

Chimia 48 (1994) 93–98
© Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft
ISSN 0009–4293

Das Schwerpunktprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds

Eine kurze Vorstellung der wissenschaftlichen
Zielsetzungen und der laufenden Forschungsmodule

Oreste Ghisalba*

Die Biotechnologie als Schlüsseltechnologie

Die staatlichen und privatwirtschaftlichen Technologieprognosen der wichtigsten Industrieländer stimmen darin überein, dass das frühe 21. Jh. vor allem durch neue Entwicklungen auf drei Technologiefeldern und deren Vernetzung untereinander geprägt sein wird: 'Elektronik', 'Neue Materialien' und 'Biotechnologie'. Die offizielle Biotechnologie-Definition der European Federation of Biotechnology (1989) lautet wie folgt (frei übersetzt): 'Biotechnologie ist das Zusammenwirken von Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften mit dem Ziel der Anwendung von Organismen, Zellen, Zellteilen und molekularen Analogen für die Herstellung von Produkten und für Dienstleistungen'. Alternativ kann man auch definieren: 'Biotechnologie ist die kontrollierte Anwendung von biologischer Information'. Die Gentechnik als Methode steht dabei nicht im Vordergrund. Sie ist lediglich eine von mehreren wichtigen Techniken oder Disziplinen, welche die Gesamtheit der Biotechnologie ausmachen. Das hier vorgestellte Schwerpunktprogramm Biotechnologie (SPP BioTech) bewegt sich im Rahmen obiger Definitionen. Es umfasst auch einige Aspekte der Vernetzung mit den anderen genannten Schlüsseltechnologien. Die moderne Biotechnologie eröffnet völlig neuartige Chancen zur Lösung wichtiger komplexer Probleme in Bereichen wie z.B. Gesundheit, Ernährung, Umwelt, Rohstoffversorgung oder Spezialitätenchemie. Die Biotechno-

logie wird weltweit als Schlüsseltechnologie für das Überleben in einem ausgehenden (nachhaltigen) Wirtschaftssystem angesehen.

Die Biotechnologie im internationalen Umfeld

Im Auftrag des Schweizerischen Wissenschaftsrates wurde 1990 eine 'Früherkennungsstudie zur Biotechnologie' erstellt [1], welche das internationale Umfeld der Biotechnologieentwicklung analysiert. Schwerpunkte der Studie waren die staatliche Förderung der Biotechnologie und die Perspektiven und Prognosen für die Entwicklung der Biotechnologie weltweit. Die wichtigsten Befunde betreffend staatliche Förderung der Biotechnologie sind im folgenden kurz zusammengefasst. In vielen Industrieländern (z.B. Deutschland, Frankreich, Niederlande, Grossbritannien, Skandinavische Länder, USA und Japan) bestehen seit vielen Jahren eine nationale und/oder regionale Biotechnologie-Forschungspolitik und z.T. auch grosszügige mittel- bis langfristig angelegte Biotechnologieförderungsprogramme. Diese sind darauf ausgerichtet, die Chancen der jeweiligen Länder in der Biotechnologie-Forschung und -Entwicklung zu verbessern und so die heimische Industrie zu stärken. So wurden z.B. allein in der BRD innerhalb des BMFT-Förderungsprogramms 'Angewandte Biologie und Biotechnologie 1985–1988' 805 Mio. DM an Förderungsbeiträgen ausgerichtet. Im Nachfolgeprogramm 'Biotechnologie 2000' sind für die Jahre 1989–1996 pro Jahr ansteigend ca. 230–380 Mio. DM vorgesehen. Zusätzlich stellen einige Bundesländer (z.B. Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen) grössere Summen für biotechnologieorientierte Institutionen zur Verfügung. Allerdings bestehen international grosse Unterschiede in bezug auf

die Konzepte und die Qualität der Programme. In den USA wird die Biotechnologie eindeutig durch die Entwicklungen der Molekularbiologie stimuliert. In Ländern wie z.B. Japan oder Holland spielt die traditionelle Biotechnologie eine sehr wichtige Rolle. Hier ist eine ausgeprägte Tendenz zur vollständigen Integration von klassischer Fermentationsindustrie, Lebensmitteltechnologie und moderner Biotechnologie zu beobachten. Ein besonders hoher Organisationsgrad der Biotechnologieprogramme, verbunden mit intensiver Koordination, ist vor allem in Deutschland, Japan und in den Niederlanden festzustellen. Japan zeichnet sich aus durch sehr langfristig angelegte Strategien und Projekte. Die EU-Staaten und Japan sind auch dabei, vermehrt internationale Aktivitäten auf- und auszubauen. Die wichtigsten nationalen Förderungsarten der Biotechnologie in den oben erwähnten Industriestaaten sind: Einzelprojektförderung, Verbundforschungsprogramme, Grossforschungseinheiten, Technologietransferzentren, Schwerpunktforschungsprogramme, Sonderforschungsbereiche, Innovationsorientierte Unternehmensförderung.

Die Bedeutung der Biotechnologie für die Schweiz

Die Schweiz als hochentwickeltes Industrieland mit einer starken chemischen Industrie, die auf die Herstellung von hochwertigen chemischen und biologischen Produkten ausgerichtet ist, muss ein grosses Interesse an der Nutzung der innovativen Möglichkeiten haben, welche uns die Biotechnologie und die anderen modernen Schlüsseltechnologien eröffnen. Ohne intensive Anstrengungen auf diesen Gebieten, besteht die reale Gefahr, von der internationalen Entwicklung überrollt zu werden und die komfortable Stellung als 'High Tech' Land zu verlieren.

In der Schweiz wurde bis vor kurzem, neben der anwendungsorientierten Forschung in der Industrie, fast ausschliesslich staatliche Förderung von biotechnologischen Grundlagenprojekten (Nationalfonds) betrieben. Verbundforschung war nur im Ansatz (meistens auf private Initiative hin) vorhanden. Staatliche oder halbstaatliche Biotechnologie-Grossforschungseinheiten, Biotechnologie-Transferzentren, nationale (koordinierte) Schwerpunktforschungsprogramme und innovationsorientierte Unternehmensförderung fehlten bis 1992 fast vollständig. Die Schweiz hat damit im Vergleich zu anderen hochindustrialisierten Ländern eindeutig einen grossen Nachholbedarf. Das hier vorzustellende, 1992 gestartete Schwerpunktprogramm Biotechnologie,

*Korrespondenz: PD Dr. O. Ghisalba
Programmleiter SPP BioTech
Ciba-Geigy AG
R-1060.1.02
Postfach
CH-4002 Basel

ist darauf ausgerichtet, diesen Nachholbedarf mindestens partiell zu decken.

