

Faszination Biotechnologie

Wie durch moderne Gentechnik
innovative Medikamente entstehen

AUS DEM INHALT

Faszinierende Wirkstoffe
mit großer Zukunft

Neue Schutzimpfungen
durch Gentechnik

Gentechnische
Arzneimittel:
Eine Erfolgsgeschichte



Liebe Leserin, lieber Leser,

dem Einsatz von gentechnischen Methoden in der Forschung und bei der Herstellung von Arzneimitteln verdanken wir viele bahnbrechende Erkenntnisse und Erfindungen in der Medizin.

1982 kam das erste Medikament aus gentechnischer Produktion auf den Markt: Humaninsulin. Im Februar 2010 waren bereits 137 Arzneimittel aus gentechnischer Herstellung mit 102 verschiedenen Wirkstoffen zugelassen: beispielsweise Alfa-Interferone, mit denen sich erstmals Hepatitis C heilen ließ, und Beta-Interferone, die die Multiple Sklerose verlangsamen, mitunter sogar aufhalten. Für Patienten mit der sehr seltenen Stoffwechselstörung Morbus Pompe ist Gentechnik sogar überlebenswichtig, denn das von gentechnisch veränderten Zellen hergestellte Enzym Alglucosidase alfa ist das einzige Mittel, das den bei dieser Erkrankung meist tödlich verlaufenden Muskelschwund bremsen kann.

Wirkstoffe aus gentechnischer Produktion können Krebszellen in den Tod treiben, bei Blutarmut helfen oder körpereigene Moleküle ersetzen, die infolge einer angeborenen oder erworbenen Stoffwechselstörung fehlen. Und auch Impfstoffhersteller produzieren manche Vakzine mit gentechnischen Methoden.

Gentechnik ist nicht nur für die Produktion vieler komplizierter Wirkstoffe unverzichtbar, sie spielt auch eine unersetzliche Rolle bei der Entwicklung von Arzneimitteln. Dank moderner gentechnischer Methoden gelang es in den letzten 20 Jahren, völlig neue Ansatzpunkte für Therapien zu identifizieren und innovative Behandlungskonzepte umzusetzen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Universitäten, Instituten und bei pharmazeutischen Unternehmen haben mit gentechnischen Methoden eine große Palette neuer viel versprechender Wirkstoffe gegen Krebs, entzündliche Erkrankungen sowie Alzheimer entwickelt.

Weit über 400 Biopharmazeutika befinden sich derzeit in klinischen Tests oder schon im Zulassungsverfahren.

Dennoch sind Biopharmazeutika weder Wunderwaffen noch Alleskönner. Die meisten können die Membranen der Körperzellen nicht passieren und demzufolge nicht innerhalb von Zellen wirken. Das Zellinnere ist daher die Wirkungsstätte kleiner synthetischer Moleküle. Die Gentechnik ist aber

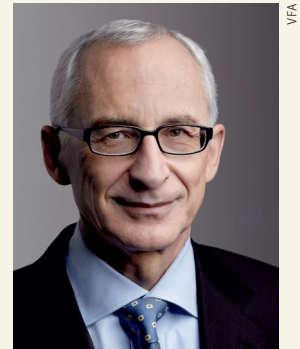
nicht nur medizinisch, sondern auch wirtschaftlich von großer Bedeutung: Die hiesigen Pharmafirmen haben die gentechnische Arzneimittelproduktion so stark ausgebaut, dass Deutschland heute mit rund einem Viertel der Weltproduktion auf Platz zwei hinter den USA rangiert.

Gentechnologie hat sich zu einer Schlüsseltechnologie entwickelt, ohne die medizinischer Fortschritt nicht mehr denkbar ist. Dies wollen wir Ihnen, liebe Leserin, lieber Leser, an einigen Beispielen verdeutlichen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ihr


Dr. Wolfgang Plischke



Dr. Wolfgang Plischke
Vorstandsvorsitzender
des vfa



Ein Pharmaforscher studiert die Struktur eines Antikörpers. Dank moderner Biotechnologie lassen sich diese riesigen Eiweißmoleküle für medizinische Zwecke passend konstruieren.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER:
vfa, Verband Forschender
Arzneimittelhersteller e.V.
Hausvogteiplatz 13
10117 Berlin

