

Stehn, Jürgen

Article — Digitized Version

Moderne Biotechnologie in Deutschland: Zukunft ohne Grenzen?

Die Weltwirtschaft

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Stehn, Jürgen (1995) : Moderne Biotechnologie in Deutschland: Zukunft ohne Grenzen?, Die Weltwirtschaft, ISSN 0043-2652, Springer, Heidelberg, Iss. 2, pp. 167-179

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/1644>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Moderne Biotechnologie in Deutschland: Zukunft ohne Grenzen?*

Von Jürgen Stehn

Seit geraumer Zeit klagen Unternehmensvertreter und Forscher über die Qualität des Standorts Deutschland in der modernen Biotechnologie. Vornehmlich anhand von Einzelbeobachtungen wird darauf hingewiesen, daß die staatliche Regulierung in diesem Bereich die zukünftige Entwicklung der biotechnologischen Forschung und Entwicklung in Deutschland stark einengt und damit einer Forschungs- und Produktionsverlagerung in das Ausland Vorschub leistet. Der Gesetzgeber hat auf diese Klagen im Jahr 1993 mit einer Lockerung des Gentechnikgesetzes reagiert. Ob die Wettbewerbsposition Deutschlands in der modernen Biotechnologie in der Tat Anlaß zur Sorge gibt und inwieweit die Änderung des Gentechnikgesetzes die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Forscher und Unternehmen erhöhen kann, ist Gegenstand dieses Artikels.

Eine objektive Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit einzelner Länder in der biotechnologischen Forschung und Produktion wird dadurch erschwert, daß die Biotechnologie keine eindeutig abgrenzbare Wirtschaftsbranche darstellt, sondern eine Vielzahl von biologischen Forschungs- und Produktionsmethoden umfaßt, deren Anwendungsgebiete sich über ein breites Spektrum von Wirtschaftszweigen erstrecken. Unter den Begriff Biotechnologie fallen alle Techniken, die sich lebender Organismen oder Teile lebender Organismen bedienen, um landwirtschaftliche und pharmazeutische Produkte herzustellen, das Reaktionsmuster von Pflanzen oder Tieren zu ändern oder Mikroorganismen für eine Vielzahl von Anwendungszwecken zu entwickeln (Office of Technology Assessment 1984). Sie ist in diesem Sinne keine neue Technologie, sondern umfaßt Techniken, die bereits seit Jahrtausenden bei der Herstellung von Brot, Wein, Bier oder Käse und der Züchtung von Tieren und Pflanzen angewendet werden oder zu Beginn dieses Jahrhunderts zur Entwicklung pharmazeutischer Produkte wie Penizillin oder anderer Antibiotika beigetragen haben.

Die gegenwärtige Diskussion beschränkt sich auf jenen Teilbereich der modernen Biotechnologie, in dessen Mittelpunkt die Gentechnologie steht. Unter dem Begriff der Gentechnologie werden Verfahren subsummiert, die der Isolierung, Analyse und Beschreibung der Erbsubstanz von Lebewesen sowie der gezielten Neukombination und Vermehrung des Erbmaterials, auch über die Arten hinaus, dienen (Klingmüller 1985). Die bisher erkennbaren wirtschaftlichen Anwendungsbereiche liegen in der Pharmazeutischen Industrie, der Landwirtschaft, der Rohstoffgewinnung, dem Umweltschutz, der Chemischen Indu-

* Dieser Beitrag ist im Rahmen eines Projekts über „Auswirkungen von Deregulierungsmaßnahmen in Deutschland“ entstanden, das vom Institut für Weltwirtschaft im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft durchgeführt wird.

strie und der Informationstechnik. Die Forschungs- und Produktionsaktivitäten konzentrieren sich im einzelnen auf

- gentechnisch gewonnene Arzneimittel und Impfstoffe sowie neue Therapie- und Diagnoseverfahren (Gentherapie, Genomanalyse) in der Humanmedizin;
- die Entwicklung neuer Impfstoffe, Wachstumshormone und Diagnosesysteme sowie die Züchtung manipulierter Nutztiere in der Tierproduktion;
- die gentechnische Züchtung krankheits-, schädlings- und herbizidresistenter Pflanzen sowie der Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittel in der Pflanzenproduktion;
- die Anwendung und Optimierung biotechnischer Prozesse in der Rohstoffproduktion und -umwandlung;
- den Einsatz gentechnisch veränderter Mikroorganismen zum beschleunigten Abbau von Schadstoffen im Bereich des Umweltschutzes (Abwasserreinigung, Bodensanierung, Biofilter);
- den Ersatz chemischer Produkte und Produktionsprozesse durch biologische Substitute und
- die Entwicklung von Bio-Sensoren und Bio-Chips im Bereich der Informationstechnik (Dolata 1992).