Vorgeschichte und forschungspolitische Zielsetzungen des Schwerpunktprogramms Biotechnologie

Seit vielen Jahren bestand im Kreise der schweizerischen Biotechnologen der Wunsch nach einem nationalen Förderungsprogramm bzw. nach einem Biotechnologiezentrum. Nach mehreren Anläufen wurde dann 1989 unter der Leitung von Prof. Ralf Hütter (ETH-Zürich) ein 'Projekt Biotechnologie – Schwerpunkt im Schulratsbereich' formuliert. Schulrat und Bundesamt für Bildung und Wissenschaft (BBW) haben aufgrund dieses Vorschlages gemeinsam beschlossen, das Projekt in nationalem Rahmen, d.h. den Schulratsbereich übergreifend, weiterzuverfolgen. Eine vom BBW zusammengestellte Expertengruppe unter der Leitung von Prof. Jakob Nüesch (damals Ciba-Geigy AG, Basel) erarbeitete dann 1990 das dem heutigen Schwerpunktprogramm Biotechnologie (SPP BioTech) zugrundeliegende Konzept mit sechs Modulen (ursprünglich geplanter Finanzrahmen rund 150 Mio. Fr.). Aufgrund der 'Botschaft über die Förderung der wissenschaftlichen Forschung in den Jahren 1992–1995 und eine konzertierte Aktion Mikroelektronik Schweiz' bewilligten die eidgenössischen Räte einen Finanzrahmen von 83 Mio. Fr. für SPP BioTech 1992–1995. Die kritische Finanzlage des Bundes führte dann jedoch dazu, dass der Finanzrahmen schliesslich nochmals reduziert wurde auf rund 50. Mio Fr., was noch einem Drittel der ursprünglich erhofften Mittel entspricht. Die Verantwortung für die Durchführung des SPP BioTech wurde dem Nationalfonds übertragen. Eine Weiterführung des Programms nach 1995 ist vorgesehen [2][3].

Bei der Planung des SPP BioTech und bei der Auswahl der Modulthemen wurden die folgenden Kriterien berücksichtigt:

- Die Forschungsschwerpunkte liegen im öffentlichen Interesse der Schweiz und sind für die Schweiz relevant.
- Die geförderten Schwerpunkte sind problemlösungs- oder anwendungsorientiert.
- Es werden nur solche Schwerpunkte realisiert, in denen schweizerische Spitzenleistungen auch im internationalen Vergleich erwartet werden können. Damit können wichtige Forschungslücken geschlossen werden.
- Es werden strategisch wichtige Gebiete gezielt gefördert, bei denen die Schweiz einen ausgewiesenen Nach-

holbedarf hat und deren Aufbau die organisatorischen, infrastrukturellen und finanziellen Mittel einzelner Institute bzw. Hochschulen übersteigt.

- Es werden bereits bestehende Biotechnologieaktivitäten gezielt verstärkt.
- Die Modulthemen liegen innerhalb des Rahmens der international akzeptierten Biotechnologie-Definitionen (s. weiter oben).

Damit die Resultate der Biotechnologieforschung problemlos in eine industrielle Nutzung in Form von Verfahren und Produkten umgesetzt werden können, muss diese in nationalem und internationalem Rahmen so organisiert werden, dass ein Kontinuum von der reinen Grundlagenforschung über die anwendungsorientierte Forschung bis hin zur Entwicklungsforschung entsteht. Japan und andere Länder haben in den letzten Jahren demonstriert, dass ein solcher Aufbau der Forschung sehr effizient ist und zur Stärkung der heimischen Bioindustrie wesentlich beiträgt. Das SPP BioTech soll dazu beitragen, das in der Schweiz noch weitgehend fehlende 'Interface' zwischen Grundlagenforschung und Anwendung der Resultate zu schaffen. Zu diesem Zweck werden Forschungsgruppen aus den Hochschulen im Rahmen der in den Modulen des SPP BioTech vorgegebenen Forschungsschwerpunkte in einen möglichst intensiven Kontakt und zur Interaktion mit industriellen Partnern gebracht.

Aufbau und Organisation des SPP BioTech

Das SPP BioTech umfasst in der Realisierungsphase 1992–1995 noch die folgenden sechs Module bzw. Submodule:

- Modul 1: Verfahren zur Herstellung und Reinigung von Proteinen für medizinische Anwendungen
- Modul 2: Biotechnologie: Bioengineering und Stoffumwandlung
- Modul 3: Neuro-Informatik
- Modul 4: Bioelektronik
- Modul 5B: Biosicherheitsforschung und biotechnologische Entwicklung
- Modul 6: Biotechnologie der höheren Pflanzen

Ausserdem umfasst das SPP BioTech ein Aus- und Weiterbildungsprogramm in Biotechnologie.

Zwei ursprünglich geplante Submodule 1B und 2B zur Umweltbiotechnologie wurden aus dem SPP BioTech ausgegliedert und dem SPP Umwelt zur Realisierung überlassen. Aus dem ursprünglich breit angelegten Modul 5: Technologietransferzentrum für Biotechnologie musste leider die Realisierung von zwei weite-

ren Submodulen 5A: Informations- und Koordinationsstelle für Biotechnologie und 5C: User-Laboratorien aufgrund des stark gekürzten Finanzrahmens vorläufig zurückgestellt werden.

Die Ausgestaltung und die laufende Überwachung des Schwerpunktprogramms liegt bei der vom Nationalfonds eingesetzten Expertengruppe (mit nationalen und internationalen Experten), in enger Zusammenarbeit mit der Programmleitung. Die Expertengruppe des SPP BioTech steht unter dem Präsidium von Prof. Max M. Burger (Friedrich Miescher Institut, Basel). Die weiteren Mitglieder sind (Stand Ende 1993): Prof. Julian E. Davies (University of British Columbia, Vancouver, Kanada), PD Dr. Arthur Einsele (Sandoz International AG, Basel), Prof. Wim Harder (TNO Institute of Environmental Sciences, Delft, Niederlande), PD Dr. Barbara Hohn (Friedrich Miescher Institut, Basel), Prof. Sir Mark Richmond (Chairman of the Science and Engineering Council, Swindon, GB), Prof. Christian Wandrey (Forschungszentrum Jülich, Deutschland) und Dr. Françoise Dubas (für das Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, Bern). Die Programmleitung setzt sich wie folgt zusammen: PD Dr. Oreste Ghisalpa (Programmleiter, Ciba-Geigy AG, Basel) und Dr. Urs Christ (Sekretariat, Nationalfonds, Bern).