V.I.S.D.P.:
Susan E. Knoll, vfa

REDAKTION UND TEXTE:
Dr. Karin Hollricher,
Neu-Ulm

GESTALTUNG UND LAYOUT:
Claus Schäfer,
Spektrum der Wissenschaft

BILDREDAKTION:
Alice Krüßmann (Ltg.),
Gabriela Rabe

DRUCK:
Schaffrath GmbH & Co. KG
DruckMedien

Marktweg 42 – 50,
47608 Geldern

Faszinierende neue Wirkstoffe mit großer Zukunft

Als Jugendliche konnte sich Katrin Schulz ein Leben ohne Sport nicht vorstellen. Natürlich schmerzten manchmal die Knie. Aber das, dachte sie, sei Folge des anstrengenden Trainings. Dann, als sie 23 Jahre alt war, kam die Wahrheit ans Licht: Nicht der Sport, sondern eine rheumatoide Arthritis verursachte die Schmerzen. „Das Rheuma hat sich dann schnell in vielen Gelenken bemerkbar gemacht“, berichtet Schulz rückblickend. „Ich brauchte morgens Stunden, bis ich mich richtig bewegen konnte.“ Elf Jahre lang litt sie sehr, trotz der Medikamente. Spürbare Linderung erfuhr sie erst 2006 mit einem völlig neuartigen, gentechnisch hergestellten Arzneimittel. „Heute geht es mir so gut, dass ich sogar Nordic Walking machen kann“, freut sich die jetzt 36-Jährige.

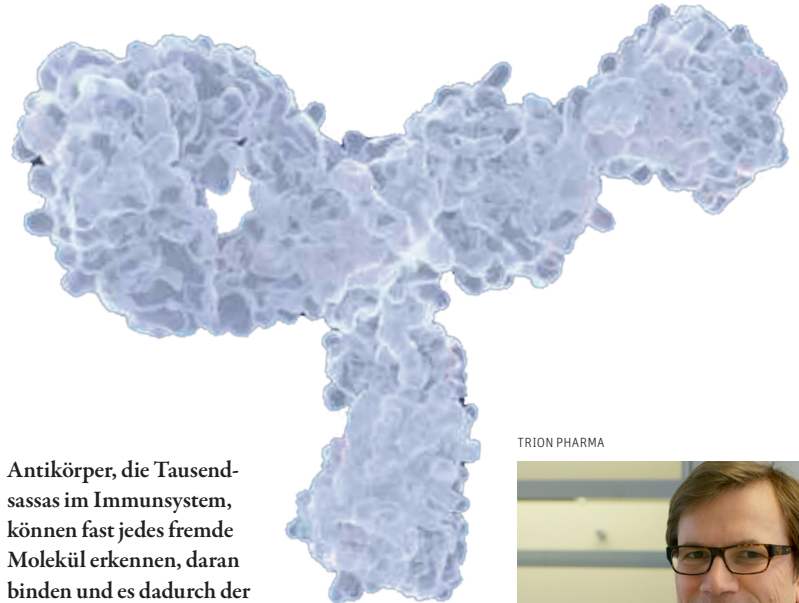
Rheumatoide Arthritis ist nur eine von vielen Krankheiten, die man mit Medikamenten aus gentechnischer Herstellung wirksam behandeln kann. Das Medikament, welches die Beschwerden von Katrin Schulz linderte, gehört zur größten Wirkstoffgruppe der ständig wachsenden Biopharmazeutika, den monoklonalen Antikörpern.

Phantastische Vielfalt

Antikörper zählen zu den wichtigsten Waffen des menschlichen Immunsystems zur Zerstörung fremder Moleküle und Mikroorganismen. Sie werden von speziellen Immunzellen, den B-Lymphozyten, gebildet. Diese Zellen leisten Phantastisches. Sie enthalten Gene für verschiedene Untereinheiten von Antikörpern, die sie auf milliardenfache Weise miteinander kombinieren können. So können sie gegen fast jedes fremde Molekül passende, in Struktur und Spezifität identische – monoklonale – Antikörper bilden. Diese heften sich an die Eindringlinge und alarmieren damit die Immunabwehr.

Diese Leistung kann man heute mit technischen Mitteln im Labor nachahmen. Georges Köhler und César Milstein stellten 1975 erstmals monoklonale Antikörper mit Hilfe von Zellkulturen her. Für ihre wegweisenden Experimente wurden sie 1984 mit dem Medizin-Nobelpreis ausgezeichnet.

