

4.3 Toilettenpapier, Altpapier und Zellulose

Anhand der niedrigen Wiederfindungsraten des Surrogatstandards BPA-d₁₆ in den untersuchten Toilettenpapieren (Anhang, Tabelle 8-60) wurde deutlich, daß die Aufbereitung der Extrakte per Gelpermeationschromatographie für Papierproben nicht geeignet war. Sie wurde deshalb im Anschluß aus dem Aufbereitungsgang herausgenommen, was zu sehr guten Wiederfindungsraten von 76 – 117 % und niedrigeren Nachweisgrenzen führte (Anhang, Tabelle 8-60, Tabelle 8-61). Ausnahme war mit nur ~ 14 % Wiederfindung die Altpapierprobe 4 (AltP4), die Ursache dafür ist unbekannt. Die geringen Wiederfindungsraten schränken die Interpretierbarkeit der in den Toilettenpapierproben und Altpapierprobe 4 ermittelten BPA-Konzentrationen ein.

In den Proben der Toilettenpapiere TP 1, TP 2 und TP 3 wurden BPA-Konzentrationen von 45,5 mg · kg⁻¹ TR, 46,1 mg · kg⁻¹ TR bzw. 3,2 mg · kg⁻¹ TR ermittelt (Tabelle 4-7, Abbildung 4-16). Nur 0,39 mg · kg⁻¹ TR, 0,43 mg · kg⁻¹ TR bzw. 0,16 mg · kg⁻¹ TR des BPA wurden im Mittel im DEV S4-Test^[457] innerhalb 24 h ausgelaugt, dies entspricht ~ 0,9 % des BPA aus TP 1 und TP 2 sowie 4,9 % des BPA aus TP 3 (Tabelle 4-7).

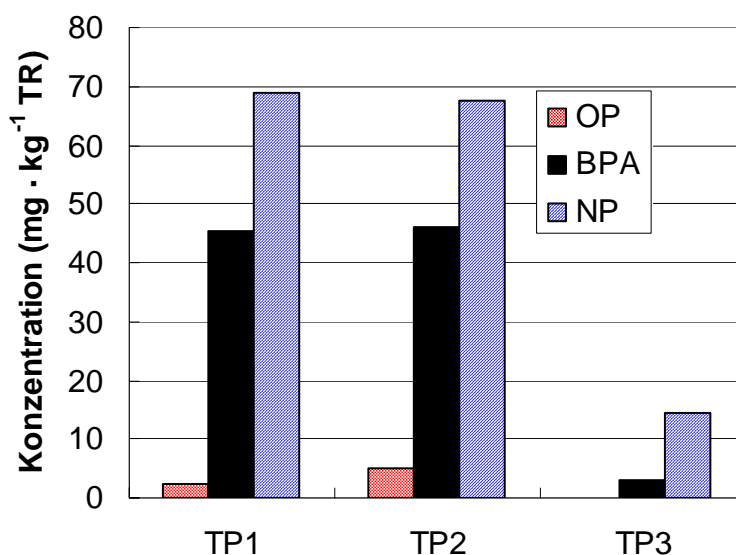


Abbildung 4-16: Konzentrationen von Xenoestrogenen in Toilettenpapier

BPA: Bisphenol A; NP: Nonylphenol; OP: Octylphenol; TP: Toilettenpapier; TR: Trockenrückstand

In den sieben untersuchten Altpapierfraktionen wurden BPA-Konzentrationen von 0,09 bis 5,1 mg · kg⁻¹ TR gemessen (Tabelle 4-7, Abbildung 4-17). Die höchsten Konzen-

trationen traten mit 5,1 bzw. 4,23 mg · kg⁻¹ TR in Chromokarton bzw. Wellpappe auf, die niedrigsten mit 0,09 bzw. 0,21 mg · kg⁻¹ TR in Katalogen bzw. Magazinen. 0,003 – 0,21 mg · kg⁻¹ TR (0,7 – 8,1 %) des BPA wurden im DEV S4-Test ^[457] ausgelaugt, die höchste Masse aus Wellpappe, die geringste aus Katalogen.

