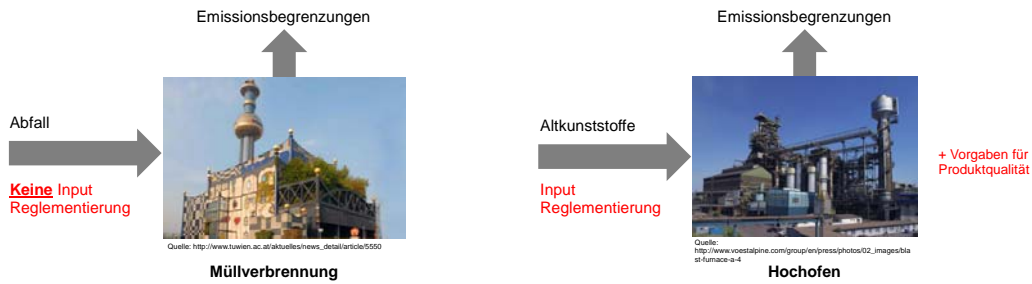




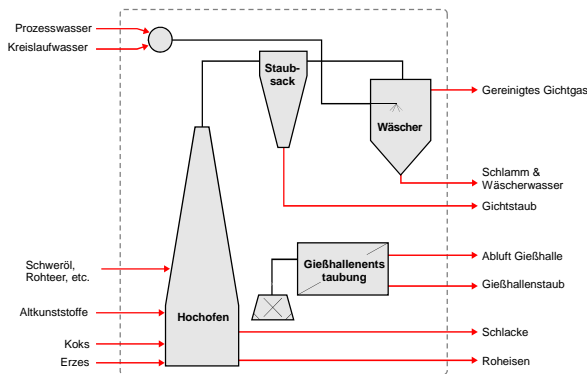
# Betriebliche Stoffflussanalyse

## Problemstellung



Gemäß der Abfallrahmenrichtlinie der EU ist der Einsatz von Altkunststoffen in Hochofen oder Zementdrehrohren gegenüber Müllverbrennung zu bevorzugen. Allerdings sind bei industriellen Abfallverwertungen sowohl Input als auch Emissionen begrenzt. Diese beidseitige Reglementierung führt zu einem hohen Beprobungs- und Analyseaufwand.

## Zielsetzung und Methodik



Die Methode der Stoffflussanalyse soll auf betrieblicher Ebene angewendet werden um Grundlagen für eine Reduktion des Messaufwandes bei der industriellen Verwertung von Altkunststoffen zu erreichen. Als Fallbeispiel dazu dient der Hochofenprozess.

Qualitative und quantitative Input- und Outputmessdaten wurden analysiert und mit Hilfe dieser Daten wurden Stoffflussbilanzen für verschiedene Schwermetalle (Hg, Cd, Zn, Pb, Ni und Cr) erstellt. Insgesamt standen für die Auswertung Messdaten über eine Periode von fünf Jahren zur Verfügung.

Für die berücksichtigten Input- und Outputflüsse (siehe Abb. 1) standen Messwerte unterschiedlicher Auflösung und Qualität zur Verfügung, wobei die Qualität vor allem von der Homogenität des zu beprobenden Materials, von der Konzentration des jeweiligen Schwermetalls im Material und von der verwendeten Messmethode abhängig war.

Zur Berechnung der Stoffflüsse wurde die Software STAN verwendet. Diese Software erlaubt die Berücksichtigung von Datenunsicherheiten sowie die Berechnung von Fehlerfortpflanzung und Datenausgleich.

Abb. 1: Prozessschema Hochofen und Satellitenprozesse; für rot-markierte Flüsse sind Messdaten vorhanden, schwarze Flüsse sind unbekannt

Anwendung der Methode der Stoffflussanalyse auf betrieblicher Ebene am Beispiel des Hochofenprozesses  
Festlegung von Transferkoeffizienten zur Reduzierung des Messaufwandes

## Resultate

Die Resultate zeigten, dass es durch den rein mathematischen Datenausgleich zu unrealistischen Ergebnissen kommen kann. Im Konkreten wurde die Roheisenmenge beispielsweise um mehr als 12 % ausgeglichen, was auf Grund der Tatsache, dass es sich bei diesem Fluss um das erzeugte Produkt handelt, als unrealistisch eingestuft werden (Abb. 2).