Mit kultivierten Zellen, denen man Gene für die Produktion von Antikörpern einfügt, lassen sich



Antikörper, die Tausendstausas im Immunsystem, können fast jedes fremde Molekül erkennen, daran binden und es dadurch der Vernichtung preisgeben. Diese faszinierende Eigenschaft wird erfolgreich zur Therapie vieler Krankheiten genutzt, seit man die Moleküle gentechnisch herstellen kann.

in einem cleveren Selektionsprozess monoklonale Antikörper gegen fast jedes ausgewählte Molekül herstellen. Dies ermöglicht ein breites Anwendungsspektrum in der Diagnostik und Therapie.

Von 1986, als mit Muromonab-CD3 der erste monoklonale Antikörper zugelassen wurde, bis heute haben diese Moleküle eine gewaltige Evolution hinter sich gebracht: Sie wurden human. Die Antikörper der ersten Stunde gingen nämlich auf immunisierte Mäuse zurück. Es zeigte sich aber, dass das menschliche Immunsystem diese ihm fremden Mausmoleküle mitunter zerstört. Molekularbiologen ersetzen daher mit ausgeklügelten gentechnischen Methoden Schritt für Schritt die Mausanteile durch menschliche Pendanten. So entstanden zunächst Chimären wie Rituximab (Mausanteil: 30 %), danach humanisierte Antikörper (Mausanteil 5-10 %) und schließlich vollständig humane Antikörper, die nur in sehr seltenen Fällen das Immunsystem gegen sich aktivieren. →

TRION PHARMA



Der deutsche Pharmaforscher Dr. Horst Lindhofer erfand die trifunktionalen Antikörper, eine Weiterentwicklung der gewöhnlichen Antikörper. Sie werden in der Krebstherapie eingesetzt.

→ Rasante Karriere

Therapeutische Antikörper haben im letzten Jahrzehnt rasant Karriere gemacht. Mit Antikörpern werden nicht nur Autoimmunerkrankungen erfolgreich therapiert, sondern auch Krebs, Asthma, feuchte Makuladegeneration (eine zu Blindheit führende Augenerkrankung) und Atemwegsinfektionen. Im Jahr 2000 waren erst sieben monoklonale Antikörper in Europa zugelassen, im Februar 2010 waren es schon 26 Moleküle. Dutzende von weiteren Molekülen sind in der Entwicklung oder in der Erprobung am Menschen.

Patienten wie Katrin Schulz, die an Autoimmunerkrankungen leiden, profitieren sehr von der Entwicklung von Antikörpern, die den Botenstoff TNF-alpha neutralisieren. Ende 2009 waren vier solcher Wirkstoffe zugelassen. TNF-alpha ist ein Botenstoff des Immunsystems, der entzündliche Reaktionen steuert. Wenn sich das Immunsystem bei Erkrankungen wie rheumatoider Arthritis, Morbus Crohn, Schuppenflechte oder Morbus Bechterew gegen körpereigene Moleküle wendet, ist TNF-alpha ständig aktiv und feuert Entzündungsreaktionen an. Wird der Botenstoff abgefangen, klingen die Entzündungen ab und die Symptome lassen nach.

Breite Anwendung finden monoklonale Antikörper auch in der Krebstherapie. Der erste zugelassene Krebs-Antikörper war Rituximab. Dieses Molekül wird seit 1997 in den USA (seit 1998 in Deutschland) zur Behandlung von Non-Hodgkin-Lymphomen (NHL) und mittlerweile auch bei chronisch lymphatischer Leukämie verwendet. Rituximab bindet an das für die Lymphkrebiszellen charakteristische Oberflächenmolekül CD20 und leitet damit deren Zerstörung durch natürliche Killerzellen ein. In Kombination mit einer Chemotherapie erzielt Rituximab sehr gute Resultate. Aktuelle Studien zeigen bei NHL-Patienten für einen Siebenjahreszeitraum eine Erhöhung der Überlebensrate um 47 %.

