

# Positionspapier des VDI·GVC-Fachausschusses „Fluidverfahrenstechnik“, März 2005

Andrzej Górak\* und Hartmut Schoenmakers

## 1 Fluidverfahrenstechnik: Trends und Antworten

Das Umfeld für Verfahreningenieure ändert sich kontinuierlich: Sie sind nicht mehr überwiegend in der chemischen Industrie beschäftigt, diese ist andererseits noch immer der größte Einzelabnehmer für Absolventen. Eine Anpassung des Ausbildungsprofils von Chemieingenieuren erscheint unumgänglich und ist auch bereits im Gange. Auch Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Fluidverfahrenstechnik befinden sich im Umbruch: Einerseits werden die klassischen Grundoperationen als ausgereift angesehen, und Forschung und Förderung konzentrieren sich eher auf:

- noch wenig erforschte bzw. neuartige Technologien mit Einsatzfeldern bevorzugt in der Pharma- und Biotechnik,
- hybride und reaktive Technologien, deren Anwendungen eher im Bereich der chemischen Industrie liegen.

Andererseits werden die klassischen Grundoperationen in der Industrie derart breit eingesetzt, dass eine Weiterentwicklung erhebliches Anwenderinteresse findet und auch unmittelbare wirtschaftliche Bedeutung aufweist. Optimierung von Apparaten und vertiefte Modellierung stehen hier im Mittelpunkt.

Dies hat Konsequenzen für die fachliche Arbeit des VDI·GVC-Fachausschusses Fluidverfahrenstechnik: Er muss ein Forum sein für:

- die Weiterentwicklungen der klassischen Grundoperationen,
- die Methodenentwicklung zur Auslegung hybrider und reaktiver Prozesse sowie für
- die Entwicklung und Auslegung von Prozessen mit neuartigen Grundoperationen.

Das erste Arbeitsfeld entspricht weitgehend dem Profil eines klassischen Fachausschusses. Hybride und reaktive Prozesse erfordern den Austausch mit benachbarten Gebieten wie Extraktion, Adsorption etc., zu denen bereits eine enge Bindung besteht, bzw. mit weiteren Aus-

schüssen, zu denen sie noch aufzubauen ist. Für neuartige Grundoperationen sind neuartige Konstellationen zu suchen, entweder in Zusammenarbeit mit anderen Ausschüssen oder gegebenenfalls durch organisatorische Neuordnungen. Der Ausschuss muss sich in jedem Falle – auch personell – öffnen für das neue Umfeld der Verfahreningenieure.

Unumgänglich für den Austausch von Erfahrungen und Forschungsergebnissen sind internationale Kontakte. Dies bedeutet in Europa die Zusammenarbeit mit den aktiven Teilnehmern der Working Party Distillation and Absorption der EFCE (European Federation of Chemical Engineering) und persönliche Kontakte zu Vertretern der amerikanischen Szene. Ähnliches gilt für die sich gerade formende asiatische Szene.

## 2 Entwicklung des Fachausschusses „Fluidverfahrenstechnik“

„Alkohol gab den Anlass zur Destillationsindustrie, dem Grundstock der modernen chemischen Industrie, und der ersten Industrie auf wissenschaftlicher Grundlage ...“ schrieb Bernal im Jahre 1901, als er die Geschichte der Industrie zusammenfassen wollte. Tatsächlich gehören Destillation und Rektifikation seit Jahren zu den wichtigsten Trennverfahren in der chemischen, petrochemischen und pharmazeutischen Industrie. Das war sicherlich auch der Grund, warum E. Kirschbaum 1947 unter dem Namen „Destillier- und Rektifiziertech-nik“ den Fachausschuss ins Leben rief. Im Jahre 1954 wurde der Name in „Ausschuss für Destillation, Rektifikation und Extraktion“ geändert, was die Bedeutung der letzteren Grundoperationen unterstreichen sollte. Die neue Bezeichnung „Thermische Zerlegung von Gas- und Flüssigkeitsgemischen“ wurde 1967 nach 13 Jahren mit der Begründung eingeführt, Adsorption, Absorption und Süßwasser-

**Auch Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Fluidverfahrenstechnik befinden sich im Umbruch.**

**Unumgänglich für den Austausch von Erfahrungen und Forschungsergebnissen sind internationale Kontakte.**

**Diese historische Entwicklung zeigt, wie sich die Inhalte der Diskussionsbeiträge im Fachausschuss von der reinen Destillier-technik bis hin zu komplexen Verknüpfungen mehrerer Grundoperationen geändert haben.**

rückgewinnung behandeln zu können. Im Jahre 2003 fand die letzte Namensänderung statt. Seitdem heißt der Ausschuss „Fluidverfahrenstechnik“ (vgl. [1]).

