

***Die Entwicklung regionaler
Biotechnologie-Cluster in den USA und
Großbritannien***

David B. Audretsch/ Phil Cooke

Nr. 107 / Juni 2001

Arbeitsbericht

ISBN 3-932013-33-6

ISSN 0945-9553

***Akademie für Technikfolgenabschätzung
in Baden-Württemberg***

Industriestr. 5, 70565 Stuttgart
Tel.: 0711 • 9063-0, Fax: 0711 • 9063-299
E-Mail: info@ta-akademie.de
Internet: <http://www.ta-akademie.de>

Ansprechpartner: Dr. Gerhard Fuchs
Tel. 0711 • 9063-199
E-Mail: gerhard.fuchs@ta-akademie.de

Die *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* gibt in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten als *Arbeitsberichte der TA-Akademie* heraus. Diese Reihe hat das Ziel, der jeweils interessierten Fachöffentlichkeit und dem breiten Publikum Gelegenheit zu kritischer Würdigung und Begleitung der Arbeit der Akademie zu geben. Anregungen und Kommentare zu den publizierten Arbeiten sind deshalb jederzeit willkommen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Verfasser

Vorwort

Zusammenfassung/Summary

I David B. Audretsch: Die Rolle kleiner Unternehmen in der Entwicklung US-amerikanischer Biotech-Cluster

1.	Einleitung	2
2.	Definitionen	2
3.	Die Herausbildung und Entwicklung regionaler Biotech-Cluster	3
4.	Verbindungen und Kooperationen	5
5.	Die Funktion etablierter Großunternehmen für Biotech-Firmen.....	6
6.	Das Verhalten der Investoren.....	8
7.	Regionale Positionierung in der globalen Ökonomie	9
8.	Institutionelle Barrieren in der Entwicklung regionaler Biotech-Cluster ..	10
9.	Die Bedeutung regionaler und globaler Netzwerke.....	12
10.	Innovationsstrategien der Biotech-Unternehmen.....	15
11.	Charakteristika neu gegründeter Biotech-Unternehmen	15
12.	Nationale Programme zur Förderung der Biotechnologie	20
13.	Regionale Programme zur Förderung der Biotechnologie	22
14.	Schlussbemerkungen	24
15.	Literaturhinweise	25

II Phil Cooke: Biotechnologie-Cluster in Großbritannien

1. Einleitung	27
2. Marktanteil in Großbritannien	28
3. Die zukünftige Entwicklung	30
4. Globalisierung und Cluster-Bildung: Das neue Gleichgewicht der Kräfte .	36
5. Cambridge, Oxford und Surrey	37
6. Schlussfolgerungen	48
7. Literaturhinweise	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Ansatz für Clusterentwicklung in der Biotechnologie von Scottish Enterprise	44
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geburtsdatum und Anzahl der Zitate von wissenschaftlichen Unternehmensgründern der Biotech-Branche	17
Tabelle 2: Zugelassene, biotechnologisch hergestellte Medikamente in Großbritannien (lizenziert in Großbritannien).....	29
Tabelle 3: Zugelassene, biotechnologisch hergestellte Medikamente in Großbritannien (EU-Länder lizenziert).....	30
Tabelle 4: Ausgewählte biotechnologische Schlüsselinnovationen.....	31
Tabelle 5: Die zehn wichtigsten europäischen Pharmaunternehmen der Biotechnologie-Branche, 1998 (Smillion).....	32
Tabelle 6: Produkte in der Testphase von europäischen Biotechnologie- Unternehmen, 1998	33
Tabelle 7: Anteile von Biotechnologie- und Dienstleistungsfunktionen	40
Tabelle 8: Zusammensetzung des BioTech-Sektors in Schottland.....	46

Verfasser

Prof. Dr. David B. Audretsch

David B. Audretsch hat den Ameritech-Lehrstuhl für Wirtschaftsentwicklung inne und ist Direktor des Instituts für Entwicklungsstrategien an der Universität von Indiana. Er ist Mitglied des Forschungszentrums für Wirtschaft und Politik in London. Von 1984 bis 1997 war er am Wissenschaftszentrum für Sozialforschung in Berlin tätig, einer staatlich finanzierten Forschungseinrichtung. In den Jahren 1989 bis 1991 war er Direktor des Instituts. 1991 wurde er zum Forschungsprofessor ernannt. Seine Forschungen befassen sich schwerpunktmäßig mit den Verbindungen zwischen Unternehmertum, Regierungspolitik, Innovationen, ökonomischen Entwicklungen und globaler Wettbewerbsfähigkeit. Er arbeitete als Berater für die Weltbank, die Nationale Akademie der Wissenschaften, das US State Department, die United States Federal Trade Kommission, das General Accounting Office und die Internationale Handelskommission, ebenso wie für die Vereinten Nationen, die Kommission der Europäischen Union, das Europaparlament, die OECD sowie für zahlreiche Privatunternehmen, Landesregierungen und eine Reihe von europäischen Regierungen. Er ist Mitglied eines Beraterstabs für eine Anzahl von internationalen Forschungs- und politischen Einrichtungen, u.a. für das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim, das Hamburger Weltwirtschaftsarchiv (HWWA) und das Amerikanische Institut für zeitgenössische Deutsche Studien (AICGS) in Washington. Seine Forschungen wurden in über 100 wissenschaftlichen Artikeln in führenden Wissenschaftszeitschriften veröffentlicht. Er veröffentlichte 25 Bücher, darunter „Innovation and Industry Evolution“. Er ist Gründer und Herausgeber der ersten Zeitschrift über kleine Unternehmen und ökonomische Entwicklung mit dem Titel: *Small Business Economics: An International Journal*.

Prof. Dr. Philip Cooke

Professor für regionale Entwicklung an der Universität von Wales, Cardiff und Direktor des Zentrums für sozialwissenschaftliche Studien. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der regionalen Innovationssysteme und er koordinierte im Verlauf des 4. und 5. EU-Rahmenprogramms Projekte im Bereich der sozio-ökonomischen Forschung. Ebenso ist er in vielfältige Netzwerke zwischen Universität und Industrie eingebunden. Er ist Autor beziehungsweise Herausgeber von sieben Büchern über die Aspekte der regionalen Entwicklung und Innovation. Zu nennen ist besonders „The rise of the Rustbelt“ und "The Associational Economy". Er hat mehr als 100 Artikel über diese und ähnliche Themen veröffentlicht und ist Herausgeber der Zeitschrift „European Planning Studies“.

Vorwort

Biotechnologie gilt gemeinhin als eine der Schlüsseltechnologien deren industrielle Entwicklung mit dazu beitragen soll, zukünftigen Wohlstand zu garantieren. Auch die öffentliche Förderung der Biotechnologie besitzt in allen Ländern der entwickelten Welt einen hohen Stellenwert. Um optimale Förderstrategien zu entwerfen sind Kenntnisse über die Entwicklungsbedingungen des ökonomischen Sektors Biotechnologie notwendig. Die beiden Aufsätze im vorliegenden Arbeitsbericht gehen in diesem Zusammenhang den folgenden Fragen nach: Warum konzentrieren sich Biotechnologie-Unternehmen in den verschiedenen Ländern an wenigen Standorten? Welche Faktoren sind verantwortlich für das Wachstum der Unternehmen an diesen Standorten?

Anknüpfend an Alfred Marshalls (1890) bahnbrechende Erkenntnis über die Bedeutung räumlicher Nähe für wirtschaftliche Dynamik, Beschäftigung und Wohlstand hat sich in den letzten Jahren eine breite Debatte über die Art und Weise entwickelt, in der räumliche Nähe zu innovativen Prozessen beiträgt. In der Nachfolge von Marshall wurden insbesondere drei Faktoren intensiv diskutiert, die die Attraktivität von Agglomerationen fördern: die Konzentration von spezialisierten Arbeitskräften an diesen Orten, die Entstehung von vorgelagerten, spezialisierten Produkten und Dienstleistungen für die Spezialisierungspfade der Industrie und die schnelle Verbreitung von neuem Wissen. In der wissenschaftlichen wie politischen Diskussion verwendet man für bestimmte Typen der regionalen Konzentrationen von Wirtschaftstätigkeiten den Begriff "Cluster".

Die beiden Autoren untersuchen Prozesse der Clusterbildung in den beiden Ländern, in denen die Entwicklung der Biotechnologie-Industrie am weitesten fortgeschritten ist: die Vereinigten Staaten von Amerika und Großbritannien. Die Beiträge wurden von den Autoren für einen Workshop verfasst, der im Jahre 2000 an der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg abgehalten wurde. Beide Beiträge wurden ursprünglich in Englisch verfasst. Die Übersetzung und inhaltliche Bearbeitung der Aufsätze besorgten Monika Baumunk (Andrew Audretsch, Phil Cooke) und Bernhard Bu- beck (Andrew Audretsch). Ihnen sei an dieser Stelle für Ihre Bemühungen herzlichst gedankt.

Gerhard Fuchs

Zusammenfassung

Die beiden Autoren untersuchen Prozesse der Clusterbildung in den beiden Ländern, in denen die Entwicklung der Biotechnologie-Industrie am fortgeschrittensten ist: die Vereinigten Staaten von Amerika und Großbritannien. Die Beiträge wurden von den Autoren für einen Workshop verfasst, der im Jahre 2000 an der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg abgehalten wurde.

Summary

The two papers analyse processes of cluster formation in the biotechnology industry in the United Kingdom and the United States of America. These two countries feature the most advanced biotechnology industry in the world. The papers were originally prepared for a workshop that took place at the Centre of Technology Assessment in Baden-Württemberg in the year 2000.

Prof. Dr. David B. Audretsch

**Die Rolle kleiner Unternehmen in der Entwicklung
US-amerikanischer Biotech-Cluster**

1. Einleitung

Der vorliegende Artikel beabsichtigt, neuere Entwicklungen in der US-amerikanischen Biotech-Branche zu untersuchen und in ihrer Bedeutung einzuschätzen. Er soll verstehen helfen, wie sich dieser Wirtschaftszweig entwickelt hat und welche Rolle dabei staatliche Programme spielten. Die Analyse der Biotech-Branche stellt eine besondere Herausforderung dar, weil sie in ihrer Entstehungsphase kaum bemerkt und auch nicht richtig eingeschätzt worden ist. Die Pioniere der Biotechnologie und diejenigen, die ihnen nachfolgten, waren ursprünglich in anderen wissenschaftlichen Bereichen tätig gewesen. Sie verließen das ihnen vertraute Fachgebiet wie die Genetik oder die medizinische Forschung und betraten undefiniertes Neuland, welches erst später mit „Biotechnologie“ einen Namen bekam. Die Regionen mit den größten Erfolgen in der Förderung und Entwicklung von Biotech-Clustern waren diejenigen Regionen, denen es gelang, das wirtschaftliche Potenzial, das in den Forschern und in ihrem Wissen schlummerte, zu aktivieren und zu nutzen.

2. Definitionen

Die Begriffe „Biotechnologie“ und „Biotech-Wirtschaft“ werden häufig unachtsam und ungenau verwendet. Um eine gemeinsame Basis für Verständigung zu schaffen und mehr Präzision zu erzielen, sollen den folgenden Begriffen jeweils klar umrissene Begriffsinhalte¹ zugeordnet werden:

Biotechnologie

Eine Reihe von Verfahren und Techniken, welche die Gesetzmäßigkeiten und Grundsätze der Genetik, der Immunologie sowie der Molekular-, Zell- und Strukturbiologie zur Entdeckung und Entwicklung neuartiger Produkte nutzen.

Biotech-Wirtschaft

Die Biotech-Wirtschaft umfasst insgesamt rund 5000 Unternehmen, die unter Einsatz biotechnischer Verfahren kommerziell verwertbare Produkte entwickeln. Von Biotech-Unternehmen entwickelte Produkte kommen üblicherweise im Rahmen der medizinischen Behandlung, in der Nahrungsmittelherstellung und in der Landwirtschaft, in der

¹ Die Definitionen folgen jenen, welche Rosenberg (1999) der United States National Academy of Sciences vorgeschlagen hat.

Industrieproduktion sowie auch bei der Beseitigung von Umweltverschmutzung und Umweltschäden zum Einsatz.

Pharma-Wirtschaft

Die Pharma-Wirtschaft umfasst rund 100 Unternehmen. Deren Produkte basieren auf der Gestaltung, Entdeckung, Entwicklung und Vermarktung neuer Wirkstoffe, die Erkrankungen vorbeugen, behandeln und heilen helfen sollen. Pharma-Unternehmen hängen in hohem Maß von wissenschaftlicher Forschung ab. Die Pharma-Branche wird sich zukünftig möglicherweise hin zu einer „Bio-Pharma-Wirtschaft“ entwickeln - eine Bezeichnung, welche die starke Abhängigkeit der Pharma-Unternehmen von biotechnologischen Verfahren zum Ausdruck bringt.

Medizinische Forschung

Hier handelt es sich um wissenschaftliche Untersuchungen, um sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Forschung, welche darauf zielt, den allgemeinen Gesundheitszustand zu verbessern sowie Krankheiten zu heilen oder zu lindern und körperliche Behinderungen zurückzubilden.

3. Die Herausbildung und Entwicklung regionaler Biotech-Cluster

Die Biotech-Branche hatte in den vergangenen 15 Jahren in den USA außergewöhnliche Wachstumsraten zu verzeichnen. Meldeten Biotech-Unternehmen 1992 in den USA 1358 Patente an, waren es 1997 bereits 3014. Von 1990 bis 1999 stiegen die jährlichen privaten Investitionen in den Bio-Pharma-Bereich von 10 auf 24 Mrd. US \$ (Rosenberg, 1999). Das explosionsartige Wachstum der Biotech-Branche in den letzten 15 Jahren war allerdings geografisch ungleichmäßig verteilt. Es konzentrierte sich auf einige wenige Regionen. Die größte Anzahl an Biotech-Firmen hat Kalifornien mit einem Viertel aller amerikanischen Firmen. Massachusetts steht an zweiter Stelle mit fast einem Zehntel aller US-amerikanischen Unternehmen. Den dritten Rang teilen sich mehrere Bundesstaaten, darunter New Jersey, Maryland, North Carolina und Texas mit einem Anteil von jeweils ca. 5%. Selbst innerhalb dieser Bundesstaaten ballen sich die Biotech-Firmen in geografisch eng begrenzten Gebieten. So sind in Kalifornien ein Fünftel der Biotech-Unternehmen in der östlichen Bay Area angesiedelt, 15 % in San Francisco, 18 % in Santa Clara, 22 % in Los Angeles, 18 % in San Diego und 4 % in Sacramento (Blakely, Nishikawa und Willoughby, 1993).

Es gibt allerdings gute Gründe dafür, warum die Biotech-Unternehmen sich in einigen wenigen eng begrenzten Regionen konzentrieren und warum sich gerade diese Regionen zu bevorzugten Standorten für Biotech-Unternehmen entwickelt haben. Der wichtigste Produktionsfaktor in der Biotech-Wirtschaft ist spezialisiertes Fachwissen. In der Regel gelingt es nur wenigen Wissenschaftlern, sich dieses anzueignen. Wissenschaftler mit einem solchen Fachwissen brauchen darüber hinaus Informationen über potenzielle Märkte für Produkte, die sich aus diesem Fachwissen entwickeln lassen. Darüber hinaus müssen sie auch den Wunsch und die Bereitschaft mitbringen, dieses Fachwissen unternehmerisch zu verwerten. Die kommerzielle Nutzung von Fachwissen schließlich erfordert Risikokapital und spezifische unternehmerische Fähigkeiten. Alle diese Faktoren an einem Ort zusammenzubringen, ist außer in einigen wenigen, privilegierten Regionen nicht gelungen.

Die Biotech-Branche ist ein sehr wissensbasierter Wirtschaftszweig, der sich weitgehend aus Start-ups und kleinen Firmen zusammensetzt. Die geringe Größe der meisten Biotech-Unternehmen ist möglicherweise den *diseconomies of scale* „bürokratischer Prozesse zuzurechnen, welche sich hemmend auf innovative Aktivitäten auswirken und die Geschwindigkeit drosseln, mit welcher neue Erfindungen ihren Weg durch das System der Organisationen hin zu den Märkten finden“ (Link und Rees, 1990, S. 25). Zucker, Darby und Brewer (1994, 1) zeigen an empirischem Datenmaterial auf, dass Zeitpunkt und Ort der Gründung neuer Biotech-Firmen sich „vorrangig durch die Präsenz von Wissenschaftlern erklären lässt, die sich aktiv an der Grundlagenforschung beteiligen.“ Noch präziser, neue Firmen werden in der Biotech-Branche am wahrscheinlichsten dort gegründet, wo Wissenschaftler ansässig sind, die zum Thema Gensequenzierung publizieren.

In ihrer Frühphase waren die Biotech-Unternehmen beinahe ausschließlich in Kalifornien zu finden, insbesondere in der Bay Area um San Francisco. Das hängt mit den oben angesprochenen Schlüsselfaktoren zusammen, die in dieser Region besonders stark ausgeprägt waren. Wie Prevezer (1997) ausführt, war in dieser Region nach dem Boom im Computer- und Halbleitersektor ausreichend Risikokapital vorhanden. Dieser Boom verhalf zugleich einer Kultur unternehmerischen Handelns zum Durchbruch. Ebenfalls gegeben waren Sachverstand, wie High-Tech-Firmen zu gründen und zu führen sind, eine generell hohe Job-Mobilität und eine starke Vernetzung der wichtigsten Akteure. In dieser Gegend sind zudem eine Reihe der bedeutendsten Universitäten und staatlichen Forschungseinrichtungen der USA ansässig.

Die beiden bedeutendsten Entdeckungen in diesem Wissenschaftsfeld, Anfang der 70er Jahre, das rekombinante DNA-Verfahren, von Cohen und Boyer an der Stanford University entwickelt, und die monoklonale Herstellung von Antikörpern von Kohler und Milstein in Cambridge/GB, sorgten, was die Gründung von Biotech-Unternehmen an-

belangt, für einen Aufschwung. Pionier-Unternehmen der Biotech-Branche wie Cetus, Genetech und Hybritech siedelten sich in Kalifornien in der Nähe der bedeutendsten Forschungszentren an. Biogen wählte seinen Standort in der Nähe von Boston, um so von den führenden Wissenschaftlern von Harvard und des MIT profitieren zu können. Die San Francisco Bay Area wurde, wie Prevezer (1997) aufzeigt, zum Zentrum der entstehenden Biotech-Branche, die in starkem Maße auf wissenschaftliche Kompetenz der University of California in San Francisco, von Stanford und des CalTech zurückgreifen konnte. Die darauf folgende, sehr rasche Entwicklung der Biotech-Branche blieb auf diese regionalen Zentren konzentriert. Daneben sind in Dallas/ Texas, im Research Triangle (North Carolina) und in Maryland (zwischen Baltimore und Washington/ D.C) weitere regionale Zentren entstanden, denen es gelungen war, die unabdingbaren Voraussetzungen, wissenschaftliches Know-how und Unternehmergeist, zusammen zu bringen.

4. Verbindungen und Kooperationen

Verbindungen und Kooperationen sind für die Biotech-Wirtschaft von essenzieller Bedeutung. Solche Verbindungen entstehen zwischen gewinnorientierten Unternehmen, zwischen den Wissenschaftlern, die mit diesen Firmen in Kontakt stehen, zwischen den Unternehmen und Universitäten sowie zwischen großen, etablierten Unternehmen und den kleinen Biotech-Unternehmen.

Für Biotech-Unternehmen, die sich auf Therapeutika spezialisiert haben, waren strategische Allianzen mit großen Konzernen von besonderer Bedeutung. Dies deshalb, weil die Kosten für die Entwicklung neuer Medikamente, die immer auch einer ganzen Reihe von gesetzlichen Vorschriften entsprechen müssen, sowie die Kosten für die Herstellung und Vermarktung von Medikamenten finanzielle Aufwendungen erfordern, die den Etat der meisten kleinen Firmen bei weitem übersteigen. Cullen und Dibner (1993) schätzen die Kosten, ein Therapeutikum von der Grundlagenforschung bis auf den Arzneimittelmarkt zu bringen, auf rund 250 Millionen US \$. Zur gleichen Zeit beträgt der Etat, den ein Biotech-Unternehmen durchschnittlich für Forschung und Entwicklung zur Verfügung hat, 12,5 Millionen US \$. Um diese finanzielle Kluft zu überbrücken, sind Biotech-Unternehmen Lizenz- und Vermarktungsverträge unterschiedlichster Art eingegangen. Mit diesen Verträgen gestatten sie den Zugriff auf ihre Spitzentechnologie und bekommen dafür „Finanzspritzen“.