Die Einsetzung einer international zusammengesetzten Expertengruppe für das SPP BioTech bietet grosse Vorteile für die Realisierung des Programms. Alle ausländischen Mitglieder der Expertengruppe sind nicht nur hervorragende Biotechnologen, sondern bringen ausserdem noch ihre grosse individuelle Erfahrung bei der Gestaltung von nationalen Biotechnologieförderungsprogrammen in ihren Herkunftsländern mit in unser SPP BioTech ein. Wir sind damit in der Lage, von den in verschiedenen Industrieländern gemachten Erfahrungen mit ähnlich gelagerten Schwerpunktprogrammen zu profitieren und grobe Fehler bei der Umsetzung und Durchführung des SPP BioTech zu vermeiden.

Damit die Koordination der Forschung nicht nur auf Programmebene, sondern auch innerhalb der einzelnen Module optimal funktioniert, wurden zusätzlich zur Programmleitung noch unabhängige Fachexperten als wissenschaftliche Begleiter für die Module eingesetzt. Diese Begleiter sind gemeinsam mit der Programmleitung dafür besorgt, dass die Qualität der Forschung und Zusammenarbeit in den Modulen gut ist, dass der Informationsaustausch unter den Projekten innerhalb der Module gewährleistet ist und natürlich

dass die definierten Strategien und Zielsetzungen eingehalten, oder, falls nötig, neuen Realitäten angepasst werden. Während ihrer gesamten Laufdauer findet somit eine intensive Betreuung und eine periodische Evaluation der Projekte durch wiss. Begleiter, Programmleitung und Expertengruppe statt.

Aktueller Stand der Umsetzung des SPP BioTech

Im März 1992 fand eine erste öffentliche Teilausschreibung statt [2]. Diese umfasste die Module 1, 4, 5B und 6, sowie das Aus- und Weiterbildungsprogramm in Biotechnologie. Die zweite öffentliche Teilausschreibung im Januar 1993 umfasste die Module 2 und 3, sowie nochmals das Aus- und Weiterbildungsprogramm [3]. Anfang 1994 sind nun fast alle Module in vollem Umfang realisiert. Einige wenige zusätzliche Projekte sind noch in Evaluation.

Bei der Umsetzung der meisten Module wurde, in Übereinstimmung mit dem Ausführungsplan [2][3], jeweils zuerst ein von der Programmbeschreibung her vorgegebenes und bereits in der Vorbereitungsphase der Module ausgearbeitetes, grosszügig dotiertes Kernprojekt (im Falle von Modul 2 sind es zwei Kernprojekte) an einem bereits existierenden biotechnologischen 'Forschungsplatz' gestartet. Die über die beiden Ausschreibungen zusätzlich hereingeholten Projekte aus der ganzen Schweiz (Auswahl nach einem zweistufigen Verfahren: 1. Projektskizze, 2. ausgearbeitetes Forschungsgesuch) wurden auf Gesuchsebene, d.h. vor der Genehmigung durch Expertengruppe und Nationalfonds, mit den jeweiligen Kernprojekten und anderen verwandten Projekten innerhalb eines Moduls thematisch so abgestimmt und koordiniert, dass echte Schwerpunktforschung möglich wird.

Bei der Zusprache der Mittel wurde versucht, eine möglichst ausgewogene und optimale Verteilung auf die Eidgenössischen Technischen Hochschulen, die Eidgenössischen Forschungsanstalten, die Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (in den Modulen 5B und 6), die kantonalen Universitäten und die industriellen Partner zu erzielen, wobei allerdings letztlich die Programmkonformität und die Qualität der eingegebenen und evaluierten Projekte massgebend war. Aufgrund der Anlage des Programms sind notwendigerweise die bereits bestehenden Zentren mit Biotechnologie-Forschungsaktivitäten, d.h. Zürich und Lausanne (jeweils Universität und ETHs gemeinsam) etwas bevorzugt.

Es wurden keine reinen Industrieprojekte

bewilligt. Alle laufenden Projekte mit Industriebeteiligung finden im Sinne der weiter oben definierten forschungspolitischen Ziele des SPP BioTech in enger Zusammenarbeit mit Hochschulinstituten statt, wobei der Industriepartner entweder als Haupt- oder als Mitgesuchsteller auftritt. Durch die Beteiligung der Industrie fließen zusätzliche Infrastruktur und Mittel in das SPP ein. Die Industriebeteiligung im SPP BioTech ist signifikant, aber nicht dominant. Sie dürfte jedoch im Hinblick auf eine mittelfristige Umsetzung der Forschungsergebnisse in praktische Anwendungen und Produkte momentan ausreichend sein. Sie kann allenfalls in der zweiten Programmperiode 1996–1999 noch verstärkt werden. Der bei weitem überwiegende Anteil der SPP-Gelder fliesst somit in die Verstärkung der Biotechnologie-Aktivitäten an den Hochschulen und an Forschungsanstalten ein.

Im folgenden werden die Bedeutung und die Zielsetzungen der einzelnen Module kurz beschrieben. Eine komplette Liste der bereits laufenden Forschungsprojekte mit den Projekttiteln, den Hauptgesuchstellern, den beteiligten Forschungsinstitutionen und den finanziellen Angaben kann beim SPP-Programmsekretariat (Dr. Urs Christ) oder bei der NFP-/SPP-Pressestelle des Nationalfonds angefordert werden. Beim Nationalfonds kann auch die im Sommer 1993 erstellte Vorstellungsbroschüre des SPP BioTech bezogen werden (deutsch, französisch oder englisch) [4].

Modul 1: Verfahren zur Produktion und Reinigung von Proteinen für medizinische Anwendungen

Die Projekte in diesem Modul sind thematisch auf die Herstellung und Anwendung von Antikörpern oder Antikörperfragmenten ausgerichtet. Antikörper lassen sich in der Praxis sowohl für diagnostische als auch für therapeutische oder präventive Zwecke anwenden. Antikörper sind sehr komplizierte Proteinmoleküle (Glycoproteine) mit mehreren Untereinheiten, die noch mit komplexen Polysacchariden modifiziert sind. Solche Moleküle lassen sich derzeit nur über animale Zellkulturen naturidentisch herstellen. Bis die Herstellung solcher Moleküle in industriellem Massstab problemlos möglich ist, muss noch viel Entwicklungsarbeit geleistet werden.

