

Überblick über den Stand der Entwicklung einer Simulationssoftware zur Planung von Abfallbehandlungsanlagen am I.A.R. der RWTH Aachen

Schiemann / Pretz

Institut und Lehrstuhl für Aufbereitung fester Abfallstoffe der RWTH Aachen

1 Einleitung

Seit einigen Jahren liegt ein Forschungsschwerpunkt des Instituts und Lehrstuhls für Aufbereitung fester Abfallstoffe der RWTH Aachen (I.A.R.) auf der Entwicklung eines durch Software gestützten Werkzeuges für die Modellierung und Simulation von Abfallaufbereitungsanlagen. Mit dem entwickelten Softwaretool **SimuRec** konnten bereits erfolgreich Prozesse der Aufbereitung von Leichtverpackungen und Restabfall abgebildet und verifiziert werden. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über den Stand der Entwicklung der Software SimuRec und der ihr zu Grunde liegenden Umsetzung einer Charakterisierung des Stoffstroms „Abfall“ und der vorhandenen Modellbibliothek.

2 Die Simulationssoftware SimuRec

Aufgrund der vielfältigen Erfahrungen im Bereich der Planung und Bemessung von Aufbereitungsanlagen für feste Abfallstoffe bestand am Institut und Lehrstuhl für Aufbereitung und Recycling fester Abfallstoffe der RWTH Aachen (I.A.R.) der Wunsch, ein Software-Tool zu entwickeln, welches die grundlegenden Vorgänge der Anlagenplanung und -optimierung unterstützen und erleichtern kann. Neben der Entwicklung von mathematischen Modellen einzelner Aggregate und Behandlungsstufen, wurde dabei ein besonderer Schwerpunkt auf die Stoffstrombeschreibung und Charakterisierung des zu behandelnden Abfalls gelegt. Eine hinreichend genaue Beschreibung der Rohstoffcharakteristika, die auf einer entsprechend abgesicherten und umfangreichen Probenahme sowie einer ausreichend detaillierten Analytik beruht, ist eine unbedingte Voraussetzung für aussagekräftige Simulationsergebnisse [Pehlken 2000, Beyer 2001].

2.1 Stoffstromvektorisierung unter SimuRec

Die Stoffstrombeschreibung der am I.A.R. geschaffenen Modellbibliothek SimuRec basiert auf einem 12 Stoffgruppen umfassenden Stoffgruppenkatalog, der einen Kompromiss zwischen detaillierter Differenzierung stofflicher Eigenschaften und einem möglichst kompakten und damit zeitextensiven Rechenmodell darstellt. Jede Stoffgruppe wiederum ist mit 15 Parametern belegt, die im Modell bequem vom

Benutzer editiert werden können und neben den üblichen Parametern wie Glühverlust, Wassergehalt und Brennwert weitere verfahrenstechnisch relevante Größen wie die stoffgruppenspezifische Korngrößenverteilung beinhalten.

Aufgabe des Stoffstromvektors ist es, den inhomogenen Stoffstrom Abfall in einer Weise zu beschreiben, die es ermöglicht, an jeder Stelle der im Modell abzubildenden Anlage eine hinreichende Charakterisierung des Materialstroms zu erzielen, ohne auf externe Informationen zurückgreifen zu müssen. Daraus erwächst der Bedarf eines hohen Detaillierungsgrades des Stoffgruppen- und Parameterkatalogs, der wiederum im Gegensatz zum Wunsch nach Handhabbarkeit und Minimierung des analytischen sowie rechnerischen Aufwands steht.

Aufgabe eines Stoffgruppenkataloges ist es, den heterogenen Materialstrom Abfall in Kategorien zu unterteilen, die sich hinsichtlich ihrer rohstofflichen Charakterisierung eindeutig voneinander abgrenzen lassen, in sich aber hinsichtlich der Merkmalsverteilung eine hohe Homogenität aufweisen.

Der zur Stoffstromvektorisierung verwendete Stoffgruppenkatalog ist das Ergebnis vielfältiger Sortieranalysen im Vorfeld der Erstellung der Modellbibliothek. Der verwendete Stoffgruppenkatalog leitet sich aus einem für die Sortierung von Produkten aus der Sekundärbrennstoff-Aufbereitung sowie für die mechanisch-biologische Aufbereitung konzipierten Katalog ab.

