

A high-speed photograph of water splashing, with numerous droplets and bubbles captured in mid-air, creating a dynamic and textured blue and white background.

Mögliche gesundheitsrelevante Stoffe in abgefülltem Wasser

Bundesamt für Risikobewertung

20. April 2010

Dipl. Ing. Herbert Zerbe

**INSTITUT
FRESENIUS**

SGS

Mögliche gesundheitsrelevante Stoffe in abgefülltem Wasser

Vortrag im Rahmen 8. BFR-Forum Verbraucherschutz: Wenn Substanzen wie Hormone wirken – mögliche gesundheitliche Risiken durch Endokrine Disruptoren

Ich möchte mich für die Einladung bedanken und habe meinen Vortrag wie folgt gegliedert (Folie 2).

Es ist sicher, dass gutes Wasser, egal in welcher Form, das Lebensmittel Nr. 1 ist (Folie 3).

Ernährungswissenschaftler empfehlen ausreichende Flüssigkeitszufuhr, da ist Wasser ohne Kalorien schon ein sehr wertvoller täglicher Bestandteil unserer Aufnahme (Folie 4).

Aufgrund dieser Tatsache steht das Wasser immer wieder im Focus der Wissenschaft und der Medien. Zum Schutz des Verbrauchers existieren zahlreiche nationale, europäische und internationale Regelungen, Vorschriften, Empfehlungen, Normen usw. (Folie 5). Es wäre vermessen, in der kurzen Zeit hier alle aufzuführen.

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen der leitungsgebundenen Versorgung mit Trinkwasser und den abgepackten Wasserarten (Folie 6). Ersteres unterliegt der Trinkwasserverordnung und die abgepackten Wässer der Mineral- und Tafelwasserverordnung. Die Mineral- und Tafelwasserverordnung unterscheidet in natürliches Mineralwasser, Quellwasser, Tafelwasser, abgepacktes Trinkwasser und besondere Wasserarten z.B. purified water, Osmosewasser usw.

Die Besonderheit im Lebensmittelrecht ist die Stellung des natürlichen Mineralwassers, das als einziges eine amtliche Anerkennung besitzen muss. Daher hat der Gesetzgeber hier ein besonders strenges Reglement festgelegt (Folie 7).

Mein Vortrag beschäftigt sich im Wesentlichen mit den abgefüllten Wässern. Um dem Verbraucher die Vielfalt der Wässer in einem hygienisch einwandfreien Zustand verkaufen zu können, müssen diese sicher verpackt sein. Auch hierzu existiert eine große Anzahl an gesetzlichen Anforderungen (Folie 8).

In jüngster Vergangenheit war das abgefüllte Mineralwasser durch eine Publikation der Uni Frankfurt in die Medien geraten. Man hat behauptet, dass sogenannte „Umwelthormone“ in den abgefüllten Wässern nachgewiesen wurden. Dies hat uns veranlasst, verstärkt intensivere Untersuchungen in abgefüllten Wässern durchzuführen. In Deutschland existieren ca. 600 amtlich anerkannte Mineralwässer. Um die mögliche Beeinflussung der sehr großen Unterschiede in der Mineralisation und den Gehalten an Spurenstoffen auszuschließen, wurden die untersuchten Mineralwässer in drei Gruppen nach den Mineralstoffgehalten eingeteilt: < 500 mg/l, 500 – 1500 mg/l und >1500 mg/l (Folie 9).

Als erstes stellen wir die Untersuchungsergebnisse mit dem sogenannten „YES-Verfahren“ dar (Folie 10). Es wurden insgesamt 52 Untersuchungen durchgeführt. In allen überprüften Teilvarianten der Mineralstoffgehalte und den unterschiedlichen Gebindeformen (Glas und PET) konnten keine Effekte festgestellt werden (Folie 11).

Des Weiteren erfolgten Tests mit unterschiedlichen Verpackungsvarianten. In den Folien 12, 13 und 14 sind die Ergebnisse dargestellt. Weder bei PET-Einweg-, -Mehrweg und PET CYCLE noch in gereinigten unterschiedlichen Glasflaschenvarianten noch mit unterschiedlichen Verschlussstypen konnten Effekte nachgewiesen werden.

