

Ferdinand Hucho

Ist Deutschland ein gentechnologisches Entwicklungsland?

(Akademievorlesung am 19. Januar 2006)

Die Antwort lautet: Nein – Ende der Analyse ...

Die Frage ist nicht sehr intelligent, ein wenig reißerisch. Sie soll auch nur eine Hinführung auf das eigentliche Thema dieser Serie von Akademievorlesungen sein, auf die Frage: Wo steht die Gentechnologie in unserem Land, wo führt sie uns hin? Wo hat sie uns heute schon hingeführt, – in ein Mienenfeld von Gefahren und Problemen, oder auf den Königsweg zu einer paradiesischen Zukunft?

Ich möchte heute zur Klärung dieser Fragen drei Thesen diskutieren:

Erste These: Die Gentechnologie ist unter uns. Sie ist da, geht nicht mehr weg, und muß in unser Leben integriert werden.

Zweite These: Die Gentechnologie ist eine besondere Technologie, nicht zu vergleichen mit anderen Hochtechnologien wie Nanotechnologie oder Kommunikationstechnologie. Denn sie greift nach den Genen, nach dem, was Lebewesen vererben, was also nicht nur uns betrifft sondern auch die Generationen nach uns.

Dritte These: Es ist noch nichts entschieden. Außer daß wir die Gentechnologie nicht wieder 'abschaffen' können, ist alles offen: vor allem ist in weiten Bereichen unklar, ob sie uns nützen oder belasten wird. Das heißt wir diskutieren nicht mehr darüber, ob wir die Gentechnologie wollen, sondern wir müssen Potential und Umgang mit dieser Technologie abschätzen und in den Griff bekommen.

Damit wir wissen, worüber wir reden, vorab eine Definition: Gentechnologie ist alles, was prinzipiell neue, sogenannte „rekombinante“ Erbmoleküle, vor allem DNA, verwendet. Rekombinante DNA kann man seit 1972 mit Hilfe von Restriktionsenzymen und Ligasen, also mit Katalysatoren der Natur, im Reagenzglas herstellen, in lebende Organismen einbringen und in Produkte umsetzen. (DNA ist ein langer Faden, auf dem der Bauplan eines Lebewesens niedergelegt ist. Mit Hilfe der Restriktionsenzyme kann man den Faden in Stücke schneiden; mit Hilfe der Ligasen kann man die Stücke, auch neue Stücke, die man anderswoher hat, in beliebiger Reihenfolge zusammensetzen – so daß man einen neuen Bauplan erhält).

1972! Sie ist also schon mehr als dreißig Jahre unter uns, wahrhaftig keine unbekannte revolutionäre Neuheit mehr. Wahrhaftig keine vorübergehende Erscheinung. – Soviel zu meiner ersten These.

Ich möchte hier nun den Stand der Gentechnologie in unserem Land beschreiben. Ich folge dabei dem im Herbst 2005 publizierten Gentechnologiebericht der BBAW, in dem wir vor allem eins versucht haben: die *Bedeutung* der Gentechnologie zu objektivieren, sie aus den „Magengruben–Meinungen“ der euphorischen Befürworter und den ebenso gefühlsbetonten Urteilen der Gentechnologie-Gegner herauszuholen. Wir müssen die Diskussion den Hysterikern beider Seiten entreißen, das heißt sie versachlichen; wir können von der Gesellschaft nicht fordern, eine Technologie ohne Sachargumente, ohne valide Daten, mit Milliardensummen zu fördern. Ebenso können wir uns nicht verängstigen lassen durch etwas, was unser Alltagsleben bereits heute auf vielen Ebenen unumkehrbar durchdrungen hat.

Eine herrliche Aufgabe für eine Akademie! Wo sonst könnte man ein so komplexes, ein so interdisziplinäres Thema, so sachkundig, das heißt mit Wissenschaftlern verschiedener Fachdisziplinen, untersuchen! Wo sonst ist man so unabhängig, wie in einer Akademie!

Die interdisziplinäre Arbeitsgruppe *Gentechnologiebericht* der BBAW hat sich selbst konstituiert; sie steht bezüglich der wissenschaftlichen Qualität ihrer Arbeit, nicht aber mit ihren Aussagen und Inhalten unter der Kontrolle der Akademie. Ihre Mitglieder sind interessengebunden als Wissenschaftler, nicht aber ideologisch, ökonomisch oder in sonst irgendeiner Weise.