Es musste eine Auswahl der Parameter getroffen werden, deren Wert vom Anwender der Modellbibliothek beeinflusst werden kann. Der Anwender hat die Möglichkeit einzelne, ihm bekannte Parameter, mittels einer Eingabemaske zu editieren. Die nachstehende Abbildung 1 zeigt die für jede Stoffgruppe SV_j des Stoffstromvektors SV editierbaren Parameter [Beyer 2002].

$$SV_j = \left(\begin{array}{l} \text{Anteil am Gesamtmassenstrom [\%]} \\ \text{Wassergehalt [\%]} \\ \text{Schüttdichte [t/m}^3\text{]} \\ \text{Glühverlust [\%]} \\ \text{Kornklasse 1 [\%]} \\ \text{Kornklasse 2 [\%]} \\ \text{Kornklasse 3 [\%]} \\ \text{Kornklasse 4 [\%]} \\ \text{Kornklasse 5 [\%]} \\ \text{Brennwert [kJ/kg]} \\ \text{Parameter 11 [mg/kg}_{\text{mTS}}\text{]} \\ \text{Parameter 12 [mg/kg}_{\text{mTS}}\text{]} \\ \text{Parameter 13 [mg/kg}_{\text{mTS}}\text{]} \\ \text{Anteil biologisch leicht abbaubar [\%]} \\ \text{Anteil biologisch schwer abbaubar [\%]} \end{array} \right)$$

Abbildung 1: Stoffstromvektor

Der Stoffstromvektor ermöglicht es dem Nutzer, sich in der Modellierung einer Abfallbehandlungsanlage an jedem Aggregat und an allen Übergabepunkten mittels Auswertungswerkzeugen folgende Parameter anzeigen zu lassen:

- Wassergehalte
- Stoffgruppenverteilungen
- Korngrößenverteilungen
- Schwermetallgehalte
- Massenströme
- Heizwerte

Hierbei erfolgt eine Visualisierung der Ergebnisse sowie eine kontinuierliche Datenerfassung für eine spätere Weiterverarbeitung.

3 Modellbibliothek

Die Modellbildung im Bereich der Aufbereitung fester Abfallstoffe erfolgt semi-empirisch. Ein hoher Anteil der Prozesselemente, die nicht durch die rohstofflich inhomogene Charakteristik des Mediums Abfall geprägt sind, können durch einfache mathematische Beschreibungen dargestellt werden. Komplexe Verhaltensweisen wie z.B. das Trennverhalten des heterogenen Mediums Abfall bezüglich eines angelegten Siebschnittes oder einer Windsichtung müssen durch empirische Untersuchungen bestimmt und durch eine das Verhalten beschreibende Datenbasis in das Modell implementiert werden.

Somit gestaltet sich die Prozessmodellierung von Abfallaufbereitungsprozessen als ein Verbund miteinander kombinierter phänomenologischer Modelle der Basisprozesse und diese ergänzende auf empirische Konzepte basierende stoffstromspezifische Prozessbeschreibungen. Die in der Modellbibliothek vorhandenen Modellblöcke beinhalten auf dieser Überlegung basierende Prozessmodelle verschiedener im Bereich der Aufbereitung fester Abfallstoffe relevanter Aggregate und Prozesse.

Bisher wurden folgende Modelle in die Modellbibliothek integriert:

- Trommelsiebe
- Zerkleinerer
- NE- und Fe-Scheider
- Automatische Sortierung
- Biologische Abfallbehandlungsprozesse

4 Benutzeroberfläche unter SimuRec

Ein wesentlicher Aspekt der Benutzeroberfläche liegt auf der einfachen Bedienbarkeit durch den Nutzer. Aus einer Bibliothek kann mittels „Drag and Drop“ eine beliebige Anlagenkonfiguration erstellt werden. Die Konfiguration des Stoffstromvektors erfolgt über übersichtliche Maskendialoge. Parameter, welche dem Nutzer unbekannt sind, werden automatisch mit vordefinierten Standardwerten aus einer Datenbank ergänzt. Die Eingabe der Betriebsparameter einzelner Aggregate erfolgt ebenfalls über mit dem entsprechenden Modellblock verknüpfte Dialoge.

Auf der folgenden Abbildung 2 ist die Umsetzung eines Anlagenkonzeptes mit Hilfe der Simulationsoberfläche von SimuRec dargestellt.