Cullen und Dibner dokumentierten, wie sich strategische Allianzen in der Biotech-Branche gebildet und entwickelt haben, und kommen zu dem Schluss (1993, S.18), dass es „das vorrangige strategische Ziel der kleinen und mittleren Biotech-Unternehmen

gewesen war, Produkte zu entwickeln, welche dann von ihren Partnern vermarktet werden konnten, sowie ihre größte Herausforderung, diese Allianzen anzubahnen und auszubauen.“ Die Vorteile derartiger strategischer Allianzen liegen auf der Hand, ermöglichen sie es doch einem kleinen, neu gegründeten Unternehmen, sich auf seine eigentliche Aufgabe zu konzentrieren, nämlich mit Hilfe technischer Innovationen Ergebnisse der Grundlagenforschung kommerziell zu nutzen. Strategische Allianzen ermöglichen es den Biotech-Unternehmen überdies, finanzielle Risiken und Kosten zu senken. Eine solche Allianz erleichtert dem Biotech-Unternehmen außerdem den Umgang mit den großen finanziellen Verbindlichkeiten, die mit einer Firmengründung verbunden sind, und sie erwerben schließlich auch Kompetenzen bei der Herstellung, Vermarktung und dem Vertrieb ihrer Produkte.

5. Die Funktion etablierter Großunternehmen für Biotech-Firmen

Im Allgemeinen sind die etablierten Großunternehmen den Biotech-Unternehmen gegenüber positiv eingestellt und unterstützen diese. Dies liegt daran, dass sich die etablierten Firmen und die Biotech-Firmen im Pharma-Bereich sehr gut ergänzen. Es gibt eine Reihe von Gründen, weshalb sich komplementäre Beziehungen zwischen etablierten Unternehmen und Biotech-Firmen entwickelt haben. Zum einen haben die etablierten Firmen erkannt, dass es wirtschaftlicher sein kann, sehr enge Markt- und Lieferantenbeziehungen einzugehen und neue biotechnologische Produkte einzukaufen, anstatt diese selbst herzustellen. Offensichtlich ist der Zukauf oftmals effizienter als die unternehmensinterne Transaktion. Dies hängt nicht zuletzt mit organisatorischen Problemen zusammen, die dann zum Tragen kommen, wenn man höchst unsichere und asymmetrische Forschung betreibt. Darüber hinaus kann man Haftungsrisiken dadurch minimieren, dass man biotechnologische Forschung von kleinen Firmen mit geringen Vermögenswerten anstatt von großen Unternehmen mit großen Vermögenswerten durchführen lässt.

Sharp (1999) identifiziert drei Hauptphasen in der Beziehung zwischen etablierten Firmen und Biotech-Unternehmen. Die erste Phase ist die Gründungsphase der Biotech-Wirtschaft. Sharp zeigt auf (1999, S. 137), dass „die meisten etablierten Pharmaunternehmen unsicher waren, wie sie mit der neuen Technologie umgehen sollten und insbesondere auch mit dem Medienrummel, der mit der Entwicklung der neuen Technologie einher ging und der ähnlich hohe Zuwachsraten hatte, wie der Wirtschaftssektor der kleinen Firmen.“ Diese Unsicherheit, gepaart mit einer gehörigen Portion Skepsis, führte dazu, dass die meisten etablierten Firmen in dieser Anfangsphase Abstand von

den neugegründeten Biotech-Unternehmen hielten. Sharp weist allerdings darauf hin, dass die meisten etablierten Firmen in dieser Periode in Expertenwissen investierten, um sich über die Entwicklungen in der Biotechnologie auf dem neuesten Stand zu halten und einen Überblick über die Branche zu gewinnen.

Die zweite Phase setzte Mitte der 80er Jahre ein, nachdem die Periode des Beobachtens und Abwartens zu Ende war. Die etablierten Pharmakonzerne hatten bemerkt, dass biotechnologisch hergestellte Produkte tatsächlich ein Marktpotenzial hatten. Auch wenn die von den etablierten Unternehmen verfolgten Strategien deutliche Unterschiede aufwiesen, so formulierten die meisten Unternehmen doch strategische Ziele im Blick auf die Biotechnologie und setzten diese um. Eine allen Unternehmen gemeinsame Strategie bestand darin, größere Investitionen in die innerbetriebliche Kompetenz zum Themenfeld Biotechnologie zu tätigen. Wie dies allerdings vor sich ging, war von Firma zu Firma verschieden. Einige Firmen stellten eigene Forscherteams zusammen. Andere Pharmaunternehmen erwarben Kompetenz dadurch, dass sie Biotech-Unternehmen aufkauften oder, was seltener vorkam, mit ihnen fusionierten. Eine weitere Strategie bestand darin, enge Verbindungen zu Biotech-Unternehmen aufzubauen. Wie Cullen und Dibner (1993) aufzeigen, stieg ab Mitte der 80er Jahre die Zahl der strategischen Allianzen zwischen Biotech-Unternehmen und Pharma-Konzernen sprunghaft an.

Die dritte Phase, die vor gut zehn Jahren einsetzte, brachte die kommerzielle Nutzung von Biotech-Produkten. Anfang der 90er Jahre erreichten die ersten biotechnologisch hergestellten Produkte den Markt. Jürgen Drews, zuständig für den Bereich Forschung und Entwicklung bei Hoffmann LaRoche, fasste 1993 die Situation folgendermaßen zusammen: „Es mag unter den rund 150 neuen, sich in Entwicklung befindlichen Proteinen zwar einige Redundanzen geben, aber cirka 100 von ihnen stellen neuartige Substanzen dar, die der Medizin zuvor nicht zur Verfügung standen. Nicht alle diese Proteine werden den Markt erreichen. Man kann aber davon ausgehen, dass ihre Zulassungsraten höher sein werden als die bei anderen chemischen Stoffen, weil sie wohl kaum toxiologische Probleme bereiten werden, die man nicht in den Griff bekommen könnte. Bei vorsichtiger Schätzung ist davon auszugehen, dass 30 bis 40 der rekombinanten Proteine, die gegenwärtig in Entwicklung sind, sich in den nächsten 5 bis 6 Jahren erfolgreich auf dem Markt behaupten werden. Das heißt, durchschnittlich werden jedes Jahr 5 bis 8 neue Proteine erhältlich sein... Wenn wir davon ausgehen, dass das durchschnittliche Umsatzvolumen eines rekombinanten Proteins von morgen gleich groß sein wird, wie der Erlös eines rekombinanten Medikaments von heute, dann beläuft sich das Marktpotenzial der rekombinanten Proteine, die zur Zeit im klinischen Test sind, auf 10 bis 20 Millionen US \$.“ (Drews, 1993)

In dieser dritten Phase kauften die etablierten Großunternehmen die neuen, von den Biotech-Unternehmen entwickelten Produkte ein und vermarkteten diese im großen Stil.

So wurde z.B. Intron A von Biogen entwickelt, aber von Schering-Plough vermarktet, und erzielte 1993 Umsatzerlöse von 572 Millionen US \$. Humulin ist von Genetech entwickelt, aber von Eli Lilly vermarktet worden und erreichte 1993 einen Umsatz von 560 Millionen US \$. Engerix-B, von Genetech entwickelt, vermarktet jedoch von SmithKline Beecham, brachte einen Umsatz von 480 Millionen US \$. RecombiNAK HB ist von Chiron entwickelt worden und von Merck mit einem Umsatz von 245 Millionen US \$ vermarktet worden.

In dieser dritten Phase haben sich die etablierten Firmen zudem auch von den in die Breite gerichteten Lernstrategien der Phase 2 verabschiedet und entschlossen sich zu einem stärker fokussierten Vorgehen. Ihr Interesse richtete sich zunehmend auf einzelne Sparten. So schränkte z.B. die Firma Ciba Geigy 1989 ihr Produkt-Portfolio im Biopharma-Bereich ein, um sich stärker auf die Entwicklung einiger weniger, ausgewählter Produkte konzentrieren zu können. Ciba Geigy stärkte sein Engagement in diesen ausgewählten Bereichen in der Folge weiter und schloss eine Reihe von Forschungs- und Lizenzverträgen mit Biotech-Unternehmen ab. In ähnlicher Weise reduzierte Bayer seine biotechnologischen Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Agro-Chemie und verlegte statt dessen seinen Forschungsschwerpunkt auf den Pharmabereich. Hoffmann LaRoche zog sich ebenfalls aus der Agro-Biotechnologie zurück und konzentrierte sich auf Pharmazeutika.

6. Das Verhalten der Investoren

Investoren können etablierte Firmen sein, sie können aber auch aus dem Bereich des Risikokapitals oder aus dem Börsenumfeld kommen. Es ist ein besonderes Merkmal dieses Wirtschaftszweigs, dass Biotech-Unternehmen in der Anfangsphase über einen längeren Zeitraum hinweg kein kommerzielles Produkt haben, mit dem sie Erlöse erzielen können. Das macht es besonders kompliziert, ihren Erfolg zu bewerten und zu entscheiden, ob man in sie investieren soll oder nicht. Hinzu kommt, dass Wissenschaft und Forschung, auf denen sie gründen, so weit fortgeschritten und im Regelfall so kompliziert sind, dass nur eine geringe Zahl von Experten hoffen kann, Unternehmen auch wirklich einschätzen und bewerten zu können. Der hohe Grad an Unsicherheit in Verbindung mit Asymmetrien in den Wissensbeständen, welche nur unter sehr hohen Kosten auszugleichen sind, hat zur Folge, dass Investitionsentscheidungen in der Biotech-Branche sich grundlegend von Investitionsentscheidungen in den meisten anderen Branchen unterscheiden.

Da die Biotech-Unternehmen in der Regel keine kommerziellen Produkte haben, anhand derer man sie bewerten könnte, nehmen potenzielle Investoren statt dessen den haupt-

sächlichen Produktionsfaktor im biotechnologischen Produktionsprozess in den Blick, das Team der wissenschaftlichen Mitarbeiter.

Um Investoren zu „ködern“, lassen Biotech-Unternehmen im Frühstadium ihrer Entwicklung keine Gelegenheit aus, sowohl die Fähigkeiten ihrer Wissenschaftler als auch die Möglichkeiten ihrer Wissenschaft darzustellen. So ist es nicht ungewöhnlich, dass sich Firmenprospekte wie Anträge für Forschungsbeihilfen bei den National Institutes of Health (NIH) lesen. Stephan und Everhart (1998) wiesen nach, von welcher eminenten Bedeutung wissenschaftliche Reputation zum Zeitpunkt des Börsengangs eines Biotech-Unternehmens ist. Anhand einer Stichprobe von 45 Unternehmen konnten sie zeigen, je größer die Reputation der für sie tätigen Forscher, desto größer die Erlöse beim Börsengang.

7. Regionale Positionierung in der globalen Ökonomie

Auf welche Produkte und Sparten sich Biotech-Unternehmen einer Region fokussieren, spiegelt in der Regel die Stärken der Einrichtungen, von denen sie das zu Grunde liegende Wissen erwerben, aber auch die Spezialisierung der Unternehmen wider, mit denen sie zusammenarbeiten und die sie ergänzen. So beschäftigen sich Biotech-Firmen in Kalifornien hauptsächlich mit Humandiagnostik und Pharma-Produkten (Bladely, Nishikawa und Willoughby, 1993). Sie sind zugleich aber in weit geringerem Umfang in den Bereichen Landwirtschaft, Pflanzen, Tiere oder biotechnologischer Zulieferung aktiv. Daran lässt sich ablesen, dass biotechnologische Forschung als eigenständiges Produkt in Kalifornien eine weit größere Bedeutung hat als irgendwo sonst in den USA. Daran zeigt sich ebenfalls der vergleichsweise geringe Einfluss von Pharmakonzernen in Kalifornien. Die meisten Pharmaunternehmen haben ihren Sitz in New Jersey und New York. Wenn es um Innovationen und neue Produkte geht, neigen diese dazu, auf Biotech-Unternehmen aus der Region zurückzugreifen. Die United States Food and Drug Administration (USFDA) etwa verdankt ihren Sitz an der Ostküste einer Reihe von Testlabors, die in New York und New Jersey angesiedelt sind.

Die Ergebnisse einer umfassenden Befragung von kalifornischen Biotech-Unternehmen besagen: Der entscheidende Faktor für eine Standortentscheidung ist die Verfügbarkeit an qualifizierten Arbeitskräften in der entsprechenden Region. Das Gewicht dieses Faktors ist allerdings von Sparte zu Sparte unterschiedlich. Der Faktor wiegt etwas schwerer in der Diagnostik und im Bereich der Zulieferungen. Der zweitwichtigste Faktor ist die Nähe zu universitären Einrichtungen und anderen Forschungsinstitutionen. Der drittwichtigste Faktor sind die Kosten für Gewerbeflächen, gefolgt vom Faktor bundesstaatliche und

kommunale Vorschriften. Der fünftwichtigste Faktor sind Steuern, darauf folgt das Lohn- und Gehaltsniveau, schließlich die Nähe zu den wichtigsten Zulieferern und zu Risikokapital und Geldgebern.

8. Institutionelle Barrieren in der Entwicklung regionaler Biotech-Cluster

Eine Reihe von Regionen hat den Versuch unternommen, Biotech-Unternehmen anzusiedeln und zu fördern. Vielen dieser Versuche war kein Erfolg beschieden. Nur einigen wenigen Regionen in den USA ist es gelungen, in nennenswertem Umfang Biotech-Firmen anzusiedeln. Beispielsweise schlug der Versuch der Region um Hanover in New Hampshire fehl, ein Biotech-Wirtschaft zu entwickeln. Das Gleiche gilt für Atlanta, Georgia. Erst in jüngster Zeit gibt es Anzeichen, dass sich dort eine Biotech-Branche herausbildet.

Zu den größten Hindernissen, mit denen sich Wirtschaftsförderung im Bereich Biotechnologie auseinandersetzen muss, zählen institutionelle Barrieren. Das größte Hindernis ist dabei sicherlicher der Mangel an wissenschaftlichem Wissenskapital in einer Region. Fehlt es einer Region an einer kritischen Masse an talentierten Wissenschaftlern entweder an Universitäten, in staatlichen Forschungslabors oder Privatunternehmen, dann ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich eine Biotech-Wirtschaft herausbildet. Der Hauptgrund für die räumliche Konzentration von Biotech-Unternehmen in nur wenigen Regionen ist, dass sich die talentiertesten Wissenschaftler gleichermaßen in nur wenigen Regionen ballen (Audretsch und Stephan, 1996).

Die Präsenz einer kritischen Masse an exzellenten Wissenschaftlern ist eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für die Entstehung eines regionalen Biotechnologie-Clusters. Es gibt zahlreiche Beispiele dafür, dass zwar wissenschaftliches Talent in großer Zahl und in relevanten Wissensgebieten vorhanden ist, biotechnologische Aktivitäten aber dennoch ausbleiben. Dies ist dann auf andere institutionelle Barrieren zurückzuführen.

So ist beispielsweise das Dartmouth College mit seinem medizinischen Zentrum die akademische Heimat einer großen Zahl an Forschern im biomedizinischen Bereich. Das Vorhaben, dort ein biotechnologisches Zentrum zu etablieren, ist allerdings gescheitert. Einer der Gründe, die dieses Scheitern zu erklären vermögen, ist, dass in der betreffenden Region zwar das nötige wissenschaftliche Talent vorhanden war, jedoch kein große-

res Unternehmen in den relevanten Forschungsgebieten und es darüber hinaus auch an unternehmerischer Kultur fehlte.

Atlanta, das die Emory-Universität beheimatet, eine der bedeutendsten medizinischen Fakultäten im ganzen Land, und auch das Center for Disease Control (CDC), hat hingegen nicht nur sehr viele auf dem Gebiet der Biomedizin tätige Forscher, es sind auch zahlreiche private Unternehmen ansässig. Dass es Atlanta dennoch nicht gelungen ist, wissenschaftliches Wissen in biotechnologische Unternehmen umzusetzen, liegt möglicherweise am Fehlen von Risikokapital und vermutlich auch an der Tatsache, dass es dort zwar ein lange Tradition großer Unternehmen wie Coca-Cola gibt, aber vergleichsweise wenige High-Tech-Unternehmen.

Dies lässt vermuten, dass zwei andere wichtige institutionelle Barrieren die Herausbildung einer Biotech-Branche verhindern können, nämlich zum einen der Mangel an Finanzierungs- und Risikokapital, welches eher auf regionaler als auf nationaler Ebene angesiedelt ist, zum anderen das Fehlen von unternehmerischer Kultur, ebenfalls ein regionales Phänomen. Risikokapital und andere Formen „informeller“ Finanzierung sind deshalb auf der regionalen Ebene angesiedelt, weil Risikokapital-Investoren auf den häufigen Kontakt mit dem Unternehmen angewiesen sind, um dessen Aktivitäten beobachten und kontrollieren zu können. Der Erfolg eines Unternehmens ist in hohem Maße vom Gelingen dieser Interaktion von Unternehmen und Investor abhängig. Deshalb ist die geografische Nähe von Risikokapital-Investoren und Biotech-Unternehmen von großer Bedeutung.

Das Vorhandensein einer Kultur, welche unternehmerisches Engagement begünstigt und fördert, ist deshalb wichtig, weil sie es dem Wissenschaftler erleichtert, den einmal eingeschlagenen Karrierepfad zu verlassen, sich weg von der Forschung und hin zur wirtschaftlichen Verwertung zu orientieren. In einer Studie über das Silicon Valley stellt Saxenian fest (1990, S. 96-97), dass diese unternehmerische Kultur dem Einzelnen die erforderlichen Informationen bereitstellt und die erforderliche Unterstützung bietet, die er benötigt, um selbst Unternehmer zu werden: „Es ist nicht nur die Konzentration von Fachkräften, Zulieferfirmen und Informationen, die diese Region auszeichnet. Es ist die Vielfalt der regionalen Institutionen - die Stanford University, mehrere Wirtschaftsverbände und lokale Unternehmensorganisationen, eine Vielzahl spezialisierter Unternehmensberatungs-, Marktforschungs-, Public-Relations- und Risikokapitalfirmen - die technische und finanzielle Dienstleistungen sowie auch Zugänge zu Netzwerken bieten, welche sich die regional ansässigen Unternehmen jedes für sich genommen nicht leisten könnten. Diese Netzwerke enden nicht an den Grenzen der Sektoren. Mitarbeiter wechseln von etablierten Unternehmen zu Start-up-Unternehmen. Diese treffen sich dann weiterhin auf Messen, Konferenzen, Seminaren, Gesprächsrunden und bei sozialen Aktivitäten, welche von den örtlichen Unternehmensorganisationen und Wirtschafts-

verbänden organisiert werden. In diesen Foren werden Verbindungen geknüpft und weiter gepflegt, Expertenwissen und Markteinschätzungen ausgetauscht, Geschäftsbeziehungen angebahnt und neue Geschäftsideen entwickelt. Diese dezentrale, fließende Übergänge bietende Umgebung fördert zudem die Verbreitung immaterieller technischer Fertigkeit und Kenntnisse.“

Das vierte institutionelle Hemmnis zur Bildung eines regionalen Biotechnologie-Clusters sind hohe, durch Vorschriften und staatliche Regulierungen bedingte Kosten. Blakely, Nishikawa und Willoughby (1993, 23) weisen nach, welche hohen Stellenwert Biotech-Unternehmen Vorschriften beimessen: „Die vorhersehbare Anwendung von Vorschriften zum Umweltschutz, der öffentlichen Gesundheitsvorsorge und der Bodennutzung sind für die Standortwahl von Biotech-Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Die Unternehmen brauchen Sicherheit, dass ihre Aktivitäten nicht permanent durch die Anwendung sich widersprechender Vorschriften beeinträchtigt werden.“

9. Die Bedeutung regionaler und globaler Netzwerke

Audretsch und Stephan (1995) beleuchteten die engen Verbindungen zwischen Biotech-Forschern, Universitäten und Biotech-Unternehmen. Diese Verbindungen sind von sehr großer Bedeutung, weil sich der Wert von Biotech-Unternehmen in hohem Maß durch die Qualität und den Ruf ihrer Wissenschaftler bestimmt. Viele dieser Forscher, insbesondere die hochrangigen und anerkanntesten unter ihnen, arbeiten aber nicht Vollzeit für das Biotech-Unternehmen, sondern bleiben zugleich an der Universität. Audretsch und Stephan zeigen auf, dass nahezu die Hälfte (50) der 101 Gründer, welche Anfang der 90er Jahre ein Biotech-Unternehmen gründeten, zuvor an einer Universität tätig waren. Von diesen 50 blieben 35 auch weiterhin, zumindest in Teilzeit, an der Universität, während die restlichen 15 Gründer die Universität verließen und ausschließlich für ihr Biotech-Unternehmen arbeiteten.

