

sept working papers no. 05 2000

Eine Analyse des Nationalen Innovationssystems in Chile

Utz Dornberger

Der Autor

Dr. Utz Donberger

Dr. Utz Dornberger ist Diplombiologe und studierte an den Universitäten in Jena, Bilbao und Paris. Außerdem hat er einen Master in Small Business Studies der Universität Leipzig. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Aufbaustudiengang small enterprise promotion + training. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in der Entwicklung und Implementierung von Innovations- und Technologieförderprogrammen in Entwicklungsländern.

Abstract

Eine Analyse des Nationalen Innovationssystems in Chile

von Dr. Utz Dornberger

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Beschreibung und Analyse des nationalen Innovationssystems (NIS) in Chile. Dazu werden zwei verschiedene methodische Ansätze gewählt. Nach einer Beschreibung der Hauptakteure im chilenischen Innovationssystem wird an Hand verschiedener Indikatoren (F&E-Ausgaben, Anzahl der Fachkräfte in F&E, Anzahl der Patentanträge und Publikationen, Anzahl der Kooperationsvorhaben zwischen Unternehmen und Universitäten sowie der Unternehmen untereinander, u.a.) eine allgemeine Analyse des NIS durchgeführt. Diese Analyse konzentriert sich auf die Untersuchung der Leistungsfähigkeit und Effizienz der Mikro-, Meso- und Makroebene im Bezug auf die Entwicklung des NIS in Chile. Von besonderem Interesse ist dabei die Vernetzungs- und Kooperationsfähigkeit der Institutionen der Mesoebene und der privaten Unternehmen.

In einem zweiten Forschungsansatz wird der Schwerpunkt auf das spezifische Verhalten von innovativen Unternehmen aus Hochtechnologiebereichen im NIS gelegt. Da gerade die Akkumulation und Entwicklung von Hochtechnologien hohe Anforderungen an das NIS stellt, werden im Rahmen einer empirischen Untersuchung am Beispiel der Biotechnologie-Industrie die Funktionsweise sowie die Vor- und Nachteile des NIS in Chile detailliert charakterisiert. Damit wird die Ebene der Unternehmen (Mikroebene) in der Analyse des NIS besonders berücksichtigt. Ein erwünschter Nebeneffekt dieser Untersuchung ist die erstmalige und ausführliche Beschreibung aller Akteure (Unternehmen, Universitäten, Forschungseinrichtungen, Förderprogramme, u.a.) im chilenischen NIS, die an der Implementierung und Entwicklung der Biotechnologie beteiligt sind. Damit bietet diese Arbeit auch einen Ausgangspunkt für zukünftige Analysen der Biotechnologie in Chile.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: Die Bedeutung nationaler Innovationssysteme	1
2	Teil I: Die Entwicklung der nationalen Innovationssysteme in Lateinamerika und Chile	6
2.1	Das nationale Innovationssystem in Chile	8
2.1.1	Vorbetrachtung: Der Fluch des Rohstoffreichtums – Wachstumsstrategien in Chile	9
2.2	Die Akteure des chilenischen NIS.....	13
2.2.1	Innovative Unternehmen.....	13
2.2.2	Staatliche Institutionen	15
2.2.3	Universitäten und andere Forschungseinrichtungen	20
2.2.4	Technologieinstitute und Transfereinrichtungen	21
2.3	Indikatoren zur Messung der Leistungsfähigkeit des NIS in Chile	24
2.3.1	Ausgaben in F&E.....	24
2.3.2	Humankapital in F&E.....	24
2.3.3	Patente und Publikationen.....	25
2.3.4	Intensität der Beziehungen im NIS	26
2.3.5	Kooperation Unternehmen - Technologieinstitute/Transfereinrichtungen	27
2.3.6	Staatliche Technologie- und Innovationspolitik	28
2.3.7	Private Finanzdienstleistungen für innovative Unternehmen.....	28
2.3.8	Ausländische Direktinvestitionen	29
2.4	Exportorientierte, dynamische Produktionssysteme.....	29
2.5	Zusammenfassende Einschätzung des NIS in Chile	32
3	Teil II: Die Entwicklung der Biotechnologie im Kontext des nationalen Innovationssystems Chiles.....	35
3.1	Vorbetrachtung: Die Bedeutung der modernen Biotechnologie für Entwicklungsländer	35
3.1.1	Die Bedeutung der Biotechnologie für die wirtschaftliche Entwicklung in Chile	36
3.1.2	Biotechnologie-Unternehmen in Lateinamerika	38
3.2	Die Entwicklung der Biotechnologie im Rahmen des NIS Chiles.....	40
3.2.1	Innovative Unternehmen und die Anwendung der Biotechnologie	41
3.2.2	Das Engagement von Universitäten in der Biotechnologie	49
3.2.3	Das Engagement von Technologieinstituten und anderen Forschungseinrichtungen in der Biotechnologie	50
3.2.4	Regionale Verteilung der in der Biotechnologie aktiven Unternehmen und F&E-Einrichtungen	52
3.2.5	Staatliche Strategien zur Förderung der Biotechnologie in Chile	53
3.2.6	Investitionen des privaten Finanzsektors in die Biotechnologie	57
3.2.7	Ausländische Direktinvestitionen in den Biotechnologiesektor	57
3.2.8	Der niedrige Entwicklungs- und Anwendungsgrad der Biotechnologie in Chile – Eine zusammenfassende Betrachtung	58
4	Ansatzpunkte für eine weitere Entwicklung des chilenischen NIS	59
4.1	Neuausrichtung der Technologiefonds unter Beachtung strategischer Entwicklungsziele	60
4.1.1	Neustrukturierung des Technologiefonds FONTEC und FDI.....	60
4.1.2	Neuorientierung des Technologiefonds FDI	64

4.2	Die Förderung der Ausbildung hochqualifizierter Fachkräfte an Universitäten und Technologieinstituten.....	65
4.2.1	Förderung von <i>Entrepreneurship</i> an chilenischen Universitäten.....	65
4.3	Zentrale Koordination des staatlichen Innovationsfördersystem.....	65
4.4	Die Förderung der Biotechnologie im neuen Jahrtausend	66
5	Literatur	67
6	Abkürzungsverzeichnis	72
7	Anhang	74

1 Einleitung: Die Bedeutung nationaler Innovationssysteme

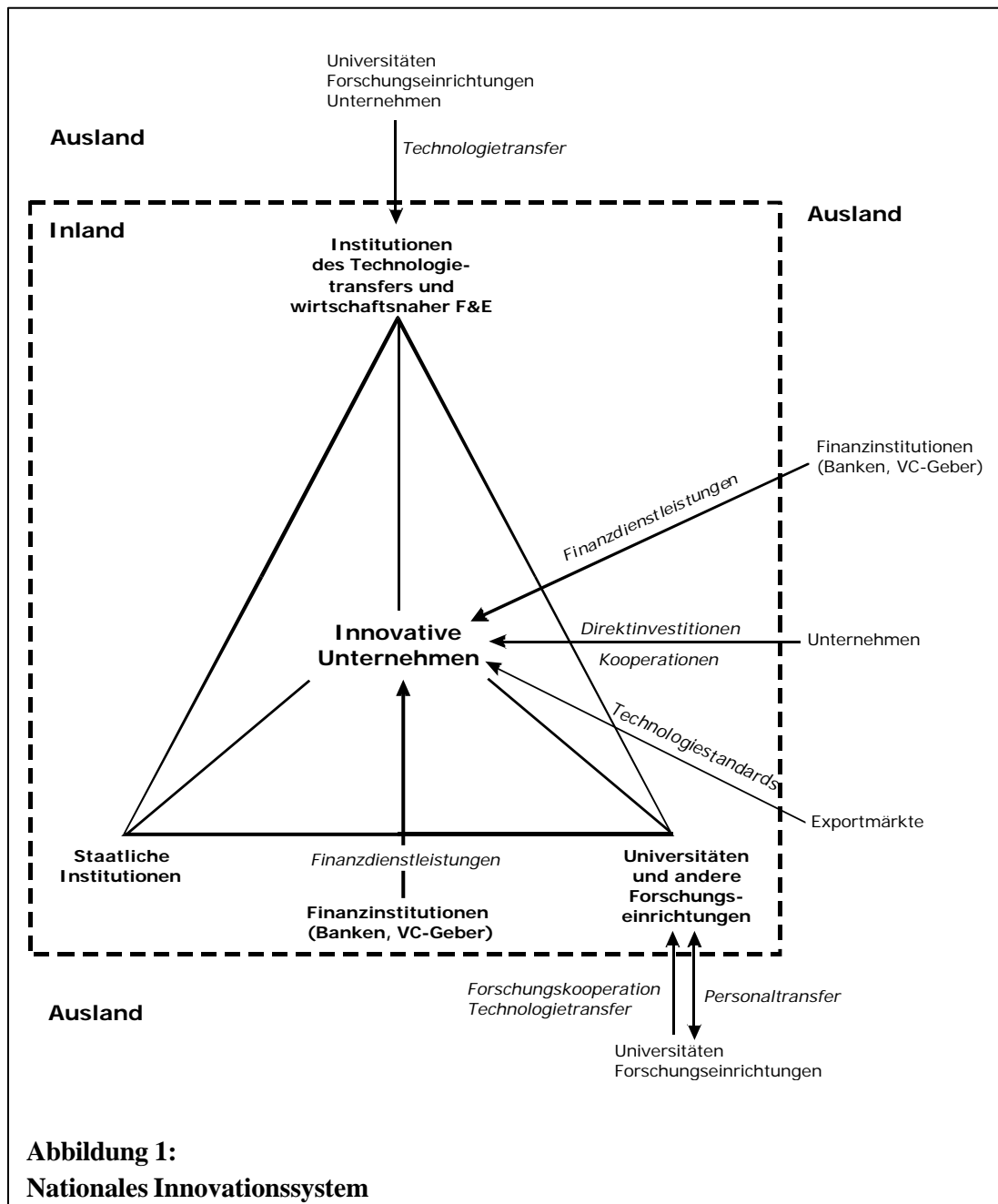
Im Zuge der Entwicklung und Anwendung von neuen, innovativen¹ Technologien vollzieht sich in fast allen Wirtschaftszweigen ein radikaler technologischer und organisatorischer Wandel. Informationstechnologien und flexible Fertigungstechniken werden zur umfassenden und permanenten Rationalisierung der Produktionsprozesse und zur immer schnelleren Abfolge von Produktinnovationen eingesetzt. Technologische Entwicklungen aus dem Bereich der Biotechnologie führen zu grundlegenden Veränderungen in der Struktur landwirtschaftlicher Produktionssysteme. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in Industrie- und Entwicklungsländern hängt stärker als je zuvor von der Fähigkeit der raschen Implementierung der neuen Technologien und Organisationsstrukturen in die Entwicklungs- und Produktionsprozesse ab. Die Fähigkeit des technologischen Lernens wird zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor für Unternehmen.

Traditionelle, insbesondere auf niedrigen Lohnkosten beruhende Wettbewerbsvorteile haben immer mehr an Bedeutung verloren. Fortgeschrittene Entwicklungsländer, die sich künftig auf den Weltindustriegütermärkten durchsetzen wollen, müssen daher neben standortbezogenen im starken Maße auch wissensbasierte Wettbewerbsvorteile in Form von technologischer Kompetenz entwickeln. Erst durch die Akkumulierung technologischen Wissens und den Aufbau technologischer Kompetenz sowie dessen landesweite Diffusion wird eine effiziente Ausnutzung der vorhandenen Standortvorteile (natürliche Ressourcen, niedrigere Lohnkosten, etc.) zur Generierung wettbewerbsfähiger Industriegüter und landwirtschaftlicher Produkte auf mittel- bis langfristige Sicht möglich sein. Diese Entwicklungsländer sind daher gefordert, die technologische Modernisierung ihres industriellen und landwirtschaftlichen Produktionsapparates strategisch zu planen und durch zielgerichtete Aktionen auf der Mikro-, Meso- und Makroebene in enger Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, wissenschaftlichen Institutionen und Staat umzusetzen (Messner & Meyer-Stamer, 1993).

Technologische Kompetenz entsteht auf der Basis eines andauernden kumulativen Innovationsprozesses (Nuhn, 1995, S. 75). Kurzfristiges Innovationsverhalten kann temporär zur Akkumulierung technologischen Wissens führen. Aufgrund der Geschwindigkeit des technologischen Wandels ist jedoch ein langfristiges Innovationsverhalten dringend erforderlich, um dauerhaft technologische Kompetenz als Voraussetzung für eine langfristige internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und deren Produkten zu sichern. Technologische Kompetenz kann sich auf breiter Basis, quer durch eine Vielzahl von Wirtschaftsbranchen, oder nur in spezifischen Bereichen entwickeln. Die branchenspezifische Ausprägung technologischer Kompetenz ist gerade bei einigen fortgeschrittenen Entwicklungsländern zu beobachten, wo besondere Voraussetzungen und technologische Lernprozesse sich zu einem Wissens- und Erfahrungsvorsprung in den Produktionsprozessen herausgebildet haben, die auf effiziente Ausbeutung natürlicher Ressourcen und Standortvorteilen basieren.

¹ Definitionen der Begriffe Innovation und technologische Kompetenz sind im Anhang A I zu finden.

Ein in den letzten Jahren viel diskutierter theoretischer Ansatz zur Beschreibung der technologischen Kompetenz bzw. der Fähigkeit der Entwicklung technologischer Kompetenz eines Landes ist die Analyse des Nationalen Innovationssystems (NIS) (Freemann, 1987; Nelson, 1993; zur ausführlichen Diskussion siehe Archibugi & Michie, 1997). Im Rahmen dieser Theorie werden Unternehmen als die Hauptakteure bei der Implementierung und Entwicklung neuer Technologien betrachtet. Gleichzeitig sind diese Unternehmen eingebettet in ein landesweites, institutionelles und kulturelles Umfeld, welches wichtige Nebenakteure wie Universitäten, Finanz- und Technologietransferinstitutionen sowie das vorhandene Humankapital umfaßt und sowohl eine fördernde als auch eine beschränkende Wirkung auf unternehmerische Aktivitäten aufweist. Hinzu kommen die Auswirkungen staatlicher Politiken, die eine Förderung des technologischen Fortschrittes und eine Stabilisierung der makroökonomischen Rahmenbedingungen erreichen wollen (siehe Abb.1).



Das Konzept des nationalen Innovationssystems basiert auf der Prämisse, daß ein Verstehen der Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren (Unternehmen, Staat, Universität, etc.), die an Innovationsprozessen beteiligt sind, der Schlüssel für die Verbesserung der technologischen Kompetenz eines Landes ist. Innovation und technischer Fortschritt sind das Resultat eines komplexen Beziehungsgeflechtes zwischen Akteuren, die technologisches Wissen produzieren, verteilen und anwenden. Die Beziehungen der Akteure eines NIS können vielfältige Formen aufweisen: gemeinsame Forschungsprojekte, finanzielle Förderung, Personalaustausch, Zulieferbeziehungen, u.a. (siehe Abb. 1).

Die verschiedenen, in der Literatur genannten Definitionen des nationalen Innovationssystems haben eine grundlegende Gemeinsamkeit: die starke Hervorhebung des Netzwerkes an Interaktionen zwischen den Akteuren eines NIS (siehe Kasten 1).

Kasten 1: Definitionen nationaler Innovationssysteme

- „National innovation system is the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify und diffuse new technology.“ (Freeman, 1987)
- „A national system of innovation is that set of distinct institutions which jointly and individually contribute to the development and diffusion of new technologies and which provides the framework within governments form and implement policies to influence the innovation process. As such it is a system of interconncted institutions to create, store and transfer knowledge, skills and artifacts which define new technologies.“ (Metcalfe, 1997)
- „ ... a national innovation system includes the public agencies that support and/ or perform R&D; a nation’s universities, which may perform research and play an important role in the training of scientists and engineers; the firms within an economy that invest in R&D and in application of new technologies; any public programmes intended to support technology adoption; and the array of laws and regulations that define intellectual property rights.“ (Mowery & Oxley, 1997)

Verschiedene Untersuchungen in Japan und den NICs (Newly Industrialised Countries) in Südostasien richten ihre Aufmerksamkeit auf die bedeutende Rolle des NIS bei der Förderung und Unterstützung des Transfers und der Nutzung von Technologien aus externen, außerhalb des betrachteten Nationalstaates liegenden Quellen (Freeman, 1987; Mowery & Oxley, 1997). Dieser Aspekt ist gerade für fortgeschrittene Entwicklungsländer von großer Bedeutung, da hier eine starke Abhängigkeit von ausländischen Technologien, die hauptsächlich in Industrieländern generiert werden, zu beobachten ist. Mowery & Oxley (1997) heben hervor, daß im Zeitraum von 1950 bis 1980 gerade die asiatischen Länder vom Transfer ausländischer Technologien profitiert haben, die ein NIS entwickelten, welches eine starke nationale Aufnahmekapazität vorweisen konnte. Diese Kapazität begründete sich im wesentlichen in starken Investitionen in wissenschaftlich- und/oder technisch-hochqualifizierte Arbeitskräfte sowie einer Handels- und Wirtschaftspolitik, die den Wettbewerb zwischen einheimischen

Firmen förderte und eine Exportorientierung der Unternehmen anstrebte. Hinzu kam die große Bedeutung der ausländischen Direktinvestitionen gerade in Hochtechnologiebereichen. Diese oft mit Technologietransfer verbundenen, ausländischen Direktinvestitionen ermöglichten die Akkumulierung technologischen Wissens, wenn ausreichend einheimische Fachkräfte am Transferprozeß beteiligt waren.

Auch öffentliche Forschungseinrichtungen können zur effizienten Absorption von ausländischen Technologien beitragen. Voraussetzung hierbei ist jedoch eine intensive Kooperation zwischen diesen öffentlichen Institutionen und den Unternehmen, z.B. in Form technologischer Entwicklungsprogramme, die auf die Bedürfnisse der einheimischen Industrie abgestimmt sind und teilweise mit öffentlichen Geldern finanziert werden (Mowery & Oxley, 1997, S. 157 f.).

Welche Relevanz haben diese Erfahrungen aus Japan und den ostasiatischen NICs für die zukünftige Entwicklung der NIS in den Entwicklungsländern ?

Der Ausbildungsaspekt zur Gewinnung eines ausreichenden Potentials an hochqualifizierten Fachkräften wird nicht an Bedeutung verlieren. Unterstützend sollten sich dabei die zunehmende Mobilität von Fachkräften und die neuen Informationstechnologien auswirken, da somit ein immer schnellerer Austausch von technologischem Wissen möglich wird.

In den letzten 20 Jahren ist allgemein eine Zunahme ausländischer Direktinvestitionen in den fortgeschrittenen Entwicklungsländern (vor allem in den NICs) zu beobachten (Mowery & Oxley, 1997, S. 143 ff.). Dadurch wird sich die Bedeutung ausländischer Direktinvestitionen für Diffusion von fortgeschrittenen Technologien in Entwicklungsländer noch erhöhen. Im zunehmenden Maße werden dabei auch kleine und mittlere Unternehmen aus Industrieländern Direktinvestitionen besonders im Rahmen von Kooperationen (*joint venture*, etc.) in Entwicklungsländern tätigen.

Ein dritter wichtiger Aspekt ist die Finanzierung des NIS in Entwicklungsländern. Während öffentliche Forschungs- und Transfereinrichtungen sowie Universitäten im starken Maße von staatlichen Grundfinanzierungen und Fördermitteln abhängig sind, müssen innovative Unternehmen ihre F&E-Aktivitäten hauptsächlich über private Kapitalgeber finanzieren. Da traditionelle Banken gerade bei kleinen und mittleren Unternehmen selten bereit sind, F&E-Projekte zu finanzieren, sind innovative, international aktive Finanzdienstleister wie branchenspezifische Risikokapital-Unternehmen immer stärker gefragt.

Aufgrund dieser Entwicklungen wird sich der internationale Charakter eines NIS immer weiter verstärken. Die Vorteile der Internationalisierung des NIS liegen in der Möglichkeit der schnellen Akkumulierung ausländischer Technologien sowie der dafür notwendigen Finanzmittel. Damit haben gerade fortgeschrittene Entwicklungsländer die Chance einer nachholenden Technologisierung ihrer Produktionssysteme. Die Erfahrungen der südostasiatischen NICs zeigen jedoch, daß die technologische Aufnahmekapazität eines nationalen Innovationssystems entscheidend für die Entwicklung technologischer Kompetenz auf breiter Basis ist (Mowery & Oxley, 1997, S. 162 f.).

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Beschreibung und Analyse des nationalen Innovationssystems in Chile. Dazu werden zwei verschiedene methodische Ansätze gewählt.

Nach einer Beschreibung der Hauptakteure im chilenischen Innovationssystem wird an Hand verschiedener Indikatoren (F&E-Ausgaben, Anzahl der Fachkräfte in F&E, Anzahl der Patentanträge und Publikationen, Anzahl der Kooperationsvorhaben zwischen Unternehmen und Universitäten sowie der Unternehmen untereinander, u.a.) eine allgemeine Analyse des NIS durchgeführt. Diese Analyse konzentriert sich auf die Untersuchung der Leistungsfähigkeit und Effizienz der Mikro-, Meso- und Makroebene im Bezug auf die Entwicklung des NIS in Chile. Von besonderem Interesse ist dabei die Vernetzungs- und Kooperationsfähigkeit der Institutionen der Mesoebene und der privaten Unternehmen.

In einem zweiten Forschungsansatz wird der Schwerpunkt auf das spezifische Verhalten von innovativen Unternehmen aus Hochtechnologiebereichen im NIS gelegt. Da gerade die Akkumulierung und Entwicklung von Hochtechnologien hohe Anforderungen an das NIS stellt, werden im Rahmen einer empirischen Untersuchung der Biotechnologie-Industrie die Funktionsweise sowie die Vor- und Nachteile des NIS in Chile detailliert charakterisiert. Damit wird die Ebene der Unternehmen (Mikroebene) in der Analyse des NIS besonders berücksichtigt. Ein erwünschter Nebeneffekt dieser Untersuchung ist die erstmalige und ausführliche Beschreibung aller Akteure (Unternehmen, Universitäten, Forschungseinrichtungen, Förderprogramme, u.a.) im chilenischen NIS, die an der Implementierung und Entwicklung der Biotechnologie beteiligt sind. Damit bietet diese Arbeit auch einen Ausgangspunkt für zukünftige Analysen der Biotechnologie in Chile.

2 Teil I: Die Entwicklung der nationalen Innovationssysteme in Lateinamerika und Chile

Während der Phase der Importsubstitution in den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts waren die NIS in Lateinamerika durch relativ geringe Investitionen in F&E geprägt. Dies wird besonders deutlich im Vergleich mit OECD-Staaten Europas und den NICs in Südostasien (siehe Tabelle 1) (vgl. Freeman, 1997, S. 31 ff.). Die Mehrzahl der F&E-Aktivitäten waren in öffentlichen Institutionen wie Universitäten, staatlichen Forschungsinstitutionen und Unternehmen angesiedelt. Die Ausbildung der einheimischen Fachkräfte beschränkte sich auf die staatseigenen Universitäten. Der Staat spielte die wichtigste Rolle bei der Entwicklung des NIS. Der Finanzierungsanteil der privaten Unternehmen an F&E war im Vergleich zu den NICs in Südostasien sehr gering (< 25 %). Es erfolgte fast ausschließlich ein Import an ausländischen Technologien, der in den jeweiligen Unternehmen selten durch signifikante Innovationsprozesse begleitet wurde. Das heißt lokale Anstrengungen zur Begleitung dieser Importprozesse ausländischer Technologien im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben waren selten vorhanden, so daß sich eine eigene technologische Kompetenz kaum entwickeln konnte (Cassiolato & Lastres, 1999, S. 5 ff.).

Tabelle 1: Unterschiede in nationalen Innovationssystemen in den 80er Jahren^a

NICs in Südostasien	Lateinamerika
Ausbau des Ausbildungssystems mit Prioritäten in der universitären und ingenieur-technischen Ausbildung	keine explizite Förderung der Ausbildung von hochqualifizierten Fachkräften, geringer Output an Ingenieuren
Ausgaben für F&E > 1,5 % des BIP	Ausgaben für F&E < 1,0 % des BIP
industrielle F&E hat einen Anteil von > 50 % an Gesamtausgaben für F&E	industrielle F&E hat nur einen Anteil von < 25 % an Gesamtausgaben für F&E
starke Vernetzung zwischen Akteuren des NIS	schwache Vernetzung zwischen Akteuren des NIS
Entwicklung einer hochwertigen technischen und wissenschaftlichen Infrastruktur mit starker Vernetzung zu Industrieunternehmen	schwache wissenschaftlich-technische Infrastruktur und geringe Vernetzung mit Industrieunternehmen
schnelle Aufnahme japanischer Erfahrungen im Technologie- und F&E-Management in Unternehmen	kaum Erfahrungen im Technologie- und F&E-Management in Unternehmen
starker Technologietransfer, der durch eigene technologische Entwicklungsaktivitäten in den Unternehmen begleitet wird	starker Technologietransfer, jedoch kaum begleitende F&E zur Integration und Weiterentwicklung der ausländischen Technologien

^aabgewandelt nach Freeman (1997), S. 34

Ein weiteres Problem war die schwache Vernetzung der einzelnen Akteure des NIS. Industrieunternehmen, die ausländische Technologien importierten, erreichten dadurch im Rahmen eines Ein-Schritt-Prozesses eine Verbesserung ihrer Produktqualität und Effizienzsteigerung der Produktionsprozesse. Aufgrund der schwachen Vernetzung zu anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen war der technologische Wandel jedoch auf dieses Unternehmen beschränkt. Es existierte kein kollektiver Prozeß des technologischen Lernens.

Im Gegensatz zu den südostasiatischen NICs wurden nur geringe Anstrengungen zur Verbesserung der Ausbildung und deutlichen Erhöhung der Anzahl technologischer Fachkräfte unternommen. Dies führte zu einer schwachen technologischen Aufnahmekapazität der NIS in Lateinamerika.

Für innovative Unternehmen stellte sich die Schwierigkeit der Finanzierung ihrer F&E-Aktivitäten besonders im Rahmen eines längerfristigen Finanzierungsmodells. Einzig der Staat war in der Lage, langfristige Finanzierungsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen. Der private Finanzsektor verharrte in einer „Kultur der Kurzfristigkeit“ und konzentrierte sich nur auf hochprofitable Kreditgeschäfte mit kurzer Laufzeit (Cassiolato & Lastres, 1999, S. 7). Hinzu kamen hohe Zinssätze, die es kleinen Unternehmen unmöglich machten, einen privaten Bankkredit zurückzuzahlen.

Seit Anfang der 90er Jahre des 20. Jahrhundert befinden sich die nationalen Innovationssysteme in Lateinamerika in einer strukturellen Reform. Diese Reform wird hauptsächlich durch die Veränderungen der makroökonomischen Rahmenbedingungen mit einer Abkehr vom Importsubstitutionsmodell und durch die Liberalisierung sowie Privatisierung der Wirtschaft hervorgerufen. Die Auswirkungen dieser veränderten makroökonomischen Rahmenbedingungen auf die NIS können, wie folgt, zusammengefaßt werden (vgl. Cassiolato & Lastres, 1999, S. 7 ff.):

Stärkerer Import von ausländischer Technologie und Maschinen

Durch die Liberalisierung der Wirtschaft werden die Kosten für importierte Kapitalgüter herabgesetzt. Im eigenen Land produzierte Maschinen und Ausrüstungen werden zunehmend durch ausländische ersetzt. Mit dem Kauf von Staatsunternehmen durch internationale Konzerne vermindert sich die Abhängigkeit dieser Unternehmen von lokaler Technologiekompetenz. Lokale innovative Firmen, die von multinationalen Konzernen (MNK) aufgekauft wurden, vermindern teilweise ihre lokalen F&E-Aktivitäten. Die Strategie der MNK zielt auf eine Reduzierung der technologischen Entwicklungsaktivitäten ihrer Filialen in Lateinamerika. F&E-Aktivitäten werden auf die Stammländer der MNK konzentriert. Diese Entwicklungen führen zu einer Verringerung der Nachfrage nach lokaler Technologie. Auf der anderen Seite birgt der vereinfachte Zugang zu ausländischen Technologien jedoch auch ein Potential für eine schnellere technologische Entwicklung von Unternehmen, die allein auf Basis lokaler Technologiekompetenz in dieser Geschwindigkeit nicht möglich wäre.

Zunahme der ausländischen Direktinvestitionen

In einigen Ländern Lateinamerikas (Chile, Brasilien, u.a.) kommt es zur deutlichen Zunahme an ausländischen Direktinvestitionen. Diese sind zum Teil mit einem verstärkten Transfer von Hochtechnologien, besonders in der Telekommunikation, verbunden.

(Teil)privatisierung der staatlichen Forschungsinstitute und Universitäten

Die staatliche Politik zur Verminderung der Staatsausgaben hat zu einer (Teil)privatisierung staatlicher Forschungs- und Technologieinstitute sowie Universitäten geführt. Diese sind somit in starkem Maße gezwungen, private Finanzierungsquellen für ihre Aktivitäten zu erschließen. Dadurch kommt es zu einer Reduzierung der reinen Forschungsprojekte und zur steigenden Konzentration auf technologische Beratungsangebote, die von privaten Unternehmen gegen entsprechende Bezahlung in Anspruch genommen werden.