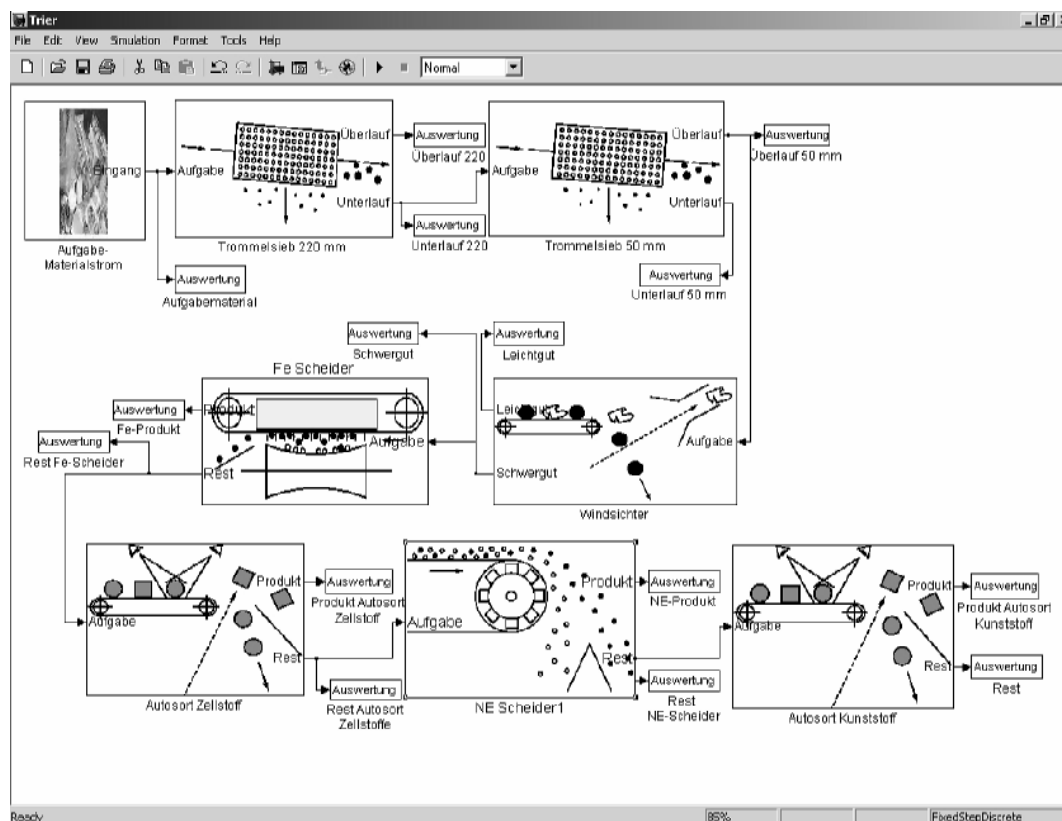


Abbildung 2: Umsetzung eines Anlagenkonzeptes unter SimuRec

5 Zusammenfassung

Die Software SimuRec bietet dem Nutzer eine einfach zu bedienende Oberfläche für die Modellierung komplexer Aufbereitungsaufgaben fester Abfallstoffe. Die Ergebnisse der Simulation können als Beurteilung alternativer Verfahrenskombinationen dienen, sowohl im Vorfeld einer Anlagenplanung als auch für die Optimierung bestehender Prozesse. Durch den modularen Aufbau der Software SimuRec ist eine einfache Erweiterbarkeit der Modellbibliothek sichergestellt.

6 Literatur

Beyer, C. „Modellierung und Simulation von Abfallaufbereitungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Stoffstromvektorisierung“ Dissertation an der RWTH Aachen, Shaker-Verlag 2002

Pehlken, A.; Pretz, Th; v.Blottnitz, H. B. „Anforderungen an die Probenahme von Restabfall – Ansatz für ein neues Probenahmemodell“ Aufbereitungstechnik 9/2000

Beyer, C., Pehlken, A. und Pretz, Th. „Entwurf eines Probenahmekonzeptes zur Stoffstromcharakterisierung fester Abfallstoffe im Hinblick auf eine mathematische Modellierung von Abfallaufbereitungsprozessen“ Kolloquium „Sortieren“ Berlin 10/2001

Anschrift der Verfasser

Univ.- Prof. Dr.- Ing. Th. Pretz

Dipl. Ing. H. Schiemann

Kontakt:

Dipl.-Ing. Heiko Schiemann

Institut und Lehrstuhl für Aufbereitung fester Abfallstoffe der RWTH Aachen

Wüllnerstr. 2, 52060 Aachen

Tel.: 0241-8095704

Email: schiemann@ifa.rwth-aachen.de

www.ifa.rwth-aachen.de