Parallel hierzu erfolgte eine Auswertung von Untersuchungen mit dem sogenannten „E-Screen-Verfahren“ (Folie 15). Bei 38 überprüften Abfüllungen der Glas- und PET-Variante war keine signifikante Gesamtaktivität - angegeben in Equivalent (eq) - 17 β -Estradiol festzustellen.

Parallel zu den eingesetzten biologischen Invitrotests erfolgten quantitative Analysen auf mögliche chemische Verunreinigungsindikatoren. Es erfolgte eine Auswertung von 52 Substanzen (VOCs) (s. Folie 17-20). In 113 überprüften abgefüllten Wässern ergaben sich keine Hinweise auf derartige Verbindungen (Folie 21).

Weiterhin erfolgten Untersuchungen auf natürliche und synthetische Hormone in abgefüllten Wässern. Die überprüften Parameter sind in Folie 22 dargestellt. In 40 Proben konnten keine derartigen Substanzen nachgewiesen werden (Folie 23).

Unser besonderes Augenmerk richteten wir auf die sogenannten „Alkylphenole“ (Folie 24). Lediglich bei der Substanz BHT waren in 5 von 68 Proben positive Befunde festzustellen. Die ermittelten Gehalte und die Aufteilung sind in Folie 26 dargestellt. BHT ist ein zugelassenes Antioxidant für Kunststoffe.

Bei den vorstehend genannten Untersuchungen wurden die biologischen Tests (YES- und E-Screen) parallel zu den quantitativen chemischen Analysen ausgewertet. Es konnten trotz positiver Befunde von BHT bei den biologischen Tests keine Effekte festgestellt werden.

Auch Polycarbonatgebilde mit abgefülltem Wasser wurden von uns getestet. Hier erfolgte lediglich eine quantitative Bestimmung auf Bisphenol-A und keine parallelen biologischen Tests. Die Untersuchungsergebnisse sind in Folie 27 dargestellt.

Können wir tatsächlich von einem sogenannten „Nullstandard“ bei Wasser jeglicher Art ausgehen? (Folie 28).

Hierzu einige Fallbeispiele:

In jüngster Zeit sind durch Studien Nickelmigrationen aus Trinkwasserarmaturen nach Neuinstallation über sehr lange Zeit nachgewiesen worden. Die Nickelgehalte lagen z.T. über dem Trinkwassergrenzwert.

Als weiteres Fallbeispiel möchte ich den Natriumanstieg in einem abgefüllten Wasser darstellen. Der tatsächliche Natriumgehalt liegt bei 0,5 mg/l. Bei einer Abfüllung in PET-Gebinde konnte auch nach 6-monatiger Lagerung keine Veränderung festgestellt werden. Hingegen stiegen die Natriumgehalte in den unterschiedlichen Glasgebinden an (Folie 29). Deswegen war zu vermuten, dass auch andere Inhaltsstoffe übergehen können. Deshalb möchte ich noch einmal auf die Verpackung hinweisen. In der Regel erfolgen Untersuchungen auf Globalmigration, spezifische Migration je nach Zusammensetzung und eine Prüfung der Sensorik (Folie 30).

Könnten darüber hinaus unerwünschte sekundäre Spurenstoffe vorliegen?

Der Blick in die Richtlinie 2002/72/EG Anhang II hinterlässt eine Lücke (Folie 31):

- Verunreinigungen in den verwendeten Stoffen
- Reaktionszwischenprodukte
- Abbauprodukte

Daher erfolgten verschiedene Untersuchungen nach SBSE-Anreicherung, GC-Auftrennung und massenspektrometrischer Identifizierung. Einige der am häufigsten nachgewiesenen Spurenstoffe sind in Folie 32 dargestellt. Eintragsquellen können sein: Luftübertragung in einem Abfüllbetrieb, aber auch Kartonumverpackung oder zugelassene Zusatzstoffe. Auch Abbauprodukte von Gleitmitteln wurden detektiert. Des Weiteren haben die Ergebnisse gezeigt, dass verschiedene Phthalate bereits ubiquitär als Verunreinigungen vorkommen.

Auch hier zwei Beispiele, die zeigen, dass ein sogenannter „Nullstandard“ nicht gegeben ist.

