

Die 50%-Idee - vom Produkt zur Produktionsanlage in der halben Zeit

Positionspapier zu bestehendem
Forschungsbedarf und Empfehlungen an die
Forschungsförderung

Stand 15.03.2010

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
2. Forschungs- und Entwicklungsbedarf zur 50%-Idee	4
2.1 Modularisierung in der Prozesstechnik	4
2.2 Wissens-, Informations- und Risikomanagement in der Prozesstechnik.....	5
2.3 Demonstration der 50%-Idee	6
3. Empfehlungen an die Forschungsförderung.....	6

1. Einführung

Die deutsche chemische Industrie steht im globalen Wettbewerb. Die Mitbewerber in den Schwellenländern verfügen über günstigere Kostenstrukturen und holen auch technologisch auf. Die Verkürzung der Durchlaufzeiten von Innovationsprojekten in der chemischen Industrie ist daher im globalen Wettbewerb mehr und mehr bestimmend für den Innovations- und damit Markterfolg. Vom spezifizierten Produkt, hergestellt nach einem Laborverfahren, bis zur erfolgreichen Produktion in einer dafür neu errichteten Produktionsanlage vergehen heute häufig zehn Jahre oder mehr. Marktprognosen und damit die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Investition mit mehr als 10-jährigem Horizont gleichen dem Blick in eine Glaskugel. Je früher der Markteintritt erfolgt, umso wahrscheinlicher wird der wirtschaftliche Erfolg. Schnell gebaute, kleinere Produktionseinheiten können das Risiko reduzieren, die Schwelle für den Markteintritt erniedrigen und dezentrale, flexible Produktionskonzepte ermöglichen. Die chemische Industrie, die Anlagenbauer und ihre Zulieferer in Deutschland und der Welt müssen umdenken.

Die drastische Verkürzung dieser Durchlaufzeiten bei gleichzeitiger Nachhaltigkeit der resultierenden Produktionsprozesse ist eine besondere Herausforderung für alle am Innovationsprozess Beteiligten. Ideen und Ansätze dazu gibt es, z. B. die verstärkte Nutzung von mathematischen Modellen und Miniplant-Versuchsanlagen zur schnelleren Verfahrensentwicklung, die simultane Bearbeitung des Entwicklungs-, Planungs- und Beschaffungsprozesses unter besonderer Beachtung von Risiken und die Minimierung der Beschaffungs-, Bau- und Inbetriebnahmezeiten durch Verwendung standardisierter und vorgefertigter Module.

Diese und weitere Ideen wurden während des Tutzing-Symposiums 2009 von einem ausgewählten Team von 100 Fachleuten und Entscheidungsträgern aus Industrie und Wissenschaft diskutiert und bewertet. Als Teilnehmer eingebunden waren Vertreter aller an Innovationsprojekten wesentlich beteiligten Akteure – die Betreiber selbst, Equipmentzulieferer, Kontraktoren, aber auch Vertreter der Akademie, die neue Methoden und Konzepte entwickeln.

In einem ersten Schritt wurden die verschiedenen Prozessschritte, vom Laborverfahren bis zur Inbetriebnahme der Anlage, im Hinblick auf eine drastische Verkürzung der Gesamtdauer kritisch beleuchtet. In einem zweiten Schritt wurde anhand von Impulsvorträgen und in Workshops untersucht, welche neuen Ideen und Ansätze – auch aus anderen Industriebranchen wie der Luftfahrt- und der Automobilindustrie – für die Beschleunigung der Entwicklung, Planung und Errichtung einer Chemieanlage genutzt und übertragen werden können.

Das vorliegende Positionspapier leitet, basierend auf den Diskussionen im Rahmen des Tutzing-Symposiums, den Forschungs- und Entwicklungsbedarf zur Umsetzung der 50%-Idee ab. Diese erfordert ein hohes Engagement der Prozesseigner und die enge Zusammenarbeit mit allen an einem Innovationsprojekt beteiligten Akteuren, denn zur Realisierung der 50%-Idee sind neue Methoden, Technologien und Arbeitsweisen zu entwickeln.