Der breite Anwendungsbereich der modernen Biotechnologie erschwert die Beurteilung der Wettbewerbsposition einzelner Standorte, da weder die Produktion noch der Export biotechnologischer Güter in den einzelnen Branchen gesondert ausgewiesen werden. Die einschlägigen Meßverfahren zur Berechnung der Wettbewerbsfähigkeit ausgewählter Wirtschaftszweige, wie das Konzept der RCA-Werte oder die Constant-Market-Share-Analyse, sind daher für den Bereich der modernen Biotechnologie nicht anwendbar. Auch eine isolierte empirische Analyse des inländischen Marktes, aus der sich Regulierungs- und Deregulierungswirkungen ableiten lassen, ist kaum möglich, da die hierfür benötigten Daten über Umsätze, Marktanteile und Preisentwicklung nicht verfügbar sind. Um jedoch zumindest Tendenzaussagen über die Qualität des Standortes Deutschland und die zu erwartenden Wirkungen der Gentechnikgesetzänderung ableiten zu können, wird im folgenden zunächst versucht, die Wettbewerbsposition der Bundesrepublik anhand der Patentaktivität und ausgewählter Einzelbeobachtungen zur Marktentwicklung abzuleiten. An eine kurze Darstellung des Gentechnikgesetzes aus dem Jahr 1990 und seiner Änderung aus dem Jahr 1993 schließt sich dann eine Diskussion darüber an, ob und inwieweit die Wettbewerbsposition Deutschlands durch die vorgenommene Vereinfachung des Gentechnikgesetzes verbessert werden kann.

Deutschlands Wettbewerbsposition in der modernen Biotechnologie

Da sich die moderne biotechnologische Forschung, trotz einer bereits 40jährigen Entwicklungsgeschichte, noch in einem Anfangsstadium der anwendungsbezogenen wirtschaftlichen Entwicklung befindet, lassen sich wichtige Anhaltspunkte über die Wettbewerbsfähigkeit der Biotechnologie in einzelnen Ländern

aus einem Vergleich der Patentaktivitäten gewinnen.¹ Allerdings ist zu beachten, daß die Patentstatistiken aufgrund der bestehenden Offenlegungsfristen bisher lediglich Daten bis zum Jahr 1989 enthalten. Die Wirkungen der Einführung des Gentechnikgesetzes im Jahr 1990 können daher nicht erfaßt werden. Ob dieses Gesetz regulierend oder eher deregulierend wirkte, ist umstritten, da es zwar einerseits erstmals verbindliche Sicherheitsvorschriften für die gentechnologische Forschung und Produktion festlegte, aber andererseits die Rechtssicherheit für Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Vergleich zu den vorher geltenden Richtlinien und Verordnungen erhöhte. In einigen Veröffentlichungen wird die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Standorte anhand der Länderanteile an der absoluten Zahl der weltweiten Patentanmeldungen gemessen (vgl. u. a. Streck 1990). Danach hält die Bundesrepublik im Bereich der modernen Biotechnologie eine mittlere Position (Tabelle 1). Der weltweite FuE-Wett-

Tabelle 1 – Anteile ausgewählter OECD-Länder an den Patentanmeldungen^a im Bereich der modernen Biotechnologie 1982–1989 (vH)

	1982–1984	1985–1987	1988–1989
EU	29,8	31,6	29,7
Bundesrepublik ^b	11,2	11,9	10,6
Frankreich	.	6,0	5,5
Vereinigtes Königreich	8,4	8,6	8,5
Japan	19,1	17,6	16,1
Vereinigte Staaten	40,8	41,7	45,9
Übrige Welt	10,3	9,1	8,3

^a Patente, die in mindestens zwei Ländern angemeldet wurden. – ^b Früheres Bundesgebiet.

Quelle: Streck (1990), Kommission (1993).

bewerb wird, gemessen an diesem Indikator, deutlich geprägt durch eine Überlegenheit der Vereinigten Staaten, die in den drei gewählten Untersuchungszeiträumen über 40 vH aller Patentanmeldungen auf ihrem Konto verbuchen konnten. Auch Japan weist, gemessen an diesem Kriterium, Vorteile gegenüber der Bundesrepublik auf, die aber innerhalb der EU eine führende Stellung einnimmt. Es ist jedoch zu beachten, daß die Aussagekraft dieses Indikators im Hinblick auf die Wettbewerbsposition einzelner Länder nicht als besonders hoch

¹ Daten über die Anzahl der angemeldeten Patente stellt die Ifo-Patentstatistik bereit, die auf den von der Internationalen Patentedokumentation (INPADOC), Wien, gesammelten Patentedokumenten basiert. Berücksichtigt werden nur Patente, die in mindestens zwei Ländern angemeldet wurden. Auf diese Weise wird der verzerrende Einfluß unterschiedlicher Patentsysteme in den untersuchten Ländern weitgehend ausgeschaltet und sichergestellt, daß es sich um Erfindungen handelt, die einen signifikanten wirtschaftlichen Nutzen versprechen. Es ist jedoch nicht völlig auszuschließen, daß die hier verwendeten Daten zugunsten europäischer Länder verzerrt sind, da Anmeldungen beim Europäischen Patentamt in aller Regel für mehr als ein Land erfolgen. Die Zuordnung der Patente auf die untersuchten Länder erfolgt nach dem Wohnsitz des Erfinders.

einzuschätzen ist. Denn durch die Berechnung von Länderanteilen an der absoluten Zahl weltweiter Patentanmeldungen werden die teils erheblichen Differenzen in der Größe der Volkswirtschaften (gemessen an der Beschäftigtenzahl) vernachlässigt. In Ländern, die sich auf einem ähnlichen Stand der wirtschaftlichen Entwicklung befinden, ist ein positiver – wenn auch nicht unbedingt proportionaler – Zusammenhang zwischen der Beschäftigtenzahl und den FuE-Aktivitäten zu erwarten. Eine Normierung der Patentanmeldungen ist daher für eine Analyse der Wettbewerbsfähigkeit einzelner Standorte unerlässlich.