Das grosszügig dotierte Kernprojekt von Modul 1 ist in Lausanne angesiedelt und findet in einem Verbund aus Forschern der EPFL, der Uni Lausanne und des ISREC statt. Ausserdem ist bereits ein industrieller Partner assoziiert, die Firma

OraVax Inc. Das Kernprojekt konzentriert sich auf Antikörper des Typs IgA und umfasst Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von der 'large-scale'-Produktion mit Zellkulturen, über die Reinigung, bis hin zur präklinischen Prüfung. Die vorgesehene medizinische Anwendung dieser Antikörper ist der passive Schutz gegen mikrobielle Infektionen (Pathogene), vor allem bei kleinen Kindern.

Fünf assoziierte komplementäre Projekte befassen sich mit den folgenden Fragestellungen: Entwicklung rascher und brauchbarer Techniken für die Isolierung, für die Charakterisierung und für die Qualitätskontrolle von rekombinanten Glycoproteinen, am Beispiel von IgA (2 Projekte: Uni Lausanne und *Ciba-Geigy AG/Uni Lausanne*); Strukturbestimmung an sekretorischen IgAs (*Uni Genf/Uni Lausanne/ISREC*); Entwicklung eines besseren (d.h. billigeren und biologisch sichereren) Produktionssystems für IgA mit einer serumunabhängigen Zelllinie (1 Projekt: *Ciba-Geigy AG/ETHZ/EPFL*), Anwendung von Antikörpern und synthetischen Antikörperfragmenten in der Wirkstoff-Forschung (1 Projekt: *Uni Zürich/F. Hoffmann-La Roche AG*). Dem Modul 1 zugeordnet wurde auch ein vom SPP BioTech mitgetragenes Proteindatenbankprojekt: PROSITE und SWISS-PROT (CMU Genf).

Modul 2: Biotechnologie: Bioengineering und Stoffumwandlung

In diesem Modul werden Aspekte der klassischen Biotechnologie, der biotechnischen Verfahrensforschung und der Molekularbiologie integral bearbeitet und für die moderne Biotechnologie nutzbar gemacht. Aus der Konzeption des SPP BioTech geht hervor, dass Modul 2 vor allem die weitere Entwicklung der traditionell hochstehenden Biotechnologie an der ETHZ, nach der nun erfolgten Neubesetzung der beiden Lehrstühle, fördern soll.

Die beiden grosszügig dotierten Kernprojekte decken zwei grosse und wichtige Gebiete der Biotechnologie ab: 'Modernes Bioengineering' und 'Biologische Stoffumwandlung'. Das 'Bioengineering-Projekt' befasst sich mit dem Stoffwechsel-Engineering von industriell relevanten Mikroorganismen (*E. coli*, etc.), bzw. mit dem Engineering von Biokatalysatoren. Durch gentechnische Optimierung der Stoffwechselwege und der Rohstoffverwertung sollen z.B. bessere Produktionsstämme mit höheren Produktionsleistungen in industriellen Prozessen erzielt werden. Durch entsprechendes Engineering der Biokatalysatoren (Enzyme oder ganze Zellen) können die katalytischen Fähig-

keiten erweitert oder verändert und die Lebensdauer der Systeme erhöht werden. Im 'Projekt Stoffumwandlung' steht die Entwicklung praktisch anwendbarer biologischer Reaktionen in Zweiphasensystemen im Vordergrund. Geplant sind hier vor allem die mikrobielle oder enzymatische Oxidation von Kohlenwasserstoffen. Weiter ist die Optimierung der Biosynthese einer ganzen Palette von bioabbaubaren Polymeren ein Thema. Für beide Projekte sind auch die Aspekte der Reaktionstechnik (evtl. spezielle Bioreaktoren) und der rationellen Produktaufarbeitung wichtig. Das Endziel beider Kernprojekte ist die bessere Nutzbarmachung biotechnischer Prozesse für die chemische Industrie, d.h. der Aufbau von effizienten und umweltverträglichen biologischen Syntheseprozessen für Spezialchemikalien, Nahrungsmittelzusatzstoffe, Pharmazeutika, etc. Eine enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern ist für die praktische Umsetzung der Resultate in industrielle Prozesse absolut essentiell.

Acht assoziierte Projekte wurden im Rahmen von Modul 2 bewilligt. Die Forschungsgebiete dieser neuen Projekte sind: Kinetik und Dynamik von Biotransformationen/Systeme für Bioprozess-Monitoring (2 Projekte: ETHZ und Ciba-Geigy AG/ETHZ); metabolisches Engineering von Zellkulturen (1 Projekt: ETHZ); metabolisches Engineering für die Produktion von Sekundärmetaboliten und für Biokonversionen mit *Streptomyces* (1 Projekt: Uni Basel); Stoffwechselphysiologie beim mehrfach-Nährstoff-limitierten Wachstum von Mikroorganismen (1 Projekt: EAWAG/ETHZ); bessere Expressionssysteme für Membranproteine (1 Projekt: ETHZ); Optimierung und Design besserer Bioreaktoren und Aufarbeitungssysteme für tierische Zellkulturen und für Biokonversionen in Zweiphasensystemen (2 Projekte: ETHZ/Sandoz AG und Biogenineering AG/ETHZ). Einige für Modul 2 mittelfristig relevante Grundlagenprojekte werden über die 10% Grundlagenmittel des SPP BioTech finanziert (s. weiter unten).

Modul 3: Neuro-Informatik

In verschiedenen Technologieprognosen werden für die nähere Zukunft grosse Durchbrüche in den Neurowissenschaften, speziell in der Neurobiologie und in der Neuro-Informatik vorausgesagt. In Ländern wie Japan oder Deutschland werden die Neurowissenschaften prioritär gefördert. Nach langjähriger Vorbereitungsphase haben sich nun auch Uni Zürich und ETHZ darauf geeinigt, unter der Federführung der Uni Zürich, ein gemein-

sames Institut für Neuro-Informatik mit drei Professuren aufzubauen. Modul 3 des SPP BioTech ist darauf ausgelegt, dieses neue Institut grosszügig zu fördern und so die Erfolgchancen der neuen Forschungsrichtung massiv zu verbessern und ihre Entwicklung in der Schweiz zu beschleunigen. 1994 sollen die beiden Professoren für System-Neurophysiologie (Gehirnfunktion und Verhalten, Mechanismen der Wahrnehmung und Koordination, etc.) und für Theoretische Neuro-Informatik (Informationsverarbeitung, neuronale Netzwerke, etc.) berufen werden. Mit dem effektiven Beginn der Forschungsarbeiten im neuen Institut kann realistischere erste ab Sommer/Herbst 1994 gerechnet werden. Eine dritte Professur für Technische Neuro-Informatik (Biosensoren mit neuronalen Bauteilen, neuronale Prothesen, etc.) wird erst später besetzt werden. Damit aber im Rahmen von Modul 3 bereits seit Dezember 1993 erste Forschungsarbeiten stattfinden können, wurden zwei Projekte bewilligt, die später noch, so gut wie möglich, mit den nachfolgenden Kernaktivitäten in Zürich koordiniert werden sollen. Die beiden Projekte befassen sich mit der physiologischen Erforschung und mit der computerunterstützten Modellierung von biologischen neuronalen Netzwerken und sind an den Universitäten Bern und Fribourg lokalisiert.