Daran anschließend formuliert das Papier konkrete Empfehlungen an die Forschungsförderung, wie die Umsetzung der Ideen in FuE-Projekten unterstützt werden sollte. Die 50%-Idee wurde in diesem Zusammenhang bereits im Koordinierungskreis der nationalen Technologieplattform SusChem Deutschland vorgestellt, der die Initiative begrüßt hat.

2. Forschungs- und Entwicklungsbedarf zur 50%-Idee

Die 50%-Idee erfordert einen Paradigmenwechsel in der chemischen Industrie. Dies betrifft Managementvorgaben, die Art und Organisation der Zusammenarbeit der an Innovationsprojekten beteiligten Schlüsselakteure (z.B. Chemiker in der Produktentwicklung und Ingenieure in der Prozessentwicklung sowie Kunden und Lieferanten) und die Bereitschaft zu z. B. firmenübergreifender Zusammenarbeit bei methodischen Konzepten von gleichzeitig auf der Produktseite im Wettbewerb stehenden Unternehmen.

Voraussetzung für diesen Paradigmenwechsel und die Umsetzung der 50%-Idee ist die Verfügbarkeit geeigneter Technologien, Entwicklungsmethoden und Werkzeuge. Erforderlich sind spezifische Lösungen für die Prozessindustrien. Ein Transfer vorhandener Lösungen aus den Themenfeldern der stückgutbasierten Produktionstechnik ist hierbei nicht möglich. Prinzipielle Konzepte aus diesen Branchen, z.B. beim Automobilbau das Prinzip des Produktionsmoduls oder beim klassischen Maschinenbau das Konzept der Fertigungssegmentierung, können aber adaptiert werden.

Die Entwicklung dieser für die chemische Industrie spezifischen Technologien, Methoden und Werkzeuge erfordert erhebliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen. Nachfolgend soll daher der FuE-Bedarf zur 50%-Idee in Form von zwei Forschungsschwerpunkten skizziert werden.

2.1 Modularisierung in der Prozesstechnik

Bisher wird eine chemische Anlage verstanden als eine individuell entworfene Produktionseinheit, die auf den Punkt genau ausgelegt ist. Im Gegensatz dazu kann eine Segmentierung der Produktionsanlage in modulare Einheiten helfen, schneller zu werden, indem Standardlösungen zum Einsatz kommen. Hierbei wird bewusst auf eine individuelle Auslegung "auf den Punkt" verzichtet. So erhält man wieder verwendbare Lösungen und vermeidet umfangreiche, projektspezifische Detailarbeiten. Der ursprüngliche Auslegungspunkt liegt ohnehin in einem Korridor späterer tatsächlicher Betriebspunkte. Eine schnell erreichte Lösung in einem Korridor in der Nähe des Auslegungspunktes ist sehr oft wirtschaftlicher als eine aufwändige Punktlandung.

Der Bau modularer Produktionsanlagen erlaubt eine zentrale Vorfertigung, ggf. Serienfertigung und ermöglicht flexible, dezentrale Produktionsstandorte. Individuelle Planung und zeitaufwändige Baustellenmontage werden auf ein Minimum reduziert.

Unter Modulen sollen in diesem Zusammenhang prozesstechnisch sinnvolle Funktionseinheiten verstanden werden, die eigenständige technische Komponenten darstellen, deren Funktion durchgängig von der Verfahrensentwicklung als Labormodul über die Erstellung von Rohrleitungs- und Instrumentierungsdiagrammen als Planungsmodul bis hin zur konstruktiven Einbindung im dreidimensionalen Aufstellungsplan als Konstruktionsmodule erhalten bleibt. Für jedes Modul sind Modelle, Scale-up Regeln und Dokumentation (R&I, Aufstellung) etc. bekannt. Derartige Module können in Serienfertigung kundenneutral hergestellt werden.

Forschungs- und Entwicklungsziel ist die Entwicklung einer Reihe wieder verwendbarer Standardmodule für unterschiedliche Funktionalitäten wie z.B. Reaktionsstufen, Aufarbeitungsstufen und Module für das Fertigprodukthandling oder die Rohstoffversorgung. Diese Module müssen durchgängig bzw. skalenübergreifend verwendbar sein, um eine beschleunigte und zielgerichtete Modellierung und Prozessauslegung zu ermöglichen.

