PFAS in Abfallströmen
Zusammenfassung der Literaturstudie im Auftrag des VBSA, Stand Oktober 2024

Die vollständige Studie findet sich auf der VBSA-Homepage: www.vbsa.ch

Einführung

Ziel dieser Studie war die Auswirkungen der PFAS in Abfällen auf den Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) und deren Mitglieder aufzuzeigen. Dazu wurden die aktuellen Erkenntnisse rund um PFAS und deren Vorkommen in den einzelnen Abfallaufkommen und Abfallflüssen im Sinne einer Bestandesaufnahme zusammengefasst und Wissenslücken identifiziert. Hierzu wurde ausgewählte relevante Literatur mit Stand Oktober 2024 ausgewertet. Im Themengebiet der PFAS findet eine rasche Entwicklung statt, so dass in kurzer Frist mit neuen Informationen zu rechnen ist.

Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) sind langlebige Schadstoffe, die aufgrund ihrer wasser-, fett- und schmutzabweisenden Eigenschaften in vielen Produkten verwendet werden. Chemisch gesehen bestehen die organischen Verbindungen aus Kohlenstoffketten verschiedener Länge, bei denen die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind. Neben diesen Einzelsubstanzen werden auch polymere PFAS verwendet, die aus per- oder polyfluorierten Monomer-Einheiten bestehen. Beispiele hierfür sind PTFE (Teflon®, Gore-Tex®) und PVDF. PFAS sind im Rahmen der Abfallentsorgung und -verwertung relevant, da sie nicht nur in der Umwelt persistent sind, sondern auch nur bei sehr hohen Temperaturen zerstört werden können. Dadurch können sie z.B. beim Recycling von Abfällen im Stoffkreislauf verbleiben oder Restmengen nach der Verbrennung in die Umwelt gelangen.

Problematik der Analytik und fehlender Messstandards

Die Messung von PFAS ist komplex, da PFAS eine sehr grosse und heterogene Gruppe chemischer Verbindungen darstellen. Nur wenige analytische Methoden sind etabliert und decken meist nur ausgewählte PFAS-Verbindungen ab. In der Praxis werden auch Summenparameter wie «Total Organic Fluorine» (TOF) und «Extractable Organic Fluorine» (EOF) verwendet, die jedoch die PFAS-Belastung ungenau darstellen, da auch nicht-PFAS-Fluorverbindungen erfasst werden. Diese methodischen Einschränkungen führen zu Unsicherheiten bei der Interpretation von Messergebnissen und erschweren eine verlässliche Abschätzung der PFAS-Belastung. Derzeit ist nur in wenigen Bereichen ein verbindliches Messprogramm definiert (z.B. Summe von 9 PFAS-Einzelstoffen im Altlastenrecht), zukünftige Grenzwerte könnten erweiterte Messprogramme nötig machen.

PFAS in den wichtigsten Abfall- und Recyclingströmen

Zu den mengenmässig grössten, PFAS-relevanten Abfallströmen gehören Textilien (inkl. Polster, Leder, Kleidung und Teppiche), Lebensmittelverpackungen, Metallbeschichtungen, Kältemittel, Hydrauliköle, medizinische Anwendungen, elektronische Geräte und Baustoffe. Die unterschiedlichen Abfallströme verteilen sich auf verschiedene Behandlungswege: KVA/SAVA (Haus- und Industrieabfälle, Shreddergut, Klärschlamm und Sonderabfall), Recycling (Textilien, Papier, Batterien und Bauschutt) und Kompostierung/Vergärung (biogene Abfälle).

Für die Abfallströme, die dem Recycling zugeführt werden, verbleiben die PFAS in den meisten Fällen langfristig in den Materialkreisläufen (z.B. in Textilien, in Altpapier oder in Rückbaumaterialien). Kompost kann durch Lebensmittelverpackungen (z.B. aus der kommunalen Grüngutsammlung) verunreinigt sein, was als Hauptquelle für PFAS in Kompost identifiziert wurde. Über das Ausbringen des Komposts auf Acker- und Gartenflächen können diese PFAS in Böden gelangen.

Eine Abschätzung der PFAS-Fracht konnte für die Schweiz derzeit aufgrund der begrenzten Daten nur sehr punktuell für einzelne Abfallströme bzw. Behandlungswege durchgeführt werden.