Dies zu den Voraussetzungen; nun zu dem Instrumentarium. Wie beurteilt man die *Bedeutung* eines Sachverhaltes, zum Beispiel die *Bedeutung* der Gentechnologie für die deutsche Wirtschaft? Die Sozialwissenschaften haben hierfür den Begriff der *Indikatoren* eingeführt. Indikatoren sind Kenngrößen, die nicht unmittelbar quantifizierbare Sachverhalte abbilden. Das klingt sehr einfach, ist es aber nicht. Wir Naturwissenschaftler kennen Indikatoren wie zum Beispiel das Lackmuspapier. Es zeigt an, ob eine Lösung sauer oder nicht sauer ist. Eine digitale, alles-oder-nichts Anzeige nützt bei der Bewertung komplexer Sachverhalte wie der Gentechnologie jedoch gar nichts. Denn die Gentechnologie wird nicht nur von ihrer Anwendung und somit Produktivität bestimmt, sondern durch eine Reihe von Querschnittsdimensionen, neben den ökonomischen von ökologischen, ethischen, juristischen, patentrechtlichen, gesellschaftlichen, philosophischen. Idealerweise sucht man also für jede dieser Querschnittsdimensionen einen Lackmustest, einen Indikator als quantifizierendes Meßsystem. Die Summe der erhaltenen Meßwerte, die Aggregation der gewonnenen Daten würde uns dann eine Antwort auf unsere Frage nach Stand und Bedeutung der Gentechnologie in Deutschland geben? Doch wohl nicht; selbst dies würde für eine zuverlässige Bewertung einer komplexen Hochtechnologie nicht genügen. Die einzelnen Indikatoren müssen kontextualisiert werden, mit einander, vor allem aber mit gewählten Leitbildern in Beziehung gesetzt werden. Das Leitbild „Standort Deutschland“ würde Indikatoren zweifellos anders auswählen und bewerten als

zum Beispiel ein Leitbild „Gesundheit und Glück der Menschen unserer Gesellschaft“.

Das Instrumentarium „Indikator“ ist also fürwahr kein einfaches. Ein gewisser Pragmatismus zur Reduktion der Komplexität der Aufgabe ist vonnöten, will man sich nicht im Elfenbeinturm reiner Wissenschaftlichkeit verlieren. Man kann zwar eine überzeugende umfangreiche Liste von Indikatoren aufstellen, muß jedoch aufgrund fachwissenschaftlicher Kriterien die wichtigeren Indikatoren herausuchen und schließlich ganz praktisch fragen: Gibt es zu diesem oder jenem Indikator überhaupt Informationen, valide Daten?

„Ist Deutschland ein gentechnologisches Entwicklungsland?“ Dieser Frage soll in dieser Akademievorlesung nun auf vier Anwendungsgebieten der Gentechnologie nachgegangen werden, wobei jedes nicht umfassend, sondern anhand eines prominenten Fallbeispiels dargestellt werden soll. Das zuvor über das Instrumentarium „Indikatoren“ gesagte ist besonders augenfällig bei der *wirtschaftlichen Bedeutung* der Gentechnologie, exemplifiziert am Fallbeispiel „Gentechnologische Startups“. Die Erfolgsgeschichte der Gentechnologie überhaupt stellt ihre Anwendung in der Grundlagenforschung dar, vertieft geschildert am Fallbeispiel der Genomforschung. Die nächsten beiden Akademievorlesungen haben die Bedeutung der Gentechnologie in der Medizin zum Thema, fokussiert auf die Gendiagnostik und die Stammzellforschung. Abschließend werde ich heute das Problemfeld der Anwendung in der Landwirtschaft streifen, exemplifiziert an der sogenannten *Grünen Gentechnologie*.

Selbstverständlich ist die Gentechnologie für den Wirtschaftsstandort Deutschland von allergrößter Bedeutung. Landauf, landab betonen dies Politiker und unterstreichen es mit Zahlen: mehr als dreihundertfünfzig Biotech-Startups melden sie, eindrucksvolle Zuwachsraten zeigen eine prächtige Dynamik. Selbst nach dem Platzen der nun schon sprichwörtlichen Blase des Neuen Marktes stellt man keinen Einbruch, schlimmstenfalls eine eher positiv zu bewertende Konsolidierung fest. Doch ohne Indikatoren führt alles dies in die Irre: Die Ökonomen unterscheiden Inputindikatoren, vor allem Beschäftigung, Investitionen, Ausgaben für Forschung und Entwicklung; und Outputindikatoren, wie zum Beispiel Umsatz, Patente, Produkte.

