

Hintergrund

Säuglingstrinkflaschen sind beim Transport sowie bei ihrer alltäglichen Verwendung verschiedenen Kontaminationsquellen ausgesetzt. Dabei können sie Substanzen aus der Umgebung (u.a. Verpackungsmaterial, Umgebungsluft) über die Gasphase ad- und absorbieren. Die Migration charakteristischer Druckfarben-Komponenten, Recyclingindikatoren und Bestandteile ätherischer Öle aus Säuglingstrinkflaschen aus dem Handel ist aus der Literatur [1, 2] bekannt.

Ziel der durchgeführten Untersuchungen war es, das Sorptionsverhalten verschiedener Materialien für Säuglingstrinkflaschen wie **Silikon**, **Polypropylen (PP)**, **Tritan™ Copolyester**, **Polyphenylsulfon (PPSU)**, **Polycarbonat (PC)** und **Polyamid 12/MACMI (PA)** sowie das der Referenzen **Glas** und **Tenax** gegenüber ausgewählten Standardsubstanzen zu vergleichen. Zusätzlich wurden haushaltsüblich angewendete (De-)Kontaminationsprozesse bei der Wasserdampfsterilisation und der Reinigung in der Geschirrspülmaschine untersucht.

Zusammenfassung

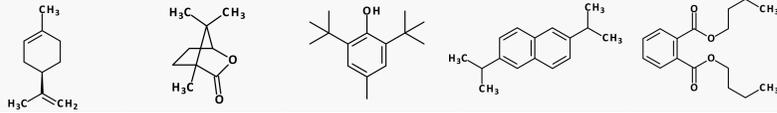
Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Sorptionsprozesse insbesondere über die Gasphase an die betrachteten Materialien erfolgen. Dabei ist die Sorptionsfähigkeit von der materialtypischen Glasübergangstemperatur und kontaminantenspezifischen Einflussfaktoren wie dem Dampfdruck und der Polarität abhängig.

Die für Säuglingstrinkflaschen am häufigsten verwendeten Materialien PP und Silikon besitzen ein sehr starkes Ad- und Absorptionsvermögen, sodass sorbierte Substanzen mittels Wasserdampfsterilisation nur ungenügend entfernt werden können. Insbesondere Silikon weist eine sehr starke Sorption von Nio-Tensiden, Farb- und Duftstoffen bei der Reinigung in der Geschirrspülmaschine auf.

Glas zeigt eine sehr schwache Adsorptionsfähigkeit, die eine vollständige Entfernung der adsorbierten Substanzen mit der Wasserdampfsterilisation ermöglicht. Neben Glas besitzen auch Kunststoffe mit hohen Glasübergangstemperaturen, wie PPSU und PA, eine ebenfalls geringe Sorptionsfähigkeit.

Standardsubstanzen zur gezielten Kontamination

Auswahl: Limonen, Eucalyptol, Campher, Butylhydroxytoluol, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentandiolisobutyrate, Benzophenon, Ethyl-4-(dimethylamino)benzoat, 2,6-Diisopropyl-naphthalin, Dibutylphthalat, Bisphenol A

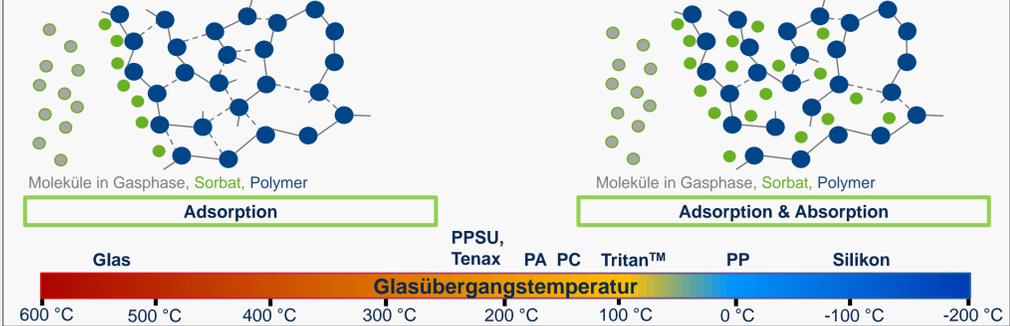


	Limonen	Campher	Butylhydroxytoluol (BHT)	2,6-Diisopropyl-naphthalin (DIPN)	Dibutylphthalat (DBP)
Vorkommen	Duftstoff, ätherische Öle	Duftstoff, ätherische Öle	Antioxidans in Druckfarben	Durchschlagpapier, Recyclingpapier	Weichmacher in Klebstoffen
Molmasse [g/mol]	136,2	152,2	220,4	212,3	278,3
Dampfdruck 25 °C [Torr]	1,5	2,3·10 ⁻¹	6,2·10 ⁻³	1,5·10 ⁻³	1,1·10 ⁻⁴
pOW	4,6	2,1	5,2	6,2	4,8