Gemessen an den Patentanmeldungen pro Million Erwerbstätige nimmt die Bundesrepublik eine Spitzenstellung in der modernen biotechnologischen Forschung und Entwicklung ein (Tabelle 2). Im Zeitraum 1982 bis 1987 erweist sich die Bundesrepublik in dieser Betrachtungsweise als innovationsfähiger als die Vereinigten Staaten. Nur zwischen 1988 und 1989 ist dies anders; Japan liegt hinter der Bundesrepublik und dem Vereinigten Königreich auf dem vierten Rang.

Die so gemessene gute Position der Bundesrepublik in der modernen Biotechnologie wird jedoch relativiert, wenn man die Patentanmeldungen in diesem Bereich mit denen in allen Technologiefeldern vergleicht (Tabelle 3). Im Hinblick auf die Gesamtheit aller Technologiefelder nimmt die Bundesrepublik eine herausragende Stellung im weltweiten Innovationswettbewerb ein. Eine ähnlich bedeutende Position hat sie im Bereich der modernen Biotechnologie nicht erreicht, wie der berechnete Index der relativen Patentanmeldungen (RPA) verdeutlicht.²

Der für die Bundesrepublik ermittelte Wert des RPA-Index von -49 in der modernen Biotechnologie zeigt, daß die Bundesrepublik in diesem Technologiefeld noch nicht annähernd die Innovationsfähigkeit gewonnen hat, die sie in anderen Technologiebereichen aufweist. In den Vereinigten Staaten und im Vereinigten Königreich ist dagegen eine deutliche Spezialisierung auf den Bereich der modernen Biotechnologie zu beobachten. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die Bundesrepublik nach Berechnungen des ISI-Instituts in den Technologiefeldern eine ausgeprägte Spezialisierung mit signifikant steigender Tendenz aufweist, die weltweit unter einem starken Substitutionsdruck der modernen Biotechnologie stehen (Pharmazeutika, Agrarchemie, sonstige Chemikalien) (Legler et al. 1992: 71 ff.). Offensichtlich bereitet hier der Übergang von den konventionellen zu den technisch fortgeschrittenen Technologiefeldern Schwierigkeiten.

² Der verwendete RPA-Index lehnt sich an das von Balassa (1977) entwickelte RCA-Konzept zur Messung der komparativen Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft an und mißt die relative Spezialisierung eines Landes auf ausgewählte Technologiebereiche. Formal wird der RPA-Index wie folgt ermittelt:

$$RPA = 100 \cdot \ln \left[\frac{(P_{kl} / \sum_j P_{kj})}{(\sum_k P_{kl} / \sum_k \sum_j P_{kj})} \right],$$

wobei P die Anzahl der Patentanmeldungen, der Index k die Technologiefelder, der Index l das Untersuchungsland und der Index j die Länder des Untersuchungsraumes umfaßt. Positive Werte des RPA-Index deuten auf eine überproportionale, negative Werte auf eine unterproportionale Spezialisierung des Untersuchungslandes auf ein ausgewähltes Technologiefeld hin.

Tabelle 2 – Patentproduktivität^a ausgewählter OECD-Länder im Bereich der modernen Biotechnologie 1982–1989

	1982–1984	1985–1987	1988–1989
Bundesrepublik ^b	29,8	40,0	27,4
Frankreich	.	25,7	16,5
Japan	22,4	26,1	18,0
Vereinigtes Königreich	24,1	31,1	23,2
Vereinigte Staaten	25,9	33,5	28,2

^a Anzahl der Patente, die in mindestens zwei Ländern angemeldet wurden, je Million Erwerbstätige. – ^b Früheres Bundesgebiet.

Quelle: Wie Tabelle 1, eigene Berechnungen.

Tabelle 3 – Patentproduktivität^a ausgewählter OECD-Länder in allen Technologiebereichen und Spezialisierung auf die moderne Biotechnologie^b

	Patentproduktivität in allen Technologiebereichen	Spezialisierung auf die moderne Biotechnologie
Bundesrepublik ^c	2 662	– 49
Frankreich	1 166	– 13
Japan	1 557	– 38
Vereinigtes Königreich	1 040	+ 23
Vereinigte Staaten	933	+ 47

^a Anzahl der Patente, die im Zeitraum 1985–1989 in mindestens zwei Ländern angemeldet wurden, je Million Erwerbstätige. – ^b RP4-Index. – ^c Früheres Bundesgebiet.

Quelle: Wie Tabelle 2.

Dies wird auch darin deutlich, daß alle wissenschaftlichen Entdeckungen und Entwicklungen, die allgemein als „Durchbrüche“ in der gentechnologischen Forschung gewertet werden, ihren Ursprung in den Vereinigten Staaten oder im Vereinigten Königreich hatten:

- 1953 gelang es den britischen Biologen Francis Crick und James Watson die chemische Struktur der Erbsubstanz, der Desoxyribonukleinsäure (DNS), zu entziffern. Sie schufen damit die Grundlage für gentechnologische Experimente und begründeten die moderne Biotechnologie;
- 1973 entwickelten die amerikanischen Biologen Stanley Cohen und Herb Boyer ein Verfahren, das es erlaubte, das Erbmateriale unterschiedlicher Organismen beliebig miteinander zu kombinieren oder gezielt zu verändern. Diese „rekombinante“ DNS kann in Wirtsorganismen (z. B. Bakterien oder Hefen) eingeschleust werden, die dann das in dem Gen verschlüsselte Produkt synthetisieren. Dieses Verfahren verwandelte die weitgehend praxisferne Molekularbiologie in eine kommerziell nutzbare Technik;

- 1977 wurde im Gentechnikunternehmen von Herb Boyer, Genentech Inc., erstmals ein menschliches Eiweiß gentechnisch hergestellt, dem 1978 das Humaninsulin und 1979 ein Wachstumshormon folgten;
- 1988 erhielt der amerikanische Konzern DuPont ein Patent auf eine mit einem aktivierten menschlichen Krebsgen versehene Maus (Krebsmaus).

