

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik **UMTEC** besteht aus drei Fachgruppen: Recycling und Verfahrenstechnik, Wasser und Abwassertechnik sowie Advanced Materials&Processes. Rund 15 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Die **Fachgruppe Recycling und Verfahrenstechnik** beschäftigt sich vor allem mit der mechanischen Aufbereitung von Sekundärrohstoffen. In einem einzigartig ausgestatteten Verfahrenstechniklabor entwickeln wir Verfahren und Geräte zur Separation von Schüttgütern und zur Phasentrennung. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus zahlreichen Projekten mit Industrieunternehmen und Umweltämtern zurück. Rund 40 Patentanmeldungen belegen unser Innovationspotenzial. Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Recycling und Verfahrenstechnik sind überwiegend Ingenieure/innen von der OST und der ETH Zürich. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

www.umtec.ch / www.ost.ch

„Wir erforschen technische Probleme nicht.
Wir lösen sie!“ **UMTEC**

VinylAcid

Salzsäure aus stofflich nicht recycelbarem PVC

Hintergrund

Zwecks Metallrückgewinnung werden heute in der Schweiz rund 2/3 der Flugaschen aus Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) im FLUWA-Verfahren "sauer gewaschen". Die erforderliche Säure, hauptsächlich Salzsäure (HCl), wird durch die nasse Reinigung der Abgase von KVA erzeugt und substituiert HCl in "technischer Qualität". Ungefähr die Hälfte der in Rauchgaswäschern zurückgewonnenen HCl stammt aus der Verbrennung von PVC-haltigen Abfällen. Ab 2026 müssen alle KVA-Flugaschen in der Schweiz sauer gewaschen werden. Die in Schweizer KVA erzeugte Säure reicht hierfür nicht aus, sodass diese in technischer Qualität zugekauft werden müsste. Im Projekt VinylAcid wurden PVC-haltige Abfälle, die stofflich nicht recycelbar sind, gezielt in KVA mit nasser Rauchgasreinigung eingeschleust. Hierdurch wird die in der Rauchgaswäsche produzierte Menge HCl erhöht und es muss keine technische HCl für die FLUWA dazugekauft werden. Hinzu kommt, dass alte PVC-Abfälle häufig Schwermetalle wie Blei und Cadmium enthalten, weshalb diese Abfälle nicht stofflich recycelt werden können und thermisch verwertet werden. In der Eurozone verfügen die meisten Anlagen über eine trockene Rauchgasreinigung und die Flugaschen werden in Untertage deponien abgelagert. In solchen Anlagen sind die Säuregewinnung und die Schwermetallextraktion technisch nicht möglich. Werden solche Abfälle jedoch in Schweizer KVA mit Rauchgaswäsche und FLUWA eingesetzt, kann daraus nicht nur HCl hergestellt werden, sondern die darin enthaltenen Schwermetalle werden ebenfalls recycelt. Dieses "chemische" Recycling von PVC zu Salzsäure bietet sich an als mögliche Ergänzung zum stofflichen PVC-Recycling

Versuchsdurchführung

In zwei Versuchen im August 2021 und im März 2022 wurden PVC-haltige Abfälle im laufenden Betrieb der KVA Thun dem normalen Abfall beigegeben. Im ersten Versuch wurden während 5 Tagen 40 t Kunststoffsortierreste mit niedrigem Chlorgehalt (Chlorgehalt ca. 3%) eindosiert. Im Versuch 2 wurden über 17 Tage total 80 t stark chlorhaltige Abfälle (Chlorgehalt ca. 20%) eingegeben.



Abb. 1: Links: Sortierreste aus der Kunststoffsortierung für Versuch 1. Rechts: PVC-Bodenabschnitte für Versuch 2.

Ergebnisse

Gegenüber der jeweiligen Referenzperiode 8 Wochen vor den Versuchen stieg die mittlere tägliche Säureproduktion im Versuch 1 um 33 % und im Versuch 2 um 45 % an. Über die Bilanzierung der Chloridgehalte der Verbrennungsrückstände wurde gezeigt, dass praktisch das gesamte des dem Abfall mittels Beimischung von PVC zugesetzten Chlors tatsächlich zu Salzsäure umgesetzt wird.

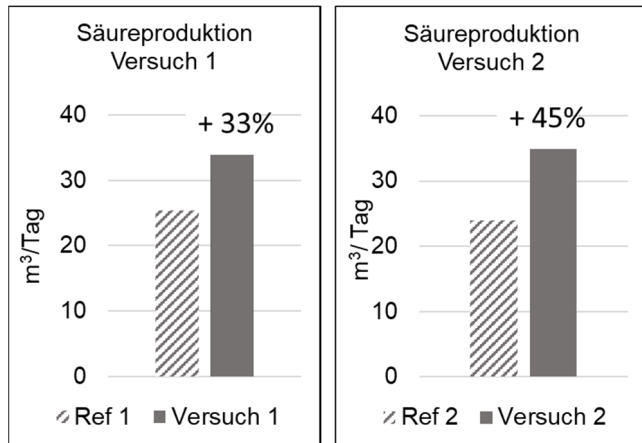


Abb. 2: Steigerung der Säureproduktion und der HCl Konzentration im Rauchgas in den beiden Versuchen gegenüber dem Normalbetrieb ohne PVC-Dosierung.