Diese Wissenschaftler mit universitärem Hintergrund übernehmen in den Biotech-Unternehmen eine Vielzahl von Aufgaben. Einige von ihnen gründeten die Firma, andere sind im wissenschaftlichen Beirat von Unternehmen tätig oder auch im Vorstand der Firma. Je nach Aufgabe im Unternehmen können sie ihre wissenschaftlichen Kenntnisse auf unterschiedliche Weise einbringen. Forscher, die eigene Unternehmen gründeten, suchen sich Risikokapitalgeber, um ihr wissenschaftliches Fachwissen in wirtschaftlich verwertbares transformieren zu können. Die wissenschaftlichen Berater knüpfen Verbindungen zwischen den Gründern und den Forschern, die auf dem gleichen Fachgebiet tätig sind. Zusammen mit den Gründern sorgen sie dafür, dass Auftragsforschung an Universitätslabors mit ihren Hochschulabgängern und Doktoranden vergeben wird. Die

Einrichtung eines wissenschaftlichen Beirats verschafft den Unternehmen zu geringen Kosten einen vollständigen Überblick über die wichtigsten Akteure, die auf dem gleichen Wissensgebiet Forschung betreiben.

Neben dem, dass sie ihr Wissen in die neu gegründeten Biotech-Unternehmen einbringen, übernehmen diese Wissenschaftler mit universitärem Hintergrund häufig die Funktion, den potenziellen Kapitalgebern und der Wissenschaft die Qualität der Firma zu signalisieren. Ein sehr effektiver Weg, junge Wissenschaftler zu rekrutieren, ist es, einen wissenschaftlichen Beirat mit führenden Wissenschaftlern des Fachbereichs einzurichten. George B. Rathmann, Vorstandsvorsitzender von Amgen, schreibt einen Großteil des Firmenerfolgs der hohen „Qualität und Anerkennung“ des wissenschaftlichen Beirats zu, „dessen Mitglieder bereit waren, an Vorstellungsgesprächen mit Bewerbern teilzunehmen, welche sich auf wissenschaftliche Stellen bewarben.“ Rathmann führt weiter aus, dass die jungen Wissenschaftler, die von Amgen angestellt wurden, wohl nicht gekommen wären, wenn sie nicht von dem herausragenden wissenschaftlichen Beirat von Amgen gehört hätten (Burrill, 1987, S.77).

Mehr als jede andere Funktion, die Wissenschaftler in Biotech-Unternehmen übernehmen, ist es die Rolle des Unternehmensgründers, die für geografische Nähe des gegründeten Unternehmens zu wissenschaftlichen Einrichtungen sorgt. Dies liegt an der spezifischen Art des Wissenstransfers von Forscher zu Unternehmen, welche geographische Nähe erfordert. Wissenschaftler gründen wohl deshalb ein eigenes Biotech-Unternehmen, weil ihr Wissen für bereits bestehende Firmen nicht den gleichen wirtschaftlichen Wert besitzt. Wäre dem nicht so, gäbe es ja keinen Anreiz, neue und unabhängige Firmen zu gründen. Da diese Unternehmen auf Wissen basieren, sind die Kosten für den Transfer des Wissens am geringsten, wenn die Firma ihren Standort in der Nähe der Universität hat, wo dieses Wissen gewonnen wird. Auch der Aufwand zur Beaufsichtigung der Firma ist dann am geringsten, wenn das neue Biotech-Unternehmen in der Nähe des Gründers angesiedelt ist.

Im Gegensatz zur Unternehmensgründung und -führung erfordert die Funktion des wissenschaftlichen Beirats weder ständige Aufsicht noch hochspezialisiertes Fachwissen. Aus diesem Grund ist der wissenschaftliche Beirat in geringerem Maße örtlich gebunden. Es ist ziemlich unwahrscheinlich, dass sich die wichtigsten Forscher eines bestimmten wissenschaftlichen Fachgebiets in einer Region sammeln, wenn man in Betracht zieht, welche Opportunitätskosten Universitäten zu gewärtigen hätten, wenn diese ausschließlich in ein Teilgebiet der Forschung investierten. Will also ein Unternehmen Zugang zum Fachwissen führender Wissenschaftler eines bestimmten wissenschaftlichen Gebiets bekommen, muss es Verbindung zu Forschern außerhalb seiner Region aufnehmen. Wissenschaftler, deren Hauptaufgabe es ist, nach außen hin Qualität zu signalisieren und zu verbürgen, werden sich weniger wahrscheinlich in unmittelbarer

Nähe des Unternehmen niederlassen, als jene Wissenschaftler, die eine Firma mit vitalem Wissen versorgen. Qualität signalisieren sie dadurch, dass sie einem Vorhaben, das sie in aller Regel auch begutachtet haben, ihre Anerkennung und ihr Prestige verleihen, etwas, was sich auf glaubwürdige Weise auch aus der Distanz erledigen lässt.

Um die Zusammenhänge, die zwischen den Orten der Wissensproduktion, den Anreizstrukturen, denen Wissenschaftler ausgesetzt sind, sowie den Orten, an denen die Produkte vermarktet werden, näher beleuchten zu können, bedienten sich Audretsch und Stephan (1996) eines Korpus an Daten, der aus den Börsenprospekten aller Biotech-Unternehmen gewonnen worden war, die zwischen März 1990 und November 1992 in den USA eine Aktienneuemission vorbereitet hatten. Dieser Datenbestand bietet Informationen zu insgesamt 54 Firmen und zu 445 an Universitäten angestellten Forschern, die in diesem Zeitraum eng mit diesen Firmen verbunden waren. Die sorgfältige Lektüre der Prospekte ermöglichte es, die Namen der Forscher festzustellen, die zugleich eine Anstellung an den Universitäten hatten und mit diesen Firmen zusammenarbeiteten, sowie den Aufgabenbereich des Forschers in der Firma ebenso wie den Namen und den Standort der Einrichtung, aus der sie stammen. Die Universitäten und die Firmen wurden dann Regionen zugeordnet, welche in der Regel ein größeres Gebiet umfassten als eine Stadt, jedoch ein wesentlich kleineres als ein Bundesstaat. Einige Regionen, zum Beispiel New York als Agglomeration, erstreckten sich über die Grenzen mehrerer Bundesstaaten hinweg.

Nur 138 der 445 Verbindungen zwischen Forschern und Biotech-Unternehmen, die betrachtet wurden, sind lokaler Natur, das heißt Forscher und Firma sind in der selben Region ansässig. Dies könnte nahe legen, dass geografische Nähe im Allgemeinen keine wichtige Rolle in der Beziehung zwischen Biotech-Unternehmen und Forschern spielt. Wie sich allerdings die geografische Beziehung zwischen Wissenschaftler und Firma jeweils gestaltet, das hängt in starkem Maße davon ab, welche Rolle der Forscher im Unternehmen einnimmt. Es sticht besonders in Auge, dass in 57,8% der Fälle der lokale Bezug zwischen Forscher und Firma dann gegeben ist, wenn der Wissenschaftler zugleich auch der Firmengründer ist (42,1 % der Firmengründer hatten diesen lokalen Bezug nicht). War der Forscher hingegen Mitglied des wissenschaftlichen Beirats, dann war nur in 31,8% der Fälle der lokale Bezug gegeben (und in 68,2% nicht). Diese Differenz könnte darauf hindeuten, dass in den beiden Fällen, zum einen vom Wissenschaftler als Firmengründer und zum anderen vom Wissenschaftler als wissenschaftlicher Beirat, jeweils unterschiedliches Wissen zu den Biotech-Unternehmen übertragen wird. Wahrscheinlich sind den Unterschieden in der Natur und der Qualität des transferierten Wissens zuzuschreiben, dass Firmengründer eher in regionaler Nähe zum Unternehmen ansässig sind als wissenschaftliche Beiräte.

10. Innovationsstrategien der Biotech-Unternehmen

Biotech-Unternehmen verfolgen vielfältige Innovationsstrategien. Die Unterschiedlichkeit der Innovationsstrategien spiegelt die Verschiedenartigkeit der Produktbereiche, der firmengeschichtlichen Hintergründe und auch der verfolgten Ziele wider. Dennoch haben sich in der Biotech-Branche einige besonders wichtige Innovationsstrategien herauskristallisiert. Eine der erfolgreichsten Strategien ist es gewesen, enge Verbindungen mit Forschern an Universitäten aufzubauen und zu nutzen. Diese engen Verbindungen erlauben sowohl Zugang zum neuesten Stand der Forschung und des Wissens wie auch zu möglichen künftigen Mitarbeitern des Unternehmens. Eine weitere wichtige Strategie betrifft das Marketing. Eine erfolgreiche Marketing-Übereinkunft mit einem Pharmaunternehmen ermöglicht es auch kleinen Biotech-Unternehmen, ihre Produkte auf großen Märkten anzubieten. Biotech-Unternehmen sind im Allgemeinen dann erfolgreich, wenn sie ihre Ressourcen und ihre Kompetenz für ihr Kernprodukt – die Forschung – einsetzen und alles, was mit klinischen Tests, Vermarktung und Vertrieb zusammenhängt, an andere Firmen abgeben.

11. Charakteristika neu gegründeter Biotech-Unternehmen

Die US-amerikanische Biotech-Wirtschaft setzt sich aus rund 1300 Firmen zusammen, die biotechnologische Verfahren zum Einsatz bringen, um neue Produkte zu entwickeln, die im Gesundheitswesen, in der Nahrungsmittelerzeugung und in der Landwirtschaft, in der industriellen Produktion und bei der Beseitigung von Umweltverschmutzung und -schädigungen zur Anwendung kommen. Die meisten dieser Firmen sind sehr klein. Zwei Drittel der Firmen haben weniger als 50 Mitarbeiter. Bei allen Unternehmen bis auf zwanzig haben die Einkünfte „noch nicht die Grenze erreicht, von der sie besteuert werden“ (Rosenberg, 1999). Wie Rosenberg (1999, S. 69) schreibt, ist „der Biotech-Bereich zwar eine sehr dynamische Branche, allerdings auch eine mit relativ wenigen kommerziellen Erfolgen.“

Um Biotech-Unternehmen besser verstehen zu können, ist es wichtig, mehr über die Wissenschaftler, die sie gegründet haben, zu erfahren. Denn Biotech-Unternehmen sind im Wesentlichen nicht anderes als die organisatorische Verkörperung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Kompetenz.

Um mehr über die wissenschaftlichen Gründer und ihre Anreizstrukturen, die zur Vermarktung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse führten, zu erfahren, machten Audretsch und Stephan (1999) von der bereits erwähnten, auf 60 Unternehmen erweiterten Datensammlung zu Biotech-Unternehmen, die im Zeitraum zwischen März 1990 und November 1992 zum ersten Mal Aktien emittierten, Gebrauch. Durch sorgfältige Lektüre der Firmenprospekte gelang es weitgehend, alle Firmengründer zu identifizieren. In den Fällen, in denen sich dies als nicht möglich erwies, wurde telefonischer Kontakt mit den Firmen aufgenommen. Zusätzlich wurden die Firmenhistorie nachgeprüft und mittels BioScan bestätigt. Firmengründer mit Dokortitel oder einem Mastergrad wurden für den Zweck dieses Forschungsvorhabens als wissenschaftliche Firmengründer eingeordnet. Auch einige andere Personen ohne Dokortitel, die allerdings zuvor an der Durchführung von Forschungsprojekten beteiligt gewesen waren, wurden ebenfalls als wissenschaftliche Firmengründer eingeordnet. Alles in allem ist es uns gelungen, 101 wissenschaftliche Firmengründer für die 52 Firmen zu identifizieren, die im genannten Zeitraum erstmalig Aktien emittierten.

Den Prospekten wurden zudem Informationen über den Werdegang dieser Personen entnommen und durch Informationen aus Nachschlagewerken wie z.B. „American Men and Women in Science“ ergänzt. Vier Arten von Berufserfahrung wurde unterschieden: Erstens die akademische Berufserfahrung, zu der wir neben der universitären Anstellung auch die Anstellung in (Universitäts-) Krankenhäusern, gemeinnützigen oder staatlichen Forschungseinrichtungen rechneten, zweitens Berufserfahrung in Pharmaunternehmen, drittens Ausbildungserfahrung (als Student, Doktorand oder auch berufliche Praxis im Rahmen der ärztlichen Ausbildung) sowie schließlich die Kategorie „andere beruflichen Erfahrungen“. Auf der Grundlage dieser Unterteilung unterschieden wir fünf Karriereverläufe, die wissenschaftliche Unternehmensgründer vor der Gründung des Unternehmens durchlaufen haben:

Unter „akademische Karriere“ sind alle die Wissenschaftler subsummiert, die nach Beendigung ihrer Ausbildung ausschließlich in der akademischen Forschung tätig waren;
Eine „Pharma-Karriere“ hatten jene Wissenschaftler eingeschlagen, die nach Abschluss ihrer Ausbildung ausschließlich in Pharmaunternehmen angestellt waren;
Die Kategorie „gemischte Karriere“ umfasst die Wissenschaftler, die sowohl für die Pharmaindustrie als auch in der akademischen Forschung tätig waren;
Der Kategorie „studentische Karriere“ zugeordnet sind jene Einzelpersonen, die noch während ihrer Ausbildung ein Unternehmen gründeten;
„Andere Karriereverläufe“ umfasst alle Wissenschaftler, die vor der Firmengründung in Unternehmen angestellt waren, die nicht dem Pharma-Sektor zuzurechnen sind.

Weitere biografische Hintergrundinformationen wurden recherchiert und den Daten hinzugefügt wie z.B. wann die wissenschaftlichen Gründer geboren sind und welche Aus-

bildung sie genossen haben. Darüber hinaus wurde mit Hilfe des Science Citation Index des Jahres 1991 ermittelt, wie oft Veröffentlichungen des wissenschaftlichen Gründers von anderen Wissenschaftlern zitiert worden sind. Die Zahl diente als Indikator für die wissenschaftliche Reputation der Person.

Die Zusammenschau der Daten in Tabelle 1 zeigt, 50 % der Wissenschaftler, die Firmen gründeten, hatten zuvor eine akademische Laufbahn eingeschlagen; etwas mehr als 25% hatten eine „Pharma-Karriere“ verfolgt. Die Hälfte der zuletzt genannten waren ausschließlich für große Pharmaunternehmen wie SmithKline Beecham tätig gewesen, die andere Hälfte kam aus kleineren Pharmaunternehmen, von denen einige, wie z.B. Amgen, zur ersten Generation der Biotech-Unternehmen zu zählen sind. Aus Tabelle 1 ist weiterhin ersichtlich, dass ungefähr ein Achtel der Gründer eine „gemischte Karriere“ hinter sich hatte, also sowohl in der Pharmaindustrie als auch an einer Universität oder gemeinnützigen Forschungseinrichtung tätig gewesen war. Einige wenige gründeten ein Start-up aus ihrer Ausbildung heraus, z.B. als Doktorand oder während der ärztlichen Ausbildung, und kürzten so die traditionellen Karrierewege über die Pharmaindustrie oder die akademischen Einrichtungen ab. Die Karriereverläufe der restlichen Wissenschaftler waren entweder nicht klar zuzuordnen oder folgten anderen Karrierepfaden.

Tabelle 1: Geburtsdatum und Anzahl der Zitate von wissenschaftlichen Unternehmensgründern der Biotech-Branche

	Geburtsdatum			Anzahl der Zitate			
	Gesamt	Durchschnitt	Standardabweichung	Anzahl bekannt	Durchschnitt	Standardabweichung	Anzahl bekannt
Alle wissenschaftlichen Gründer	101	1943.18	10.20	96	92.13	171.05	99
Gründer mit akademischem Karriereverlauf	50	1940.55	10.06	49	149.32	226.51	49
Teilzeit	35	1938.79	10.29	34	172.71	259.03	35
Vollzeit	15	1945.06	8.54	15	72.21	78.70	15
Gründer mit vorheriger Pharma-Karriere	28	1945.61	9.20	28	29.71	46.28	28
Großunternehmen	14	1945.93	9.84	14	30.30	57.40	14
Kleinunternehmen	12	1947.00	7.67	12	34.00	34.41	14
Gründer mit gemischter Karriere	13	1943.80	8.76	13	62.69	57.56	13
Gründer mit studentischer Karriere	6	1957.00	3.54	5	58.17	83.72	6
Alle Gründer Vollzeit	59	1945.64	9.61	57	46.59	60.69	57
Alle Gründer Teilzeit	42	1939.42	10.03	37	159.30	245.52	37

Quelle: Audretsch & Stephan (1999)

Die Art der Beschäftigung des Gründers im Biotech-Unternehmen, ob Teilzeit oder Vollzeit, wurde ebenfalls ermittelt. Es zeigte sich, dass zum Zeitpunkt der Börsennotierung 59 der 101 wissenschaftlichen Gründer vollzeitlich in der neuen Firma arbeiteten, 42 in Teilzeit, von denen wiederum die allermeisten (35) eine akademische Karriere eingeschlagen hatten. 70% der „akademischen Gründer“ gingen auch weiterhin einer Vollzeitbeschäftigung an einer akademischen Einrichtung nach und waren in den Start-ups entweder als Berater oder Mitglied des wissenschaftlichen Beirats tätig. Nur 15 der Gründer mit akademischer Karriere waren zum Zeitpunkt der Börsennotierung vollzeitlich in der Firma beschäftigt. Im Gegensatz dazu waren zum gleichen Zeitpunkt alle 28 Gründer, die zuvor ausschließlich für die Pharmaindustrie tätig gewesen waren, vollzeitlich in der Firma beschäftigt. 9 der 13 Gründer mit „gemischter Karriere“ waren ebenfalls vollzeitlich beschäftigt.

Die Daten aus Tabelle 1 stützen die Hypothese, dass sich die Anreizstrukturen für Gründer mit vorgängiger „Pharma-Karriere“ von denen der Gründer mit „akademischer Karriere“ ziemlich stark unterscheiden. Die Gründer, die zuvor in Universitäten oder in gemeinnützigen bzw. öffentlichen Forschungseinrichtungen tätig gewesen waren, war die Möglichkeit offen, „auf zwei Hochzeiten zugleich zu tanzen“ und formale Beziehungen mit ihrem bisherigen Arbeitgeber aufrecht zu erhalten, sie können häufig sogar ihre Vollzeitstelle behalten. Selbst diejenigen aus dem akademischen Bereich, die Vollzeit für die neue Firma tätig wurden, waren in der Lage, mit der Forschungseinrichtung, aus der sie kamen, in Verbindung zu bleiben z.B. in der Form des externen Mitglieds. Im Gegensatz dazu engagierten sich die aus Pharmaunternehmen kommenden Wissenschaftler in der neuen Firma beinahe ausnahmslos mit ihrer vollen Arbeitszeit, spätestens dann, als das Unternehmen an die Börse ging.

Es gibt noch weitere Unterschiede zwischen den Wissenschaftlern mit akademischer Karriere und jenen mit Berufserfahrung in Pharmaunternehmen. Am offensichtlichsten ist der Unterschied beim Alter der Wissenschaftler zum Zeitpunkt des Börsengangs. Im Durchschnitt sind die Wissenschaftler mit akademischer Karriere fünf Jahre früher geboren als diejenigen, die aus der Pharmabranche kommen, ein Unterschied, der zu 95% statistisch signifikant ist. Außerdem, und dies war zu erwarten, werden Wissenschaftler mit akademischer Karriere wesentlich häufiger zitiert wie Wissenschaftler aus der Pharmaindustrie.

