

VERFAHRENSTECHNISCHE PROZESSE VTP

Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2004

Martin Stettler

martin.stettler@bfe.admin.ch



Rektifikationsanlage zur Ethylbenzol-Styrol-Trennung

Abfall-Lösungsmittel können auf zwei Arten wieder verwendet werden: Rückgewinnung durch Destillation, oder Verbrennung. Ein neu erarbeitetes Softwareprogramm erlaubt, die Umwelteinwirkung der Wiederverwendung einer Vielzahl von Lösungsmitteln mittels beider Methoden auf einfache Weise zu bestimmen und zu vergleichen.

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Das Programm *Verfahrenstechnische Prozesse VTP* befasst sich mit den Grundlagen der Optimierung von industriellen, verfahrenstechnischen Prozessen (Prozess-Ketten) und der unmittelbaren Infrastruktur. Industrielle Prozesse wurden bis heute nur punktuell auf Energie-Effizienz und CO₂-Reduktionspotenzial untersucht, respektive optimiert. Untersuchungen der EPFL aus den 80-er Jahren zeigen, dass industrielle Prozesse ein mittleres Energiesparpotenzial von rund 30% aufweisen, welches vor allem in Form von ungenutzter Abwärme vorliegt. Konsequente Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung gehören heute immer noch zu den wichtigsten Massnahmen bei thermischen Prozessen. Mit der Einführung des CO₂-Gesetzes und der drohenden CO₂-Abgabe aber auch durch die deutlich gestiegenen Energiepreise für Öl und Gas, ist das Interesse der Industrie an mehr Energieeffizienz merklich am steigen.

Die Hauptaktivität im Berichtsjahr galt einerseits der Weiterführung und Begleitung der laufenden Forschungsprojekte aber auch der Definition neu-

er Forschungsthemen aus der Industrie. Als zweites wurde ein Programmkonzept 2004-07 mit entsprechenden Programmschwerpunkten und Stossrichtung erarbeitet. Das Konzept basiert auf dem aktuellen Energieforschungsbedarf der energieintensiven Industriezweige. Dabei zeigte sich, dass der Entscheid, die Bedarfsabklärung in erster Linie auf die Zielvereinbarungsgruppen der Energieagentur der Wirtschaft EnAW zu konzentrieren, richtig war. Die energieintensiven Schweizer Unternehmen sind bei der EnAW eingebunden und werden von Moderatoren bei der Planung und Umsetzung der nötigen Energiesparmassnahmen begleitet. Es sind auch diese Unternehmen, welche die nötige Sensibilisierung und auch das nötige Engagement für erfolgreiche Forschungsprojekte mitbringen.

Das Programmkonzept 2004-2007 und eine separate Projektübersicht wird Anfang 2005 auf das Internet aufgeschaltet (www.energie-schweiz.ch, Ratgeber, Angebote Unternehmen, Verfahrenstechnische Prozesse).

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2004

Das Projekt **Analyse und Modellierung des Energiebedarfs in Batch-Prozessen** [1] wurde Anfang 2004 mit dem Schlussbericht abgeschlossen. Eine Umsetzung ist noch verfrüht. Ein Nachfolgeprojekt **Modeling and Optimization of Energy Consumption in multipurpose Batch Plants** [2] 2004-2007) greift die noch vorhandenen Modell-Schwachstellen des Vorgängerprojekts auf. Anhand eines zusätzlichen Mehrproduktbatchbetriebs der Basler Chemie sollen die vorhandenen Top-down und Bottom-up Modelle, unterstützt durch gezielte Messungen, verbessert werden, damit diese die angestrebte allgemeine Gültigkeit erlangen.

Im ersten Berichtsjahr wurde, um einen Überblick zu erhalten, der neue Batch-Betrieb mit seinem Produktionsgebäude (Reaktoren), den Nebengebäuden (Lösungsmittelager und Regeneration) analysiert. In der Folge wurde eine Top-Down-Modellierung vorerst des Dampfverbrauchs als wichtiger Prozess-Energieträger ausgeführt, die jedoch eine schlechte Korrelation zwischen Dampfverbrauch und der Menge produzierter Chemikalien zeigte und daher eine Bottom-up-Modellierung notwendig machte. Während 8 Tagen wurde

der Dampfverbrauch auf einem Niveau von 5 bar im ganzen Betrieb untersucht. Von den 36 gefundenen Dampfverbrauchern sind fünf kontinuierliche Prozesse (Lösungsmittelregeneration). Diese wurden separat gemessen. Diese machen rund 40% des gesamten Dampfverbrauchs aus. Der Dampfverbrauch der restlichen 31 im Batch-Mode betriebenen Apparate (Reaktoren) wurde modelliert. Dabei wurden die bekannten empirischen Verlustkoeffizienten (Wärmeverluste Apparate) aus dem Vorgängerprojekt übernommen. Ohne die gebäudespezifischen Verlustfaktoren zu berücksichtigen, zeigt das Bottom-up Modell bereits eine gute Übereinstimmung. Der modellierte Verbrauch lag rund 5% unter dem effektiven Verbrauch. Der Verbrauch für die Infrastruktur ist allerdings noch nicht in den Modellberechnungen enthalten. Während der Beobachtungsperiode wurden neun verschiedene Produkte hergestellt. Wie bereits im Vorgängerprojekt, fällt auch hier der grosse Energieverlust der Dampfverteilung mit über 30% auf. Hier liegt ein wesentliches Sparpotenzial vor.