Vor allem die Überlegenheit der amerikanischen Forschung im Grundlagenbereich findet ihr Spiegelbild in der wirtschaftlichen Umsetzung anwendungsbezogener Forschungsergebnisse.³ Im Pharmabereich der Vereinigten Staaten, auf den sich etwa zwei Drittel der amerikanischen biotechnologischen Forschungsaufwendungen konzentrieren, befinden sich 130 im Inland entwickelte gentechnologisch produzierte Medikamente in der klinischen Testphase. In Japan sind es 80, in Deutschland ganze 4 Medikamente. Auch im Landwirtschafts- und Nahrungsmittelsektor, der bisher aufgrund der Diskussion über die mögliche Gesundheitsgefährdung durch gentechnisch veränderte Pflanzen und Tiere im Schatten der Pharmaindustrie stand, zeigt sich ein ähnliches Bild. Hier wird die mittlerweile berühmte „Flavr-Savr-Tomate“ der amerikanischen Calgene Inc. seit kurzem im Handel angeboten.⁴ Der erstmaligen Markteinführung eines gentechnisch veränderten Nahrungsmittels dürften in kürzerer Zeit weitere folgen, mit deutlichen Wettbewerbsvorteilen für amerikanische Produzenten. Denn auf der wichtigsten Entwicklungsstufe vor der Marktreife, den Freilandversuchen, nehmen die Vereinigten Staaten und Kanada eine dominierende Position ein. Während in den Vereinigten Staaten bisher etwa 360 und in Kanada etwa 320 Freisetzen, vor allem für Baumwolle, Tomaten, Raps, Kartoffeln, Tabak, Mais, Flachs und Zuckerrüben, registriert wurden, sind es in den führenden europäischen Ländern – Belgien, Frankreich, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich – insgesamt nur ungefähr 230. In der Bundesrepublik gibt es bisher gar nur drei Freilandversuche: Die Freisetzung gentechnisch veränderter lachsroter Petunien im Jahre 1990 und zwei Freisetzen von gentechnisch manipulierten Zuckerrüben in Niederbayern und Niedersachsen im Jahr 1993.

Aufschlüsse über die Wettbewerbsposition einzelner Standorte lassen sich auch aus der Anzahl der Unternehmen, die auf dem Feld der modernen biotechnologischen Forschung und Produktion tätig sind, gewinnen. So gibt eine hohe Anzahl von Wettbewerbern an einem Standort Hinweise auf den Grad der Diversifizierung der Forschungs- und Produktionsaktivitäten. In der Bundesrepublik bestimmen die großen Pharma- und Chemiekonzerne die Marktstruktur im Bereich der modernen Biotechnologie. Neben den fünf Branchenführern Boehringer, Hoechst, Behring, BASF und Bayer spielen lediglich noch die

³ Die im folgenden genannten Daten basieren, soweit nicht gesondert angegeben, auf der BIODOC-Datenbank des Instituts für Weltwirtschaft. Der Datenbestand der BIODOC-Datenbank resultiert aus Auswertungen der im Wirtschaftsarchiv des Instituts katalogisierten Materialien zur modernen Biotechnologie.

⁴ Die „Flavr-Savr-Tomate“ zeichnet sich dadurch aus, daß das Enzym, das bei den herkömmlichen Tomatensorten den Fäulnisprozeß auslöst, durch einen gentechnischen Eingriff blockiert ist. „Flavr-Savs“ können länger als traditionelle Sorten am Stiel reifen, brauchen während des Transports nicht gekühlt zu werden und sollen daher einen volleren Geschmack entfalten.

Unternehmen Schering und Hüls sowie die Degussa AG (über ihre Tochter ASTA Medica AG) und die Henkel-Gruppe eine bedeutende Rolle in der modernen biotechnologischen Forschung und Produktion. Die etwa 40 bis 50 kleineren biotechnologischen Unternehmen nehmen mehr oder weniger Nischenfunktionen wahr und weisen ein relativ geringes Innovationspotential auf (Dolata 1992: 172-176). Dies wird vor allem auch daran deutlich, daß der weit überwiegende Teil der deutschen Patentanmeldungen auf die Forschungsaktivitäten der großen Pharma- und Chemieunternehmen zurückgeht.