Diese historische Entwicklung zeigt, wie sich die Inhalte der Diskussionsbeiträge im Fachausschuss von der reinen Destillier-technik bis hin zu komplexen Verknüpfungen mehrerer Grundoperationen geändert haben. Auch wenn die Rektifikation weiterhin zu den wichtigsten Grundoperationen zählt, stellt sich doch die Frage, welche andere benachbarten Forschungsgebiete und Unit Operations das größte Innovationspotenzial haben und welche Handlungsstrategien sich aus diesen Überlegungen ergeben. Um diese Frage – wenn auch nur in Ansätzen – zu beantworten, sollen:

- das wirtschaftliche Umfeld der relevanten Industrie analysiert,
- weltweite Trends in der Entwicklung der Fluidverfahrenstechnik skizziert,
- Empfehlungen für eine weitere thematische Ausrichtung des Fachausschusses sowie organisatorische Maßnahmen formuliert werden.

## 2.1 Wirtschaftliches und industrielles Umfeld

Die fachliche Ausrichtung der Beiträge im Ausschuss orientierte sich bislang vorwiegend an den Bedürfnissen der deutschen chemischen Großindustrie, dem größten Abnehmer der Absolventen und der verwertbaren Forschungsergebnisse.

Noch gehört der Chemiestandort Deutschland zu den weltweiten Top 3. Die chemische Industrie beschäftigt etwa 460 000 Personen und erwirtschaftete im Jahr 2002 einen Umsatz von 133 Mrd. Euro. Der Umsatz der chemischen Industrie in den USA beträgt etwa 450 Mrd. Euro. Deutschland ist knapp hinter den USA weltweit zweitgrößter Exporteur chemischer Erzeugnisse. Die chemische Industrie gibt etwa 6 % für F&E-Aufwendungen aus, was etwa 1/6 der gesamten F&E-Ausgaben des produzierenden Gewerbes ausmacht [2]. Fast 90 % der deutschen Chemiebetriebe hat weniger als 500 Beschäftigte, was sich bis jetzt in der Zusammensetzung der Teilnehmer unseres Fachausschusses aber kaum widerspiegelt hat.

Auch wenn die deutsche chemische Industrie zukünftig sicherlich tonangebend für die Arbeit einiger Fachausschüsse sein wird, stellt sich doch die Frage, welche anderen Industriezweige als Kunden gewonnen werden können. In diesem Zusammenhang ist es sicherlich interessant, die Entwicklung des amerikani-

Unternehmen	Umsatz in 2001 (Mrd. \$)
Exxon Mobil	191,6
Chevron Texaco	99,7
Merck	47,7
Procter & Gamble	39,2
Johnson & Johnson	33,0
Pfizer	32,2
Dow	27,8
DuPont	26,8
Bristol-Myers Squibb	21,7
Amgen	3,5
Genentech	1,7

**Tabelle 1.** Umsatz der größten amerikanischen Unternehmen der Chemical Processing Industry in 2001 [3].

schen Marktes zu beobachten. In Tab. 1 wird der Umsatz der elf größten amerikanischen Unternehmen, die zur „Chemical Processing Industry“ gehören, aufgeführt. Die höchsten Umsätze werden in der petrochemischen, pharmazeutischen oder der „consumer care“-Branche erzielt. Betrachtet man dazu den Rückgang der Investitionen der Chemical Processing Industry in den letzten Jahren (auf 7 Mrd. \$ in 2001 gegenüber 9,3 Mrd. \$ in 1998) und die Steigerung in der Pharmabranche (20,9 Mrd. in 2001 gegenüber 15,2 Mrd. in 1998), ist nahe liegend, dass sich das interessierte Fachpublikum sicherlich nicht nur in den traditionellen Kreisen der chemischen Großindustrie, sondern zunehmend auch in den benachbarten Gebieten befindet.

Die amerikanische Elektroindustrie stellt jährlich etwa genauso viele Hochschulabgänger mit verfahrenstechnischer Ausbildung ein wie die chemische Industrie; Pharma- und Bioindustrie rangieren auf dem dritten Platz. Das Ausbildungsprofil unserer Absolventen muss demnach an die Bedürfnisse der „Hauptabnehmer“ angepasst werden – was indirekt die fachliche Ausrichtung der Forschung beeinflusst. Auch wenn die chemische Industrie weiterhin zu den „brain driven industries“ gehört, hat sie – nach Meinung vieler Experten – ihre Vorreiterrolle in der Innovation gegenüber der Automobilindustrie und der IT-Branche verloren.

