

## Welche Entwicklungen bestimmen den Chemieanlagenbau?

*The emergence of global marketing networks and the intense pressure on prices are leaving their mark on the chemical and pharmaceutical industries. Producers must ensure that faster time to market does not affect product quality. The engineering teams which design chemical plants must take all of these factors into consideration, as energy costs rise and the importance of efficient resource utilisation continues to increase.*

*Global vernetzte Märkte und ein wachsender Preisdruck prägen die chemische wie auch pharmazeutische Industrie. Time-to-Market wird immer kürzer, gleichzeitig soll die Produktqualität konstant hoch sein. Dies alles muss der Chemieanlagenplaner vor dem Hintergrund steigender Energiekosten und den Forderungen nach effizienter Ressourcennutzung bei seinen Planungen berücksichtigen.*

## What are the current trends in chemical plant design?

**W**ear and tear is not the only factor which limits the useful life of production assets. In today's world, rapidly changing market conditions and innovation in production methodologies and technologies have a bigger impact on the length of a system's life cycle. During the course of its 40–50 year lifecycle, a chemical plant undergoes a continual process of modernisation, rationalisation and system replacement. Modification and optimisation take place at increasingly shorter intervals in response to changing conditions in the industry. What are the current trends in chemical plant design? In very general terms, there is activity at both ends of the

**D**ie ökonomische Lebensdauer einer Anlage ist nicht nur vom Verschleiß und der Abnutzung abhängig. Vielmehr bestimmen die sich immer schneller ändernden Marktbedingungen sowie Innovationen bei Verfahren und Technologien die Dauer des Anlagen-Lebenszyklus. Im Verlaufe ihres gesamten Lebenszyklus von 40 bis 50 Jahren wird eine Chemieanlage deshalb modernisiert, rationalisiert, erneuert und immer häufiger adaptiert und optimiert, um den sich ändernden Anforderungen gerecht zu werden. Doch welche Entwicklungen bestimmen derzeit den Chemieanlagenbau? Allgemein kann der Beobachter feststellen: Die Größe von Chemieanlagen entwickelt sich in beiden Dimensionen weiter – sowohl in



size spectrum (mega plants and micro plants). The general trend towards modular design and higher levels of automation continues. Modular design increases flexibility from the user standpoint. Users can react more quickly to changing market conditions at less cost. Automation offers the advantage of good, reproducible quality and lower labor costs.

### Mega plants: not always the best solution

Why are mega plants still on the agenda? The simple answer is economies of scale. Large plants reduce specific investment costs. The average output capacity of plants which produce basic chemicals has increased by a factor of 2–6 over the past ten years. Contracts worth hundreds of millions of euros are not uncommon. At the top end of the scale, contracts can exceed the one billion euro mark according to information provided by the Large Industrial Plant Engineering Group (AGAB) at the German Engineering Federation (VDMA).

Of course a world-scale plant is not always the best solution. Huge plants can create overcapacity, particularly when the economy slows down. Small, modular plants which give the user enough flexibility to adapt as markets evolve are often the better alternative outside of the basic chemicals sector.

#### Trends at a glance

- Mega plants: the advantages of economies-of-scale
- The chemical industry is reassessing alternative ways of producing raw materials
- Significant savings due to virtual engineering

#### Trends auf einen Blick

- Megaanlagen: Vorteile der „economies-of-scale“
- Alternative Verfahren zur Rohstoffversorgung erfahren neue Bewertung
- Einsparpotenziale durch Virtual Engineering

*Richtung Megaanlagen als auch in Richtung Mikroanlagen. Generell ist auch der Trend zur Modularisierung und weitergehenden Automatisierung ungebrochen: Modulare Anlagenkonzepte machen den Betreiber flexibler, er kann rascher und kostengünstiger auf veränderte Marktentwicklungen reagieren. Und die Automatisierung bietet ein reproduzierbares, hohes Qualitätsniveau bei sinkenden Personalkosten.*

*Warum liegen Megaanlagen weiter im Trend? Es geht hier um die „economies-of-scale“: Großanlagen senken die spezifischen Investitionskosten. Die durchschnittlichen Anlagen-*