Modul 4: Bioelektronik

In diesem Modul werden innovative Projekte an der Schnittstelle zwischen Biotechnologie und Elektronik bearbeitet. Angestrebt wird die Entwicklung neuartiger Biosensoren, die sich entweder in der Analytik, in der medizinischen Diagnostik oder aber in der Wirkstoff-Forschung routinemässig einsetzen lassen. Diese Biosensoren sind Hybridsysteme die sowohl eine biologische als auch eine elektronische Komponente enthalten. In der Literatur sind Hunderte, wenn nicht Tausende von solchen Kombinationen beschrieben, die sich prinzipiell zum Einsatz als Biosensoren eignen würden. Leider gibt es bisher nur ganz wenige kommerzielle Biosensoren, die bereits praktisch einsetzbar sind. Ein Beispiel sind die Glucosesensoren in der klinischen Diagnostik (Diabetes). Der limitierende Faktor ist bei den meisten beschriebenen Systemen die ungenügende Stabilität der biologischen Komponente. Nur wenn es gelingt, die biologische Komponente zu stabilisieren, lassen sich echte kommerzialisierbare Biosensorsysteme mit einer vernünftigen Lebensdauer konstruieren. In Marktstudien, z.B. von *Prognos*, wurden Milliardenmärkte für Biosensoren im Jahr

2000 prognostiziert. Diese potentiellen Märkte lassen sich jedoch nur dann erschliessen, wenn in den nächsten Jahren entscheidende Durchbrüche erfolgen. In Japan wird deshalb die Biosensorforschung und -entwicklung massiv gefördert!

Das grosszügig dotierte Kernprojekt von Modul 4 beschreitet einen innovativen neuen Weg, der mit guter Wahrscheinlichkeit zu praktisch einsetzbaren Biosensorsystemen führen wird. Das Konzept beruht darauf, dass biologische Rezeptoren in einer natürlichen oder künstlichen Membran eingebettet und chemisch an die elektronische Komponente gebunden werden. Solcherart präparierte Rezeptoren sind funktionsfähig und relativ stabil. Sie sollten sich mit einigem Aufwand für die Anwendung in integrierten Biosensorsystemen nutzbar machen lassen. Das Kernprojekt ist schwerpunktmässig in Lausanne lokalisiert, umfasst aber neben Forschern aus mehreren Instituten der EPFL und der Uni Lausanne auch Partner aus der Uni Genf und aus der Uni Neuenburg. Als Industriepartner sind Ciba-Geigy AG und ASI AG im Projekt vertreten. Weitere Firmen haben ihr Interesse an einer späteren Teilnahme signalisiert.

Drei assoziierte komplementäre Projekte befassen sich mit den folgenden Fragestellungen: Untersuchung der Grenzflächenphänomene zwischen Biomolekülen und zwei flüssigen Phasen (1 Projekt: EPFL); Stabilisierung von Biosensorsystemen mit Membranen (1 Projekt: Uni Bern/EPFL); Einsatz von nanolithographischen Strukturen in der Biosensorik (1 Projekt: Paul Scherrer Institut/Uni Neuenburg).

Modul 5B: Biosicherheitsforschung und biotechnologische Entwicklung

Die biologische Sicherheitsforschung nimmt in der Anlage des SPP BioTech eine zentral wichtige Stellung ein, nicht zuletzt deshalb, weil die Schweiz hier im internationalen Vergleich klar noch einen grossen Nachholbedarf hat. Obwohl die Realisierung des Moduls 5 in seiner ursprünglich geplanten Form als Biotechnologiezentrum zurückgestellt werden musste, wurde deshalb das Submodul 5B beibehalten. Allerdings wird es in dezentralisierter Form realisiert. Die biologische Sicherheitsforschung ist auch deshalb für die Schweiz ganz besonders wichtig, weil die öffentliche Akzeptanz für die Anwendungen der modernen Biotechnologie bei uns sehr stark davon abhängt, ob allgemein glaubwürdige und experimentell abgesicherte Antworten auf kritische Fragen zur Biosicherheit und zu den langfristigen Auswirkungen gegeben werden

können. Total wird das SPP BioTech mehr als 10% seiner reinen Forschungsmittel in die Biosicherheitsforschung investieren. Diese Sicherheitsforschung umfasst sowohl Aspekte der Sicherheit biotechnischer Verfahren in geschlossenen und in offenen Systemen als auch Aspekte der Produktesicherheit. Sie wird sich nicht auf genetisch veränderte Organismen beschränken, sondern auch die Anwendung natürlicher (Mikro-)organismen, etwa im Umweltsektor, mit einschliessen.

Das Kernprojekt von Modul 5B ist die seit Januar 1993 in Basel angesiedelte neue Fachstelle für 'Biosicherheitsforschung und Abschätzung von Technikfolgen' des SPP BioTech (BATS) unter der Leitung des Biosicherheitsexperten PD Dr. *Othmar Käppeli*. Die Räumlichkeiten für diese Fachstelle mit 3 festen Mitarbeitern hat der Kanton Basel-Stadt dem SPP BioTech gratis zur Verfügung gestellt. BATS ist als Koordinationsstelle für die im Rahmen von Modul 5B dezentralisierte durchgeführte Biosicherheitsforschung konzipiert, nimmt aber auch wichtige Aufgaben im öffentlichen Interesse wahr, die weit über das SPP BioTech hinausreichen, z.B. die Beratung und Unterstützung von Bundesämtern und kantonalen Stellen. BATS hat für SPP BioTech die folgenden Hauptaufgaben: Sammlung und kritische Bewertung von weltweit erhältlichen Biosicherheitsdaten; Anlegen einer Datenbank zum Stand der Biosicherheitsforschung; Ermitteln von Forschungsbedarf in Biosicherheit und Initiierung neuer entsprechender Forschungsprojekte (gemeinsam mit Modul- und Programmleitung); fachtechnische Koordination und Unterstützung der Biosicherheitsforschung in Modul 5B; Verbesserung der Methodik und der Biosicherheitsforschungskonzepte; Förderung des wissenschaftlichen Austausches und der Ausbildung in Biosicherheit; Aufbereitung der Forschungsergebnisse für Wissenschaft, Industrie, Behörden und Öffentlichkeit (regelmässige Statusseminare und -berichte zu wichtigen Problemkreisen); Unterstützung der Anstrengungen zur Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung (s. weiter unten). Im Herbst 1993 wurde von BATS das erste internationale 'Basel Forum on Biosafety' zum Thema 'Biosafety of Mammalian Cell Cultures' veranstaltet.