**Auch wenn die deutsche chemische Industrie zukünftig sicherlich tonangebend für die Arbeit einiger Fachausschüsse sein wird, stellt sich doch die Frage, welche anderen Industriezweige als Kunden gewonnen werden können.**

## 2.2 Forschungsrichtungen der Fluidverfahrenstechnik

Schwerpunkt der bisherigen Forschung der Fluidverfahrenstechnik sind die Grundoperationen (Destillation, Adsorption, Absorption, Verdampfung, Rektifikation, Extraktion usw.), deren technische Realisierung in Apparaten sowie deren Anwendung und Optimierung in Prozessen.

Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit der technischen Reife einzelner Grundoperationen von der Häufigkeit der Anwendung der Operation in der Industrie. Als technische Reife wird die Summe der Erfahrungen mit einer Operation verstanden, also von der Entdeckung der Grundprinzipien bis zur Optimierung des Prozesses. Die Abbildung zeigt, dass solche Prozesse wie Rektifikation oder Absorption als reif angesehen werden, wodurch der weltweite Forschungsbedarf in diesen Gebieten als weitgehend rückläufig betrachtet wird.

Mit der experimentellen Untersuchung der Rektifikation oder Absorption beschäftigen sich weltweit nur noch wenige universitäre Einrichtungen (University of Austin/Texas, USA; TU Delft, NL). Rektifizierkolonnen findet man in Deutschland nur an wenigen Lehrstühlen (Dortmund, Oldenburg, Berlin, Braunschweig). Extraktion, Destillation oder Absorption finden sich in keinem der groß angelegten Forschungsprogramme der National Science Foundation (USA), des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU oder des deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) als Thema. Dies zeigt, dass die Untersuchung klassischer Operationen der Fluidverfahrenstechnik mehr industrielle als akademische Bedeutung hat. Da die Rektifikation etwa 90 % aller Trennoperationen in der chemischen Industrie betrifft, ist der Forschungsbedarf auf diesem Gebiet sicherlich vorwiegend im Interesse der Industrie. Offensichtlich besteht aber auch Interesse an den aus dem Ausschuss „Fluidverfahrenstechnik“ ausgelagerten Disziplinen wie Kristallisation, Trocknung und Extraktion, da die Forschungsthematik auf diesen Gebieten in separaten Ausschüssen bearbeitet wird.

### Verbinden von Grundoperationen

Die detaillierte Untersuchung ähnlicher Phänomene unterschiedlicher Grundoperationen in der Fluidverfahrenstechnik (vertikale Integration) verläuft gleichzeitig mit dem Trend, einige Grundoperationen derart miteinander zu verbinden, dass sie wirtschaftlich, sicher und effizient arbeiten können (horizontale Integration). Durch Integration von Reaktion und Trennung entstehen reaktive Trennpro-

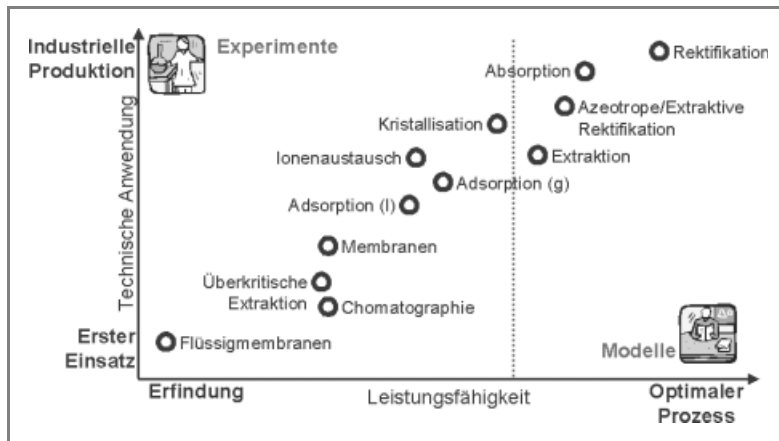


Abbildung 1. Abhängigkeit der Häufigkeit der Anwendung der Operation in der Industrie von der technischen Reife eines Verfahrens.

zesse; wenn zwei oder mehrere Trennschritte in einer Prozesseinheit kombiniert werden, spricht man von hybriden Trennverfahren (s. Abb. 2). Zu den klassischen Vertretern reaktiver Trennverfahren zählen reaktive Rektifikation, Absorption oder Extraktion, zu den hybriden Trennprozessen z. B. die Kombination von Rektifikation und Pervaporation oder Extraktion und Kristallisation. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, wird die Fluidverfahrenstechnik die Erkenntnisse vieler anderer Disziplinen berücksichtigen müssen, so z. B. der Reaktionstechnik oder der Bioverfahrenstechnik.