Vermutlich noch interessanter sind die Unterschiede zwischen teilzeit- und vollzeitbeschäftigten Forschern mit akademischer Karriere. Akademische Gründer, die Vollzeit in der Forschungseinrichtung beschäftigt blieben und nur Teilzeit für die neue Firma arbeiteten, waren im Schnitt 6 Jahre älter als diejenigen, die ihren bisherigen Arbeitsplatz im akademischen Milieu aufgaben, um Vollzeit für die neue Firma tätig zu werden. Gründer mit akademischer Karriere hingegen, die nur Teilzeit im neugegründeten

Unternehmen arbeiten, sind nicht nur älter, sie haben auch eine größere wissenschaftliche Reputation und eine ungleich längere Veröffentlichungsliste als jene Akademiker, die sich vollzeitlich in der neu gegründeten Firma engagierten. So ist zu vermuten, dass diese Wissenschaftler sich aufgrund ihres höheren Bekanntheitsgrads den Luxus leisten können, das mit der Neugründung einhergehende Risiko voll abzusichern, indem sie ihre bisherige Stellung beibehalten. Sowohl die Firma als auch die Forschungseinrichtung sind froh, sie in ihren Reihen zu haben. Und auch wenn wir dies nicht mit Zahlen belegen können, Personen dieser Gruppe sind zudem häufig im Vorstand oder im Beirat weiterer Start-ups. Im Gegensatz dazu haben die Vollzeitlichen zwar gleichfalls den Ruf eines Experten erworben, ohne allerdings vom Glanz einer doppelten „Staatsangehörigkeit“ profitieren zu können. Sowohl was die Häufigkeit anbelangt, mit der sie von anderen Wissenschaftlern zitiert werden als auch was ihr Alter anbetrifft, sind die Übereinstimmungen mit den „Pharma-Gründern“ erstaunlich groß.

Diese Beobachtungen lassen vermuten, dass die Anreizstrukturen der Gründer einerseits durch die bisherige Karriere des Wissenschaftlers bestimmt sind, andererseits sind sie davon abhängig, ob der Wissenschaftler sich bereits einen so herausragenden Ruf erarbeiten konnte, dass es ihm möglich ist, Funktionen in mehreren Institutionen gleichzeitig zu übernehmen. Wissenschaftler aus Pharmaunternehmen hingegen sehen sich dem Zwang zur Entscheidung ausgesetzt, entweder in der Firma zu bleiben oder eine neue Firma zu gründen. Des Weiteren: Da es im vitalen Interesse der Pharmaunternehmen liegt, das in ihnen vorhandene Wissenskapital für sich zu behalten, ist es den bei ihnen tätigen Wissenschaftlern selten möglich, sich einen wissenschaftlichen Ruf zu erarbeiten, der auf wissenschaftlichen Publikationen beruht. Die wissenschaftliche Anerkennung, die ihnen zuteil wird, basiert hingegen in der Regel auf den Produkten, an deren Entwicklung sie beteiligt waren, und die ihnen zukommende wissenschaftliche Anerkennung bleibt in erster Linie auch auf den Personenkreis der „Branchen-Insider“ beschränkt. Die Anreizstrukturen der Wissenschaftler mit akademischer Karriere sind davon grundverschieden. In der Welt, in der sie leben, zählen im Wesentlichen Veröffentlichungen. In der frühen Phase ihrer Karriere tätigen sie große Investitionen in ihr eigenes Humankapital und versuchen sich einen Namen zu machen. In späteren Phasen ihrer Karriere können sie dann den erarbeiteten Ruf in wirtschaftliche Vorteile ummünzen. Dieses Ziel kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Einer davon ist der, eine Firma zu gründen.

Aufgrund der vorliegenden Daten kann man sagen, das „Cashing-out-Muster“, den wissenschaftlichen Ruf in klingende Münze zu verwandeln, lässt sich teilweise durch herausragende wissenschaftliche Anerkennung erklären. Wie bereits angesprochen, eine gewisse Anzahl der akademischen Gründer hat sich eine so große Reputation erarbeitet, dass sie das eine tun und dabei das andere nicht zu lassen brauchen. Sie behalten ihren Vollzeitposten im akademischen Betrieb und nutzen gleichzeitig Gelegenheiten, ihr

Wissen und ihren wissenschaftlichen Ruf auf Teilzeitbasis in bare Münze umzusetzen. Die wirtschaftlichen Erträge sind dabei an die Anteile gebunden, die sie an der Start-up-Firma besitzen. Ein Teil der akademischen Wissenschaftler hingegen ist vollzeitlich in der Firma engagiert. Auch sie halten Aktienanteile an der Firma. Ihre Entlohnung ist allerdings sehr viel unmittelbarer, da sie als Führungskräfte der Firma ein entsprechendes Gehalt erhalten. Doch selbst wenn sie sich einen soliden wissenschaftlichen Ruf erarbeitet haben sollten, so wird ihre Publikationsliste dennoch erheblich kürzer bleiben als die der akademischen Gründer, die vollzeitlich im akademischen Betrieb verbleiben. Das mag an ihrem Alter liegen (sie sind in der Regel 5 Jahre jünger). Wie eine große Zahl von Studien belegt, Wissenschaft zeichnet sich durch anhaltende Ungleichheit aus, und diese schon immer bestehende Ungleichheit wird durch das Alter nur vergrößert.

12. Nationale Programme zur Förderung der Biotechnologie

Formal gesehen gibt es auf nationaler Ebene kein offizielles Programm zur Förderung der Biotechnologie. Das heißt allerdings nicht, dass es keine Programme gibt, welche Biotechnologie nicht auch *de facto* fördern. Da Grundlagenforschung und wissenschaftliche Erkenntnis eine solch grundlegende Rolle in der Biotechnologie spielen, fördern die Programme, die Grundlagenforschung fördern, zugleich auch die Biotechnologie-Wirtschaft. Ein großer Teil dieser wissenschaftlichen Forschung ist von einer Behörde auf nationaler Ebene finanziert worden, dem National Institute of Health (NIH). Wie Penhoet (1999, S. 41), Gründer und ehemaliger Geschäftsführer der Firma Chron anmerkt, „die Geschichte der Biotechnologie bis heute hat in der Vermarktung von Technologien bestanden, die beinahe ausschließlich vom National Institute of Health finanziert worden sind. Partnerschaft ist deshalb in der Erfolgsgeschichte der Biotechnologie ein wichtiges Thema gewesen - Partnerschaft zwischen Staat, Unternehmen und Universitäten. Ein großer Teil der Technologie, welche die Industrie vermarktet hat, ist im universitären Umfeld mit Beihilfen der NIH entwickelt worden.“

Rosenberg (1999) wiederum resümiert, es sei der Fürsprache und politischen Einflussnahme von Forschungsorganisationen zu verdanken, dass das Budget der NIH so schnell wachsen konnte: „Dank der wirkungsvollen Lobby-Arbeit seitens des Association of American Medical Colleges, Research America und Funded-First oder auch seitens der Interessengemeinschaften von Erkrankten und anderer Gruppen ist die Unterstützung medizinischer Forschung und Entwicklung auf nationaler Ebene in den letzten 30 Jahre und insbesondere in den letzten 10 Jahren stark ausgeweitet worden.“ 1990 belief sich das Budget der NIH auf 8 Milliarden US \$, 1999 waren es 14,6 Milliarden US \$ und weitere kräftige Wachstumsschritte sind vorgesehen. Die Finanzausstattung der NIH hat

sich also innerhalb eines Jahrzehnts nahezu verdoppelt und wenn die Anzeichen nicht trügen, wird der US-Kongress den Etat des NIH in den kommenden 5 Jahren noch einmal verdoppeln.

Die NIH hat die Unterstützung von Start-up-Firmen kontinuierlich gesteigert. Ein Beispiel: Das NIH schloss 1998 mit privaten Unternehmen 166 Verträge über Kooperationen in den Bereichen Forschung und Entwicklung („Cards“), welche es den Unternehmen erlauben, die gemeinsame Nutzung von Forschungsmaterialien, -ergebnissen und -ausstattungen in Rechnung zu stellen oder untereinander Kapital zu tauschen. Noch nie wurde eine so hohe Zahl an „Cards“ zwischen dem NIH und dem privaten Sektor erreicht.

Ein weiteres nationales Förderprogramm ist das Small-Business-Innovation-Research-Programm (SBIR), das die finanzielle Unterstützung von Biotech-Unternehmen durch die NIH vorsieht (Audretsch, Weigand und Weigand, 1999). Der Kongress hatte dieses Förderprogramm Anfang der 80er Jahre verabschiedet, um dem Verlust an Wettbewerbsfähigkeit amerikanischer Unternehmen auf dem Weltmarkt entgegen zu wirken. Der Kongress beauftragte jede der Behörden auf nationaler Ebene, bis zu 4% ihres Jahresetats zur Finanzierung kleiner und innovativer Firmen aufzuwenden, um auf diesem Wege die internationale Wettbewerbsfähigkeit Amerikas wieder herzustellen. Eine sog. Phase-1-Beihilfe soll kleine Unternehmen in die Lage versetzen, den Nachweis über die technischen Vorzüge und die Machbarkeit einer vorgeschlagenen Innovation zu führen. Die Beihilfe hat eine maximale Laufzeit von 6 Monaten und darf 70.000 US \$ nicht übersteigen. Eine Phase-2-Beihilfe wird den vielversprechendsten Projekten der ersten Phase zuerkannt, und zwar nach dem Kriterium des wissenschaftlichen/technischen Vorzugs der Innovation, des erwartbaren Nutzens für die finanzierende Behörde, der Leistungsfähigkeit des Unternehmens und des kommerziellen Potenzials des Produkts. Die Laufzeit dieser Beihilfe beträgt maximal 24 Monate, und die Summe von 600.000 US\$ wird in der Regel nicht überschritten. Ungefähr 40% der Phase 1 geförderten Projekte werden in Phase 2 weiter unterstützt. Phase-3-Beihilfen hingegen sollen den Markteintritt und die Vermarktung von Produkten erleichtern. Private Kofinanzierung in seinen verschiedenen Ausprägungen ist in dieser 3. Phase üblicherweise gegeben.

Durch SBIR wurden kleinen Unternehmen 1998 Zuschüsse in Höhe von 266 Millionen US \$ für medizinische und pharmazeutische Forschung zur Verfügung gestellt. 1999 wird das Budget des Förderprogramms voraussichtlich 300 Millionen US \$ überschreiten. Neben den NIH wird SBIR auch vom Verteidigungsministerium genutzt, um Biotech-Unternehmen zu unterstützen. Zwischen 1983 bis 1997 vergab das US-Verteidigungsministerium insgesamt 240 Millionen US \$ an SBIR-Beihilfen. Dabei entfielen auf Phase-1-Beihilfen 47 Millionen US \$ und auf Phase-2-Beihilfen 194 Millionen US \$.

Weiterhin vergab das amerikanische Handelsministerium im Rahmen des Advanced Technology Program (ATP) 1999 Mittel in Höhe von 29 Millionen US \$ 1999 an kleine Biotech-Unternehmen. Man geht davon aus, dass das ATP-Programm, ebenso wie SBIR, in den nächsten Jahren weiter ausgebaut wird.

Es gibt zwingende Hinweise dafür, dass die Entwicklung der Biotech-Branche in den USA durch das SBIR-Programm positiv beeinflusst worden ist. Die positiven Wirkungen des Programms wurden von Audretsch, Weigand und Weigand (2000) ausgewertet und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Firmen, die mit SBIR-Mitteln gefördert worden sind, hatten höhere Überlebens- und Wachstumsraten als die Firmen, die ohne Förderung blieben.
- Das SBIR-Programm reizt Biotech-Wissenschaftler, einen neuen Karrierepfad einzuschlagen. Dadurch dass sie wissenschaftliches Wissen in wirtschaftlich verwertbares transformieren, wird auch ihre Karriere von der Grundlagenforschung in Richtung unternehmerischer Bereich gelenkt.
- SBIR ermöglicht auch jenen Wissenschaftlern die Finanzierung einer Unternehmensgründung, denen alternative Finanzierungsquellen ansonsten verschlossen bleiben würden.
- Das SBIR-Programm hat eine enorme Veranschaulichungswirkung. Wissenschaftler, die ihre Forschungsergebnisse durch eine Neugründung erfolgreich vermarkten, regen damit ihre Kollegen an, über Anwendungen und das kommerzielle Potenzial ihrer eigenen Forschung nachzudenken.

13. Regionale Programme zur Förderung der Biotechnologie

Obgleich das Small-Business-Innovation-Research-Programm ein nationales Förderprogramm ist, hat es doch eine regionale Komponente. Viele der Bundesstaaten haben Programme aufgelegt, die den Unternehmen bei der Bewerbung für eine SBIR-Beihilfe Unterstützung bieten sollen. Die Bundesstaaten finanzieren Seminare oder stellen Berater ein, deren Aufgabe es ist, Kontakte zu potenziellen SBIR-Beihilfe-Empfängern herzustellen.

Zudem haben eine ganze Reihe von Bundesstaaten und Städten Maßnahmen ergriffen, welche die Bildung von Biotechnologie-Clustern fördern sollen. Bei den meisten dieser Maßnahmen geht es darum, das Fachwissen, das an den Universitäten vorhanden ist, via Start-up-Unternehmen zu transferieren. Üblicherweise handelt es sich bei den Maßnahmen um Technologie-Parks und um Technologie-Transfer-Programme. Blakely, Nishikawa und Willoughby (1993, S. 12) stellen in diesem Zusammenhang fest, „Bundes- und Regionalpolitiker haben ihre Lehren aus den Erfahrungen mit der Mikro-Elektronik gezogen und wenden in jüngster Zeit diese Erkenntnisse bei dem Versuch an, im Abstieg begriffene Industriereviere durch neue Technologien wiederzubeleben. Anders als die traditionellen Ansätze der Wirtschaftsförderung, welche darauf zielten, High-Tech-Unternehmen von ihren bisherigen Standorten wegzulocken, setzten die Bundesstaaten immer ausgeklügeltere Methoden ein, um wirtschaftliche Entwicklung durch Biotechnologie hervorzurufen.“ Die traditionellen Instrumente der Wirtschaftsförderung wie niedrige Steuern, günstige Bodenpreise, geringe Lohnkosten sowie Subventionen haben sich bei der Förderung der Biotechnologie als nicht wirksam erwiesen. In einer Bewertung des Ansatzes, mit welchem auf der Ebene des Bundesstaates Wirtschaftsförderung durch Biotechnologie betrieben wurde, kam die California State Senate Office of Research zu dem Schluss, „die Strategien, welche die Bundesstaaten gegenwärtig anwenden, um die Biotechnologie zu fördern, sind um einiges durchdachter und mit Mitteln weit großzügiger ausgestattet als frühere Programme der Wirtschaftsförderung, die in den meisten Fälle nichts anderes als Marketing-Maßnahmen waren, um Firmen dazu zu bewegen, neue Produktionsstätten in ihrem Bundesstaat anzusiedeln.“

So hat zum Beispiel das University-Industry-Relations-Förderprogramm an der Universität von Wisconsin zur Herausbildung eines dynamischen Biotechnologie-Clusters in Madison, Wisconsin, geführt. Die Höhe der gewährten Beihilfen ist in der Regel niedrig. 1995 lagen diese zwischen 2500 US \$ und 33000 US \$. Bis heute wurden mit dem Programm 39 Biotech-Neugründungen gefördert, die anschließend Privatinvestitionen in Höhe von 10.723.200 US \$ nach sich zogen.

In ähnlicher Weise hat South Carolina unlängst das South-Carolina-Research-Grant-Programm ins Leben gerufen. Eines der Ziele des Programms ist die Entwicklung einer Biotech-Wirtschaft. Die einschlägigen Fakultäten der Universitäten wurden aufgefordert, förderungswürdige Vorhaben vorzuschlagen. Mit diesen Vorhaben sollte nicht nur die Wissenschaft voran gebracht werden, sondern zugleich ein Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung South Carolinas geleistet werden, indem man Wissenschaftler ermutigt, ihr Wissen durch die Gründung eines Biotech-Unternehmens wirtschaftlich zu verwerten.

14. Schlussbemerkungen

Da sich die Biotech-Wirtschaft in den USA weiterhin rapide entwickelt und verändert, ist es nicht einfach, angemessene Strategien für das neue Jahrhundert zu formulieren. Was im ersten Entwicklungsstadium der Branche gut gewesen war, mag heute wenig wirkungsvoll, ja sogar kontraproduktiv sein. Dennoch können wir einiges von den Erfahrungen, die in den USA gemacht wurden, lernen. Erstens, die Biotech-Wirtschaft ist und bleibt ein lokales Phänomen. Nicht nur, dass Unternehmen regionale Cluster bilden, es ist überdies nur wenigen Regionen gelungen, eine lebensfähige Biotech-Branche hervorzubringen und zu entwickeln. Damit Cluster erfolgreich sind, bedarf es Wissenschaftler mit „Weltformat“ vor Ort. Dies ist eine notwendige, aber noch keine hinreichende Bedingung. Ergänzende und unterstützende Faktoren müssen hinzukommen, soll es gelingen, wissenschaftliche Erkenntnisse in wirtschaftlich verwertbare Produkte umzuwandeln. Zu diesen ergänzenden Faktoren zählen Risikokapital und andere Formen der Finanzierung, eine Kultur unternehmerischen Handelns sowie durchschaubare Vorschriften und ein möglichst geringes Maß an Regulierung, damit die Prozesse der Gründung und der unternehmerischen Entwicklung nicht beeinträchtigt werden.

15. Literaturhinweise

- Audretsch, D.B. 1995: *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge: MIT Press.
- Audretsch, D.B. 1996: "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production," *American Economic Review*, 86(3), 630-640.
- Audretsch, D.B., Stephan, P. 1996: Company-Scientist Locational Links: The Case of Biotechnology," *American Economic Review*, 86(3), 641-652.
- Audretsch, D.B., Stephan, P. 1999: "How and Why Does Knowledge Spill Over in Biotechnology?" in: David B. Audretsch and Roy Thurik (eds.), *Innovation, Industry Evolution, and Employment*, Cambridge: Cambridge University Press, 216-229.
- Blakely, E.J., Nishikawa, N., Willoughby, K.W. 1993: "The Economic Development Potential of California's Biotechnology Industry," *Biotechnology Review*, 1, 11-27.
- Board on Science, Technology and Economic Policy, National Research Council of the National Academy of Sciences, 1999: *Government-Industry Partnerships in Biotechnology and Computing*, unpublished manuscript.
- Burrill, G.S., Kenneth B.L. Jr., 1992: *Biotech 93: Accelerating Commercialization*, San Francisco: Ernst & Young.
- Burrill, G.S., 1987: *Biotech 88: Into the Marketplace*, San Francisco: Ernst & Young.
- Cullen, W.C., Dibner, M.D. 1993: "Strategic Alliances in Biotechnology: Imperatives for the 1990s," *Biotechnology Review*, 1, 110-119.
- Prevezer, M. 1997: "The Dynamics of Industrial Clustering in Biotechnology," *Small Business Economics*, 9(3), June, 255-271.
- Sharp, M. 1999: "The Science of Nations: European Multinationals and American Biotechnology," *Biotechnology*, 1(1), 132-162.
- Paula, S., Everhart, S.S. 1998: "The Changing Rewards to Science: The Case of Biotechnology," *Small Business Economics*, 10(2), March, 141-151.
- Zucker, L. G., Darby, M.R., Brewer, M.B. 1994. "Intellectual Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises," National Bureau of Economic Research (Cambridge, MA) Working Paper No. 4653.

Prof. Dr. Phil Cooke

Biotechnologie-Cluster in Großbritannien

1. Einleitung

Innerhalb Europas gilt Großbritannien mit seinen großen Pharmakonzernen, seiner starken Wissenschaftsbasis und seinen ca. 270 spezialisierten Biotechnologie-Unternehmen (im Vergleich zu ca. 220 in Deutschland und ca. 140 in Frankreich, Ernst und Young, 1999) als führend auf dem Gebiet der Biotechnologie, liegt allerdings im globalen Vergleich deutlich hinter den USA. Was den Marktanteil der therapeutischen Produkte betrifft, die von britischen Wissenschaftlern entwickelt und biotechnologisch hergestellt wurden, so ist die Situation mit der in Deutschland vergleichbar. In der vorliegenden Studie wird diese Situation erklärt und das relativ späte, aber dennoch dynamische Wachstum der Biotechnologie-Industrie in Großbritannien untersucht. Sie zeigt auf, dass der Aufschwung in der kommerziellen Nutzung der Biotechnologie großenteils von einigen kleinen Start-up- und Spin-off-Unternehmen ausgeht, die aus den Bereichen der Grundlagenforschung hervorgehen. Wie in den USA und in jüngster Zeit auch in Deutschland operieren diese Firmen in regionalen Clustern (Audretsch, 1998; Audretsch und Feldman, 1996; Jaffe et.al., 1993). Die Biotechnologie ist in hohem Maße abhängig von öffentlichen Mitteln zur Finanzierung der wissenschaftlichen Grundlagenforschung, was wiederum zu Spin-off-Aktivitäten in räumlicher Nähe zu Universitäten, Universitätskliniken und staatlichen Forschungseinrichtungen führt. Insofern setzt sich jetzt auch in Europa die in den USA gängige Praxis durch.