Seit Mitte der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts wurden die industriellen Innovationsprozesse in verschiedenen lateinamerikanischen Ländern, wie Mexico, Kolumbien, Venezuela, Brasilien, Chile und Argentinien untersucht (Sutz, 1998). Obwohl diese Untersuchungen nicht auf gemeinsamen methodischen Strategien basieren und somit der Vergleich der Datensets verschiedener Länder schwierig ist, lassen sich einige grundlegende Schlußfolgerungen ziehen (vgl. Arocena & Sutz, 1999, S. 12):

- die nationalen Ausgaben in F&E sind nach wie vor relativ gering, < 1 % des BIP
- interne F&E-Projekte werden von innovativen Unternehmen bevorzugt, schwache Vernetzung
- die industriellen Innovationsprozesse weisen starke Unterschiede im Komplexitätsgrad aus und sind hauptsächlich informal strukturiert
- innovative Unternehmen haben eine bedeutende Anzahl von Fachkräften, Unternehmen ohne qualifiziertes Personal sind nicht innovativ
- das Fehlen von Fachkräften in Klein- und Mittelunternehmen (KMU) wird durch externe Beratungskapazitäten nicht kompensiert.

2.1 Das nationale Innovationssystem in Chile

In der jüngeren Vergangenheit gab es verschiedene Studien zum nationalen Innovationssystem in Chile (Benavente & Grespi, 1997 u. Mullin et al., 1998). Benavente und Crespi analysierten an Hand verschiedener, allgemeiner Indikatoren (ausländische Direktinvestition, F&E-Ausgaben, vorhandenes Humankapital, u.a.) die Leistungsfähigkeit des chilenischen NIS. Mullin und Kollegen (1998) führten im Auftrag des nationalen Wissenschafts- und Technologierates CONICYT eine Analyse des Wissenschafts- und Technologiesystems durch. Dabei wurden auch wichtige Aspekte des chilenischen NIS diskutiert. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird aufbauend auf diesen Studien eine aktuelle und detaillierte Analyse des chilenischen NIS präsentiert, wobei die entscheidenden Akteure eines NIS, die Unternehmen und deren Vernetzungen mit der Mesoebene im Mittelpunkt stehen.

2.1.1 Vorbetrachtung: Der Fluch des Rohstoffreichtums – Wachstumsstrategien in Chile

Chile ist eines der wenigen Länder mit einem sehr hohen Exportanteil an Rohstoffen und Rohprodukten, das in den 90er Jahren ein starkes Wachstum des Bruttoinlandproduktes von jährlich 3 bis 7 % aufweisen kann (siehe Tabelle 2). Nach dem jüngsten *Human Development Report* liegt das Land auf Rang 34 im HDI unter 178 Nationen (UNO, 2000). Mit einem Brutto-sozialprodukt von 4.450 US\$ pro Kopf ist Chile eines der am weitesten entwickelten Länder Lateinamerikas. In der kürzlich veröffentlichten Analyse des renommierten Rating-Agentur Standard & Poor's wurde Chile mit dem Prädikat A- bedacht, welches Chile zum Land mit dem geringsten Risikofaktor in ganz Lateinamerika klassifiziert (El Diario, 28.02.2000, S. 29).

Tabelle 2: Wirtschaftliche Eckdaten Chile's^a

	1997	1998 ^b	1999 ^b	2000 ^c	2001 ^c
BIP, Veränderungen in % (real)	7,1	3,4	-1,1	5,8	6,0
BIP (Mrd. US\$)	75,6	72,7	67,0	71,9	76,4
Inflation in %	6,0	4,7	2,3	3,8	3,2
Haushaltsbilanz in % des BIP	2,0	0,4	-1,5	-0,5	0,0
Export (Mrd. US\$)	16,7	14,8	15,6	17,6	19,3
Import (Mrd. US\$)	18,2	17,3	14,0	16,7	18,7
Handelsbilanz (Mrd. US\$)	-1,5	-2,5	1,7	0,9	0,6
Ausländ. Direktinvestitionen (Mrd. US\$)	3,5	1,8	4,4	4,0	4,2

^aDresdner Bank Lateinamerika AG (2000)

^bvorläufige Zahlen; ^cVorhersagen

Das Land verfolgt ein einfaches, in vielen Branchen von ausländischen Direktinvestitionen geprägtes, auf immer neuen Technologietransfer angewiesenes Wachstumsmuster, das zum Export von Produkten mit geringer Wertschöpfung führt. Chile ist der weltgrößte Produzent an Kupfer und erwirtschaftet ca. 40 % seiner Exporteinnahmen auf Basis dieses Rohstoffes und anderer Edelmetalle (siehe Tabelle 3). Außerdem gehört das Land zu den bedeutendsten Exporteuren in den Bereichen Holzprodukte und Zellulose, Früchte und Wein sowie Fisch (Lachs) und Fischmehl. Zusammengefasst stellen diese Rohstoffe bzw. Rohprodukte mit geringem Verarbeitungsgrad fast 70 % aller Exporte des Landes (Tabelle 3). Die Abhängigkeit des Landes von den Weltmarktpreisen für diese Produkte wurde besonders im Jahr 1999 deutlich, als der Kupferpreis auf unter 75 Cents je Pfund absackte und das Land zum ersten Mal nach 15 Jahren einen Rückgang des Bruttoinlandproduktes von 1,1 % im Vergleich zum Vorjahr verzeichnen mußte (siehe Tabelle 2). Aufgrund der immer noch hohen Kupfervorkommen und der international wettbewerbsfähigen Produktionsanlagen wird das "rote Metall" auch noch in den kommenden Jahren eine wichtige Rolle in der chilenischen

Wirtschaft spielen. Langfristige Analysen zeigen jedoch, daß die Bedeutung des Kupferbergbaus in Chile im Abnehmen begriffen ist. Seit Mitte der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts hat sich dessen Anteil am Gesamlexport um mehr als 50 % verringert, nicht zuletzt wegen des Preisverfalls auf den Weltmärkten. Während für den Zeitraum von 1989 bis 1998 ein Pfund Kupfer im Durchschnitt 102,5 Cents auf dem Weltmarkt kostete, wird für die nächste Dekade ein Preis von 86,1 Cents pro Pfund vorausgesagt (El Diario, 06.02. 2000).

Tabelle 3: Chilenische Exporte nach Wirtschaftszweigen in Mio. US\$ (FOB)^{a,b}

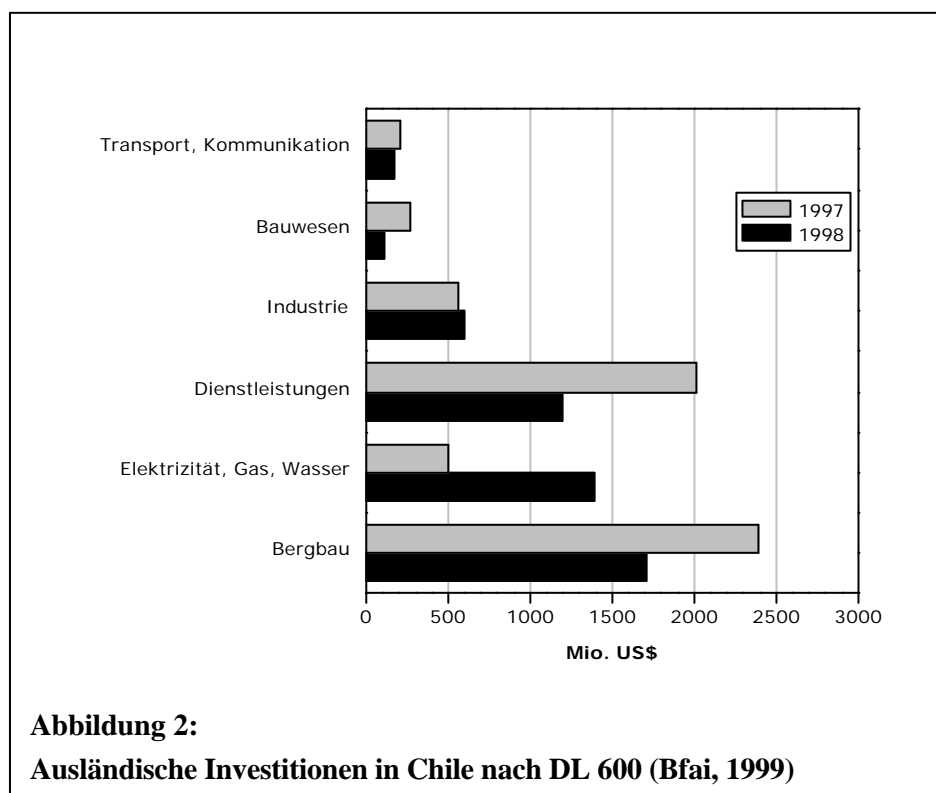
Branche/Warengruppe	1996	1997	1998
Bergbau	7.324,0	8.131,6	6.504,4
<i>Kupferbergbau</i>	6.028,6	6.840,8	5.331,6
<i>Sonstiger Bergbau</i>	1.295,4	1.290,8	1.172,8
Landwirtschaft	1.454,0	1.483,0	1.514,1
<i>Obstwirtschaft</i>	1.205,2	1.193,7	1.180,2
<i>Sonstige</i>	248,8	289,3	333,9
Forstwirtschaft	111,1	116,0	32,1
Fischwirtschaft	906,5	1.033,4	1.110,6
<i>Fisch (frisch, gefroren)</i>	812,6	945,6	1.017,9
<i>(davon Lachs)</i>	(392,4)	(469,0)	(515,6)
<i>Sonstige</i>	93,9	87,8	92,7
Industrie	5.609,2	5.899,3	5.668,4
<i>Wein</i>	292,8	424,1	528,1
<i>Fischmehl</i>	608,3	549,6	345,7
<i>sonstige Nahrungs- und Futtermittel</i>	951,2	702,4	557,7
<i>Zellulose, Papier, u.a.</i>	1009,0	967,9	972,1
<i>Holzprodukte, Möbel</i>	729,3	837,4	731,8
<i>Chemische Produkte</i>	581,5	785,7	729,0
<i>Sonstige</i>	1.437,1	1.632,2	1.804,0
Gesamt	15.404,8	16.663,3	14.829,6

^aBanco Central (1999)

^bvorläufige Zahlen

Basierend auf der deutlichen Belebung (im Vergleich zu 1999) des Weltmarktes für Kupfer schätzen die meisten Analysten, daß Chile für das Jahr 2000 wieder ein deutliches Wachstum des Bruttoinlandproduktes von 5 bis 6 % aufweisen wird (Tabelle 2). Hinzu kommen die deutlich positiven Aussichten bei den ausländischen Direktinvestitionen, die, so bestätigen Analysten, auch in den nächsten Jahren im Bereich von 4 Mrd. US\$ jährlich liegen werden (siehe Tabelle 2). Der Hauptanteil dieser Investitionen wird, wie traditionell schon in den vergangenen Jahren (siehe Abb. 2), in den Bergbausektor, den Infrastrukturbereich und den Dienstleistungssektor fließen. Aufgrund dieser deutlich positiven Tendenzen für die Entwicklung der chilenischen Wirtschaft halten es die meisten Ökonomen in Chile für möglich, daß das Land unter Fortsetzung der bisherigen Strategie zu dauerhaften Wachstumsraten von jährlich 6 bis 7 % wie Mitte der 90er Jahren zurückkehren wird.

Einer der wenigen, die Zweifel äußern, ist Felipe Larrain, Wirtschaftsprofessor an der renommierten Katholischen Universität Chiles (Universidad Catolica de Chile). In einer Studie, die er zusammen mit Jeffrey Sachs von der Harvard Universität verfaßte, wird es als kaum wahrscheinlich angesehen, daß Chile weiterhin hohe Wachstumsraten allein basierend auf der Ausbeutung natürlicher Ressourcen erreichen kann. Es wird deshalb als notwendig angesehen, daß das Land zu einem verstärkten Export an Produkten mit einem hohen Wertschöpfungsgrad auf Basis einer diversifizierten Industriegüterproduktion gelangt (Interview mit F. Larrain, El Mercurio 12.12.1999, S. 4; El Diario, 28.01.2000). Auf diesen Punkt wird auch in einer Studie über Investitionen in die chilenische Wirtschaft in den vergangenen 20 Jahren hingewiesen (Moguillansky, 1999). In Chile ist eine starke Konzentration der privaten und öffentlichen Investitionen in wenige traditionelle Wirtschaftssektoren und große Unternehmen zu beobachten. Chilenisches als auch ausländisches Kapital ist hauptsächlich in Industrien zur Gewinnung und Bearbeitung von Rohstoffen (Bergbau, Holz- und Zelluloseindustrie), den Infrastrukturbereich (Energie, Telekommunikation, Transport) und den Sektor der Finanzdienstleistungen geflossen (Abb. 2). Es erfolgten kaum Investitionen in Wirtschaftsbereiche, wo die Erhöhung des Wertschöpfungsgrad von Produkten und die Anwendung modernster Technologien (Hochtechnologien) eine wichtige Rolle spielen. Deren Anteil liegt maximal noch bei 10 % der getätigten Gesamtinvestitionen. Die Beteiligung an kleinen und mittleren Unternehmen durch direkte Investitionen ist von 14 % auf unter 10 % zurückgegangen (Moguillansky, 1999).



Die Kritiker der traditionellen Wachstumsstrategie nennen verschiedene Punkte, die zu einer Neuorientierung der wirtschaftlichen Entwicklung Chiles hin zu einer stärkeren Integration in

den Weltmarkt über den Aufbau bzw. Ausbau einer diversifizierten Industriegüterproduktion mit hohem Wertschöpfungsanteil führen sollen (Interview mit F. Larrain, El Mercurio 12.12.1999, S. 4; Moguillansky, 1999):

Förderung von ausländischen Investitionen im Hochtechnologiebereich

Chile war in den letzten Jahren sehr erfolgreich bei der Werbung ausländischer Investoren. Deren Investitionen sind aber hauptsächlich in die Bereiche Bergbau und Infrastruktur geflossen. Es hat aber kaum ausländische Investitionen in Technologie- bzw. Hochtechnologiebereiche gegeben. Deshalb sollte der chilenische Staat in Zukunft eine aktivere Rolle bei der Förderung von Investitionen in Hochtechnologien spielen. Dies könnte z.B. über die Etablierung von Steueranreizen geschehen.

Eines der Vorbilder in diesem Bereich scheint Costa Rica zu sein. Nach 14monatigen Verhandlungen erzielte die Regierung des kleinen mittelamerikanischen Landes eine Vereinbarung mit Intel zur Errichtung einer Chipfabrik. Mittlerweile exportiert Costa Rica Computerchips im Wert von mehr als 1 Mrd. US\$ jährlich, das entspricht immerhin ca. 10 % des BIP des Landes. Auch Chile hatte sich um Intel bemüht, letztendlich machte aber Costa Rica das Rennen, hauptsächlich wegen der starken Unterstützung der costaricanischen Regierung für dieses Projekt und des breiten Angebots an jungen Fachkräften mit Kenntnissen der englischen Sprache (El Mercurio, 30.01.2000, S. 4).

Förderung von Wissenschaft und Technologie

Chile investiert bisher jährlich ca. 0,6 bis 0,7 % des Bruttoinlandproduktes in Forschung und Entwicklung (RICYT, 2000). Dieser Wert wird in Lateinamerika nur von Brasilien übertroffen. Im Vergleich mit den südostasiatischen NICs ist dies relativ wenig, da hier über 2 % des Bruttoinlandproduktes in Forschung und Entwicklung fließen. Außerdem ist die Beteiligung der Privatwirtschaft an Forschung und Entwicklung mit ca. 21 % (zum Vergleich: über 60 % in Taiwan oder Korea) schwach ausgeprägt.² Die großen Firmen des Kupfer- oder Holzsektors vertrauen bisher mehr ihren natürlichen Standortvorteilen und den kurzfristigen Strategien zur Kostensenkung, um ihre Marktposition zu sichern. Die Kooperationen mit Forschungseinrichtungen an Universitäten sind nur in geringem Maße ausgeprägt. Gerade kleinen und mittleren Unternehmen wird deshalb in Zukunft eine stärkere Rolle als Technologie- und Innovationsträger zugetraut. Dafür wird es notwendig sein, daß der Staat stärker als bisher die Anstrengungen der Unternehmen in diesem Bereich direkt durch Förderprogramme oder indirekt durch Steuererleichterungen unterstützt.

Verbesserung der Infrastruktur

In Folge der Privatisierung der Flughäfen und Häfen sowie durch die Übertragung des Baus neuer Fernverkehrsstraßen an private Unternehmen konnte die Infrastruktur im Verkehrs- und Transportsektor deutlich verbessert werden. Ähnlich positive Entwicklungen sind im Energie- und Wasser/Abwasserbereich zu verzeichnen. In der Nutzung neuester Technologien im Telekommunikationsbereich, insbesondere des

² www.innovacion.cl

Internets, sind aber noch deutliche Defizite zu erkennen. Im Juli 1999 wurden in Chile 22 Internetanschlüsse pro 10.000 Einwohner registriert (zum Vergleich: in Neuseeland sind es 424 oder in Finnland 665) (El Diario, 14.03.2000, S. 30). Gerade für Länder wie Neuseeland, Finnland und besonders Chile, die relativ weit entfernt von ihren Exportmärkten liegen, ist der Ausbau der modernen Telekommunikationsnetze ein wichtiger Standortfaktor.

Neubestimmung der Steuer- und Wechselkurspolitik

In Chile gibt es schon seit längerem Diskussionen über notwendige Veränderungen in der Steuerpolitik (Leiva, 1999). Dabei wird insbesondere diskutiert, ob das Instrument der Steuererleichterungen zur Förderung spezifischer Wirtschaftsbereiche sowie Forschung und Entwicklung in den Unternehmen eingesetzt werden soll.

Die Mehrzahl der oben genannten Punkte sind eng mit einer noch aktiveren Rolle des chilenischen Staates bei der Technologie- und Innovationsförderung im privaten wie öffentlichen Sektor verbunden. Der Staat sollte stärker als bisher Zielvorgaben (z.B. Etablierung von Hochtechnologie-Unternehmen) bei der Entwicklung des NIS in Chile setzen. Die Erfahrungen der südostasiatischen NICs zeigen, daß diese Forderung nach mehr staatlichen Interventionen im NIS teilweise als berechtigt angesehen werden kann, da hier zumindest bei der Generierung des notwendigen Humankapitals der öffentlichen Hand eine entscheidende Rolle zukam (Mowery & Oxley, 1997, S. 162). Auch die damit eng verbundene Finanzierung von öffentlichen und privaten Forschungsinstitutionen ist in den entwickelten Industriestaaten im Aufgabenbereich des Staates verankert (Bell & Pavitt, 1997, S. 99). Inwieweit der Staat jedoch spezifische Technologiebranchen oder sogar einzelne Unternehmen im Rahmen seiner Technologie- und Innovationspolitik bevorzugt fördern oder nicht fördern soll, bleibt umstritten (vgl. Metcalfe, 1997). Gerade die Förderung von Hochtechnologien ist mit einem hohen Finanzierungsaufwand verbunden. Dieser kann von Seiten des Staates nur gerechtfertigt werden, wenn die bevorzugte Förderung einzelner Technologien zu der Wettbewerbsfähigkeit wichtiger Wirtschaftsbranchen entscheidend beiträgt.

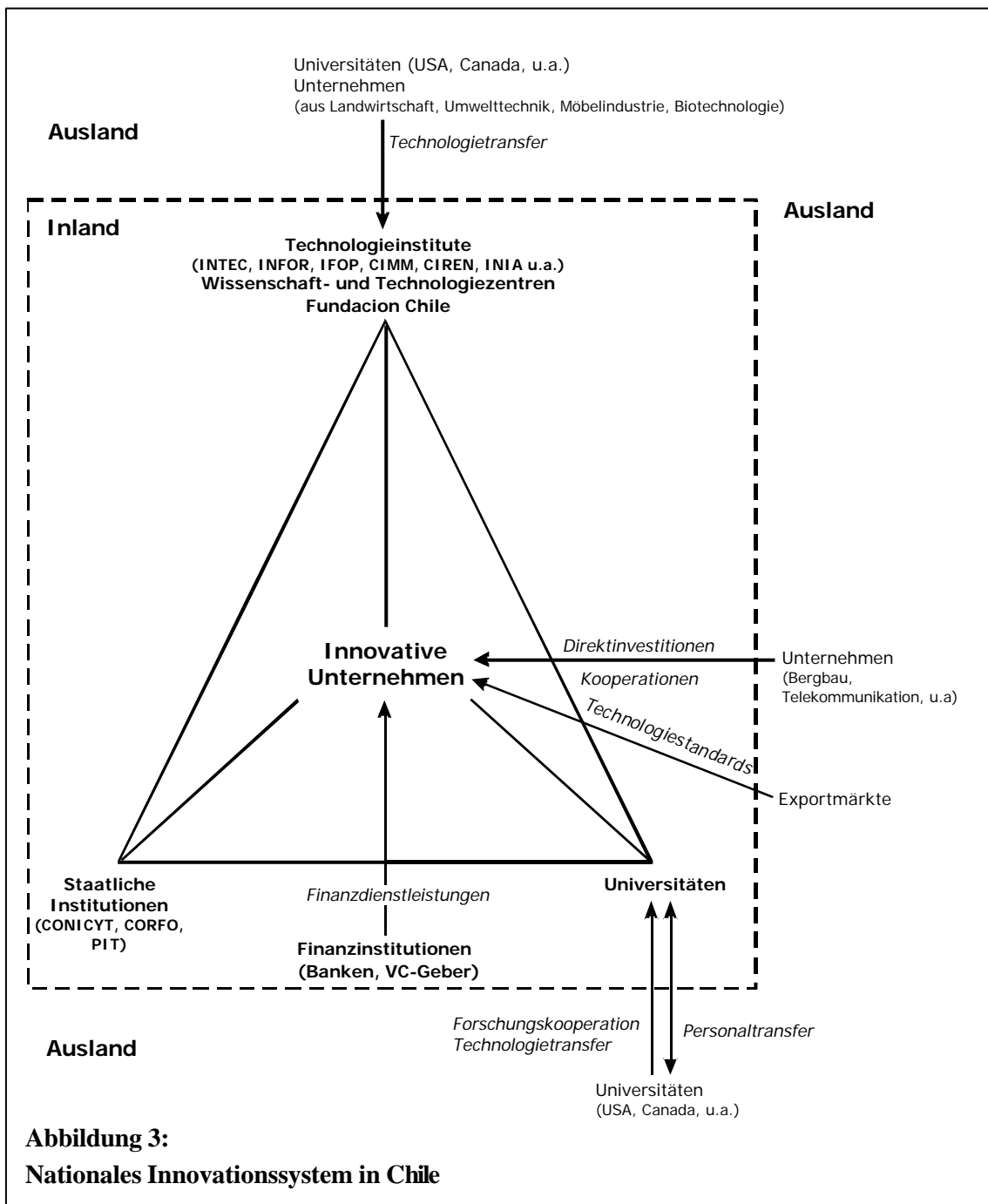
2.2 Die Akteure des chilenischen NIS

Die wichtigsten Akteure des NIS in Chile sind innovative Unternehmen aus verschiedenen Wirtschaftsbranchen, staatliche Institutionen der Wissenschaft- und Technologieförderung, die wichtigsten Universitäten des Landes sowie Technologieinstitute und Transferzentren (siehe Abb. 3).

2.2.1 Innovative Unternehmen

Vor allem exportorientierte Unternehmen in Chile besitzen eine steigende Aufnahmekapazität für neue Technologien und eine ausgeprägte Fähigkeit, diese an lokale Bedürfnisse anzupassen. Seit 10 Jahren haben Kapitalgüterimporte in Chile beständig an Bedeutung gewonnen, um ganze Produktionslinien, insbesondere in der Produktion von Rohstoffen und Rohprodukten

(Kupfer, Zellulose, Fischmehl), zu modernisieren. Der technologischen Frage wird eine wachsende Bedeutung seitens der Unternehmen eingeräumt, auch wenn Probleme in der Infrastruktur sowie die Preisschwankungen für Rohstoffe und Rohprodukte auf dem Weltmarkt immer noch als die größten Herausforderungen bei der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft angesehen werden (vgl. Aldunate, 1998).



In einer Studie über die technologische Innovation in der chilenischen verarbeitenden Industrie zeigt sich, daß bei 23,5 % der befragten fast 5.000 Unternehmen integrale Innovationsprozesse in Produktion, Management und Produktentwicklung realisiert werden (PIT, 1997). Mehr als 30 % der Unternehmen gab an, nur wenige oder keine technologischen Innovationen im Befragungszeitraum zwischen 1992 und 1995 durchgeführt zu haben. Für die Mehrzahl der Unternehmen sind adaptive und schrittweise Innovationsprozesse (Verbesserung der Produktion und Produkte) charakteristisch. Die Entwicklung und Vermarktung vollkommen neuer, eigener Technologieprodukte hat eine geringere Bedeutung. Die chilenische verarbeitende Industrie vollzieht damit hauptsächlich einen *Catching-up*-Prozess moderner Technologien aus dem Ausland (PIT, 1997, S. 28). Charakteristisch dafür ist auch die relativ geringe Anzahl von Hochtechnologie-Unternehmen in den Bereichen Software, Computertechnik und Biotechnologie, die mit eigenen Produkten auf dem Weltmarkt vertreten sind.

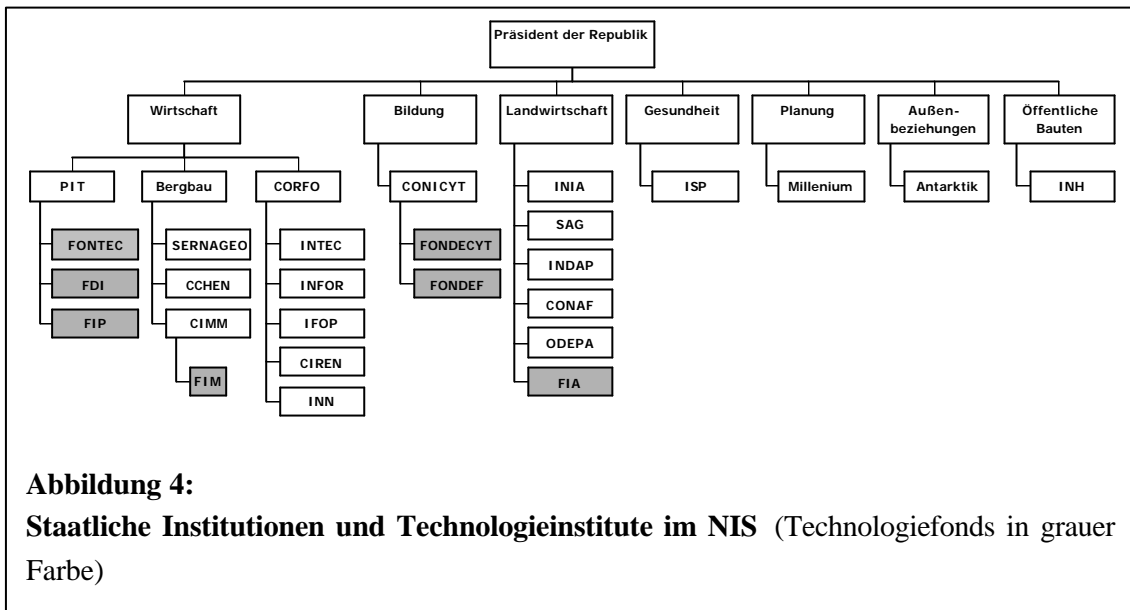
Bemerkenswert ist das technologische Know How des staatlichen Bergbauunternehmens CODELCO. Aufgrund langfristiger Investitionen in F&E, die enge Kooperation mit Universitäten und dem Technologieinstitut CIMM konnte international wettbewerbsfähige Minentechnik entwickelt werden (CODELCO, 2000).

Besonders die erstaunlichen Erfolge Chiles im Obstanbau und –export, bei der Weinproduktion sowie in der Lachszucht zeigen beispielhaft, wie diese, auf der Ausbeutung natürlicher Ressourcen basierenden, dynamischen Produktionssysteme (DPS), eine teilweise hohe Effizienz und Leistungsfähigkeit bei der Entwicklung technologischer Kompetenz aufweisen können (zur ausführlichen Diskussion, siehe Seite 29 ff.). Dabei spielen einige hochinnovative Unternehmen und die von dort ausgehende Diffusion technologischen Wissens eine entscheidende Rolle. Letztendlich ist aber auch in diesen Wirtschaftsbereichen die schnelle Aufnahme und Adaption (Imitation) ausländischer Technologien die vorherrschende Innovationsstrategie.

2.2.2 Staatliche Institutionen

Verschiedene Ministerien und davon abhängige Institutionen sind am NIS in Chile beteiligt (siehe Abbildung 4). Traditionell spielen dabei das Landwirtschaftsministerium mit verschiedenen Förder-, Kontroll- und Technologieinstitutionen als auch das Bildungsministerium mit seinen Programmen zur Finanzierung von F&E an Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle. Mit der Eingliederung der Verantwortlichkeiten für den nationalen Bergbau und besonders durch die Etablierung des nationalen Programms zur technologischen Innovation (El Programa de Innovación Tecnológica (PIT)) konzentrieren sich die Hauptaktivitäten der staatlichen Technologie- und Innovationspolitik im Wirtschaftsministerium. Dies wird durch die formale Verantwortlichkeit des Wirtschaftsministeriums für die staatliche Wirtschaftsfördergesellschaft CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) und die dort angesiedelten Technologieinstitute noch unterstrichen. Die anderen Ministerien (Gesundheit, Planung, Außenbeziehungen und Öffentliche Bauten) und deren Institutionen haben keine entscheidende Bedeutung im NIS Chiles. Anhand der Abb. 4 wird auch deutlich, daß im chilenischen Staat keine zentrale Organisationseinheit existiert, die die verschiedenen

Aktivitäten der einzelnen Ministerien und der untergeordneten Institutionen bündelt und koordiniert.