Zahlen zu diesen Indikatoren liegen allerdings nur für die Startups vor. Die Großen der Branche halten sich bedeckt, rechnen Aufwand und Wertschöpfung aus Gentechnologie nicht separat ab (zumindest nicht für die Öffentlichkeit sichtbar). Ein Grund dafür mag die Schwierigkeit der Trennung dieser Daten von der ‘klassischen’ Produktion oder auch nur von der Biotechnologie insgesamt sein. Rechnet man den Pförtner einer Firma nun zur klassischen oder zur gentechnologischen Pharmaproduktion? Hier kann man ein gravierendes Problem sehen: ‘Big Pharma’ die großen deutschen Pharmafirmen, sind nicht transparent. Die Startups andererseits sind noch immer marginal: Ihre 12.000 Beschäftigten sind bei fünf Millionen Arbeitslosen eine vernachlässigbare Größe, ihre insgesamt knapp eine Milliarde Jahresumsatz verschwindet neben der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung Deutschlands von derzeit einer halben Billion jährlich. Der Ökonom Dolata spricht denn auch von der

Gentechnologie als von einer Nischentechnologie, während andere in der Gentechnologie eine Querschnittstechnologie, vielleicht sogar eine Schlüsseltechnologie sehen. Forschung und Erhebung belastbarer Daten ist hier unbedingt erforderlich, will man nicht riesige Summen falsch investieren, will man nicht weiterhin der Entwicklung anderer Länder, vor allem der USA, hinterherlaufen. Unmittelbar befragt, bekommt man von Vertretern von Big Pharma die Zahl von 45 Milliarden Dollar Weltumsatz genannt, mit einem Potential von 400 Milliarden in zehn Jahren. Verifizieren konnten wir diese Zahlen nicht.

Eine ähnliche Situation, ein Mangel an kritischer Beobachtung und Transparenz, führte schon einmal zu einer Fehlentwicklung, zu dem katastrophalen Spätstart der modernen Biotechnologie in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Damals förderte der Staat bereits in beträchtlichem Umfang Molekularbiologie und Gentechnik in unseren Forschungsinstituten. Eine primär von Chemikern und klassischen Naturwissenschaften geprägte Industrie verpaßte jedoch die 'Neue Zeit' – ein Effekt, der verstärkt (aber sicher nicht verursacht) wurde durch „Grüne Bedenkträger“.

Ist nun auf ökonomischem Gebiet Deutschland ein gentechnologisches Entwicklungsland? Wir wissen es nicht, denn es fehlen verlässliche Daten, vor allem aus der Großindustrie. Hätten wir diese, könnte man gezielt private Investitionen und staatliche Förderung fordern. Man hätte Argumente für Forderungen an den Gesetzgeber, für die Öffentlichkeitsarbeit zur Steigerung der Akzeptanz. So aber müssen wir uns auf vage meist optimistische Verlautbarungen verlassen und bei den Startups auf Unternehmergeist und Eigendynamik der Branche hoffen. In Hinblick auf letztere fällt es derzeit schwer, zukünftige Großbetriebe mit signifikanten Zahlen bei Arbeitsplätzen, Gewinnen und Produkten zu sehen.

Einfacher, auch einfacher zu bewerten, ist die Situation in der Grundlagenforschung. Sie ist die Erfolgsstory der Gentechnologie *par excellence*. Gentechnologie ist in den Laboren der Lebenswissenschaften, im gesamten weiten Feld von der Biochemie bis zur molekularen Medizin und Anthropologie fest etabliert, einfach nicht mehr wegzudenken. Sämtliche erdenkbaren Indikatoren bestätigen dies: Die Bibliometrie, das heißt die Erfassung der Publikationsaktivität, die Projektanträge bei den Drittmittelgebern, die Gentechnik-typischen Investitionen in den Laboren, wie zum Beispiel die Anzahl der PCR-Geräte und die Nukleinsäuresequenzer, die Umsätze an Restriktionsenzymen usw., alles belegt die beherrschende Stellung der Gentechnologie selbst in Bereichen der Lebenswissenschaften, die traditionell eher ganzheitliche Forschungsansätze verfolgen, in der Entwicklungs- und Evolutionsbiologie, in der Ethologie, Psychiatrie, Medizin. Es gibt keinen Hinweis darauf, daß Deutschland hier in irgendeiner Beziehung nicht präsent, wenn nicht gar führend ist. Wie erwähnt, hat die öffentliche Forschungsförderung schon sehr früh die Zeichen der Zeit erkannt, während die industriellen Anwender eher zögerlich mitzogen.