Bisher wurden im Rahmen von Modul 5B insgesamt zehn Biosicherheitsforschungsprojekte gestartet. Die bearbeiteten Problemkreise sind: sichere Handhabung transgener Pflanzen bzw. biologische 'Containments' (2 Projekte: RAC Changins bzw. ETHZ); Genfluss in aus-

gewählten schweizerischen Kulturpflanzen und verwandten Unkräutern als Grundlage für die Risikobeurteilung bei Freisetzen transgener Pflanzen (1 Projekt: Uni Bern/Uni Neuenburg); Anwendung von (rekombinanten) Mikroorganismen im biologischen Pflanzenschutz (1 Projekt: ETHZ); Nachweis und Verhalten von rekombinanten Mikroorganismen im Boden, in der Umwelt und in der aquatischen Nahrungskette (3 Projekte: ETHZ, EAWAG und Uni Zürich/*Ciba-Geigy AG*); Monitoring animalischer Viren in Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser (1 Projekt: Uni Zürich); Biosicherheitsmonitoring von rekombinanten *E. coli*-Stämmen (1 Projekt: Uni Bern/BATS); Biosicherheitsprobleme bei Kompostierungssystemen (1 Projekt: Uni Neuenburg/*ECONSA*). Diese zehn Projekte decken die wichtigsten Bereiche der Biosicherheitsforschung ab. Es ist sehr erfreulich, dass so viele gute Projekte mobilisiert werden konnten. Die Schweiz dürfte damit den Anschluss an die europäische bzw. internationale Biosicherheitsforschung geschafft haben.

Modul 6: Biotechnologie der höheren Pflanzen

Dieses Modul wurde auf dringenden Wunsch der Pflanzenwissenschaftler und des Bundesamtes für Landwirtschaft in das SPP BioTech mit aufgenommen. Das Modul ist nach europäischem Vorbild als 'Center without Walls' geplant und umfasst Forschungsgruppen aus der ganzen Schweiz. Nach intensiven Beratungen mit internationalen Fachexperten einigte man sich mit den potentiellen Projektleitern, dem Bundesamt für Landwirtschaft und den Direktoren der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten auf die folgende allgemein als relevant anerkannte Modulzielsetzung: Mit Hilfe biochemischer, physiologischer und molekularbiologischer Methoden sollen die Mechanismen der pflanzlichen Krankheitsresistenz erforscht und krankheitsresistente, für die Schweiz wichtige Nutzpflanzensorten entwickelt werden. Im Vordergrund steht dabei der Wunsch nach pilzresistenten Pflanzen. Der Einsatz solcher Pflanzen in der Landwirtschaft würde eine signifikante Reduktion der Aufwandsmengen an Agrochemikalien ermöglichen und damit einen Beitrag zur ökologischen Sanierung unserer Böden leisten.

Die Expertengruppe hat beschlossen, dieses Modul in zwei Phasen zu realisieren. In einer ersten Phase wurden im Januar 1993 die Forschungsarbeiten in sechs als besonders vielversprechend eingestuft 'Pilot'-Projekten aufgenommen. Be-

arbeitet werden die Pilz- bzw. die Virenresistenz bei Kartoffeln (bzw. *Arabidopsis*), Weizen, Äpfeln und Reben. Beteiligt sind die Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten Changins, Reckenholz und Wädenswil, sowie Pflanzeninstitute der Uni Zürich und der ETHZ.

Parallel dazu wurde unter der Federführung der Forschungsanstalt Reckenholz eine Technologiefolgenabschätzungsvorstudie 'Biotechnologie und Resistenzzüchtung' durchgeführt, die abklären sollte, bei welchen Pflanzen bzw. Böden der grösste ökologische Nutzen vom Einsatz krankheitsresistenter Sorten zu erwarten ist. Auf der Grundlage der Resultate dieser Vorstudie wurde beschlossen, unter Beizug internationaler Fachexperten, dass die Projekte der zweiten Phase sich mit erster Priorität auf Pilzresistenz bei Weizen (gegen *Septoria nodorum*) und Kartoffeln (gegen *Phytophthora infestans*) und mit geringerer Priorität auf Viren- und Pilzresistenz bei Reben konzentrieren sollen. Für jede der drei Pflanzen wurde ein sog. 'Leading House' etabliert, welches die Projektkoordination übernimmt. Die Arbeiten an Kartoffeln und Reben finden in Zusammenarbeit mit ausländischen Partnern statt. Bei allen drei Zielpflanzen geht es zuerst darum, geeignete Resistenzgene und Promotoren zu identifizieren und die Methoden zur Transformation und zur Herstellung stabiler transgener Pflanzen zu optimieren. An den 16 zusätzlichen koordinierten Forschungsprojekten der zweiten Phase (Start im Januar 1994) sind die folgenden Institutionen beteiligt: FAP Reckenholz, RAC Changins, ETHZ, *Friedrich Miescher* Institut, Uni Basel, Uni Bern, Uni Fribourg, Uni Lausanne, Uni Neuenburg, Uni Genf, Uni Zürich.

Reine Grundlagenforschung im SPP BioTech

10% der finanziellen Mittel des SPP BioTech sind für reine biotechnologische Grundlagenforschung reserviert. Geeignete Forschungsgesuche werden dem SPP BioTech von den Abteilungen II und III des Nationalfonds zur Finanzierung vorgeschlagen. Bei solchen Projekten wird vor allem auf hohe wissenschaftliche Qualität und gutes Innovationspotential geachtet. Die ausgewählten Projekte sollen ausserdem einigermassen in die langfristigen Zielsetzungen des SPP BioTech hineinpassen. Bisher wurden über diese 10%-Regelung im SPP BioTech elf Grundlagenforschungsprojekte bewilligt. Diese Projekte wurden fachtechnisch einzelnen Modulen des SPP BioTech zugeordnet. Sie verteilen sich wie folgt auf einzelne Forschungsgebiete: Bioreaktoren für die

Züchtung menschlicher Hautzellen (1 Projekt: ETHZ/Uni Zürich); orientierte Immobilisierung von Biomolekülen (1 Projekt: Uni Bern); mechanistische Studien an methanogenen Enzymen (1 Projekt: ETHZ); bioaktive Naturstoffe aus Pflanzen (1 Projekt: ETHZ); gentechnologische Methoden für höhere Pflanzen (3 Projekte: ETHZ). Kristallisierung und Strukturaufklärung (X-ray) von Glycosyltransferasen und von membrangebundenen Proteinen (2 Projekte: Uni Zürich/Ciba-Geigy AG bzw. Uni Basel/ETHZ); Erforschung neuer mikrobieller Dehalogenasen bzw. Monooxygenasen mit Umweltrelevanz (2 Projekte: ETHZ bzw. EAWAG/ETHZ). Einige weitere Projekte können später noch akzeptiert werden.