Heute sind acht Antikörper zur Behandlung von Lymphkrebs, Leukämien und soliden Tumoren, allen voran Brust- und Darmkrebs, zugelassen, und weitere rund 100 gegen verschiedene Krebserkrankungen sind in der Entwicklung. Manche Moleküle aktivieren das Immunsystem, andere blockieren Rezeptoren – also „Empfangsantennen“ für Botenstoffe – auf den Tumorzellen, wieder andere verhindern die Blutversorgung des Tumors. Pfiffige „Antikörper-Ingenieure“ können Antikörpern auch ganz besondere Eigenschaften verleihen. Sie können sie beispielsweise zu Kurierern umfunktionieren, die toxische Substanzen wie radioaktive Atome gezielt zu Krebszellen bringen. Und sie können Antikörper entwickeln, die nicht nur Moleküle auf der Oberflä-

AM ANFANG STEHT DIE GENOMSEQUENZ

Neue Schutzimpfungen durch Gentechnik



che von Krebszellen erkennen, sondern gleichzeitig über weitere Bindungsstellen Immunzellen aktivieren, damit diese die bösartigen Zellen vernichten. Ein erster trifunktionaler Antikörper mit drei Bindungsstellen wurde von einer deutschen Biotechfirma entwickelt und kam 2009 auf den Markt. Er wird zur Bekämpfung von Bauchwassersucht bei Krebspatienten eingesetzt.

Köhler und Milstein prognostizierten 1975: „Solche [Antikörper-produzierenden] Zellen können in vitro in großen Kulturen gehalten werden, um spezifische Antikörper herzustellen. Diese Kulturen könnten für medizinische und industrielle Zwecke wertvoll sein.“ Monoklonale Antikörper und die Möglichkeit, ihre molekulare Struktur gezielt zu verändern, eröffnen tatsächlich völlig neue Therapieoptionen. Ob Köhler und Milstein vor 35 Jahren damit gerechnet haben, dass ihre Entwicklung eine derartig faszinierende Karriere machen wird und heute Patienten wie Katrin Schulz eine neue Lebensqualität geben?

Impfungen schützen vor vielen Infektionskrankheiten. Die Einführung gentechnischer Methoden hat in der Impfstoffforschung und -herstellung hier einen spürbaren Entwicklungsschub ausgelöst.

Mit traditionellen Methoden wurden viele Impfstoffe entwickelt: Sie enthalten abgetötete Erreger (oder Teile von ihnen) oder ungefährliche Erregervarianten, die beim Geimpften für den Aufbau eines Immunschutzes sorgen können. Diese Methoden scheitern jedoch, wenn sich die Erreger nicht im Labor vermehren lassen. Mit Hilfe der Gentechnik lassen sich aber die für den Impfstoff benötigten Moleküle des Erregers durch andere, gut kultivierbare Zellen herstellen, denen die dafür nötigen Gene übertragen wurden. Gentechnisch produziert werden derzeit Impfstoffe gegen Hepatitis B, Cholera und Gebärmutterhalskrebs. Zudem ist ein Passiv-Impfstoff gegen Atemwegsinfektionen mit dem respiratorischen Syncytialvirus (RSV) verfügbar, der statt Virusbestandteilen gentechnisch hergestellte Antikörper gegen das Virus enthält. Eine Injektion schützt Frühchen und andere Kinder mit besonderen Risiken etwa einen Monat lang. Weitere



Impfstoffe retten viele Leben. Gentechnik hilft dabei, neue Impfstoffe zu erforschen und herzustellen.

gentechnische Impfstoffe, u.a. gegen Malaria und Hirnhautentzündung durch B-Meningokokken, haben bereits die letzte Testphase erreicht.

Gentechnik kann auch helfen, wenn ein auf einer ungefährlichen Erregervariante basierender Impfstoff nur eine unzureichende Immunisierung hervorruft. So übertrugen Forscher des Max-Planck-Instituts für Infektionsbiologie in Berlin den Bakterien des zur Tuberkuloseimpfung verwendeten Stamms BCG ein neues Gen. Dieses sorgt dafür, dass das menschliche Immunsystem den Erreger besser „erkennt“ und die Impfung effektiver ist. Der Impfstoff wird derzeit klinisch geprüft.