2.2.2.1 Das nationale Programm zur technologischen Innovation

Der chilenische Staat unternahm bzw. unternimmt einige Anstrengungen, die technologische Basis des produzierenden Sektors sowohl im Bereich der Industrie als auch der Landwirtschaft zu stabilisieren und auszubauen. Ein Ausdruck dieser Anstrengungen ist das nationale Programm zur technologischen Innovation (PIT) im Zeitraum von 1996 bis 2000. Dieses Förderprogramm hat die prinzipielle Zielrichtung, die Realisierung von technologischen Innovationen im privaten Sektor in Verbindung mit dem Ausbau eines nationalen Innovationssystems, das auch einen modernisierten öffentlichen Sektor einschließt, voranzutreiben. Die Hauptziele des PIT sind (PIT, 1999):

- Verstärkung der Rolle der privaten Unternehmen im Bereich der technologischen Innovation durch: 1) Entwicklung einer „kritischen Masse“ an innovativen Unternehmen, die F&E-Projekte realisieren; 2) Entwicklung einer organisierten Nachfrage nach technologischer Innovation durch Unternehmen
- verstärkte Orientierung der Forschung und Entwicklung in Richtung Innovation, insbesondere an privaten und öffentlichen Technologieinstituten und Universitäten
- Ausbau der nationalen Infrastruktur im Technologiebereich
- Ausbau des Finanzierungssystems für technologische Innovationen in Unternehmen
- Entwicklung eines qualitativ-hohen Potentials an Humanressourcen
- Entwicklung eines nationalen Informationssystems für KMU

Das PIT besteht aus sechs verschiedenen Förderprogrammen. Diese Förderprogramme richten sich an verschiedene Unternehmensbranchen, Technologiezentren, Universitäten und öffentliche Institutionen, wie aus der Tabelle 4 ersichtlich wird:

Tabelle 4: Förderprogramme im Rahmen des PIT

Bezeichnung	Finanzierung von	Zielgruppe	Volumen Mio. US\$*
FONTEC Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo	Technologie- und F&E-Projekten Technologietransfer F&E-Infrastruktur	private Unternehmen	13,5
FONDEF Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico	F&E-Projekten (angewandte Forschung)	Universitäten Technologieinstitute in Kooperation mit Unternehmen	16,1
FDI Fondo Desarrollo e Innovación	strategische Technologieprojekten	Technologieinstitute Unternehmensverbände Universitäten	13,7
FIA Fundación para la Innovación Agraria	F&E-Projekten Technologietransfer	Unternehmen Technologieinstitute Universitäten	7,2
FIP Fondo de Investigación Pesquera	F&E-Projekten	Technologieinstitute Universitäten Unternehmen	5,2
FIM Fondo de Investigaciones Mineras	F&E-Projekten	Universitäten Technologieinstitute	0,5 [#]

*Zahlen für 1998; [#]1997 (PIT, 1999)

Das Sekretariat des PIT (SEPIT) spielt eine wichtige Rolle bei der Diskussion und Definition der Technologiepolitik des Landes und ist verantwortlich für die Koordination sowie Evaluierung der Technologiefonds. Die Technologiefonds FONTEC, FDI und FIP erhalten ihre Haushaltsmittel direkt vom Wirtschaftsministerium. Die Finanzmittel des FIM stammen zum großen Teil vom staatlichen Bergbauunternehmen CODELCO. Die Technologiefonds FONDEF und FIA sind im Haushalt des Bildungs- bzw. des Landwirtschaftsministeriums verankert.

FONTEC

Der Technologiefond FONTEC finanziert hauptsächlich Projekte der technologischen Innovation in Unternehmen. Darüber hinaus werden Technologietransferzentren der Wirtschaft, technologieorientierte Unternehmerreisen ins Ausland, technologieorientierte Machbarkeitsstudien und die Infrastruktur für F&E in Unternehmen gefördert (PIT, 1998).

Der Hauptteil der Subventionen fließt in Projekte der technologischen Innovation von Industrieunternehmen und der Landwirtschaft. Diese Projekte werden in der Regel mit bis maximal 50 % der Gesamtkosten bezuschußt.

Eine für den Technologietransfer wichtige Förderung durch FONTEC ist die Finanzierung von Unternehmerreisen ins Ausland. Dadurch haben chilenische Unternehmen die Möglichkeit, neue Technologien kennenzulernen und Kontakte zu Unternehmen im Ausland aufzubauen.

Ca. 75 % (Zahlen von 1998) der Ausgaben des Fonds sind für Entwicklungs- und Forschungsprojekte bestimmt, 14 % fließen in die Förderung von Technologietransfer und 4 % in den Ausbau der Infrastruktur (PIT, 1999a).

Der Technologiefond FONTEC ist die wichtigste Finanzierungsquelle für innovative Unternehmen zur Subvention ihrer F&E-Aktivitäten.

FONDEF

Der Technologiefond FONDEF ist Bestandteil des PIT, wird aber aus Finanzmitteln des Bildungsministeriums gespeist und von der Nationalen Kommission für wissenschaftliche Forschung und Technologie (CONICYT) verwaltet. Zur Beschreibung des Fonds siehe weiter unten.

FDI

Der Technologiefond FDI wurde 1995 im Zusammenhang mit der Abschaffung der Grundfinanzierung für die Technologieinstitute (Abb. 4), die bei der chilenischen Wirtschaftsfördergesellschaft CORFO (Cooperacion de Fomento de la Producción) angesiedelt sind, eingerichtet. Die staatliche Grundfinanzierung dieser Technologieinstitute wurde innerhalb von 3 Jahren auf Null zurückgefahren (mit Ausnahme von CIREN) und im Gegenzug konnten die Institute in gegenseitigem Wettbewerb eine Finanzierung für ihre Projekte beim FDI beantragen. Mittlerweile ist der Fond auch für die anderen Technologieinstitute (INIA, Fundacion Chile, u.a.) und Unternehmensverbände in Kooperation mit Universitäten zugänglich. Bisher hat das Förderprogramm seinen Schwerpunkt in der Finanzierung von Projekten in Land-, Forst- und Fischwirtschaft. So waren 1997 nur 3 von 35 Projekten in der Industrie angesiedelt (Mullin et al., 1998, S. 65).

FIA

Dieser Technologiefond wurde 1981 durch das Landwirtschaftsministerium ins Leben gerufen. Seine Hauptaufgabe ist die Förderung von neuen Technologien in der Land- und Viehwirtschaft. Der Großteil der Projekte wird durch Universitäten und Technologieinstitute eingereicht. Eine Einbindung des privaten Sektors ist noch zu wenig vorhanden (Mullin et al., 1998, S. 66).

FIP

Der Technologiefond FIP wurde 1991 gegründet, um komplementär zum FIA eine Förderung der F&E in der Fischzucht und fischverarbeitenden Industrie zu ermöglichen. Der Fond wird hauptsächlich von den Universitäten, den Technologieinstituten und Unternehmen des Sektors genutzt.

FIM

Die finanziellen Mittel des Fonds stammen aus den Gewinnen der staatlichen Bergbauunternehmen (besonders CODELCO). Unter der Verwaltung des Technologieinstitutes CIMM (Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas) werden die Fördermittel hauptsächlich Universitäten für Forschungsprojekte mit der thematischen Ausrichtung: „Kupferbergbau und dessen Folgen für Mensch und Umwelt“ zur Verfügung gestellt.

2.2.2.2 *Staatliche Wirtschaftsfördergesellschaft CORFO*

Die Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) wurde 1939 als staatliches Dienstleistungsunternehmen gegründet und hatte wesentlichen Anteil am Aufbau der wirtschaftlichen Infrastruktur des Landes. Bis in die Mitte der 70er Jahre war CORFO für die Kontrolle der Staatsunternehmen und für den direkten Aufbau von neuen Unternehmen in interessanten Wirtschafts- und Infrastrukturbereichen zuständig. Mit der Liberalisierung der Wirtschaft unter dem Militärregime veränderte sich das Aufgabenfeld der Gesellschaft grundlegend. Die Hauptaktivität CORFOs liegt heute in der Förderung von KMU in Chile.³ Diese erfolgt auf 3 Ebenen: der Erleichterung des Zuganges zu Krediten, dem Ausbau zwischenbetrieblicher Kooperation und der Innovationsförderung. CORFO verfügt in allen 13 Provinzen des Landes über Regionalbüros, die die Wirtschaftsentwicklung der einzelnen Regionen dezentral fördern helfen. Spezielle Programme (Todochile u.a.) sollen den Zulauf von Investitionen aus dem In- und Ausland in den Regionen steigern.

Im Bereich der Innovationsförderung ist CORFO verantwortlich für die beiden Technologiefonds FONTEC und FDI (siehe oben). Durch diese Programme sollen die technologische Innovation in KMU und die Zusammenarbeit von Technologieinstituten und Universitäten mit Unternehmen im Rahmen von F&E-Projekten gefördert werden.

CORFO ist nominell verantwortlich für die fünf Technologieinstitute INTEC, INFOR, IFOP, CIREN und INN (siehe weiter unten).

2.2.2.3 *Die Nationale Kommission zur wissenschaftlichen Forschung und Technologie*

Die CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica) wurde 1968 gegründet und ist seitdem die wichtigste staatliche Institution zur Förderung von Wissenschaft und Technologie an den Universitäten des Landes. Das wichtigste Förderinstrument der Kommission ist das Förderprogramm FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico). Mit diesem Förderfond werden hauptsächlich Projekte der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung finanziert. Seit 1992 verwaltet CONICYT auch den Technologiefond FONDEF.

FONDECYT

Zum Förderprogramm FONDECYT gehören folgende Förderinstrumente (Mullin et. al, 1998, S. 38):

- Finanzierung von Projekten der Grundlagenforschung und angewandten Forschung in allen Wissenschaftsbereichen an Universitäten, Technologieinstituten und teilweise auch Unternehmen
- Stipendienprogramme (für Doktoranden, Post-Doktoranden und Abschluß der Doktorarbeit)
- internationale Forschungsk Kooperation

³ Zur Definition von KMU in Chile siehe Anhang A I

- spezielles Förderprogramm zur Anschaffung von Forschungsausrüstungen zur gemeinsamen Nutzung durch mehrere Institute
- FONDAP, spezielles Programm zur besonderen Förderung von Kooperationsprojekten mit hohem wissenschaftlichen Standard und internationaler Orientierung.

1998 wurde FONDECYT mit 37,3 Mio. US\$ ausgestattet. Damit finanziert FONDECYT im Durchschnitt 1.000 Forscher mit 25.000 bis 30.000 US\$ im Jahr.

FONDEF

Der Technologiefond FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico) wurde 1991 mit dem Ziel gegründet, eine Stärkung der wissenschaftlichen und technologischen Kapazität des Landes durch Förderung der Kooperation in F&E zwischen Universitäten, Technologieinstituten und Unternehmen zu erreichen. Die spezifischen Ziele des Förderprogrammes sind:

- Erhöhung der Anzahl und Verbesserung der Qualität der F&E-Projekte mit potentiellen Anwendungen im produktiven Sektor sowie die stärkere Inanspruchnahme der wissenschaftlichen und technologischen Dienstleistungen der Universitäten und Technologieinstitute durch die Unternehmen
- Verbesserung des Transfers von technologischem Wissen in den produktiven Sektor mittels der Realisierung von Kooperationen in F&E zwischen Unternehmen und Forschungsinstitutionen
- Vertiefung und Spezialisierung der F&E-Aktivitäten des Landes in bestimmten Forschungsgebieten, die von nationalem Interesse sind.

Entsprechend dieser Zielsetzung finanziert FONDEF 60 % der Gesamtkosten eines F&E-Projektes, während 20 % das durchführende Forschungsinstitut und weitere 20 % durch die kooperierenden Unternehmen aufgebracht werden müssen. Außerdem werden Projekte des Transfers von technologischer Kompetenz aus den Universitäten in den privaten Sektor sowie die Verbesserung der Infrastruktur für F&E in Universitäten und Technologieinstituten gefördert. FONDEF hatte 1999 einen Haushalt von 17,4 Mio. US\$ (FONDEF, 1999).

2.2.3 Universitäten und andere Forschungseinrichtungen

Mittlerweile existieren in Chile mehr als 60 Universitäten, von denen 25 Mitglied im Rat der Rektoren sind und eine direkte staatliche Finanzierung erhalten (Mullin et al., 1998, S. 85). Die beiden größten und bekanntesten Universitäten des Landes sind die Universidad de Chile und die Universidad Catolica de Chile in der Hauptstadt Santiago. Beide Einrichtungen gehören auch zu den renommiertesten Universitäten Lateinamerikas (Macilwain, 1999). Außerhalb der Hauptstadt sind die Hochschulen in Concepción (Universidad de Concepción), in Valdivia (Universidad Austral de Chile) und Valparaiso (Universidad Catolica de Valparaiso, Universidad Tecnica Santa Maria) von größerer Bedeutung.

F&E in den Universitäten werden hauptsächlich durch eine Grundfinanzierung aus Steuermitteln sowie die beiden Förderprogrammen FONDECYT und FONDEF unterstützt. Im Jahr 1998 erhielten die Hochschulen für ihre F&E-Aktivitäten ca. 160 Mio. US\$ an Grundfinanzierung

und 46 Mio. US\$ via Förderung durch FONDECYT und FONDEF (PIT, 1999a). Die Vormachtstellung der beiden großen Universitäten der Hauptstadt wird allein daran deutlich, daß F&E-Projekte an diesen Institutionen ca. 60 % der Fördermittel von FONDECYT zwischen 1996-98 auf sich vereinten. So hatte die Universidad Catolica de Chile direkte F&E-Ausgaben von ca. 12 Mio. US\$ im Jahr 1998 (Macilwain, 1999).

Statistiken der CONICYT gehen davon aus, daß ca. 4.800 Wissenschaftler und Ingenieure an den Universitäten nominell in F&E-Aktivitäten eingebunden sind (RICYT, 2000). Ca. 40-60 % der Dozenten verfügen über einen akademischen Titel, aber nur ein Teil von ihnen ist aktiv in F&E tätig (Mullin et al., 1998). Der wissenschaftliche Nachwuchs ist im Vergleich zu den OECD-Staaten sehr gering, da nur ca. 50 bis 60 Jungforscher pro Jahr an den Universitäten des Landes einen Dokortitel erhalten (Mullin et al., 1998, S. 98; Macilwain, 1999).

In den vergangenen Jahren wurden seitens der Regierung verstärkte Anstrengungen unternommen, einen Teil der Fördermittel für F&E in wenigen, herausragenden Forschungsgruppen und –instituten zu konzentrieren. Deshalb wurden die sogenannten Präsidenten-Lehrstühle und das Millenium-Projekt ins Leben gerufen, um in diesen *centers of excellence* einen Qualitätssprung in der chilenischen Forschung in einigen Wissenschaftsgebieten zu erreichen. Es wurden 40 Präsidenten-Lehrstühle eingerichtet und jeweils mit einem Finanzvolumen von 100.000 US\$ pro Jahr ausgestattet. Ab dem Jahr 2000 werden drei Millenium–Institute und fünf Millenium–Forschergruppen mit jeweils 2 Mio. bzw. 0,4 Mio. US\$ jährlich finanziert, um international wettbewerbsfähige Forschungsprojekte realisieren zu können. Dabei wird den Biowissenschaften eindeutig die Priorität eingeräumt (Mideplan, 2000).

2.2.4 Technologieinstitute und Transfereinrichtungen

Die staatliche Politik zur Verminderung der Staatsausgaben seit Anfang der 90er Jahre hat zu einer starken Kürzung der direkten Budgets von Forschungs- und Technologieinstituten geführt. Dadurch kam es besonders bei den Technologieinstituten unter der Regie von CORFO, der Corporación de Investigaciones Tecnológicas (INTEC), dem Instituto Forestal (INFOR) und dem Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) zu einer Umstrukturierung. Diese Technologieinstitute müssen ihren Haushalt mittlerweile aus vier verschiedenen Quellen finanzieren:

- Serviceverträge mit verschiedenen Ministerien
- Fördermittel für F&E- und Technologietransferprojekte aus dem System der staatlichen Technologiefonds
- Forschungsverträge mit Unternehmen
- Verkauf von Dienstleistungen an Unternehmen.

Das INTEC hat sich in den letzten Jahren verstärkt auf den Umweltschutzsektor konzentriert und ist hier besonders in den Bereichen technische Dienstleistung, Weiterbildung und Technologietransfer für KMU tätig. INFOR und IFOP realisieren hauptsächlich Projekte des Technologietransfers für kleinere und mittlere Unternehmen der Forstwirtschaft bzw. der Fischzucht und unterhalten kleinere Forschungsstationen.

CIMM

Die Hauptaufgabe des Technologieinstitut CIMM (Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas) ist die Förderung der Wettbewerbsfähigkeit des chilenischen Bergbaus. Das Institut verfügt über eine ausreichende Infrastruktur zur Realisierung von F&E in allen für den chilenischen Bergbau wichtigen Gebieten. Darüber hinaus ist es für den Transfer von technologischen Know How in die Unternehmen zuständig. Das Institut verfügt über knapp 1.500 Mitarbeiter und wird hauptsächlich vom chilenischen Staat finanziert (PIT, 2000).

INIA

Das Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) ist neben den traditionell starken Landwirtschaftsfakultäten an den Universitäten das wichtigste Forschungsinstitut für die Landwirtschaft in Chile. Darüber hinaus nimmt es mit seinen acht Forschungs- und Transferstationen im gesamten Land eine wichtige Funktion beim Transfer von technologischem Wissen in die Landwirtschaftsbetriebe wahr. Das Institut mit seinen 1.200 Mitarbeitern (5 % haben einen Dokortitel) hat einen Haushalt von ca. 33 Mio. US\$ (1998) und wird noch zum Teil (37%, 1998) vom Landwirtschaftsministerium direkt finanziert (INIA, 1999). Die F&E-Ausgaben des Institutes beliefen sich 1998 auf 15 Mio. US\$ und wurden zu einem Drittel durch die verschiedenen Technologiefonds und einen Regionalförderfond (Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR) finanziert.

SAG

Der Servicio de Agrícola y Ganadero (SAG) ist eine Serviceeinrichtung des Landwirtschaftsministeriums, die im wesentlichen für den Schutz des Landes vor Eintrag von Schädlingen, Koordinierungsfragen bei der Schädlingsbekämpfung und die Zulassung neuer Arten und Sorten in der Landwirtschaft verantwortlich ist. SAG verfügt über ein kleines Förderprogramm, welches von Unternehmen aber auch Universitäten und Technologieinstituten zur Finanzierung von Projekten zur Applikation neuer Methoden in der Schädlingsbekämpfung, zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen oder zur Etablierung von Verfahren zur Sicherung der genetischen Vielfalt und den Eigentumsrechten bei Pflanzenarten und -sorten in der Landwirtschaft verwendet werden kann. Im Rahmen des Förderprogramms können Zuschüsse bis zu einer Höhe von maximal 150.000 US\$ beantragt werden. Es werden bis zu 70 % der Gesamtkosten gefördert (SAG, 1999).

Fundacion Chile

Die Fundacion Chile, eine halbstaatliche Technologietransferinstitution, entstand 1976 als *joint venture* zwischen der chilenischen Regierung und dem US-Konzern ITT mit einem Stiftungsvolumen von 50 Mio. US\$. Das zentrale Ziel der Stiftung ist die Entwicklung neuartiger Geschäftsfelder und innovativer Programme des Technologietransfers, die zu einer effizienteren Ausnutzung der natürlichen Ressourcen sowie zur Entwicklung des Humankapitals und der produktiven Kapazität des Landes beitragen (Fundacion Chile, 1999). Zur Verwirklichung dieses Ziels verfolgt sie zwei Strategien (Eßer, 1999, S. 38):

- Durch Sektorarbeitskreise und Seminare fördert die Stiftung die Interaktion von öffentlichen und privaten Akteuren insbesondere bei der Akkumulierung neuartiger

Technologien in Chile. Damit ist sie eine wichtige Schnittstelle zwischen der privaten und öffentlichen Hand bei der Inkorporation neuer Technologien zum Aufbau wettbewerbsfähiger Branchenstrukturen in den Bereichen Land-, Forst- und Fischwirtschaft.

- Gleichzeitig fungiert die Stiftung als *developing commercial entity*, d.h. sie tritt selbst als Gründer von Pionierunternehmen auf, die bisher brachliegende Marktpotentiale ausnutzen. Damit kommt der Stiftung gerade bei der Etablierung von neuen technologischen und arbeitsorganisatorischen Standards sowie der Humankapitalbildung eine wichtige, nationale Funktion zu.

Wissenschafts- und Technologiezentren

Entsprechend einer Untersuchung des PIT im Jahr 1999 existieren 263 Wissenschafts- und Technologiezentren (WTZ) in Chile (PIT, 2000). Diese Zentren sind determinierte, organisatorische Einheiten (Institute, Forschungsgruppen und –stationen, Transferzentren) innerhalb von Universitäten und Technologieinstituten, die dem privaten Unternehmenssektor spezielle Dienstleistungen in F&E, Technologietransfer und Technologiemanagement anbieten. Fast die Hälfte dieser WTZ wurden in den letzten zehn Jahren gegründet. 42 % der Zentren sind in der Hauptstadtregion angesiedelt, es folgen die V. und VIII. Region mit einem Anteil von jeweils 12 %. Diese räumliche Konzentration der WTZ ist hauptsächlich auf die regionale Präsenz und Dynamik von universitären Einrichtungen zurückzuführen. Entsprechend den regionalen Wirtschaftsaktivitäten dominieren im Norden des Landes WTZ mit inhaltlicher Ausrichtung auf Bergbau und Fischindustrie, während im Süden die forstwirtschaftliche Komponente im Mittelpunkt steht. In den WTZ arbeiten knapp 3.400 Personen mit einer wissenschaftlichen Ausbildung (Diplom/Doktorgrad). Im Durchschnitt erhalten die WTZ 40 % ihrer Finanzmittel von den „Mutterorganisationen“ (Universität, Technologieinstitut, u.a.), 36 % durch die Vermarktung von Dienstleistungen und Gebühren aus Technologietransfer sowie 16 % von staatlichen Förderinstitutionen (Technologiefonds) (PIT, 2000).

Eine interessante Variante sind hauptsächlich durch Unternehmen einer Branche betriebene und finanzierte WTZ. Ein Beispiel ist das Zentrum zur Kontrolle von Schädlingen der Forstwirtschaft (CPF S.A., Controladora de las Plagas Forestales). Dieses hat sich besonders auf die biologische Bekämpfung von Forstschädlingen spezialisiert und wird durch eine Gesellschaft, bestehend aus 13 Forstunternehmen, betrieben und finanziert.

Ein prestigeträchtiges Zukunftsprojekt ist die Einrichtung eines Technologieparks durch die Universidad de Chile am Rand der Hauptstadt Santiago. Hier sollen in Zukunft einzelne Forschungsinstitute der Universität und innovative Hochtechnologie-Unternehmen angesiedelt werden.

2.3 Indikatoren zur Messung der Leistungsfähigkeit des NIS in Chile

2.3.1 Ausgaben in F&E

Chile investiert mittlerweile jährlich fast eine halbe Milliarde US\$ in F&E-Aktivitäten, dies entspricht 0,62 % des BIP (1998) (RICYT, 2000). Damit nimmt Chile zusammen mit Cuba und Brasilien eine Spitzenstellung in Lateinamerika ein, ist aber immer noch relativ weit von den Investitionsleistungen der OECD-Länder wie den USA (2,67 %) oder Canada (1,61 %) entfernt (siehe Tabelle 5). Der Anteil des privaten Sektors an Investitionen in F&E-Projekte hat sich seit 1992 fast verdoppelt und lag 1998 bei ca. 21 % (RICYT, 2000). Auch hier zeigt sich noch ein relativ großer Unterschied zu OECD-Ländern wie den USA (67 %) oder Spanien (45 %) (RICYT, 2000). Auffällig ist, daß die Unternehmen in Chile zwar 21 % der nationalen Gesamtausgaben in F&E finanzieren, jedoch nur ungefähr die Hälfte dieser Finanzmittel für eigene F&E-Maßnahmen aufwenden. Die anderen 50 % werden in F&E-Aktivitäten von Forschungsinstituten an Universitäten investiert.

Tabelle 5: F&E-Ausgaben^a

Ausgaben in F&E	Chile	Argen- tinen	Brasi- lien ^b	Latein- amerika	Spanien ^c	USA	Canada
in Mio. US\$	455	1.530	5.484	9.681	5.419	226.984	12.423
als % des BIP	0,62 %	0,42 %	0,76 %	0,52 %	0,86 %	2,67 %	1,61 %
US\$ pro Einwohner	30,7	35,3	34,8	21,7	137,8	850,8	410,0
pro Finanzierungs- sektor							
Regierung	66 %	43 %	57 %	57 %	48 %	29 %	25 %
Unternehmen	21 %	27 %	40 %	33 %	44 %	67 %	49 %
Universitäten ^d	6 %	25 %	3 %	8 %		2 %	10 %
NPO ^e		2 %		1 %	1 %	2 %	3 %
Ausland	7 %	3 %		1 %	7 %		13 %
pro Ausführungs- sektor							
Regierung	47 %	41 %	11 %	22 %	17 %	8 %	13 %
Unternehmen	10 %	29 %	46 %	35 %	49 %	75 %	62 %
Universitäten ^d	42 %	28 %	43 %	42 %	33 %	14 %	24 %
NPO ^e	1 %	2 %		1 %	1 %	3 %	1 %

^aDaten für 1998 (RICYT, 2000)

^bDaten für 1996

^cDaten für 1997

^dumfaßt den ganzen Sektor der höheren Bildung

^eprivate non-profit-Organisationen

2.3.2 Humankapital in F&E

Statistiken der CONICYT gehen davon aus, daß 1998 ca. 7.000 Forscher an den Universitäten, in staatlichen Institutionen und privaten Unternehmen tätig waren (RICYT, 2000) (siehe Tabelle 6). Fast 70 % der Forscher arbeiten an Universitäten und nur ein geringer Anteil von unter 10 % in privaten Unternehmen. CONICYT vergibt ca. 350 Stipendien für Diplomanden, Doktoranden

und Postdoktoranden im Jahr (Macilwain, 1999), so daß 1998 ca. 800 Jungforscher in chilenischen Forschungsinstituten tätig waren. Im Vergleich zu Nachbarländern, wie Argentinien ist dies eine relativ geringe Zahl und bestätigt die Probleme der chilenischen Universitäten bei der Nachwuchsförderung (Mullin, 1998, S. 97 ff.).

Tabelle 6: F&E-Personal^a

Anzahl F&E-Personal	Chile ^b	Argentinien	Brasilien ^c	Lateinamerika	Spanien ^d	USA ^e	Canada ^e
Forscher	7.082	22.023	49.702	145.008	53.883	967.700	82.240
Stipendiaten/ Doktoranten	779	5.914	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
pro 1.000 ökonom. aktive Einwohner	1,38	1,84	0,67	0,70	3,30	7,24	5,51
pro Sektor							
Staat	20 %	34 %	17 %	k.A.	20 %	5 %	9 %
Unternehmen	7 %	15 %	8 %	k.A.	22 %	80 %	52 %
Universitäten ^e	67 %	49 %	75 %	k.A.	57 %	14 %	38 %
NPO ^f	6 %	1 %		k.A.	1 %	1 %	1 %

^aDaten für 1998 (RICYT, 2000)

^bbei Chile werden aktive und nicht-aktive (Ruhestand, u.a.) Forscher gezählt

^cDaten für 1995

^dDaten für 1997

^eumfaßt den ganzen Sektor der höheren Bildung

^fprivate non-profit-Organisationen

2.3.3 Patente und Publikationen

Seit 1995 ist Chile Mitglied der WTO. Als WTO-Mitglied verpflichtet das Land, die Vorgaben des internationalen TRIPS-Abkommen in nationales Recht umzusetzen. Momentan erarbeitet das Wirtschaftsministerium ein neues Patentgesetz, um diesen Verpflichtungen gerecht zu werden. Im Jahr 1998 wurden in Chile 3.109 Patentanträge gestellt (siehe Tabelle 7). Knapp 20 % der Patentanträge stammten von chilenischen Staatsbürgern. Seit 1990 hat sich die Anzahl der Patentanträge von chilenischen Staatsbürgern auf 432 (1997) mehr als verdoppelt (RICYT, 2000). Der Index für Patentanträge, 0,3 Anträge von Staatsbürgern auf 10.000 Einwohner (1997), ist vergleichbar mit Argentinien (0,23) und Brasilien (0,45), aber doch relativ weit entfernt von Ländern wie Canada (1,38) oder den USA (4,03). Bisher wurden sehr wenige Patentanträge von chilenischen Staatsbürgern im Ausland gestellt (z.B. 9 in den USA (1997)) (Mullin et al., 1998, S. 109). In Chile ist in den letzten Jahren eine deutliche Abnahme der Patentbewilligungen von 641 (1990) auf 80 (1997) zu verzeichnen. Dies ist hauptsächlich auf die inhaltliche und organisatorische Überforderung der Patentbehörden zurückzuführen.

Mit 1.770 Publikationen (1997) im Science Citation Index (SCI) und 12,1 Publikationen pro 100.000 Einwohner (siehe Tabelle 7) nimmt Chile eine Spitzenstellung in Lateinamerika ein (RICYT, 2000). Dies zeigt, daß die relativ kleine Forschergemeinde Chiles in einigen

Wissenschaftsgebieten (Astronomie, Mathematik, Neurobiologie) international konkurrenzfähig ist.

Tabelle 7: Patente und Publikationen^a

Indikator	Chile	Argentinien	Brasilien ^b	Lateinamerika	Spanien	USA ^b	Canada
Patentanträge Staatsbürger	432	824	7.021	9.395	2.947	107.106	4.129
Ausländer	2.250	5.035	4.628	25.654	52.713	111.536	50.254
Patentanträge pro 10.000 Einwohner							
Staatsbürger	0,30	0,23	0,45	0,20	0,75	4,03	1,38
Ausländer	1,54	1,42	0,29	0,53	13,41	4,20	16,75
Patentbewilligungen							
Staatsbürger	60	292	938	1.538	k.A.	k.A.	648
Ausländer	20	936	1.663	7.671	k.A.	k.A.	6.635
Publikationen nach SCI ^c	1.770	4.262	8.972	21.955	22.077	k.A.	k.A.
Publikationen pro 100.000 Einwohner ^d	12,1	12,0	5,5	4,6	56,1	k.A.	k.A.