US-amerikanische Biotech-Unternehmen haben gegenüber Großbritannien einen enormen Vorsprung bei der Bildung von Clustern sowie bei Firmenneugründungen, die ja die Voraussetzung für die Cluster-Bildung an sich sind. Damit erklärt sich auch, dass die biotechnologischen Produkte amerikanischer Spin-off-Unternehmen den Weltmarkt in so hohem Maße beherrschen (Swann & Prevezer, 1996; Prevezer, 1999). Selbst große Pharmaunternehmen sind in dieser Hinsicht nicht sehr innovativ (Ernst & Young, 1999). Das gilt in Europa insbesondere für „Big Pharma“. Deutschland hat gegenüber Großbritannien einen geringfügigen Vorteil, da im Jahr 1998 Boehringer in Mannheim (jetzt Roche) mit Reteplase, einem Herzmedikament, auf dem Markt vertreten war. Obwohl es auf dem britischen Markt 53 verschiedene Produkte gibt, die von rekombinanten oder genetisch veränderten Organismen oder Zellen stammen, ist darunter nicht ein einziges von einem britischen Wissenschaftler entwickeltes Produkt. Selbst Epirivir (HIV), ein erfolgreiches Produkt von Glaxo, das zu den zehn auf der Welt am meisten verkauften Medikamenten gehört, ist von BioChem Pharma in Montreal entwickelt worden. Dies bedeutet, dass kein britisches Pharmaunternehmen biotechnologische Produkte in Großbritannien vermarktet, dass keine in Großbritannien entwickelten biotechnologischen Produkte in Großbritannien verkauft werden und dass gegen Ende des Jah-

res 1999 der Markt von ausländischen Produkten beherrscht wurde. So stellt sich nun die Frage, ob diese Situation in naher Zukunft zu ändern ist.

2. Marktanteil in Großbritannien

Die Daten über den Ursprung biotechnologisch hergestellter Medikamente, die auf dem britischen Markt erhältlich sind, stammen von UK Bioindustry Association und wurden von UK Department of Health Medicines Control Agency zur Verfügung gestellt. Diese MCA-Daten müssen allerdings sehr genau geprüft werden, denn sie beruhen wiederum auf Daten der European Agency for the Evaluation of Medical Products, einer europäischen Behörde zur Evaluierung von medizinischen Produkten, die zwar die Zulassung der Produkte für den Markt erteilt, nicht aber immer alle Details der Hersteller über die Wirkstoffe angibt häufig mit dem Verweis, diese seien vertraulich zu behandeln. Nicht vertraulich sind dagegen die Detailangaben der Lizenzinhaber, doch diese sind kaum brauchbar bei der Suche nach dem Ursprung eines Produktes. Deshalb wurde versucht, über andere Datenquellen an diese Informationen heranzukommen, beispielsweise über Datenbanken (Schitag, Ernst and Young, 1998; Ernst and Young, 1999; BioCentury, 1998), in denen unter den Firmenprofilen auch die von den betreffenden Firmen entwickelten Medikamente unter einem Markennamen aufgeführt waren. Von den 53 zugelassenen Medikamenten konnten so 48 zurückverfolgt werden. Die britischen Biotech-Unternehmen müssen bei der Entwicklung therapeutischer und anderer Produkte konkurrenzfähig gegenüber den USA werden. Viele dieser Produkte sind bereits in der Erprobungsphase. Deshalb ist die Entwicklung von Biotechnologie-Clustern in Großbritannien von großer Bedeutung für gute Zukunftsperspektiven auf dem Gebiet der Biotechnologie, um mit eigenen Produkten den Anschluss an die USA zu schaffen.

In Tabelle 2 sind 25 von 28 in Großbritannien lizenzierte Biopharmazeutika bis zum Produktentwickler zurückverfolgt worden. Von den verbleibenden drei Produkten ist keines von einem britischen Lizenzinhaber auf den Markt gebracht worden, wobei Roche Products, Schering-Plough und Unigene als Vermarkter in Frage kommen. Wir sehen, dass der Marktanteil an nicht britischen Produkten überdurchschnittlich hoch ist, dass sie jedoch nicht von britischen Pharmakonzernen wie Glaxo, SmithKline Beecham und Zeneca vermarktet werden. Diese Industrie ist somit in hohem Maße globalisiert. Betrachten wir die 25 therapeutischen Produkte, die biotechnologisch hergestellt wurden und auf dem britischen Markt von ausländischen oder britischen Firmen angeboten werden, deren Firmensitz außerhalb Großbritanniens im Land des Lizenzinhabers liegt (z.B. Frankreich, Niederlande, Belgien etc.), sehen wir, dass Informationen über den Produktentwickler bislang für 23 Medikamente zurückverfolgt werden konnten. Diese finden sich in Tabelle 3. Hier ist SmithKline Beecham als Vermarkter aktiv, allerdings von

seinem Standort in Belgien aus. So ist aus der Analyse nur der Schluss zu ziehen, dass gegenwärtig in Großbritannien kein einziges von einem britischen Wissenschaftler entwickeltes, biotechnologisch hergestelltes Therapeutikum auf dem Markt ist.

Tabelle 2: Zugelassene, biotechnologisch hergestellte Medikamente in Großbritannien (lizenziert in Großbritannien)

Produkt	Entwickler	Vermarkter	Wirkstoff	Vermarkter- Ursprungs- land
Zenapax	ProteinDesignLabs Inc.(CA)	Roche RegistrationLtd.(UK)	Daclizumab	Schweiz
Recormon	Genetics Inst. (MA)	Boehringer M. (UK)	Epoetin beta	Deutschland
Recombinat	Genetics Inst. (MA)	Baxter Healthcare Ltd (UK)	Faktor VIII	USA
Neupogen	Amgen (CA)	Roche Products Ltd (UK)	Filgrastim	Schweiz
Gonal F	Ares-Serono (It./Switz.)	Ares-Serono (Europe) Ltd (UK)	Hormon alpha	Schweiz *
Vaqta	Merck (US)	Pasteur-Merieux MSD Ltd (UK)	Hepatitis A	Frankreich
HIB-Vax	Connaught Labs (Canada)	Pasteur-Merieux MSD Ltd (UK)	Hepatitis B	Frankreich
Humulin	Genentech (CA)	Lilly Industries Ltd. (UK)	Humaninsulin	USA
Humaject	Genentech (CA)	Lilly Industries Ltd. (UK)	Humaninsulin	USA
Liprolog	Eli Lilly (US)	Lilly Industries Ltd. (UK)	Insulin Lispro	USA
Insulatard	Novo Nordisk (DK)	Novo Nordisk Pharma Ltd (UK)	Humaninsulin	Dänemark
Penmix	Biogen (MA)	Novo Nordisk Pharma Ltd (UK)	Humaninsulin	Dänemark
Mixtard	Biogen (MA)	Novo Nordisk Pharma Ltd (UK)	Humaninsulin	Dänemark
Actrapid	Biogen (MA)	Novo Nordisk Pharma Ltd (UK)	Humaninsulin	Dänemark
Roferon	Genentech (CA)	Roche Products Ltd. (UK)	Interferon alpha2a	Schweiz
Intron-A	Biogen (MA)	Schering-Plough Ltd. (UK)	Interferon alpha2b	USA
Rebif	Ares-Serono (It./Switz.)	Ares-Serono (Europe) Ltd (UK)	Inteferon beta 1a	Schweiz
Immukin	Genentech (CA)	Boehringer Ingelheim Ltd. (UK)	Interferongamma1b	Deutschland
Granocyte	Merrell Dow/Immunex (US)	Chugai Pharma (UK) Ltd	Lenograstim	Japan
Leucomax	Genetics Institute (MA)	Schering-Plough Ltd. (UK)	Molgramostin	USA
Kogenate	Miles Labs/Genentech(CA)	Bayer plc (UK)	Faktor VIII	Deutschland
Genotropin	Genentech (US)	Pharmacia Labs Ltd (UK)	Wachstumshormon	Schweden/US
Humatrope	Genentech (CA)	Lilly Industries Ltd (UK)	Wachstumshormon	USA
Norditropin	Genentech (CA)	Novo Nordisk Pharma Ltd (UK)	Wachstumshomron	Dänemark
Saizen	Serono (It./Switz.)	Serono Laboratories (UK) Ltd.	Wachstumshormon	Schweiz

Quelle: UK Medicines Control Agency

* Scrono, in Cambridge Massachusetts, wird als Produktentwickler im Massachusetts Biotechnology Council (1998) genannt.

Tabelle 3: Zugelassene, biotechnologisch hergestellte Medikamente in Großbritannien (EU-Länder lizenziert)

Produkt	Entwickler	Vermarkter	Wirkstoff	Lizenz-inhaberland
Proleukin	Chiron (CA)	Chiron B.V.	Aldesleukin	Niederlande
Bioclatale	Armour Pharma(US)	Centeon Pharma GmbH	Antihaemophilia	Deutschland
Revasc	Ciba (Switz.)	Rhone-Poulenc-Rorer S.A.	Hirudin	Frankreich
Neorecormon	Genetics Inst (MA)	Boehringer Mannheim Gmb H	Epoetin beta	Deutschland
Recormon	Genetics Inst. (MA)	Boehringer Mannheim Gmb H	Epoetin beta	Deutschland
Puregon	N.V.Organon(NL)	N.V.Organon	Follitropin beta	Niederlande
Twinrix	Chiron (CA)	SK Beecham SA	Hepatitis B	Belgien
Infanrix	Chiron (CA)	SK Beecham SA	Hepatitis B	Belgien
Tritanrix	Chiron (CA)	SK Beecham SA	Hepatitis B	Belgien
Primavax	Pasteur Merieux (F)	Pasteur Merieux MSD	Hepatitis B	Frankreich
Benefix	Genetics Inst (MA)	Genetics Inst. of Europe B.V.	Faktor VIII	Deutschland
Cerezyme	Genzyme (MA)	Genzyme B.V.	Glucocerebroxidase	Niederlande
Protophane	Novo Nordisk (DK)	Novo Nordisk A/S	Humaninsulin	Dänemark
Remicade	Centocor Inc (CA)	Centocor Europe BV	Infliximab	Niederlande
Humalog	Genentech (USA)	Eli Lilly Nederland BV	Insulin lispro	Niederlande
Procomvax	Pasteur Merieux (F)	Pasteur Merieux MSD	Hepatitis B	Frankreich
Avonex	Biogen (MA)	Biogen S.A.	Interferon beta 1a	Frankreich
Betaferon	Chiron (CA)	Schering A.G.	Interferon beta 1b	Deutschland
Refludan	Merrel Dow (USA)	Hoechst Marion Roussel	Lepirudin	Deutschland
Rofacto	Genetics Inst. (MA)	Genetics Inst. Of Europe B.V.	Faktor VIII	Deutschland
Helixate	Miles Labs/ Genentech (CA)	Bayer AG	Faktor VIII	Deutschland
Triacelluvax	Chiron (CA)	Chiron s.p.a.	Pertussis toxin	Italien
Novoseven	Biogen (MA)	Novo Nordisk A/S	Faktor VIIA	Dänemark

Quelle: UK Medicines Control Agency

3. Die zukünftige Entwicklung

Wenn am Ende des 20. Jahrhunderts der britische Markt für gentechnisch hergestellte Arzneimittel von Produkten beherrscht wird, die zum großen Teil von amerikanischen Biotechnologie-Unternehmen entwickelt wurden, worin besteht dann die Herausforderung für das nächste Jahrhundert? Sollte sie von Europa ausgehen, wird wahrscheinlich die in Großbritannien noch junge Branche der therapeutischen Produkte in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen. Doch zuerst sollten wir uns die wichtigsten Meilensteine der Entwicklung in der Biotechnologie anschauen, denn sie geben Aufschluss über die sich entwickelnde Grundlagenwissenschaft, die die Quelle für eine zukünftige kommerzielle Nutzung ist, sofern dazu überhaupt eine Chance besteht.

Tabelle 4: Ausgewählte biotechnologische Schlüsselinnovationen

Datum	Innovation	Wissenschaftler	Land
1953	DNA-Struktur	Watson/Crick	UK
1974	<i>In-vitro</i> rekombinante DNA	Cohen/Boyer	US
1975	Monoklonal Antikörper	Milstein/Kohler	UK
1977	DNA-Sequenzierung	Sanger et.al.	UK
1978	Polymerase Kettenreaktion	Mullis	US
1979	p53 Krebsgen	Lane	UK
1982	Kascaden-Superfusion-Bioassay	Vane	UK
1985	DNA-Profilung	Jeffreys	UK
1988	H2 - Receptorantagonist	Black	UK
1996	Transgenes Schaf	Wilmut	UK
1998	Antikörper-Protein-Engineering	Winter	UK
1998	Nematodensequenz	Sulston	UK

Quelle: Schitag, Ernst und Young (1998); BioIndustry Association (1999)

Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, war Großbritannien in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts der führende Standort für wichtige bahnbrechende Forschungsergebnisse in der Biotechnologie. Am Anfang stand die Pionierleistung des amerikanisch-britischen Teams Watson und Crick, die am Cavendish-Labor in Cambridge arbeiteten und im Wesentlichen unterstützt wurden durch die Ergebnisse von Rosalind Franklins Röntgenstrahlen-Diffraktion am Wilkin-Labor des Londoner Kings College. Werfen wir allerdings einen Blick auf die Meilensteine der kommerziellen Nutzung biotechnologischen Wissens, sind von Anfang an die USA führend. So wurde z.B. die Firma Genentech von Boyer, einem Biotechnologen und Entwickler des rekombinanten DNA, und dem privaten Risikokapitalisten Swanson im Jahre 1976 gegründet. Amgen folgte 1980 und 1982 erhielt Humulin, das erste gentechnologisch hergestellte Humaninsulin, das Genentech zusammen mit Eli Lilly entwickelte, von der US Food and Drug Administration die Marktzulassung. Die in Massachusetts in der Biotechnologie führenden Firmen wurden wie folgt gegründet: Biogen (1978), Genetics Institute (1980) und Genzyme (1981). Das erste deutsche Biotechnologie-Unternehmen Qiagen wurde 1984 gegründet, die erste britische Firma, Celltech, 1979 mit finanzieller Unterstützung der Labour-Regierung. Celltech fusionierte erst vor kurzem mit Chiroscience, einem der führenden Biotechnologie-Unternehmen in Großbritannien. Diese beiden Unternehmen wiederum – und das hat es bislang in dieser Form noch nie gegeben – übernahmen das Pharmaunternehmen Medeva.

In den neunziger Jahren veränderte sich das Kommerzialisierungsklima in Großbritannien und Deutschland. Die Zahl der Biotechnologie-Unternehmen steigt seither an, besonders im medizinischen und biopharmazeutischen Bereich, wobei die Zuwachsraten im Bereich von Agro-Food und Bioumwelt-Technologie geringer ist. Biotechnologie-Unternehmen entstanden in Großbritannien früher als in Deutschland, wo erst Ende der

neunziger Jahre die Ausschreibung für einen BioRegion-Wettbewerb durch das Bundesministerium für Wissenschaft, Bildung, Forschung und Technologie (BMBF) einen ernsthaften Anstoß gab (Giesecke, 1999; Dohse, 1999; 2000). Mit den Aussichten für die Entstehung von unabhängigen Biotechnologie-Unternehmen beschäftigen wir uns zu einem späteren Zeitpunkt. Wir wollen zunächst unser Augenmerk auf Produktentwicklungen in der Erprobungsphase und auf Firmen und ihre therapeutischen Produkte in ganz Europa richten. Besondere Aufmerksamkeit verdient dabei Großbritannien als Europas Branchenführer in der Entwicklung biotechnologischer Produkte. Betrachten wir bei der Beurteilung der Zukunftsperspektiven dieser Branche zuerst die firmenspezifischen Informationen, z.B. Marktkapitalisierung, Umsatz, Gewinn- und Verlustrechnung, Ausgaben für Forschung und Entwicklung und Kosten für die Beschäftigten und dann die therapeutischen Produkte in der klinischen Erprobungsphase.

Tabelle 5: Die zehn wichtigsten europäischen Pharmaunternehmen der Biotechnologie-Branche, 1998 (\$million)

Unternehmen	Marktkapitalisierung(\$m)	Umsatz	Gewinn/ Verlust	Ausgaben für Forschung und Entwicklung	Beschäftigte
Qiagen (G)	959	103	12	12	785
Shire Pharma (UK)	844	75	6	9	426
Innogenetics (NL)	737	46	-14	20	630
Powderject (UK)	540	48	-7	11	87
Genset (F)	522	29	-16	37	479
Celltech (UK)	480	18	-17	33	218
Chiroscience (UK)	437	40	-36	56	302
Neurosearch (DK)	387	8	-6	16	113
Oxford Asymmetry (UK)	338	23	4	2	219
British Biotech (UK)	334	1	-70	66	445

Quelle: Biocentury (1998), Ernst und Young (1999).

Die Statistiken in Tabelle 5 beziehen sich auf die zehn wichtigsten Biotechnologie-Unternehmen (Pharmaunternehmen) in Europa. Drei Dinge sind dabei besonders interessant: Erstens sind in der Auflistung britische Firmen vorherrschend vertreten mit einem Anteil von 60% im Gegensatz zu nur je einer Firma aus vier anderen europäischen Ländern. Zweitens, und das gilt für alle, besteht ein gewaltiger Unterschied zwischen der Bewertung dieser Firmen hinsichtlich der Marktkapitalisierung und dem wesentlich geringeren Umsatz, was allerdings vom spekulativen Vertrauen der Börseninvestoren in diese Industrie zeugt. Drittens gibt es in der Biotechnologie-Branche bedeutende führende Firmen, deren überwiegende Mehrheit Verluste macht und keine Gewinne erzielt. Darüber hinaus ist es für diese wissensintensiven Unternehmen typisch, dass sie oft hohe Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Verhältnis zur Anzahl der Beschäftigten haben. So stellt sich die Frage, worauf sich die Erwartungen der Investoren begründen.

Die Tabelle 6 listet neue Produkte in der Testphase auf. Einige der Firmen aus Tabelle 5 werden als Produktentwickler dieser Produkte in der Testphase aufgeführt, es sind aber auch andere kleinere Firmen vertreten.

Tabelle 6: Produkte in der Testphase von europäischen Biotechnologie-Unternehmen, 1998

Unternehmen	Produkt	Indikation	Testphase
British Biotech (UK)	BB-10153	Herz-Kreislauf-Erkrankung	Phase 1
	BB-3644	Krebsbehandlung	vorklinisch
Cantab Pharma.(UK)	TAGW	Genitalwarzen	Phase 2
	DISC HSV	Herpes genitalis	Phase 1
Celltech (UK)	CDP 571	Morbus Crohn	Phase 2b
	CDP 870	Rheumatoide Arthritis	Phase 2
Chiroscience (UK)	D2163	Krebsinhibitor	Phase 1/2
	Dermal Powderject	Anaesthetikum	Phase 2
Cortecs (UK)	Ulsastat	Ulkus-Immunität-Stimulator	vorklinisch
	Cellcom	Krebsbehandlung	vorklinisch
Flamel (Fr.)	Asacard	Herz-Kreislauf-Erkrankung	Phase 2
	Basulin	Diabetes	vorklinisch
IDM (Fr.)	MAK	Eierstock- und Blasenkrebs	Phase 2
	MSC-DC	Krebsimpfstoffe	vorklinisch
Innogenetics (NL)	Toleri Mab	Organabstoßung	vorklinisch
Peptide Therapeutics (UK)	Tolerizing peptide	Heuschnupfen	Phase 2
	HSP Immunotherapeutic	Rheumatoide Arthritis	vorklinisch
Phytopharm (UK)	P54	Dickdarm-Krebsbehandlung	Phase 2a
Powderject (UK)	Alprodastil	Erektionsstörungen	Phase 1
	PJ2204	Akute Migräne	vorklinisch
Neurosearch (NL)	NS 2710	Angstzustände	Phase 2
	NS 2330	Demenz	Phase 2
Scotia Holdings (UK)	Epakex	Krebsbehandlung	Phase 2
	Meglumine-GLA	Blasenkrebs	Phase 1
Shire Pharma. (UK)	TriClimactol	Hormonersatztherapie	Phase 3
	Galantamine	Chronisch. Erschöpfungssyndrom	Phase 2
Transgène (Fr.)	Adenovirus-CFTR	Zystische Fibrose	Phase 1
	Adenovirus-IFN	Immunstimulation	vorklinisch
Vanguard Medica (UK)	VML 530	Asthma	Phase 1
	VML 600	Hepatitis C	vorklinisch

Quelle: BioCentury (1998), Ernst & Young, 1999

Es handelt sich hierbei wohlgerne um ausgewählte therapeutische Produkte in der Testphase, wobei die Dominanz der britischen Firmen in den verschiedenen Testphasen von vorklinischer Phase bis Phase 3, die nahezu Marktfähigkeit bedeutet, auffallend ist. Die letzten Statistiken von Ernst & Young für innovative Produkte spezialisierter europäischer Biotechnologie-Unternehmen zeigen, dass elf von insgesamt sechzehn Firmen britische Unternehmen sind und 19 von 30 Produkten von britischen Wissenschaftlern entwickelt wurden. Diese therapeutischen Produkte unterliegen einer vorklinischen und klinischen Testphase (Phase 1 und 2), was die hohen Forschungs- und Entwicklungsko-

sten erklärt, denn gerade in dieser Phase müssen hohe Summen investiert werden, muss privates Risikokapital akquiriert, müssen Firmen in Aktiengesellschaften umgewandelt werden, um so aus bereits getätigten Investitionen eine Rendite zu erzielen. Einige dieser Firmen haben inzwischen mit großen Pharmakonzernen für die Lizenzen an gentechnisch hergestellten Produkten Partnerschaftsverträge abgeschlossen. Diese Produkte werden, sobald sie zugelassen sind, von den multinationalen Pharmakonzernen auf den Markt gebracht und vertrieben. Cantab Pharmaceuticals erteilte z.B. eine Lizenz an zwei therapeutischen Impfstoffen, siehe Tabelle 6, an Glaxo Wellcome und SmithKline Beecham und Transgène an Systemen zur Bereitstellung genetischen Materials an Schering-Plough. Pharmakonzerne wie zum Beispiel Cantab Pharmaceuticals, Transgène oder das deutsche Unternehmen MediGene sind auf dem Gebiet der therapeutischen Impfstoffe durchaus konkurrenzfähig gegenüber amerikanischen Unternehmen, weil es weltweit kein dominierendes Unternehmen gibt, das versucht, Immunreaktionen auf genetische Krankheiten zu stimulieren. MediGene ist eine Partnerschaft mit Deutschlands führendem Pharmakonzern Hoechst Marion Roussel eingegangen, um die Entwicklung einer Tumorschutzimpfung technologisch voranzutreiben.