Auch die moderne Genomforschung hat großen Einfluss auf die Impfstoffforschung. Beispielsweise kann man aus der DNA-Sequenz eines Erregers diejenigen Gene identifizieren, die für geeignete Impfstoffbestandteile kodieren. Oder man lässt sämtliche Moleküle eines Erregers von Bakterien herstellen, denen man die dafür nötigen Gene übertragen hat. Um unter diesen Molekülen diejenigen zu identifizieren, die für einen Impfstoff geeignet wären, bedient man sich natürlicher Antikörper von Personen, die bereits eine Infektion mit dem Erreger überstanden haben. Diese Antikörper arbeiten wie Spürhunde, finden die zu ihnen passenden Erregermoleküle und liefern damit neue Impfstoffkandidaten. Mehrere Impfstoffe, deren Entwicklung mit diesen Methoden begonnen wurde, befinden sich in der Erprobung im Labor und in klinischen Tests.

BLICK IN DIE ZUKUNFT

Gentests optimieren Therapie

Patienten reagieren mitunter sehr unterschiedlich auf Medikamente. Was dem einen gut hilft, versagt beim anderen; was der einen gut bekommt, ruft bei der anderen schwere Nebenwirkungen hervor. Warum eigentlich?

Die Ursache dafür ist im Erbgut der Patienten zu finden. Minimale individuelle Veränderungen in einigen Genen bestimmen, wie schnell ein Arzneimittel vom Organismus abgebaut wird, wie lange es also wirken kann. Schon mit einem Tropfen Blut lässt sich feststellen, wie ein Patient auf bestimmte Medikamente reagieren wird.

Derzeit werden 14 solcher Gentests verwendet. Dabei werden natürlich nur die für die Arzneimittelwirkung relevanten Gene geprüft. Am häufigsten kommen Tests bei verschiedenen Krebskrankungen zum Einsatz. Aber auch HIV-Infizierte, die

mit dem Wirkstoff Abacavir behandelt werden sollen, können von einem Gentest profitieren. Denn bis zu acht Prozent der Patienten vertragen dieses Mittel so schlecht, dass inzwischen vor einer Therapie mit Abacavir ein Gentest vorgeschrieben ist.

Pharmakogenetik nennt sich die zukunftssträchtige Analyse des Wechselspiels zwischen den Genen und der Arzneimittelwirkung. Da Forscher intensiv daran arbeiten, mehr über diese Zusammenhänge herauszufinden, werden solche Gentests künftig häufiger in Kliniken und Praxen genutzt werden. Mit der individualisierten Medizin wird also die Arzneimitteltherapie mehr und mehr auf einzelne Patienten in Abhängigkeit von deren genetischem Profil abgestimmt. So kann man Patienten nutzlose oder gar für sie unverträgliche Therapien ersparen und sie von Anfang an mit dem für sie am besten geeigneten Medikament behandeln.

Eine Erfolgsgeschichte

Menschliches Insulin, das aus gentechnisch veränderten (rekombinanten) *Escherichia coli*-Bakterien gewonnen wurde, war 1982 das erste gentechnisch erzeugte Arzneimittel. Im Februar 2010 gab es 137 verschiedene Biopharmazeutika mit 102 verschiedenen Wirkstoffen. Diese Wirkstoffe werden von rekombinanten Zellen hergestellt, denen man die für die Produktion der gewünschten Wirkstoffe nötigen Gene mitgegeben hat. Die wichtigsten Produzenten sind Bakterien, Bäckerhefe und Säugerzellen. Ob sich auch gentechnisch veränderte Pflanzen wie Moose oder Tabak als Produzenten eignen, wird derzeit untersucht.

Hefe- und Säugerzellen können die Wirkstoffe nach menschlichem Muster durch das Anhängen bestimmter Zuckermoleküle „veredeln“ - glykosylieren. Dieser „Zuckerguss“ lässt sich gentechnisch gezielt beeinflussen. Die Glykobiotechnologie nutzt diese Möglichkeit, um stabilere, wirksamere Substanzen zu schaffen und Wirkstoffe mit neuen Eigenschaften zu entwerfen.

