Biotechnologie setzt auf Automatisierung

Ob pipettieren, analysieren oder produzieren – immer mehr verlagern sich die Tätigkeiten in der Biotechnologie weg von der Handarbeit hin zur Automatisierung. Dabei wird das Rad nicht unbedingt neu erfunden: Automatisierungssysteme aus dem Anlagen- und Maschinenbau werden angepasst und weiterentwickelt für Anwendungen in den Life Sciences.

© Fotolia

Im Grunde ist es in der Biotechnologie heute wie in anderen Branchen auch: Um ein erfolgreiches Produkt möglichst schnell, in hoher Stückzahl und zu möglichst geringen Kosten produzieren zu können, wird die Fertigung so weit wie möglich automatisiert. Das steht im Einklang mit dem Trend zur Standardisierung. Auch in der Biotechnologie wollen sich die Kunden darauf verlassen können, dass sie ein Produkt in stets gleichbleibender Qualität erhalten. Für die Einhaltung entsprechender Standards sorgt der Hersteller mit seinem Qualitätsmanagement und Zertifizierungen. Das verlangt auch der Gesetzgeber, bei GMP-Richtlinien ebenso wie bei DIN- und ISO-Normen. Die Umsetzung von Automatisierung und Standardisierung ist bei biotechnologischen Fragestellungen und besonders im Umgang mit lebenden Zellen oder Geweben jedoch komplexer als bei Produkten aus unbelebter Materie. Deshalb sind herkömmliche Automatisierungsverfahren zwar eine gute Basis, die jedoch entsprechend angepasst und erweitert werden muss.

Automatisierung in den Life Sciences bedeutet immer Interdisziplinarität: Experten der verschiedensten Fachrichtungen müssen in ständigem Dialog zusammenarbeiten. Ingenieure und Techniker aus dem Anlagen- und Maschinenbau arbeiten genauso mit wie Experten aus den Naturwissenschaften und je nach Produkt auch aus der Medizin. Die beiden letzteren bringen das Know-how ein, wie mit Biomaterialien und lebenden Systemen umzugehen ist. Wie wichtig das ist, zeigt zum Beispiel die Bioproduktion von Feinchemikalien. Hier kann nur dann konkurrenzfähig im großindustriellen Maßstab gearbeitet werden, wenn die Produktionsprozesse automatisiert werden. Das funktioniert jedoch nur dann effizient, wenn der Stoffwechsel der produzierenden Organismen berücksichtigt beziehungsweise optimiert wird. Dafür wiederum wird hochspezialisiertes biologisches Fachwissen benötigt.

Lebensnahe Produkte verstehen

Der Automatisierungstrend betrifft nicht nur die Bioproduktion von Arzneimitteln und Wertstoffen, sondern auch die Laborarbeit und Analysemethoden im Feld, beim Arzt und am Krankenbett. Eine gewisse Teilautomatisierung ist inzwischen selbst in Forschungslaboren zu finden, in denen mit kleinen Materialmengen umgegangen wird: Pipettierroboter haben hier ebenso Einzug gehalten wie Hochdurchsatztechnologien für analytische Zwecke. Dabei spielt die Automation häufig keine Solorolle, sondern tritt gemeinsam mit der Miniaturisierung auf. Das gilt auch für die Diagnostik: Automatisierung und Miniaturisierung gemeinsam machen es möglich, kleinste Proben, zum Beispiel aus Körperflüssigkeiten, auf eine Vielzahl Parameter zugleich zu testen. Auch die Lab-on-a-Chip-Technologie dient der Miniaturisierung und Automatisierung von Testsystemen: Proteine, Peptide und Nukleinsäuren werden in einem winzigen Raster auf kaum fingernagelgroßen Trägern immobilisiert und dadurch für automatisierte Reaktionen und Analysen handhabbar gemacht.

Zu welchen Entwicklungssprüngen die automatisierte Hochdurchsatztechnologie führt, zeigt zum Beispiel die Wirkstoffsuche in der Pharmaindustrie, etwa bei Boehringer Ingelheim. Vor der Ära der Hochdurchsatz-Tests (High-Throughput-Screening, HTS) war es schon gut, 100 Substanzen pro Tag zu testen. Heutige HTS-Systeme arbeiten mit einem Durchsatz von mindestens 10.000 Proben pro Tag, Ultra-HTS-Systeme schaffen sogar mehr als 100.000 Proben pro Tag – mit steigender Tendenz.

Trotz solcher Entwicklungen hinkt die Life-Science-Branche im Vergleich etwa zum Automobilsektor noch deutlich hinterher. So hat die Automobilindustrie laut dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) eine Roboterdichte von mehreren hundert Robotern pro 10.000 Mitarbeitern, während in den Bereichen Medizin, Pharma und Kosmetik noch unter 50 Roboter auf 10.000 Beschäftigte kommen. Das heißt, es gibt noch reichlich Potenzial, das ausgeschöpft werden kann.

ELSA zeigt: Automatisierung führt Branchen zusammen

Teilautomatisierte Prozesse sind bereits heute fester Bestandteil in vielen biowissenschaftlichen Forschungseinrichtungen und Biotech-Unternehmen.

