

5.4 Belastung von Altpapier, Toilettenpapier und Zellulose mit BPA

In den Toilettenpapieren wurde BPA in Konzentrationen von bis zu $46,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ TR}$ ermittelt, in den Altpapierfraktionen maximal $5,1$ bzw. $4,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ TR}$ in den Fraktionen "Chromokarton" und "braune Wellpappe".

Recyclingtoilettenpapier enthält monomeres BPA in erheblichen Mengen, das offenbar aus dem Ausgangsmaterial stammt. Während der Verarbeitung von Altpapier zu Hygienepapier wird BPA nicht eingesetzt^[182]. Die BPA-Konzentrationen im Altpapier korrespondieren mit dem Anteil des zur Produktion der jeweiligen Produkte eingesetzten Recyclingpapiers, der bei Pappe (AltP 1 und 7) höher ist als bei Zeitungen (Fraktionen 5 und 6) und gestrichenen Druckpapieren (Fraktionen 2, 3 und 4). Im Falle der NP-Konzentrationen ist dieser klare Zusammenhang nicht erkennbar. Auch dieser Unterschied deutet darauf hin, daß die BPA-Belastung eher aus dem Ausgangsmaterial stammt und die NP-Belastung möglicherweise eher aus dem Prozeß. Eine Rückbelastung des Materials mit und damit die Aufkonzentrierung von hydrophoben Stoffen wie BPA und NP im Material dürfte ggf. auch durch das Recyceln von Deinkingschlamm und Klärschlamm aus den betriebseigenen Kläranlagen verursacht werden, da sich die Kontaminanten in den Schlämmen anreichern.

Die BPA-Konzentrationen im Altpapier waren durchweg 1 – 2 Größenordnungen niedriger als in 2 der 3 Toilettenpapiere. In diesen Fällen könnte während der Altpapierverarbeitung eine Akkumulation von BPA in oder an der Faser stattgefunden haben. Auch ein deutlich höherer BPA-Gehalt im für die Herstellung der untersuchten Toilettenpapierchargen verarbeiteten Altpapier kommt als Grund in Betracht.

Trotz der eingeschränkten Interpretierbarkeit der Meßwerte der Toilettenpapiere (Kapitel 4.3) kann festgestellt werden, daß die Höhe der BPA-Konzentrationen in demselben Bereich liegt wie die von VINGAARD ET AL.^[499] publizierten BPA-Konzentrationen von $0,6 - 24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ TR}$ (MEAN $6,21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ TR}$) in 9 Küchenrollentissuepapieren aus 80 – 100 % Recyclingpapier.

Toilettenpapier bildet einen der größten Massenströme in kommunalem Abwasser und gelangt in Deutschland zu ca. $0,5 \text{ Mio. t} \cdot \text{a}^{-1}$ in das Abwasser^[495]. Unter Verwendung des Mittelwertes der BPA-Konzentrationen in den 3 untersuchten Toilettenpapieren von $31,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ TR}$ ergibt dies für das Jahr 2000 eine BPA-Fracht in das kommunale

Abwasser von rund 16,6 t. Toilettenpapier ist damit eine bedeutende Emissionsquelle für BPA im kommunalen Abwasser. Dennoch können die hier präsentierten Werte bei weitem nicht die gesamte BPA-Fracht in die Kläranlagen erklären, v. a. angesichts der geringen BPA-Auslaugung aus dem Papier von 0,7 – 8,1 M.-% im DEV S4-Test. Dabei ist zu beachten, daß sich die Berechnung der BPA-Zulauffracht in die Kläranlagen in Kapitel 5.5 nur auf die wäßrige Phase, also filtrierte Proben, bezieht und die Gesamtzulauffrachten vermutlich wesentlich höher sind.

Wie die Analysen der Altpapierfraktionen zeigen (Kapitel 4.3), ist es im Laufe der Zeit zu einer allgemeinen Verteilung von BPA im Papierkreislauf gekommen. Zellulosen dagegen sind nicht mit BPA belastet (Tabelle 4-7). BPA wird also der Altpapierverarbeitung nicht nur durch Thermopapier, das meist BPA als Komponente der Farbentwicklungsschicht enthält, sondern auch durch das andere Altpapier zugeführt. Aufgrund der Kreislaufführung der Prozeßwässer kommt es vermutlich sowohl im Schlamm als auch im Wasser und in den zuvor nicht oder wenig belasteten Fasern zu einer Aufkonzentrierung von BPA, Untersuchungen darüber liegen nicht vor. Insgesamt lassen die hier untersuchten Proben eine Bilanzierung der BPA-Massenströme im Papierkreislauf und in Schlämmen und Abwasser nicht zu. Zu diesem Zweck müßte eine repräsentative Zahl an Proben aus allen Teilströmen des Papierkreislaufes und aus den Abfall- und Abwasserströmen untersucht werden.

LEISEWITZ & SCHWARZ ^[179] kalkulierten die Emissionen von BPA mit Abwasser und Schlamm aus dem Deinking bei der Altpapieraufbereitung durch die Papierindustrie für 1995 auf 1 t mit Abwasser und 13,5 t mit Klärschlamm. Allerdings wurde der Deinking-Schlamm der Altpapieraufbereitung mit Klärschlamm gleichgesetzt. Deinking-Schlamm wird jedoch nicht (mehr) landwirtschaftlich verwertet. Ohne Kreislaufführung des Prozeßwassers würde dieser Wirtschaftszweig – unter den Annahmen, daß 1) die hier gemessene mittlere BPA-Konzentration im Altpapier für das gesamte Altpapier repräsentativ ist, 2) im Jahr 2000 rund 11 Mio. t Altpapier recycelt wurden ^[499], 3) alles verarbeitete Altpapier gereinigt wurde, 4) 80 % des BPA mit dem Produkt und den anfallenden Schlämmen entzogen werden, 5) alle großen entsprechenden Betriebe über eine eigene Kläranlage verfügen, 6) diese Kläranlagen dieselbe mittlere Eliminationsleistung aufweisen wie kommunale Kläranlagen, 7) der anfallende Klärschlamm zu 60 % in der Landwirtschaft verwendet wird und 8) die Kläranlagenabläufe direkt in Vorfluter eingeleitet werden – mit 9,9 t BPA im Kläranlagenablauf und 4,5 t BPA · a⁻¹ im landwirt-

schaftlich verwerteten Klärschlamm eine bedeutendere Emissionsquelle bilden als die kommunale Abwasserreinigung. Die Reinigung wird jedoch meist mit zumindest teilgeschlossenen Wasserkreisläufen durchgeführt^[500], so daß von deutlich geringeren Emissionen mit dem Rohabwasser in die Kläranlagen ausgegangen werden kann.

In der Expositionsabschätzung der EU-Risikobewertung^[20] wird berichtet, daß in den Abläufen von Thermopapierproduktionsstandorten BPA-Konzentrationen zwischen 6 und 470 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ gemessen wurden. Dies führt zu abgeschätzten Emissionen in die europäische Umwelt von 38 $\text{kg} \cdot \text{a}^{-1}$. Das Recycling von Thermopapier führt im Szenario des angenommenen schlimmsten Falles demgegenüber zu geschätzten Emissionen von 315 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$. Das allgemeine Altpapierrecycling wird vom ECB^[20] nicht betrachtet, die Entsorgung von Abfällen nur mit Blick auf Kunststoffe, v. a. PC und PVC. Dennoch ist zu vermuten, daß die allgemeine Altpapierverarbeitung eine relevante Emissionsquelle für BPA in das kommunale Abwasser bzw. Vorfluter darstellt^[501].