Im Projekt **Abfall-Lösungsmittel-Verwertung in der chemischen Industrie** [3] geht es um den

nachhaltigen Umgang mit Abfall-Lösungsmitteln (ALM). Es stehen zwei Verwertungsmöglichkeiten zur Verfügung: Rückgewinnung durch Auftrennen (Destillation, siehe Titelbild) oder die thermische Verwertung, d.h. Verbrennen (Prozesswärmeerzeugung).

Im Berichtsjahr konnte zusammen mit den Industriepartnern ein Inventarmodell zur Bewertung von Destillationsprozessen entwickelt werden. Das Modell basiert auf einer statistischen Analyse von 150 bekannten Abfall-Lösungsmitteldestillationen. Mit Hilfe dieses *Destillations-Inventarmodells* und der *Multi-Input-Allokationsmodelle* der Verbrennung konnte wie geplant eine erste Demo-Version des Ökobilanz-Softwareprogramms erstellt und den Industriepartnern zum Test übergeben werden. Es erlaubt die freie Definition/Eingabe eines Abfalllösungsmittelgemischs. Das Programm

berechnet mittels der üblichen Ökobilanzmethoden die Umwelteinwirkung von Verbrennung und Destillation. Dank der guten Rückmeldungen der Industriepartner konnte ein Anforderungsprofil fürs definitive Softwareprogramm festgelegt werden. Als zweiter Schwerpunkt wurde im Berichtsjahr eine grobe Lösungsmittelbilanz für die Schweiz erstellt. Ein Drittel der ermittelten Menge wird von den beteiligten Industriepartnern selber verwendet. Im Jahre 2001 wurden rund 400'000 Tonnen Lösungsmittel importiert. Die Hälfte davon verdampfte oder wurde für Halbfabrikate weiterverarbeitet. Etwa 190'000 Tonnen Abfalllösungsmittel wurden verbrannt (thermische Verwertung). Eine im Berichtsjahr initiierte Zusatzarbeit wird bis 2005 die Lücke bei den fehlenden Ökoinventaren von wichtigen Lösungsmitteln schliessen.

Nationale und internationale Zusammenarbeit

Momentan ist die Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und mit der Basler Chemie gut etabliert. Mit der EPF Lausanne beginnt die Zusammenarbeit ab 2005 im Rahmen eines internationalen Projekts im Bereich Zellstoff- und Papierherstellung mit Schweizer Industrie-Beteiligung. Die Fachhochschule Wallis hat für 2005 ein Projekt Prozess-Analyse und Integration für Gewächshäuser beantragt. Der VSTB (Schweizer Trocknungsbetriebe) und FBB (Beton/Backsteinhersteller) haben

für 2005, Projekte im Bereich der Prozessoptimierung eingereicht. In diesen Projekten ist der Einbezug von Fachhochschulen vorgesehen. Auf Empfehlung der befragten Schweizer Industrie und auch wegen beschränkter Programmmittel und Ressourcen wird auf das Engagement in internationalen Forschungsaktivitäten der IEA und EU vorerst verzichtet. Die internationalen Forschungsaktivitäten der IEA und der EU werden jedoch beobachtet.

Bewertung 2004 und Ausblick 2005

Das Ziel, den Energieforschungsbedarf der energieintensiven Schweizer Industrie im Berichtsjahr abzuklären und daraus ein Programmkonzept 2004-07 zu entwickeln, konnte nach Startschwierigkeiten erreicht werden. Die Abklärung des Forschungsbedarfs in den EnAW-Zielverein-

barungsgruppen erwies sich als fruchtbar. Aus den gezielt angesprochenen Fachhochschulen kam im Berichtsjahr wenig Echo. Das Industrieinteresse an Forschungsprojekten nimmt jedoch zu und ab 2005 wird die Anzahl Projekte des Programms ansteigen.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2004 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe www.energieforschung.ch)

Die Projektberichte können von www.energie-schweiz.ch, Rubrik *Ratgeber, Angebote Unternehmen, Verfahrenstechnische Prozesse (F&E)* herunter geladen werden.

- [1] Patric S. Bieler, ehemals Lab. für technische Chemie ETH Zürich: ***Analysis and Modeling of the Energy Consumption of Chemical Batch Plants*** (SB).
- [2] Andrej Szijjarto, (andrej.szijjarto@chem.ethz.ch), Institut für Chemie- und Bio-Ingenieur-Wissenschaften, ETH Zürich: ***Modeling and Optimization of Energy Consumption in Multipurpose Batch Plants*** (JB).
- [3] Christian Capello, (christian.capello@chem.ethz.ch), Institut für Chemie- und Bio-Ingenieur-Wissenschaften, Gruppe für Umwelt- und Sicherheitstechnologie, ETH Zürich: ***Abfall-Lösungsmittelverwertung in der chemischen Industrie, Phase 2*** (JB).