Ich brauche dies nicht weiter auszuführen und möchte auf zwei Gesichtspunkte hinweisen:

1. Auffallend ist, daß es beim Einzug der Gentechnologie in die Grundlagenforschungslabore keinerlei Akzeptanzprobleme gab. Man kann zum Beispiel noch heute mit Studenten jederzeit heftige Debatten über die Notwendigkeit von Tierversuchen führen oder über Sinn und Risiken der Arbeit mit radioaktiven Materialien; über Gentechnologie im Labor streitet niemand.

2. Bemerkenswert, wenn auch weniger augenfällig, ist der je nach Standpunkt begeisternde oder beängstigende Beschleunigungseffekt, den die Gentechnologie für den Erkenntniszuwachs durch Grundlagenforschung hat. Allerdings ist es schwierig, hierfür geeignete Indikatoren zu finden. Die Beschleunigung durch Wachstum des Systems überwuchert alles. Der technologieabhängige Beschleunigungseffekt ist schwer zu quantifizieren, ist eher eine „gefühlte Beschleunigung“. Ein Indikator sei genannt: die Fachliteratur. Als ich promovierte, sagte man, die Literatur verdopple sich alle sieben Jahre, heute beträgt die Verdopplungsrate kaum noch zwei Jahre. Natürlich beruht dies vor allem auf der Zunahme der Zahl der Forscher und Forschungsinstitutionen. Zweifellos tragen aber auch innovative Technologien wie die Gentechnologie dazu bei. – Schon bei sieben Jahren verdünnt und marginalisiert sich das Fachwissen des Promovenden in den fünf Verdoppelungsperioden bis zu seiner Pensionierung auf gut 3 % . Man möchte lange über die zahlreichen möglichen Konsequenzen dieser Beschleunigung sinnieren. Sie sind noch wenig untersucht und verstanden. Ein Beispiel ist das Internationale Humangenomprojekt HUGO. Als es 1990 begann, war es auf mehr als 15 Jahre ausgelegt. Schon 2001 wurde die sogenannte „Draftsequenz“ des menschlichen Genoms veröffentlicht, zwei Jahre später waren die letzten Lücken geschlossen. Außer Fortschritten in den Sequenzieretechnologien trug zu dieser Beschleunigung übrigens die gesunde Konkurrenz zwischen privatwirtschaftlicher, auf Patente und Profite gerichteter, und öffentlicher, an Erkenntniszuwachs und Forschungsfreiheit orientierter Aktivität bei. Bekanntlich wurde das menschliche Genom parallel von Craig Venters Firma Celera und einem internationalen Konsortium öffentlich geförderter Institutionen sequenziert.

Zum Thema *Gentechnologie in der Grundlagenforschung* konzentriert sich der Gentechnologiebericht der BBAW auf die *Genomforschung*. Grund für diesen Fokus sind die besondere Aktualität und zweifelsohne die Bedeutung für den Menschen unmittelbar. Die Aktualität ergibt sich aus der Veröffentlichung der Sequenz des menschlichen Genoms im Jahr 2003; die besondere Bedeutung für den Menschen muß nicht beschrieben werden: der Bauplan der „Krone der Schöpfung“ ist nun einmal nicht irgendein Bauplan.

Was ist Genomforschung? Man versteht darunter die Analyse ganzer Genome, ihrer Gene und Genprodukte. Analysiert werden derzeit Genome von Organismen aus dem Reich der Mikroorganismen, der Pflanzen, der Tiere einschließlich des Menschen und – vielleicht besonders spannend – seiner nächsten Verwandten, des Schimpansen und anderer Primaten..

Neu an der Genomforschung ist nicht einfach der Gegenstand, neu ist zum einen die Technologie mit ihren beschleunigenden Hochdurchsatzmethoden; zum anderen das Ergebnis: eine Flut von Daten und Informationen, deren Umfang und Bedeutung heute noch kaum abzuschätzen sind. Man spricht von einem Paradigmenwechsel in der Forschung der Lebenswissenschaften: neben die hypothesengetriebene tritt die datengetriebene Forschung. Bisher hatte der Forscher, der einen Lebensmechanismus verstehen wollte, eine Hypothese, die er im Labor durch experimentelle Daten bestätigen oder falsifizieren wollte. Nun aber kann er zunächst einmal Unmengen von Daten (Sequenz- und Strukturdaten zum Beispiel) auf seinen Schreibtisch holen und sie auf Inhalte und Informationen hin untersuchen. Hierzu braucht er eine ebenfalls nicht mehr ganz so neue Wissenschaft, die Informatik. Fragen wir also nach dem Stand dieses Zweigs der Gentechnologie in Deutschland, fragen wir nach unserer Rolle bei der Genomforschung und nach dem Stand der Informatik, genauer der Bioinformatik, in unserem Land.