Wenn therapeutische Impfstoffe die Stärke der Europäer sind, dann beherrschen in erster Linie amerikanische Diagnostik-Unternehmen den anderen zukünftigen Wachstumssektor, nämlich den der Biochips. Es ist das Ziel von Biochips, biologische Prüfverfahren so zu minimieren, dass die gesamte genetische Struktur eines Menschen vom Hausarzt analysiert werden kann. Firmen wie z.B. Affymetrix und Hyseq sind führend auf diesem Gebiet, obwohl Amersham (GB) die Firma Molecular Dynamics erwarb und damit eine global gesehen konkurrenzfähige Marktposition hat. Biochips gehören zum Wachstumssektor der „functional genomics“, ein Wissenszweig, der sich mit dem Verhältnis von Genfunktionen, Diagnose und eventueller Behandlung von Erkrankungen des Menschen befasst. Im Jahre 1998 ging Affymetrix mit zwölf Firmen Partnerschaften ein, darunter bioMérieux (Frankreich), Gemini Research (GB), Glaxo (GB) und Roche (Schweiz), um Biochips zu entwickeln. Gemini ist das erste klinische Genomik-Unternehmen in Großbritannien. Seit dem Kauf von Molecular Dynamics hat die Firma Amersham Zugriff auf ein Technologiekonsortium für Genanalyse, zu dem auch die führende Biochip-Firma Affymetrix gehört. Deshalb wird vermutlich der technologische Vorsprung der USA auf dem Gebiet der Biochips zusammenschrapfen, sobald sich die europäischen Firmen auf diesem Gebiet noch mehr engagieren. Betrachtet man nun diese beiden führenden Technologiefelder der Zukunft, wird deutlich, dass Europa, und insbesondere Großbritannien, in beträchtlichem Maße aufholen wird im Vergleich zu seiner Position in den achtziger Jahren, als amerikanische Firmen den Markt für biotechnologische Anwendungen und Produkte beherrschten.

Dies unterstreichen auch die zahlreichen Spin-off-Unternehmen aus führenden britischen Forschungszentren. In Cambridge sind sowohl die Firma Pharmagene als auch

Hexagen auf dem Gebiet der „functional genomics“ engagiert und forschen nach therapeutischen Möglichkeiten aus Genomikinformationen. Auch Brax, Gemini und Chiroscience arbeiten in Bereichen, in denen sie Genomikdaten verwenden. Chiroscience hat die Firma Darwin Molecular in Seattle erworben, um so noch mehr Kompetenz in der Genomik zu bekommen. Hexagen wurde 1998 vom amerikanischen Genomikspezialisten Incyte Pharmaceuticals aufgekauft und gehört heute zur neuen pharmakogenetischen Abteilung Incyte Genetics. Außer diesen auf Cambridge konzentrierten Firmen gibt es auch andere wichtige Wachstumsunternehmen, die aus der Genomikforschung in Oxford hervorgegangen sind, z.B. Oxagen, Oxford Glycosciences, Oxford Molecular and Oxford Asymmetry. Die Firmen Oxford Asymmetry und Oxford Glycosciences haben Bioinformatik-Datenbanken, die für große Pharmaunternehmen von großem Wert sind. Deshalb haben sowohl Bayer als auch Dow AgroSciences Verträge mit Oxford Asymmetry abgeschlossen, um über diese Datenbanken Zugang zu Informationen über die Entwicklung neuer Medikamente zu bekommen. In ähnlicher Weise schloss Oxford Glycosciences Verträge für den Zugriff auf seine Proteomik-Datenbank ab.

Allein die Tatsache, dass solche Firmen nur gegründet wurden, um kommerziellen Nutzen zu ziehen aus den umfangreichen öffentlichen und karitativen Investitionen, die sowohl in die Genomikforschung in Oxford, vor allem aber in Cambridge geflossen sind, zeigt uns, wie äußerst lokalisiert und doch gleichzeitig globalisiert das Verhältnis unter den Firmen ist, die führend auf dem Gebiet der Forschung und kommerziellen Nutzung der Biotechnologie sind. In Cambridge gibt es ca. 76 Biotechnologie-Unternehmen und Forschungsorganisationen (Mihell et.al., 1997), Oxford hat 40 direkt in die Biotechnologie involvierte Unternehmen. Eine weitere Konzentration von ca. 37 Firmen finden wir in Surrey, südlich von London, und in Schottland mit über 50 Firmen. Eine vom britischen Ministerium für Handel und Industrie durchgeführte Studie differenzierte allerdings zwischen Surrey auf der einen und Oxford und Cambridge auf der anderen Seite. Die beiden letztgenannten weisen deutlich typische Merkmale von Clustern auf, Surrey und Schottland tun dies nicht, wobei Schottland als latentes Cluster gesehen wird. Die Beurteilung von Surrey (nicht aber von Schottland) wird im Wesentlichen damit begründet, dass die enge lokale Verbindung zur Wissenschaftsbasis fehle und die systematischen Start-up- und Spin-off-Aktivitäten auf einer etablierten, von den Universitäten unterstützten Technologielizenzierung, Transfer- und unternehmerische Unterstützung von Seiten der Wissenschaftsparks und Inkubatoren beruhen. Sowohl Oxford als auch Cambridge zeigen diese Charakteristika aufgrund ihrer Nähe zur Wissenschaftsbasis, eine Tatsache, die Prevezer (1995) als Schlüsselcharakteristik deutlich herausstellt und die auch auf die amerikanischen Biotechnologie-Cluster zutrifft.

4. Globalisierung und Cluster-Bildung: Das neue Gleichgewicht der Kräfte

Wie wir gesehen haben, beherrschen kleinere neugegründete Firmen aus den USA, die spezialisiert sind in der Anwendung von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung, die häufig in anderen Ländern erzielt wurden, vornehmlich in Großbritannien, die kommerziellen Nutzung der Biotechnologie. Sie sind auch weiterhin abhängig von großen Pharmakonzernen bezüglich der Finanzierung von Produktion, Vermarktung und Vertrieb von Medikamenten, die letztendlich nach einem langwierigen Entwicklungsprozess auf den Markt kommen, wie das bei vielen biotechnologischen Produkten der Fall ist. Doch die „absorptive Fähigkeit“ der großen Pharmakonzerne im Hinblick auf diese neue Industrie reichte nicht aus, um sämtliche „Genentechs und Amgens dieser Welt“ aus der Position der prinzipiellen Innovatoren zu verdrängen. Sie wissen dennoch die Bedeutung der Führungsposition in der Forschung genau einzuschätzen, auch wenn diese für sie selbst nicht erreichbar ist (Cohen & Levinthal, 1990). Der Grund dafür ist, dass das wesentliche Wissen damals wie heute an den Universitäten und in anderen öffentlichen, vom Staat finanzierten Forschungseinrichtungen produziert wird und nicht in den Forschungs- und Entwicklungslabors der großen Pharmakonzerne. Anfangs waren die von öffentlicher Hand finanzierten Labors gegenüber den privat finanzierten im Vorteil und zwar im Hinblick auf die Firmenstrategie – und dies gilt vor allem für die ersten Unternehmen, die in Kalifornien und Massachusetts gegründet wurden. Sie sollten eigenständige Pharmaunternehmen werden und so die marktbeherrschenden Pharmaunternehmen herausfordern, wie das mit Intel und Microsoft in Bezug auf IBM und andere Firmen in der Informationstechnologie der Fall war. Dies hat allerdings bis zum heutigen Tag aus verschiedenen Gründen nicht funktioniert. Erstens haben die Firmen, die die Eigenständigkeitsstrategie verfolgt haben, ihr Ziel nicht erreicht, weil die Konkurrenz stark war, die sich auf eine oder mehrere Phasen in der Entwicklung eines einzigen Medikaments konzentrierte. Zweitens sind die Entwicklungskosten für Medikamente in der Biotechnologie-Branche extrem hoch. Drittens ist die Zeitspanne von der Forschung über die Testphasen bis hin zur Zulassung eines neuen Medikaments enorm lang. Viertens ist das Risiko, dass selbst ein getestetes Medikament sich als nicht anwendbar oder als nicht wirksam erweist, sehr hoch, wenn man bedenkt, dass nur jedes zehnte Präparat erfolgreich ist. Schließlich geht es in dieser Branche turbulent zu, da es ständig neue Technologien und eine große Bereitschaft für eine zielorientierte Unterstützung innovativer Nischenstrategien von Seiten aufstrebender kleiner Unternehmen gibt.

Deshalb zeigt die Dynamik in dieser Branche gegenwärtig wie in der Vergangenheit deutlich, wie wichtig nach wie vor das Cluster-Modell für die Geschäftscoordination ist.

Die Möglichkeiten im Zusammenhang mit der kommerziellen Nutzung von Genomikinformationen unterstreichen dies eher noch, da in der Entwicklung von Arzneimitteln Testphasen eingebaut sind, die insbesondere auf nischenorientierte Firmen zugeschnitten sind. Deshalb konzentrieren sich die Firmen darauf, so genannte „Plattformtechnologien“ zu entwickeln, die eine raschere Entwicklung neuer Medikamente ermöglichen sollen. In der Biopharmazie verbinden diese die zentralen Genomiktechnologien wie z.B. die Genomanalyse, Bioinformatik, Proteinanalyse und „functional genomics“ mit der Diagnostik und den therapeutischen Produkten durch Technologien wie z.B. Biosensoren, DNA-Versuchsverfahren, Biochips, monoklonale Antikörper und polymerase Kettenreaktion u.a.m. Die größten dieser Firmen sind amerikanische Unternehmen, wie z.B. Millennium, Myriad Genetics, Axys, Incyte, Genome Therapeutics und Human Genome Sciences. Millennium und Monsanto sind eine Partnerschaft eingegangen, Hexagen (GB) wurde von Incyte (USA) erworben. Auch deutsche Firmen wie Mopho-Sys (Pharmacia-Upjohn, Schweden/USA) und Evotec Biosystems (Novartis in der Schweiz und SmithKline Beecham in GB) sind mit großen ausländischen Pharmakonzernen Partnerschaften eingegangen. Hieraus ersehen wir, dass Biotechnologie-Unternehmen ihre Kontrolle über den Prozess der Produktentwicklung ausweiten und gleichzeitig den Pharmakonzernen die Lizenzierung, das Marketing und den Vertrieb anbieten. Die räumliche Nähe zur Wissenschaftsbasis und die Fähigkeit, potenzielles Wissen sehr schnell in Produkte umzusetzen, kennzeichnen die Biotechnologie. Das Cluster-Modell, das sich schon früh in den USA durchsetzte, hat sich nun auch in jüngerer Zeit in Großbritannien entwickelt, vor allem in Cambridge und Oxford.

5. Cambridge, Oxford und Surrey

In Großbritannien hatte die kommerzialisierte Biotechnologie ihren Anfang im Jahre 1979 durch die Gründung von Celltech. Große Besorgnis war dadurch entstanden, dass es nicht gelungen war, die in einem molekularbiologischen Labor gemachte Entdeckung der monoklonalen Antikörper patentieren zu lassen, und dass die Bemühungen der Regierung Callaghan gescheitert waren, die abgeschlagene Position Großbritanniens auf den neuen Märkten der Spitzentechnologie zu verbessern. Dies führte dazu, dass der National Enterprise Board und der Medical Research Council die Gründung eines staatlich finanzierten Unternehmens unterstützten. Es war vorgesehen, dass dieses Unternehmen in Cambridge in der Nähe der Wissenschaftsbasis angesiedelt werden sollte, doch fand sich ein geeignetes Grundstück in Slough im Westen von London, wo Celltech dann entstand und noch heute besteht. Im Jahr 1999 fusionierte die Firma mit Chiroscience, wobei eine Unternehmenseinheit seit der Fusion unter dem Namen Celsis bekannt ist.

Oxford

Das bekannteste britische Biotechnologie-Unternehmen ist British Biotechnology, ein Spin-off-Unternehmen der amerikanischen Firma Searle (Teilunternehmen von Monsanto) in High Wycombe (in der Nähe von Oxford). Letztere stellte im Jahr 1985 ihre Geschäftstätigkeit in Großbritannien ein. Zwei Direktoren der Forschungsabteilung gründeten British Biotech und 1992 wurde dieses Unternehmen das erste börsennotierte Biotechnologie-Unternehmen in Großbritannien. Der Firmensitz in Cowley liegt in der Nähe anderer um Oxford angesiedelter Biotechnologie-Unternehmen wie z.B. Oxford Glycosciences, Oxford Molecular und Xenova. Im Jahr 1997 war British Biotech Europas größtes Biotechnologie-Unternehmen in Bezug auf die Marktkapitalisierung und die Forschungs- und Entwicklungskosten und lag mit 454 Mitarbeitern nach dem deutschen Unternehmen Qiagen an zweiter Stelle gemessen an der Zahl der Beschäftigten. Dann musste das Unternehmen einen Kursverfall in Höhe von 2 Mio. Dollar verkraften, der auf Verzögerungen bei der Zulassung von zwei führenden Produkten zurückzuführen war. Überall in Europa führt ein derartiger Rückschlag für eine führende Firma zu einem Vertrauensschwund. Spätere Enthüllungen über möglicherweise betrügerische Praktiken, den Börsenkurs in die Höhe zu treiben, änderten nichts an der Situation. Auch Celltech musste einen Rückschlag hinnehmen, als Bayer ankündigte, das Projekt der septischen Schockbehandlung nicht mehr länger finanziell zu unterstützen, was zu einem Kursverfall von 48 % führte. Das Vertrauen der Investoren litt weiter dadurch Schaden, dass es nur sehr wenige Versuchsergebnisse zu den Medikamenten von Scotia Holdings und Stanford Rook gab. Der Leiter der klinischen Tests bei British Biotech, der entlassen worden war, weil er öffentlich die Wirksamkeit eines Präparates zur Krebsbehandlung in Frage gestellt hatte, wechselte zu Oxford Gene Technology (OGT) Operations, einer kommerziellen Ausgründung des Biochemikers Ed Southern von der Universität Oxford, der sich mit seiner bahnbrechenden Forschung in der DNA-Biochip-Technologie einen Namen gemacht hat. OGT führte 1999 einen Prozess gegen die Firma Affymetrix wegen der Erfindung des DNA-Biochips, den die amerikanische Firma hatte patentieren lassen. OGT ist eine Ausgründung der Universität Oxford, die zu 10 % an der Firma beteiligt ist, und wurde 1995 gegründet, um die Einnahmen aus Southern's DNA-Microarray-Patenten anzulegen.

Oxford GlycoSciences ist ein Spin-off-Unternehmen der Universität Oxford und gehört zu den bedeutenden Firmen der Biotechnologie. Oxford GlycoSciences ist weltweit führend auf dem Gebiet der Proteomik und jetzt ein Partnerunternehmen von Incyte Pharmaceuticals in Kalifornien. Weitere Firmen sind Oxagen (funktionale Genomik) mit Firmensitz in Abingdon und Oxford Molecular, eine Firma, die therapeutische Produkte herstellt. Andere Firmen, die auch zum Cluster um Oxford zu zählen sind, liegen entlang der A 34, in der Nähe von Abingdon und Didcot im Milton Wissenschaftspark, zu dem auch Prolifix, eine Firma, die an einer Therapie zur Zellzykluskontrolle arbeitet,

sowie Oxford Asymmetry, eine Bioinformatikfirma, und Cozart BioSciences, eine Firma, die sich mit der Immundiagnostik beschäftigt, gehören. Eine ganze Reihe neuer Firmen sind im Wissenschaftspark von Oxford angesiedelt, darunter Progenica (Diagnose), Oxford Therapeutics (Medikamentenentwicklung), Oxford BioResearch, Kymed (Biopharmaka) und Evolutec (Medikamentenentwicklung). Zentren wie Medawar Centre oder der Abingdon Wissenschaftspark beherbergen auch Biotechnologie-Unternehmen.

Das Institut für Molekularmedizin an der John-Radcliff-Klinik in Oxford (Teil der Universitätsklinik) ist ein führendes Forschungsinstitut, das neue Firmen ausgründet, die sich vor allem auf dem Gebiet der Onkologie und AIDS/Hepatitis-Vakzine spezialisiert haben, in Partnerschaft mit Isis, einer Organisation an der Universität Oxford, die sich um die Lizenzierung der Technologie und um die Unterstützung der Ausgründungen kümmert sowie um die Beschaffung von Privatinvestoren und privaten Risikokapitalinvestoren. Oxagen in Abingdon ist eine neue Ausgründung aus dem Wellcome-Trust-Zentrum für Humangenetik in Oxford. Prolifix ist eine Ausgründung aus dem nationalen Institut für medizinische Forschung des Medical Research Council in London. Das Yamanouchi Forschungsinstitut ist das erste privat finanzierte Biotechnologie-Forschungsinstitut, das 1990 in dieser Region gegründet wurde. Im Jahr 1999 wurde Oxfordshire BioScience, ein Netzwerk für diesen Industriesektor, gegründet. Es gibt in Oxford ca. 50 Biotechnologie-Unternehmen und 200 Zulieferer-, Dienstleistungs- und Vermittlungsfirmen oder -organisationen. Obwohl es noch relativ klein ist, trägt Oxford weitestgehend die Züge eines Clusters, z.B. steigende Kosten für Immobilien, Verkehrschaos und Mangel an Risikokapital oder anderen Kapitalinvestitionen (teilweise verursacht durch den von British Biotech ausgelösten Negativeffekt auf das Vertrauen der Investoren). Eine Studie von Mihell et.al. (1997) zeigt, dass von den insgesamt 40 Biotechnologie-Unternehmen, die es 1995 gab (50 im Jahr 1999), neun von zwölf interviewten Firmen Spin-offs der Universität oder anderer öffentlicher Forschungseinrichtungen waren und in den ersten fünf Jahren rasch in der Zahl der Beschäftigten und der Höhe der Einnahmen gewachsen waren. Zusammenarbeit unter den lokalen Firmen und mit der lokalen Wissenschaftsbasis und etwas weiter entfernten großen Pharmakonzernen ist die zentrale Firmenstrategie. Das lokale Netzwerk unter den Firmen war jedoch noch nicht so weit entwickelt wie andere Verbindungen, was auf eine relative Unreife des Clusters hinweist. Zum Zeitpunkt der Untersuchung im Jahr 1996 waren 2200 Mitarbeiter in den 40 Firmen angestellt und drei bis vier neue Firmen kamen pro Jahr hinzu.