*kapazitäten zur Herstellung von Basis-Chemikalien sind in der vergangenen Dekade um den Faktor zwei bis sechs gestiegen. Auftragswerte von mehreren hundert Millionen Euro sind keine Seltenheit. In der Spitze können die Vorhaben sogar Größenordnungen von einer Milliarde Euro überschreiten, wie die Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau (AGAB) des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) berichtet. Doch sind World-scale-Anlagen natürlich nicht immer die beste Lösung. Insbesondere in konjunkturellen Abschwungphasen können Großanlagen zu Überkapazitäten führen. Kleine, modulare Anlagen, mit denen der Betreiber flexibel die Kapazitäten an die Marktentwicklung anpassen kann, sind außerhalb des Bereichs der Basis-Chemikalien häufig die bessere Alternative.*

### Exploiting a more versatile raw material base

Given the high price of steam-cracking naphtha feedstock (straight-run gasoline), the chemical industry is currently reassessing alternative ways of producing raw materials. Fischer-Tropsch synthesis is a well-established process for large-scale conversion of synthetic gas (carbon monoxide and hydrogen) into hydrocarbons. Catalysis researchers at BASF in Ludwigshafen have developed a new catalyst which is suitable for targeted production of olefins at the company's integrated production facilities. Following on the success of this research project, work is underway on an industrial production process to exploit the new catalyst, and this activity is expected to be completed by the middle of the next decade.

The company plans to use synthetic gas to broaden its raw material base. Synthetic gas has the advantage that it can be produced from fossil-based raw materials such as oil, gas and coal as well as from renewable raw materials. Synthetic gas offers a lot of options, both in terms of the raw material base and in the variety of products which can be synthesized. If continued development of the Fischer-Tropsch process proves successful, the industry could well have a viable alternative to cracker

### Flexiblere Rohstoff-Basis nutzen

*Vor dem Hintergrund der hohen Preise für Naphtha (Rohbenzin) als Einsatzstoff von Steamcrackern erfahren alternative Verfahren zur Rohstoffversorgung derzeit in der chemischen Industrie eine neue Bewertung. Ein lange bekanntes Verfahren ist die Fischer-Tropsch-Synthese zur großtechnischen Umwandlung von Synthesegas (Kohlenmonoxid und Wasserstoff) in Kohlenwasserstoffe. Experten aus der Katalyseforschung der BASF in Ludwigshafen haben für dieses Verfahren einen neuen Katalysator entwickelt, der die gezielte Herstellung von Olefinen für den Produktionsverbund des Unternehmens ermöglicht. Mit diesem wichtigen Erfolg ist der Startschuss für die verfahrenstechnische Umsetzung gefallen, die bis Mitte des nächsten Jahrzehnts abgeschlossen sein soll.*

*Der Einsatz von Synthesegas soll dem Unternehmen in Zukunft die Möglichkeit eröffnen, seine Rohstoff-Basis zu verbreitern. Denn Synthesegas lässt sich sowohl aus den fossilen Rohstoffen Öl, Gas und Kohle gewinnen als auch aus nachwachsenden Rohstoffen. Aufgrund dieser Flexibilität, die sie einerseits bei den Rohstoffen ermöglicht, andererseits aber auch bei den synthetisierten Produkten bietet, könne die erfolgreiche Weiterentwicklung*

### The contribution of efficient IT tools

The shortage of qualified engineers is a major factor behind the widespread deployment of computer-based 3D design solutions. Industry experts have no doubt that state-of-the-art IT tools will continue to help companies improve productivity. Only about 15–20% of a typical overall project budget is allocated to up-front planning, but an improvement in the quality of every element in the system can have a significant effect on time and cost. In the past, software tool developers concentrated on providing specialized solutions for different engineering phases, but now there is increasing demand for seamless data exchange between these engineering tools. Gaps in the information flow between project phases have been identified as bottlenecks. The solution is to develop integrated planning tools which help avoid the effort involved in dealing with system discontinuity. In concrete terms, this means elimination of duplicate data entry. However, users want more than data transportability between engineering phases. Any dependency between the engineering tool and the engineering data needs to be eliminated. From the user's point of view, the real value of the engineering data is based on transportability to other tools and systems.