Die Erkenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung, besonders in Vielstoffsystemen, der Thermodynamik komplexer Gemische und ionischer Flüssigkeiten, der Mehrphasenströmung von Fluiden mit unterschiedlichen Eigenschaften, der Produktentwicklung in Kristallisationsprozessen usw., erlauben eine zuverlässigere und sichere Auslegung der ein-

**Prozesse wie Rektifikation oder Absorption werden als ausgereift angesehen, wodurch der weltweite Forschungsbedarf in diesen Gebieten als weitgehend rückläufig betrachtet wird.**

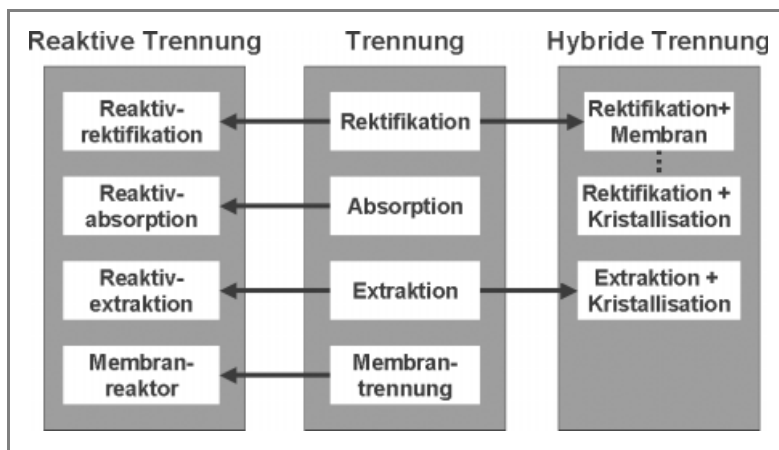


Abbildung 2. Reaktive und hybride Trennverfahren.

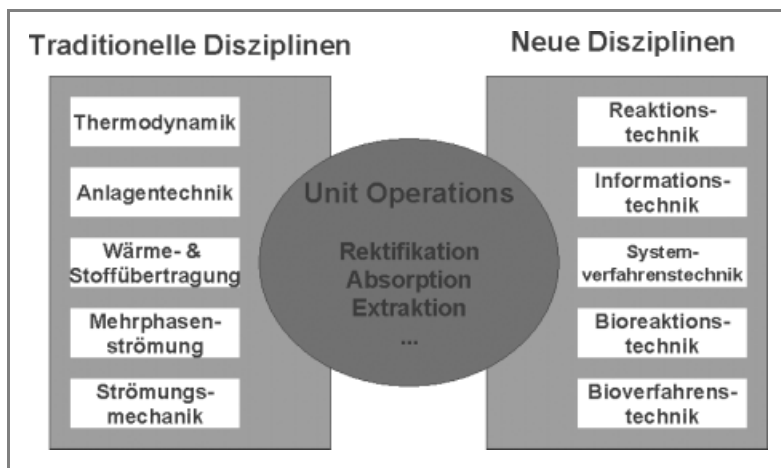


Abbildung 3. Fachlich benachbarte Disziplinen der Fluidverfahrenstechnik.

**Für die Forscher, die Fluidverfahrenstechnik betreiben, ergibt sich die Empfehlung, die Forschungsergebnisse benachbarter Disziplinen aufmerksam zu beobachten und für eigene Zwecke zu adaptieren.**

zelen Grundoperationen. Daraus ergibt sich für die Forscher, die Fluidverfahrenstechnik betreiben, die Empfehlung, die Forschungsergebnisse benachbarter Disziplinen (oder auch GVC·VDI-Fachausschüsse) aufmerksam zu beobachten und für eigene Zwecke zu adaptieren. Abb. 3 zeigt, welche der neuen Disziplinen für die Lösung bevorstehender komplexer Probleme der Fluidverfahrenstechnik notwendig sind.

#### Effiziente Modellierungsmethoden

Die Beschreibung der komplexen Einzelphänomene (in depth) und der speziellen Besonderheiten integrierter Prozesse (in breadth) verlangen eine effiziente Modellierungsmethodik einerseits und eine möglichst exakte Vermessung von Modellparametern andererseits. Modellierungsmethodik und Experimentiertechnik müssen sinnvoll kombiniert werden, damit die Qualität der Modellierung den Möglichkeiten der Versuchstechnik entspricht (s. Abb. 4).