Cambridge

Der Kern der Biotechnologieindustrie in Cambridge besteht aus ca. 50 Firmen. Das breitere Cluster, zu dem Risikokapitalinvestoren, Patentanwälte usw. zählen, besteht aus wahrscheinlich nicht mehr als 200 Unternehmen, einschließlich der Kernunterneh-

men der Biotechnologie. Im Zeitraum von 1984 bis 1997 stieg die Zahl der biopharmazeutischen Unternehmen von anfänglich einem auf 23 Unternehmen an, d.h. es kamen im Durchschnitt zwei Firmen pro Jahr hinzu, doch allein in den letzten zwei Jahren dieses Zeitraums waren es vier pro Jahr. Zulieferfirmen stiegen im Zeitraum von 1984 bis 1997 von vier auf zwölf an und Diagnostik-Unternehmen von zwei auf acht. Tabelle 7 (a) zeigt die Aufschlüsselung von technologiebasierten Unternehmen in Cambridgeshire und Tabelle 7 (b) von unterstützenden Dienstleistungen. Schlüsselunternehmen wie Cambridge Antibody Technologies, eines von zwölf Spin-off-Unternehmen aus einem molekularbiologischen Labor, oder Chiroscience, ein Start-up-Unternehmen, das ursprünglich zu Babraham Incubator gehörte (s.u.), sowie Cantab Pharmaceutical, Brax Genomics, Churchill Applied Biotechnology und die amerikanischen Neugründungen Chiron und Amgen. Viele der britischen Firmen sind Ausgründungen aus den Forschungslabors von Cambridge, zu denen sie enge Kontakte unterhalten.

Tabelle 7: Anteile von Biotechnologie- und Dienstleistungsfunktionen

7a Biotechnologie-Unternehmen Verteilung		7b Biotechnologie-Dienstleistungen Verteilung	
Biopharmazeutika	41%	Umsatz & Marketing	29%
Instrumentation	20%	Managementberatung	23%
Bio-Agro-Food	17%	Firmenbuchhaltung	15%
Diagnostik	11%	Venture Capital	15%
Reagens/Chemicalien	7%	Juristische Beratung & Patente	8%
Energie	4%	Planungsphase	10%

Quelle: ERBI (1999)

Die infrastrukturelle Unterstützung für die Biotechnologie in und um Cambridge ist beachtlich, wobei der Großteil von Forschungseinrichtungen der Universität und der Universitätsklinik geleistet wird. Das Labor für Molekularbiologie an der Addenbrookes Klinik, finanziert vom staatlichen Förderprogramm für medizinische Forschung, das Institut für Biotechnologie der Universität Cambridge, Abteilung für Genetik und Zentrum für Protein-Technik (Protein-Design), das Babraham-Institut und das Sanger-Institut mit ihrem Schwerpunkt auf funktionaler Genomikforschung sowie die Forschungszentren der Babraham und St. John's Inkubatoren für Biotechnologie-Start-Ups und Kommerzialisierung, sie alle sind international anerkannte Einrichtungen, insbesondere im Bereich der Biopharmaka. In der östlichen Region sind wichtige Forschungsinstitute angesiedelt, die sich mit der „grünen Biotechnologie“ bei der Herstellung von Agrarprodukten und Nahrungsmitteln befassen, z.B. das Institut für Nahrungsmittelforschung, das John-Innes-Zentrum, das Institut für Getreideforschung und das nationale Institut für Botanik. Was die Forschung und Kommerzialisierung betrifft, so liegt Cambridge im Bereich der Biopharmaka, der Grundlagenforschung sowie der angewandten Forschung und auch im Agro-Food-Bereich „gut im Rennen“, bei letzterem allerdings nicht so gut in der Kommerzialisierung.

In einem Radius von ca. 35 km finden sich in Cambridgeshire die meisten spezialisierten Biopharmazeutik-Unternehmen, mit denen die Kommerzialisierung von kleineren Neugründungen und die Forschung und Entwicklung von Forschungsinstituten mitfinanziert werden muss. Firmen wie Glaxo Wellcome, SmithKline Beecham, Merck, Rhone-Poulenc Rorer und Hoechst sind in der Kategorie Pharmakonzerne vertreten. Auf dem Gebiet der Biopharmazeutik-Spezialisten sind dies Firmen wie Amgen, Napp, Genzyme, Bioglan und andere mehr. Was ein weiteres Kriterium für Cluster-Bildung angeht, nämlich den Zugang zu Großkunden und Partnerfinanzierungsfirmen in räumlicher Nähe, ist Cambridge wiederum ein guter Standort. Und schließlich sind hinsichtlich der Agro-Food-Biotechnologie Rhone-Poulenc, Agrevo, Dupont, Unilever und Ciba in relativer räumlicher Nähe zu Cambridge angesiedelt. Somit sind die Aussichten auf Verbindungen günstig, was den Standort betrifft, obwohl sie eher durch die Besorgnis in der Öffentlichkeit hinsichtlich genetisch veränderter Organismen als in Bezug auf die mit dem medizinischen Bereich in Beziehung stehende Biotechnologie bislang verhindert wurden.

Cambridge ist relativ gut versorgt mit Wissenschafts- und Technologieparks, doch nimmt die Nachfrage nach mehr Raum deutlich zu. Zumindest acht der zuvor erwähnten Biopharmazeutik-Unternehmen (einschließlich Impfstoffherstellern) sind im Wissenschaftspark von Cambridge angesiedelt. Das St.John's Innovationszentrum, Babraham Bioincubator, Granta Park, das Biowissenschaftliche Innovationszentrum und der Hinxtton Wissenschaftspark sind alle in jüngster Zeit entweder fertiggestellt worden, im Bau befindlich oder in der Planungsphase. Die meisten der neuen Firmengründungen haben einen Standort, der in kurzer Distanz zu Cambridge liegt und gut über die M11, A11, A10 und A14 zu erreichen ist. Dies beweist, wie wichtig für all jene Firmen, die Forschung weiterverwerten, der Zugang zu Zentren der Grundlagenforschung ist, unterstreicht aber auch gleichzeitig das Argument, dass nicht alles, was mit der Biotechnologie zu tun hat, in unmittelbarer Nähe von Cambridge entstehen muss.

Das letzte wichtige Merkmal der Biotechnologie-Landschaft um Cambridge und die sich anschließende östliche Region ist das Vorhandensein von informellen und formellen Netzwerken zwischen Firmen und Forschungseinrichtungen oder Dienstleistungsunternehmen und unter den Firmen selbst. Cambridge Network Ltd. wurde im März 1998 gegründet, um die Verbindung zwischen den Unternehmen und der Forschung zu formalisieren, indem systematisch beide aus lokalen mit globalen Netzwerken verknüpft wurden. Diese Vernetzung beruht in erster Linie auf der Informationstechnologie, obwohl einige ihrer „Abfallprodukte“ an die Biotechnologie weitergegeben werden, so z.B. die informationstechnische Ausstattung und die von der Informationstechnologie ermöglichten Chancen, klinische Dienstleistungen am Patienten z.B. durch die Telemedizin durchzuführen. Noch größere Bedeutung für die Biotechnologie-Gemeinschaft haben die Aktivitäten der Biotechnologie-Initiative in der östlichen Region (ERBI –

Eastern Region Biotechnology Initiative). Dieser Biotechnologie-Verband ist das wichtigste regionale Netzwerk und formal verantwortlich für die Herausgabe von Newslettern, die Organisation von Netzwerktreffen, die Durchführung internationaler Konferenzen, die Bearbeitung von Websites, Quellenbuch und Datenbanken über die biowissenschaftliche Industrie, das Angebot von Dienstleistungen für Biotechnologie-Unternehmen nach der Gründungsphase, das Herstellen von intra- und internationale Verbindungen (z.B. Oxford, Cambridge in Massachusetts, San Diego), das Organisieren des gemeinsamen Einkaufs, von Business-Plan-Seminaren, staatlichen oder darlehensbezogenen Interaktionen für Firmen.

Surrey

In der Grafschaft Surrey haben wir ein Cluster mit ca. 37 Biotechnologie-Unternehmen, die sich nach Mihell et.al. (1997) von Cambridge und Oxford dadurch unterscheiden, dass es viele unterschiedliche Firmen und relativ wenige Biotechnologie-Forschungszentren gibt. Es gibt in der Region zwar einen regionalen Industrieverband, Southern BioScience, dennoch wenig Interaktion zwischen den einzelnen Firmen. 1995 gab es in Surrey ca. 37 Biotechnologie-Unternehmen und damit in Verbindung stehende Organisationen. Unveröffentlichten Statistiken des UK Department of Trade and Industry zufolge waren es 1998 ca. 120 Unternehmen verschiedener Größe, darunter multinationale Pharmakonzerne wie Pfizer, Rhône Poulenc Rorer und Eli Lilly; in der Mehrzahl aber sind es kleine und mittlere Unternehmen. Dennoch gibt es hier nicht so viele Start-up-Unternehmen wie in Cambridge und Oxford. In der Region gibt es zwar einige Universitäten, von denen allerdings nur wenige Forschung auf dem Gebiet der Biotechnologie betreiben und ausgesprochene Kommerzialisierungsstrategien verfolgen. Der regionale Industrieverband BioScience hatte bis 1999 elf neue Firmen in der Biotechnologie-Branche unterstützt. In Sittingbourne in Kent gibt es den einzigen Bioinkubator in der Region auf dem ehemaligen Werksgelände von Shell. Der Surrey Research Park kann kein Nasslabor zur Verfügung stellen. In einer Studie von Southern Bioscience über die regionale Industrie wurde gerade die Tatsache, dass zu wenig geeignete Räumlichkeiten zur Verfügung stehen, als Wachstumsbarriere genannt. Weitere Barrieren sind: Finanzierungslücken, unzureichende Qualifizierung und schlechte Kommunikation zwischen Industrie und Wissenschaft. Darüber hinaus war die Netzwerkbildung eher nach außerhalb der Region gerichtet und selbst der regionale Industrieverband muss anerkennen, dass es in der Region keine typische Cluster-Bildung wie in Cambridge und Oxford gibt.

Ein Beispiel dafür ist die Firma Vanguard Medica. Das Unternehmen stammt aus Surrey, ist führend in der Entwicklung von Medikamenten, stellt Substanzen im Frühstadium zur Verfügung und kommerzialisierte sie. Frovatriptan ist ein sehr erfolgreiches Produkt von Vanguard zur Behandlung von akuter Migräne. Es bestehen Partnerschaften

ten mit wissenschaftlichen Einrichtungen in London, Schottland, Europa und den USA und Kooperation mit Firmen wie Abbott, Roche und 3M Pharmaceutical. Biocompatibles ist ein Anwender von Biotechnologie in ihren Kernprodukten, von Kontaktlinsen bis zu biomedizinischen Geräten, wobei die Polymersynthese angewandt wird, um eine Proteinverdichtung zu verhindern. Im Interview sagte das Unternehmen, die BioTech-Industrie bilde in Surrey kein Cluster, da die Verbindung zu lokalen Universitäten nur sehr schwach ausgeprägt sei, weil es lokal keine Firmen für Outsourcing und Testverfahren und kaum eine gemeinsame Basis für Partnerschaften gebe. Microgen ist ein Diagnostik-Unternehmen, das Gesundheitskontrollen bei Umweltstoffen und Lebensmitteln durchführt, aber kaum mit einer lokalen Firma zusammenarbeitet, sondern sich Technologie aus den USA beschafft, wo es einst von Centocor übernommen wurde, einer Biopharmazeutik-Firma, bevor es 1994 wieder von einem Privatunternehmer als Ausgründung übernommen wurde. Diese Firma gehört nicht zu einem Cluster, so wenig wie die beiden anderen hier im Firmenprofil vorgestellten Firmen. So wird ersichtlich, dass das Fehlen lokaler Verbindungen zu Wissenschaftszentren, Versorgungsketten oder horizontal zu anderen BioTech-Unternehmen, und das obwohl es einen regionalen Industrieverband gibt, dazu führt, dass es zu keiner Cluster-Bildung kommt, auch wenn es eine beachtliche Ansammlung von Industrieunternehmen gibt. Dennoch florieren die BioTech-Unternehmen in dieser Region und zeigen, wie wichtig globale Zusammenarbeit in Netzwerken ist, auch wenn im lokalen Umfeld die entsprechenden Infrastrukturen für systemische Innovationspotenziale fehlen, die Cluster ansonsten bieten (Porter, 1998).

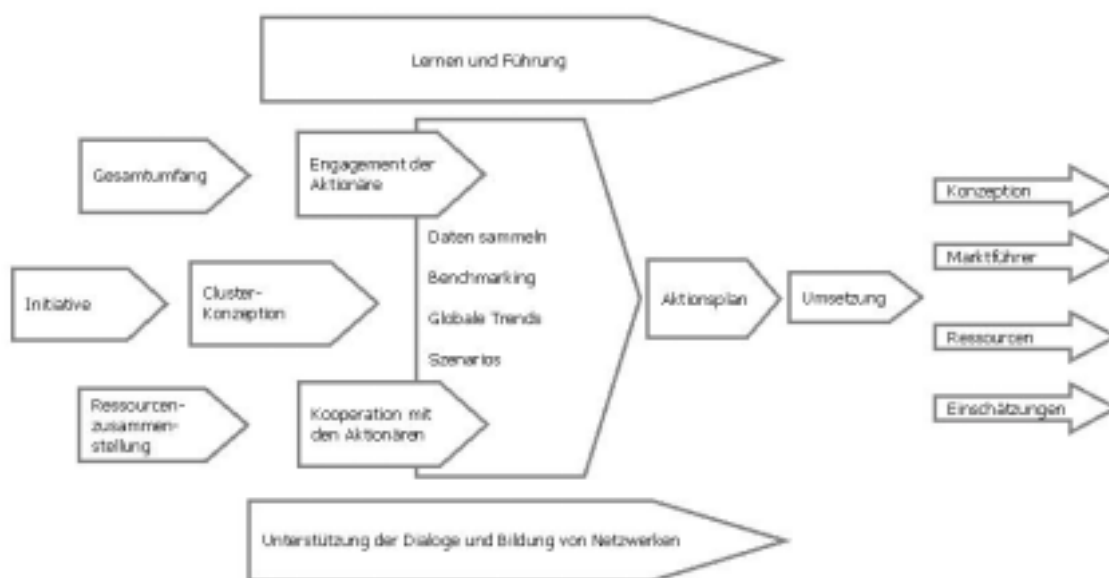
Schottland

Zur Bildung eines Clusters in der Biotechnologie bedarf es hier – wie in Wales - in erster Linie der Finanzierung durch den öffentlichen Sektor eher, als dies in den marktbestimmten Clustern von Oxford und Cambridge der Fall ist oder selbst in der Agglomeration von BioTech-Unternehmen in Surrey. Wales hat ca. 15 BioTech-Unternehmen in sehr kleinen Konzentrationen in Cardiff und Swansea. Im Gegensatz dazu hat Schottland über 50 Unternehmen, die sich alle um Glasgow konzentrieren, doch gibt es auch eine starke wissenschaftliche Basis und einige Spin-off-Unternehmen in Dundee, Edinburgh und auch in der Umgebung von Aberdeen. Die Biotech-Branche bildet so ein BioTech-Dreieck zwischen Dundee, Edinburgh und Glasgow.

Der öffentliche Sektor hat für die Biotechnologie in Schottland in dreierlei Hinsicht eine wichtige Rolle gespielt. Erstens wird die wissenschaftliche Grundlagenforschung an Universitäten hauptsächlich von staatlichen Förderprogrammen für die Forschung finanziert, ist aber auch zu einem geringeren Grad hinsichtlich der wissenschaftlichen Legitimität, die die in der öffentlichen Meinung hoch angesehenen biowissenschaftlichen Institute an Universitäten, Universitätskliniken und ähnlichen Einrichtungen ga-

rantieren, für Investitionen aus dem privaten Sektor interessant, z.B. für die großen Pharmakonzernen oder karitativen Einrichtungen. Zweitens hat die Branche davon profitiert, dass Scottish Enterprise, eine Entwicklungsgesellschaft für Schottland, die Cluster-Strategie aufgegriffen hat. Scottish Enterprise hat das Unternehmensberatungsbüro ‚Monitor‘ von Michael Porter damit beauftragt, eine umfassende Untersuchung durchzuführen und eine Intensivschulung anzubieten zur Unterstützung der Entwicklung von vier Pilot-Clustern, eines davon die Biotechnologie. Dies wird in die Tat umgesetzt und die Methodologie zur Cluster-Bildung angewandt (s. Abbildung 1).

Abbildung 1: Der Ansatz für Clusterentwicklung in der Biotechnologie von Scottish Enterprise



Aktionäre: Industrie, Wissenschaft, Ausbildungseinrichtungen, Forschungseinrichtungen, Regierung und andere Institutionen

Erwähnt werden sollte, dass die Methodologie, die Scottish Enterprise insgesamt 2 Mio. US \$ gekostet hat, kein programmatischer Planungsansatz ist. Es wird vielmehr Wert darauf gelegt, den gesamten Umfang, die Konzeption und die Finanzierung einer ‚Vision‘ des Clusters darzustellen. Dann, ausgerüstet mit dieser Cluster-Vision, bringen die Aktionäre und Marktführer, die sich umfangreich engagieren wollen, die Schlüsselpersonen zusammen und engagieren sich für interaktives Lernen. Erst in der dritten Phase beginnt dann tatsächlich das Sammeln der Daten, das Benchmarking und das Bilden eines Szenarios. Dies führt zum Aktionsplan, der auf Konsens und konkreten Vereinbarungen beruht. Dann folgt die Durchführung, die geleitet wird von der Cluster-

Konzeption, den Marktführern, den Kosten und der Auswertung. Dies ist ein vom Markt beeinflusstes Modell eines staatlichen Unternehmens, das eher auf den Vorstellungen von ‚Konzeption, Management und Kontrolle‘ beruht als auf ‚Untersuchung, Analyse und Planung‘.

Drittens hat die Intervention des öffentlichen Sektors einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Biotechnologie in Schottland, weil aufgrund der Konsenserklärung die Cluster-Strategie für ganz Schottland Gültigkeit hat und die Kooperation von Governance-Institutionen, um die Finanzierung zu bündeln, die Entwicklung, in diesem Fall den BioTech-Sektor, unterstützt (s. Scottish Office, 1999). Deshalb haben Scottish Enterprise, Scottish Office und Scottish Higher Education Funding Council (Förderprogramm zur Finanzierung der weitführenden Ausbildung) einen Fonds von 11 Mio. £ eingerichtet, um so allen Clustern eine Entwicklung durch die Finanzierung von Innovationen zu ermöglichen. Auf diese Weise können beispielsweise Mittel zur Verfügung gestellt werden, um Biowissenschaftler und Biotechnologen „freizukaufen“ oder „freizustellen“, damit sie sich auf Forschungsaufgaben und die kommerzielle Nutzung von Forschungsergebnissen konzentrieren können anstatt Lehrveranstaltungen durchzuführen oder Verwaltungsaufgaben zu erledigen. Diese Aufgabe übernimmt Scottish Local Enterprise Companies mit dem notwendigen Know-how der örtlichen Gegebenheiten und dem nötigen Fingerspitzengefühl, eine dezentralisierte Einrichtung, an die sich die akademischen Kandidaten wenden können, um über die Chancen einer Finanzierung zu sprechen.

Trotz dieser ausgezeichneten öffentlichen Unterstützung und der Tatsache, dass die Biotechnologie als eines der Cluster-Bildungsprojekte besteht, stellt die BioTech-Industrie, obwohl ein beträchtliches Potenzial vorhanden ist, noch immer kein Cluster dar wie Cambridge, Massachusetts oder Cambridge, England (allerdings in geringerem Umfang). Dies ist teilweise darauf zurückzuführen, dass erst in jüngster Zeit Spin-off-Unternehmen entstehen, teilweise auf die Beschränkungen der lokalen, privaten Risikokapitalinvestoren und die relativ späte Erkenntnis öffentlicher Einrichtungen, welche Rolle sie selbst oder in Partnerschaften übernehmen können, um die kommerzielle Nutzung der oft hervorragenden wissenschaftlichen Grundlagenforschung zu unterstützen. Schottland ist weltweit bekannt geworden als Heimat des ersten transgenen Tieres, dem Schaf Dolly, entwickelt am Roslin Institute in der Nähe von Aberdeen. Spezialisierungen auf anderen Gebieten umfassen die Entwicklung von Arzneimitteln, die Auswertung und klinische Erprobung von Biopharmaka in der Krebsforschung, bei zystischer Fibrose, bei der Alzheimer und Parkinsonschen Krankheit. Die schottische Biotechnologie hat auch auf dem Gebiet der Agro-Biotechnologie Beachtliches vorzuweisen, so z.B. in der medizinischen Betreuung und Aufzucht von Tieren, der Tiermedizin, bei der Entwicklung von Getreidesorten mit höheren Ernteerträgen und in der Schädlingsbekämpfung. Es gibt auch Firmen, die Umwelt-Biotechnologie einsetzen. Alles in allem

umfasst das schottische „Cluster“ ca. 180 Kern-, Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen, die alle in irgendeiner Weise im „Cluster“ engagiert sind. Tatsächlich aber besteht der Kern aus 40 bis 50 Firmen, die geographisch gesehen relativ verstreut liegen und sich wissenschaftlich eher auf ihr Umfeld konzentrieren.