In der Entwicklungsphase im Labor und Technikum sind kleinskalige Module als Labormodule zu verwenden, die nicht nur die verfahrenstechnische Funktion der großtechnischen Module möglichst gut repräsentieren, wie dies zum Beispiel bei der derzeit häufig verwendeten Mini-Plant-Technik der Fall ist. Vielmehr kommt es darauf an, dass die in der Technik signifikanten einzelnen Phänomene der Reaktionstechnik sowie des Stoff- und

Wärmetransports in den kleineren Maßstab übertragen werden. Lösungsansätze wurden hierzu bereits zum Beispiel im Bereich der Mikroverfahrenstechnik erarbeitet.

Für die Engineering-Phasen sind Planungsmodule zu hinterlegen, die die komplette Funktionalität des Moduls beschreiben und die Aufgabenstellung für alle relevanten Gewerke (Rohrleitungen, Instrumentierung, Bautechnik, ...) umfassen.

Konstruktionsmodule sind 3D-Module, die alle Gewerke umfassen (Nahverrohrung, Instrumentierung, Unterstützungen, ...). Sie müssen mechanische Schnittstellen zu weiteren Modulen und zu Ver- und Entsorgungseinrichtungen anbieten sowie eine informationstechnische Verschaltung erlauben.

Das Konzept der Modularisierung muss gewährleisten, dass die Funktion der einzelnen Module über die verschiedenen Projektphasen von der Verfahrensentwicklung bis hin zum Bau der Produktionsanlage erhalten bleibt und sich nicht ändert. Nur so kann die Konsistenz zwischen den verschiedenen Modultypen in allen Phasen sichergestellt werden.

Diese Forderung bedingt zum einen ein Verständnis für die Maßstabsvergrößerung der Module, zum anderen eine systematische Vorgehensweise, um Labormodule in Planungsmodule zu übertragen sowie aus diesen wiederum Konstruktionsmodule zu generieren. Der damit einhergehende zunehmende Detaillierungsgrad muss dabei mit systematischen Design- und Entwurfsregeln unterstützt werden, die derzeit nur in begrenztem Umfang verfügbar sind.

Die Entwicklung eines durchgängigen Modulkonzepts mit allen o.g. Facetten ist nur in einem firmenübergreifenden Forschungsprogramm zu bewerkstelligen, das auch eine Festlegung von Standards und Schnittstellen der Module umfasst. Firmenübergreifende Standardlösungen führen zu erheblichen Zeit- und Kosteneinsparungen. Genutzt wird nicht nur das eigene Wissen, sondern auch das der Zulieferer, denn Standards entstehen durch Nutzung von Erfahrungswissen aus früheren Projekten. Es gilt, sich auf die meist wenigen kritischen Punkte des eigenen Projekts zu konzentrieren. Die Gestaltung der einzelnen Module kann Gegenstand unterschiedlicher Projekte sein.

Begleitende, in Forschungsprojekten zu untersuchende Fragestellungen beinhalten Logistikkonzepte für die Produktion in modularisierten Anlagen und die angemessene Größe von Modulen (reduzierte spezifische Investkosten großer Module entsprechend der economy of scale vs. reduzierter Modulkosten bei kleineren Modulen durch Serienfertigung).

2.2 Wissens-, Informations- und Risikomanagement in der Prozesstechnik

Die Definition der Module ist eine notwendige Voraussetzung für die Umsetzung des Modularisierungskonzeptes in der Prozesstechnik. Zusätzlich sind zwei weitere Aspekte von besonderer Bedeutung. Zum einen muss das Wissen vorhanden sein, wie der Gesamtprozess aus den Modulen zusammengesetzt werden kann. Zum anderen muss verstanden sein, wie die Übergänge vom Labor-, zum Planungs- bis hin zum Konstruktionsmodul zu gestalten sind und der damit verbundene Informationszuwachs durchgängig zu handhaben ist.