Zunächst Untersuchungen eines Kunststoffverschlusses, bei dem die SML-Werte und die Globalmigration eingehalten wurden, aber eine auffällige Sensorik gegeben war (Folie 33).

Die Liste der identifizierten Substanzen ist in den Folien 34 – 37 dargestellt. Auffällig ist der Nachweis von Nonylphenolisomeren (Folie 37), die ebenfalls als Verunreinigung zu werten ist.

Ein weiteres Beispiel soll die Belastung von Kartonmaterialien darstellen (Folien 38-41). Wie die Auswertung zeigt, wurden Spuren von Lösemitteln, Weichmachern bis hin zu Aromakomponenten identifiziert. Diese Untersuchungen untermauern die These, dass es keinen sogenannten „Nullstandard“ geben kann, denn mit modernster Analysetechnik können heute geringste Spuren an Verunreinigungen identifiziert werden.

Fazit (Folie 42):

Abgegebene Wässer sowohl aus dem Leitungsnetz als auch in abgepackter Form entsprechend den gesetzlichen Anforderungen und sind daher als sicher zu bezeichnen. Durch die ständig fortschreitende Analytik werden immer neue Verbindungen nachgewiesen. Es sind daher Forschungsaktivitäten zum Migrationsverhalten unerwünschter Stoffe von Primär- und Sekundärverpackungen im Spurenbereich notwendig. Des Weiteren existiert ein Nachholbedarf für biologische Studien incl. Beurteilungen zur Auswirkung von Spurenstoffen auf die verschiedenen Organismen.

- Einleitung
- Gesetzliche Voraussetzungen
 - Allgemeine Regelungen
 - Wasserarten
 - Verpackungen
- Ergebnisse möglicher endokriner Substanzen
 - mikrobiologische Tests
 - quantitative Bestimmungen
- Nullstandard?
 - Screening-Analysen
- Ausblick

Wasser ist das Lebensmittel Nr. 1

- Empfehlung: 1 – 1,5 l Flüssigkeitszufuhr pro Tag
- Wasser
→ keine zusätzliche Kalorienzufuhr

- Allgemeine Regelungen -
 - Europäische/weltweite Anforderung
 - LMHV
 - LFGB
 - ...
 - ...
 - ...

- Leitungsgebundene Versorgung
 - Trinkwasser – TrinkwV
- Abgepackte Wässer - MTV
 - natürliches Mineralwasser
 - Quellwasser
 - Tafelwasser
 - abgepacktes Trinkwasser
 - besondere Wasserarten
z.B. purified Water/Osmosewasser

- Lebensmittel mit amtl. Anerkennung
- Gesetzgeber – strenge Anforderungen
- Gewinnung nur aus geschützten Wasservorkommen
 - Ursprüngliche Reinheit des Quellvorkommens
 - Nur erlaubte Behandlungsverfahren
 - Schutz durch sichere Verpackung bis zum Verbaucher

- EG Nr. 1935 / 2004
- 2002 / 72 / EG
- 2007 / 19 / EG
- 85 / 572 / EWG
- EG Nr. 282 / 2008
- Nationale Regelungen / Empfehlungen
- ...

- < 500 mg/l
- ≥ 500 mg/l bis > 1500 mg/l
- > 1500 mg/l

In vitro Test zum Nachweis auf estrogen wirksame Substanzen

YES (Yeast Estrogen Screen) - Verfahren A-YES aqua mit der Hefe *Arxula adenivorans*

Ergebnisse YES (Yeast Estragon Test) aus
Doppelbestimmung
angegeben in Äquivalent (eq) 17 β -Estradiol (ng/l)

Bestimmungsgrenze: 10 ng/l (eq 17 β -Estradiol)

Gesamtzahl 52

Mineralstoff- gehalt	Glas	PET	Nutzungen
<500	7	13	
500-1500	7	11	1
>1500	6	7	

Gesamtzahl 24

- **1,0 l PET-Flaschen MW/EW/PET-CYCLE**

Hersteller	Flaschentyp	Behandlung	Anzahl
A	PET MW	unbehandelt	2
A	PET MW	gereinigt	2
A	PET MW	15-20 Umläufe	2
B	PET EW	unbehandelt	2
B	PET Cycle	unbehandelt	2