^aDaten für 1997 (RICYT, 2000)

^bDaten von 1996

^cSCI = Science Citation Index

^dnach SCI

2.3.4 Intensität der Beziehungen im NIS

2.3.4.1 Kooperation Unternehmen - Universitäten

Knapp 70 % des Humankapitals und 50 % der Finanzmittel für F&E sind an die Universitäten Chiles gebunden (siehe Tabellen 5 und 6). Damit nehmen diese eine vorherrschende Stellung im NIS ein und eine enge Zusammenarbeit zwischen Universität und privatem Unternehmenssektor ist damit zwingend erforderlich. In Chile ist jedoch eine traditionelle Zurückhaltung der privaten Unternehmen, Kooperationen mit Universitäten einzugehen, vorhanden. Diese Passivität der Unternehmen, Kooperationen mit Forschungseinrichtungen zu suchen, variiert stark zwischen den verschiedenen Wirtschaftsbranchen. So gibt es eine teilweise gute Zusammenarbeit zwischen den land- und forstwirtschaftlichen Fakultäten und den Unternehmen aus dem Obst-, Wein- und Forstsektor. Demgegenüber äußerten in einer Befragung des PIT von 1995 nur 4 % der Unternehmen in der verarbeitenden Industrie, daß Innovationen in ihren Betrieben auf Kooperationen mit Universitäten zurückzuführen sind (PIT, 1997). Generell ist festzustellen, daß die größeren Unternehmen eher bereit sind, F&E-Projekte in Zusammenarbeit mit den Universitäten zu realisieren und/oder zu finanzieren. Die Gründe für diese mangelnde Kooperationsbereitschaft sind vielfältig. Der private Unternehmenssektor hat nach wie vor wenig Vertrauen in die Leistungsfähigkeit und Effizienz der universitären Forschung. Die „Verliebtheit“ der Wissenschaftler in Projekte der Grundlagenforschung, die nicht unmittelbar zur technologischen Verbesserung in der Wirtschaft führen, wird kritisiert.

Auf der anderen Seite registrieren die Forscher eine mangelnde Bereitschaft seitens der Unternehmer, auf die Universitäten zuzugehen. Außerdem ist die Kultur der Kurzfristigkeit stark in der Wirtschaft ausgeprägt, so daß längerfristige Investitionen in F&E zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit keine Priorität haben. Die Unternehmen bevorzugen den Import ausländischer Technologie anstatt die Entwicklung derselben in Kooperationen mit Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen.

Eine Institutionalisierung der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Universitäten ist kaum vorhanden, da die meisten Kooperationen aufgrund informeller Vereinbarungen realisiert werden. Oft ist das persönliche Engagement des Forschers entscheidend für das Zustandekommen von Kooperationen (Mullin et al., 1998).

In den letzten Jahren versuchen die Universitäten ihre Zusammenarbeit mit der Wirtschaft stärker zu koordinieren und zu formalisieren. Dazu wurden Transferbüros als auch kleinere moderne Technologieparks (z.B. die Technologietransfereinheit der Universidad de Concepcion (Unidad de Transferencia Tecnológica (UDT)) eingerichtet. Außerdem wird versucht, über das Konzept der Wissenschafts- und Transferzentren der Wirtschaft spezialisierte Dienstleistungsangebote zu unterbreiten.

Seitens der Vertreter von Universitäten wird eingeschätzt, daß der Technologiefond FONDEF das wichtigste Förderprogramm zur Stimulierung der Zusammenarbeit von Universitäten und Unternehmen darstellt (Mullin et al., 1998).

2.3.5 Kooperation Unternehmen - Technologieinstitute/Transfereinrichtungen

Aufgrund der inhaltlichen Ausrichtung der Technologieinstitute ist hier traditionell eine enge Zusammenarbeit mit dem Unternehmenssektor zu verzeichnen. Dabei hat es einzelne sehr erfolgreiche Kooperationsprojekte gegeben. Ein Beispiel ist die Entwicklung der Lachszucht in Chile. Die Fundacion Chile etablierte mit Salmon Antártica in den 80er Jahren das erste Unternehmen der industriellen Lachszucht in Chile. Dessen Erfolge führten zu starken Nachahmungseffekten, so daß Chile 1992 zum weltweit zweitgrößten Produzenten von Zuchtlachs aufstieg (Achurra, 1995). In der Lachszucht hat sich ein exportorientiertes Cluster in Chile entwickelt, bei dem die Zuchtunternehmen, Dienstleistungsfirmen (z.B. Diagnostik von Fischkrankheiten, Produktion von Zuchtanlagen), die Technologieinstitute IFOP und INTESAL (Instituto Tecnológico del Salmón) und verschiedene Universitäten eng zusammenarbeiten. Weitere erfolgreiche Kooperationsmodelle sind die Zusammenarbeit des Bergbauunternehmens CODELCO mit dem Technologieinstitute CIMM oder die technologische Unterstützung des Obst- und Weinsektors durch das INIA und die Fundacion Chile. Diese Erfolge können aber nicht über die Probleme im Technologietransfer in anderen Bereichen, besonders in der verarbeitenden Industrie und in Hochtechnologiesektoren (Biotechnologie, Software, Telekommunikation), hinwegtäuschen.

2.3.6 Staatliche Technologie- und Innovationspolitik

Für die Promotion der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der chilenischen Wirtschaft ist es notwendig, sowohl eine geeignete Politik zur Förderung von Technologie und Innovation zu entwickeln als auch eine Abstimmung derselben mit anderen Politikebenen in den Bereichen Ausbildung, Handel, Gesundheit, nachhaltige Entwicklung u.a. zu ermöglichen. Um dies zu erreichen, benötigt die chilenische Regierung einen institutionellen Mechanismus, der es erlaubt, Grundsätze einer staatlichen Technologie- und Innovationspolitik zu entwickeln und zu implementieren, die nicht nur für ein sondern alle Ministerien bindend sind. Mit der Einrichtung des nationalen Programms der technologischen Innovation (PIT) wurde ein erster Schritt in diese Richtung unternommen. Bisher ist dessen Wirksamkeit jedoch auf das Wirtschaftsministerium beschränkt, so daß die Abstimmung mit dem Bildungs- und Landwirtschaftsministerium problematisch ist. „Es gibt keine Innovationspolitik auf hohem Niveau in Chile“, sagt J. Mullin, Experte der OECD, der im August 1998 zusammen mit Kollegen eine Untersuchung des chilenischen F&E-Sektors mit Schwerpunkt auf die Mesoinstitutionen durchführte (Mullin, et al., 1998). Die Schaffung einer, mit entsprechenden Machtbefugnissen ausgestatteten, Organisationseinheit innerhalb des Staates zur Formulierung und Implementierung einer allgemein verbindlichen Technologie- und Innovationspolitik wird von vielen Akteuren des NIS als notwendig angesehen. Ein konkreter Vorschlag in diese Richtung basiert auf der Verschmelzung des Sekretariat des PIT und CONICYT zu einem nationalen Rat für Wissenschaft und Technologie (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (PIT, 2000a).

2.3.7 Private Finanzdienstleistungen für innovative Unternehmen

Nach einer Umfrage in der verarbeitenden Industrie ist für die Unternehmen die Finanzierung von Innovationsprozessen eines der größten Probleme (PIT, 1997). Für eine Vielzahl von Unternehmen liegt die Hauptursache dieses Problems in dem Mangel an adäquaten Instrumenten (z.B. Risikokapital) zur Finanzierung risikobehafteter Projekte auf dem chilenischen Kapitalmarkt. Dieser wird durch wenige Großbanken bestimmt, die hauptsächlich in Megaprojekte chilenischer und ausländischer Großunternehmen investieren. Die Finanzierungsinstrumente der Banken entbehren dynamischer Elemente aufgrund des mangelnden Risikobewußtseins und die Angebote von *factoring*-Banken sind relativ teuer und nur auf Kurzfristigkeit ausgerichtet. Die Standesvertreter der kleinen und mittleren Unternehmen in Chile kritisieren deshalb auch die mangelnde Bereitschaft der privaten Banken, ihre Finanzierungsangebote für KMU zu öffnen (El Diario, 03.01.2000, S. 26). Aus diesem Grund wird ein stärkeres Engagement der Staatsbank (Banco del Estado) in der Kreditfinanzierung von KMU gefordert.

Durch die Privatisierung der Rentenkassen ist es zur Einrichtung von verschiedenen Investitionsfonds unter Beteiligung der Pensionsfonds gekommen. Mittlerweile existieren mehr als 10 Investmentfonds (El Diario, 27.12.1999), die zum Teil Risikokapital für innovative Unternehmen bereitstellen. Dazu gehören z.B. die Fonds von Estrella Americana und Ventana Chile, die gerade bei der Finanzierung von innovativen KMU auf staatliche Fondseinlagen

(vermittelt von CORFO) zurückgreifen können. Ein Hauptproblem der Investmentfonds sind gesetzliche Bestimmungen, die es den Fonds verbieten, mehr als 40% der Aktiva eines Unternehmens in dasselbe zu investieren (El Diario, 27.12.1999). Viele kleine, innovative Unternehmen benötigen jedoch ein mehrfaches ihrer Aktiva an Kapital, um Innovationsprozesse, F&E-Projekte und anschließende Vermarktungsstrategien zu finanzieren. Diese gesetzlichen Bestimmungen verhindern letztendlich eine Investition der privaten Fonds in KMU.⁴

2.3.8 Ausländische Direktinvestitionen

Chile hat in den letzten fünf Jahren eine deutliche Zunahme der ausländischen Direktinvestitionen erfahren (siehe Tabelle 2, S. 9). Die Verteilung dieser Investitionen zeigt jedoch, daß der Löwenanteil des ausländischen Kapitals in Infrastrukturprojekte und die klassischen Wirtschaftsbereiche, besonders den Bergbau, geflossen sind (siehe Abb. 2, S. 11). Die verarbeitende Industrie hat damit nur zu einem geringen Teil von diesen Investitionen profitiert. In Hochtechnologiebereichen hat es keine nennenswerten Investitionen gegeben (siehe Diskussion, Seite 10/11)

Im Infrastrukturbereich ist es aufgrund der ausländischen Direktinvestitionen zu einer raschen Modernisierung des Telekommunikationssektor gekommen.⁵ Die Transportinfrastruktur, insbesondere Autobahnen und Flughäfen, hat sich deutlich verbessert. Mit der Privatisierung der Energie- und Wasserversorger haben auch in diesen Sektoren bedeutende technologische Veränderungen stattgefunden.

2.4 Exportorientierte, dynamische Produktionssysteme

Chile war in den vergangenen 30 Jahren sehr erfolgreich bei der Entwicklung dynamischer Produktionssysteme (DPS) im Obstanbau, der Weinproduktion und der Lachzucht. Allen drei DPS ist gemeinsam, daß sie auf der Ausnutzung natürlicher Ressourcen und Besonderheiten (Land, Wasser, Klima) des Landes basieren und durch eine starke Exportorientierung mit ihren Produkten erfolgreich auf dem Weltmarkt vertreten sind (siehe Abb. 5).

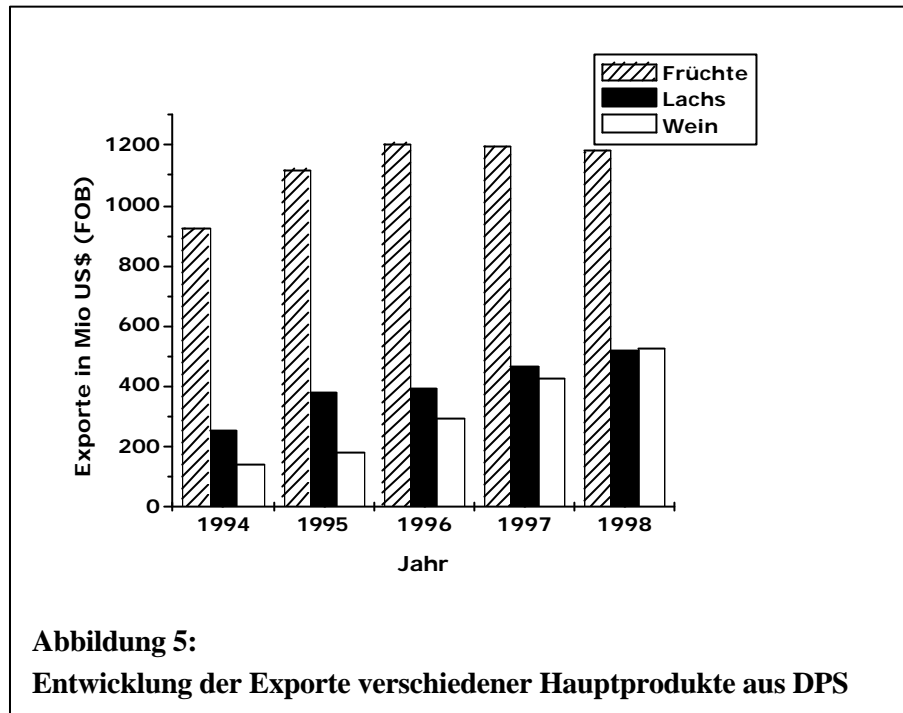
Am Beispiel des DPS im Obstanbau soll die Rolle des nationalen Innovationsystems zur Entwicklung dieses agroindustriellen Clusters erläutert werden. Dieses Beispiel ist auch deswegen sehr interessant, da der chilenische Obstanbau nach einem Boom in den 80er und Anfang der 90er Jahre in den letzten vier Jahren einem verstärkten, internationalen Wettbewerbsdruck, der mit einer Stagnation der Exporte einhergeht, ausgesetzt ist (siehe Abb. 5).

Das starke Wachstum des chilenischen Obstanbaues und –exports seit den 70er Jahren basiert wesentlich auf einem der erfolgreichsten Beispiele des Import und der Anpassung ausländischer

⁴ Es gibt mittlerweile verstärkte Aktivitäten im chilenischen Senat, dieses Gesetz zu modifizieren. Mit einer Verabschiedung der neuen Bestimmungen wird noch 2000 gerechnet.

⁵ 1997 gab es in Chile 13 Internethosts pro 10.000 Einwohner (World Bank, 1998, S. 226 f.), Ende 1999 waren es schon 200 (El Diario, 14.03.2000, S. 30).

Technologie durch ein Entwicklungsland. Dabei bediente sich der chilenische Obstsektor verschiedener Kanäle des Technologietransfers, die von der staatlichen Förderung des Transfers aus dem Ausland, der Bildung spezieller Transferinstitutionen, der Einbindung multinationaler Konzerne bis über Studienaufenthalte von Studenten, Forschern und Unternehmern in den am weitesten entwickelten Obstarbauregionen der Erde reichten (Jarvis, 1991).



Im Prozeß des technologischen Wandels im chilenischen Obstsektor können zwei Phasen unterschieden werden (für eine ausführliche Diskussion siehe Casaburi, 1999). Die erste Phase begann in den 60er Jahren mit einem starken Engagement des Staates bei der Realisierung eines Entwicklungsplanes im Obstanbau unter Federführung von CORFO und der Verabschiedung eines Hilfsprogrammes mit dem US-Bundesstaat Kalifornien. Der Entwicklungsplan hatte seinen Schwerpunkt in der technologischen Verbesserung des Fruchtanbaues (Pflanzenzucht, Ernte- und Nach-Ernte-Methoden, Kühlketten) und in der Bereitstellung von Krediten für den Import von Technologien und Zuchtpflanzen. Außerdem wurden in der Zusammenarbeit mit der Universidad de Chile, der Universidad Catolica de Chile und dem INIA F&E-Projekte zur Zucht von neuen Pflanzensorten und zur Verbesserung der Nach-Ernte-Methoden und Lagerung durchgeführt. Die Unterstützung des US-Bundesstaates Kalifornien bestand im wesentlichen in der Aus- und Weiterbildung von chilenischen Studenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern sowohl an der University of California als auch an der Universidad de Chile. Diese Aktivitäten auf universitärer Ebene hatten zwei wesentliche Effekte: die Bildung eines Pools an hochqualifizierten Fachkräften und die Umgestaltung des Ausbildungssystems an chilenischen Universitäten mit dem Ziel der lokalen Generierung des notwendigen Humankapitals (Lizana, 1991). Die zweite Phase wurde mit der Liberalisierung der Wirtschaft nach dem Militärputsch durch Pinochet in den 70er Jahren eingeleitet. Durch die Beschneidung der öffentlichen Ausgaben unter der Militärregierung kam es zu einem Transfer des Humankapitals aus dem

öffentlichen F&E-Sektor in den privaten Bereich. Dieser Transfer war jedoch nur aufgrund des beginnenden Booms beim Obstexport in die USA und den damit verbundenen hohen Gewinnen möglich. Durch Einstieg einer größeren Anzahl von Unternehmen in dieses hoch-profitable Geschäft war eine Nachfrage nach hochqualifizierten Fachkräften im privaten Sektor vorhanden. Ähnlich wie bei der Entwicklung der Lachszucht hat die Fundacion Chile auch im Obstsektor eine wichtige Rolle als Technologietransferstelle bei der Einführung neuer Obstsorten und verbesserter Ernte- und Nach-Ernte-Methoden gespielt. Dank dieses komplexen Netzwerkes zwischen staatlichen sowie privaten Organisationen und Unternehmen des Sektors war Chile auch in der jüngeren Vergangenheit in der Lage, den notwendigen technologischen Wandel in der gesamten Produktionskette zu vollziehen.⁶ Das Beispiel der Entwicklung des Obstsektors in Chile zeigt deutlich, daß hier eine Abfolge von angebots- und nachfrageorientierten Strategien den Schlüssel zum Erfolg darstellte. In der Startphase, bei geringer Nachfrage nach neuen Technologien und Fachkräften, stellte der Staat die notwendigen Finanzmittel, um eine technologische und personelle Basis zu entwickeln. Aufgrund der starken Wachstumsraten des Sektors ab Mitte der 70er Jahre und der zunehmenden Integration in den Weltmarkt steigerte sich die private Nachfrage nach neuen Technologien, so daß die Unternehmen hochqualifizierte Fachkräfte und F&E-Aktivitäten auf sich konzentrierten.

Die Stagnation der Exporterlöse des chilenischen Obstsektors in den letzten vier Jahren zeigt, daß auf dem Weltmarkt der Wettbewerb, besonders mit der Integration Südafrikas, den verstärkten Aktivitäten Argentiniens und anderer Länder, wesentlich gestiegen ist. Die chilenischen Unternehmen sind immer mehr gezwungen, Produkte mit hoher Qualität, frei von Viren- oder Pilzbefall zu günstigen Preisen auf den Weltmarkt zu bringen, um im harten Wettbewerb zu bestehen. Außerdem muß eine Strategie der Diversifizierung verfolgt werden, die neben neuen Varianten und vollkommen neuen Fruchtarten (Brombeeren, Himbeeren u.a.) auch Produkte aus dem biologischen Anbau mit einbezieht. Dazu wird es notwendig sein, komplexe Technologien, wie die Biotechnologie⁷, zur Generierung schädlingsresistenter oder langsam nachreifender Varianten sowie zur biologischen Schädlingsbekämpfung in Chile zu etablieren. Die Frage ist, ob dies nach dem altbekannten Muster des effizienten und kostengünstigen Technologietransfers aus dem Ausland erreicht werden kann. Aus verschiedenen Gründen sind an dieser Stelle Zweifel angebracht:

- Frühere Partner beim Technologietransfer, wie z.B. die University of California sind kaum noch bereit, einem ernst zu nehmenden Konkurrenten kostenlos die neuesten Technologien zur Verfügung zu stellen.
- In der Biotechnologie sind viele der kommerziell interessanten, technologischen Entwicklungen durch international wirksame Patente geschützt. Mit der Integration Chiles in die WTO steigt der Druck auf Chile, diese Eigentumsrechte anzuerkennen und bei potentieller Nutzung Gebühren zu zahlen.

⁶ Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß dieses Innovationsnetzwerk nur eine Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung des Fruchtsektors in Chile war. Daneben haben die Privatisierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen, die Öffnung des Landes zum Weltmarkt und die Integration multinationaler Konzerne im Exportbereich eine wichtige Rolle gespielt (Casaburi, 1999, S. 31 ff.)

⁷ Zur Definition der Biotechnologie siehe Anhang A I

- Die relativ weite Entfernung Chiles von den Zielmärkten in den USA, Europa und Japan macht es notwendig, spezielle Nach-Ernte-Verfahren zur Steigerung der Haltbarkeit der verschiedenen Obstsorten zu entwickeln. Die dafür notwendige Technologie wird Chile kaum in den entwickelten Industrieländern erhalten, da dort keine große Nachfrage dafür existiert und somit auch keine nennenswerten F&E-Anstrengungen auf diesem Gebiet unternommen werden.

Die hier genannten Aspekte weisen darauf hin, daß der chilenische Obstsektor zusätzlich zu den Transferanstrengungen stärker eigene Aktivitäten in F&E entwickeln muß, um spezifische, lokale Probleme zu lösen und um einen technologischen Vorsprung vor den anderen Wettbewerbern aus dem Kreise der fortgeschrittenen Entwicklungsländer zu behalten. Aufgrund der hohen Kosten von F&E im Bereich der Biotechnologie erscheint ein erneutes Engagement seitens Staates bei der Förderung von innovativen Projekten im Unternehmenssektor erforderlich.

2.5 Zusammenfassende Einschätzung des NIS in Chile

Bei einem Vergleich einiger Indikatoren der NIS in Lateinamerika in den 80er Jahren und des chilenischen NIS zu Beginn des neuen Jahrhunderts können sowohl Fortschritte als auch Stagnationen festgestellt werden (siehe Tabelle 8).

Die Ausgaben für F&E liegen immer noch deutlich unter 1 % des BIP und der Anteil des privaten Sektors an Investitionen in F&E-Projekte ist, besonders im Bereich der vorwettbewerblichen Forschung und Entwicklung, nach wie vor zu gering. Durch die Implementierung des nationalen Programms für technologische Innovation (PIT) wurden neue Anreize für den privaten Sektor geschaffen, sich verstärkt an F&E zu beteiligen. Dadurch konnte eine erhöhte Sensibilität der Unternehmen für F&E-Aktivitäten erreicht werden, die zumindest in einigen Wirtschaftsbranchen zu einer Anerkennung von F&E als wichtige Komponente zur Stärkung der Wettbewerbsstrategien von Unternehmen geführt hat.

Es existiert nach wie vor ein großer Nachholbedarf bei der Ausbildung von Fach- und Führungskräften an Universitäten und Fachhochschulen. Es gibt Fortschritte bei der expliziten Förderung der Ausbildung von hochqualifizierten Fachkräften an einheimischen Universitäten und im Ausland. Die finanzielle Ausstattung der vorhandenen Förderprogramme in diesem Bereich ist jedoch nicht ausreichend.

Bezogen auf alle Wirtschaftsbereiche existieren noch zu wenig Erfahrungen bei der Kooperation zwischen privaten Unternehmen und Universitäten sowie anderen Forschungseinrichtungen in F&E-Projekten. In einigen dynamischen Wirtschaftsbereichen (Obstsektor, Lachszucht) ist jedoch ein branchenspezifisch hoher Vernetzungsgrad zwischen den einzelnen Akteuren des NIS zu beobachten. Ein weiterhin großer Nachholbedarf zeigt sich bei der Kooperation zwischen den Unternehmen bei Durchführung von F&E-Projekten und der sich anschließenden Phase der Produktvermarktung.

Die wissenschaftlich-technische Infrastruktur hat sich Dank des PIT und anderer Förderprogramme im letzten Jahrzehnt deutlich verbessert. Viele WTZ haben sich deutlich nach außen orientiert, um ihre technologische Kompetenz den Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

Es gibt nach wie vor starke Probleme im Bereich der Finanzierung von technologischen Investitionen in privaten Unternehmen. Der private Finanzsektor zeigt zu wenig Bereitschaft, innovative Finanzierungsinstrumente wie Unternehmensbeteiligungs- und Risikokapitalfonds bereitzustellen. Staatliche Programme zur Förderung der Einrichtung von Risikokapitalfonds, besonders im KMU-Sektor sind bisher auch aufgrund einer mangelhaften gesetzlichen Basis wenig erfolgreich.

Tabelle 8: Entwicklung des chilenischen NIS

Lateinamerika 80er Jahre	Chile 2000
keine explizite Förderung der Ausbildung von hochqualifizierten Fachkräften, geringer Output an Ingenieuren	Beginn einer expliziten Förderung der Ausbildung von hochqualifizierten Fachkräften
Ausgaben für F&E < 1,0 % des BIP	Ausgaben für F&E < 1,0 % des BIP
industrielle F&E hat nur einen Anteil von < 25 % an Gesamtausgaben für F&E	industrielle F&E hat nur einen Anteil von < 25 % an Gesamtausgaben für F&E
schwache Vernetzung zwischen Akteuren des NIS	stärkere Vernetzung zwischen Akteuren des NIS, besonders in dynamischen Produktionssystemen
schwache wissenschaftlich-technische Infrastruktur und geringe Vernetzung mit Industrieunternehmen	verbesserte wissenschaftlich-technische Infrastruktur mit stärkerer Vernetzung zu Industrieunternehmen
kaum Erfahrungen im Technologie- und F&E-Management in Unternehmen	geringe Erfahrungen im Technologie- und F&E-Management in Unternehmen
starker Technologietransfer, jedoch kaum begleitende F&E zur Integration und Weiterentwicklung der ausländischen Technologien	starker Technologietransfer, jedoch kaum begleitende F&E zur Integration und Weiterentwicklung der ausländischen Technologien

In Chile zeigt sich deutlich eine branchenspezifische Ausprägung technologischer Kompetenz, die darauf basiert, daß das nationale Innovationssystem in den letzten Jahrzehnten in einigen Wirtschaftsbereichen (Obstanbau, Lachs-zucht, Weinproduktion aber auch Bergbau) eine erstaunliche Leistungsfähigkeit und Effizienz entwickeln konnte, während in anderen Sektoren noch Schwächen vorhanden sind.

Während das PIT relativ erfolgreich bei der Förderung von technologischen Innovationen auf niedrigem bis mittlerem Niveau ist, gibt es immer noch große Probleme bei der Anwendung und Entwicklung von Hochtechnologien (Biotechnologie, Softwareentwicklung, Elektronik-

industrie, u.a.) in Chile. Es fließen kaum ausländische Direktinvestitionen in diese Bereiche und auch die chilenischen Unternehmen und privaten Finanzinstitutionen sind selten bereit, die Kosten und das Risiko bei der Implementierung und Entwicklung von Produkten und Prozessen in Hochtechnologiebereichen zu tragen.

3 Teil II: Die Entwicklung der Biotechnologie im Kontext des nationalen Innovationssystems Chiles⁸

Das Konzept des nationalen Innovationssystems bietet einen hilfreichen Ansatz zur Beschreibung des nationalen Kontexts, in welchem die moderne Biotechnologie integriert werden soll (Brenner, 1998). Das NIS repräsentiert die intrinsische Kapazität eines Landes komplexe Technologien, wie die Biotechnologie, aufzunehmen und national zu verteilen (Diffusion). Damit wird die Integration der Biotechnologie zu einem entscheidenden Prüfstein für die Effizienz und Leistungsfähigkeit eines NIS.

3.1 Vorbetrachtung: Die Bedeutung der modernen Biotechnologie für Entwicklungsländer

Verschiedene internationale Organisationen betonen die Notwendigkeit der Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren in landwirtschaftlichen Produktionssystemen von Entwicklungsländern (Brenner, 1998; FAO-Pressemitteilung 22.01.99). Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) unterstreicht, daß die Biotechnologie, zusammen mit anderen Technologien, neue Lösungen für eine umweltverträgliche Landwirtschaft und mehr Ernährungssicherheit bietet. So können genetisch modifizierte Pflanzen mit spezifischen Schädlingsresistenzen zur Verringerung des Einsatzes von Agrochemikalien führen. Pflanzen mit einer verbesserten Salz- und Eisenverträglichkeit könnten dazu beitragen, mehr Nahrung auf ertragsschwachen Böden zu erzeugen (FAO-Pressemitteilung, 22.01.99). Außerdem offeriert die Biotechnologie neue Methoden für die Diagnostik von Pflanzenkrankheiten, die biologische Kontrolle von Schädlingen als auch genetische Verfahren (genetische Marker und Mapping) zur Revolutionierung der Pflanzenzüchtung. Auch die OECD sieht in der Biotechnologie eine wertvolle Technologie zur Entwicklung nachhaltiger Methoden in der Pflanzenproduktion und dem Pflanzenschutz (Brenner, 1998).

Die internationale Diskussion über die Entwicklung der Biotechnologie in Entwicklungsländern bleibt in den meisten Fällen auf deren Anwendung in der Landwirtschaft („grüne Biotechnologie“), besonders auf den Einsatz genetisch modifizierter Kulturpflanzen mit speziellen Schädlingsresistenzen beschränkt. Diese Diskussion wird teilweise sehr kontrovers geführt, da neben dem Nutzen der Biotechnologie auch mögliche Umweltgefahren bei der Freilassung genetisch modifizierter Organismen beachtet werden müssen. Länder wie Argentinien, China, Mexico und Südafrika haben sich über diese Bedenken hinweggesetzt und sind den Vorreitern USA und Kanada im großflächigen Anbau von transgenem Mais, Soja und Tomaten gefolgt. Diese Entwicklungsländer stellen mittlerweile 15 % der weltweiten 28 Mio. Hektar mit genetisch modifizierten Kulturpflanzen (James & Krattiger, 1999). Viele Staaten in Europa (außer Frankreich und Spanien) haben den Anbau genetisch modifizierter

⁸ Der Teil II dieser Arbeit basiert im wesentlichen auf einer empirischen Untersuchung mit Schwerpunkt im Unternehmenssektor, die von November 1999 bis März 2000 in Chile realisiert wurde. Details zur Planung und Ausführung der empirischen Erhebung sind im Anhang A II zu finden.