Ein ganz anderes Bild bietet sich in den Vereinigten Staaten, wo über 1 200 Unternehmen mit insgesamt etwa 120 000 Beschäftigten auf dem Gebiet der modernen Biotechnologie tätig sind. Wesentliche Innovationsschübe gingen und gehen hier vor allem von kleineren Unternehmen aus, die vorwiegend von Wissenschaftlern renommierter Universitäten gegründet wurden und einen effizienten und relativ unkomplizierten Mechanismus des Wissenstransfers zwischen der Forschung und der wirtschaftlichen Anwendung prägten. Der Schwerpunkt dieser kleinen Biotechnologiefirmen liegt überwiegend auf der Forschungstätigkeit, während die Umsetzung der Forschungsergebnisse in marktreife Produkte meist in Kooperation mit einem der großen amerikanischen Pharma- und Chemiekonzerne vorgenommen wird, die den Großteil der Produktions- und Marketingaufwendungen übernehmen. Auch im engeren Bereich der Gentechnik liegen die Verhältnisse ähnlich. Während in den Vereinigten Staaten 388 Unternehmen und 300 gentechnische Produktionsanlagen existieren, sind es in Japan 105 Unternehmen mit 130 Produktionsanlagen und in Deutschland lediglich 17 Unternehmen mit 6 Produktionsanlagen.⁵

Bedenklich im Hinblick auf die Wettbewerbsposition des Standortes Deutschland stimmt auch die Tatsache, daß nach Angaben des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) 75 vH aller Investitionen deutscher Unternehmen im Bereich der modernen Biotechnologie im Ausland getätigt werden. So engagiert sich die *Bayer AG* bereits seit Ende der siebziger Jahre über ihre Tochtergesellschaft Miles Inc. in West Haven, Conn., auf dem amerikanischen Markt. Dort wurde auch Bayers erstes gentechnisch produziertes Präparat, der „rekombinante“ Blutgerinnungsfaktor VIII, ein für Bluter lebenswichtiger Wirkstoff, entwickelt. Derzeit investiert Bayer in zwei neue Laborgebäude in West Haven und baut eine Anlage für die Herstellung gentechnischer Präparate in Berkeley, Kalifornien, aus. Auch auf dem japanischen Markt ist die Bayer AG aktiv. Sie betreibt in Yuki City ein landwirtschaftliches Forschungszentrum und plant noch für 1995 die Eröffnung ihres neuen Pharmaforschungszentrums in der Nähe der Universitäten Kyoto und Osaka, das neben den Standorten in Deutschland und den Vereinigten Staaten zum dritten gentechnischen Forschungsschwerpunkt des Konzerns ausgebaut werden soll.

Die amerikanische Tochtergesellschaft der *BASF AG*, die *BASF Bioresearch Corp.*, errichtet derzeit in Worcester, Mass., ein Zentrum für die biomedizinische Forschung in dem im Jahr 1996 rund 160 Wissenschaftler arbeiten sollen. Worcester, das etwa 40 Meilen westlich von Cambridge und Boston und damit

⁵ Diese Angaben beziehen sich auf Schätzungen des Verbandes der Chemischen Industrie.

in der Nähe der Elite-Universitäten Harvard und MIT liegt, wurde insbesondere deshalb als Standort ausgewählt, weil der Bundesstaat Massachusetts dort einen Biotechnologiepark eingerichtet hat. Der Großraum Boston ist neben dem Großraum San Francisco eines der Zentren der amerikanischen Biotechnologie. Die *Hoechst AG* investiert dort bereits seit 1981. Ausgangspunkt war hier die Finanzierung des Aufbaus eines Genforschungszentrums am Massachusetts General Hospital, mit der sich Hoechst das Nutzungsrecht an den Forschungsergebnissen dieses Instituts für einen Zeitraum von 10 Jahren sicherte. Zur Zeit errichtet das Unternehmen über seine Tochtergesellschaft Hoechst-Roussel Pharmaceuticals Inc. ein Laborgebäude für molekulare Neurobiologie in Somerville, N. J.; 1990 eröffnete Hoechst darüber hinaus ein biotechnologisches Forschungszentrum in Kawagoe bei Tokio, wo demnächst auch der Blutgerinnungsfaktor VIII gentechnisch produziert werden soll. Die *Schering AG* hat ihre gentechnologischen Forschungs- und Produktionsaktivitäten seit 1989 schrittweise völlig in die Vereinigten Staaten verlagert.

Insgesamt deuten diese Einzelbeobachtungen darauf hin, daß der Standort Deutschland eine im internationalen Vergleich hohe Innovationsfähigkeit im Bereich der modernen Biotechnologie aufweist, das jedoch einzelne strukturelle Probleme nicht zu übersehen sind. Die im internationalen Vergleich deutlich unterdurchschnittliche Spezialisierung auf den Bereich der modernen Biotechnologie, die eher schleppende Umsetzung anwendungsnaher Forschungsergebnisse in wirtschaftlich verwertbare Produktionsmethoden und Produktlinien, die Forschungs- und Produktionsverlagerungen deutscher Unternehmen in das Ausland sowie der Rückstand in der Grundlagenforschung deuten auf einzelne Standortschwächen hin. Diese Probleme werden in der wirtschaftspolitischen Diskussion vorrangig auf ein Übermaß staatlicher Regulierung in der biotechnologischen Forschung und Produktion zurückgeführt. Insbesondere das Gentechnikgesetz aus dem Jahr 1990 wird als Hemmschuh der biotechnologischen Entwicklung angesehen.