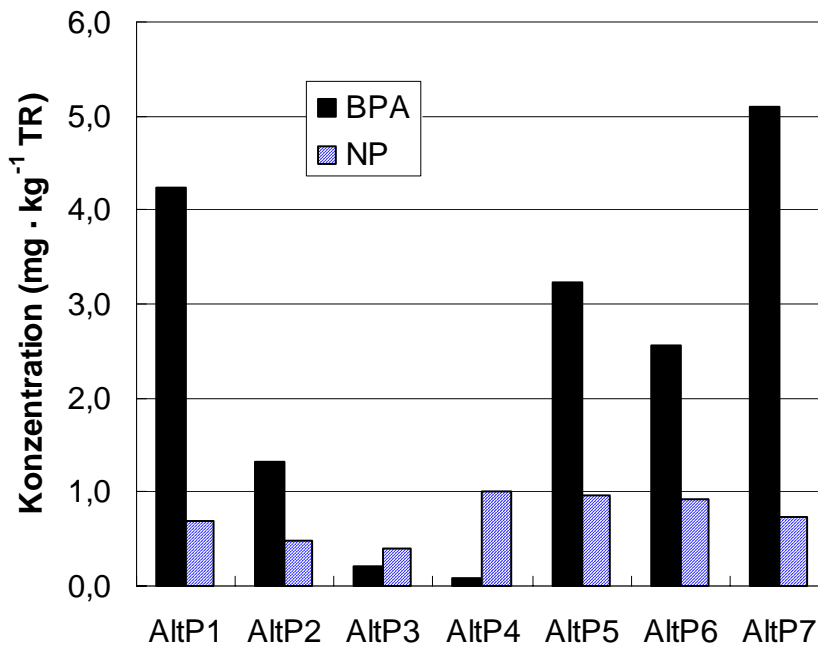


Abbildung 4-17: Konzentrationen von Xenoestrogenen in Altpapier

AltP1: Braune Wellpappe; AltP2: Werbebeilagen; AltP3: Magazine;
 AltP4: Kataloge; AltP5: Tageszeitungen; AltP6: Kostenlose Werbezei-
 tungen; AltP7: Chromokarton; BPA: Bisphenol A; NP: Nonylphenol;
 TR: Trockenrückstand

Kein oder sehr wenig BPA war in den drei untersuchten Zelluloseproben nachweisbar (Tabelle 4-7). Da die drei pro Probe durchgeführten Bestimmungen zu uneinheitlichen Ergebnissen unter bzw. knapp über der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze von BPA führten, werden die BPA-Konzentrationen in allen drei Proben insgesamt als nicht quantifizierbar (< BG) bewertet.

Tabelle 4-7: Konzentrationen von Bisphenol A in sowie Auslaugung von BPA im DEV S4-Test aus Papier- und Zelluloseproben

Probe	BPA (mg · kg ⁻¹ TR)	Auslaugung im DEV S4			
		(1) (mg · kg ⁻¹ TR)	(2) (mg · kg ⁻¹ TR)	MEAN (mg · kg ⁻¹ TR)	MEAN (M.-%)
TP1	45,53	0,40	0,38	0,39	0,86
TP2	46,10	0,40	0,46	0,43	0,94
TP3	3,15	0,16	0,15	0,155	4,91
AltP1	4,23	0,20	0,21	0,205	4,89
AltP2	1,32	0,08	0,08	0,08	6,37
AltP3	0,21	0,02	0,02	0,02	8,07
AltP4	0,09	0,003	0,003	0,003	3,50
AltP5	3,24	0,16	0,17	0,165	5,17
AltP6	2,56	0,16	0,15	0,155	5,92
AltP7	5,10	0,03	n. m.		0,68 *
Zell1	(n. q.) ⁽¹⁾	n. m.	n. m.		
Zell2	(n. q.) ⁽²⁾	n. m.	n. m.		
Zell3	(n. q.) ⁽³⁾	n. m.	n. m.		

