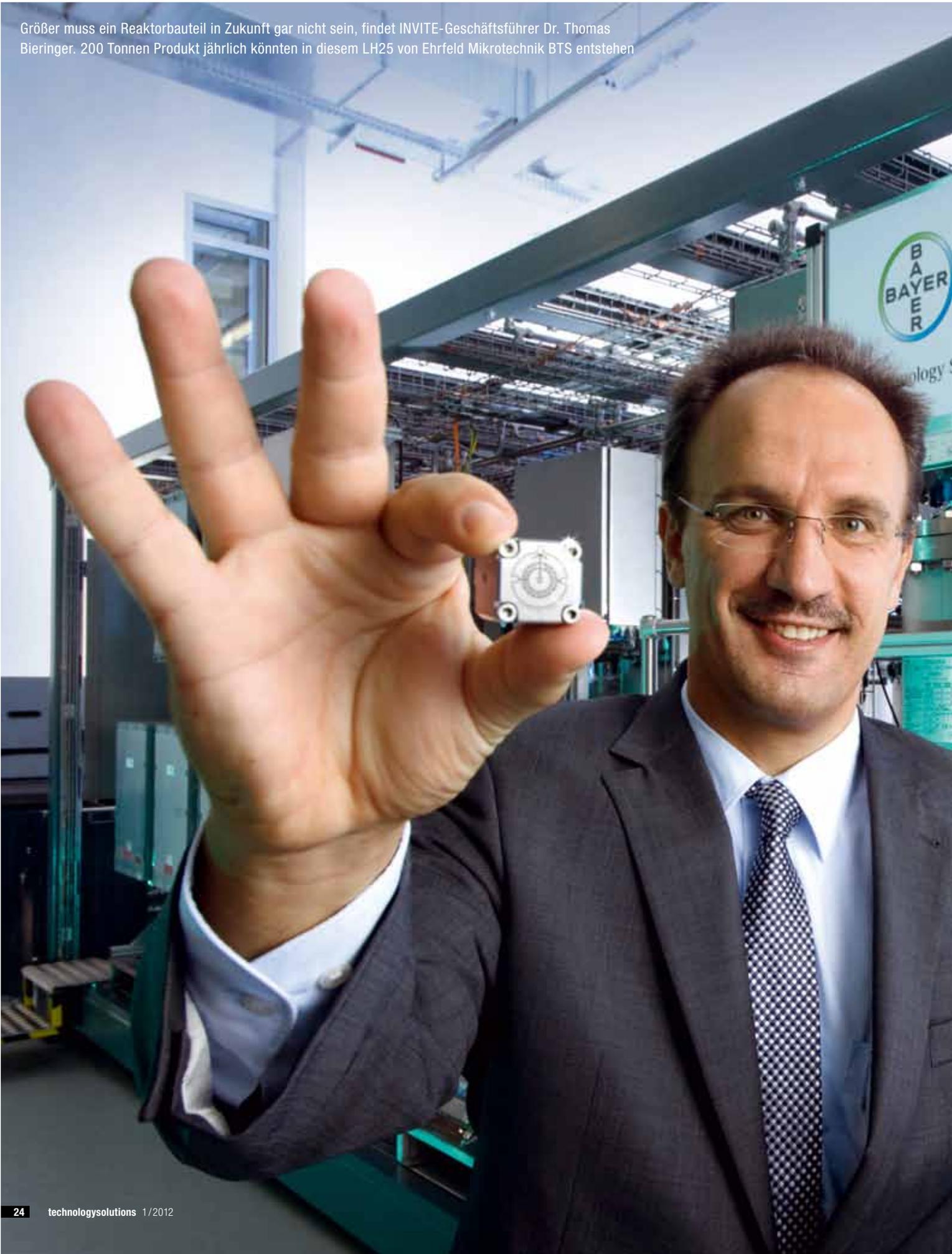


Größer muss ein Reaktorbauteil in Zukunft gar nicht sein, findet INVITE-Geschäftsführer Dr. Thomas Bieringer. 200 Tonnen Produkt jährlich könnten in diesem LH25 von Ehrfeld Mikrotechnik BTS entstehen