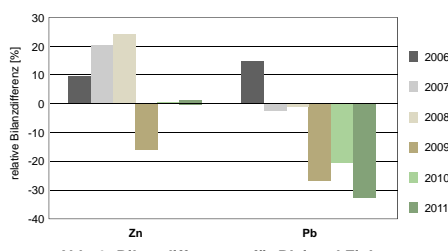


Abb. 3: Bilanzdifferenzen für Blei und Zink

Eine Bilanzierung aller Input- und Outputflüsse führt zu teilweise erheblichen Bilanzdifferenzen, wobei diese nicht nur für die verschiedenen Jahre, sondern auch für die unterschiedlichen Schwermetalle deutlich schwanken (Abb. 3). Ein Grund für die auftretenden Bilanzdifferenzen ist unter anderen, dass die Schwermetallkonzentrationen einzelner Flüsse häufig unter der Bestimmungsgrenze der jeweilig verwendeten Messmethode liegen.

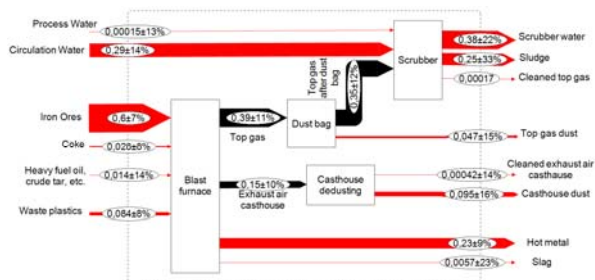


Abb. 2: Stoffflussdiagramm für Zink (exemplarisch für 1t Zink Input)

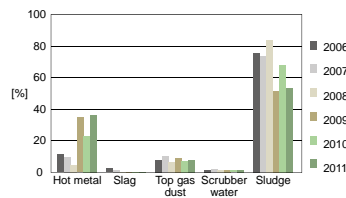


Abb. 4: Transferkoeffizienten für Blei

Zur Reduzierung des aktuellen Messaufwandes können Transferkoeffizienten dienen. Diese beschreiben die Aufteilung eines Stoffflusses innerhalb eines Prozesses auf verschiedene Outputflüsse. Eine Analyse der Transferkoeffizienten auf Basis der aktuellen Auswertungen zeigt, dass die Koeffizienten für die betrachteten Bilanzjahre ebenfalls nicht konstant sind (Abb. 4). Allerdings konnte für die verschiedenen Schwermetalle eine bestimmte Gesetzmäßigkeit identifiziert werden, die es erlaubt zu prognostizieren, ob das Schwermetall überwiegend in das Produkt, die Schlacke, den Staub oder das Gichtgas transferiert wird.

Wichtige Parameter für die Stoffflussanalyse auf betrieblicher Ebene:  
 → Konzentrationen unter Bestimmungsgrenze → Homogenität der zu beprobenden Flüsse  
 → Festlegung der Messunsicherheit → Prozessverhalten

## Ausblick

Auf Grund der bisherigen Ergebnisse wurde festgestellt, dass unter anderen die Homogenität der zu beprobenden Flüsse ein entscheidendes Qualitätskriterium für die Stoffflussanalyse darstellt. Deshalb sollen in einem nächsten Schritt jene Messstellen, die als kritisch identifiziert wurden, optimiert werden. Außerdem soll eine Methode für den Umgang mit Messwerten unter der Bestimmungsgrenze erarbeitet werden. Des Weiteren soll die klassische Stoffflussanalyse mit Prozesseigenschaften verknüpft werden, um so zuverlässigere Transferkoeffizienten zu erhalten.