2. Glasflaschen

Hersteller	Glasflaschen	Behandlung	Anzahl
	0,25 l Gastro	gereinigt	2
	0,7 l Standard 13 Jahre alt	gereinigt	2
	0,7 l Standard 2 Jahre alt	gereinigt	2

3. Verschlüsse

Hersteller	Flaschentyp	Anzahl
C	PE - einteilig	2
D	PE - zweiteilig	2
E	Al - PVC Compound	2
F	Al – PVC-freier Compound	2

**In vitro Test E-Screen zur Ermittlung der estrogenen
Gesamtaktivität mittels humaner Brustkrebszelllinie
MCF-7**

Ergebnisse E-Screen
angegeben in Äquivalent (eq) 17β -Estradiol (ng/l)

Bestimmungsgrenze: 0,1 eq 17β -Estradiol

Gesamtzahl 38

Mineralstoff- gehalt	Glas	PET
<500	5	8
500-1500	6	6
>1500	6	7

Parameter	Einheit	Bestimmungs- grenze	Methode
Benzol	µg/l	0,5	EPA 524.2
Brombenzol	µg/l	0,1	EPA 524.2
Bromchlormethan	µg/l	0,5	EPA 524.2
Butylbenzol (n-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Butylbenzol (sec.-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Butylbenzol (tert.-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Chlorbenzol	µg/l	0,1	EPA 524.2
Chlortoluol (2-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Chlortoluol (4-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dibromethan (1,2-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dibrommethan	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorbenzol (1,2-) (ortho-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorbenzol (1,3-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorbenzol (1,4-) (para-)	µg/l	0,5	EPA 524.2

Dichlorethan (1,1-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorethan (1,2-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorethen (1,1-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorethen (cis-1,2-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorethen (trans-1,2-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlormethan (Methylenchlorid)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorpropan (1,2-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorpropan (1,3-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorpropan (2,2-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorpropen (1,1-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorpropen (1,3-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Dichlorpropen (cis-1,3-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Dichlorpropen (trans-1,3-)	µg/l	0,5	EPA 524.2

Ethylbenzol	µg/l	0,1	EPA 524.2
Hexachlor-1,3-butadien	µg/l	0,5	EPA 524.2
Isopropylbenzol	µg/l	0,5	EPA 524.2
Isopropyltoluol (p-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Methyl tertiär butyl ether (MTBE)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Naphthalin	µg/l	0,5	EPA 524.2
Propylbenzol (n-)	µg/l	0,1	EPA 524.2
Styrol	µg/l	0,1	EPA 524.2
Tertrachlormethan	µg/l	0,5	EPA 524.2
Tetrachlorethen	µg/l	0,5	EPA 524.2
Toluol	µg/l	0,5	EPA 524.2
Tribrommethan (Bromoform)	µg/l	0,5	EPA 524.2

Tribrommethan (Bromoform)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trichlorbenzol (1,2,3-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trichlorbenzol (1,2,4-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trichlorethan (1,1,1-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trichlorethen	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trichlormethan (Chloroform)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trimethylbenzol (1,2,4-) (Pseudocumol)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Trimethylbenzol (1,3,5-) (Mesitylen)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Vinylchlorid	µg/l	0,5	EPA 524.2
Xylol (m,p-)	µg/l	0,5	EPA 524.2
Xylol (o-)	µg/l	0,1	EPA 524.2

Anzahl der Untersuchungen 113 (Mineral- u. Tafelwasser)

Mineralwasser	Mineralstoff- gehalt	Glas	PET	Container
	<500	12	15	-
	500-1500	16	17	-
	>1500	15	10	-
Tafelwasser	-	5	19	4

Natürliche Estrogene		
Estradiol	µg/l	< 0,01
Estron	µg/l	< 0,01
Estriol	µg/l	< 0,01
Synthetische Estrogene		
17α-Ethinylestradiol	µg/l	< 0,01
Mestranol	µg/l	< 0,01
Phytoestrogene		
β-Sitosterol	µg/l	< 0,01
Metabolit		
16α-Hydroxyestron	µg/l	< 0,01

Gesamtzahl 40 = 37 Abfüllungen + 3 Nutzungen

Mineralstoff- gehalt	Glas	PET	Nutzungen
<500	2	15	1
500-1500	3	11	1
>1500	1	5	1

Parameter	Ergebnisse ng/l
4-tert-Butylphenol	< 10
4-tert-Octylphenol	< 10
BHA	< 10
BHT	50*
4-Nonylphenol	< 20
Bisphenol A	< 10