Die Konzentrationen an flüchtigen Schwermetallen in den Flugaschen waren während der beiden Versuche höher als im Normalbetrieb. Das zusätzliche Chlor im Abfall bildete offenbar vermehrt leichtflüchtige Schwermetallchlorid-Verbindungen, wodurch diese Schwermetalle aus der Schlacke in die Flugasche transferiert wurden. Dieser Effekt ist durchaus erwünscht, denn aus der Flugasche werden anschliessend die wasser- respektive säurelöslichen Schwermetalle im FLUWA Verfahren extrahiert und recycelt.

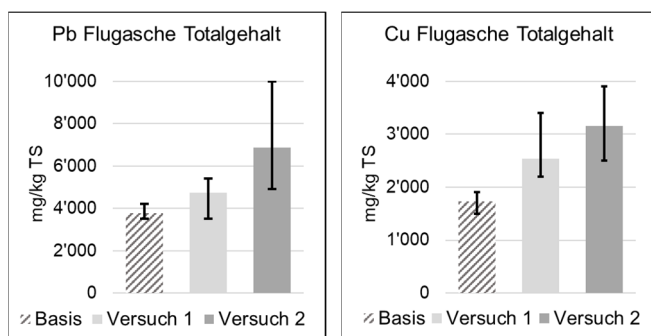


Abb. 3: Schwermetalltotalgehalte in den Flugaschen während den beiden Versuchen im Vergleich zum Basisszenario im Normalbetrieb ohne PVC-Zugabe.

Bei der Revision der KVA Thun direkt im Anschluss an den Versuch 2 wurden keine verstärkte Korrosion festgestellt, die im Zusammenhang mit den Versuchen stehen könnte. Da die Korrosion vor allem unterhalb von Ablagerungen auf Eisenteilen stattfindet, ist die Korrosionsrate in der Müllverbrennung nicht direkt abhängig von der HCl-Konzentration im Rauchgas. Es war daher zu erwarten, dass eine moderate Erhöhung der Chlormengen im Abfall nicht zu verstärkter Korrosion führt. Die Bildung von Ablagerungen auf den Wärmetauschern ist nur anfänglich dem Chlor geschuldet und ist grundsätzlich nicht verhinderbar. Im Abfall ist ohnehin Chlor enthalten. Also ist die Korrosion zwar chlor- aber nicht PVC-spezifisch.

Fazit und Ausblick

Das Prinzip VinylAcid, das chemische Recycling von Chlor und Schwermetallen aus nicht stofflich recycelbaren PVC-Abfällen, funktioniert. Die Verbrennung von moderaten Mengen zusätzlichem PVC in einer mit Rauchgaswäsche ausgestatteten KVA ist gut beherrschbar und die Säuremenge wird etwa proportional zur Erhöhung der PVC-Menge gesteigert. Das zusätzliche Chlor und die Wärme führen zum verstärkten Transfer von flüchtigen Schwermetallen aus der Schlacke in die Flugasche, aus der sie mit der sauren Flugaschenwäsche wieder zurückgewonnen werden können.

VinylAcid ist aus doppelter Sicht eine sinnvolle Ergänzung zum stofflichen PVC-Recycling:

- Ökologisch, da durch den erhöhten Transfer von volatilen Schwermetallen in die Flugasche, und der Rückgewinnung dieser Schwermetalle mittels FLUWA Primärressourcen geschont werden. Die Säure substituiert technische HCl, deren Produktion Energie und Ressourcen verbraucht.
- Ökonomisch, denn zusätzlich produzierte Säure ersetzt technische HCl, die mit aktuellen Marktpreisen teuer zugekauft werden müsste. Weiter bietet sich für die KVA eine zusätzliche Einnahmequelle durch Annahme solcher PVC-Sortierreste (Gate-Fee). In der EU fallen immer noch grosse Mengen an PVC an, das viel Blei enthält. Dieses Material ist nicht recyclebar, aber es kann – unter Rückgewinnung des Bleis - verbrannt werden.

Kontakt

Prof. Dr. Rainer Bunge, Tel. 058 257 48 60 (Sekretariat)

OST Otschweizer Fachhochschule • UMTEC Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik • Oberseestrasse 10 • CH-8640 Rapperswil