TECHNOLOGY DEVELOPMENT

Einladung in die Zukunft

Wachsende Weltbevölkerung auf der einen, knapper werdende Ressourcen auf der anderen Seite – eine Herausforderung auch für die chemische Industrie. Im neuen Forschungszentrum INVITE entstehen deshalb innovative Produktionskonzepte. Die Ziele: bessere Ressourcenausnutzung und mehr Flexibilität





„INVITE soll zur führenden Adresse für innovative Prozessentwicklung in der chemischen und pharmazeutischen Industrie werden“

Prof. Dr. Wolfgang Plischke, Vorstandsmitglied für Innovation, Technologie und Umwelt, Bayer AG

Wie wird die chemische Industrie in Zukunft produzieren? Dr. Thomas Bieringer muss gar nicht lange überlegen: „Viele Anlagen werden kleiner und die Prozesse werden effizienter sein“, sagt der Geschäftsführer des im September 2011 eingeweihten Leverkusener Forschungszentrums INVITE. Und noch etwas prognostiziert der Physiker: „Es wird chemische Produktionsanlagen geben, die nach dem Lego-Prinzip funktionieren. Stellen Sie sich einen Baukasten aus standardisierten Modulen vor, die man kombinieren und austauschen kann, je nach Prozess.“

Um Besuchern des neuen Forschungszentrums zu zeigen, was er meint, muss Bieringer von seinem Büro aus nur wenige Schritte gehen. Im geräumigen Technikum, quasi dem Herzstück des Gebäudes, steht eine erste solche Anlage: ein geradliniger Kasten mit offenen Seiten. Der Blick fällt auf viel glänzendes Metall: Edelstahlteile in zahlreichen Formen, kantige und runde Behälter, hier und da ein Glaskolben und überall Metallrohre. Jeder Zentimeter scheint ausgenutzt.

„In diesem Container befindet sich eine komplette Produktionsanlage für einen zweistufigen Syntheseprozess“, erklärt Dr. Lars Frye von Bayer Technology Services den erstaunten Besuchern. Frye ist verantwortlich für den Bau des Containers. Beim näheren Hinsehen erkennt man schnell den von Bieringer angesprochenen modulartigen Aufbau. Jedes Bauteil nimmt die gleiche Grundfläche ein. Wie auf einem Schachbrett unterteilt sich der Containerboden dafür in 40 gleich große quadratische Felder von jeweils rund 57 mal 57 Zentimetern. „Diese Standardisierung ermöglicht es, einzelne Bauteile zu kombinieren und auszutauschen“, so Frye. Werde zum Beispiel für einen Prozess hinter dem eigentlichen Reaktor eine Destillationsapparatur benötigt, für einen anderen aber ein Scheidetrichter, so ließen sich die entsprechenden Module austauschen – leicht und schnell.

Und auch der Container selbst ist normiert. „Er hat genau die Maße eines 20-Fuß-Standardcontainers, wie man ihn aus dem Schiffs- und Straßenverkehr kennt“, so Bieringer. Deshalb kann er gut transportiert werden – und das steht für einen Paradigmenwechsel in der chemischen Produktion: „Wenn sich die Rohstoffe und Abnehmer für ein bestimmtes Produkt beispielsweise in Frankreich befinden, dann wird man die Produktionsanlage künftig genau dorthin bringen – und Transportwege sparen.“

Über den Container im INVITE-Forschungszentrum freut sich auch Tobias Grömping. „Diese Anlage ist eines der ersten Ergebnisse des Projekts F³ Factory“, sagt Grömping, der das Projekt bei Bayer Technology Services leitet. Die drei F stehen für „flexible, fast, future“: Kernbegriffe, welche die Fabrik der Zukunft umreißen. Gefördert wird F³ Factory von der Europäi-



Schulterschluss zwischen Industrie und Universität

Die Begeisterung war Prof. Dr. Ursula Gather ins Gesicht geschrieben: Mit INVITE fänden zwei Institutionen zusammen, die in ganz besonderer Weise voneinander profitieren und gemeinsam Außergewöhnliches schaffen können, so die Rektorin der Technischen Universität Dortmund anlässlich der Einweihung des Forschungszentrums. Die Partnerschaft zwischen der TU Dortmund und Bayer Technology Services habe darüber hinaus Vorbildcharakter: So beschleunige INVITE den Transfer von der Forschung in die Praxis und überbrücke damit die Kluft, die häufig zwischen universitärer Forschung und ihrer Anwendung beste-