Die gentechnische Produktion hat viele Vorteile. So konnte man früher Proteine zur Behandlung von Patienten mit angeborenen Wachstumsstörungen nur in geringen Mengen aus dem Gewebe Verstorbener gewinnen. Damit war auch die Gefahr einer Infektion mit Krankheitserregern verbunden. Heute kann man diese Wirkstoffe dagegen gentechnisch

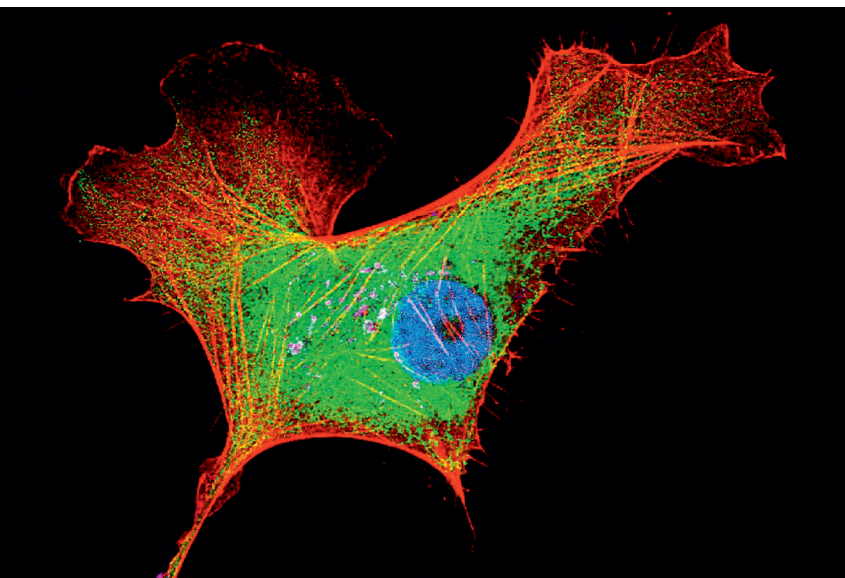
erstens sicher und zweitens in großen Mengen herstellen. Moleküle wie Insuline, Interferone, Erythropoietine, Gerinnungsfaktoren oder Antikörper sind außerdem schlichtweg zu groß, als dass man sie chemisch überhaupt oder mit vertretbarem Aufwand synthetisieren könnte.

Dank Gentechnik lassen sich aber nicht nur natürliche Moleküle kopieren, sondern mit ausgeklügelten Methoden kann man auch völlig neue Strukturen entwerfen. So gibt es heute beispielsweise mit radioaktiven Atomen bestückte Antikörper, die Krebszellen aufspüren und vernichten. Auf dem Reißbrett der Geningenieure entstanden außerdem Strukturen aus Einzelteilen verschiedener Moleküle, die neue Funktionen erfüllen. Ein solches Fusionsprotein ist beispielsweise Rilonacept. Es setzt sich aus einer Bindungsstelle für den entzündungsfördernden Botenstoff Interleukin-1 beta und einem Teil eines Antikörpers zusammen. Dieses Molekül fängt Interleukin-1 beta ab und kann so bei Patienten mit bestimmten seltenen Erbkrankheiten, denen es an einem körpereigenen Protein namens Cryopyrin mangelt, die schmerzhaften und mit Fieber verbundenen Entzündungen abmildern. Auch einige weitere seltene Krankheiten wurden erst durch gentechnische Medikamente behandelbar.

Einen gewaltigen Innovationsschub lösten die Fortschritte in der Genomsequenzierung aus. Im menschlichen Genom wurden bereits Hunderte von krankheitsrelevanten Genen und Proteinen identifiziert. Etliche von ihnen werden sich als Zielmoleküle für neue Wirkstoffe zur Therapie von Erkrankungen wie Parkinson und Alzheimer, vielen Krebs- und Autoimmunerkrankungen sowie sehr seltenen Krankheiten eignen. In den Genomen von Infektionserregern entdeckten Forscher auch neue Angriffspunkte für Impfstoffe.

Heute sind die Pipelines der Pharma- und Biotech-Firmen gut gefüllt mit innovativen Wirkstoffen, die in den nächsten Jahren auf den Markt kommen könnten.

Säugetierzellen spielen im Produktionsprozess von Biopharmazeutika eine große Rolle. Das Foto zeigt eine solche Zelle, die nach gentechnischer Modifikation ein therapeutisches Protein (grün) herstellt. Blau: der Zellkern.



MINDIG/ROCHE



ERIK VON SCHWITZOW

Prof. Dr. Günter Stock ist Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften. Zuvor arbeitete der Mediziner über zwanzig Jahre in der pharmazeutischen Industrie, zuerst in der Forschung, zuletzt war er im Vorstand der Schering AG für Forschung und Entwicklung zuständig.