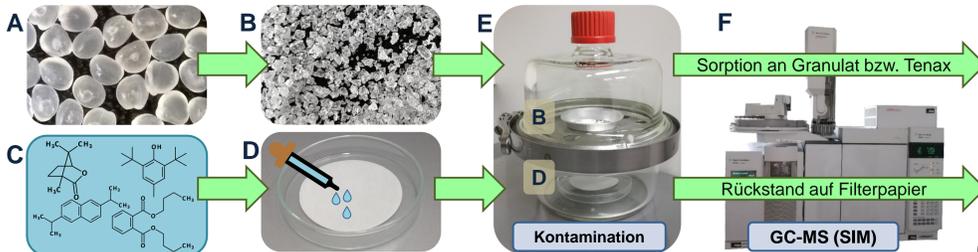
Sorptionsprozesse an (teil-)amorphen Polymeren

Temperatur < Glasübergangstemperatur

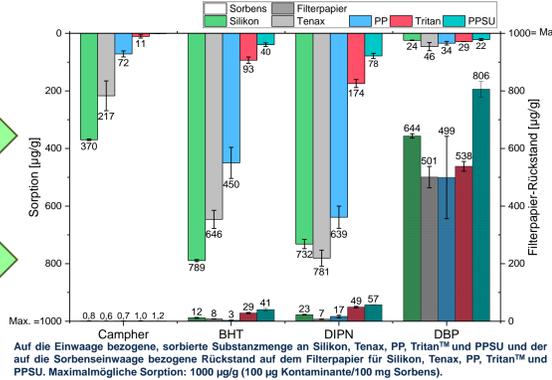
Temperatur > Glasübergangstemperatur



Sorption an vermahlene Granulaten und Tenax?

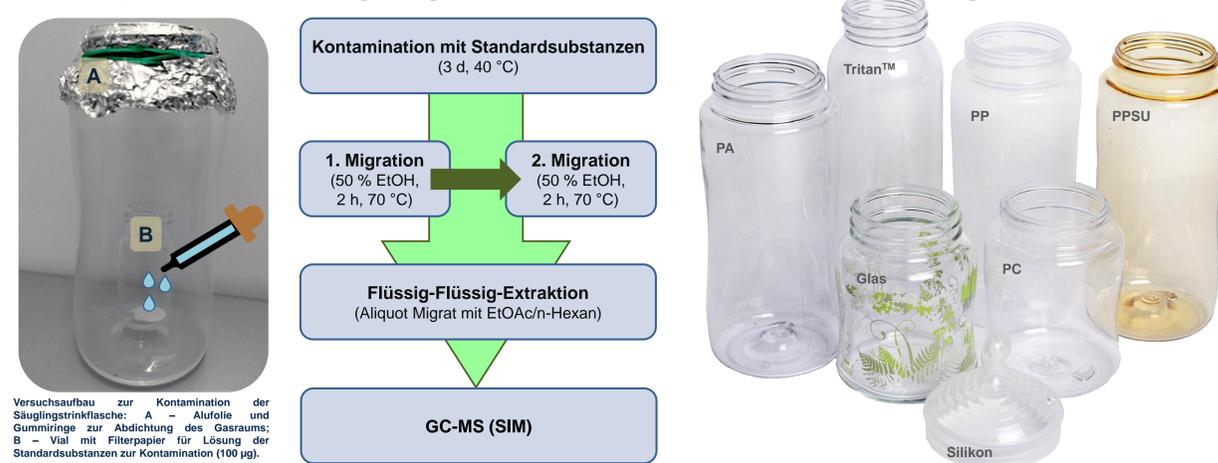


A – Granulat; B – kryogen vermahlene Granulat; C – Auswahl Standardsubstanzen (Limonen, BHT, DIPN, DBP) in Standardlösung; D – Standardlösung auf Filterpapier in Petrischale zur Kontamination; E – Kontamination in Migrationskammer (Inkubationsbedingungen: 100 mg Sorbens, 100 µg je Standardsubstanz, 24 h, 40 °C); F – Analyse mittels GC-MS (SIM) nach Extraktion (Extraktionsbedingungen: EtOAc/n-Hexan (1/1, v/v), 1 h, USB).

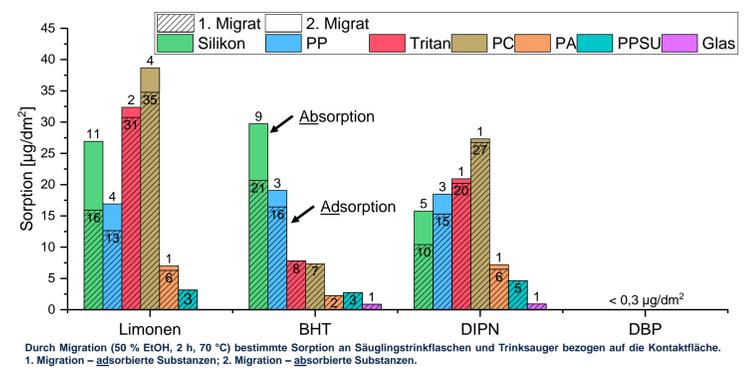


- Material- & substanzabhängige Sorption**
 - Dampfdruck der Kontaminante
 - Polarität
 - Oberflächengröße
- Sorptionsfähigkeit**
 - Silikon & Tenax: sehr stark
 - PP: um Faktor 1,5 geringer
 - Tritan™ & PPSU: um Faktor 5 geringer

Sorption an Säuglingstrinkflaschen und Trinksauger?