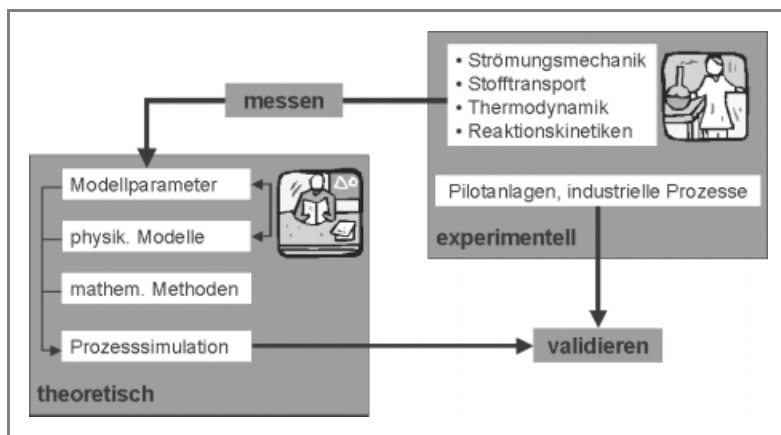


Abbildung 4. Symbiose zwischen experimentellen Techniken und Modellierungsansätzen.

Damit die Modelle exakter werden, müssen sie auf immer größeren Mengen an Modellparametern basieren. Mit steigender Genauigkeit der Modelle wird sich die Qualität der Prozessauslegung ebenfalls steigern, leider wird aber auch die Anzahl der notwendigen Modellparameter größer. Dies ist in Abb. 5 am Beispiel der Anwendung des Modells der theoretischen Stufe und des Stoffaustauschmodells für die Auslegung eines reaktiven Trennverfahrens dargestellt.

Durch die steigende Anzahl an Modellparametern steigen die Kosten ihrer Beschaffung, wodurch die Wirtschaftlichkeit der ganzen Modellierungsmethodik in Frage gestellt sein kann (s. Abb. 6). Das Beispiel zeigt, dass die optimale Komplexität der Modelle ein noch weitgehend ungelöstes Problem ist. Trotzdem wird es nur durch die Anwendung neuester Methoden der Systemverfahrenstechnik wie Optimierung, CFD etc. in Verbindung mit speziellen Experimentiertechniken (Röntgen, NMR, Interferometrie, Laser-Doppler-Anemometer (LDA) usw.) möglich sein, die komplexen Verfahren der Fluidverfahrenstechnik weiter zu erforschen.

Zurzeit lassen sich einige klassische Trennverfahren schon sehr gut modellieren (s. Abb. 7), nämlich solche, die als ausgereift bezeichnet werden können. Der Grund dafür liegt auf der Hand: Mit der zunehmenden technologischen Reife werden Erfahrungen aus Experimenten gesammelt. Nachdem eine kritische Masse an experimentellen Erkenntnissen vorliegt, ist eine Verallgemeinerung möglich. Dies trifft sicherlich eher auf die Rektifikation oder die Absorption zu als z. B. auf die Affinitätschromatographie. Ziel ist es, die Modellgüte möglichst für Trennverfahren mit geringer technologischer Reife zu verbessern.

Ein Vergleich der historischen Entwicklung der Modelle in der Thermodynamik fluider Systeme, der Modelle der Rektifikation und der Methoden zur Lösung der Modellgleichungen zeigt, wie wichtig der gegenseitige Einfluss der Experimentier- und Modellierungstechnik ist. Man kann vermuten, dass es in etwa zehn Jahren möglich sein wird, die in depth gewonnenen Erkenntnisse für die Optimierung der in breadth integrierten Trennverfahren zu nutzen.

#### Trennung großer (Bio)Moleküle

Parallel zu den verbesserten Methoden der Auslegung neuer integrierter Verfahren in der chemischen Industrie müssen sich die Interessen der Fluidverfahrenstechnik auch der Entwicklung der Trennung großer (Bio)Moleküle widmen. Insbesondere die Anwendung der Chromatographie, der Extraktion usw. im

Down-Stream-Processing wird angesichts des enormen Kostendrucks auf die Pharmaindustrie – die viel stärker expandiert als die chemische Industrie – wachsen.

### 3 Fachausschuss „Fluidverfahrenstechnik“ innerhalb und außerhalb von VDI-GVC

Fachausschüsse beschäftigen sich in der Regel mit den Gebieten, für die sie gegründet wurden. Das entspricht zwar der anerkannten Aufteilung in Grundoperationen, aber nicht mehr der Realität der praktischen Arbeit. Hier gibt es viele Potenziale zum Zusammenwirken sehr unterschiedlicher Arbeitsgebiete: Die reaktiven und hybriden Prozesse wurden schon genannt. Tiefes Verständnis für die einzelnen physikalischen und chemischen Effekte und ihre gegenseitige Beeinflussung ist eine Voraussetzung für die Nutzung dieser Potenziale. Ein weiteres übergreifendes Arbeitsfeld ist die Optimierung der Betriebsweise existierender Anlagen mit der Notwendigkeit, Betriebsdaten in qualifizierter Form zur Verwendung in Simulatoren oder anderen Optimierungswerkzeugen zur Verfügung zu haben. Die Daten müssen erkannt, ausgewählt und validiert werden. Dies bedeutet Data Mining und/oder rechnerische Datenvalidierung. Der Kontakt zu Prozessleitsystemen ist die Voraussetzung. Für den Fachausschuss bedeutet das, auch über die Arbeitsfelder von VDI-GVC hinaus Kontakte zu Mess- und Regelgremien zu pflegen. Die Einbeziehung mathematischer Optimierungsmethoden könnte hier helfen, dies ist aber eher eine Aufgabe für den DECHEMA-Arbeitsausschuss Prozesssimulation und Prozesssynthese. Hier ist längst noch nicht alles gefunden, was fachgebietsübergreifend zur betrieblichen Optimierung, zur Prozessintegration, letztlich zur Senkung von Herstellkosten beitragen kann.

