DHEP enthalten, müssen mit dem Totenkopfsymbol sowie dem Warnhinweis „GIFTIG“ gekennzeichnet werden. Es ist jedoch festzustellen, dass das nicht gilt, sobald Weichmacher Teil eines Konsumproduktes werden.

Trotz potentieller Gesundheitsgefahren dürfen Weichmacher in den meisten Produkten noch weiter verwendet werden. DEHP, DBP und BBP sind aber für Babyartikel und Spielzeug bereits generell in der Europäischen Union verboten und DINP und DIBP dürfen sich nicht in Spielzeugen befinden, welche auch in den Mund genommen werden. Bei DINP und DIBP erbrachten in-vitro-Tests eine leberschädigende Wirkung. Verstöße werden insbesondere immer wieder bei Produkten festgestellt, welche von außerhalb der Europäischen Union importiert wurden.

Nach der europäischen Chemikalienverordnung (REACH) können besonders besorgniserregende Stoffe einer generellen Zulassungspflicht unterworfen werden. Hierfür müssen sie auf Vorschlag der europäischen Chemikalienagentur (ECHA) oder eines EU-Mitgliedstaates in die so genannte Kandidatenliste aufgenommen werden. Alle als erbgutverändernd eingestuft Phthalate (reproduktionstoxisch der Kategorie 1B entsprechend der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) sind bereits als besonders besorgniserregende Stoffe (substance of very high concern – SVHC) in die Kandidatenliste aufgenommen. Es handelt sich dabei um die Phthalate DEHP, DBP und BBP und DIBP.

In einer aktuellen Arbeit ergaben sich Hinweise, dass die mütterliche Phthalatbelastung Einfluss auf das Ekzemrisiko im frühen Kindesalter hat (Just et. al. 2012). An der Untersuchung ist jedoch zu bemängeln, dass keine Bestimmung des Phthalatmetaboliten bei den Kindern selbst erfolgte, sowie dass man auch keine ausreichende exakte kinderärztliche oder hautärztliche Untersuchung durchführte, aus der zu entnehmen ist, was unter „Ekzem“ verstanden wurde.

Die Verwendung von DEHP ist durch die Kunststoffindustrie von 1999 bis 2004 von 42 auf 22 % gesenkt worden. Stattdessen werden vermehrt längerkettige Phthalate wie Diisononylphthalat und Diisodecylphthalat genutzt, welche nach EU-Kriterien nicht kennzeichnungspflichtig sind sowie gegenwärtig auch hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die menschliche Gesundheit günstiger beurteilt werden (Umweltbundesamt 2012).

Es gibt auch Produkte, bei denen der Weichmacher durch Copolymerisation fest und dauerhaft mit dem Kunststoff verbunden ist. Durch diese Art Kunststoffe sind bisher Weichmachereinträge in die Umwelt nicht nachgewiesen.

#### 1.4. Prophylaktische Maßnahmen zur Verringerung der Phthalat-Exposition

Folgende Empfehlungen werden zur Reduzierung der Belastung durch Phthalat-Weichmacher für Kinder und Kindereinrichtungen gegeben (BUND, 2011):

- Meiden von Weich-PVC. Eine Vielzahl von Alltagsgegenständen bestehen aus Weich-PVC: Spielzeug, Gummistiefel, Gummihosen Kunstledersofas, Plastiktischdecken, Trinkbecher, Brotdosen, Bodenbeläge, Kindergarten- und Schulranzen.
- Plastikprodukte, welche stark riechen, enthalten ausgasende Stoffe: Der Geruch kann jedoch keine Recherche der zugefügten Chemikalien ersetzen.
- Für ein gutes Raumklima sorgen: Da sich Schadstoffe gern im Hausstaub ansammeln, sollte regelmäßig gelüftet und sauber gemacht werden einschließlich eines sorgfältigen Staubwischens.
- Kauf qualitativ hochwertigen Spielzeugs: Emissionsarmes Spielzeug ist oft teurer, häufig aber auch haltbarer und meist gesünder für die Kinder. Es besteht die Gefahr, dass insbesondere sehr billiges Spielzeug gefährliche Stoffe enthält.
- Sich in der Natur zu bewegen, ist für Kinder besser, als den ganzen Tag in Räumen zu sein. Zugleich entkommen sie so der Belastung der Innenraumluft.
- Spielzeug aus Weich-PVC gehört nicht in Kinderhände. Hierbei empfiehlt es sich, beim Einkauf auf Qualitätssiegel zu achten. So enthält seit 2005 PVC-freies Spielzeug das „Spiel gut“-Siegel. Der TÜV Rheinland vergibt das TÜV Proof-Siegel mit dem Teddybär nur an schadstoffarme Spielsachen.
- Lebensmittelverpackungen: Für das Pausenbrot sollte man Metalldosen oder Papiertüten verwenden und keine Plastikdosen aus PVC, aus denen Weichmacher in den Proviant übergehen können. Insbesondere fetthaltige Lebensmittel, z.B. Butter oder Wurst, nehmen leicht Weichmacher auf. Da auch Trinkbecher aus PVC sein können, ist es besser, Becher aus Keramik, Glas oder alternativen Kunststoffen wie Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) zu verwenden.
- Möbel: Kunstledersofas sowie aufblasbare Plastikmöbel gehören nicht in eine Kita, da sie häufig aus PVC bestehen. Besser sind Stühle und Tische aus Holz.