Bezogen auf den gesamten Herstellprozess muss Wissen zusammengetragen werden, wann und unter welchen Bedingungen die neu entwickelten Module einzusetzen sind und wie aus diesen Teillösungen ein Gesamtprozess generiert wird. Hierzu sind bekannte Methoden der systematischen Prozesssynthese zu adaptieren auf ein modulares Planungs- und Anlagenkonzept. Eine Herausforderung bietet dabei, dass zahlreiche Designparameter in diskreten Schritten zu berücksichtigen sind und nicht mehr als kontinuierlich veränderbare Größen zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wird die Entwicklung eines neuen Automatisierungskonzeptes erforderlich werden, das der Modularisierung Rechnung trägt. Zum Beispiel ist zu klären, wie autonom die Module zu gestalten sind und welche

regelungstechnischen Aufgaben dem Modul oder aber übergeordneten Einheiten zugeordnet werden.

Eine wichtige Voraussetzung für eine Zeitverkürzung wird erfüllt, wenn jedem Projektbeteiligten jederzeit Zugang zur Wirtschaftlichkeitsrechnung und Risikobewertung des Gesamtprojektes gewährt wird. Die Korridore für das vertretbare Risiko bzgl. Terminen und Kosten und für den erwarteten Markt müssen dabei vor Projektbeginn festgelegt werden. Einschränkungen bezüglich der Sicherheit und des Umweltschutzes stehen dabei nicht zur Disposition.

FuE-Bedarf besteht somit hinsichtlich der Entwicklung transparenter und durchgehender Werkzeuge zur Wirtschaftlichkeitsberechnung und Risikobewertung auf Basis eines geschlossenen Modells für Markt, Prozess, Kosten, Risiko und Zeit. Damit soll es in allen Projektphasen – auch schon im frühen Stadium der Prozessentwicklung – möglich werden, die Auswirkung von Änderungen und Entwicklungsentscheidungen zu bewerten. Werkzeuge aus anderen Branchen können als Vorbild dienen, sind aber auf die spezifischen Herausforderungen und Gegebenheiten der Prozessindustrien anzupassen.

Durchgängige Informationsmodellierung von der Prozessauslegung bis zur Inbetriebnahme ist ein weiterer Schwerpunkt der 50%-Idee. Der Aufbau einer umfassenden Plattform zum Datenaustausch mit allen projektrelevanten Informationen allein ist allerdings nicht ausreichend. Zu realisieren ist der Abgleich zwischen Arbeits- und Informationsfluss sowie die Definition von Sichten auf die Daten. Hier ist die Frage zu klären: wer benötigt wann, welche Information und wie wird diese zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren wird als Forschungsziel auch die Modellierung und Simulation des Workflows zur Umsetzung eines Laborverfahrens in einen Produktionsprozess angeregt. Ein derartiges Modell hilft, Arbeits- und Entscheidungsabläufe zu optimieren und Zeitverluste zu minimieren. Damit sollen standardisierte, d.h. wieder verwendbare und auf neue Projekte übertragbare Workflows verankert werden.

2.3 Demonstration der 50%-Idee

Die Machbarkeit und die erwarteten Vorteile in Bezug auf die Zeitersparnis sind in einem Demonstrationsprojekt zu belegen. Zunächst ist der technologische Nachweis zu führen. Dazu gehört, dass die Module die vorgesehenen funktionalen Anforderungen erfüllen (z.B. Druck- und Temperaturbereiche, min./max. Durchsätze, Medieneigenschaften). Darüber hinaus muss die Nachhaltigkeit des Modulkonzeptes insbesondere im Hinblick auf die Ressourceneffizienz nachgewiesen werden. Dies ist in einer begleitenden Bewertung sicherzustellen.

