

Martin Eckardt, Thomas Simat

Professur für Lebensmittelkunde und Bedarfsgegenstände, Technische Universität Dresden, Bergstraße 66, 01062 Dresden

## Hintergrund

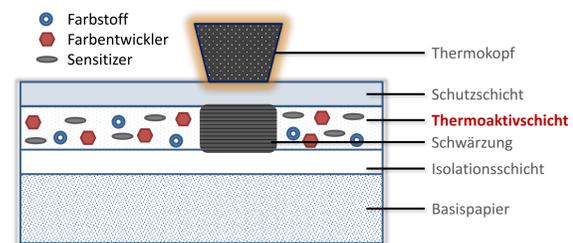
Thermopapiere stellen laut Untersuchungen der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit neben Lebensmitteln die zweitgrößte Expositionsquelle für Bisphenol A (BPA) dar.<sup>[1]</sup> Während BPA aufgrund seiner kontrovers diskutierten, potentiellen toxikologischen und endokrinen Wirkungen für den Lebensmittelkontakt immer strenger reguliert wird (z.B. generelles Verbot für Babyflaschen aus Polycarbonat), existieren für Thermopapiere keine Einschränkungen.

Die mehrschichtig aufgebauten Thermopapiere finden als Kassensquittungen, Fahr- und Eintrittskarten, Barcode- und Preisschilder ubiquitäre Verwendung. Ihre Bedruckung wird durch eine thermisch induzierte, chemische Reaktion zwischen Leukofarbstoffen und Farmentwickler-Substanzen realisiert. So genannte Schmelzpunkt-Regulatoren (Sensitizer) sorgen dafür, dass die Farbentwicklung bereits bei moderaten Temperaturen stattfinden kann. Bisphenole wie BPA sind Protonen-Donatoren und fungieren im Thermopapier als Farmentwickler. Farmentwickler und Sensitizer liegen in der Thermoaktivschicht der Papiere als Monomere frei vor und können etwa durch direkten Kontakt auf die Haut des Menschen übergehen.<sup>[2]</sup>

Ziel der Arbeit war es, einen Marktüberblick hinsichtlich der Verwendung von BPA und alternativen Farmentwicklern sowie weiterer extrahierbarer Substanzen in Thermopapieren zu erhalten. Dazu wurden zwischen Januar und August 2015 insgesamt 114 Thermopapierproben, vorwiegend in Sachsen, gesammelt und analysiert.



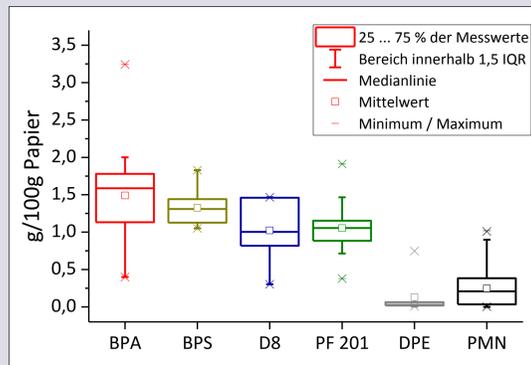
### Aufbau Thermopapier



## Gehalte im Thermopapier

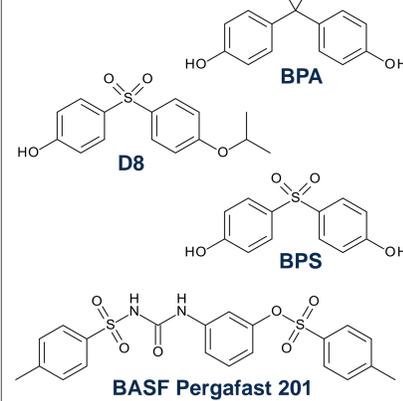
Sowohl BPA als auch die alternativen Farmentwickler werden in Gehalten von 0,3 bis 3,2 Gewichtsprozent (35 bis 200 µg/cm<sup>2</sup>) im Thermopapier eingesetzt. Ein typischer Kassensbon (15 x 8 cm) enthält damit im Mittel etwa 8 mg Farmentwickler!

Die Sensitizer DPE (90,3 %) und PMN (98,2 %) sind in fast allen Thermopapieren enthalten. Median: 0,03 g/100g (DPE) und 0,21 g/100g (PMN).