Das Gentechnikgesetz 1990 und 1993

In seinem Kern regelt das Gentechnikgesetz die Anmeldung und Genehmigung gentechnischer Anlagen sowie die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen. Gentechnische Arbeiten werden dabei in vier Sicherheitskategorien eingeteilt: Der Sicherheitsstufe 1 werden gentechnische Arbeiten zugeordnet, bei denen nach dem Stand der Wissenschaft nicht von einem Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt auszugehen ist; die Sicherheitsstufen 2, 3 und 4 umfassen Arbeiten mit einem geringen, mäßigen und hohen Risikograd. Die Zuordnung gentechnologischer Forschungs- und Produktionsvorhaben zu den einzelnen Sicherheitsstufen wird von den Bundesländern nach Anhörung der „Zentralen Kommission für die Biologische Sicherheit (ZKBS)“ vorgenommen. Die Risikoabstufung spiegelt sich jedoch nur teilweise im Zulassungsverfahren wider, da hier lediglich zwischen Arbeiten der Stufe 1 und Arbeiten, die in eine der Stufen 2 bis 4 fallen, unterschieden wird. Während für Forschungsvorhaben der Risikostufe 1 in der Regel nur eine Anmeldung erfor-

derlich ist, unterliegen alle anderen Arbeiten einem Genehmigungsverfahren. Zu beachten ist, daß auch eine Anmeldung ein staatliches Prüfverfahren nach sich zieht, in dem die Zuordnung der gentechnischen Arbeiten zur Sicherheitsstufe 1 überprüft wird. Die Freisetzung und die Markteinführung gentechnisch veränderter Organismen unterliegt stets der Genehmigung durch die staatlichen Behörden. Vor der Entscheidung über die Einrichtung einer gentechnischen Anlage und die Genehmigung einer Freisetzung ist grundsätzlich eine öffentliche Anhörung durchzuführen.

Nicht zuletzt aufgrund der erheblichen Kritik aus Industrie und Wissenschaft wurde das Gentechnikgesetz Ende 1993 vereinfacht. Das Genehmigungsverfahren für gewerbliche Anlagen der Sicherheitsstufe 1 wurde in ein Anmeldeverfahren umgewandelt. Darüber hinaus wurden die Genehmigungsfristen verkürzt und auf eine Beteiligung der ZKBS in den Fällen verzichtet, in denen keine Risiken vorliegen oder möglicherweise bestehende Risiken bereits beurteilt sind. Weiterhin wurden die Verfahren zur Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt vereinfacht und ein Teil der Genehmigungsverfahren beim Versand gentechnisch veränderter Organismen zu Forschungszwecken gestrichen. Die Öffentlichkeitsbeteiligung wurde auf wichtige Fälle beschränkt.

Voraussichtliche Wirkungen der Gentechnikgesetzänderung

Die Bestandsaufnahme der Wettbewerbsposition Deutschlands in der modernen Biotechnologie bietet auf den ersten Blick ein widersprüchliches Bild. Einerseits gehört der Standort Deutschland in diesem Bereich – gemessen an den Patentanmeldungen pro Erwerbstätigen – zu den innovativsten in der Welt. Andererseits ist die Spezialisierung der technologischen Forschung auf den Bereich der modernen Biotechnologie in allen untersuchten Ländern deutlich weiter vorangeschritten als in der Bundesrepublik. Auffällig ist vor allem die ausgeprägte Spezialisierung der Bundesrepublik auf die Technologiefelder, die weltweit unter einem starken Substitutionsdruck von seiten der modernen Biotechnologie stehen. Dies könnte auf eine übermäßige staatliche Regulierung der modernen Biotechnologie in Deutschland zurückzuführen sein. Eine Erleichterung der Errichtung gentechnischer Anlagen, wie sie in der Änderung des Gentechnikgesetzes vorgesehen ist, könnte unter diesen Bedingungen den Übergang von den eher konventionellen zu den technisch fortgeschrittenen Technologiefeldern fördern. Allerdings ist es für das Verhalten deutscher Unternehmen durchaus nicht untypisch, daß selbst in Zeiten eines raschen technologischen Wandels zunächst an Produktionsmethoden und Produktlinien festgehalten wird, die eher dem Mittel- als dem Hochtechnologiebereich zuzuordnen sind. Untersuchungen der Weltmarktanteile deutscher Unternehmen zeigen, daß die deutsche Industrie insgesamt eher auf den Mitteltechnologiesektor spezialisiert ist, der gleichzeitig eine hohe Innovationsintensität aufweist (Klodt, Stehn et al. 1994). Dies deutet darauf hin, daß sich deutsche Unternehmen vorwiegend im Bereich der Mitteltechnologie auf die Herstellung technologisch hochwertiger Produkte spezialisiert haben, also eine „Nischenstrategie“ verfolgen, die den Struktur-

wandel in Richtung auf Hochtechnologiesektoren zumindest verzögert. Die ausgeprägte Spezialisierung deutscher Unternehmen auf die weltweit unter Substitutionsdruck der modernen Biotechnologie stehenden Wirtschaftsbereiche steht daher durchaus im Einklang mit dem generellen Spezialisierungsmuster der deutschen Industrie und kann unter diesen Bedingungen nicht eindeutig auf eine übermäßige staatliche Regulierung der gentechnologischen Forschung und Produktion zurückgeführt werden. Ob die Änderung des Gentechnikgesetzes zu einer Ausweitung der Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der modernen Biotechnologie führt, ist daher nicht mit Sicherheit zu beurteilen.