Kulturpflanzen bisher nur für Versuchszwecke erlaubt. Generell existiert in der europäischen Bevölkerung eine starke Ablehnung des Verzehrs von Nahrungsmitteln auf Basis genetisch modifizierter Organismen.⁹ Die britische Regierung hat deshalb eine dreijähriges Moratorium beim Anbau genetisch modifizierter Pflanzen beschlossen, um in dieser Zeit die möglichen Risiken für Umwelt und Gesundheit zu erforschen. Die deutsche Regierung zeigt sich geneigt, einen ähnlichen Weg einzuschlagen (Financial Times Deutschland, 22.06.2000). Nach Abschluß einer dreijährigen Testphase soll endgültig über einen Einsatz genetisch modifizierter Kulturpflanzen entschieden werden.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die "grüne Biotechnologie" nicht ausschließlich nur mit der Entwicklung und dem Einsatz transgener Organismen gleichzusetzen ist. Wie weiter oben schon erwähnt, bietet die moderne Biotechnologie eine Vielzahl neuer Methoden, die in der Diagnostik von Krankheiten nicht nur bei Pflanzen sondern auch bei Tieren eingesetzt werden können. Dazu kommen biologische Verfahren der Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft oder neue Möglichkeiten in der Tierernährung.

Die „rote Biotechnologie“, eingesetzt zur Generierung von neuen Medikamenten und medizinischen Behandlungsmethoden, sieht sich kaum einer Ablehnung durch die Bevölkerung gegenüber. Aufgrund der hohen Kosten¹⁰ der „roten Biotechnologie“ ist jedoch deren Verbreitung in Entwicklungsländern sehr beschränkt. In Lateinamerika sind es einzig Brasilien und Kuba, die nennenswerte Aktivitäten im Bereich der "roten Biotechnologie" aufweisen können. Dabei sind deren Produkte hauptsächlich für den lateinamerikanischen Markt bestimmt (ISB, 1999; Solleiro & Castañón, 1999, S. 27 ff.).

3.1.1 Die Bedeutung der Biotechnologie für die wirtschaftliche Entwicklung in Chile

Aufgrund der Wirtschaftsstruktur Chiles mit seiner Fokussierung auf Industrien, die auf der Ausbeutung natürlicher Ressourcen basieren, könnte die Biotechnologie ein wichtiges Werkzeug zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit dieser Wirtschaftszweige darstellen. Das Anwendungspotential der Biotechnologie im Obstanbau, der Forstwirtschaft, der Fischzucht, der Weinproduktion und auch dem Bergbau ist enorm. Einige Beispiele sollen dies im folgenden verdeutlichen.

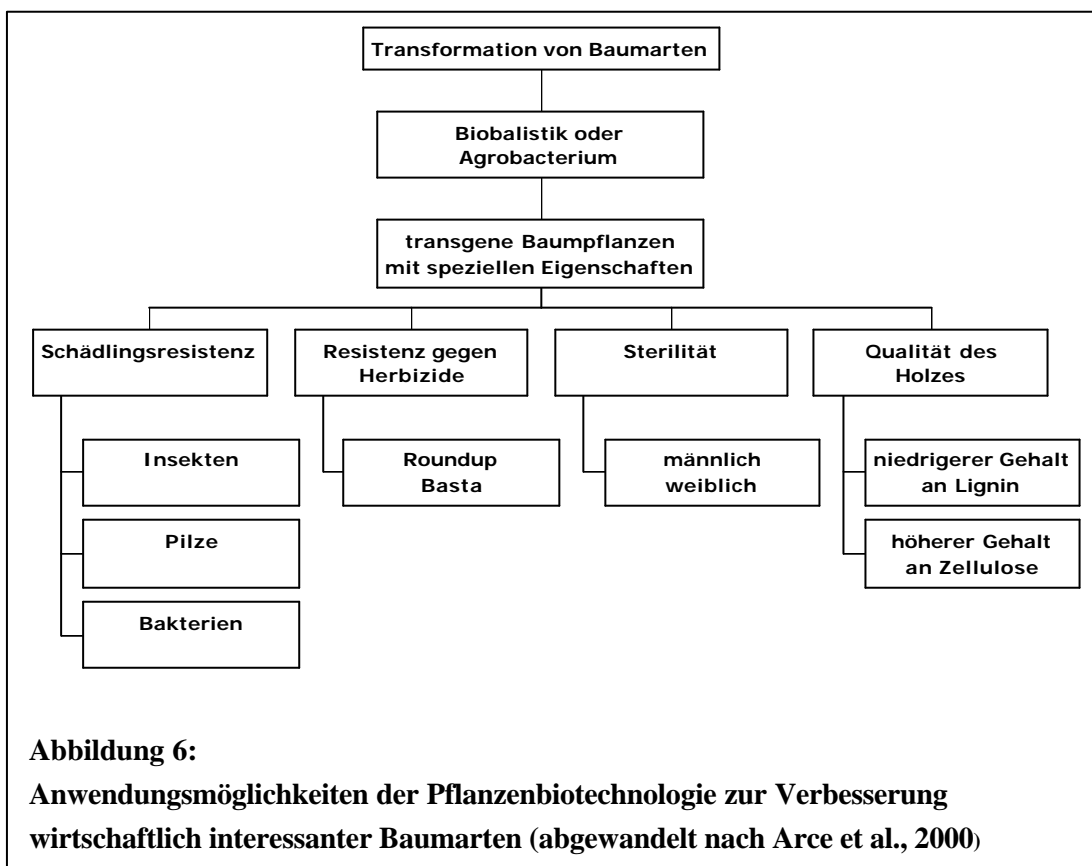
Neue gentechnologische Verfahren erlauben eine effizientere Anwendung traditioneller Züchtungsverfahren als auch die Entwicklung transgener Pflanzen mit speziellen Schädlingsresistenzen im Obstanbau und in der Forstwirtschaft. Dadurch können neue, mit speziellen Eigenschaften (Geschmack, Farbe, Wachstumsverhalten, Resistenz, etc.) ausgestattete Varianten gewonnen werden, die außerdem höhere Erträge und einen geringeren Einsatz von Pestiziden ermöglichen. Im Obstanbau werden der Zuwachs an genomischen Informationen über die einzelnen Arten und neue Selektionstrategien auf Basis molekularer Informationen (DNA-Marker, u.a.) den Zeitaufwand bei klassischen Züchtungsverfahren

⁹ 70 % der Bundesbürger äußerten sich ablehnend zum Verzehr von Lebensmitteln auf Basis genetisch modifizierter Pflanzen (Wagner, 2000, S. 128).

¹⁰Die Kosten für Forschung und Entwicklung sowie Testung eines neuen Medikament werden mittlerweile (1999) auf durchschnittlich 800 Mio. US\$ geschätzt (Wagner, 2000, S. 47).

deutlich senken helfen (Altman, 1999, S. 52). Ob transgenen Obstsorten mit speziellen Schädlingsresistenzen oder verlangsamtem Reifezyklus einen Durchbruch auf den internationalen Märkten erzielen werden, bleibt angesichts der öffentlichen Ablehnung des Verzehrs von Lebensmitteln auf der Basis transgener Organismen abzuwarten.

Dem Einsatz rekombinanter DNA-Technologien und der *in vitro* Zellbiologie zur Generierung transgener Baumarten sollten keine großen Bedenken seitens breiter Bevölkerungsgruppen entgegenstehen. Damit eröffnet sich der Pflanzenbiotechnologie ein breites Anwendungsfeld in der chilenischen Forstwirtschaft mit hohem volkswirtschaftlichen Nutzen (siehe Abbildung 6). Allein die Entwicklung transgener Pinus-Varianten, die in der Lage sind, ein Toxin aus *Bacillus thuringiensis* zur Bekämpfung von Forstschädlingen zu produzieren, würde Einsparungen im Pestizideinsatz und höhere Hektarerträge im Wert von mehr als 25 Mio. US\$ generieren (Fundacion Chile, 1999a).



Darüber hinaus bieten neuere Anwendungen zum biologischen Pflanzenschutz, z.B. der Einsatz von Biopestiziden die Möglichkeit des Aufbaues eines biologischen Landbaues in Chile, mit dessen Produkten vorhandene Marktnischen besetzt werden können.

Angesichts des weltweit steigenden Konsums von Fischen und der sich erschöpfenden natürlichen Bestände an verschiedenen Fischarten, nehmen die Zucht und die intensive Produktion an Fischen zu. Weltweit wird auf diesem Wege bereits ein Anteil von 10 bis 15 % am gesamten Fischbedarf gedeckt (Große et al., 1998, S. 10). Chile hat sich in den letzten Jahren zum zweitgrößten Exporteur an Zuchtlachs entwickelt. Aus diesem Grund rücken effiziente, nutzgerechte Haltung von Lachs und anderen Fischarten (Menge, Qualität, Kosten,

Zeitfaktor, geringe Verluste) verstärkt ins Interesse chilenischer Produzenten. Besonders bei Diagnose und Bekämpfung von bakteriellen und viruellen Erkrankungen spielen molekularbiologische Diagnostikverfahren und die Entwicklung neuartiger Impfstoffe (z.B. DNA-Vakzine) eine wichtige Rolle. Auch die Entwicklung spezieller Nutraceutika für die Fischernahrung hat an Bedeutung gewonnen. Hier ergeben sich für chilenische Unternehmen sowohl im Bereich der Herstellung von speziellen Diagnostika als auch bei der Bereitstellung von Dienstleistungen im Diagnostikbereich interessante Wachstumsmärkte. Letztendlich ermöglicht die Gentechnologie auch die Entwicklung genetisch modifizierter Fischvarianten mit speziellen Eigenschaften. So hat die Firma A/F-Protein aus Canada eine gentechnisch veränderte Lachsvariante auf den Markt gebracht, die ca. vier- bis sechsmal schneller heranwächst als ihre natürlichen Artgenossen. Auch die Kälteresistenz von Zuchtfischen sollte mittelfristig durch Übertragen spezieller Gene für die sogenannten „Gefrierschutz-Proteine“ deutlich erhöht werden.¹¹ Inwieweit diese gentechnisch veränderten Fischvarianten eine Anerkennung beim Verbraucher finden, bleibt abzuwarten. Momentan ist eher mit einer starken Ablehnung zumindest in Europa und Japan zu rechnen.

Ein vierter interessanter Anwendungsbereich der Biotechnologie in Chile ist die Gewinnung von Feinchemikalien und Nutraceutika auf der Basis von natürlich nachwachsenden Rohstoffen. Beispielhaft sei hier nur die Produktion von Steroiden aus Abfällen der Zelluloseindustrie oder die Gewinnung von Alginaten und Carotenoiden aus Algen genannt.

3.1.2 Biotechnologie-Unternehmen in Lateinamerika

Im Vergleich mit anderen Regionen der Erde setzte die Entwicklung der modernen Biotechnologie im Unternehmenssektor relativ spät in Lateinamerika ein. Bis Mitte der 80er Jahre wurde Biotechnologie mit traditionellen Fermentationsverfahren in der Bier-, Wein- und Käseherstellung gleichgesetzt. Moderne Methoden wie *genetic engineering* wurden erst zu Ende der 80er Jahre von einigen lateinamerikanischen Unternehmen aufgegriffen, um im Bereich der Enzymherstellung (Biobras, Brasilien), der Gewinnung von Pharmakas (Bio Sidus, Argentinien) oder der Produktion von Diagnostik-Kits (Bios Chile) moderne biotechnologische Produkte für den lokalen Markt herzustellen (Solleiro & Castañón, 1999). Die Ursachen für den Rückstand lateinamerikanischer Unternehmen in der Anwendung der Biotechnologie sind hauptsächlich auf die Resistenz traditioneller Unternehmen gegenüber technologischem Wandel und die mangelnde F&E-Kapazität der Unternehmen zurückzuführen (Solleiro & Castañón, 1999). F&E findet traditionell an Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen statt, wobei die Zusammenarbeit mit dem privaten Sektor noch zu schwach ausgeprägt ist. Außerdem existiert ein deutliches Defizit an hochqualifizierten Fachkräften in den Bereichen Biotechnologie, Biochemie, Molekularbiologie und Genetik. Hinzu kommt, daß der multidisziplinäre Charakter von F&E-Projekten in der Biotechnologie bislang unterschätzt wurde. Zusammenfassend kann man feststellen, daß die genannten Defizite bei der Anwendung der Biotechnologie ihre wesentliche Ursache in der Rückständigkeit der nationalen Innovationssysteme in Lateinamerika haben (vgl. Tabelle 1, Seite 6)

¹¹ www.transgen.de

Auffällig ist, daß gerade die Länder mit den größten universitären F&E-Kapazitäten (Brasilien, Argentinien, Mexico) die meisten Fortschritte in der Anwendung der modernen Biotechnologie im Unternehmenssektor vorweisen können. Darüber hinaus ist Kuba aufgrund des starken staatlichen Engagements sehr aktiv in der Produktion von Therapeutika und Impfstoffen auf der Basis biotechnologischer Methoden (ISB, 1999). In Tabelle 9 werden einige der wichtigsten Biotechnologie-Unternehmen Lateinamerikas aufgelistet. Sie sind hauptsächlich in 3 verschiedenen Sektoren tätig:

- Biotechnologie in der Landwirtschaft (Pflanzenzüchtung, auch transgene Kulturpflanzen)
- Pharmazeutika
- Feinchemikalien (Aminosäuren, Pigmente, Vitamine, u.a.).

Es gibt bisher kaum nennenswerte Aktivitäten in der Anwendung der Biotechnologie in der Forst- und Viehwirtschaft sowie der Fischindustrie, obwohl diese Wirtschaftszweige teilweise von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung sind.

Tabelle 9: Die wichtigsten Biotechnologie-Unternehmen in Lateinamerika^a

Land	Unternehmen	Aktivitäten in der Biotechnologie	Anzahl Mitarbeiter
Brasilien	Biobras	Insulin- und Enzymproduktion	> 250
Brasilien	Valle	Herstellung von Impfstoffen und Pharmazeutika	> 250
Argentinien	Bio Sidus	Herstellung von Pharmazeutika (Interferon) Isolierung von Pflanzeninhaltsstoffen	> 250
Mexico	Pulsar	Herstellung transgener Obst- und Gemüsepflanzen	> 250
Kuba	CIGB ^b	Herstellung von Interferonen und Impfstoffen (Hepatitis B, Meningitis B)	> 250
Venezuela	Polar	Diagnostik-Kits	> 250
Chile	Bios Chile	Diagnostik Kits	101-250

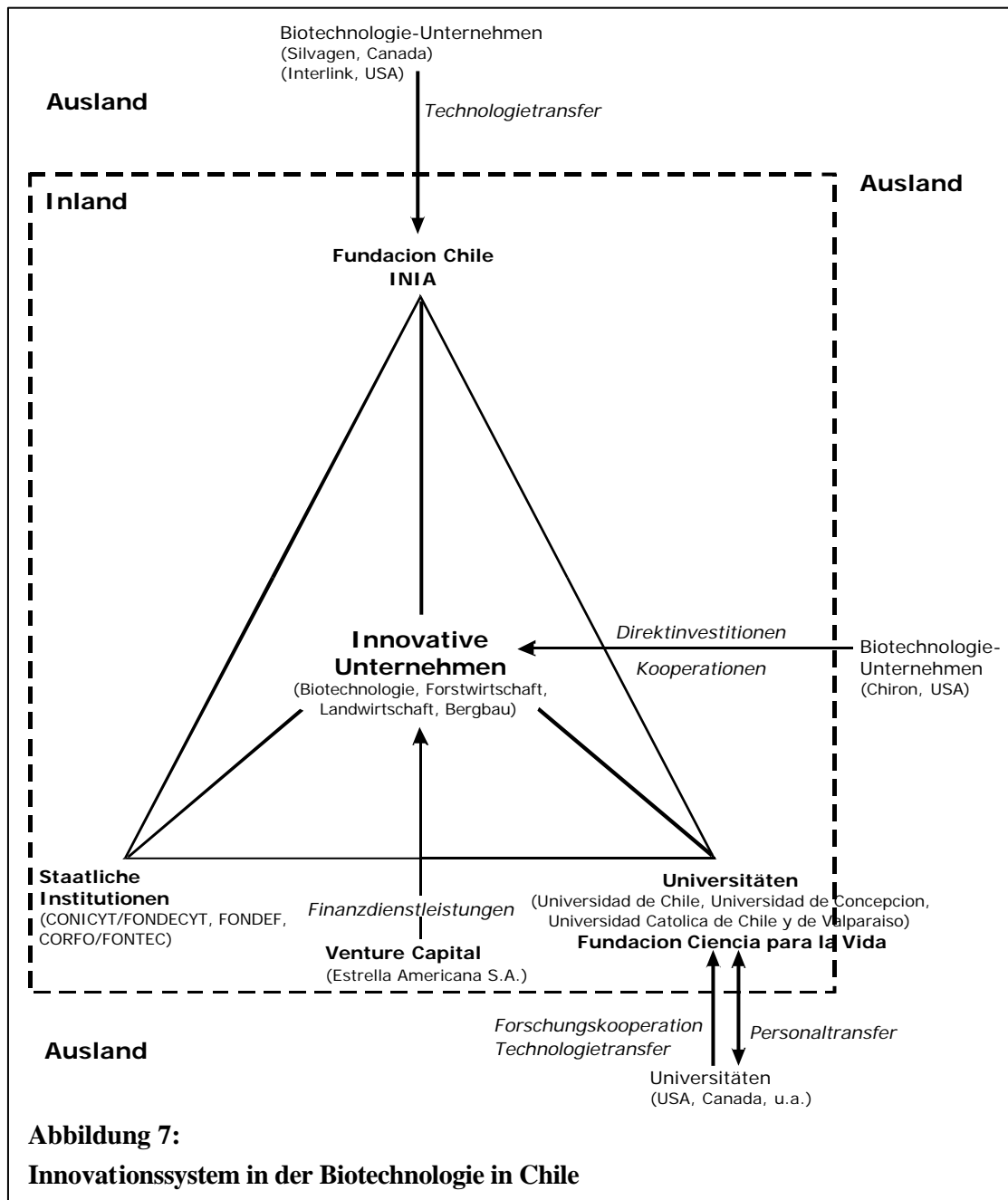
^anach Solleiro & Castañón, 1999; Cassiolato & Lastres, 1999

^bCentro de Ingeniería Genética y Biotecnología

In keinem der lateinamerikanischen Länder kann man vom Vorhandensein einer Biotechnologie-Industrie, bestehend aus einer größeren Anzahl von dynamischen Unternehmen, die untereinander kooperieren, sprechen. Einzig in Brasilien hat sich ein kleinerer Biotechnologie-Cluster in Minas Gerais entwickelt (Cassiolato & Lastres, 1999). Dieser Cluster wird dominiert von dem ältesten Biotechnologie-Unternehmen Brasiliens Biobras. Es sind insgesamt 12 Biotechnologie-Unternehmen darin versammelt, die zum Teil als *spin-off* aus der Universität in Minas Gerais entstanden sind und eng miteinander kooperieren.

3.2 Die Entwicklung der Biotechnologie im Rahmen des NIS Chiles

Bei Analyse des NIS in Chile können verschiedene für die Entwicklung der Biotechnologie in Chile relevante Akteure identifiziert werden. Dazu gehören neben einer kleineren Gruppe (ca. 60) von innovativen Unternehmen aus den Bereichen Biotechnologie, Land- und Forstwirtschaft sowie Bergbau verschiedene Institutionen der Mesoebene, wie die Fundacion Chile, CORFO, CONICYT und die Fundacion Ciencia para la Vida sowie einige der Universitäten des Landes (siehe Abb. 7).



3.2.1 Innovative Unternehmen und die Anwendung der Biotechnologie

Entsprechend des Applikationsgrades biotechnologischer Verfahren wird eine Klassifizierung der Unternehmen vorgenommen, um die Biotechnologie-Unternehmen im engeren und weiteren Sinne (Generierung eigener biotechnologischer Verfahren und Produkte) und die Anwender der Biotechnologie (z.B. Unternehmen aus Forst- oder Landwirtschaft) zu unterscheiden (siehe Kasten 2). Auf Basis dieser Klassifizierung wurden in Chile 18 Unternehmen im Niveau I, 5 im Niveau II und 30 im Niveau III identifiziert.

Kasten 2: Klassifizierung der Unternehmen nach Applikationsgrad der Biotechnologie

Niveau I – Biotechnologie-Unternehmen im engeren Sinne

Unternehmen, das moderne, biotechnologische Produkte oder Verfahren entwickelt hat, das F&E realisiert und das **hauptsächlich** eigene biotechnologische Produkte und/oder Verfahren bzw. die anderer Biotechnologie-Unternehmen kommerzialisiert.

Niveau II – Biotechnologie-Unternehmen im weiteren Sinne

Unternehmen, das **unter anderem** moderne, biotechnologische Produkte oder Verfahren entwickelt hat, das F&E realisiert und das eigene biotechnologische Produkte und/oder Verfahren bzw. die anderer Biotechnologie-Unternehmen kommerzialisiert.

Niveau III – Anwender der Biotechnologie

Unternehmen, das Finanzmittel für F&E bereitstellt und/oder eigene F&E-Projekte realisiert, um moderne Verfahren der Biotechnologie in seine Produktionskette zu integrieren.

Niveau IV – Reine Vermarkter biotechnologischer Produkte

Unternehmen, das nur an der Vermarktung biotechnologischer Produkte beteiligt ist (Handelsfirma oder Ingenieurbüro).

Die Branchenverteilung der Unternehmen ist in Tabelle 10 zusammengefaßt.

Tabelle 10: Branchenverteilung der Unternehmen

Klassifizierung	Anzahl	Branche	Stichprobe
Niveau I	17	Biotechnologie	16
Niveau II	1	Nahrungs- und Futtermittel	1
	2	Verarbeitende Industrie	0
	2	Forstwirtschaft	2
	5		3
Niveau III	9	Landwirtschaft	1
	5	Obst- und Weinanbau	2
	5	Nahrungs- und Futtermittel	1
	4	Umwelttechnik	3
	2	Forstwirtschaft	1
	1	Veterinärmedizin	1
	1	medizinische Diagnostik	0
	1	Pharma	1
	2	Feinchemikalien	0
	2	Bergbau	0
	2	universitäre Dienstleistungen	2
	34		12
Niveau IV	> 20	Handelsfirmen	2

Einen Spezialfall in Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren stellen die Unternehmen des Kupferbergbaues in Chile dar. Schon Anfang der 80er Jahre wurde der Prozeß der biologischen Erzlaugung, der Gewinnung reinen Kupfers aus Mineralgestein durch bakterielle Auswaschung, in Chile etabliert (für eine kurze Zusammenfassung siehe Kasten 3). Mittlerweile werden ca. 5 bis 6 % des Kupfers auf Basis dieser Verfahren gewonnen (Leiva, 1999a, S. 91 ff.).

Kasten 3: Biologische Erzlaugung in Chile

Mitte der 80er Jahre begann das Bergbauunternehmen SMP (Sociedad Minera Pudahuel) mit der Entwicklung eines Verfahrens zur biologischen Erzlaugung von Kupfergestein. Mit Unterstützung des Instituto Nacional de Tecnología de Alimentos (INTA) der Universidad de Chile und dem CIMM wurde das sogenannte BTL-Verfahren (BTL = *bio thin layer*) entwickelt, das eine Gewinnung des Kupfers allein auf der Basis von biologischer Erzlaugung erlaubt. Dieses Verfahren wurde zuerst in den Minen Cerro Colorado und Quebrada Blanca etabliert. Damit waren diese beiden Minen die ersten auf der Welt, die 100 % des Kupfers auf der Basis von biologischer Erzlaugung gewannen. Interessant dabei ist, daß diese Minen auf 2500 bzw. 4500 Meter Höhe liegen. Damit werden besondere Anforderungen an das Design und den Betrieb der Anlagen zur biologischen Erzlaugung gestellt.

Von den 4 Mio. Tonnen Kupfer, die 1999 in Chile produziert wurden, konnten ca. 250.000 Tonnen auf der Basis von biologischer Erzlaugung gewonnen werden. Dies entspricht immerhin ca. 400 Mio. US\$ an Einnahmen auf dem Weltmarkt und macht die biologische Erzlaugung zum volkswirtschaftlich wichtigsten, biotechnologischen Verfahren in Chile.

Aufgrund der Heterogenität (Großunternehmen und KMU, verschiedene Branchen) der untersuchten Unternehmen ist die folgende Analyse des Unternehmenssektors in zwei Abschnitte unterteilt. Zuerst wird die relativ homogene Gruppe (bis auf zwei Unternehmen alles KMU) der Biotechnologie-Unternehmen (Niveau I und II) charakterisiert und dann erfolgt eine zusammenfassende Einschätzung der F&E-Aktivitäten aller Unternehmen an Hand verschiedener Indikatoren (F&E-Ausgaben, Qualität, Personal, Kooperationsverhalten, u.a.).

3.2.1.1 Biotechnologie-Unternehmen in Chile

Entsprechend der Klassifizierung der Unternehmen nach Umsatzvolumen¹² sind nach chilenischen Maßstäben zwei der betrachteten Firmen (Bios-Chile S.A. und Tepual S.A.) Großunternehmen, 12 Firmen sind kleine und mittlere Unternehmen und 5 Mikrounternehmen. Die verschiedenen Branchenkennzahlen zeigen deutlich, daß die Biotechnologie-Industrie in Chile auch im Vergleich zu den in Lateinamerika führenden Nationen relativ schwach entwickelt ist (siehe Tabelle 11).

Ähnlich wie in anderen lateinamerikanischen Ländern (Brasilien, Argentinien) sind die meisten Unternehmen im Bereich der medizinischen Diagnostik und bei der Produktion von Enzymen

¹² Die Definition der Klassifizierungskriterien ist in Anhang A I zu finden.

und Feinchemikalien (oft auf Basis natürlicher Ressourcen) tätig. Dies wird noch deutlicher bei der Analyse der einzelnen Produkte bzw. Dienstleistungen, die von den Biotechnologie-Unternehmen in Chile angeboten werden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 11:

Branchenkennzahlen für die Biotechnologie geordnet nach Produktsektoren^a

Produktsektor	Anzahl der Firmen	Anzahl der Mitarbeiter	Anzahl der Mitarbeiter in F&E	F&E-Ausgaben in Mio. US\$	Umsatz (1999) in Mio. US\$	Export (1999) in Mio. US\$
medizinische und veterinärmedizinische Diagnostik	5	95	45	0,82	4,45	0,7
Reagenzien, Enzyme und Feinchemikalien	5	68	13	0,16	1,72	0,41
Biofertilizante und Biopestizide	2	16	3	0,14	1,0	0,17
biotech. Anwendungen in der Forstwirtschaft	1	31	8	0,16	k.A.	0
Umweltbiotechnologie	1	3	2	0,02	0,01	0
biologische Schädlingskontrolle	2	22	13	0,11	0,15	0
genetic engineering bei Pflanzen	3	3	1	0	0	0
Gesamt	19	238	85	1,41	7,33	1,28

^aeigene Untersuchung

Testverfahren zum Einsatz in der medizinischen Diagnostik (Chagas-Krankheit, Schwangerschaftstests, u.a.) werden vom Branchenprimus Bio-Chile S.A. produziert und in Chile und anderen lateinamerikanischen Ländern vermarktet. Andere biotechnologische Produkte basieren hauptsächlich auf der Nutzung natürlicher Ressourcen wie z.B. das Biopestizid von Actigen S.A., welches aus dem Chitinpanzer von Krebstieren (Abfall der fischverarbeitenden Industrie) gewonnen wird oder das Protein Blue Carrier[®] von Biosonda S.A., welches aus einer chilenischen Muschelart extrahiert wird. Auch die Produktion von Papain aus der Papayafrucht durch Tecnologic Farm S.A. ist hier einzuordnen. Andere Unternehmen konzentrieren sich zunehmend auf das Angebot von Dienstleistungen für die Forst- und Landwirtschaft sowie die Fischzucht.

Tabelle 12: Eine Auswahl biotechnologische Produkte chilenischer Unternehmen^a

Sektor	Produkt/Verfahren	Unternehmen
medizinische Diagnostik	Diagnostik-Kits für Chagas-Krankheit, Schwangerschaft, Helicobacter pylori u.a.	Bios Chile S.A.
Diagnostik in der Fischzucht	PCR-Technologie zur Detektion von Viruserkrankungen	Diagnotec S.A.
	Kits zur Detektion von Algentoxinen	Tepual S.A.
Enzymproduktion	Blue Carrier	Biosonda S.A.
	Papain	Tecnologic Farm S.A.
	rekombinante Proteine	Bios Chile S.A.
Biofertilizante/Biopestizide	Fertilizante auf der Basis eines Algenextraktes	Probical S.A.
	Biopestizid auf Chitinbasis	Actigen S.A.

^aeigene Untersuchung

Die Biotechnologie-Industrie in Chile ist relativ jung. Zwei Drittel der Unternehmen wurden in den letzten 10 Jahren ins Leben gerufen. Nur 26 % der Unternehmen wurden von Universitätsmitarbeitern gegründet. Daneben zeichneten Privatpersonen, andere Unternehmen und die Fundación Chile für die Gründung von Biotechnologie-Unternehmen verantwortlich. Ihr Gründungskapital ist hauptsächlich privaten Ursprungs (Eigenkapital oder Beteiligung anderer Unternehmen). Vier Unternehmen nutzten bei der Unternehmensgründung einen staatlichen Zuschuß zu eigenen F&E-Projekten über den Technologiefond FONTEC. Bankkredite spielten in der Gründungsphase der Unternehmen keine wesentliche Rolle. Zwei Drittel der Unternehmen sind in den letzten drei Jahren gewachsen (Umsatz- und Mitarbeiterzahl). Aufgrund des relativ geringen Alters der meisten Unternehmen und des Fehlens von Vergleichsdaten aus früheren Jahren ist es jedoch noch zu früh, von einem allgemeinen Wachstumstrend in der Biotechnologie in Chile zu sprechen.