* Einzelwert; n. d.: nicht detektierbar; n. m.: nicht ermittelt; n. q.: nicht quantifizierbar;

AltP: Altpapier; BPA: Bisphenol A; Zell: Zellulose; TP: Toilettenpapier; TR: Trockenrückstand; WF: Wiederfindungsrate;

AltP1: Braune Wellpappe; AltP2: Werbebeilagen; AltP3: Magazine; AltP4: Kataloge; AltP5: Tageszeitungen; AltP6: Kostenlose Werbezeitungen; AltP7: Chromokarton

⁽¹⁾ 3 Bestimmungen mit 22,2 µg · kg⁻¹ TR, n. d., n. d.;

⁽²⁾ 3 Bestimmungen mit n. q., n. q., n. d.;

⁽³⁾ 3 Bestimmungen mit 56,4 µg · kg⁻¹ TR, n. q., n. d.

Da auf den Chromatogrammen weitere z. T. deutliche Peaks auftraten, deren Retentionszeiten mit jenen von Octylphenol, Nonylphenol, Nonylphenolmonoethoxylat und -diethoxylat übereinstimmten, wurden auch die zu den Massenfragmenten dieser Substanzen gehörenden Peaks integriert und im Verhältnis zum Surrogatstandard 4-n-Nonylphenol quantifiziert (zu den Einzelheiten der GC/MS-Analytik siehe ^[51]).

In den Toilettenpapieren betragen die OP-Konzentrationen ≤ 5,1 mg · kg⁻¹ TR, die NP-Konzentrationen bis 69 mg · kg⁻¹ TR, die NP1EO-Konzentrationen bis 31 mg · kg⁻¹ TR und die NP2EO-Konzentrationen 57 bis 428 mg · kg⁻¹ TR (Tabelle 4-8, Abbildung 4-16). TP3 war auch mit diesen vier Substanzen am geringsten belastet.

In den sieben Altpapierfraktionen wurden die Konzentrationen der beiden Alkylphenole quantifiziert. Die OP-Konzentrationen betragen in allen Fällen < 0,1 mg · kg⁻¹ TR, jene von NP 0,4 – 1,0 mg · kg⁻¹ TR (Tabelle 4-8, Abbildung 4-17).

Unter den Zelluloseproben waren nur in ZL3 quantifizierbare – und zugleich sehr geringe – Mengen an NP, NP1EO, NP2EO vorhanden (Tabelle 4-8). OP war in den Zellulosen nicht nachweisbar.

Tabelle 4-8: Konzentrationen von Alkylphenolen und Nonylphenolmono- und -diethoxylat in Papier- und Zelluloseproben

Probe	OP	NP	NP1EO	NP2EO
TP1	2,2	68,9	11,6	74,1
TP2	5,1	67,5	31,1	428
TP3	n. d.	14,3	10,0	57,3
AltP1	0,09	0,70	n. m.	n. m.
AltP2	0,03	0,48	n. m.	n. m.
AltP3	0,06	0,40	n. m.	n. m.
AltP4	0,09	1,01	n. m.	n. m.
AltP5	0,03	0,96	n. m.	n. m.
AltP6	0,03	0,92	n. m.	n. m.
AltP7	0,04	0,74	n. m.	n. m.
Zell1	n. d.	n. d.	n. q.	n. d.
Zell2	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Zell3	n. d.	0,04	0,06	0,16

Alle Angaben MEAN und in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ TR;

n. d.: nicht detektierbar; n. m.: nicht ermittelt; n. q.: nicht quantifizierbar;

AltP: Altpapier; Zell: Zellulose; NP: Nonylphenol; NP1EO: Nonylphenolmonoethoxylat; NP2EO: Nonylphenoldiethoxylat; OP: Octylphenol; TP: Toilettenpapier; TR: Trockenrückstand; WF: Wiederfindungsrate;

AltP1: Braune Wellpappe; AltP2: Werbebeilagen; AltP3: Magazine; AltP4: Kataloge; AltP5: Tageszeitungen; AltP6: Kostenlose Werbezeitungen; AltP7: Chromokarton