### Nutzung von effizienten IT-Werkzeugen

*Auch aufgrund des Mangels an Fachingenieuren ist vielfach eine durchgängige Einführung computergestützter 3D-Konstruktionslösungen zu beobachten. Branchenexperten gehen davon aus, dass moderne IT-Werkzeuge die Produktivität weiter erhöhen werden. Zwar stellt der Planungsprozess nur ca. 15 bis 20% der Gesamtkosten eines Projektes dar, kann aber durch Verbesserung der Qualität aller Elemente einer Anlage einen erheblichen Hebel auf Zeit und Kosten ausüben. Während die Tool-Hersteller in der Vergangenheit ihre Werkzeuge innerhalb der einzelnen Engineering-Phasen spezialisierten und reifen ließen, ist mittlerweile der Ruf nach einem nahtlosen Datenaustausch zwischen diesen Werkzeugen lauter geworden. Die lückenhafte Verbindung zwischen den Planungsphasen wurde als Flaschenhals erkannt. Die Lösung: Integrierte Planungswerkzeuge helfen dabei, Mehrarbeit durch Systembrüche zu vermeiden – konkret: Sie vermeiden die Mehrfacheingabe von Daten. Der Anwender fordert darüber hinaus zunehmend die generelle Separierbarkeit von Engineering-Daten und Engineering-Werkzeugen. Denn der Wert von Engineering-Daten liegt aus Anwendersicht ja gerade in der Möglichkeit zur Weitergabe und Weiterverarbeitung.*



Picture: BASF

Fermentation in a 5000-liter fermenter: Only about 5% of the production processes in the European chemical industry are currently based on biotechnology. However, market researchers are convinced that the figure will rise to 15% by 2015.

*Fermentation im 5000-Liter-Fermenter: Marktforscher gehen davon aus, dass der Anteil biotechnischer Methoden an allen Produktionsverfahren in der europäischen Chemie von derzeit 5% auf 15% bis 2015 ansteigen wird.*

technology in the future. The economic viability of developing an industrial process to exploit the technology naturally depends on raw material prices.

Development of a heterogeneous catalyst has now advanced to the stage where researchers have begun to work on a process which is specifically tailored to this technology. They plan to conduct mini-scale trials to identify the optimal reaction conditions and watch how the catalyst performs under production conditions. Development activity up to this point has focused on a significant increase in selectivity for production of olefins with two to four carbon atoms.

### Alternative resources from Mother Nature

Only about 5% of the production processes in the European chemical industry are currently based on biotechnology. However, market researchers are convinced that the figure will rise to 15% by 2015. Industry expects that biotechnology will grow at above-average rates over the long term in the fine chemical sector. 20% of the processes used in this sector are already biotechnology-based. There is good reason to believe that this figure will increase to 50% in the fine chemical industry by 2015. Experts predict that total worldwide turnover from white biotechnology could reach \$300 billion by 2015. However, industry insiders point out the need to remain realistic despite the level of success that has been achieved so far. They claim that white biotechnology is not inherently more cost-effective or eco-friendly than conventional chemical synthesis. It is important to weigh up the advantages and disadvantages in the specific situation.

Are renewable resources a viable alternative to oil as basic materials for the chemical industry? Bioethanol etc. does not necessarily have to be produced from foodstuffs such as sugar cane or grain. Using white biotechnology, chemical substances can be produced out of industrial waste or residual biomass which is left over from forestry and agricultural activities according to information provided by the Stuttgart-based Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology (IGB).

*der Fischer-Tropsch-Synthese eine interessante Alternative zur Cracker-Technologie werden. Das wirtschaftliche Potenzial für eine mögliche Umsetzung des Verfahrens in einer Großanlage ist dabei natürlich abhängig von den Kosten für Rohstoffe.*

*Die Entwicklung des neuen heterogenen Katalysators ist soweit fortgeschritten, dass man nun damit beginnen könne, das Verfahren dafür maßzuschneidern. Mithilfe der Miniplant-Technologie werde geklärt, wie die optimalen Reaktionsbedingungen aussehen und wie sich der Katalysator unter Produktionsbedingungen verhält. Kern der bisherigen Entwicklungsarbeiten war die signifikante Erhöhung der Selektivität für die Produktion von Olefinen mit zwei bis vier Kohlenstoffatomen.*