Versuchsaufbau zur Kontamination der Säuglingstrinkflasche: A – Alufolie und Gummiringe zur Abdichtung des Gasraums; B – Vial mit Filterpapier für Lösung der Standardsubstanzen zur Kontamination (100 µg).



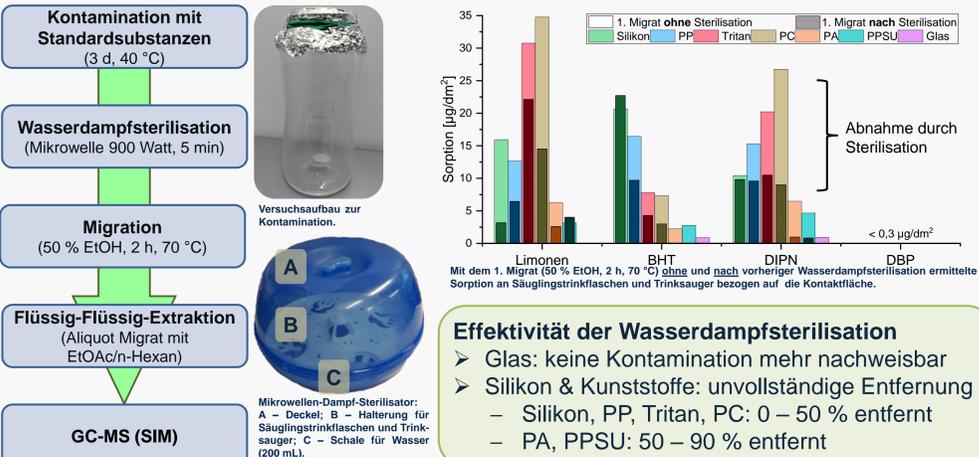
Durch Migration (50 % EtOH, 2 h, 70 °C) bestimmte Sorption an Säuglingstrinkflaschen und Trinksauger bezogen auf die Kontaktfläche. 1. Migration – adsorbierte Substanzen; 2. Migration – absorbierte Substanzen.

Generelle Reihenfolge der Sorptionsfähigkeit
(unter Berücksichtigung aller Standardsubstanzen)
Silikon > PP > Tritan™ ~ PC > PA ~ PPSU > Glas

➤ Korrelation mit Glasübergangstemperatur der Materialien

Haushaltsübliche Anwendungen

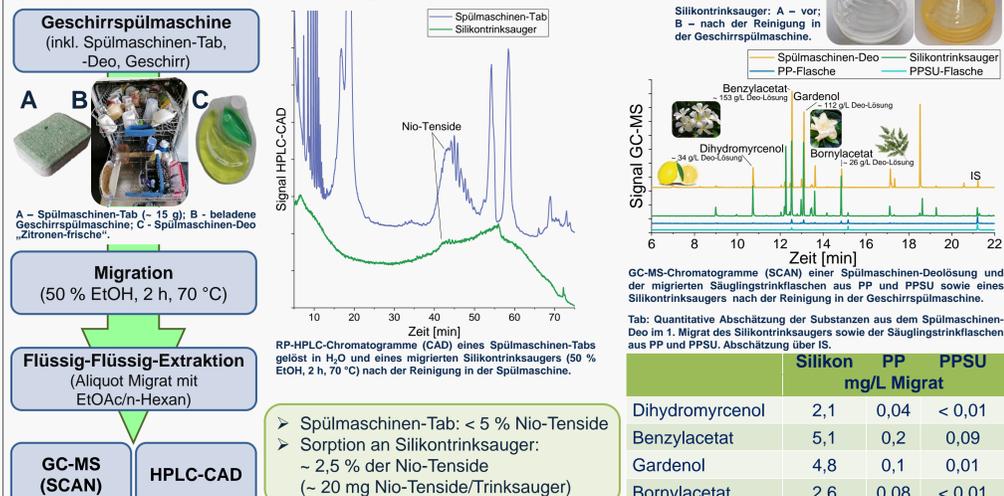
Dekontamination durch Wasserdampfsterilisation?



Effektivität der Wasserdampfsterilisation

- Glas: keine Kontamination mehr nachweisbar
- Silikon & Kunststoffe: unvollständige Entfernung
 - Silikon, PP, Tritan, PC: 0 – 50 % entfernt
 - PA, PPSU: 50 – 90 % entfernt

Sorption bei der Reinigung in der Geschirrspülmaschine?



➤ Spülmaschinen-Tab: < 5 % Nio-Tenside
➤ Sorption an Silikontrinksauger: ~ 2,5 % der Nio-Tenside (~ 20 mg Nio-Tenside/Trinksauger)

	Silikon	PP	PPSU
Dihydromyrcenol	2,1	0,04	< 0,01
Benzylacetat	5,1	0,2	0,09
Gardenol	4,8	0,1	0,01
Bornylacetat	2,6	0,08	< 0,01