Um die Bioinformatik steht es nicht schlecht. Ausgehend von Zentren in Heidelberg (DKFZ), Braunschweig, Bielefeld und Göttingen wurde schon relativ früh, seit 1985, die Anwendung klassischer Informatik auf Probleme der Sequenzanalyse, der molekularen Evolution, der Proteinstruktur- und Protein-Ligand-Wechselwirkungen koordiniert vorangetrieben. Die üblichen staatlichen Förderinstrumente schufen mit beträchtlichen Fördersummen Zentren für Bioinformatik in Forschung und Lehre, sowie anwendungsorientierte Kompetenzzentren. Mehrere Universitäten richteten Studiengänge für Bioinformatik ein, so daß derzeit bereits mit einem Überangebot an Absolventen gerechnet wird. Eine ganze Reihe von Firmen bietet bioinformatische Serviceleistungen an. Allerdings scheint der Peak des sogenannten „Dataminings“ bereits überschritten zu sein.

Wo steht also die Gentechnologie der Grundlagenforschung in unserem Lande? Sie ist wohl-etabliert, vor allem wohl-eingebettet in die internationale ‘Szene’. Denn zwei Tendenzen lassen sich aus der Entwicklung des letzten Jahrzehnts ableiten: Zum einen die angesprochene zunehmende Internationalität der gentechnologischen Grundlagenforschung. Genomprojekte sind Großprojekte. Sie sind ebenso wie viele der Datenbasen international organisiert. Zum anderen stellen wir eine durch die Gentechnologie geförderte Entwicklung zur Systemforschung fest: Das Genom ist ein System, ebenso wie das von ihm abgeleitete Transkriptom, Proteom, Metabolom. Gesundheit oder Krankheit, Gegenstände der Molekularen Medizin, lassen sich nicht monokausal, quasi monomolekular betrachten. Sie beruhen auf Systemen von Interaktoren. Systembiologie ist das Paradigma der nahen Zukunft.

Bleibt also nichts zu wünschen übrig? Steht alles zum Besten? Wir beobachten zwei Entwicklungen, die man nicht übersehen sollte:

1. Gentechnologische Forschungsprojekte sind zunehmend Großprojekte, internationale Verbundprojekte mit enormen Investitionen. Wir sehen die Gefahr, daß diese sich zunehmend von den Universitäten weg auf außeruniversitäre Einrichtungen ver-

lagern. – Was dies für die Universitätsforschung, aber auch für die Einbettung von Innovationen in den gesellschaftlichen Diskurs bedeuten kann, muß nicht betont werden.

2. Wichtig für Innovation und wirtschaftlichen Fortschritt ist eine Verkürzung der Transferwege zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung. Hierfür müssen neue Wege gefunden werden. Derzeit resultiert der Anwendungsdruck nicht selten in Firmengründungen von Hochschulangehörigen, das heißt potentiell in einem Aderlaß der Universitäten, und letztlich zuweilen in einer Trivialisierung der betreffenden Hochschulforschung.

Den medizinischen Bereich möchte ich heute übergehen, obwohl er besonders spannend ist; so spannend, daß wir dafür zwei weitere Vortragsabende reserviert haben. Zum Abschluß wende ich mich dem Problemkreis der Gentechnologie in der Landwirtschaft, speziell der „Grünen“ pflanzlichen Gentechnologie, zu.

Der Gentechnologiebericht der BBAW konstatiert: *Das Forschungsgebiet der Grünen Gentechnik ist dynamisch und wird weltweit weiterhin intensiv vorangetrieben.*

Wir können ergänzen: auch und gerade in Deutschland. Wir haben exzellente ‘grüne’ Forschungsinstitutionen innerhalb und außerhalb der Universitäten, in Golm, in Köln und anderswo.