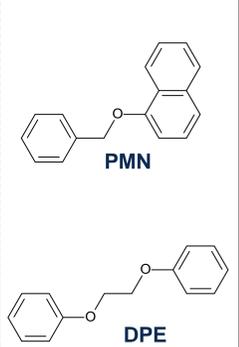


## Substanzen

### Farmentwickler

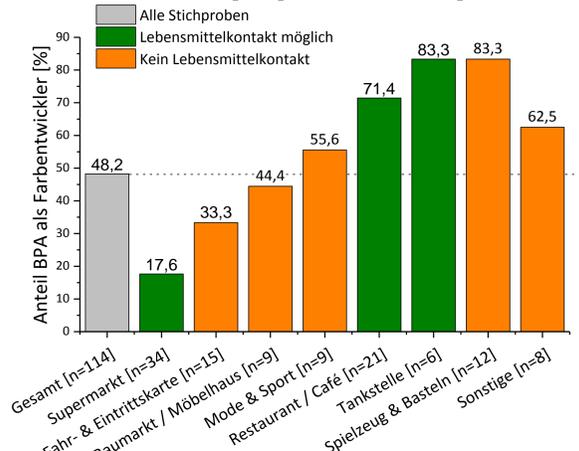
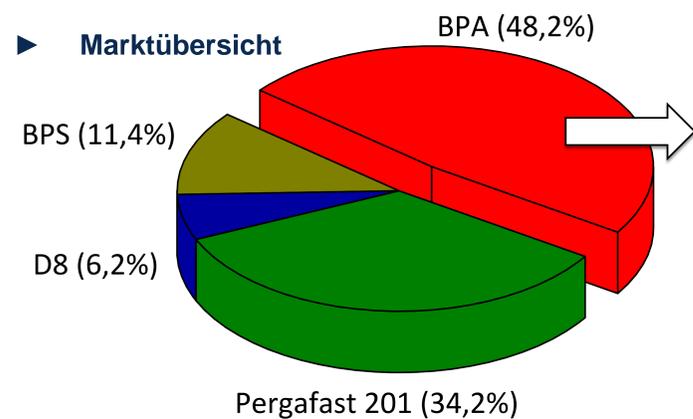


### Sensitizer



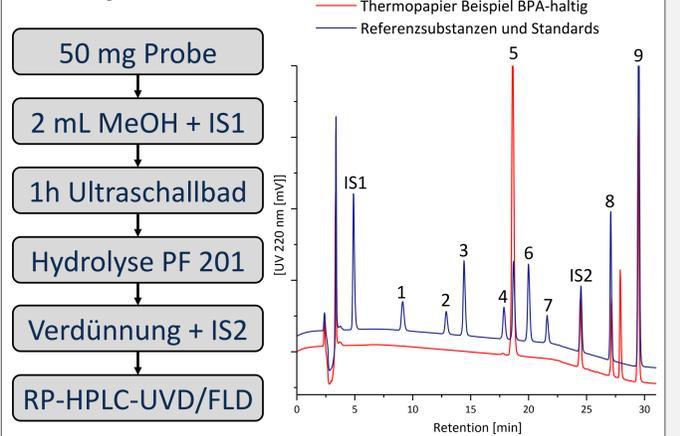
## BPA und alternative Farmentwickler in 114 Thermopapier-Stichproben

### Marktübersicht



- ▶ Bisphenol-Derivate sind die dominierenden Farmentwickler am Markt (> 65%)
- ▶ BPA wird in fast der Hälfte aller untersuchten Thermopapiere verwendet
- ▶ BASF Pergafast 201 (Harnstoff-Derivat) ist die am häufigsten genutzte Alternative
- ▶ In großen Supermärkten und Discountern ist BPA nahezu vollständig ersetzt
- ▶ Kleine Geschäfte und Restaurants setzen nach wie vor auf BPA in ihren Papieren

## Analytik



Substanzen: [1] Bisphenol S (BPS), [2 & 4] Hydrolyseprodukte Pergafast 201 (PF 201), [3 & 6] Bisphenol F para bzw. ortho (BPF), [5] Bisphenol A (BPA), [7] D8, [8] 1,2-Di-phenoxyethan (DPE), [9] 1-Phenylmethoxy-Naphthalen (PMN)

## Diskussion und Bewertung

- ▶ Eine Überschreitung des TDI für BPA (4 µg/kg KG & Tag) wird durch dermalen Kontakt mit Thermopapier nicht erreicht.<sup>[2]</sup> Dennoch sollte darauf geachtet werden, dass Kinder nicht mit Thermopapieren spielen oder diese in den Mund nehmen.
- ▶ Strukturanaloge Bisphenol-Derivate (BPA, BPS, BPF) besitzen nachweisbare Bindungsaffinitäten zu Estrogen-Rezeptoren. Die hormonelle Wirksamkeit, etwa im Vergleich zum 17β-Estradiol, ist jedoch um mindestens fünf Größenordnungen geringer.<sup>[3]</sup>
- ▶ Trotz der strukturellen Ähnlichkeit zeigt D8 in in-vitro Studien keine eindeutigen Hinweise auf hormonähnliche Wirksamkeit.<sup>[4]</sup>
- ▶ Zu Pergafast 201 existiert nur eine geringe Datenlage. Eine hormonelle Aktivität wird nicht angenommen. Die Toxizität gegenüber Wasserorganismen wird hingegen als hoch, die biologische Abbaubarkeit als sehr niedrig eingeschätzt.<sup>[4]</sup>

## Literatur

- [1] Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs, EFSA Journal (2015), 13(1):3978.  
 [2] Transfer of bisphenol A from thermal printer paper to the skin; Biedermann, S.; Tschudin, P.; Grob, K., Anal Bioanal Chem (2010), 398:571-576.  
 [3] Endocrine activity of alternatives to BPA found in thermal paper. Goldinger, D.M. et al., Regulatory Toxicology and Pharmacology (2015), 71(3), 453-462.  
 [4] Bisphenol A alternatives in thermal paper. EPA, Final Report (2014).