Wachstumsstrategien der Biotechnologie-Unternehmen in Chile

Interessanterweise verfolgen die Biotechnologie-Unternehmen in Chile verschiedene Wachstumsstrategien (siehe Tabelle 13). Aufgrund fehlender staatlicher Unterstützung bei der Gründung von Unternehmen aber auch des Mangels an privaten Kapitalgebern für innovative Unternehmen in Chile können diese keine lange F&E-Phase durchlaufen, in der eigene Produkte zur Marktreife gebracht werden. Sie sind damit auf einen schnellen Markteintritt angewiesen. Dieser Markteintritt erfolgt in der Regel mit dem Angebot fremder Technologien, die entweder über eine legale Repräsentanz für ausländische Unternehmen der Branche in Chile vermarktet werden oder durch eine schnelle Anpassung in das Dienstleistungsangebot der eigenen Firma integriert werden.

Tabelle 13: Wachstumsstrategien chilenischer Biotechnologieunternehmen

Wachstumsstrategie	Charakteristika	Unternehmen	Charakteristika der Unternehmen
Strategiemix	- Entwicklung und Vermarktung eigener Produkte - Vermarktung fremder Technologien - Angebot von Dienstleistungen	Bios Chile S.A., Biosonda S.A.	hohe F&E-Kapazitäten exportorientiert
Imitation	schnelle Aufnahme, Adaption und anschließende Vermarktung einer ausländischen Technologie	Biogenetics S.A., Genfor S.A., Xilema S.A., u.a.	geringe F&E-Kapazitäten kaum Export
Fokussierung	Fokussierung auf die Entwicklung eines Produktes oder einer Dienstleistung, das bzw. die schnell und erfolgreich vermarktet werden kann	Diagnotec S.A., Actigen S.A.	teilweise hohe F&E-Kapazitäten teilweise exportorientiert
Diversifikation	größere Unternehmen, die ihre Produktpalette erweitern wollen	Tepual S.A.	teilweise hohe F&E-Kapazitäten exportorientiert

Der Branchenprimus Bios-Chile S.A. ist ein typischer Vertreter eines Strategie mixes, welcher sowohl die Entwicklung und spätere Vermarktung eigener Produkte als auch die Herstellung von Generika und/oder Vermarktung ausländischer Biotechnologie produkte beinhaltet. Das Kerngeschäft des Unternehmens liegt in der Entwicklung und Vermarktung von Produkten in der medizinischen Diagnostik sowie der Produktion von Antikörpern und rekombinaten Proteinen. Bios-Chile S.A. verfügt über ein Tochterunternehmen (Austral Biologicals) in Kalifornien (USA), welches die Vermarktung dieser Produkte in den USA, Europa und Japan übernommen hat. Darüber hinaus werden spezielle Dienstleistungen (Oligonuklotidsynthese und Antikörperproduktion) auf dem chilenischen Markt angeboten. Aufgrund einer engen Kooperation mit Chiron Inc. aus den USA (Chiron verfügt über 20 % der Aktien von Bios-Chile) können deren Produkte exklusiv in Chile vermarktet werden. Auch mit anderen ausländischen Biotechnologie-Unternehmen bestehen Repräsentanzabkommen. Mit der Übernahme von Laboratorios Prater S.A. im Jahr 1992 entwickelte das Unternehmen ein weiteres Standbein im Markt der Generika und Kosmetika (vgl. Yudelevich, 1999, S. 47 ff.).

Die Imitationsstrategie basiert auf raschem Technologietransfer aus dem Ausland und wird von den meisten der untersuchten Biotechnologie-Unternehmen in Chile verfolgt. Sie erlaubt einen schnellen Markteintritt der Unternehmen, ohne im Vorfeld viel Zeit und Kapital in F&E investieren zu müssen. Diese Strategie ist weit verbreitet in der chilenischen Wirtschaft und wird teilweise sehr erfolgreich in dynamischen Produktionssystemen, z.B. im Obstanbau und – export oder der Lachszucht angewandt. In der Regel beschränken sich diese Biotechnologie-Unternehmen auf den einheimischen Markt.

In der Fokussierungsstrategie spiegeln sich die Marktbedingungen in Chile wieder, die ein junges Hochtechnologie-Unternehmen zu einem schnellen Markteintritt zwingen, um in einer

möglichst frühen Entwicklungsphase Umsätze zu generieren, die das Überleben des Unternehmens sichern können. In dieser Hinsicht bieten gerade dynamische Wirtschaftszweige, wie die Lachsindustrie, ein potentiell Betätigungsfeld für Biotechnologie-Unternehmen, da hier die Nachfrage nach Technologien, die die Effizienz der Fischproduktion steigern, besonders hoch ist. Die Firma Diagnostec S.A. hat dieses Marktpotential erkannt und ein entsprechendes Dienstleistungsangebot entwickelt.

3.2.1.2 Charakterisierung der Innovationsstrategien in Unternehmen

Zur Charakterisierung der Innovationsstrategien der einzelnen Unternehmen (Niveau I bis III) im Rahmen der Biotechnologie wurden fünf Indikatoren (Dauer der Innovationstätigkeit, Investition in F&E, Organisation von F&E, Quellen des technologischen Know Hows, Kooperationsfähigkeit) und die dazu gehörigen Eigenschaften herangezogen (siehe Tabelle 14).

Trotz der starken Heterogenität der Stichprobe (Unternehmen verschiedener Branchen und Größe) konnte mit Hilfe der Indikatoren eine Einteilung der untersuchten Unternehmen in drei Gruppen mit unterschiedlichen Innovationsstrategien erfolgen (siehe Tabelle 15). Wie zu erwarten ist bei der Analyse eine Korrelation zwischen einzelnen Indikatoren zu beobachten. Sehr innovative Unternehmen haben in der Regel relativ hohe F&E-Ausgaben (>10 % des Umsatzes) und verfügen über hochqualifizierte Fachkräfte (Doktorgrad) sowie eine formale Struktur, in die die F&E-Aktivitäten eingebettet sind. Sie suchen die Zusammenarbeit mit externen Informations- und Know-How-Trägern (Universitäten) und nutzen externe Finanzierungsquellen zur Deckung der F&E-Ausgaben. Demgegenüber setzen weniger innovative Unternehmen auf zeitlich begrenzte Aktivitäten zum informellen Transfer externen technologischen Wissens, um entsprechende Produkte oder Verfahren zu kopieren.

Tabelle 14: Indikatoren zur Charakterisierung von Innovationsstrategien in Unternehmen

Indikator	Eigenschaft
Dauer der Innovationstätigkeit	a) permanent b) nicht permanent
Investition in F&E	a) F&E-Ausgaben b) F&E-Personal (Anzahl und Kapazität)
Organisation von F&E	a) formale Struktur (F&E-Abteilung) b) informale Struktur c) F&E-Direktor d) formaler Transfer von Technologie e) informaler Transfer von Technologie
Quellen des technologischen Know How	a) eigene F&E b) <i>joint venture</i> c) Lizenzen d) Kooperationen mit Universitäten, u.a.
Kooperationsfähigkeit	a) Kooperation mit Unternehmen in F&E b) Kooperationen mit Universitäten in F&E c) Nutzung externer Finanzierungsquellen

Der Indikator Exportorientierung wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht verwendet, da allen drei Gruppen sowohl exportorientierte als auch auf den nationalen Markt konzentrierte Unternehmen zugeordnet werden können. Das heißt, im Fall der Anwendung der Biotechnologie in chilenischen Unternehmen hat die Exportorientierung keinen wesentlichen Einfluß auf die Innovationsstrategie bzw. den technologischen Standard des Unternehmens.

Knapp ein Viertel der untersuchten Unternehmen (Gruppe I) verfolgen eine Innovationsstrategie, deren Ziel die permanente Verbesserung bzw. Neuentwicklung von Produkten und Verfahren im Bereich der Biotechnologie ist. Mit diesen Produkten bzw. Verfahren werden Marktnischen sowohl im nationalen wie auch internationalen Markt besetzt. Aufgrund der Komplexität der eingesetzten Technologien ist nur eine geringe Anzahl von Wettbewerbern in diesen Marktnischen in Chile und Lateinamerika vorhanden. Als Spezialfälle sind in dieser Gruppe auch zwei universitätseigene Unternehmen bzw. Technologiezentren (Dictuc S.A. der Universidad Catolica de Chile und UDT der Universidad de Concepción) zu nennen, die sowohl an der Entwicklung als auch der Vermarktung eigener Produkte beteiligt sind und hauptsächlich auf die universitäre Infrastruktur zurückgreifen.

Tabelle 15: Innovationsstrategien der Unternehmen

Indikator	Gruppe I <i>state of the art</i>	Gruppe II <i>imitators</i>	Gruppe III <i>imitators</i>
Dauer der Innovationstätigkeit	permanent	permanent oder nicht permanent	nicht permanent
Investition in F&E F&E-Ausgaben F&E-Personal	> 10 % Umsatzes > 5 % Belegschaft (Doktorgrad)	> 1 % Umsatzes vorhanden	sehr gering zeitweise vorhanden
Organisation von F&E	formale Struktur	formale oder informale Struktur	informale Struktur
Quelle des technolog. Know How	eigene F&E Kooperationen	eigene F&E Kooperationen	Kooperationen
Kooperationsfähigkeit	formale Kooperationen mit Universitäten Nutzung externer Finanzierungsquellen	formale /informale Kooperationen mit Universitäten teilweise Nutzung externer Finanzierungsquellen	informale Kooperationen mit Universitäten kaum Nutzung externer Finanzierungsquellen
Beispielunternehmen	Bios Chile S.A. Biosonda S.A.	Hortifrut S.A. Forestal Mininco	Biosan S.A. Xilema S.A.
% aller untersuchten Unternehmen	24 %	45 %	31 %

Die Gruppe II ist sehr heterogen, da hier sowohl kleinere Biotechnologie-Unternehmen als auch Großunternehmen aus der Forstwirtschaft (Forestal Mininco S. A.) oder dem Obstanbau (Hortifrut S. A.) versammelt sind. Die Biotechnologie-Unternehmen verfolgen teilweise die Entwicklung von Produkten auf der Basis eigener F&E-Aktivitäten. Der größte Teil der

Unternehmen ist jedoch an einem schnellen Transfer externer Technologien interessiert. Die F&E-Aktivitäten konzentrieren sich dann auf die Adaption der transferierten Technologien an die lokalen Bedingungen. Kooperationen mit chilenischen aber auch ausländischen Universitäten spielen dabei eine wichtige Rolle. Gerade Großunternehmen sind bereit, im Rahmen formaler Kooperationen, F&E-Aktivitäten an Universitäten mit dem Ziel zu finanzieren, zum Abschluß des Projektes das vorhandene technologische Know How ins eigene Unternehmen zu integrieren.

Eine Analyse im Bezug auf internationale Patente von chilenischen Unternehmen ergab, daß nur drei Patente im Bereich der Biotechnologie bei US-amerikanischen und europäischen Patentbehörden registriert sind. Diese sind im Eigentum von Unternehmen aus Gruppe I und Gruppe II.

Die Unternehmen der Gruppe III beschäftigen sich hauptsächlich mit Low-Level-Technologien, deren Transfer und Adaption keine großen Investitionen in F&E erfordern.

Finanzierung von F&E in Unternehmen

Die Biotechnologie-Unternehmen investierten 1999 zusammen ca. 1,4 Mio. US\$ in F&E (siehe Tabelle 11). Darüber hinaus konnten bei den Unternehmen, die Verfahren der modernen Biotechnologie anwenden, Investitionen von ca. 1,8 Mio. US\$ in F&E festgestellt werden. Die insgesamt 3,2 Mio. US\$ an F&E-Ausgaben im Unternehmenssektor wurden zu etwa einem Drittel über den Technologiefond FONTEC und den Förderfond des SAG kofinanziert (eigene Abschätzung).

F&E-Kooperationen

Weniger als die Hälfte der befragten Unternehmen hat F&E-Kooperationen mit anderen Unternehmen. Die Kooperationspartner sind in Regel chilenische Unternehmen oder kommen aus den USA und Kanada. Demgegenüber haben mehr als 80 % der untersuchten Unternehmen eine überwiegend formale Kooperation mit einer Forschungseinrichtung an den Universitäten oder Technologieinstituten. Dabei wurde die Universidad de Chile noch vor der Universidad Catolica de Chile mit Abstand am häufigsten als Kooperationspartner genannt. Ausländische Forschungseinrichtungen spielen noch eine untergeordnete Rolle (siehe Abb. 8). Knapp 40 % der Unternehmen nutzen die Universitäten auch zur technischen Weiterbildung ihrer Mitarbeiter.

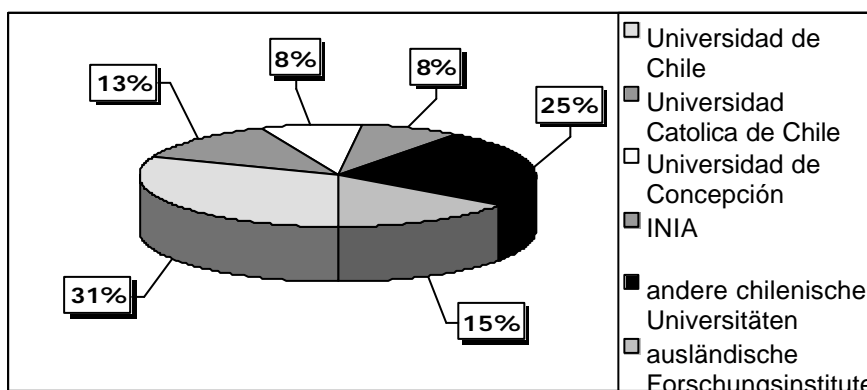


Abbildung 8:
Verteilung der Kooperationspartner

Probleme bei der Realisierung von F&E in Unternehmen

Knapp 90 % der befragten Unternehmen sehen den Hauptgrund für die Probleme bei der Realisierung von F&E im fehlenden Kapital. Die durchschnittlichen Kosten für ein F&E-Projekt in der Biotechnologie liegen in Chile bei 300.000 US\$.¹³ Dies bedeutet gerade für kleine Unternehmen eine hohe finanzielle Belastung, während Großunternehmen wie Forestal Mininco oder Forestal Arauco mit seinem Tochterunternehmen Bioforest S.A. nicht über Finanzierungsprobleme klagen. Etwas mehr als 40 % der Unternehmen erkennen auch einen Mangel an qualifizierten Fachkräften als einen wichtigen Hinderungsgrund. Nur knapp 10 % der Unternehmen haben ernsthafte Probleme bei F&E-Kooperationen mit Universitäten oder Technologieinstituten.

3.2.2 Das Engagement von Universitäten in der Biotechnologie

Auf Basis einer Analyse der Wissenschafts- und Technologiezentren in Chile (PIT, 2000) und der Befragung¹⁴ ausgesuchter Vertreter von universitären Forschungseinrichtungen wurden insgesamt 64 Organisationseinheiten (Fakultäten, Institute und Forschungsgruppen) identifiziert, die an F&E-Aktivitäten in der Biotechnologie beteiligt sind. Es sind jedoch große Unterschiede in der infrastrukturellen und personellen Ausstattung der Forschungseinrichtungen und damit auch in deren Leistungsfähigkeit festzustellen. Die bedeutendsten Zentren biotechnologischer Forschung sind die Universidad de Chile, die Universidad Catolica de Chile, die Universidad Catolica de Valparaiso, die Universidad de Concepción und die Universidad de Talca. Allein an der Universidad de Chile gibt es 13 Institute und Abteilungen, die F&E-Projekte zu biotechnologisch relevanten Fragestellungen durchführen. Beispielhaft seien nur das INTA (Instituto de Nutricción y Tecnología de Alimentos) und das Centro de Exelencia Académica en Ingeniería Bioquímica y Biotecnología genannt. Auch die Universidad Catolica de Chile verfügt über drei leistungsstarke Forschungsabteilungen mit biotechnologischen Forschungsschwerpunkten. Aus wissenschaftlicher und anwendungsorientierter Sicht sind hier gerade die Arbeiten zur biologischen Bleichung von Zellulose (Kooperation mit Celulosa Arauco S.A. und Bioforest S.A.) und die Aktivitäten zur somatischen Embriogenese an Nadelbäumen (Zusammenarbeit mit Forestal Mininco S. A.) zu nennen. Bei den Forschungsaktivitäten an der Universidad Catolica de Valparaiso stehen biotechnologische Anwendungen in der Lebensmittelindustrie, der Lachszucht und der biologischen Schädlingsbekämpfung im Mittelpunkt. Die Universidad Concepción ist besonders im Bereich der Umweltbiotechnologie z.B. bei der biologischen Behandlung von Abwässern aus der Fischindustrie tätig. Mit der Gründung der neuen Millenium-Institute und Forschungszentren hofft man, die wissenschaftliche Kapazität im Bereich der Biowissenschaften weiter zu erhöhen (siehe Seite 21).

¹³ Zwischen 1997 und 1999 wurden insgesamt 31 Projekte mit einem Gesamtfinanzierungsvolumen von 9,3 Mio. US\$ durch den Technologiefond FONTEC in Unternehmen gefördert. FONTEC kofinanzierte im Durchschnitt 35 % der Gesamtkosten, d.h. 3,3 Mio. US\$.

¹⁴ In Anhang A II ist eine Auflistung der interviewten Personen zu finden.

Eine Umfrage der chilenischen Akademie der Wissenschaften zeigt, daß ca. 1.300 Wissenschaftler (keine Ingenieure) in der Chemie und den Biowissenschaften tätig sind (Gil & Irrarrázabal, 1999, S. 17). Es gibt keine genauen Zahlen, wieviele dieser Forscher an biotechnologisch relevanten Fragestellungen arbeiten. Nur für den Bereich der Agrobiotechnologie sind exaktere Zahlen vorhanden. Dort werden insgesamt 80 bis zu 100 Forscher gezählt (Muñoz, 1997, S. 12). Jedoch nur wenige haben einen Doktorgrad.

Auch im Bereich des wissenschaftlichen Nachwuchses sind die Zahlen eher ernüchternd. Knapp 100 Studenten schreiben sich jährlich in die Studiengänge Biochemie oder Biotechnologie an chilenischen Universitäten ein. Nur ein geringer Prozentsatz (< 10 %) davon nimmt nach Abschluß des Studiums eine wissenschaftliche Promotion in Angriff.¹⁵ Das Studium der Biochemie ist eines der teuersten an chilenischen Universitäten. Angehende Biochemiker müssen jährlich zwischen 2.200 US\$ (Universidad Católica de Valparaíso) und 3.300 US\$ (Universidad Católica de Chile) an Studiengebühren zahlen (El Mercurio, 13.02.2000, S. 5). Diese hohen Kosten des Studiums und vor allem die immer noch geringe Nachfrage nach Biochemikern und Biologen auf dem Arbeitsmarkt schreckt viele Studenten ab, eine Karriere in den Biowissenschaften zu starten. Bisher besteht für relativ wenig Studenten die Chance, ein Promotionsstipendium zu erhalten.¹⁶ Eine Finanzierung der Promotion ist dann oft nur im Rahmen von Kooperationsprojekten mit Unternehmen möglich. Insgesamt fünf Universitäten bieten die Möglichkeit der Promotion in einem biotechnologisch-relevanten Wissenschaftsgebiet (Biologie, Molekularbiologie, Biochemie, Chemie, u.a.).

Nur wenige Wissenschaftler an Universitäten sind bereit, das Risiko einer Unternehmensgründung im Bereich der Biotechnologie auf sich zu nehmen. Etwa ein Viertel der Biotechnologie-Unternehmen in Chile kann man als *spin-offs* von universitären Forschungseinrichtungen betrachten. Die positiven Ergebnisse einiger F&E-Projekte im Rahmen des Förderprogrammes FONDEF zeigen jedoch, daß weitere interessante Produkt- bzw. Verfahrensideen vorhanden sind, die als Basis für eine Unternehmensgründung dienen könnten (FONDEF, 1999; eigene Untersuchung).

3.2.3 Das Engagement von Technologieinstituten und anderen Forschungseinrichtungen in der Biotechnologie

Innerhalb der Gruppe der Technologieinstitute sind das IFOP, das CIMM und besonders das INIA in der Biotechnologie engagiert.

Das IFOP konzentriert sich auf die Anwendung der Biotechnologie in der Fischzucht mit Schwerpunkt beim Lachs. Dabei werden Verfahren zur Diagnostik von Fischerkrankungen und zur Züchtung entwickelt und getestet. Ziel des Institutes ist ein möglichst schneller Transfer vorhandenen technologischen Wissens in den privaten Unternehmenssektor. Aus diesem Grund sind dessen F&E-Aktivitäten eher im Bereich der angewandten Forschung mit Schwerpunkt der Adaption externer Technologien zu finden.

¹⁵ eigene Abschätzung

¹⁶ CONICYT vergibt im Jahr ca. 350 Stipendien für Diplomanten, Doktoranten und Postdoktorantenstipendien (Macilwain, 1999).

Im Bereich der Biotechnologie ist das CIMM an der Anwendung der biologischen Erzlaugung im Kupferbergbau interessiert (siehe Kasten 3, Seite 38). Das Institut verfügt über eine Pilotanlage zur biologischen Erzlaugung und arbeitet in Kooperation mit Bergbauunternehmen an einer Optimierung des Verfahrens.

Aufgrund seiner inhaltlichen Ausrichtung ist das INIA relativ stark in die agrobiotechnologische Forschung und Entwicklung involviert. In der Zentrale (La Platina) des Institutes in Santiago wurde eines der bestausgestatteten Labors im Bereich der Pflanzenbiotechnologie etabliert. Daneben verfügt auch die Zweigstelle in Temuco (Carillanca) über eine entsprechende Infrastruktur für biotechnologische F&E. Im Jahr 1998 waren insgesamt 17 Wissenschaftler (8 Festangestellte) Vollzeit in der biotechnologischen Forschung tätig (Mera, 1999, S. 7). Weitere 8 Mitarbeiter weilten im Rahmen von Promotionsarbeiten an in- und ausländischen Universitäten. Darüber hinaus waren weitere 10 Forscher aus anderen Abteilungen (Tier- und Pflanzenzucht, Pathologie, u.a.) teilweise in biotechnologische F&E-Projekte involviert. Die biotechnologischen Forschungsschwerpunkte des INIA liegen in folgenden Bereichen:

- Etablierung von neuen Techniken wie Mikropropagation, Zellkulturen und genetische Marker in der Pflanzenzüchtung
- Züchtung transgener Pflanzen (Wein, u.a.) mit speziellen Schädlingsresistenzen (Botritis)
- biologische Schädlingsbekämpfung

Von den 294 (1998) in F&E tätigen Personen am INIA sind ca. 10 % im Bereich der Biotechnologie aktiv. Allein dies macht deutlich, daß dieser wichtigsten Technologie der modernen Landwirtschaft im 20. Jahrhundert am INIA noch zu wenig Bedeutung beigemessen wird.

Bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen können die Fundación Ciencia para la Vida (Stiftung Wissenschaft für das Leben) und die Fundación Chile wichtige Aktivitäten auf dem Gebiet der Biotechnologie vorweisen.

Die Fundación Ciencia para la Vida ist eine private Stiftung, deren Hauptaufgabe in der Förderung der Kooperation von Industrie und Wissenschaft im Bereich der Biotechnologie angesiedelt ist. Das anspruchsvolle Programm der Stiftung reicht von der Durchführung von eigenen F&E-Projekten, der Diffusion biotechnologischer Verfahren in die Privatwirtschaft, der Beratung in Patentangelegenheiten bis zur Unterstützung von Firmenneugründungen (Valenzuela, 1999, S. 37 ff.). Die Stiftung wird hauptsächlich durch das Unternehmen Bios-Chile S.A. finanziert. Sie hat nur zwei festangestellte Mitarbeiter und konzentrierte ihre Aktivitäten bisher auf die Vergabe von Forschungsstipendien an Studenten und die Durchführung von Seminaren zur industriellen Anwendung der Biotechnologie. Im Mai 2000 wurde das neue Millennium-Institut für fundamentale und angewandte Forschung in der Biologie gegründet, welches vom Präsidenten der Stiftung, Dr. Pablo Valenzuela, in Zukunft geleitet wird. Damit ist die Fundación Ciencia para la Vida in der Lage, ihre F&E-Aktivitäten deutlich auszubauen.

Die Fundación Chile beschäftigt sich seit etwa drei Jahren verstärkt mit biotechnologischen Fragestellungen. Ausgangspunkt war die Bewilligung eines F&E-Projektes durch den

Technologiefond FDI. Im Rahmen dieses Projektes soll die Züchtung transgener Baumpflanzen bei *Pinus radiata* (die wichtigste Nutzholzart in Chile) mit speziellen Schädlingsresistenzen in einem Zeitraum von 4 Jahren realisiert werden. Entsprechend ihrer technologischen Entwicklungsstrategie suchte sich die Stiftung einen Kooperationspartner im Ausland, der die notwendigen Technologien und Erfahrungen zur Verfügung stellen kann. Zusammen mit Interlink Inc. aus den USA gründete die Fundación Chile die Firma Biogenetics S.A., die die Ausgangsplattform für die Aktivitäten der Stiftung im Bereich der Biotechnologie darstellt. Nach der Identifizierung der für die Entwicklung transgener Baumpflanzen notwendigen Technologie in Kanada wird im Moment eine *joint venture* (Genfor S.A.) mit der Firma Silvagen Inc. aufgebaut, um diese patentierte Technologie so schnell wie möglich in Chile zu etablieren. Außerdem will sich die Stiftung auch im Bereich der Entwicklung transgener Obstpflanzen engagieren. Zu diesem Zweck wird die Gründung eines weiteren Unternehmens mit dem Namen Genfrut S.A. vorbereitet. Da die Fundación Chile selbst nicht über die notwendige Infrastruktur und qualifiziertes Personal für F&E im Bereich der Pflanzenbiotechnologie verfügt, wird eine enge Zusammenarbeit mit universitären Forschungseinrichtungen angestrebt. So wird die Firma Genfor S.A. ihre Forschungsaktivitäten an der Universität in Valdivia im Süden des Landes konzentrieren.

Es bleibt eine interessante Fragestellung, ob die von der Fundación Chile in anderen Sektoren (Lachszucht) so erfolgreich angewandte Strategie der schnellen Identifizierung und Adaption ausländischer Technologien und deren anschließende Veräußerung in der chilenischen Privatwirtschaft auch im Bereich der Biotechnologie eine ähnlich hohe Wirksamkeit aufweisen wird. Gerade das Beispiel der Entwicklung schädlingsresistenter Varianten von *Pinus radiata* zeigt, daß mit der alleinigen Konzentration auf ausländische Technologien lokale Entwicklungsaktivitäten torpediert werden können. So besitzt mittlerweile auch die Universidad Católica de Chile das technologische Know How zur Generierung transgener Pinusvarianten. Eine stärkere finanzielle Förderung dieser Forschungsanstrengungen durch den Staat hätte den Kauf ausländischer Technologien mit staatlichen Finanzmitteln unnötig gemacht. Außerdem könnte so eine kontinuierliche Forschungsarbeit auf hohem Niveau fortgesetzt werden, die auch in der Zukunft den schnellen Zugang zu neuen technologischen Entwicklungen in diesem Sektor gewährleistet. Dieses Beispiel macht deutlich, daß bei der Frage – Einführung ausländischer Technologien oder die stärkere Generierung eigener technologischer Kompetenz ? – noch immer hauptsächlich zugunsten der ersteren Strategie entschieden wird, da ein geringes Vertrauen in die lokale F&E vorhanden ist.

3.2.4 Regionale Verteilung der in der Biotechnologie aktiven Unternehmen und F&E-Einrichtungen

Wie in fast allen Bereichen der chilenischen Gesellschaft gibt es auch im Bezug auf die Biotechnologie eine starke Konzentration der materiellen und personellen Ressourcen in der Hauptstadt Santiago. Ca. 63 % aller Unternehmen und 43 % aller F&E-Einrichtungen sind dort angesiedelt. Daneben sind noch die VIII. Region (Concepción) und die V. Region (Valparaíso) von einiger Bedeutung (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Regionale Verteilung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Biotechnologie

Region	Unternehmen Niveau 1 & 2	Unternehmen Niveau 3	F&E-Einrichtungen
Santiago	17	18	28
VIII. Region	2	5	12
V. Region	2	0	6
Andere	1	11	18
Total	22	34	64

3.2.5 Staatliche Strategien zur Förderung der Biotechnologie in Chile

Die staatliche Förderung im Bereich der Biotechnologie erfolgt im wesentlichen über die Technologiefonds FONTEC, FDI, FONDECYT, FONDEF, FIA und SAG. Die Förderung der Biotechnologie wird in keinem der Fonds als strategisches Entwicklungsziel eingestuft, d.h. dieses Technologiefeld erfährt keine besondere Unterstützung seitens des Staates. Unternehmen können bei FONTEC, FDI (nur Förderung von Unternehmensverbänden), FONDECYT (ausgewählte Projekte der Grundlagenforschung), FIA und SAG eine Kofinanzierung für F&E-Projekte beantragen. Die Universitäten und Technologieinstitute nutzen hauptsächlich FONDECYT, FONDEF und FIA zur Finanzierung ihrer F&E-Aktivitäten. Tabelle 17 gibt einen Überblick über den finanziellen Umfang der im Zeitraum von 1991 bis 1999 in der Biotechnologie durch staatliche Technologiefonds geförderten Projekte.