3. Empfehlungen an die Forschungsförderung

Die Umsetzung der 50%-Idee erfordert erhebliche Anstrengungen aller am Innovationsprozess beteiligten Akteure. Dass die Bereitschaft hierzu besteht, zeigt das Engagement zahlreicher europäischer Unternehmen im Rahmen des EU-Projektes F³-Factory, das im Rahmen von SusChem als eines von drei „Visionary Projects“ initiiert wurde. Die zuvor beschriebenen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben sind allerdings nicht im Rahmen eines einzelnen FuE-Projektes lösbar. Vielmehr ist eine Reihe von FuE-Projekten erforderlich, die sich schwerpunktmäßig verschiedenen Bereichen der anstehenden Forschungsaufgaben widmen. Es ist essentiell, diese einzelnen Vorhaben aufeinander abzustimmen und so miteinander zu vernetzen, dass Teil- und Insellösungen vermieden werden, die zudem auf die Beteiligten eines gegebenen Projektes beschränkt sind. Durchgängigkeit ist das Schlüsselwort für die Umsetzung der 50%-Idee: dies gilt für die zuvor beschriebenen Forschungsthemen ebenso wie für den Ergebnistransfer aus den Forschungsprojekten in die industrielle Praxis.

Positionspapier Die 50%-Idee

Diese FuE-Projekte müssen die verschiedenen an Innovationsprojekten beteiligten Akteure einbeziehen. Die Projektbeteiligten arbeiten hierbei nicht in den üblichen Rollen als Auftraggeber und Zulieferer sondern als Partner in einem gemeinsamen Projekt. Alle Partner können in einem solchen Projekt Vorteile in der Wettbewerbsfähigkeit erzielen. Die anzustrebenden Projekte eignen sich somit in hohem Maße zur Ausrichtung entlang der Innovationskette. Insbesondere in der Modultechnik liegt eine große Chance für die traditionell mittelstandsverankerte Zuliefererindustrie. KMU, z.B. aus der Gruppe der Equipmenthersteller (Apparate, Pumpen, Armaturen etc.) spielen daher ebenso wie akademische Partner eine Schlüsselrolle als Ideengeber und in der Entwicklung der notwendigen Modulkonzepte, Methoden und Werkzeuge.

Die entwickelten Technologien, Methoden und Werkzeuge müssen schließlich im Rahmen eines Demonstrationsprojekts validiert und verifiziert werden. Dieses sollte eine umfassende Bewertung des Zeitersparnispotentials bei gleichzeitiger Betrachtung der Prozesseffizienz, Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit vornehmen.

Die Initiatoren der 50%-Idee schlagen daher folgendes vor:

- die Einrichtung eines eigenen, dedizierten Förderschwerpunkts zum Thema Laufzeitverkürzung von Innovationsprojekten in der Prozessindustrie,
- innerhalb dieses Förderschwerpunkts die Förderung von Projekten unter Beteiligung der Partner entlang der Innovationskette,
- Zusammenarbeit von Hochschulen und beteiligten Unternehmen aller Größenordnungen bei Fragen der Standardisierung und Moduldefinition,
- die gezielte Abstimmung und Vernetzung der Verbundprojekte, ggf. begleitet durch ein wissenschaftliches Koordinierungsvorhaben, das die Durchgängigkeit und Transparenz zwischen den Vorhaben sowohl in der Entwicklungsphase, als auch in der Engineering-Phase sicherstellt,
- ein hohes Maß an Ergebnisverbreitung nach außen, ggf. Normierungsvorhaben für vorgeschlagene Standards,
- zeitlich versetzt zu den Verbundprojekten Förderung eines strategischen Demonstrationsprojektes, das die Machbarkeit der im Förderschwerpunkt entwickelten Konzepte an einem konkreten Beispielprozess verifiziert.

Für den Förderschwerpunkt werden ein Zeitraum von 5 Jahren und ein Gesamtfördervolumen von 50 Mio. Euro vorgeschlagen. Das Demonstrationsvorhaben sollte nach zwei bis drei Jahren Laufzeit der Verbundvorhaben starten und selbst eine Laufzeit von 24 Monaten haben. Das Thema eignet sich auch für die Einrichtung einer Innovationsallianz. Ein starkes Engagement der großen Chemieunternehmen sowie Ingenieur- und Zulieferfirmen in Deutschland ist hierzu eine wesentliche Voraussetzung. Die an der Diskussion im Rahmen des Tutzing-Symposiums 2009 beteiligten Unternehmen sind hierzu bereit.