Notwendig und überlebenswichtig ist es aber auch, das angestammte, klassische Arbeitsfeld Grundoperationen, d.h. Prozesse, Apparate und Einbauten, weiter zu pflegen, zumal hier enorme Entwicklungen stattgefunden haben und wohl auch weiter stattfinden werden. Gemeint sind damit die neuen Böden und Packungen, neue Systematiken bei der Lösungsmittelauswahl (z. B. quantenmechanische Berechnungen), auch neue Lösungsmittelklassen, wie die ionischen Fluide, deren Potenzial sich allmählich erst abzeichnet.

Insgesamt kann man feststellen, dass die klassischen Trennprozesse auf Kosten der alternativen Trennprozesse, also z. B. Membranentrennungen in allen Formen, Adsorption,

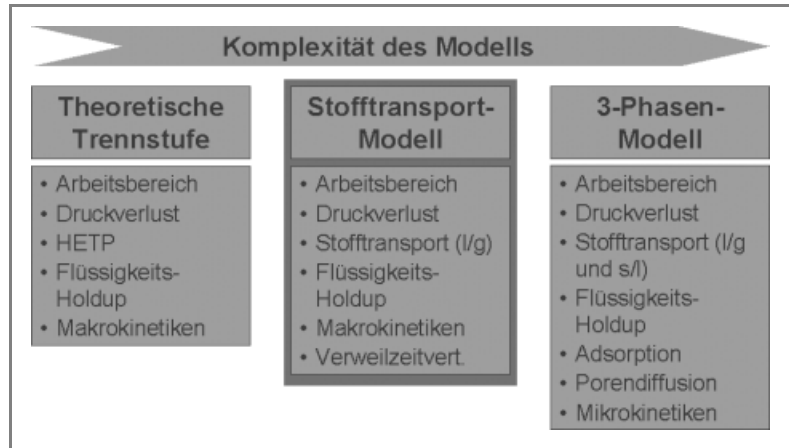


Abbildung 5. Modellparameter bei der Simulation reaktiver Trennverfahren.

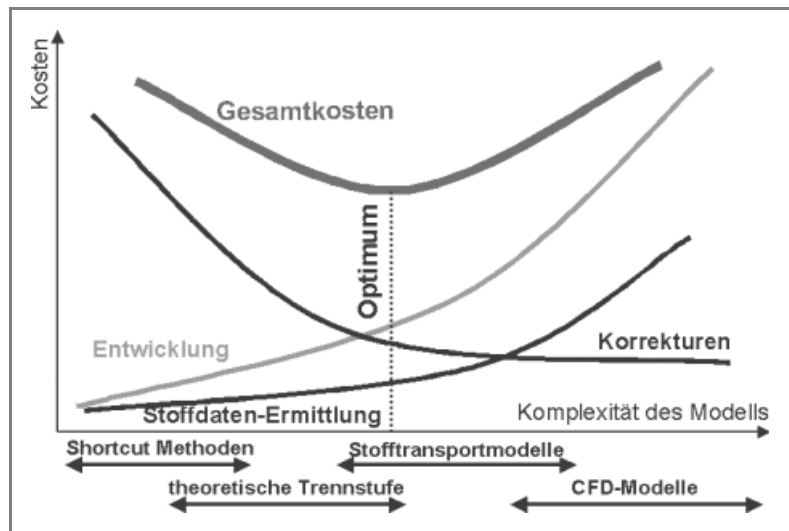


Abbildung 6. Kosten der Anwendung der Simulationsmethoden unterschiedlicher Komplexitäten.