Ähnliches gilt im Hinblick auf die im internationalen Vergleich mangelhafte Umsetzung biotechnologischer Forschungsergebnisse in wirtschaftlich verwertbare Produkte. Grundsätzlich ist zwar zu erwarten, daß die Umwandlung der Genehmigungs- in Anmeldeverfahren für die Errichtung von Produktionsanlagen der Sicherheitsstufe 1 und die vereinfachten Regelungen für die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt die Herstellung biotechnologischer Produkte vor allem in der pharmazeutischen Industrie und im Agrarbereich erleichtert. Die bisherigen Erfahrungen zeigen jedoch, daß das Ausmaß der Regulierungs- und Deregulierungswirkungen weniger durch das Gentechnikgesetz selbst als vielmehr durch seine Vollzugspraxis beeinflusst wird.⁶ In der Bundesrepublik fällt der Vollzug des Gentechnikgesetzes in die Kompetenz der Bundesländer, die insbesondere bei der Einstufung der Produktionsanlagen in die verschiedenen Sicherheitsstufen, die bei jeder Anmeldung vorgenommen wird, die Gesetzesregelungen teilweise sehr restriktiv auslegen. So mußte etwa die Hoechst AG bis zur endgültigen richterlichen Entscheidung im Jahr 1994 über acht Jahre auf die Genehmigung einer Produktionsanlage für gentechnisch produziertes Humaninsulin in Hanau warten, während Konkurrenten in Dänemark und in den Vereinigten Staaten bereits seit Jahren „rekombinantes“ Humaninsulin vertreiben durften. Die gentechnischen Bestimmungen in Dänemark unterscheiden sich dabei kaum von denen in Deutschland.

Die restriktive Auslegung des Gentechnikgesetzes durch einzelne Bundesländer spiegelt nicht zuletzt die Ängste wider, die in der Öffentlichkeit vorherrschen. Einer detaillierten Information der Öffentlichkeit über die Chancen und Risiken der modernen Biotechnologie kommt daher aus wirtschaftspolitischer Sicht eine ähnliche Bedeutung zu wie der Auseinandersetzung über eine Lockerung des Gentechnikgesetzes. Aus dieser Sicht ist die Beschränkung der öffentlichen Anhörungen auf wenige wichtige Fälle, wie sie das neue Gentechnikgesetz vorsieht, der falsche Weg, da hieraus neue Ängste entstehen könnten. Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, daß der relativ restriktive Vollzug des Gesetzes auf ein fehlendes Technikverständnis der zuständigen Behörden zurückzuführen ist. In diesem Fall wäre es sinnvoll, eine zentrale Stelle auf Bundesebene – etwa bei der ZKBS – einzurichten, die Informationen über die weltweite Entwicklung der modernen Biotechnologie bündelt und an die für den Vollzug des Gengesetzes zuständigen Behörden auf Länderebene weiterleitet. Die mit einer

⁶ Vgl. den Vorabdruck von Auszügen aus einem vom Fraunhofer Institut, Karlsruhe, erstellten Gutachten in der *Frankfurter Rundschau* (1993).

Zentralisierung der Informationssammlung aufgrund der sich wiederholenden Arbeitsabläufe verbundenen Lerneffekte könnten zu einer Straffung der Genehmigungsverfahren führen und es erlauben, stärker als bisher die im Ausland dokumentierten Antragsverfahren in die eigene Entscheidungsfindung einzubeziehen. Hierdurch könnte zumindest auch tendenziell verhindert werden, daß die als Kriterien für die Zuordnung von Produktionsanlagen zu den einzelnen Sicherheitsstufen verwendeten unbestimmten Rechtsbegriffe erst im Rahmen der richterlichen Rechtsprechung, also oft erst in Verwaltungsgerichtsprozessen, ausgelegt werden, wie es häufig in der Vergangenheit der Fall war.

Die Änderung der Gentechnikgesetzes allein ist daher keine Garantie für eine schnellere Umsetzung biotechnologischer Forschungsergebnisse in wirtschaftlich verwertbare Produkte. Die Vollzugspraxis der Bundesländer und ihre Bereitschaft, den wissenschaftlichen Empfehlungen einer zentralen Expertenkommission zu folgen, spielt hier eine weitaus größere Rolle. Darüber hinaus darf nicht übersehen werden, daß der Wettbewerbsvorsprung der Vereinigten Staaten in der Grundlagenforschung und in der Umsetzung grundlegender Forschungsergebnisse in wirtschaftlich nutzbare Anwendungsverfahren und Produkte nicht ausschließlich auf eine geringere Regulierungsintensität im Bereich der modernen Biotechnologie zurückzuführen ist. Hier wird häufig auf die relativ starke finanzielle Unterstützung der Grundlagenforschung durch den Staat verwiesen. Da die Ergebnisse der Grundlagenforschung häufig den Charakter eines öffentlichen Gutes haben, ist die staatliche Förderung für die Entwicklung eines neuen Forschungsfeldes von grundlegender Bedeutung. Sie erklärt aber nicht die rasche Umsetzung der Forschungsergebnisse in wirtschaftlich nutzbare Produktionsverfahren und Produkte, wie sie in den Vereinigten Staaten zu beobachten ist. Entscheidenden Anteil hieran haben vor allem kleinere gentechnische Unternehmen, die zumeist von ehemaligen Wissenschaftlern renommierter Forschungsinstitute gegründet wurden. Für diese Entwicklung spielen, neben dem relativ leichten Zugang zu Risikokapital (Lux 1993), vor allem die Anreizstrukturen in der amerikanischen Hochschullandschaft eine bedeutende Rolle. Aufgrund der hohen Abhängigkeit der Hochschulforschung von Stiftungsgeldern und Drittmitteln aus der Industrie und der daher nur in begrenztem Ausmaß zur Verfügung stehenden Planstellen an den staatlichen Universitäten bestehen dort hohe Anreize, eine selbständige Unternehmertätigkeit auf Basis der eigenen Forschungen einer Universitätslaufbahn vorzuziehen. Ein deutlicher Ausdruck für diese Entwicklung sind die im Umfeld der renommierten Universitäten aus dem Boden schießenden Technologieparks, die nicht zuletzt auf deutsche Unternehmen eine starke Anziehungskraft ausüben, wie das Engagement von Bayer, Hoechst und Schering im Umkreis dieser Universitäten zeigt.