„INVITE beschleunigt den Transfer von der Forschung in die Praxis. Zudem profitieren unsere Studierenden von Projekten unter realen Produktionsbedingungen“

Prof. Dr. Ursula Gather, Rektorin, Technische Universität Dortmund



he. In der Tat bietet das neue Technologiezentrum sowohl der Universität als auch der Industrie die einmalige Gelegenheit, neuartige Technologien noch effizienter zu entwickeln. Die beteiligten Diplomanden und Doktoranden aus Dortmund profitieren dabei von Projekten unter realen Produktionsbedingungen: Sie können neueste Technologien dort kennenlernen, wo sie entwickelt und realisiert werden. Zugleich bringen sie ihrerseits theoretisches und akademisches Spezialwissen ein, das der Industrieseite hilft.

Die Zusammenarbeit sei in vollem Gange, so Gather. Im Rahmen von Projekten wie F³ Factory werde bereits gemeinsam geforscht. Und auch in den Hörsälen der TU ist die Partnerschaft spürbar: Bayer Technology Services finanziert die Stiftungsprofessur Apparatedesign (Prof. Dr.-Ing. Norbert Kockmann) an der Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen.

Seit September 2011 geöffnet – und damit offen für alle, die an der Fabrik der Zukunft mitarbeiten möchten: das INVITE Forschungszentrum in Leverkusen. Ganz bewusst sind Teile des Gebäudes für die Öffentlichkeit leicht zugänglich

schen Union, koordiniert von Bayer Technology Services. Beteiligt sind insgesamt 25 Partner – neben Bayer zahlreiche führende europäische Chemieunternehmen, darunter BASF, Evonik oder AstraZeneca: Über Wettbewerbsgrenzen hinweg arbeiten sie gemeinsam mit Forschungsinstituten und Hochschulen.

F³ Factory ist nicht das einzige Projekt, an dem im INVITE-Forschungszentrum intensiv gearbeitet wird. Der Name steht für *Innovationen, Visionen und Technologien*. Und er ist auch ganz wörtlich zu verstehen – als Einladung: Unter dem Dach von INVITE sollen sich Menschen aus universitärer Forschung und Industrie begegnen und voneinander lernen: offen, kreativ und

interdisziplinär. Auch die Kooperation unter Firmen, die an anderer Stelle im Wettbewerb miteinander stehen, sei hier ausdrücklich erwünscht, so Bieringer. „Nur wenn wir alle am selben Tisch sitzen, werden wir einen verbindlichen Standard für künftige Konzepte erarbeiten können“, ist Bieringer überzeugt.

Den Schulterschluss zwischen akademischer Welt und Industrie vollzieht dabei auch die gleichnamige Gesellschaft. INVITE wurde 2010 gemeinsam von Bayer Technology Services und der Technischen Universität Dortmund gegründet. Ambitioniertes Ziel dieser Public-private-Partnership: Produktionskonzepte für die Fabrik der Zukunft zu entwickeln – flexibel, effizient und ressourcenschonend. „INVITE soll zur führenden Adresse für innovative Prozessentwicklung in der chemischen und pharmazeutischen Industrie werden“, betonte Prof. Dr. Wolfgang Plischke, im Bayer-Vorstand verantwortlich für die Bereiche Innovation, Technologie und Umwelt, anlässlich der Einweihung des Gebäudes.

Interdisziplinarität, Kreativität und Offenheit spiegeln sich dabei bereits in dessen Architektur wider. Nicht umsonst steht das Forschungszentrum nur zu einer Hälfte auf dem Gelände des ChemPark Leverkusen. Die andere Hälfte ist öffentlich und kann von jedermann betreten werden. Und selbst wer keine Berechtigung hat, den werkseitigen Teil im Gebäude zu betreten, kann durch betont groß angelegte Fenster beobachten, woran Wissenschaftler und Techniker gerade arbeiten.

Zum Beispiel am F³-Factory-Container. Dieser sei bereits auf einen ganz konkreten Anwendungsfall ausgelegt, wie Dr. Sigurd Buchholz betont, der bei Bayer Technology Services die Gruppe Process & Flow Chemistry leitet: „Wir haben hier die ersten zwei Stufen der Synthese eines möglichen Krebswirkstoffs integriert.“ Der von Bayer HealthCare entwickelte Wirkstoff befindet sich bereits in klinischen Studien.