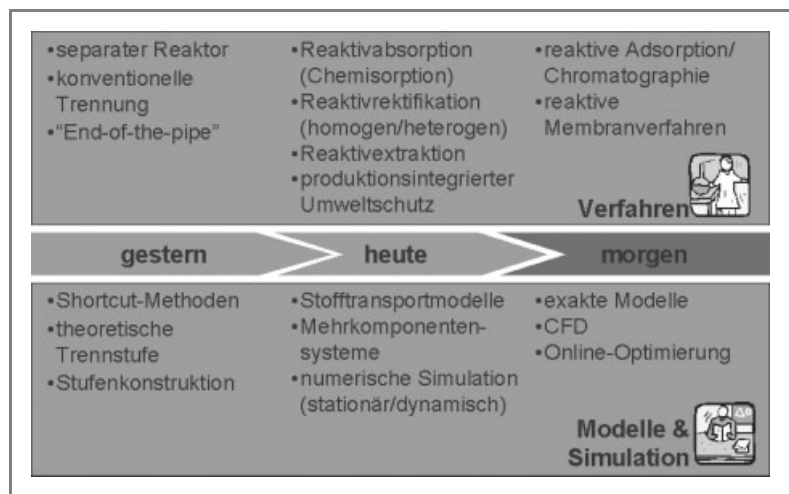


Abbildung 7. Tendenzen in der Prozessentwicklung und der Modellierungstechniken am Beispiel reaktiver Trennverfahren.

**Nur durch persönliche Kontakte über regelmäßige Teilnahme an den AIChE-Meetings und ggf. der Einladung bestimmter Referenten kann ein Erfahrungsaustausch bzw. eine thematische Abstimmung erreicht werden kann.**

überkritische Extraktion, Kristallisation, chromatographische Trennungen etc., wieder mehr Aufmerksamkeit erlangen, was etwas reißerisch mit „das Imperium schlägt zurück“ beschrieben werden könnte.

Dadurch wurden die klassischen Verfahren immer wieder wirtschaftlich so weit verbessert, dass sie als moving target den alternativen Prozessen in den meisten Fällen das Wasser abgraben haben. Auch die an sich ja nicht neue Trennwandkolonnentechnologie gehört dazu. Das sollte Grund genug sein, das Kern-Arbeitsgebiet nicht für ausgeforscht zu halten, sondern bei der Optimierung von Methoden und Apparaten noch weitere Entwicklungen zu erwarten. Aufgabe für die Hochschulen und existenzsichernde Maßnahme für die apparatebauende Industrie ist es also, auf diesem Feld weitere Forschung zu betreiben, sinnvoller Weise mit einer ganz engen Bindung naher Fachgebiete wie Adsorption oder Extraktion an die Fluidverfahrenstechnik. Die Frage der angemessenen Organisation kann hier offen bleiben.

#### **Europa: Working Party Distillation and Absorption**

Innerhalb Europas bestehen etablierte Kontakte zur „Working Party Distillation and Absorption“ der EFCE. Hier findet nach längerem Stillstand eine Neustrukturierung statt, die noch nicht abgeschlossen ist. Derzeit ist sie noch eher personell als thematisch ausgeprägt, erkennbar wird aber nach thematischen Klammern gesucht. Eine Vision der Positionierung der Working Party in Europa steht noch ebenso aus, wie ein gleichmäßig belastbares Engagement aller Teilnehmer. Aus unserer Sicht kann die Konsequenz nur sein, die aktive Kerngruppe, im Wesentlichen die Mitglieder aus den Niederlanden und dem United Kingdom, durch direkte persönliche Kontakte zusammenzuhalten und so die thematischen Aspekte zu präzisieren und in eine mit den nationalen Aspekten kompatible Gesamtstrategie einzubinden. Dazu beitragen können zum Beispiel eine wechselseitige Teilnahme an den jeweiligen nationalen Treffen und gemeinsame Auftritte bei internationalen Tagungen. Die Meinung, dass es erfolversprechend ist, eine kompatible Gesamtstrategie zu entwickeln, wird auch von unseren niederländischen Kollegen geteilt. Im Rahmen einer Road Map sind dazu in jüngster Vergangenheit in Holland eine große Anzahl Mitglieder der verfahrenstechnischen Community befragt worden, wohin die zukünftige Entwicklung gehen soll. Die Ergebnisse dieser repräsentativen Umfrage decken sich mit unseren Vorstellungen.

#### **USA: AIChE**

Die amerikanische AIChE ist weitgehend national orientiert und hat darüber hinaus derzeit gravierende Finanzierungsprobleme, die ähnlich angegangen werden wie beim VDI: Rationalisierungen im eigenen Bereich – so wird z. B. zukünftig das AIChE-Journal von Wiley herausgegeben – und Zusammenarbeit mit anderen Institutionen wie der American Chemical Society. Da bleibt kaum Raum für institutionalisierte Kontakte, zumal unklar ist, mit wem. Vergleichbare Fachausschüsse gibt es in den USA nicht, lediglich Sessions oder Topical Conferences, die an zwei jährliche Treffen gebunden sind. Die Konsequenz ist, dass auch hier nur durch persönliche Kontakte über regelmäßige Teilnahme an den AIChE-Meetings und ggf. der Einladung bestimmter Referenten ein Erfahrungsaustausch bzw. eine thematische Abstimmung erreicht werden kann.