* = siehe detaillierte Auswertung

Gesamtzahl 68

Mineralstoff- gehalt	Glas	PET	Nutzungen
<500	-	9	-
500-1500	2	8*	1
>1500	1*	47	-

* pos	-	-	-
BHT	-	4	-
	1	-	-

Produkt	aktuelle Füllung	9 Monate gelagerte Füllung
A / PET	2600 ng/l	6200 ng/l
B / PET	800 ng/l	4800 ng/l
C / Glas	-	2800 ng/l

Hersteller	Zustand/ Gebinde	Direktmessung	Messung nach 10 Tagen Lagerung bei 40 °C
A	gebraucht	130	4100
A	neu	80	3700
B	gebraucht	110	270
C	gebraucht	40	130
	neu	20	130
	neu	40	220
D	gebraucht alt	80	3800
	neu	30	400

- **Fallbeispiel 1**
 - Nickelmigration in verchromten Trinkwasserarmaturen

- **Fallbeispiel 2**
 - Natriummigration aus Glasflaschen

- **Fallbeispiel 2**
 - Natriummigration aus Glasflaschen

Gebinde	Ausgangswert Na mg/l	nach 6 Monaten Lagerung Na mg/l
0,5 l PET	0,5	0,5
0,25 l Glas	0,5	3,2
0,5 l Glas	0,5	6,5
0,75 l Glas	0,5	1,5

- **Globalmigration**
- **Spezifische Migration**
- **Sensorik**
- **Sekundärstoffe?**

RICHTLINIE 2002/72/EG DER KOMMISSION

ANHANG II

**VERZEICHNIS DER MONOMERE UND SONSTIGEN AUSGANGSSTOFFE, DIE
BEI DER HERSTELLUNG VON BEDARFSGEGENSTÄNDEN AUS KUNSTSTOFF
VERWENDET WERDEN DÜRFEN**

ALLGEMEINE EINLEITUNG

3. Das Verzeichnis nennt auch nicht die folgenden Stoffe, die im Bedarfsgegenstand aus Kunststoff, der für den Kontakt mit Lebensmitteln bestimmt ist, enthalten sein könnte:

a) Stoffe, wie beispielsweise:

- Verunreinigungen in den verwendeten Stoffen
- Reaktionszwischenprodukte;
- Abbauprodukte

Nachweis durch Screening Analysen (SBSE Anreicherung/GC-MSAnalytik)

Limonen	Luftübertragung
Pinen	Luftübertragung
Caren	Luftübertragung
Butylglycolacetat	Kartonverpackung
2,6 Diisopropylnaphthalin	Kartonverpackung (Recyclingpapier)
2,4-di tert. Butylphenol	Abbauprodukt von zugelassenem Antioxidant
Nonanal	Abbau von Gleitmitteln
Decanal	Abbau von Gleitmitteln
Fettsäuren / -amide	Gleitmittel aus Verschlüssen
Phthalate / Ersatzstoffe	Verunreinigungen
(Dibutylphthalat, Benzylbutylphthalat, Diethylhexylphthalat, Butylcitrat)	

- **Screening eines ausländischen Kunststoffverschlusses**
 - **SML-Werte / Globalmigration eingehalten**
 - **Sensorik - auffällig**
 - **Nachweis von Spurenstoffen im ng/l-Bereich**

Verschluss bedruckt
GC-MS-Screening auf organische Verbindungen
nach SBSE-Anreicherung

Substanzen	CAS Nr.
2-Butenoic acid, 3-methyl-, methyl ester	924-50-5
Xylene	106-42-3
Styrene	100-42-5
Hexanal, 2-ethyl-	123-05-7
Benzene, -trimethyl-	526-73-8
3-Carene	13466-78-9
Benzene, -methyl-methylethyl-	527-84-4
D-Limonene	5989-27-5
Eucalyptol	470-82-6