GESPRÄCH MIT PROF. DR. GÜNTER STOCK

Faszinierende Biotechnologie – was hat sie der Pharmaforschung und -produktion gebracht?

Herr Stock, inwieweit hat Gentechnologie die Entwicklung und Herstellung von Arzneimitteln beeinflusst?

Stock: Sie hat sie völlig umgekrempelt und das Innovationstempo drastisch erhöht. Die Gentechnologie ermöglicht heute einen beschleunigten Zugang zu Targets, den Wirkstoffzielen auf und in den Zellen. In den 80er Jahren noch kannte man nur etwa 500 krankheitsrelevante Targets, für die man zum Teil bereits Wirkstoffe entwickelt hatte. Mit Einführung gentechnischer Methoden bekamen wir völlig neue Möglichkeiten, die pathophysiologischen Vorgänge zu untersuchen, auf molekularer Ebene verstehen zu lernen und mit diesem Wissen gezielt nach neuen Wirkstoffen zu suchen. Konkret bedeutet das, dass die Zahl der Targets, an denen man sich nun abarbeiten kann, auf 5.000 bis 10.000 angestiegen ist.

Dennoch dauert es von der Entdeckung eines Krankheitsmechanismus bis zur Einführung eines neuen Wirkstoffes wie früher zwischen 10 und 15 Jahren.

Was also meinen Sie mit höherem Innovationstempo?

Stock: In der Entdeckungs- und Entwicklungsphase ist jeder Schritt dramatisch schneller geworden. Einerseits, weil man in der Pharmaforschung heute nicht mehr wie früher nach dem „Versuch-und-Irrtum-Prinzip“ arbeiten muss, sondern die Forschung zunehmend auf der Basis klarer Arbeitshypothesen betrieben wird. Andererseits beschleunigte die umfassende Automatisierung vieler Herstellungs- und Testprozesse die Entwicklung. Allerdings lässt sich die Komplexität der Biologie des menschlichen Organismus, die durch die neuen Forschungen noch deutlicher wurde, nicht durch unsere technologischen Fortschritte beeindrucken, d. h., dass moderne Arzneimittelforschung auch parallel zum Erkenntnisfortschritt anspruchsvoller ist und wird. Deshalb erreichen neue Entwicklungen den Menschen und den Markt nicht schneller als früher.

Wie ist es um die pharmazeutische Forschung in Deutschland bestellt?

Stock: Sehr gut. Wir sind erstens kompetitiv in der Forschung und zweitens kompetitiv in der Innovation. Die Pipelines sind gut bestückt, die Produktionskapazitäten rasant gewachsen. All das ist besonders interessant vor dem Hintergrund, dass es in Deutschland heute eher weniger Pharmafirmen gibt.

Trotzdem sind die Erfolge der Gentechnik in der pharmazeutischen Entwicklung und Produktion von der breiten Bevölkerung weitgehend unbemerkt geblieben. Warum?

Stock: Der Weg zum neuen Molekül, zum neuen Wirkstoff wird nicht gesehen. Wahrgenommen wird nur das Endprodukt, das Medikament. Doch nur in einem Drittel der Arzneimittel erkennt der Laie den Einsatz von Gentechnologie, weil nämlich diese Produkte von gentechnisch veränderten Zellen hergestellt werden.

Zwei Drittel der Arzneimittel aber werden chemisch hergestellt. Dass auch diese Produkte das Ergebnis gentechnischer Prozesse während der Entwicklungsphase sind, ist an den Endprodukten nicht mehr erkennbar. Die Erfolge der Gentechnik in der pharmazeutischen Forschung und Entwicklung darf man also nicht nur an der Zahl der biotechnisch hergestellten Moleküle dokumentieren, sondern man muss auch den gesamten Prozess der Arzneimittelforschung betrachten. Nehmen wir als aktuelles Beispiel den Impfstoff gegen das neue Grippevirus H1N1.

Innerhalb nur weniger Monate konnte die Industrie zwei neue Impfstoffe bereitstellen. Daran erkennt man die Möglichkeiten von Gentechnologie. Das finde ich absolut faszinierend.