#### **Asien**

In Asien formiert sich die verfahrenstechnische Welt gerade erst. Regionale Tagungen können als Kondensationskeime gesehen werden. Ein gewisser Wettbewerb in der Überlebensfähigkeit dieser Veranstaltungen ist im Gange. Einige „key player“ schälen sich heraus, z. B. die Universität Singapore (NUS), die Hong Kong University of Science and Technology (HKUST) und möglicherweise die Tsinghua University in Beijing. Japanische Institutionen stützen einige dieser Aktivitäten. Aus Sicht eines deutschen Fachausschusses ist die Pflege der persönlichen Kontakte und der Besuch von gerade im asiatischen Raum stattfindenden internationalen „Wanderkonferenzen“ der derzeit einzige Weg, die Entwicklung zu beurteilen.

## **4 Zukünftig erwartete Entwicklungen**

In fachlicher Hinsicht erwartet der Fachausschuss für die Zukunft:

- weiterhin Interesse an den traditionellen Gebieten der Fluidverfahrenstechnik aber mit Schwerpunkt auf Optimierung von Methoden und Apparaten als Einführung neuer Prozesse,
- wirtschaftliche Verbesserung klassischer Verfahren, so dass sie als moving target den Alternativen wie überkritische Extraktion, Membrantrennverfahren usw. in den meisten Fällen überlegen sind,
- Integration mehrerer Trennverfahren (reaktive und hybride Prozesse),
- Anwendung neuer Messtechniken wie NMR, Tomographie, Spektroskopie,

- bedeutendere Rolle der Informationstechnologie (CFD, Prozesssynthese, Prozesssimulation),
  - wichtigere Rolle der Grundlagenforschung in Chemie, Physik und Biologie,
  - steigende Notwendigkeit der ganzheitlichen Betrachtung der Prozesse,
  - Anwendungen auch in den neuen Prozessindustrien (Pharma, Biotechnologie, Elektronik, Lebensmittelindustrie, Raumfahrt, Medizin).
- In organisatorischer Hinsicht erwartet der Fachausschuss Folgendes:
- zunehmender Anteil der biorelevanten Studiengänge an den Universitäten,
  - chemische Industrie bleibt nicht Hauptabnehmer der FH/Uni-Absolventen,
  - stagnierende Anzahl von Doktoranden an den Universitäten und Mitarbeitern in den Entwicklungsabteilungen der Firmen,
  - Umstrukturierung von VDI·GVC sowie verstärkte Zusammenarbeit zwischen der DECHEMA und dem VDI·GVC,
  - verstärkte nationale und internationale Kooperation von Verbänden, Firmen und Universitäten.
- Poster-Sessions als Diskussionsplattform zur Stimulation des Austausches über die Grenzen des Ausschusses hinaus,
  - Beteiligung oder Koordination übergreifender Aktivitäten von VDI·GVC oder der DECHEMA (z. B. Fachgemeinschaften, Fachsektionen etc.),
  - „Invited Lectures“ von anerkannten Persönlichkeiten zur Zusammenfassung der Entwicklungen auf bestimmten Gebieten,
  - Internationalisierung beginnend mit fachlicher Kooperation mit Wissenschaftlern aus Holland und England,
  - Einwerben neuer Mitglieder aus kleinen und mittelständischen Unternehmen, Fachhochschulen und Behörden.

#### **Andrzej Górak**

(a.gorak@bci.uni-dortmund.de),  
Universität Dortmund, Fachbereich Bio- und  
Chemieingenieurwesen, Emil-Figge-Straße 66,  
D-44221 Dortmund, Germany;

#### **Hartmut Schoenmakers,**

BASF AG, Process Engineering,  
D-67056 Ludwigshafen, Germany.

## 5 Planung für die Zukunft

Folgende Planung besteht für die Zukunft:

- Fortführung der bisherigen Thematik: Prozesse, Apparate, Einbauten, ...,
- gemeinsame Tagungen mit den benachbarten Fachausschüssen: Prozess- und Anlagentechnik, Bioverfahrenstechnik, Grenzflächen, Hochdruckverfahrenstechnik,

## Literatur

- [1] W. Arlt, R. Goedecke, *Chem. Ing. Tech.* **2003**, 75 (10), 1496. DOI: 10.1002/cite.200303310
- [2] *Bessere Rahmenbedingungen für eine starke, innovative deutsche Chemieindustrie*, Positionspapier, Verband der Chemischen Industrie e.V., Februar 2003.
- [3] *Chem. Eng. News* **2002**, June, 44.