Eine weitere entscheidende Neuerung: Die Anlage arbeitet kontinuierlich und nicht im – für den Pharmabereich klassischen – Chargen- oder auch Batch-Betrieb. Das bedeutet: Hier kann kontinuierlich Rohstoff zugeführt und Produkt entnommen werden – ohne dass der Prozess unterbrochen werden muss. Auch dieser Ansatz steht für einen Paradigmenwechsel in der künftigen Produktion. „Wer kontinuierlich produziert, muss weniger Rohstoffe vorhalten, hat weniger Stillstandzeiten und weniger Reinigungsaufwand. Kurzum: Es fallen weniger Kosten an“, so Buchholz. Hinzu komme: Kontinuierlich geführte Reaktionen können in kleineren Reaktoren erfolgen – eine wichtige Voraussetzung für die kompakte Fabrik im Containerformat. Im Fall der zweistufigen Wirkstoffsynthese fasst der größte Reaktor gerade mal 160 Liter. Viel weniger als bei klassischen Batch-Verfahren.

Dass es noch viel kleiner geht, beweisen sogenannte Mikroreaktoren. Bei diesen durchströmen die Reaktionspartner Mischkanäle, deren Durchlass stellenweise dünner ist als ein menschliches Haar. „Dennoch fließen durch so einen Reaktor

Wie produzieren wir optimal?

Vor dieser Frage steht jeder, der chemische Synthesen durchführt. flonamic hilft, jeden Prozess individuell, maßgeschneidert und schnell zu optimieren.

Egal, ob es sich um Wirkstoffe, Zusatzstoffe, Feinchemikalien oder um Polymere handelt – immer gibt es für die Hersteller dieselben zwei Herausforderungen: Sie müssen ihre Substanz möglichst rein produzieren, und das Ganze soll natürlich auch wirtschaftlich sein. Doch wie optimiert man eine Synthese?

Mit flonamic bietet Bayer Technology Services gleich ein ganzes Arsenal von Instrumenten, um jeden Prozess ganz individuell, maßgeschneidert und außerdem noch schnell zu optimieren. Das Spektrum reicht dabei vom Bewerten der einzelnen chemischen Syntheseschritte über das Ermitteln der geeigneten Prozessparameter bis hin zum Scale-up auf jeden gewünschten Produktionsmaßstab. Bei diesem Service spielen die Anbindungen des Unternehmens an INVITE mit dem angeschlossenen Partner-Netzwerk und auch an die Tochtergesellschaft Ehrfeld Mikrotechnik BTS eine zentrale Rolle. Daraus resultiert eine einzigartige Infrastruktur mit umfangreicher Expertise und Zugriff sowohl auf innovative Technologien als auch auf besondere Hardware. Dazu zählen etwa die miniaturisierten Anlagenmodule von Ehrfeld Mikrotechnik BTS. Mit ihnen lassen sich geplante Prozesse mit extrem geringen Stoffmengen – und trotzdem repräsentativ etwa im Hinblick auf Mischvorgänge oder Wärmeübergänge – untersuchen.

Bei bereits bestehenden Prozessen hilft flonamic zum Beispiel bei der Umstellung vom Batch-Betrieb auf eine kontinuierliche Fahrweise. Bei neuen Prozessen wiederum kann die Anforderung darin bestehen, die bisher im Labor erzielte Ausbeute zu steigern, den Lösemittelverbrauch zu senken oder die optimale Reaktionstemperatur zu ermitteln. flonamic setzt dann sowohl mit theoretischen Kalkulationen auf Basis der Stoffdaten an als auch mit eigenen Versuchsreihen im Labormaßstab. Danach ermitteln die Experten in Pilotanlagen die optimalen Parameter für die robusteste Prozessführung in jedem gewünschten Maßstab.

flonamic zeigt auch auf, wenn eine ökonomisch sinnvolle Synthese gar nicht gegeben ist. Eine wichtige Information, um größere Fehlinvestitionen möglichst früh zu vermeiden.



pro Stunde 25 Liter, und im Jahr kann man 200 Tonnen produzieren“, so Bieringer. Diese Miniaturisierung biete große Vorteile, weil zum Beispiel der Wärmeaustausch viel rascher erfolge als bei großen Reaktoren. Aufheizen und auch Kühlen gehen also viel schneller. Ganz nebenbei seien kleinere Anlagen natürlich auch sicherer im Betrieb, weil sie zum Beispiel viel schneller heruntergefahren werden können und weil die reagierenden Stoffmengen viel kleiner sind.