Am Anfang der Medikamentenentwicklung steht die Forschung. Eine Pharmaforscherin betrachtet Zellen mit Hilfe eines Mikroskops.

VFA/MARTIN JOPPEN



In Stahl tanks – den Fermentern – produzieren Zellkulturen den Wirkstoff für ein Medikament.

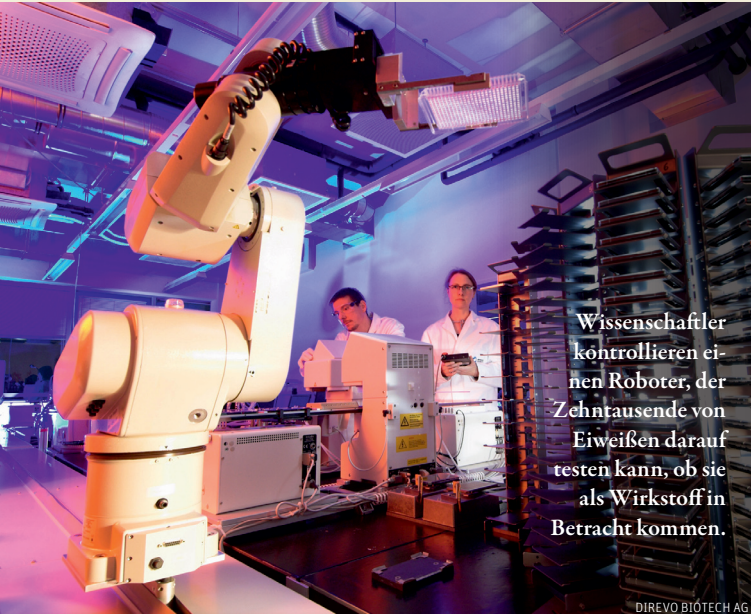
BOEHRINGER INGELHEIM

Einblicke in die Erforschung und Produktion biopharmazeutischer Medikamente



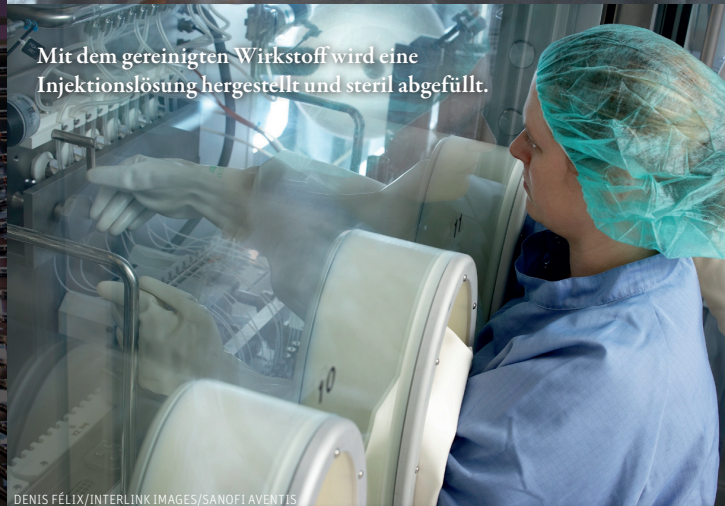
Pharmakanten überprüfen ständig, dass die Produktion korrekt verläuft.

BOEHRINGER INGELHEIM



Wissenschaftler kontrollieren einen Roboter, der Zehntausende von Eiweißen darauf testen kann, ob sie als Wirkstoff in Betracht kommen.

DIREVO BIOTECH AG



Mit dem gereinigten Wirkstoff wird eine Injektionslösung hergestellt und steril abgefüllt.

DENIS FÉLIX/INTERLINK IMAGES/SANOFI AVENTIS

MEHR INFORMATIONEN

Auf den Webseiten der Interessengruppe Biotechnologie vfa bio finden Sie Neuigkeiten aus der Forschung, ausführliche Dokumentationen über Entwicklung und Produktion von gentechnischen Arzneimitteln und Impfstoffen sowie eine ständig aktualisierte Liste der zugelassenen gentechnischen Arzneimittel.

www.vfa-bio.de

Report „Medizinische Biotechnologie in Deutschland 2009“ mit Wirtschaftsdaten und einem ausführlichen Teil über monoklonale Antikörper:

www.vfa-bio.de/biotech2009

vfa. Die forschenden
Pharma-Unternehmen