Auch das Umweltbundesamt fordert, dass Eltern und Kindertagesstätten beim Kauf auf Produkte setzen sollen, die keine besorgniserregenden Weichmacher enthalten: „Händler und Vertreiber sind verpflichtet, den Konsumenten auf Nachfrage mitzuteilen, ob etwa ein neuer Bodenbelag besorgniserregende Weichmacher enthält. Das europäische Chemikalienrecht REACH verpflichtet den Handel, innerhalb von 45 Tagen über Inhaltsstoffe aus der Liste der besonders besorgniserregenden Stoffe Auskunft zu erteilen. Eltern und Kitas sollen dieses Recht nutzen“ (Umweltbundesamt 2011, Presseinformation 817/2011). Das Umweltbundesamt empfiehlt, vorsorglich auf Weich-PVC ganz zu verzichten. Bei vielen Produkten lohnt sich auch ein Umstieg auf Alternativen mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“. Ein Musterbrief des Umweltbundesamtes zum Herunterladen für Anfragen der Bürger über besorgniserregende Stoffe in Produkten findet sich unter folgender Adresse: <http://www.reachinfo.de/dokumente/musterbrief.doc>:

*Musterbrief des Umweltbundesamtes*

Fred Mustermann

Musterstr. 11, 11111 Musterstadt

Musterfirma

Musterweg 22

22222 Musterdorf

Musterstadt, 01.06.2012

VO (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung), Informationspflichten nach Art. 33

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Europäische Chemikalienagentur ECHA hat auf ihrer Internetseite eine Liste besonders besorgniserregender Stoffe veröffentlicht, die die Kriterien des Art. 57 der oben bezeichneten REACH-Verordnung erfüllen und nach dem Verfahren des Art. 59 der Verordnung ermittelt wurden ([http://echa.europa.eu/chem\\_data/candidate\\_list\\_table\\_en.asp](http://echa.europa.eu/chem_data/candidate_list_table_en.asp)). Ich bitte Sie, mir/uns mit Bezug auf Art. 33(2) der o.g. Verordnung mitzuteilen, ob einer dieser besonders besorgniserregenden Stoffe in dem von Ihnen vertriebenen Erzeugnis „XXXX“ in Anteilen über 0,1 % enthalten ist und mir/uns die zur sicheren Verwendung des Erzeugnisses XXXX erforderlichen Informationen zur Verfügung zu stellen.

Gemäß Art. 33 der o.g. Verordnung sind Sie als Lieferant von XXXX verpflichtet, mir als Verbraucher/Verbraucherin diese Informationen innerhalb von 45 Tagen zur Verfügung zu stellen.

Mit freundlichen Grüßen

*Information über Produkte, in denen DEHP enthalten sein kann (REACH):*

Stand: 11/2010

Bis (2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP, auch bekannt als Dioctylphthalat DOP, CAS-Nr.117-81-7)

Grund für die Aufnahme in die REACH Kandidatenliste: reproduktionstoxisch (R)

Verwendung: laut Annex XV-Dossier, Technischem Report, KEMI 2010 und Tests von Ökotest und Stiftung Warentest: vor allem als Weichmacher in Polymer-Produkten, hauptsächlich in PVC. Der DEHP-Gehalt in flexiblen Polymer-Materialien variiert, liegt aber oft um 30 Gewichts-%. DEHP wird z.B. in folgenden Erzeugnissen eingesetzt:

- Bodenbeläge, z.B. PVC-Boden, Teppiche mit PVC-Rückenbeschichtung, Kork mit PVC-Oberflächen- oder Rückenbeschichtung,
- Tapeten (auch Vliestapeten),
- Dacheindeckung, Deckenverkleidung,
- Profile, z.B. für den Elektro-Bereich, als Fenster- oder Kühlschrank-Dichtungen etc.,
- Leitungen und Kabel, Röhren,
- Schläuche, z.B. für Garten, Landwirtschaft, Industrie (auch mit direktem Lebensmittel-Kontakt), Haushaltsgeräte (Waschmaschinen, Staubsauger etc.),
- Medizinprodukte wie Blutbeutel, Dialyse-Zubehör, Schläuche, Unterlagen, kardiopulmonale Pumpen, Infusionsgeräte etc.,
- Verpackungen, (selbstklebende) Folien, (Klebe-)Bänder (tape),
- Treibhausfolien, Folien für die Fischzucht,

- Schreibwaren, Büro-/Schulbedarf (z.B. Radiergummi, Ringbücher, Ordner, Hefter, Umschläge, Lackierung von Buntstiften etc.),
- Duschvorhänge,
- Planschbecken, Swimming Pools, aufblasbares Wasser-Spielzeug, Schwimmhilfen,
- Planen (z.B. LKW-Planen),
- Beschichtetes Gewebe, z.B. für Vorhänge, Jalousien, Rollos, Markisen, Tischdecken, Polstermöbel, Kunstleder, Wasserbetten, Taschen, Koffer, Gürtel, (Garten-/Arbeits-) Handschuhe, Wickelauflagen, Sitzsäcke,
- Matratzen,
- bedruckte T-Shirts, Stoppersocken,
- Laminierung von Möbeln und Zierrat,
- Beschichtung von Elektrogeräten und Maschinen,
- Unterbodenbeschichtung von Fahrzeugen,
- Kfz-Innenausstattung, Autositze,
- Werkzeuggriffe, Kunststoff-Überzug von Hanteln, Griffe von Lauf- und Fahrrädern, Kinderwagen (Griffe, Gurte, Bezüge, Regenhauben), Fahrradanhänger für Kinder (Gurte, Sitzpolster, Griffe, Seitenwände, Sichtfenster), Sport-Protektoren,
- Regenkleidung, Schuhsohlen, Gummistiefel,
- Spielzeug (auch Sex-Spielzeug), wird trotz Verbot gefunden.

Nicht-polymere Erzeugnisse können zwischen 0,2 und 50 % DEHP enthalten:

- Lacke und Farben (maximal ca. 40 % DEHP), z.B. in lackierten Erzeugnissen,
- Druckfarben mit DEHP als Lösemittel, z.B. für Papier, Kunststoff, Textilien,
- Klebstoffe, z.B. in Pappkartons, Sperrholz,
- Dichtmittel in Gebäuden (z.B. zur Abdichtung von Glas),
- Additiv für Keramikpulver (im Elektronik- und im Baubereich, zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit).

Im Jahr 2007 wurden in der EU ca. 291.000 Tonnen DEHP verwendet.

Beschränkungen nach REACH Anhang XVII: Gemäß Nr. 51 darf DEHP nicht in Konzentrationen über 0,1 (Gewichts-) % in Spielzeug und Babyartikeln enthalten sein. Gemäß Nr. 30 dürfen fortpflanzungsgefährdende Stoffe als solche, als Bestandteile anderer Stoffe und in Gemischen, nicht in Verkehr gebracht oder verwendet werden, die zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt sind.

## 2. Sonstige Weichmacher

Als Weichmacher finden außer den Phthalaten auch Weichharze, ölartige Stoffe, Naturstoffe wie Kampfer oder Rizinusöl oder Zitrone Verwendung. Zum Erreichen bestimmter Materialeigenschaften werden aber auch Chlorparaffine, Phosphorsäureester, Fettsäureester, Hydroxycarbonsäureester oder Polyester eingesetzt.

Weichmacher auf der Basis von Zitronensäure gelten als gesundheitlich unbedenklich und sind eine geeignete Alternative für die Verwendung als Weichmacher in Kinderspielzeugen, welche dazu gedacht sind, in den Mund genommen zu werden. Auch das Acetyltributylzinn (ATBC) ist gut als Ersatzstoff für Phthalate geeignet und weist sogar eine höhere Hitzestabilität, UV-Beständigkeit und Farbbeständigkeit auf.