Auch diese Verlagerung von Produktions- und Forschungseinrichtungen in die Vereinigten Staaten wird in der wirtschaftspolitischen Diskussion vorrangig auf die staatlichen Regulierungen im Bereich der modernen Biotechnologie zurückgeführt. Entsprechend groß sind die Hoffnungen, daß die Gentechnikgesetzänderung dazu beiträgt, diese Tendenzen umzukehren. Die amerikanischen Erfahrungen zeigen jedoch, daß Gentechnikunternehmen in der Regel keine

großräumigen Produktionsverlagerungen vornehmen, um in den Genuß einfacherer Regulierungsbedingungen zu kommen. Gerade die Unternehmen, die nicht zu den Vorreitern der technologischen Entwicklung gehören, tendieren dazu, sich im direkten Umfeld der international führenden Forschungszentren für den für sie relevanten Teilbereich der Gentechnologie anzusiedeln. Sie unterwerfen sich dabei bereitwillig strengeren kommunalen Auflagen und Regulierungen, um die Vorteile dieser Standorte nutzen zu können. Als Vorteile werden insbesondere der direkte Wissenstransfer zwischen den Forschungseinrichtungen und das vorhandene Rekrutierungspotential für hochqualifizierte Fachkräfte angesehen. Hierbei ist zu beachten, daß die Produkte der modernen Biotechnologie zu den immobilien Schumpeter-Gütern zu zählen sind, bei denen die Forschung und die Produktion eng verzahnt sind, und daher räumlich kaum getrennt werden können.

Darüber hinaus wird häufig auch übersehen, daß die auf Einzelgesetzen beruhende Regulierungspraxis in den Vereinigten Staaten zwar die Errichtung von Produktionsanlagen und die Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen weniger behindert als die Vollzugspraxis des Gentechnikgesetzes in der Bundesrepublik, aber diese Vorteile durch das strenge amerikanische Produkthaftungsrecht zumindest teilweise kompensiert werden. So können im Falle einer Schädigung Dritter durch gentechnologische Produkte gegenüber allen an der Produktion beteiligten Unternehmen Schadenersatzforderungen geltend gemacht werden. Insbesondere für Großunternehmen gibt es keine effektive Haftungsbeschränkung. In den Vereinigten Staaten mehren sich daher die Stimmen aus der Industrie, die eine stärkere Orientierung an dem in Europa verbreiteten Modell eines eher restriktiven Zulassungsverfahrens in Verbindung mit einer beschränkten Haftung fordern.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Änderung des Gentechnikgesetzes lediglich eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für eine Verbesserung der Wettbewerbsposition der Bundesrepublik in der modernen Biotechnologie darstellt. Denn die Vollzugspraxis der gentechnologischen Verordnungen durch die Bundesländer, die Ausgestaltung der Forschungslandschaft in der Bundesrepublik und der Grad der gesellschaftlichen Akzeptanz der Gentechnologie werden letztlich darüber entscheiden, welchen Platz die Bundesrepublik im weltweiten Wettbewerb in diesem relativ jungen Technologiefeld einnehmen wird.

Literaturverzeichnis

- Balassa, B. (1977). 'Revealed' Comparative Advantage Revisited: An Analysis of Relative Export Shares of the Industrial Countries, 1953-1971. *The Manchester School of Economic and Social Studies*, 45: 327-344.
- Dolata, U. (1992). *Weltmarktorientierte Modernisierung. Die ökonomische Regulierung des wissenschaftlich-technischen Umbruchs in der Bundesrepublik*. Dissertation, Freie Universität Bremen. Frankfurt am Main.
- Frankfurter Rundschau* (1993). Strenge Gesetze und Vorschriften vertreiben keine Unternehmen. 25. August.
- Klingmüller, W. (1985). Genetik und Gentechnologie. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 3 (3): 83.

- Klodt, H., J. Stehn et al. (1994). *Standort Deutschland: Strukturelle Herausforderungen im neuen Europa*. Kieler Studien, 265. Tübingen .
- Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften) (1993). *Panorama der EG-Industrie 93*. Brüssel.
- Legler, H., H. Grupp, B. Gehrke und U. Schasse (1992). *Innovationspotential und Hochtechnologie: Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb*. Heidelberg.
- Lux, A. (1993). Die Wettbewerbsposition Deutschlands in der Neuen Biotechnologie. *Wirtschaftsdienst*, 73: 369-374.
- Office of Technology Assessment (1984). *Commercial Biotechnology – An International Analysis*. Washington, D. C.
- Streck, W. R. (1990). *Ausstrahlung der Biotechnologie und Identifikation von Lücken in der deutschen Forschung: Entwicklung des Technikfeldes Biotechnologie auf der Basis einer internationalen Patentanalyse*. Ifo-Studien zur Strukturforchung, 14. München.