Tabelle 17: Staatliche Förderung der Biotechnologie in Chile

Technologiefond	1991 – 1997 ^a			1997-1999 ^b		
	Anzahl der Projekte	bewilligte Förderung in Mio. US\$	direkte F&E-Förderung in Firmen	Anzahl der Projekte	bewilligte Förderung in Mio. US\$	direkte F&E-Förderung in Firmen
FONTEC	23	1,25	100 %	34	3,3	100 %
FDI	k.A.	k.A.	k.A.	5	2,8	0 %
FONDEF	49	30	0 %	24	9,2	0 %
FONDECYT	116	5,5	k.A.	61	7,0	4 %
FIA	k.A.	k.A.	k.A.	6	0,8	4 %
SAG	k.A.	k.A.	k.A.	3	0,3	100 %
Total	188	36,75		132	23,4	

^aaus Gil & Irarrázabal, 1999

^beigene Untersuchung

Der Löwenanteil der staatlichen Förderung zwischen 1997 und 1999 konzentrierte sich auf die Universitäten und Technologieinstitute. Nur etwa 15 % der Fördermittel wurden für die direkte Förderung von F&E-Projekten in Unternehmen bewilligt. Da der Technologiefond FONTEC (detaillierte Beschreibung, siehe Kasten 4) das mit Abstand wichtigste Förderprogramm für F&E in Unternehmen darstellt, wurde dieser im Rahmen der empirischen Untersuchung in Unternehmen einer kritischen Analyse unterzogen.¹⁷

Kasten 4: Was fördert FONTEC ?

Finanzierungslinie 1

F&E-Projekte in Unternehmen

- bis maximal 50 % der Gesamtkosten werden von FONTEC übernommen
- Fördervolumen ist beschränkt auf maximal 0,3 Mio. US\$

Finanzierungslinie 2

Projekte zur Verbesserung der technologischen Infrastruktur in Unternehmen

- Bau von Laboren, wissenschaftliche Geräte, Weiterbildungskosten
- bis maximal 20 % der Gesamtkosten werden von FONTEC übernommen

Finanzierungslinie 3

Unternehmerreisen ins Ausland und internationale Beratung zu technologischen Fragestellungen

- bis maximal 50 % der Gesamtkosten werden von FONTEC übernommen

Finanzierungslinie 4

Einrichtung eines Technologietransferzentrums, das von mindestens 5 Unternehmen betrieben wird

- bis maximal 50 % der Gesamtkosten werden von FONTEC übernommen
- Fördervolumen ist beschränkt auf maximal 0,4 Mio. US\$

Finanzierungslinie 5

Machbarkeitsstudien zu technologischen Fragestellungen

- bis maximal 50 % der Gesamtkosten werden von FONTEC übernommen
- Fördervolumen ist beschränkt auf maximal 15.000 US\$

Projektdauer bei allen Finanzierungslinien ist maximal 2 Jahre.

Von den 33 befragten Unternehmen hatten 19 (58 %) in den letzten fünf Jahren eine Kofinanzierung ihrer F&E-Projekte durch FONTEC erhalten. Mehr als 95 % dieser Unternehmen schätzten ihre Zusammenarbeit mit FONTEC gut oder sehr gut (68 %) ein. Besonders gelobt wurden die unbürokratische Arbeitsweise und die kurzen Entscheidungswege des Technologiefonds. Die Mehrzahl der eingereichten Projekte wurde schon nach einer

¹⁷ Offizielle Angaben von FONTEC nennen 17 Projekte in der Biotechnologie mit einem Kofinanzierungsvolumen von insgesamt 1,0 Mio. US\$ zwischen 1997 und 1999 (www.corfo.cl/fontec). Diese Angaben liegen deutlich niedriger als die hier vorgestellten Zahlen (33 Projekte, 3,3 Mio. US\$), da FONTEC hauptsächlich die Projekte mit einer industriellen Anwendung der Biotechnologie unter der Kategorie Biotechnologie-projekte zusammenfaßt. F&E-Projekte, die überwiegend auf biotechnologischen Verfahren basieren, jedoch in der Fischzucht, Land- oder Forstwirtschaft angesiedelt sind, werden in dieser Kategorie nicht erfaßt.

Bearbeitungszeit von wenigen Monaten bewilligt. Die wichtigsten Kritikpunkte von seiten der Unternehmen sind eng mit den Förderbedingungen von FONTEC verbunden:

- 68 % der befragten Unternehmen wünschen sich eine höhere Kofinanzierung
- 42 % der Unternehmen beklagen das zu geringe Fördervolumen
- 32 % der befragten Unternehmen plädieren für eine längere Förderungsdauer (mehr als 2 Jahre)
- 69 % der Unternehmen finden eine Patentförderung durch FONTEC sinnvoll.

Der Finanzhaushalt von FONTEC stagniert in den letzten Jahren (zwischen 13 bis 15 Mio. US\$), während sowohl die Anzahl der bewilligten Projekte als auch die Gesamtkosten pro Projekt gestiegen sind (PIT, 1999; CORFO, 2000). Ein F&E-Projekt in der Biotechnologie hat im Mittel ein Kostenvolumen von 300.000 US\$ (siehe S. 49). Im Durchschnitt der letzten drei Jahre finanzierte FONTEC 35 % der Gesamtkosten eines F&E-Projektes in der Biotechnologie. Die meisten Unternehmen würden sich jedoch mindestens einen Kofinanzierungsanteil von 50 % wünschen. Sollte dieser jedoch noch weiter sinken, würde sich das Aufwand-Nutzen-Verhältnis bei der Beantragung von staatlichen Fördergeldern bei FONTEC extrem verschlechtern. Gerade Unternehmen mit anspruchsvollen F&E-Projekten mit Gesamtkosten von mehr als 250.000 US\$ beklagen, daß bei Projekten dieser Größenordnung der Finanzierungsanteil noch unter 35 % abgesenkt wird. Ein anderes Problem ist die relativ kurze Laufzeit der Projektförderung von maximal zwei Jahren. Gerade in Wirtschaftsbereichen, die auf der Nutzung natürlicher Ressourcen basieren, ist dies viel zu kurz, da bei der Projektrealisierung oft Generationszeiten bei der Pflanzen- oder Tierentwicklung beachtet werden müssen. Knapp 40 % der befragten 33 Unternehmen geben eine durchschnittliche Dauer von mehr als drei Jahren für ihre F&E-Projekte an. In der Forstwirtschaft sind sogar fünf Jahre die Regel. Eine Flexibilisierung der Projektdauer wird deshalb von fast allen Unternehmen als notwendig angesehen. Trotz aller Kritik möchten auch in Zukunft 94 % der befragten Unternehmen staatliche Fördermittel via FONTEC oder einem anderen Technologiefond in Anspruch nehmen.

Eine Klassifizierung der 31 von FONTEC in Linie 1 finanzierten Projekte zwischen 1997 und 1999 zeigt, daß 17 % der Projekte einen hohen, 34 % einen mittleren und 49 % einen niedrigen Innovationsgrad aufweisen. Hoher und mittlerer Innovationsgrad bedeutet, daß das entsprechende Unternehmen eigene F&E-Aktivitäten realisiert, um neuartige bzw. zumindest teilweise neuartige Produkte oder Produktionsprozesse zu entwickeln. Niedriger Innovationsgrad ist in der Regel mit der einfachen Imitation von externen Technologien ohne großen F&E-Aufwand verbunden. Insgesamt ist der durchschnittliche Innovationsgrad der FONTEC-Projekte in der Biotechnologie mittel bis niedrig einzuschätzen. Dies wurde auch bei vorherigen Evaluierungen des Technologiefonds FONTEC, die alle Wirtschaftsbereiche umfaßten, festgestellt (FONTEC, 2000, S. 15 ff.).

Verschiedene staatliche Forschungs- und Förderinstitutionen haben seit längerem die Bedeutung der Biotechnologie für die wirtschaftliche Entwicklung Chiles erkannt. Die erste Initiative für die Entwicklung einer umfassenderen Strategie zum Einsatz der Biotechnologie ging vom Technologieinstitut INIA aus, dessen Vertreter ein nationales Programm zur Entwicklung der Biotechnologie in Land- und Forstwirtschaft erarbeiteten. Dieses Entwicklungsprogramm sollte

eine Laufzeit von 10 Jahren haben und mit insgesamt 44 Mio. US\$ ausgestattet werden. Ziel war die Verdopplung der F&E-Kapazitäten der Agrobiotechnologie im Bereich der Infrastruktur und des vorhandenen Humankapitals (Muñoz, 1997; Paredes & Muñoz, 1997). Letztendlich kam es jedoch nie zu einer Verabschiedung dieses Programm vonseiten der Regierung. Auch die Wirtschaftsfördergesellschaft CORFO und die Fundacion Chile bemühen sich verstärkt um eine Anerkennung der strategischen Bedeutung der Biotechnologie für die wirtschaftliche Entwicklung Chiles. Gemeinsam veranstalteten sie im November 1999 einen Workshop, in dem sie gemeinsam mit Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft die wichtigsten Problempunkte bei der Entwicklung der Biotechnologie in Land- und Forstwirtschaft sowie Fischindustrie identifizierten. Für jeden dieser drei Wirtschaftsbereiche wurden im Rahmen von Arbeitsgruppen die entsprechenden Probleme benannt und Lösungsmöglichkeiten nach abfallender Kongruenz geordnet (siehe Kasten 5).

Kasten 5: Ergebnisse des Workshops zur Anwendung der Biotechnologie in der chilenischen Wirtschaft, Concepción, November 1999

Die drei wichtigsten genannten Aspekte in jedem Wirtschaftssektor

maximale Priorität: 5 / minimale Priorität: 0

Landwirtschaft:

- Beteiligung der WTZ an den Eigentumsrechten von mit Hilfe staatlicher Finanzmittel entwickelten Produkten und Verfahren (4,3)
- Förderung der Bildung von Risikokapitalfonds in der Biotechnologie (4,1)
- Förderung von *start-up*-Unternehmen in der Biotechnologie durch FONTEC (4,0)

Forstwirtschaft

- Bildung einer Koordinierungsinstanz für die Anwendung der Biotechnologie in der Forstwirtschaft (4,5)
- Kooperation zwischen Unternehmen und Wissenschaft in Chile und Einbeziehung internationaler Partner bei der Untersuchung des Genoms von Baumarten (4,4)
- längere Projektdauer im Rahmen der Förderung durch die staatlichen Technologiefonds (4,5)

Fischzucht und fischverarbeitende Industrie

- Einrichtung permanenter Informationsforen für Unternehmen über die Anwendung der Biotechnologie in der Fischwirtschaft (4,3)
- Förderung von ausländischen Direktinvestitionen in der Biotechnologie (4,2)
- Absicherung einer qualitativ-hochwertigen Tätigkeit der Regulierungsbehörden (SAG) im Bezug auf biotechnologische Anwendungen in der Fischwirtschaft (4,1)

Gerade im Bereich der Landwirtschaft gab es die größten Schwierigkeiten bei der Formulierung einer von allen Teilnehmern der Arbeitsgruppe getragenen Prioritätenliste (eigene Einschätzung). Dies ist zum größten Teil auf die relativ starke Heterogenität dieses Wirtschaftssektors zurückzuführen. Die dynamischen Produktionssysteme mit internationaler Ausrichtung im Obst- und Weinanbau sind anderen technologischen Anforderungen ausgesetzt als die klassischen Anbausysteme in der Getreide- oder Maisproduktion. Letztendlich wurden nur sehr allgemeine, für alle Wirtschaftsbereiche im gleichermaßen gültige Aspekte benannt.

3.2.6 Investitionen des privaten Finanzsektors in die Biotechnologie

Die Aktivitäten des privaten Finanzsektors in der Finanzierung von Biotechnologie-Unternehmen sind bisher sehr beschränkt. Nur wenige (4) der befragten Biotechnologie-Unternehmen konnten bei der Firmengründung auf Bankkredite zurückgreifen. Im Jahr 1999 startete der erste private Finanzdienstleister (Estrella Americana S.A.) ein Projekt zur Einrichtung eines speziellen Risikokapitalfonds für Biotechnologie-Unternehmen. Estrella Americana S.A. kann dabei auf ein Förderprogramm von CORFO zurückgreifen, welches eine Beteiligung des Staates bis maximal 50 % der Gesamtfondseinlagen ermöglicht. Bisher (Stand April 2000) hat Estrella Americana S.A. jedoch große Probleme, die noch fehlenden 50 % von privaten Kapitalgebern zu akquirieren. Problematisch bei der Einrichtung des Risikokapitalfonds ist auch das Fehlen einer kritischen Masse an hochinnovativen Unternehmen. Nur 5 bis 6 der existierenden Biotechnologie-Firmen kämen für die Fondsverwalter überhaupt in die engere Wahl (persönliche Mitteilung, Estrella Americana S.A.). Eine Finanzierung von *start-up*-Unternehmen ist bisher nicht geplant.

3.2.7 Ausländische Direktinvestitionen in den Biotechnologiesektor

Es wurden in den letzten Jahren nur sehr vereinzelt ausländische Direktinvestitionen mit biotechnologisch-relevanten Aktivitäten registriert. Zu nennen sind hier die 20 %ige Beteiligung von Chiron Inc. an Bios Chile S.A. oder die Installation einer Niederlassung durch Aquahealth Inc. in Puerto Montt. Auch das Pharmaunternehmen Allpharma ist an einem Engagement in Chile interessiert. Die beiden letzteren Aktivitäten stehen in engem Zusammenhang mit dem Boom in der chilenischen Lachszucht. Gil & Irrarázabal (1999) nennen vier Gründe für das mangelnde Engagement ausländischer Unternehmen in der Biotechnologie in Chile:

- keine ausreichenden Regelungen zum Patentschutz
- mangelnde Erfahrung im Transfer von Hochtechnologien
- keine ausreichenden Regelungen im *Biosafety*-Bereich (siehe Kasten 6)
- keine direkte Förderung des Staates von ausländischen Direktinvestitionen in Hochtechnologiesektoren

Kasten 6: Biosafety-Regulierungen in Chile

In Chile existiert keine spezifische Richtlinie zur Freilassung genetisch modifizierter Organismen. Einzig die SAG-Resolution 1927/93 regelt die Einfuhr von genetisch modifizierten Organismen. Danach kann transgenes Material unter Beachtung spezieller Bestimmungen nach Chile importiert werden und dort, z.B. im Fall von Samen, auch vermehrt werden. Ein Anbau transgener Kulturpflanzen ist zum jetzigen Zeitpunkt nur zum Zweck der Saatgutgenerierung erlaubt. Das Landwirtschaftsministerium gründete 1993 ein Beraterkomitee, welches eine Richtlinie zur Freilassung von genetisch veränderten Organismen in Chile erarbeiten soll. Ende 1999 wurde diese der Öffentlichkeit zur Diskussion vorgestellt.

3.2.8 Der niedrige Entwicklungs- und Anwendungsgrad der Biotechnologie in Chile – Eine zusammenfassende Betrachtung

Chile zeigt selbst im Vergleich zu einigen lateinamerikanischen Ländern (Brasilien, Argentinien) einen relativ niedrigen Entwicklungsstand in der Biotechnologie. Die Ursache hierfür liegt hauptsächlich in der mangelnden Kapazität des NIS, die Anwendung und Entwicklung der Biotechnologie in der privaten Wirtschaft branchenübergreifend zu verankern:

- Es fehlt eine kritische Masse an innovativen Biotechnologie-Unternehmen.
- Es gibt noch zu wenige Unternehmen aus der Land- und Forstwirtschaft oder der Fischzucht, die biotechnologische Verfahren dauerhaft in ihre Produktionsketten integrieren zu geringe Nachfrage nach biotechnologischen Dienstleistungen und Produkten. Dasselbe gilt auch für Unternehmen der verarbeitenden Industrie (Zellulose, Futter- und Nahrungsmittel).
- Die vorhandenen staatlichen Förderinstrumente sind zu wenig auf die Erfordernisse (Fördervolumen, Förderdauer) von F&E-Projekten in der Biotechnologie angepaßt. Eine Förderung von *start-up*-Unternehmen ist nicht vorhanden.
- Nur 15 % der staatlichen Fördermittel in F&E im Bereich Biotechnologie konzentrieren sich auf den privaten Unternehmenssektor.
- Es existiert im staatlichen wie privaten Sektor keine klare Strategie zur Entwicklung der Biotechnologie in Chile.
- Es existiert ein deutlicher Mangel an *Entrepreneurship* bei Studenten und Wissenschaftlern an Universitäten und Technologieinstituten.
- Der private Finanzsektor ist kaum bereit, in riskobehaftete Hochtechnologiebereiche zu investieren.
- Es sind sehr geringe ausländische Direktinvestitionen im Zusammenhang mit der Anwendung der Biotechnologie zu verzeichnen.

4 Ansatzpunkte für eine weitere Entwicklung des chilenischen NIS

Wie geschildert, leidet das NIS in Chile unter schwerwiegenden, systemisch miteinander verknüpften Defiziten:

- geringe Innovationsneigung der privaten Wirtschaft verbunden mit dem Vorhandensein einer sehr kleinen Anzahl hochinnovativer Unternehmen besonders in Hochtechnologiebereichen
- unzureichende Vernetzung zwischen F&E-Einrichtungen (Universitäten, Technologieinstitute) und Unternehmen
- geringe F&E-Ausgaben des Staates, die es nicht erlauben, technologische Kompetenzlücken zu den Industrieländern zu schließen
- geringer Anteil von Studierenden und vor allem Doktoranden und Postdoktoranden in naturwissenschaftlichen und technischen Fachrichtungen, Mangel an hochqualifizierten Nachwuchs.

Aufgrund dieser Defizite hat die neue Regierung unter Präsident Ricardo Lagos (seit März 2000 im Amt) das Ziel, innerhalb ihrer sechsjährigen Amtszeit die Ausgaben des öffentlichen und privaten Sektors in F&E auf insgesamt 1,2 % des BIP anzuheben. Dies entspräche fast einer Verdopplung der F&E-Ausgaben im Vergleich zum Jahr 1999 und die zusätzlichen Finanzmittel sollten nach Überlegungen des SEPIT hauptsächlich in vier Bereiche fließen (PIT, 2000a):

Strategische Förderprogramme

Hierbei handelt es sich um Förderprogramme mit mittel- bis langfristiger Perspektive, die zu einer Entwicklung technologischer Kompetenz in strategischen Bereichen der chilenischen Wirtschaft beitragen.

Ausbau der Technologiefonds

Die vorhandenen Technologiefonds im Rahmen des PIT werden mit mehr Finanzmitteln ausgestattet. Vorrangiges Ziel ist die Inkorporation von KMU in Innovationsprojekte.

Steuererleichterungen

Unternehmen, die massiv in F&E investieren, erhalten Steuererleichterungen von staatlicher Seite. Dadurch soll eine Ausdehnung der F&E-Aktivitäten im produktiven Sektor erreicht werden.

Aus- und Weiterbildung

Im Rahmen von neuen Förderprogrammen (Stipendienprogramme, etc.) soll die Aus- und Weiterbildung von hochqualifizierten Fachkräften ausgebaut werden.

In Anlehnung an diese Vorschläge und auf Basis der Erkenntnisse aus der Analyse des chilenischen NIS werden im folgenden Vorschläge erarbeitet, die eine Neuausrichtung des staatlichen Systems der Innovationsförderung erlauben, ohne dessen grundlegende Struktur zu verändern.

4.1 Neuausrichtung der Technologiefonds unter Beachtung strategischer Entwicklungsziele

Die staatliche Implementierung strategischer Entwicklungsprogramme in bestimmten Wirtschaftsbranchen erscheint notwendig, um deren internationale Wettbewerbsfähigkeit entscheidend zu stärken. Während auf politischer Ebene diese Notwendigkeit anerkannt wird, sind in der chilenischen Wirtschaft starke Vorbehalte gegenüber einer stärkeren Einmischung des Staates in wirtschaftliche Belange zu spüren. Die Unternehmer zeigen kein Interesse an einer staatlichen Industrie- und Technologiepolitik (Waisbluth, 2000). Aus diesem Grunde erscheint es ratsam, strategische Entwicklungsprogramme so zu implementieren, daß ausreichend Flexibilität und Gestaltungsspielraum vorhanden ist, die es dem Unternehmens- aber auch dem Wissenschaftssektor erlaubt, wichtige Entwicklungsziele selbst zu definieren. Die folgenden Empfehlungen zur Neuausrichtung der Technologiefonds werden diesen Aspekt in besonderer Art berücksichtigen.

4.1.1 Neustrukturierung des Technologiefonds FONTEC und FDI

Die Neustrukturierung und Neuausrichtung von FONTEC sollte drei wesentliche Aspekte umfassen:

- Flexibilisierung der Förderbedingungen in Linie 1 von FONTEC
- Angebot der Patentförderung durch FDI oder FONTEC
- *start-up*-Finanzierung durch FDI oder FONTEC
- Angebot der Förderung spezialisierter Dienstleistungen

4.1.1.1 Flexibilisierung der Förderbedingungen in Linie 1 von FONTEC

Bei der Kofinanzierung von F&E-Projekten sollten der Innovationsgrad und das damit verbundene Risiko eine stärkere Beachtung finden. Das heißt, F&E-Projekte mit hohem Innovationsgrad sollten vorwiegend mit dem maximalen Kofinanzierungsanteil von 50 %, unabhängig von der Höhe der Gesamtkosten des Projektes, bedacht werden. Damit wird außerdem eine Prämierung von sehr innovativen Unternehmen erreicht, die eine Vorbildwirkung für andere Unternehmen entwickeln könnten. Für FONTEC bedeutet dies, Mut zur Differenzierung zu entwickeln. Nicht alle Projekte erhalten einen Kofinanzierungsanteil von zwischen 30 und 40 %, sondern in Abhängigkeit des Innovationsgrades werden Kofinanzierungsanteile von 50 % (hoch) oder von unter 30 % (niedrig) vergeben.

Das maximal mögliche Fördervolumen pro Projekt sollte auf 250.000 US\$ erhöht werden, d.h. es können F&E-Projekte mit einem maximalen Gesamtvolumen von 0,5 Mio. US\$ bei FONTEC präsentiert werden.

Die Förderdauer eines F&E-Projektes sollte auf drei Jahre erhöht werden. Die bisherige Regelung von maximal zwei Jahren erlaubt kaum die Realisierung anspruchsvoller F&E-Projekte.

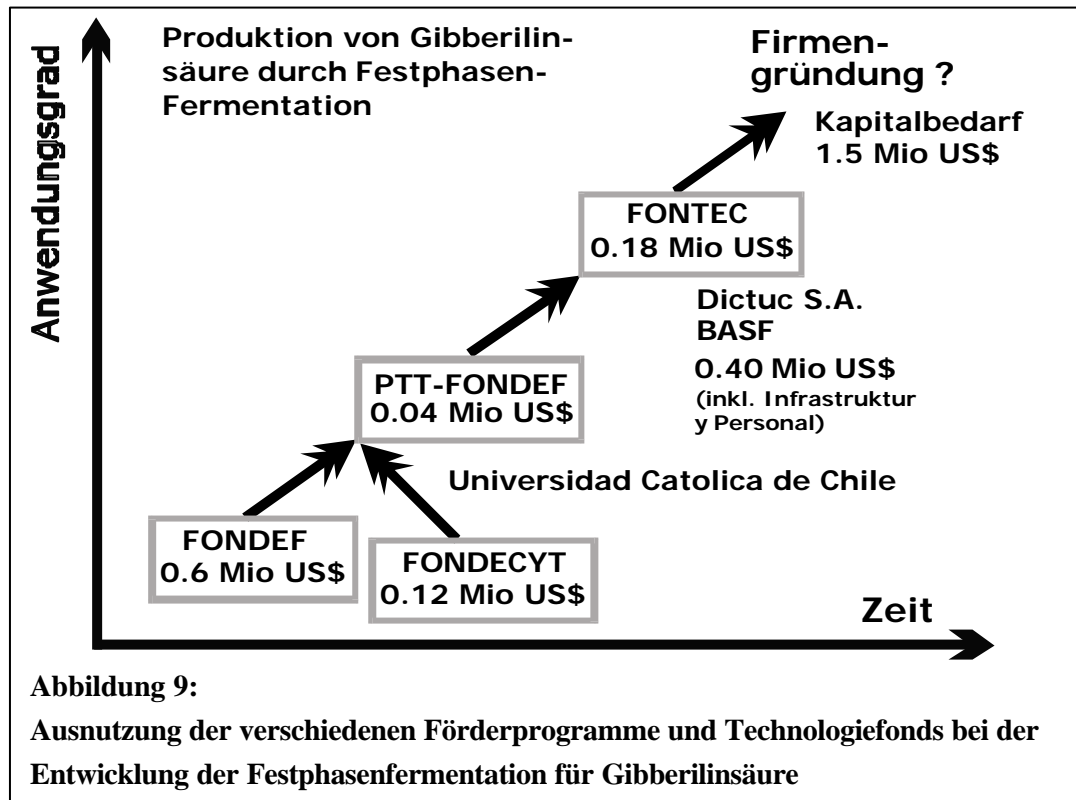
Es ist außerdem notwendig, daß die Aussagen zum Marktpotential und die sich an die Entwicklungs- und Testphase anschließende Phase der Vermarktung eines neuen Produktes bzw. Verfahrens in den Projektanträgen eine stärkere Beachtung finden. FONTEC-Mitarbeiter sollten auf eine sehr ausführliche Darstellung dieser Aspekte in den Projektanträgen drängen. Bei der abschließenden Beurteilung des Projektes sollten die Marktchancen einer Erfindung bzw. Entwicklung ausreichend Beachtung finden.

4.1.1.2 Patentförderung durch FDI oder FONTEC

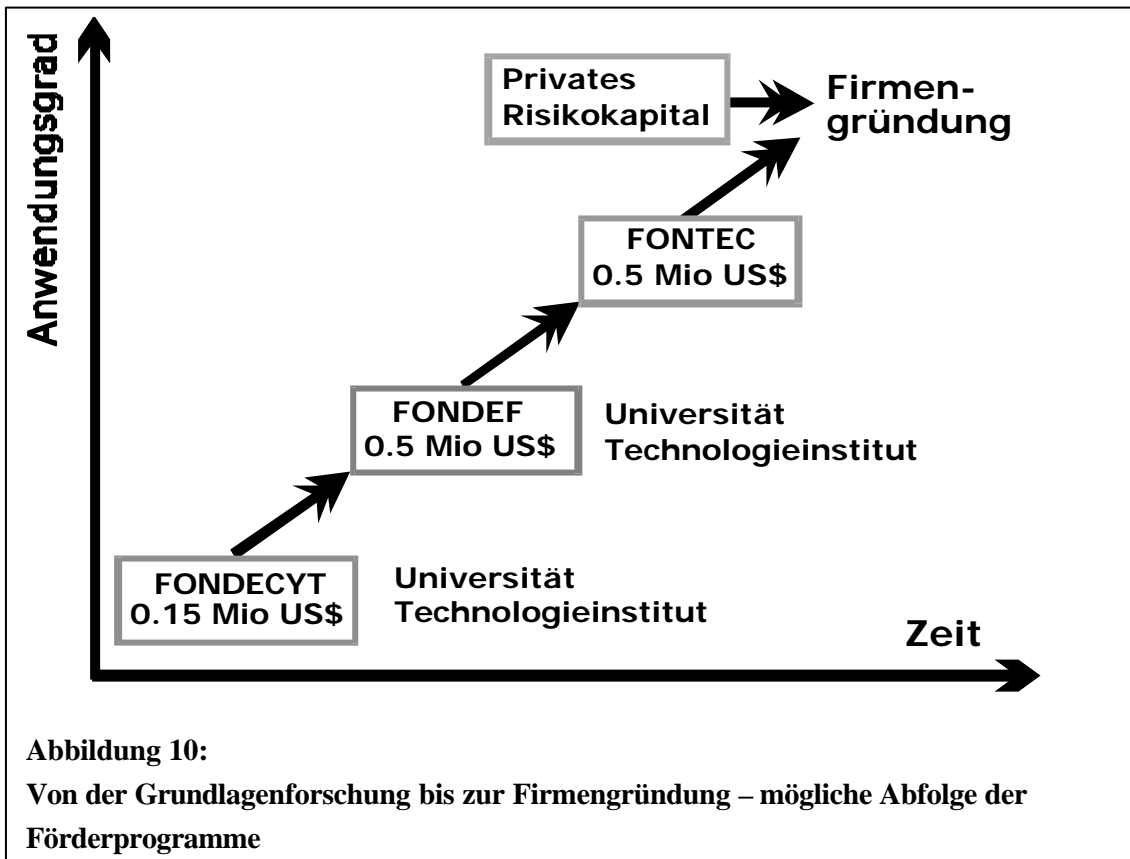
Die Mehrzahl der Unternehmen in Chile schenkt Patentierungsaspekten keinerlei Aufmerksamkeit. In Anbetracht der weltweiten Entwicklung des Patentschutzes, der selbst Entwicklungsländer in immer stärkerem Maße zwingt, intellektuelle Eigentumsrechte anzuerkennen, sollten staatliche Programme wie FDI oder FONTEC die Patentierungsanstrengungen von Unternehmen besonders in wichtigen Zielmärkten (Europa, USA, Japan) fördern. Gerade in diesen Fällen entstehen sehr hohe Kosten von mehreren 10.000 US\$, die besonders von KMU nicht in voller Höhe aufgebracht werden können. FDI oder FONTEC sollten deshalb eine Patentförderung von maximal 50 % der Anmeldungskosten inklusive Beraterhonorare für externe Patentanwälte ermöglichen.