Substanzen	CAS Nr.
2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (S)-	2244-16-8
Naphthalene, -methyl-	90-12-0 91-57-6
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyletylidene)-	586-62-9
Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-5-methyl-	88-60-8
Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	93-15-2
Ethanone, 1-[4-(1-methylethenyl)phenyl]-	5359-04-6
Benzeneethanal, 4-[1,1-dimethylethyl]- .alpha.-methyl-	61307-73-1
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-	719-22-2
2,5-di-tert-Butyl-1,4-benzoquinone	2460-77-7

Substanzen	CAS Nr.
2-Butoxyethyl acetate	112-07-2
Benzene, -tetramethyl-	527-53-7
Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3
Cyclohexanemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	498-81-7
Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, trans-	89-80-5
Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-	10458-14-7
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	562-74-3
3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-, (S)-	10482-56-1
Anisole, p-allyl-	140-67-0

Substanzen	CAS Nr.
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	96-76-4
(+)-Longicamphenylone	1000161-37-1
Caryophyllene oxide	1139-30-6
Cedrol	77-53-2
Benzophenone	119-61-9
Cyclopentaneacetic acid, 3-oxo-2-pentyl-, methyl ester	24851-98-7
Nonylphenol Isomers	25154-52-3
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde	1620-98-0
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	84-69-5
Bayer 28,589	728-40-5
7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione	82304-66-3
Benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, methyl ester	6386-38-5

**Screening von Kartonmaterialien
Kartonmaterial neu für Verschlüsse
GC-MS-Screening auf organische Verbindungen
nach SBSE-Anreicherung**

Substanzen	CAS Nr.
Styrene	100-42-5
.alpha.-Pinene	7785-70-8
Benzaldehyde	100-52-7
3-Octanone	106-68-3
2-Octanone	111-13-7
Benzene, -dichloro-	106-46-7
1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7
Benzyl Alcohol	100-51-6
2-Octenal, (E)-	2548-87-0

Substanzen	CAS Nr.
Acetophenone	98-86-2
1-Octanol	111-87-5
2-Nonanone	821-55-6
3-Nonen-2-one	14309-57-0
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)-	464-49-3
1-Propanone, 1-phenyl-	93-55-0
1H-Indene, 1-ethenyl-2,3-dihydro-	51783-46-1
2,4-Nonadienal, (E,E)-	5910-87-2
Benzene, cyclopentyl-	700-88-9
2-Undecanone	112-12-9
Benzenamine, -dichloro-	95-82-9
Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl-	464-17-5

Substanzen	CAS Nr.
2(3H)-Furanone, dihydro-5-pentyl-	104-61-0
Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	93-15-2
Naphthalene, -dimethyl-	581-40-8
5,9-Undecadien-2-one, 6,10-dimethyl-, (E)-	3796-70-1
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-	719-22-2
Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(1-propenyl)-	93-16-3
Tributyl phosphate	126-73-8
o-Hydroxybiphenyl	90-43-7
1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene, [1aR-(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	25246-27-9
Cedrol	77-53-2
Benzophenone	119-61-9

Substanzen	CAS Nr.
Phenanthrene	120-12-7
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	84-69-5
Ethanone, 2,2-dimethoxy-1,2-diphenyl-	24650-42-8
Dibutyl phthalate	84-74-2
9,10-Anthracenedione	84-65-1
Thunbergol	25269-17-4
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	60-33-3
9-Octadecenoic acid, (E)-	112-79-8
1-Propene-1,2,3-tricarboxylic acid, tributyl ester	7568-58-3
Butyl citrate	77-94-1
Benzyl butyl phthalate	85-68-7

- **Abgegebenes Wasser ist sicher**
- **Gesetzliche Anforderungen an Transportsysteme / Verpackungen werden erfüllt**
- **Analytik**
Ständig fortschreitende Analytik bringt neue Nachweise von Verbindungen
- **Forschungsaktivitäten**
zum Migrationsverhalten von Primär- und Sekundärverpackungen im Spurenbereich
- **Nachholbedarf für biologische Studien und Beurteilung der Auswirkungen von „Spurenstoffen“ auf den Organismus**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Im Maisel 14 · D-65232 Taunusstein

Telefon: +49 (0)6128 744-334

Telefax: +49 (0)6128 744-9906

Internet: www.institut-fresenius.de

E-Mail: herbert.zerbe@institut-fresenius.de

WHEN YOU NEED TO BE SURE

SGS