Aus- und Weiterbildungsprogramm in Biotechnologie

Durch das Aus- und Weiterbildungsprogramm des SPP BioTech soll das Forschungspotential der Schweiz im Bereich Biotechnologie gezielt verbessert werden. Das Programm ist im wesentlichen auf die Forschungsthemen und die Bedürfnisse des SPP BioTech ausgerichtet, d.h. es werden vorwiegend Forscherinnen und Forscher unterstützt, die dem SPP in einer späteren Phase neue Impulse geben und ihr in der Aus- oder Weiterbildungszeit (bevorzugt im Ausland) erworbenes Know-How in eines der Module einbringen könnten.

Das Aus- und Weiterbildungsprogramm sieht die folgenden Möglichkeiten vor: Doktorandenprogramm, Postdoc-Programm, Juniorgruppenleiterprogramm und Freisemester-Programm. Bewilligt werden konnten bisher: sechs Doktorandengesuche, zehn Postdocgesuche, fünf Juni-

orgruppenleiterpositionen und drei Freisemestergesuche.

Technologiefolgenabschätzung für das SPP BioTech

1,5% der Mittel des SPP BioTech (und auch der anderen SPPs) sind für interdisziplinäre Studien im Bereich der Technologiefolgenabschätzung (TA) unter der Aufsicht des Schweizerischen Wissenschaftsrates reserviert. Solche TA-Studien, die sowohl die zu erwartenden positiven, d.h. gesellschaftlich erwünschten Auswirkungen der Biotechnologie, als auch die potentiellen Risiken für Gesellschaft, Mensch und Umwelt studieren und beurteilen sollen, sind nicht nur für das SPP BioTech als Ganzes, sondern auch für einzelne Modulthemen vorgesehen. Das SPP BioTech wird (wie im Ausführungsplan vorgesehen), unabhängig und komplementär zu den TA-Projekten des Wissenschaftsrates, in eigener Regie weitere TA-Anstrengungen unternehmen oder unterstützen. Wichtige Aktivitäten in dieser Richtung sind die Errichtung der bereits weiter oben erwähnten Fachstelle BATS und die Projekte zur biologischen Sicherheitsforschung im Rahmen von Modul 5B. Die Resultate der TA-Anstrengungen könnten in Zukunft als Grundlage für eine aktive Technologiegestaltung dienen.

Ausblick auf die weitere Entwicklung des SPP BioTech

Im Frühjahr 1994 werden Programmleitung und Expertengruppe ein erstes Konzept für die vorgesehene Weiterführung des Programms in der Periode 1996–1999 vorlegen, welches eine Grundlage für die nächste Forschungsbotschaft des

Bundesrates bilden soll. Dabei steht in erster Linie die Gewährleistung einer nahtlosen Weiterführung des Programms und vor allem der Forschung (eventuell mit modifizierten Zielsetzungen) in den erfolgreichen Schwerpunkten (Modulen) im Vordergrund. In die Planung einfließen werden auch die ersten Ergebnisse der bereits erwähnten Technologiefolgenabschätzung. In Ergänzung zu, oder eventuell teilweise als Ersatz für jetzt bestehende Module, sollen auch mögliche neue schweizerisch relevante Themen für die biotechnologische Forschung identifiziert, evaluiert und vorgeschlagen werden. Mögliche neue Themen sind: Lebensmittelbiotechnologie, nachwachsende Rohstoffe (Biokonversion)/Naturstoffe.

Eingegangen am 15. Dezember 1993

- [1] O. Ghisalba, H. Vogel, Früherkennungsstudie zur Biotechnologie (1990): Teil 1: 'Staatliche Förderung der Biotechnologie – Eine Analyse öffentlicher Forschungs- und Entwicklungsprogramme der wichtigsten Industrieländer'; Teil 2: 'Die Biotechnologie als Schlüsseltechnologie (Perspektiven und Prognosen) – Die Rolle der Biomoleküle als Informationsträger', Schweizerischer Wissenschaftsrat (Hrsg.), Bern, 1990, A/62 und A/63.
- [2] Ausführungsplan zum Schwerpunktprogramm Biotechnologie – März 1992 (Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung).
- [3] Ausführungsplan zu den Modulen 2 und 3 des Schwerpunktprogramms Biotechnologie – Januar 1993 (Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung).
- [4] Schwerpunktprogramm Biotechnologie – Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Broschüre des Nationalfonds, Mai 1993, erhältlich auf deutsch, französisch und englisch.

Chimia 48 (1994) 98–101
© Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft
ISSN 0009–4293

Japans Biotechnologie – ein Vorbild für Europa?

Oreste Ghisalba*

In Japan fehlt weitgehend die im Europa des 18. Jahrhunderts entwickelte Idee des 'Fortschritts', die für das Leben der westlichen Welt von so zentraler Bedeutung ist. Die japanische Gesellschaft ist nicht (oder doch nicht mit der gleichen Unverträglichkeit) wie die unsere in zwei

streitende Lager von 'Konservativen' und 'Progressiven' gespalten. Polare Denksätze sind in Japan immer noch beliebter als dualistische.