Auch *Polychlorierte Biphenyle (PCB)* kamen früher auch u.a. als Weichmacher und Brandverzögerer für Lacke, Farben, Klebstoffe, Dichtungsmassen, Kunststoffe und Verpackungsmittel zur Anwendung. Zwischen 1960 bis 1980 wurden sie auch als Fugendichtungsmassen im Baubereich eingesetzt. Einige polychlorierte Biphenyle (PCB) zeigen einen den Dioxinen ähnlichen Molekülaufbau und haben vergleichbare biologische Wirkungen. In Tierversuchen wurden Wirkungen auf Haut, Milz, Thymus, Leber und Nieren mit sekundären Veränderungen des Blutes und der Enzymaktivitäten und des Immunstatus festgestellt. PCB sind wahrscheinlich kanzerogen für den Menschen und wirken als Tumorpromotoren. PCB haben eine sehr hohe Persistenz in der Umwelt, sie sind ubiquitär nachzuweisen. PCB werden vor allem durch tierische Nahrungsmittel aufgenommen und können sich durch die Nahrungskette insbesondere im Fettgewebe anreichern. In Deutschland besteht seit 1989 ein Produktions- und Anwendungsverbot für PCB. Durch *polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)* in speziellen Weichmacherölen (Teerölen) sind viele Kunststoffprodukte mit diesen krebserzeugenden Verbindungen belastet. Deshalb befinden sich PAK insbesondere in Kunststoffen aus Gummi oder Weich-PVC. Als typische Anwendungsgebiete solcher, meist schwarzen Kunststoffe (durch den Ruß), sind Handgriffe, Ummantelungen oder Kabel zu nennen. Man findet auch belastete Spielzeuge oder Schuhe. PAKhaltige Weichmacheröle wurden bis Anfang 2010 auch in Autoreifen eingesetzt.

## Literatur

- Bay K. et. al (2006). Testicular dysgenesis syndrome: possible role of endocrine disrupters. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* Nr. 20. S. 77 – 90.
- Bornehag et. al (2004). The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental Health Perspectives* Nr. 112. S. 1393.
- BUND für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2011): viele Kitas stark mit Weichmachern belastet – BUND fordert Verbot der Schadstoffe im Umfeld von Kindern. [http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/chemie/20110321\\_chemie\\_weichmacher\\_kitas\\_hintergrund.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/chemie/20110321_chemie_weichmacher_kitas_hintergrund.pdf).
- Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV, 2001): Stellungnahme des BgVV zu Vinyl-Einweghandschuhen im Kontakt mit Lebensmitteln.
- Colon I. et. al. (2000). Identification of phthalate esters in the serum of young Puerto Rican girls with premature breast development. *Environmental Health Perspectives* Nr. 108. S. 895 – 900.
- Just et. al. (2012): *Environment Health Persp.* 27.6.2012.
- Kortenkamp, A. (2008). Breast Cancer and exposure to hormonally active chemicals: An appraisal of the scientific evidence. <http://www.chemtrust.org.uk/documents/BCexposuretochemicals.pdf>.
- Marsee K. et. al (2006). Estimated daily phthalate exposures in a population of mothers of male infants exhibiting reduced anogenital distance. *Environmental Health Perspectives* Nr. 114. S. 805 – 809.
- Nagorka, R. et al. (2010). Weichmacher und Flammschutzmittel im Hausstaub. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 70 (3), S. 70 – 76.
- UBA-Umweltbundesamt (2007). Phthalate – die nützlichen Weichmacher mit unerwünschten Eigenschaften.
- UBA-Umweltbundesamt (2009). Telegramm Umwelt und Gesundheit: Die Belastung der Kinder mit Phthalaten sind zu hoch! <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/telegramm/Ausgabe05-2009.pdf>.
- UBA-Umweltbundesamt (2011). Plastikweichmacher in Kindertagesstätten. *Presseinformation 017/2011*.
- UBA-Umweltbundesamt (2011). Gesundheit und Umwelthygiene – Weichmacher, letzte Änderung 28.1.2011. [www.umweltbundesamt.de/gesundheit/stoffe/weichmacher.htm](http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/stoffe/weichmacher.htm).
- UBA-Umweltbundesamt (2012). Gesundheit und Umwelthygiene – Weichmacher, letzte Änderung 2.8.2012, [www.umweltbundesamt.de/gesundheit/stoffe/weichmacher.htm](http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/stoffe/weichmacher.htm).
- Swan S. et. al (2005). Decrease in anogenital distance among male infants with prenatal phthalate exposure. *Environmental Health Perspectives* Nr. 113. S. 1056 – 1061.