Die Industrie baut sich in Schottland wie in Tabelle 8 dargestellt auf. Es wird deutlich, dass Biopharmazeutika den starken Kern der Industrie in Schottland bilden mit einer

Tabelle 8: Zusammensetzung des BioTech-Sektors in Schottland

Aktivität	Anzahl der Firmen (Kernaktivität)
Biopharmazeutische Therapeutika	24
“ Diagnostik	18
“ klinische Tests	10
“ Vertragliche Forschung und Entwicklung	14
Biomethoden	17
Umwelt-Bioremediation	3
“ Diagnostik	7
“ Abfallbehandlung	5
Agro-Food-Therapeutika	1
“ Pflanzenzucht	2
“ Diagnostik	4
“ Vertragliche Forschung und Entwicklung	2
Zulieferungen	23
Unterstützende Dienstleistungen	26

Quelle: Biotechnology Scotland Source Book, 1999

beträchtlichen Anzahl von Firmen in der Entwicklung von Therapeutika, weniger in der Diagnostik, Forschung und klinischen Erprobung. Es existiert auch eine relativ gut ausgestattete Zuliefer- (Reagenzien, Chemikalien etc.) und Dienstleistungsinfrastruktur (juristische Beratung, Unternehmensberatung usw.). So hat Schottland insgesamt gesehen eine stabile Basis für ein zukünftiges Wachstum der Biotechnologie, doch fehlen im Augenblick die interaktiven Kapazitäten und die Arrangements zur Unterstützung durch „die Wissenschaft auf dem neuesten Stand“, die so umfassend in Oxford und Cambridge zu finden sind. Zweifellos ist mehr Ähnlichkeit mit den Clustern vorhanden, die sich um die Universitäten gebildet haben, als mit jenen strukturlosen Agglomerationen, wie wir sie in Surrey finden. In Dundee gibt es an der Universität eine ganze Reihe von hochrangigen biowissenschaftlichen Instituten und ein neues biotechnologisches Institut, das vom Wellcome Trust finanziert wird. Die Firma Cyclacel, die im Folgenden beschrieben wird, und Shield Diagnostics, ein Hersteller von Immuntests bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, sind Spin-off-Unternehmen, wobei die Firma Cyclacel ihren Sitz im nahegelegenen Innovationspark der Universität von Dundee hat, Shield Diagnostics jedoch aufgrund des starken Firmenwachstums dort nicht mehr untergebracht ist. In Dundee arbeiten rund 1000 Life-Science-Wissenschaftler, davon 250 Biowissenschaftler in der

Forschung am medizinischen Institut der Ninewells-Klinik und 170 sind am Wellcome-Trust-Institut beschäftigt, das 1997 seine Arbeit aufnahm. Später sollen es einmal 240 Beschäftigte werden.

Damit verfügt Dundee zwar über die Wissenschaftsbasis für eine zukünftige Cluster-Bildung, doch bislang reicht die Anzahl der Firmen noch nicht aus. Cyclacel ist ein vertraglich für Forschung und Entwicklung gebundenes Spin-off-Unternehmen, das sich auf die Entwicklung von Arzneimitteln für die Krebsgenomik spezialisiert hat und dessen wichtigste Verbindung zum medizinischen Institut an der Ninewell-Klinik besteht, das David Lane leitet (er ist auch Mitinhaber von Cyclacel), der das p53-Anti-Krebsgen entdeckte. Privates Risikokapital in Höhe von 2,5 Mio. £ wurde von Merlin Ventures in London akquiriert, dessen Leiter Chris Evans ist, ein Biotechnologe, der Chiroscience gegründet hat, eines der führenden britischen BioTech-Unternehmen. Chiroscience fusionierte unlängst mit Celltech, dem ersten BioTech-Unternehmen in Großbritannien, und machte Schlagzeilen als erstes britisches BioTech-Unternehmen, das eine Pharmazeutik-Firma (Medeva) aufkaufte.

Cyclacel ist vertraglich in der Forschung an das amerikanische Unternehmen Quintiles gebunden, das seinen Firmensitz in den USA in Boston hat und eines der weltweit führenden BioTech-Unternehmen für Vertragsforschung mit einem Tochterunternehmen in Edinburgh ist. Quintiles tauchte zum ersten Mal auf dem schottischen Markt durch den Kauf von Innovex auf, einem aufstrebenden biowissenschaftlichen Spin-off-Unternehmen. Die Firma Quantase, heute mit Standort in Perth, ist in der Nähe von Dundee angesiedelt, weil dort die Firma Shield Diagnostics im Technologiepark ihren Firmensitz hat. Quantase führt neonatale Röntgenaufnahmen durch und wurde 1994 von Shield übernommen. Shield ist spezialisiert auf Herz-Kreislauf-Diagnostik bei Neugeborenen. Im September 1997 wurde Quantase aufgekauft, beschäftigt acht Mitarbeiter, von denen drei als Wissenschaftler in der Forschung tätig sind, bekam mehrere vom Staat verliehene Innovationspreise (SMART, SPUR) und finanziert damit teilweise die Entwicklung des PJU-Röntgentests. Das Firmenwachstum wurde finanziert durch privates Risikokapital und Bankkredite. Quantase, wie auch Cyclacel und Quintiles, schätzen die Umgebung von Perth als außerordentlich geeignet für ihre Geschäftstätigkeiten ein. Es bestehen regelmäßig Kontakte zu anderen Firmen, obwohl ein gemeinsamer geographischer Standort nicht als Voraussetzung angesehen wird. Kommunikationsverbindungen zwischen Dundee und Edinburgh sind außerordentlich einfach und schnell. Glasgow ist mit beiden über leistungsfähige Transportlinks verbunden.

Dieser kleine Einblick in die Biotechnologie in Schottland zeigt, dass dieser Sektor die Merkmale enger Zusammenarbeit unter den Firmen aufweist, die oft in Clustern zu finden sind und die Formen von Netzwerkverbindungen annehmen. Insgesamt gesehen gibt es in Schottland im Großen und Ganzen eine ausreichende Firmeninfrastruktur, um eine

erfolgreiche BioTech-Industrie aufrecht zu erhalten. Privatkapital für Investitionen in die Biotechnologie ist in Schottland allerdings nicht im Überfluss vorhanden, doch wird dies teils dadurch ausgeglichen, dass dieses latente, mit Netzwerken an sich gut versorgte Cluster vom öffentlichen Sektor relativ viel Unterstützung bekommt.

6. Schlussfolgerungen

Am Anfang dieses Papers wurde dargestellt, inwiefern große Pharmakonzerne in signifikanter Weise von kleineren, von der Technologie gesteuerten Start-up- und Spin-off-Unternehmen abhängig geworden sind. Veranschaulicht wurde dies anhand von detaillierten Analysen der biotechnologisch hergestellten Therapeutika, die von den multinationalen Pharmakonzernen hergestellt, auf den Markt gebracht und vertrieben werden. Auf welche Weise auch immer das vielfältige Datenmaterial analysiert wird, die großen Pharmakonzerne sind bei der wissenschaftlichen Entwicklung neuer Arzneimitteln überwiegend abhängig von eigenständigen, kleineren BioTech-Unternehmen. Selbstverständlich sind auch die kleineren Firmen in gleichem Maße abhängig von den Pharmakonzernen, weil sie deren Kapitalinvestitionen dringend benötigen, um potenzielle Produkte über einen längeren Zeitraum und unter riskanten Bedingungen testen und erproben zu können. Die Pharmakonzerne verfügen über ausreichend Kapital, um dieses ungleiche Machtspiel so lange fortzusetzen, bis es den BioTech-Unternehmen aufgrund ihres Firmenwachstums gelingt, eigenständige Pharmaunternehmen zu werden. Diese Art gegenseitiger und doch so ungleicher Abhängigkeit ist wohl einzigartig in der Geschäftswelt. In gewisser Weise lässt sie sich vielleicht noch mit der Informationstechnologie in den Anfängen vergleichen, als multinationale Elektronik-Unternehmen im Silicon Valley nach Start-up-Firmen suchten, die in der Technologie am weitesten entwickelt waren. Gegen Ende des Jahrtausends hatten sich viele der führenden Start-up-Unternehmen der siebziger und achtziger Jahre so gut entwickelt, dass sie zu eigenständigen Firmen wurden und an die Stelle der großen Unternehmen traten, wie dies z.B. bei Microsoft und Intel der Fall ist. Dennoch kann keine Prognose darüber abgegeben werden, ob es in der Biotechnologie eine vergleichbare Entwicklung wie in der Informationstechnologie in der Form geben wird, dass Start-up-Unternehmen, die sich ausschließlich auf die Technologie konzentrieren, aufgrund ihres Firmenwachstums zu Marktführern werden. Diese Frage bleibt vorerst noch offen. Was jedoch mit einiger Sicherheit gesagt werden kann ist, dass sich das Modell des durch privates Risikokapital gesteuerten Wachstums der Start-up- und Spin-off-Unternehmen, für gewöhnlich innerhalb von Firmen-Clustern, aus den USA kommend immer mehr in Europa verbreitet, insbesondere in Großbritannien, und dass die großen Pharmakonzerne weniger Anzeichen erkennen lassen, im Zeitalter der Humangenomik eine Führungsposition in der Forschung auf dem Gebiet der Biotechnologie einzunehmen als dies in Zeiten der

monoklonalen Antikörper und des rekombinanten DNA der Fall war. Als im November 1999 Chiroscience-Celltech die Firma Medeva kaufte, hatte in Großbritannien zum ersten Mal ein BioTech-Unternehmen ein Pharmazeutik-Unternehmen erworben. Die Europäer haben den Anschluss geschafft, was die Führungsposition der USA in Bezug auf die kommerzielle Nutzung der Produkte betrifft, da die Voraussetzungen für Akademiker, die Unternehmer werden wollen, in Europa besser geworden sind.

Es gibt in den USA sogar Anzeichen dafür, dass die Gründungsrate bei BioTech-Unternehmen deutlich zurückgeht, was auf Fusionen und Geschäftsübernahmen zwischen spezialisierten BioTech-Unternehmen zurückzuführen ist. Dies mag auf eine neue Phase der langsameren Entwicklung in dieser Industrie in Richtung einer weniger verzweigten Struktur als bisher hindeuten. Der Höhepunkt wurde in Massachusetts in den Jahren 1991 bis 1993 erreicht, mit einer jährlichen Rate von 15 bis 21 Neugründungen. Zwischen 1996 und 1998 fusionierten sieben Firmen oder wurden von anderen aufgekauft (Massachusetts Biotechnology Council, 1998). Es kann durchaus sein, dass wir gerade auch nur „die Ruhe vor dem großen Sturm“ erleben angesichts möglicher Firmenneugründungen in Verbindung mit „functional genomics“, einem Wissenschaftszweig, bei dem die Gen-Sequenzierung, Bioinformatik und eine große Zahl anderer kommerzieller Anwendungen der Humangenomwissenschaft erforscht werden. Es wird auf diesem Gebiet in Großbritannien und in anderen europäischen Länder mehr Aktivitäten geben, als dies während der ersten Wachstumsphase der gentechnischen Anwendungen in den achtziger Jahren der Fall war, als wissenschaftliche Schlüsselentdeckungen unpatentiert in britischen Labors liegenblieben und somit den amerikanischen Biotechnologen schon früh das Feld für Übernahme und Anwendung überlassen wurde. Großbritannien ist nun im Jahr 1999 in Europa führend auf dem Gebiet der biotechnologischen Produkte, doch immer noch genauso abhängig von den USA wie Deutschland in Bezug auf biotechnologische Therapeutika, die von großen Pharmakonzernen in Großbritannien auf den Markt gebracht und vertrieben werden. Eigenständige britische BioTech-Unternehmen beherrschen in Europa die Erprobungsphase für zukünftige Biopharmazeutika. Dazu sind oft Partnerschaften mit Pharmaunternehmen notwendig. Beispiele für diesen Trend sind auf dem Gebiet der Impfstoffe Partnerschaften von Cantab Pharmaceutical mit Glaxo und SKB, Powderject mit Glaxo und Peptide Therapeutics mit SKB. Auch Partnerschaften mit nicht britischen Pharmaunternehmen sind von Bedeutung, so z.B. Cambridge Antibody Technology mit Eli Lilly, Chiroscience mit Schering-Plough, Bristol Myers Squibb mit AstraZeneca und Scotia Holdings mit Boehringer Ingelheim. Sie zeigen, dass die europäischen Firmen tatsächlich zu den USA aufgeschlossen haben.

Die letztendliche Schlussfolgerung, die aus dieser Analyse der globalen und lokalen Abhängigkeiten und Ungleichheiten im Machtverhältnis zu ziehen ist, ist die, dass mehrere Aspekte zu berücksichtigen sind. Erstens, „Zahlenstärke“ charakterisiert die Prakti-

ken des Ökosystems von kleinen Firmen, die jene Wissenschaftler ausweisen, die Entdeckungen von potenziellen Pharmazeutika und Plattformtechnologien machen. Das Cluster ist die definitive Organisationsform der kreativen Gemeinschaft von Firmen, die selbst nicht in Erscheinung treten, aber wissenschaftliche Entdeckungen machen und deren kommerzielle Nutzung verfolgen. Investitionen sind knapp, deshalb ist es auch ganz besonders wichtig, dass die Geschäftskosten so niedrig wie möglich gehalten werden durch vertrauensvollen Austausch, den Handel mit angesehenen Unternehmen und kollektives Lernen in lokalisierten Wissensnetzwerken. Die Aussichten, langfristig Gewinne zu machen, locken Unternehmen, die juristische oder finanzielle Dienstleistungen anbieten, neben Forschungslabors und Start-up-Unternehmen in das Cluster. So entsteht hier eher ein „erweitertes Campus-Milieu“ als die „verlängerte Werkbank“, die als Metapher für die Cluster in den eher traditionellen Industriezweigen wie denen in Nord- und Mittelitalien verwendet wird. Dies veranschaulicht auch das zweite Merkmal der Drei-Punkte-Beziehung zwischen Industrie, Universität und Regierung (Etkowitz und Leydesdorff, 1997), dass nämlich die großen Pharmakonzerne und BioTech-Unternehmen außerordentlich stark von der Finanzierung durch den öffentlichen Sektor abhängig sind. So fließen z.B. 770 Mio. US \$ an öffentlichen Forschungsgeldern in die BioTech-Unternehmen in Boston, in San Francisco und in San Diego sind es je 1 Mrd. US \$. In den USA standen den staatlichen Finanzierungseinrichtungen im Jahr 1999 20 Mrd. US \$ an öffentlichen Geldern zur Verfügung, mehr als doppelt so viel wie der Etat für die Forschung und Entwicklung mit 9 Mrd. US \$ vorsieht. Es handelt sich hierbei keineswegs nur um einen Innovationsprozess, bei dem privates Risikokapital, Management-Unterstützung und Start-up-Unternehmen ins Spiel gebracht werden, um die Forschungsergebnisse aus den Labors heraus zu vermarkten. Er wird grundsätzlich in Gang gebracht durch öffentliche Forschungsetats. Die britische Regierung gibt jährlich ca. 1 Mrd. £ und Deutschland 1 Mrd. US \$ für die biowissenschaftliche Forschung aus, wobei der große öffentliche Anteil an der Biotechnologie im Risikokapital enthalten ist und als öffentliche Investition in eine Zukunftsbranche angesehen werden kann (Cooke, 1999; DTI, 1999). So bleibt zum Schluss festzustellen, die Globalisierung der Biowissenschaft und ihre kommerzielle Nutzung durch die Biotechnologie ist ein schwer zu entwirrendes Mix variabler Größen zwischen multinationalen Konzernen und Start-up-Unternehmen, Wettbewerb und Kooperation, öffentlicher Subventionierung und Rentabilität für Privatinvestoren.

7. Literaturhinweise

- Audretsch, D. (1998) Agglomeration and the Location of Innovative Activity, *Oxford Review of Economic Policy*, 14, 18-28.
- Audretsch, D. & Feldman, M. (1996) Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation and Production, *American Economic Review*, 86, 630-640.
- Best, M. (1999) Silicon Valley and the Resurgence of Route 128: Systems Integration and Regional Innovation, in Dunning, J. (Hrsg.) *Regions, Globalization and the Knowledge-based Economy*, Oxford, Oxford University Press.
- BioCentury (1999) *Biopharmaceutical Database*, Oxford, BioCentury International.
- BioGenTec (1998) *BioGenTec Atlas*, Cologne, BioGenTec.
- BioIndustry Association (1999) *BioScience UK: Fundamental, Influential, Exponential*, London, BioIndustry Association.
- Clarke, L. (1998) Setting the Pace, *Pharmaceutical Forum*, pp 2-6.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1996) Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Cooke, P. (1999) *The German Biotechnology Sector, the Public Policy Impact and Regional Clustering: an Assessment*, Report to the UK Department of Trade and Industry, Cardiff, Centre for Advanced Studies.
- Department of Trade and Industry (1998a) *Our Competitive future: Building the Knowledge-Driven Economy*, London, DTI.
- Department of Trade and Industry (1999b) *Biotechnology in Germany: Report of an ITS Mission*, London, DTI and Foreign & Commonwealth Office.
- Department of Trade and Industry (1999) *Biotechnology Clusters*, London, DTI.
- Dohse, D. (1999) *The BioRegio Contest: Results of an Empirical Investigation*, Kiel, Institute of World Economics (mimeo).
- Dohse, D. (2000) *Technology Policy and the Regions: the case of the BioRegio Contest*, Research Policy (forthcoming).
- Eastern Region Biotechnology Initiative (1998) *Sourcebook '98*, Cambridge, ERBI.
- Eastern Region Biotechnology Initiative (1999) *Background Information for Cambridge and E. Region Biotechnology Cluster* (mimeo), Cambridge, ERBI.
- Ernst and Young (1999) *European Life Sciences 99: Sixth Annual Report*, Ernst & Young.
- Etkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1997) *Universities and the Global Knowledge Economy*, London, Pinter.
- Giesecke, S. (1999) *Determinants of Successful S+T Policy in a National System of Innovation*, Vienna, Economics University (mimeo).

- Jaffe, A., Trajtenberg, M. and Henderson, R. (1993) Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations, *Quarterly Journal of Economics*, 108, 577-598.
- König, G. (1998) Nurturing Biotech in the Regions, *Pharmaceutical Forum*, pp 9-11.
- Massachusetts Biotechnology Council (1998) *Massachusetts Biotechnology Directory*, Cambridge, MBC.
- Mihell, D., Kingham, D. & Stott, M. (1997) *The Development of the Biotechnology Sector in Oxfordshire: Implications for Public Policy*, Oxford, Oxford Innovation Ltd.
- Porter, M. (1998) *On Competition*, Harvard, Harvard Business School Press.
- Powell, W., Koput, K. and Smith-Doerr, L. (1996) Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology, *Administrative Sciences Quarterly*, 41, 116-145.
- Prevezer, M. (1995) The Dynamics of Industrial Clustering in Biotechnology, *Small Business Economics*, 9, 255-271.
- Prevezer, M. (1999) Clustering in Biotechnology in the USA, in P. Swann, H. Prevezer & D. Stout (eds.) *The Dynamics of Industrial Clustering: International Companies in Computing and Biotechnology*, Oxford, Oxford University Press.
- Schitag, Ernst and Young (1998) *Germany's Biotechnology Takes Off in 1998*, Stuttgart, Schitag, Ernst & Young.
- Swann, P. & Prevezer, M. (1996) A Comparison of the Dynamics of Industrial Clustering in Computing and Biotechnology, *Research Policy*, 25, 1139-1157.
- Wrong, M. & Tait, N. (1999) Monsanto Reaps the Whirlwind, *Financial Times*, Nov. 11, p.21.