Historisch gesehen sind die wichtigsten Hauptkennzeichen der gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen

in Japan und damit auch die Grundlagen der wirtschaftlichen Erfolge der Japaner:

- die genaue und relativ undogmatische Beobachtung der 'Vorbilder', verbunden mit grosser Bereitschaft zur Erprobung und 'Assimilation' neuer und auch fremder Konzepte, Ideen, Methoden und Produkte;
- die stetige, d.h. nicht sprunghafte Weiterentwicklung, Integration und Optimierung der Systeme;

*Korrespondenz: PD Dr. O. Ghisalba
Programmleiter SPP BioTech
Ciba-Geigy AG
R-1060.1.02
CH-4002 Basel

Züchtung menschlicher Hautzellen (1 Projekt: ETHZ/Uni Zürich); orientierte Immobilisierung von Biomolekülen (1 Projekt: Uni Bern); mechanistische Studien an methanogenen Enzymen (1 Projekt: ETHZ); bioaktive Naturstoffe aus Pflanzen (1 Projekt: ETHZ); gentechnologische Methoden für höhere Pflanzen (3 Projekte: ETHZ). Kristallisierung und Strukturaufklärung (X-ray) von Glycosyltransferasen und von membrangebundenen Proteinen (2 Projekte: Uni Zürich/Ciba-Geigy AG bzw. Uni Basel/ETHZ); Erforschung neuer mikrobieller Dehalogenasen bzw. Monooxygenasen mit Umweltrelevanz (2 Projekte: ETHZ bzw. EAWAG/ETHZ). Einige weitere Projekte können später noch akzeptiert werden.

Aus- und Weiterbildungsprogramm in Biotechnologie

Durch das Aus- und Weiterbildungsprogramm des SPP BioTech soll das Forschungspotential der Schweiz im Bereich Biotechnologie gezielt verbessert werden. Das Programm ist im wesentlichen auf die Forschungsthemen und die Bedürfnisse des SPP BioTech ausgerichtet, d.h. es werden vorwiegend Forscherinnen und Forscher unterstützt, die dem SPP in einer späteren Phase neue Impulse geben und ihr in der Aus- oder Weiterbildungszeit (bevorzugt im Ausland) erworbenes Know-How in eines der Module einbringen könnten.

Das Aus- und Weiterbildungsprogramm sieht die folgenden Möglichkeiten vor: Doktorandenprogramm, Postdoc-Programm, Juniorgruppenleiterprogramm und Freisemester-Programm. Bewilligt werden konnten bisher: sechs Doktorandengesuche, zehn Postdocgesuche, fünf Juni-

orgruppenleiterpositionen und drei Freisemestergesuche.

Technologiefolgenabschätzung für das SPP BioTech

1,5% der Mittel des SPP BioTech (und auch der anderen SPPs) sind für interdisziplinäre Studien im Bereich der Technologiefolgenabschätzung (TA) unter der Aufsicht des Schweizerischen Wissenschaftsrates reserviert. Solche TA-Studien, die sowohl die zu erwartenden positiven, d.h. gesellschaftlich erwünschten Auswirkungen der Biotechnologie, als auch die potentiellen Risiken für Gesellschaft, Mensch und Umwelt studieren und beurteilen sollen, sind nicht nur für das SPP BioTech als Ganzes, sondern auch für einzelne Modulthemen vorgesehen. Das SPP BioTech wird (wie im Ausführungsplan vorgesehen), unabhängig und komplementär zu den TA-Projekten des Wissenschaftsrates, in eigener Regie weitere TA-Anstrengungen unternehmen oder unterstützen. Wichtige Aktivitäten in dieser Richtung sind die Errichtung der bereits weiter oben erwähnten Fachstelle BATS und die Projekte zur biologischen Sicherheitsforschung im Rahmen von Modul 5B. Die Resultate der TA-Anstrengungen könnten in Zukunft als Grundlage für eine aktive Technologiegestaltung dienen.

Ausblick auf die weitere Entwicklung des SPP BioTech

Im Frühjahr 1994 werden Programmleitung und Expertengruppe ein erstes Konzept für die vorgesehene Weiterführung des Programms in der Periode 1996–1999 vorlegen, welches eine Grundlage für die nächste Forschungsbotschaft des

Bundesrates bilden soll. Dabei steht in erster Linie die Gewährleistung einer nahtlosen Weiterführung des Programms und vor allem der Forschung (eventuell mit modifizierten Zielsetzungen) in den erfolgreichen Schwerpunkten (Modulen) im Vordergrund. In die Planung einfließen werden auch die ersten Ergebnisse der bereits erwähnten Technologiefolgenabschätzung. In Ergänzung zu, oder eventuell teilweise als Ersatz für jetzt bestehende Module, sollen auch mögliche neue schweizerisch relevante Themen für die biotechnologische Forschung identifiziert, evaluiert und vorgeschlagen werden. Mögliche neue Themen sind: Lebensmittelbiotechnologie, nachwachsende Rohstoffe (Biokonversion)/Naturstoffe.

Eingegangen am 15. Dezember 1993

- [1] O. Ghisalba, H. Vogel, Früherkennungsstudie zur Biotechnologie (1990): Teil 1: 'Staatliche Förderung der Biotechnologie – Eine Analyse öffentlicher Forschungs- und Entwicklungsprogramme der wichtigsten Industrieländer'; Teil 2: 'Die Biotechnologie als Schlüsseltechnologie (Perspektiven und Prognosen) – Die Rolle der Biomoleküle als Informationsträger', Schweizerischer Wissenschaftsrat (Hrsg.), Bern, 1990, A/62 und A/63.
- [2] Ausführungsplan zum Schwerpunktprogramm Biotechnologie – März 1992 (Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung).
- [3] Ausführungsplan zu den Modulen 2 und 3 des Schwerpunktprogramms Biotechnologie – Januar 1993 (Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung).
- [4] Schwerpunktprogramm Biotechnologie – Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Broschüre des Nationalfonds, Mai 1993, erhältlich auf deutsch, französisch und englisch.

Chimia 48 (1994) 98–101
© Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft
ISSN 0009–4293

Japans Biotechnologie – ein Vorbild für Europa?

Oreste Ghisalba*

In Japan fehlt weitgehend die im Europa des 18. Jahrhunderts entwickelte Idee des 'Fortschritts', die für das Leben der westlichen Welt von so zentraler Bedeutung ist. Die japanische Gesellschaft ist nicht (oder doch nicht mit der gleichen Unverträglichkeit) wie die unsere in zwei

streitende Lager von 'Konservativen' und 'Progressiven' gespalten. Polare Denksätze sind in Japan immer noch beliebter als dualistische.

Historisch gesehen sind die wichtigsten Hauptkennzeichen der gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen

in Japan und damit auch die Grundlagen der wirtschaftlichen Erfolge der Japaner:

- die genaue und relativ undogmatische Beobachtung der 'Vorbilder', verbunden mit grosser Bereitschaft zur Erprobung und 'Assimilation' neuer und auch fremder Konzepte, Ideen, Methoden und Produkte;
- die stetige, d.h. nicht sprunghafte Weiterentwicklung, Integration und Optimierung der Systeme;

*Korrespondenz: PD Dr. O. Ghisalba
Programmleiter SPP BioTech
Ciba-Geigy AG
R-1060.1.02
CH-4002 Basel