Situation in der Kehrichtverbrennung in der Schweiz

Die Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) in der Schweiz spielen eine zentrale Rolle in der PFAS-Entsorgung, da viele Abfallströme (z.B. neben dem Kehricht auch aus dem Recycling und der Abwasserbehandlung) dort enden. Erste Analysen zu PFAS-Rückständen in Schlacke aus Schweizer KVA zeigen, dass geringe PFAS-Anteile in den Verbrennungsrückständen verbleiben können, die anschliessend deponiert werden. Diese Rückstände erfordern eine genauere Untersuchung, da z.B. mit dem Deponiesickerwasser PFAS wieder freigesetzt werden kann. In der Flugasche von 5 Schweizer KVA lagen alle bisherigen Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (0.1 bis 0.2 µg/kg pro Einzelsubstanz). Im Abwasser von 3 Schweizer KVA konnten geringe Konzentrationen (bis 18 ng/L) von kurzkettigen PFAS (PFBA und PFPeA) gefunden werden. Eine Einzelstudie an einer Schweizer KVA konnte zeigen, dass der vorhandene Abgas-Katalysator keinen signifikanten Einfluss auf die PFAS-Emissionen hat.

Sonderabfallverbrennungsanlagen werden allgemein als sicheren Entsorgungsweg für PFAS gesehen. Aus ausländischen Messungen ergeben sich jedoch Hinweise, dass z.B. in der Abluft noch Restbelastungen vorliegen können.

Gehrmann et al. (2024) untersuchten in einer Studie in einem KVA-Testaufbau den Einfluss der Verbrennungstemperatur auf den Mineralisierungsgrad von 40 gängigen im Hausmüll enthaltenen langkettigen Fluorpolymeren. Den Ergebnissen zufolge konnte bei den beiden getesteten Temperaturen (860 °C und 1095 °C für je 2 s) eine PFAS-Zerstörung von >99.9% erzielt werden[1]. Es konnten nur einzelne PFAS in den Output-Strömen

[1] In Deutschland werden die Abluftemissionen gesamthaft – also auch während der Anfahrt- und Abfahrtphase des Verbrennungsprozesses – betrachtet.

nachgewiesen werden. Die Autoren weisen in ihrer Studie zusätzlich daraufhin, dass der Zerstörungsgrad in einer realen KVA geringer ausfallen könnte, da die Geometrie des Ofens und daraus entstehenden Turbulenzen in jeder KVA individuell sind.

Fazit

Derzeit sind nur grobe Abschätzungen der abfallrelevanten PFAS-Frachten auf der Grundlage unterschiedlicher, meist ausländischer Studien möglich. Die Unsicherheiten bei der Übertragung auf die Situation in der Schweiz sind für alle Bereiche der Abfallwirtschaft, die dieser Bericht beschreibt, ähnlich:

- wenig Kenntnis über
  - den PFAS-Gehalt des Eingangsmaterials
  - die Verteilung der PFAS-Belastung innerhalb des jeweiligen Prozesses (feste Rückstände, Abwasser, Abluft, Produkte wie Recyclate oder Kompost)
- Messung von unterschiedlichen PFAS-Einzelstoffen (Anzahl und Art) in den einzelnen Studien
- Summenbildung über jeweils unterschiedliche PFAS-Einzelstoffe
- nur sehr vereinzelte Messungen zur Erfassung «aller» PFAS inklusive Vorläuferverbindungen

Aus den gesichteten Literaturdaten lässt sich kein vollständiges Bild für die Schweiz ableiten. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die mengenmässig dominierenden PFAS-Stoffflüsse letztlich in den KVA enden, entweder direkt über den angelieferten Kehricht oder indirekt mit dem Klärschlamm aus den Abwasserreinigungsanlagen.

Regulierungen im Rahmen der Abfallgesetzgebung in der Schweiz sind derzeit im Rahmen verschiedener politischer Vorstösse in Prüfung. Unterstützend dazu wären umfangreiche Messungen empfohlen, um die derzeit bestehenden Datenlücken hinsichtlich der PFAS-Belastung in den Abfallströmen und den Behandlungswegen zu schliessen, um daraus wirkungsvolle Massnahmen abzuleiten, den PFAS-Eintrag in die Umwelt durch den Entsorgungsprozess effektiv zu verhindern.

Ansprechpartner

Dr. Karina Urmann

Fachleiterin Produktkonformität und Nachhaltigkeit

Econetta AG	T 044 732 92 81
Ifangstrasse 11	M 079855 25 22
8952 Schlieren ZH	Karina.urmann@econetta.com