© Contexo GmbH

In der BioRegion STERN wird im Rahmen der Clusterinitiative ELSA (Clusterinitiative Engineering – Life Sciences – Automation) gezielt die Kooperation zwischen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus auf der einen und den Life Sciences auf der anderen Seite gefördert. Damit wird die Automatisierung in den Life Sciences voran getrieben. Teil der Aktivitäten ist eine großangelegte ELSA-Studie mit dem Titel "Biotech meets Autotech". Dabei wurde der Status quo der bisherigen Kooperationen und Schnittmengen analysiert, was zur Festlegung weiterführender Strategien dient. Die Studienergebnisse zeigen, dass die Branchen, so unterschiedlich sie auf den ersten Blick sind, doch viele Intentionen teilen: So sind die Erfolgsfaktoren bei Kooperationen für beide Branchen identisch: klare Verantwortlichkeiten, ausreichende Ressourcen und gemeinsame Ziele. Netzwerke haben folgerichtig einen hohen Stellenwert in beiden Branchen. Die Studie zeigt klar, dass beide Branchen die Chancen der gemeinsamen Erschließung neuer Geschäftsfelder erkannt haben und willens sind, sie zu nutzen. Dabei werden strategische Allianzen sowie F&E-Partnerschaften bevorzugt.

Die Top-Drei-Felder, auf denen Engineering- und Automation-Unternehmen bereits mit Life-Science-Unternehmen kooperieren, sind der Studie zufolge die Analytik, die Diagnostik und die Materialwissenschaften. Hier wird auch in Zukunft sicherlich ein Schwerpunkt liegen, mit viel Luft in andere Bereiche hinein, von Biopharmazeutika bis zu Zell- und Gewebetechnologien und der Nanotechnologie. Ein zukunftsweisendes Beispiel für Kooperationen im Bereich Nanotechnologie ist das automatisierte Dosiersystem i-DoT des Stuttgarter Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Systemlösungen für die biologische Vielfalt

Eine große Rolle in der Biotechnologie spielt stets der Zeitfaktor: Materialien müssen häufig in einem bestimmten Zeitfenster be- und weiterverarbeitet werden. Außerdem können Zwischen- und Endprodukte biologischer Natur nicht einfach zwischengelagert werden wie ein Metall- oder Kunststoffteil. Jedoch gibt es inzwischen eine Reihe hilfreicher Entwicklungen, etwa Verfahren, um biologisches Material ohne Kühlung zu konservieren. Als Antwort auf die mannigfaltigen Bedürfnisse im Bio-Umfeld werden zunehmend Plattformlösungen entwickelt. Auf einer standardisierten Basis, die in der Regel die anlagentechnische Grundausstattung, IT und Kommunikationstechnologie und zum Teil komplette Steuer- und Auswertemodule umfasst, werden flexible Teillösungen angedockt.

Durch die Automatisierung entsteht ein Gewinn auf zwei Ebenen. Zum einen lassen sich Prozesse damit effizienter gestalten, wobei sie durch den automatisch immer gleichen Ablauf auch objektiviert werden. Das heißt, die Abläufe sind qualitativ und quantitativ stets gleich und können dadurch im Rahmen des Qualitätsmanagements wesentlich besser erfasst werden. Das ist ein großer Vorteil, wenn die Laborarbeit nach GMP-Standards (Good Manufacturing Practice) erfolgen soll.

Die zweite Ebene betrifft die Planer und Akteure. In der Biotechnologie ist für praktisch alle Tätigkeiten Fachwissen und damit entsprechend ausgebildetes Personal nötig. In der Forschung und Entwicklung ist es auch immer noch Usus, dass der Wissenschaftler die Arbeit nicht nur konzipiert, sondern auch selbst ausführt. Das bindet Arbeitskraft, körperliche und geistige. Die Automatisierung setzt diese Arbeitskraft frei, die nun für andere Tätigkeiten genutzt werden kann.

Was ist Automatisierung?
Historisch gesehen folgte die Automatisierung der Mechanisierung von Arbeits- und Produktionsprozessen, die durch die industrielle Revolution wesentlich vorangetrieben wurde. Die Automatisierung geht über die Mechanisierung hinaus, indem nicht nur die reine Ausführung, sondern auch Steuerungs- und Regelungsarbeiten von künstlichen Systemen übernommen werden. Der Begriff Automatisierung wurde 1936 vom Ford-Manager D. S. Harder geprägt. Er wird meist synonym zum Begriff Automation benutzt, zum Teil aber auch von diesem abgegrenzt, wenn mit Automation der erreichte Zustand und mit Automatisierung der Prozess dorthin gemeint ist.
Automatische Systeme für die Biotechnologie bestehen aus maßgeschneiderten, hoch präzisen Hardware- und Software-Komponenten. Sie übernehmen die Arbeit von einzelnen Schritten bis hin zu kompletten Prozessen - einschließlich Steuerung, Regelung und Kontrolle. Wegen ihres guten Preis-Leistungs-Verhältnisses und ihrer Flexibilität setzen sich vor allem Plattformlösungen durch, die vom Hersteller oder vom Anwender für die jeweilige Fragestellung angepasst werden können.

Dossier

21.03.2013
leh
© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Artikel in diesem Dossier



04.08.2026
Post-Market-Surveillance und Klinische Evidenz in der Praxis



01.07.2026
Sensor soll Tumorreste direkt beim Eingriff sichtbar machen



06.11.2025
Mehr als nur Schreibarbeit: Chancen und Hürden Generativer KI im Gesundheitswesen



26.03.2025
Die innovative Wirkstoffentwicklung im Fokus – präzise, zeit- und kostensparend