4.1.1.3 Finanzierung von start-up-Unternehmen in Hochtechnologiebereichen

Das bisherige System der Technologiefonds ermöglicht keine explizite Förderung von *start-up*-Unternehmen. Technologische Kompetenz, die im Rahmen von FONDECYT-, FONDEF- oder FDI-Projekten entwickelt wird, kann entweder an Kooperationspartner aus dem Unternehmenssektor weitergegeben oder in Form von Lizenzen an Dritte (externe Unternehmen) verkauft werden. Sofern im Unternehmenssektor keine Nachfrage nach dem entsprechenden technologischen Know How besteht, verbleibt es in den Forschungseinrichtungen. In einigen Fällen ist jedoch durchaus ein beträchtliches Marktpotential für entwickelte Verfahren oder Produkte vorhanden, das von der lokalen Unternehmensseite bisher nicht erkannt worden ist. Wissenschaftler, die in diesem Fall ein eigenes Unternehmen zur Vermarktung der entwickelten Verfahren oder Produkte gründen wollen, sehen sich in der Regel unüberwindbaren finanziellen Hürden gegenüber. Abbildung 9 zeigt ein Beispiel aus der Praxis, wo unter Ausnutzung der verschiedenen Förderfonds (inkl. FONTEC) ein Produktionsverfahren für Gibberilinsäure, einen Wachstumsfaktor, der in der Landwirtschaft verwendet wird, bis zur Marktreife entwickelt wurde. Selbst die Vermarktung des Produktes über die lokale BASF-Vertretung ist gesichert. Es fehlen jedoch ausreichende finanzielle Mittel, um ein Unternehmen aus der Taufe zu heben und es mit der entsprechenden gerätetechnischen Ausrüstung zu versehen. Private Risikokapitalgeber in Chile, sofern vorhanden, sind bisher nicht bereit, Unternehmensgründungen dieser Art zu finanzieren.



Aufgrund der oben beschriebenen Problematik erscheint es notwendig, daß sich staatliche Förderprogramme an dieser Stelle engagieren. Speziell FDI oder FONTEC könnte mit einem Beteiligungsfond zur Finanzierung von Unternehmensgründungen in Hochtechnologiebereichen ausgestattet werden. Dieser Beteiligungsfond könnte so gestaltet werden, daß er maximal 75 % der Gesamtkosten des Unternehmens in den ersten beiden Jahren seiner Existenz übernimmt. Die Obergrenze für eine Beteiligung wären 0,5 Mio. US\$. Die Unternehmensgründer bleiben zu 100 % Eigentümer des Unternehmens und müssen die finanzielle Beteiligung des Staates innerhalb einer Laufzeit von 10 Jahren unter Berechnung eines geringen Zinssatzes von z.B. 5 % zurückzahlen. Im Falle des Scheiterns des Unternehmens müssen nach Anrechnung der Konkursmasse die verbleibenden Schulden an den Staat nicht zurückgezahlt werden. Damit wird das private Risiko der Unternehmensgründer, im Falle eines Scheiterns sich hoch zu verschulden, gemindert. Die Beteiligung des Staates an hochinnovativen Unternehmen in der Gründungsphase würde den privaten Finanzdienstleistern verdeutlichen, daß hier ein lukratives Unternehmen vorliegt, wo sich eine private Beteiligung über z.B. Risikokapitalfonds anbieten würde. Damit käme es zu einer Kombination von staatlichem Beteiligungs- und privatem Risikokapital, was die Finanzausstattung des Unternehmens deutlich verbessern würde und damit auch ein erfolgreiches Wachstum des Unternehmens zum Vorteil aller Beteiligten ermöglichen könnte (siehe Abbildung 10). Im Rahmen des Beteiligungsfonds könnte der chilenische Staat festlegen, welche Hochtechnologiebereiche strategisch gefördert werden sollten. Die Biotechnologie wäre in Anbetracht ihrer Bedeutung für die rohstoffverarbeitenden Industrien ein Hochtechnologiesektor, der auf jeden Fall Beachtung finden müßte.



Die Eingliederung des Beteiligungsfonds in die Förderprogramme FONTEC oder FDI erscheint sinnvoll, da so die personelle Infrastruktur von FONTEC/FDI bzw. CORFO mit der Präsenz in allen Regionen des Landes genutzt werden kann. Außerdem gibt es außerhalb von FONTEC und FDI nur wenige Fachkräfte in staatlichen Institutionen die eine Beurteilung von *start-up*-Unternehmen vornehmen könnten.

4.1.1.4 Förderung der Nutzung spezialisierter Dienstleistungen

In jüngster Zeit sind verschiedene Inkubatoreinrichtungen entstanden, die das Defizit an hochwertiger Infrastruktur (Laborgebäude, Büroräume, Internetzugang) für Unternehmensansiedlungen gemindert haben (El Diario, 28.02.2000). Problematisch ist jedoch, daß es kaum ausreichend kompetente Unternehmensberatungen, die sich auf die Begleitung technologieorientierter Unternehmensgründungen spezialisiert haben, vorhanden sind. Dies ist ein typischer Fall, wo die alleinige Fokussierung auf eine nachfrageorientierte Förderpolitik, keine Lösung dieses Problems ermöglicht, da der Mangel an technologieorientierten Unternehmensgründungen und das Nichtvorhandensein an qualifizierten Beratungsdienstleistungen sich wechselseitig bedingen. Der Staat sollte deshalb im Rahmen eines fünfjährigen Pilotprojektes die Nutzung spezialisierter Dienstleistungsangebote von privaten, in- und ausländischen Beratungsunternehmen subventionieren. Diese staatliche Finanzierung könnte mittelfristig zurückgefahren werden, wenn es parallel dazu ein Anstieg der technologieorientierten Unternehmensgründungen zu verzeichnen ist, da dann ausreichend

private Nachfrage für diese Art von Dienstleistungen existiert. Im Rahmen des Pilotprojektes sollten folgende Dienstleistungen gefördert werden:

- Identifikation von potentiellen Unternehmensgründern an Universitäten (in enger Zusammenarbeit mit den universitären Transferbüros)
- Unterstützung der Gründer bei Entwicklung des Businessplans, Zugang zu Inkubatoreinrichtungen, Zugang zu privaten Risikokapital und staatlichen Finanzierungsquellen
- Beratung bei Markterschließungs- und Marketingaspekten
- Beratung bei Patentfragen
- Promotion interessanter Gründungsprojekte im Ausland zum Erhalt der notwendigen Finanzierungen oder der Identifizierung potentieller Kooperationspartner.

4.1.2 Neuorientierung des Technologiefonds FDI

Der Technologiefond FDI sollte in Zukunft das wichtigste Element zur strategischen Förderung von Innovation und F&E in Unternehmen, Universitäten und Technologieinstituten innerhalb des staatlichen Innovationsfördersystem darstellen. Dazu ist eine Öffnung für alle Akteure des NIS sowie eine Neuorientierung des Fonds notwendig. Dabei ist unter Neuorientierung eine Ausrichtung des FDI auf die Förderung des Wettbewerbs zwischen den Regionen im Rahmen der Realisierung technologischer Innovationen zu verstehen. Der Begriff Regionen umfaßt hierbei sowohl die 13 Verwaltungsregionen des Landes als untergeordnete Einheiten wie z.B. eine Stadt und deren Umkreis.

4.1.2.1 Wettbewerb der Regionen

Im Rahmen nationaler Innovationssysteme spielt die lokale, subnationale Agglomeration von Externalitäten vom Typ Silicon Valley eine wichtige Rolle. Diese lokale Konzentration ist ein wesentliches Attraktionselement, das zur Ansiedlung in- und ausländischer Firmen führt. Dies bedeutet, daß bei der regionalen Wirtschaftsförderung die Leistungsfähigkeit lokaler Innovationssysteme eine wichtige Komponente darstellt. Genau an diesem Punkt gilt es, mit dem Technologiefond FDI fördernd einzugreifen.

Ziel des FDI sollte es sein, lokale, branchenspezifische Innovationssysteme zu fördern. Dazu könnte ein Wettbewerb zwischen den verschiedenen Regionen initiiert werden, der am Ende die besten regionalen Innovationskonzepte mit einer massiven Förderung durch den Staat via FDI belohnt. Diese Förderung sollte je nach Umfang des regionalen Innovationskonzeptes ein Volumen zwischen 1 und 5 Mio. US\$ haben. Der Kofinanzierungsanteil sollte zwischen 50 - 75 % liegen. Bei Regionen, die eine Förderung durch den FDI erhalten, könnten die lokalen Akteure außerdem einen prioritären Zugang zu den anderen Technologiefonds (FONDEF, FDI, FONTEC) erhalten. Zur Teilnahme an diesem Wettbewerb wären die lokalen Akteure (Unternehmen, Universitäten, lokale Regierung, u.a.) eines regionalen Innovationssystems gezwungen, sich an einen Tisch zu setzen, um ein gemeinsames Innovationskonzept für die Region unter Beachtung einer oder der wichtigsten Wirtschaftbranche/n auszuarbeiten. Ansätze

in diese Richtung gibt es schon in der VIII. Region, wo, initiiert durch das lokale CORFO-Büro, ein regionales Entwicklungskonzept für die Biotechnologie entwickelt werden soll.

4.2 Die Förderung der Ausbildung hochqualifizierter Fachkräfte an Universitäten und Technologieinstituten

Das zentrale Aktionsfeld liegt in der Förderung des wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Nachwuchses an Universitäten, Technologieinstituten aber auch in Unternehmen. Die vorhandenen Stipendienprogramme für Doktoranden und Postdoktoranden im Rahmen von FONDECYT sollten deshalb weiter ausgebaut werden. Problematisch dabei ist die immer noch geringe Zahl attraktiver Beschäftigungsmöglichkeiten für Nachwuchskräfte. Mit der Einrichtung der "Präsidentenlehrstühle" und der sogenannten Millenium-Institute werden neue, staatlich finanzierte Arbeitsplätze in der Grundlagenforschung geschaffen. Damit entsteht zumindest im akademischen Bereich eine größere Nachfrage nach hochqualifizierten Fachkräften. Öffentliche Nachfrage kann hier jedoch allenfalls ergänzend oder überbrückend wirken, die verstärkte Einbeziehung privater Arbeitgeber aber nicht dauerhaft ersetzen. Stamm (1999) zieht es deshalb als notwendig an, eine indirekte Förderung für Unternehmen in Form einer Bezuschussung von F&E-Personal zu etablieren. Dies könnte im Rahmen der Subventionierung von F&E-Projekten durch FONTEC passieren.

4.2.1 Förderung von *Entrepreneurship* an chilenischen Universitäten

Ein weiteres Betätigungsfeld für wissenschaftlich-technische Nachwuchskräfte könnte in der Gründung von technologieorientierten Unternehmen liegen. Angesichts des Mangels an innovativen Unternehmen kommt der Neugründung von Firmen, z.B. in Biotechnologie, eine herausragende Bedeutung für die künftige wirtschaftliche Entwicklung des Landes zu. Dabei ist es notwendig, daß Studenten, Doktoranden als auch wissenschaftliche Mitarbeiter in den naturwissenschaftlich-technischen Fakultäten Weiterbildungsangebote zur Thematik der betriebswirtschaftlichen Aspekte von Unternehmensgründungen bzw. -führung unterbreitet werden. Zum anderen sollte durch lokale oder nationale Businessplanwettbewerbe das Gründungspotential an Universitäten ausgelotet werden. Problematisch sind die Umfeldbedingungen in Chile, die eine technologieorientierte Unternehmensgründung erschweren. Bisher sind weder staatliche Förderinstitutionen noch private Finanzdienstleister bereit, technologieorientierte Unternehmensgründungen zu finanzieren. Aus diesem Grund sollte FONTEC, wie oben beschrieben, eine *start-up*-Finanzierung etablieren, um private Finanzdienstleister zu nachfolgenden Aktivitäten zu bewegen.

4.3 Zentrale Koordination des staatlichen Innovationsfördersystem

Wie schon Abbildung 4 (S. 15) zeigt, ist das staatliche System zur Innovationsförderung auf eine Vielzahl von Ministerien verteilt. Dies bewirkt einen erheblichen Koordinierungsbedarf, der bisher nur zu Teilen gedeckt werden konnte, so daß es aus diesen Gründen immer wieder zu Abstimmungsschwierigkeiten und Reibungsverlusten gekommen ist. Deshalb wäre die

Schaffung einer zentralen Organisationseinheit, die allein für die Koordinierung der Wissenschafts- und Technologiepolitik des Staates zuständig ist, zwingend erforderlich. Durch die Verschmelzung des CONICYT und des SEPIT könnte ein nationaler Rat für Wissenschaft und Technologie geschaffen werden, der diese zentrale Koordinierungsstelle repräsentiert (PIT, 2000a). Diesem Rat könnten dann alle Wissenschafts- und Technologieförderprogramme unterstehen. Ein direkter Zugang des Rates zum Präsidenten wäre die Voraussetzung, um wissenschaftlich-technischen Belangen eine entsprechendes Gewicht und Beachtung innerhalb der Regierung zu geben.

4.4 Die Förderung der Biotechnologie im neuen Jahrtausend

Zur Entwicklung der Biotechnologie in Chile ist die explizite Implementierung eines nationalen Programmes, wie es vom INIA vorgeschlagen wurde (siehe Seite 54), nicht zwingend notwendig, sofern die oben genannten Neuorientierungen und Neustrukturierungen des staatlichen Innovationsfördersystems greifen. Es erscheint wenig sinnvoll, eine komplexe Technologie wie die Biotechnologie allein auf der Basis einer angebotsorientierten Förderpolitik entwickeln zu wollen. Förderkonzepte, die eine Stärkung der Innovationskraft der Regionen bewirken, werden zwangsläufig aufgrund der regionalen Wirtschaftsstrukturen mit einer Dominanz der rohstoffverarbeitenden Industrien eine Nachfrage nach biotechnologischer Kompetenz hervorrufen. Diese ist ja zum Teil schon in der Forst-, Fisch- und Obstwirtschaft zu beobachten. Parallel zur Entwicklung einer regionalen Nachfrage nach biotechnologischem Know How ist der Staat auf jeden Fall gezwungen, die Entwicklung einer biotechnologischen Kompetenz in Universitäten und innovativen Unternehmen über die verschiedenen Programme (FONDECYT, FONDEF, FONTEC, FIA) zu fördern, damit eine steigende Nachfrage auch durch lokale Angebote befriedigt werden kann. Bei dieser Förderung sollten sich die staatlichen Institutionen auf F&E-Projekte zur Anwendung der Biotechnologie in den dynamischen Produktionssystemen des Landes (Lachszucht, Weinproduktion, Forstwirtschaft und nachgeschaltete Industrien) konzentrieren, da hier die Wahrscheinlichkeit einer steigenden Nachfrage nach diesen Technologien am höchsten ist.

5 Literatur

ACHURRA, M. (1995): *La experiencia de un nuevo producto de exportación: los salmones*. In: Meller, P. / Sáez, R. E. (1995) *Auge exportador chileno. Lecciones y desafíos futuros*, S. 43 – 71.

ALDUNATE, R. (1998): *Guide to the Chilean Business Environment*, Santiago.

ALTMAN, A. (1999): *Plant biotechnology in the 21st century: the challenges ahead*. In: *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol. 2, Nr. 2.

ARCE, P. / GEBAUER, M. / CERDA, F. / DELGADO, J. (2000): *Transformación genética de Pinus radiata para resistencia a la polilla del brote: Posibilidades y avances logrados*, Forschungsbericht, Universidad Católica de Chile, Santiago.

ARCHIBUGI, D. / MICHIE, J. (Hrsg.) (1997): *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge, University Press.

AROCENA, R. / SUTZ, J. (1999): *Looking at National Systems of Innovation from the South*.

BANCO CENTRAL DE CHILE (1999): *Informe Económico y Financiero*, 15. Dezember 1999, Santiago.

BELL, M. / Pavitt, K. (1997): *Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries*. In: ARCHIBUGI, D. / MICHIE, J. (Hrsg.) (1997): *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge, University Press.

BENAVENTE, J. M. / Crespi, G. (1997): *Hacia una Caracterización del Sistema Innovativo Nacional Chileno*, PIT, Santiago.

BFAI (1999): *Chile – Wirtschaftstrends zur Jahresmitte 1999*.

BRENNER, C. (1998): *Biotechnology Policy for Developing Country Agriculture*, Policy Brief, Nr. 14, OECD.

CASABURI, G. G. (1999): *Dynamic Agroindustrial Clusters – The Political Economy of Competitive Sectors in Argentina and Chile*, Hampshire, St. Martin's Press.

CASSIOLATO, J. E. / LASTRES, H. M. M. (1999): *Local, National and Regional Systems of Innovation in the Mercosur*. Artikel für die DRUID's Summer Conference on National Innovations Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy, 9. – 12. Juni 1999, Rebild.

CODELCO (2000): www.codelco.com/corporacion/f-corpor.html.

CORFO (1998): *Estadísticas básicas de las empresas en Chile*, Gerencia de Fomento, CORFO, Santiago.

CORFO (2000): Präsentation der Aktivitäten in 1999, Santiago.

DRESDNER BANK LATEINAMERIKA AG (1999): *Latin American Spotlight*, May 2000.

Eßer, K. (1999): Institutioneller Wandel unter Globalisierungsdruck. Überlegungen zu Aufbau und Kopplung von Nationalstaat und Marktwirtschaft in Chile, DIE, B-Reihe 4/99, Berlin.

FONDEF (1999): *Ciencia y Tecnología*. Beilage in La Nación, Dezember 1999.

FONTEC (2000): *Manual de Organización y Fundamentos de Operación*, Santiago.

FREEMAN, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance*, London, Pinter.

FREEMAN, C. (1997): *The 'National System of Innovation' in Historical Perspective*. In: ARCHIBUGI, D. / MICHIE, J. (Hrsg.) (1997): *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge, University Press.

Fundacion Chile (1999): Innovación Tecnológica, Santiago.

Fundacion Chile (1999a): Pressemitteilung, www.fundch.cl.

GIL, L. / IRARRÀZABAL, C. (1999): *Biotecnología en Chile*, Santiago.

GROÙE, U. / HARTMANN, F. / VoÙ, R. / BRANDT, M. (1998): Internationale Trends in der Biotechnologie, Berlin, Verlag Dr. Köster.

INIA (Hrsg.) (1999): Jahresbericht INIA 1998, Santiago.

ISB (2000): Länderreport Cuba.

JAMES, C. / KRATTIGER, A. (1999): *The Role of the Private Sector*. In: *Biotechnology for Developing-Country Agriculture: Problems and Opportunities*, Focus 2, Brief 4.

JARVIS, L. (1991): *The Role of Markets and Public Intervention in Chilean Fruit Development since 1960s: Lessons for Technological Policies*. Artikel vorgestellt auf der *Conference on Agricultural Technology: Current Policy Issues for the International Community and the World Bank*, 21. – 23. Oktober, Airlie House, Virginia.

LEIVA, J. (1999): *El Avance Chileno: Exitos y Desafíos*, III. Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica, Santiago.

- LEIVA, H. (1999a): *Biotecnología y minería en Chile: biolixiviación de metales*. In: GIL, L. / IRARRÁZABAL, C. (1999): *Biotecnología en Chile*, Santiago.
- LIZANA, A. (1991): *Valioso Aporte a la Tecnología Frutícola Chilena*. In Chile Agrícola, Vol. 16, Nr. XVI, Santiago.
- MACILWAIN, C. (1999): *Science in Latin America – Stability offers unique Opportunity for Research*. In: Nature, 398, S. A4.
- MESSNER, D. / MEYER-STAHMER, J. (1993): Die nationale Basis internationaler Wettbewerbsfähigkeit. In: Nord-Süd-aktuell, 1, S. 98-111.
- MERA, M. (1999): *Agricultural Biotechnology in Chile*, www.inia.cl.
- METCALFE, S. (1997): *Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework*. In: ARCHIBUGI, D. / MICHIE, J. (Hrsg.) (1997): *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge, University Press.
- MIDEPLAN (1999): Programa Iniciativa Científica Milenio – Resultados Concurso 1999. In: Revista Mideplan, Nr. 3, S. 35, Santiago.
- MOGUILLANSKY, G. (1999): *La inversión en Chile: el fin de un ciclo en expansión ?*, Fondo de Cultura Económica/CEPAL, Santiago.
- MOWERY, D. C. / OXLEY, J. (1997): *Inward Technology Transfer and Competitiveness: The Role of National Innovation Systems*. In: ARCHIBUGI, D. / MICHIE, J. (Hrsg.) (1997): *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge, University Press.
- MULLIN, J. / ADAM R. M. / HALLIWELL, J. E. / MILLIGAN, L. P. (1998): *Ciencia, Tecnología e Innovación – Programas y Políticas en Chile*. Bericht einer internationalen Kommission gefördert durch CONICYT, Chile und CIID, Canada.
- MUÑOZ (1997): *Chile's experiences in planning agricultural biotechnology*. In: Biotechnology and Development Monitor, Nr. 31.
- NELSON, R. (Hrsg.) (1993): *National Innovation Systems*, New York, Oxford University Press.
- NUHN, H. (1995): Neue Konzepte zur wirtschaftlichen Transformation vor dem Hintergrund der Strukturprobleme kleiner Entwicklungsländer Zentralamerikas. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, 39, Heft 2, S. 68-81.
- OECD (1992): *Technology and the Economy. The Key Relationships*, Paris.

PAREDES, M. / MUÑOZ, C. (1997): *Programa Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria y Forestal en Chile*, Serie Quilamapu, Nr. 77, Chillán.

PIT (1997): *Innovación Tecnológica en la Industria Chilena: Analisis de una Encuesta*, Santiago.

PIT (1998): *Sistema de Fondos Tecnológicos*, Santiago.

PIT (1999): www.innovacion.cl.

PIT (1999a): *Evolución del Financiamiento Público del Gasto en Investigación y Desarrollo y en Transferencia Tecnológica 1990-1998*, Santiago.

PIT (Hrsg.) (2000): *Centros Científicos y Tecnológicos – Directorio Nacional 1999 – 2000*, Santiago.

PIT (2000a): Präsentation auf dem *IV. Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica*, 25. Januar 2000, Santiago.

RICYT (2000): Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 1990-1998, www.ricyt.edu.ar.

SAG (1999): www.sag.cl.

SOLLEIRO, J. L. / CASTAÑÓN, R. (1999): *Technological Strategies of Successful Latin American Biotechnology Firms*. In: *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol. 2, Nr. 1.

STAMM, A. (1999): *Wirtschaftsnahes Technologiemanagement - Erfahrungen aus Deutschland und Implikationen für die fortgeschrittenen Länder Lateinamerikas*, DIE, B-Reihe 7/99, Berlin.

SUTZ, J. (1998): *La innovación realmente existente en América Latina: medidas y lecturas*. Artikel für das zweite Seminar des Projektes „*Globalisation and Localised Innovation*“, Dezember 1998, Mangaratiba.

VALENZUELA, P. (1999): *Fundación Ciencia para la Vida: Una iniciativa hacia la vinculación ciencia-industria en biotecnología*. In: GIL, L. / IRARRAZABAL, C. (1999): *Biotecnología en Chile*, Santiago.

WAGNER, B. (2000): *Die Biotech-Aktie: Investieren in den Markt der Zukunft*, Frankfurt/Main, Ueberreuter.

WAISBLUTH, M. (2000): Präsentation auf dem *IV. Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica*, 25. Januar 2000, Santiago.

WORLD BANK (Hrsg.) (1998): World Development Report 1998/1999, Washington, D.C.

YUDELEVICH, A. (1999): *Experiencia de una empresa innovadora en biotecnología. El caso de Bios-Chile*. In: GIL, L. / IRARRÀZABAL, C. (1999): *Biotecnología en Chile*, Santiago.

UNO (2000): *Human Development Indicators 1999*.

Chilenische Tageszeitungen: El Diario und El Mercurio

6 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BFAI	Bundesstelle für Außenhandelsinformationen
BIP	Bruttoinlandprodukt
CIMM	Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas
CIREN	Centro de Investigación der Recursos Naturales
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DPS	Dynamische Produktionssysteme
F&E	Forschung und Entwicklung
FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
FDI	Fondo de Desarrollo e Innovación
FNDR	Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FONDAP	Fondo Nacional de Investigación Avanzada en Areas Prioritarias
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FONDEF	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FONTEC	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo
FIA	Funadación para la Innovación Agraria
FIM	Fondo de Investigaciones Mineras
FIP	Fondo de Investigación Pesquera
HDI	Human Development Index
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero
INFOR	Instituto Forestal
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
INN	Instituto Nacional de Normas
INTA	Instituto Nacional de Nutricción y Tecnología de Alimentos
INTEC	Corporación de Investigaciones Tecnológicas
INTESAL	Instituto Tecnológico del Salmón
ISB	Informationssekretariat Biotechnologie
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NICs	Newly Industrialised Countries
NIS	Nationales Innovationssystem
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
NPO	Non-Profit Organisationen
PIT	Programa de Innovación Tecnológica
RICYT	Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SAG	Servicio deAgricola y Ganadero
SCI	Science Citation Index

SEPIT	Secretaria de la Programa de Innovación Tecnológica
UNO	United Nations Organisation
VC	Venture Capital
WTO	World Trade Organisation
WTZ	Wissenschafts- und Technologiezentren

7 Anhang A I

Definitionen

Technologische Kompetenz ist die Fähigkeit eines Individuums, einer Organisationseinheit oder einer Nation, neues technologiebezogenes Wissen zu generieren oder aufzunehmen und kreativ weiterzuentwickeln.

Innovation ist die Anwendung von Wissenschaft und Technologie zur Entwicklung sowie zur späteren, erfolgreichen Vermarktung von Produkten und Verfahren (vgl. OECD, 1992, S. 24).

Die Klassifizierung der **KMU** in Chile erfolgt entweder nach Umsatz oder nach Mitarbeiterzahl (CORFO, 1998):

Unternehmensklasse	Umsatz pro Jahr in UF*	Mitarbeiterzahl
Mikro	bis 2.400	1-4
Klein	2.401 - 25.000	5-49
Mittel	25.001 – 100.000	50-199
Groß	> 100.000	> 200

* 1 UF (Unidad de Fomento) = 15.454,3 C\$ = 28,86 US\$ (07.07.2000)

Unter der **Biotechnologie** versteht man die technische Nutzung von Stoffwechselleistungen biologischer Systeme (z.B. Mikroorganismen, Pflanzen) und ihrer Bestandteile (z.B. Zellen) sowie von Stoffwechselprodukten (z.B. Enzymen) zur Herstellung verschiedener Produkte und zur Erbringung von Dienstleistungen in verschiedenen Industriebranchen, in der Landwirtschaft, in der Medizin und im Umweltschutz (Große et al., 1998).

Umtauschkurse

Mittlerer Umtauschkurs zwischen chilenischen Peso (C\$) und US-Dollar (US\$) für die Jahre 1996 bis 1999 (El Diario, 31.01.2000, S. 30):

1996	1 US\$ = 412 C\$
1997	1 US\$ = 419 C\$
1998	1 US\$ = 460 C\$
1999	1 US\$ = 509 C\$

Anhang A II

Auswahl der Interviewpartner für die empirische Untersuchung

Im Rahmen der empirischen Untersuchung wurden Interviews mit insgesamt 51 Vertretern von 33 Unternehmen und 35 Einzelpersonen von verschiedenen staatlichen Institutionen, Universitäten und Technologieinstituten realisiert.

Interviews in den Unternehmen

Zur Auswahl der Unternehmen für die empirische Untersuchung wurde eine Liste mit 60 Unternehmen, die Verfahren und Produkte der modernen Biotechnologie herstellen, anwenden und/oder vermarkten erstellt. Da in Chile kein Verband der Biotechnologie unternehmen existiert und die Biotechnologie als Querschnittstechnologie in einer Vielzahl von Wirtschaftsbranchen einsetzbar ist, war mit der Identifikation und Auswahl der Unternehmen ein relativ großer Zeitaufwand verbunden. Wie in Tabelle 10 (Seite 41) ersichtlich, wurden die Unternehmen in 4 Gruppen unterteilt. Aus der für diese Untersuchung interessantesten Gruppe 1 konnten 16 von 17 identifizierten Biotechnologie-Unternehmen interviewt werden. Aus den Gruppen 2 und 3 wurden jeweils die in der Anwendung der Biotechnologie aktivsten Unternehmen ausgewählt (Kriterien: Anzahl F&E-Projekte, F&E-Kooperationen, u.a.). Nicht alle der aus Gruppe 2 und 3 ausgewählten Unternehmen konnten befragt werden, da die Interviews zum Teil verweigert wurden oder aufgrund des Zeit- und Finanzaufwandes die Unternehmen weit im Süden oder Norden Chiles nicht besucht werden konnten. Die folgende Tabelle zeigt eine Auflistung aller befragten Unternehmen unter Berücksichtigung der jeweiligen Wirtschaftsbranche:

Klassifizierung	Wirtschaftsbranchen	Unternehmen
Gruppe 1	Biotechnologie	Algisa S.A., Bios-Chile S.A., Biosonda S.A., Bioch S.A., Biogenetics S.A., Biopol S.A., Biohidrica Ltda., Diagnotec Ltda., Genfor S.A., Genfrut S.A., Linsan S.A., Probical S.A., SDA, Tecnologic Farm S.A., Valtek Ltda., Xilema S.A.
Gruppe 2	Nahrungs- und Futtermittel Forstwirtschaft	Tepual S.A. Bioforest S.A., CPF S.A.
Gruppe 3	Landwirtschaft Obst- und Weinanbau Nahrungs- und Futtermittel Umwelttechnik Forstwirtschaft Veterinärmedizin Pharma universitäre Dienstleistungen	Anasac Hortifrut S.A., Viveros Requinoa Ltda. Biosan S.A. Biotamb S.A., Bio Light S.A., Ecopreneur S.A. Forestal Mininco S.A. Laboratorio Rimat Laboratorio Pasteur S.A. Dictuc S.A (Universidad Catolica de Chile), UDT (Universidad de Concepcion)
Gruppe 4	Handelsfirmen	K-Lon Bioquimica Ltda., Biotecnologia XXI Ltda.

An den Interviews in den Unternehmen waren insgesamt 51 Personen beteiligt. Davon waren 27 Personen Geschäftsführer oder Inhaber der Firma, 12 technische Direktoren, 9 Wissenschaftler, 2 Direktoren für Marketing und 1 Unternehmensberater. Die Befragung erfolgte auf Basis eines semi-quantitativen Fragebogens:

Orders should be addressed to:

SEPT

Universität Leipzig

Beethovenstr. 15

D - 04107 Leipzig - Germany

Phone: (0049)-(0)341-9737030

Fax: (0049)-(0)341-9737048

Email: mgrosze@rz.uni-leipzig.de

Internet: <http://www.uni-leipzig.de/sept/>