Und was ist, wenn die Produktionsmenge einer Container-Anlage nicht ausreicht? Bieringer lacht. „Ganz einfach. Dann

daraus das Produkt zu isolieren. Die verbleibenden Zellen leitet man, zusammen mit frischer Nährlösung, zurück in den Reaktor – ebenfalls kontinuierlich.

Ein weiteres wichtiges MoBiDiK-Element: Teile wie Reaktor, Filter oder Vorlagebehälter sind aus Kunststoff – und können nach jeder Charge schnell und einfach entsorgt werden. Für die nächste Produktion ersetzt man sie mit sauberen und sterilen neuen Elementen. Das schafft hohe Flexibilität – und spart Kosten, die bisher für die Reinigung und den dann notwendigen Sauberkeitsnachweis anfielen. Auch was die Ausgangsstoffe

angeht, wird sich die chemische Produktion der Zukunft ändern müssen. Je stärker die fossilen Quellen zur Neige gehen, desto dringender sind alternative Rohstoffkonzepte gefragt. Dieses Ziel verfolgt auch das Projekt CO₂RRECT, an dem INVITE ebenfalls beteiligt ist. Darin arbeitet ein Konsortium unter Führung von Bayer Technology Services aber nicht nur daran, CO₂ als Rohstoff für verschiedene Grundchemikalien zu nutzen. Darüber hinaus soll der dabei benötigte Strom aus regenerativen Quellen stammen, insbesondere aus bisher nur unzureichend genutzten Überschüssen, wie sie etwa Windkraftanlagen bei entsprechenden Wetterlagen liefern. Ein doppelter Nachhaltigkeitseffekt. Nachhaltigkeit spielt bei INVITE und den damit verbundenen Projekten



Kontinuierlich produzieren (Paternoster-Prinzip) oder lieber in einzelnen Chargen (Aufzug per Knopfdruck)? Dr. Agathe Christine Mayer (l.) und Dr. Andrea Vester von Bayer Technology Services suchen Antwort

installiert man zwei, drei oder mehr Container parallel.“ Eine Flexibilität, mit der sich auch nachfragebedingte Schwankungen gut handhaben ließen.

Eine kontinuierliche Prozessführung möchte INVITE auch mit dem Projekt MoBiDiK vorantreiben. Der Name steht für „Modulare Bioproduktion – disposable und kontinuierlich“. „Es geht um ein allgemeines Konzept für die Produktion von Biologika, also etwa Antikörpern, die in der Medizin eine immer größere Rolle spielen“, erklärt Dr. Andrea Vester, Projektmanagerin bei Bayer Technology Services. Diese werden üblicherweise von tierischen Zellen produziert, bisher fast ausschließlich in sogenannten Fed-Batch-Prozessen. Das Produkt wird erst am Ende des Prozesses isoliert und aufgereinigt. Bei MoBiDiK hingegen entnimmt man dem Bioreaktor kontinuierlich Flüssigkeit, um

ganz generell eine große Rolle. Denn Produktionsprozesse verschlingen viel Energie. Angesichts von Bevölkerungswachstum und steigendem Lebensstandard würde dieser Aufwand sogar zunehmen. Da sind effizientere Prozesskonzepte gefragt.

Spannende Zeiten also für Thomas Bieringer und seine vielen Mitstreiter. Und die Begeisterung über die angepeilten Paradigmenwechsel ist ihm deutlich anzusehen. Der Blick des INVITE-Chefs geht noch einmal zum F³-Container: „Dieses konkrete Beispiel einer Zweistufenreaktion ist erst der Anfang. Viele weitere Firmen aus dem F³-Factory-Projekt arbeiten ebenfalls an modularen Containerlösungen für konkrete Produktionsprozesse. 2012 werden alle diese Container hier bei INVITE getestet.“ Und natürlich vielen interessierten Besuchern vorgeführt. Passend zur Grundidee von INVITE: offen zu sein. 