Der Gentechnologiebericht fährt fort: *Grundsätzliche Einwände gegen die Sicherheit in Hinblick auf Gesundheits- und ökologische Risiken werden im Allgemeinen nicht mehr als zentrales Argument gegen den Einsatz der Technik heran gezogen.*

Wo ist also das Problem? Genetisch veränderte Pflanzen (GVOs) werden *de facto* derzeit bei uns nicht angebaut: Weltweit werden auf mehr als 80 Millionen Hektar GVO-Mais, -Soja, -Baumwolle geerntet, in Deutschland sind es 500 ha. Hier ist Deutschland in der Tat Entwicklungsland. Anstatt Sie jetzt jedoch mit Zahlen und Technischem oder aber mit den alten Argumenten für und gegen die Grüne Gentechnik zu langweilen, werde ich ein paar Gedanken zum Problem der Akzeptanz anstellen: denn einer gerade auch bei uns hoch entwickelten Technologie steht eine dramatisch unterentwickelte Bereitschaft gegenüber – man könnte auch sagen: eine dramatisch hoch entwickelte Skepsis –, die Produkte dieser Technologie zu akzeptieren. Jedenfalls insofern, als sie unsere Nahrungsmittel betreffen. Außerhalb unseres Verdauungstraktes steht es besser: Jede vierte Jeans soll bereits aus GVO-Baumwolle bestehen.

Akzeptanz beruht auf einem Gefühl der Sicherheit verbunden mit persönlichem Vorteil. Ersteres, die Sicherheit, ist, wie wir hörten, objektiv kein Problem mehr. Mit Letzterem steht es noch immer schlecht: Der Nutzeffekt von GVO-Pflanzen ist nicht in einem Maße sichtbar, das subjektive Ängste und Vorurteile eliminieren könnte.

Die Grüne Gentechnik brachte zunächst „verbessertes“ Saatgut auf den Markt, verbessert bezüglich der Resistenz gegenüber biotischem Streß wie Schadinsekten, Viren, Pilzen. Hierin sieht die Öffentlichkeit vor allem einen Vorteil für den Bauern und den Saatguthändler. Die ökologischen Vorteile der zugrundeliegenden ‘sanften

Agrarchemie' sind dem Verbraucher nicht unmittelbar sichtbar. Es wird derzeit an Kulturpflanzen mit erhöhtem Widerstand gegen abiotischen Streß wie Kälte, Hitze, Dürre gearbeitet. Auch das überzeugt den Verbraucher kaum, ebensowenig wie die Flavor-Savor-Tomate. Hoffnungsträger sind derzeit GVO-Pflanzen zur Produktion von Pharmaka oder andere mit besonderen Gesundheitsmerkmalen, wie Reichtum an bestimmten Vitaminen. Das „Golden Rice-Project“ mag hier den Durchbruch bringen. Alles dies wird dem Verbraucher jedoch schon lange versprochen, zu lange, als daß die Grüne Gentechnik den Durchbruch schaffen konnte. Und so konnte es geschehen, daß unter der Prämisse, die Ökologisierung der Landwirtschaft zu fördern, ein Gentechnikgesetz mit einer prohibitiven Haftungsregelung verabschiedet wurde, das – sollte es nicht novelliert werden – Deutschland in Bezug auf die Grüne Gentechnologie zum Entwicklungsland macht. Denn ohne weiträumige Anwendung wird auch die gentechnische Grundlagenforschung sinnlos, werden die Forscher in andere Länder oder andere Fachgebiete abwandern, werden wir uns einer Technologie begeben, deren Potential unabsehbar ist.

Ich fasse zusammen: Ist Deutschland ein Gentechnologisches Entwicklungsland? In der Grundlagenforschung keinesfalls; in der industriellen Anwendung wohl ebenfalls nicht, wenn uns auch hier klare Indikatoren und Zahlen fehlen. Von dieser Kritik ausnehmen möchte ich die Biotech-Startups, die allerdings vorläufig und auf mittlere Sicht ökonomisch marginal sind. Auf dem medizinischen Sektor steht die Gentechnologie, wenn man einmal von der Forensik absieht, weltweit und so auch bei uns am Anfang: Wir werden in der kommenden Vorlesung über Stand und Potential der Gendiagnostik hören. Die Genterapie hat nach dem ersten großen Aufbruch Anfang der 90er Jahre, an dem Deutschland praktisch nicht beteiligt war (zum Glück!), eine zweite Chance und eine Bringschuld. Im Agrarbereich, insbesondere in der 'Grünen' Gentechnologie und ihrer großflächigen Anwendung sind wir dabei, von Entwicklungen in Schwellenländern wie China, Brasilien, Indien überrollt zu werden und darüber hinaus unser Forschungspotential zu verlieren.

Insgesamt also ein durchaus gemischtes Bild, das nach politischen Entscheidungen verlangt.