### Alternative Ressourcen aus der Natur

*Derzeit liegt der Anteil biotechnischer Methoden an allen Produktionsverfahren in der europäischen Chemie erst bei etwa 5%. Marktforscher gehen aber davon aus, dass der Anteil bis 2015 auf 15% ansteigen werde. Speziell für Feinchemikalien erwarten Branchenkenner langfristig überdurchschnittlich hohe Wachstumsraten. Hier nehmen schon heute biotechnische Verfahren einen Anteil von rund 20% ein. Es spreche viel dafür, dass dieser Anteil in der Sparte Feinchemie bis 2015 voraussichtlich auf 50% zulegen werde. Insgesamt könnte dann im Jahr 2015 der weltweite Umsatz mit weißer Biotechnologie rund 300 Mrd. Dollar erreichen, schätzen Experten.*

*Bei allen Erfolgen müsse man realistisch bleiben, heißt es dennoch in Branchenkreisen: Die weiße Biotechnologie sei ja nicht per se wirtschaftlicher und umweltverträglicher als die klassische chemische Synthese. Man müsse Vor- und Nachteile in jedem Einzelfall nüchtern abwägen.*

*Und wie sieht es mit nachwachsenden Rohstoffe als Alternative zu Erdöl als Ausgangsstoff der chemischen Industrie aus? Bioethanol und Co. müssen nicht zwangsläufig aus Nahrungsmitteln wie Zuckerrohr oder Getreide gewonnen werden. Über die weiße Biotechnologie lassen sich chemische Stoffe auch aus Abfallprodukten der Lebensmittelindustrie oder Restbiomasse*



Picture: BASF

Whereas in the past wood or plastic models were used to display the plant visually, today plants are mapped in three dimensions on the computer.

Während früher Holz- oder Plastikmodelle der Visualisierung dienten, werden heute Anlagen im Computer dreidimensional dargestellt.

### Boosting engineering productivity

Experts agree that in the future, virtual engineering will be an indispensable methodology and tool for production asset suppliers and users and that it will play a vital role during the design phase and ongoing operation. For example, interactive 3D models will simulate production flows and enable engineers to identify weaknesses and train equipment operators.

If developers begin using virtual engineering early on in the design process, industry experts claim that significant savings can be achieved. Production planning time can be cut by 40%, and investment costs can be reduced by up to 30%.

Because the virtual model facilitates a better understanding of the entire process, many companies use it when they sit down with customers to discuss future production systems during the planning and engineering definition phase. Engineering can also verify equipment accessibility, which plays a major role in the effort to reduce maintenance and repair time.

There is also another aspect to consider, which reinforces the importance of virtual engineering. Demographic trends in the Western industrialized nations and the increasing tendency for students to choose non-technical careers creates the necessity to achieve a quantum improvement in engineering productivity. Summary: Process developers and the engineers who design production assets have plenty of innovative ideas. Exhibitors at AICHEMA will showcase a whole range of new products, services and improvements. There are sure to be a lot of lively discussions between suppliers and users at the show. ■

aus der Forst- und Landwirtschaft oder Reststoffen gewinnen, berichtet das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart.

### Produktivität im Engineering erhöhen

Virtual Engineering als Methode und Werkzeug gilt als Technologie, ohne die in Zukunft kein Anlagenhersteller oder Anlagenbetreiber mehr auskommen wird – und dies sowohl bei der Planung als auch beim Betrieb der Anlage. Beispielsweise lassen sich am interaktiven 3D-Modell Produktionsabläufe durchspielen, eventuelle Fehler und Schwachstellen entdecken sowie das Personal schulen. Setze man das Virtual Engineering bereits in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses ein, seien bemerkenswerte Einsparpotenziale erreichbar, sagen Branchenkenner: Die Produktionsplanung lasse sich um bis zu 30% beschleunigen, der Produktionsaufwand um 40% reduzieren und Investitionskosten bis zu 30% verringern.

Weil der komplette Prozess anschaulicher und besser einschätzbar ist, nutzen Unternehmen die virtuellen Modelle auch dazu, um die zukünftigen Anlagen gemeinsam mit dem Kunden während der Planung und der technischen Klärungsphase zu diskutieren. Auch die Anlagenzugänglichkeit kann überprüft und optimiert werden – ein wichtiger Beitrag, um Wartungs- und Instandhaltungszeiten zu reduzieren.

Fazit: Den Verfahrensentwicklern und Planern von Chemieanlagen gehen die innovativen Ideen nicht aus. Auf der AICHEMA werden die Aussteller eine Vielzahl von Neuheiten und Verbesserungen präsentieren. Anregende Diskussionen zwischen Anbietern und Betreibern sind sichergestellt. ■