

## **Von der Grundlagenforschung zum wirtschaftlichen Nutzen: Ein faszinierendes Abenteuer**

**Haim Harari**

**Editierter Niederschrift eines öffentlichen Vortrags im Rahmen der Fachtagung des Renner-Instituts**

**„Welche Forschungspolitik braucht Österreich“**

**am 13. Juni 2006**

**im Europa-Saal des Renner-Instituts in Wien**

Professor Haim Harari war langjähriger Präsident des *Weizmann Institute of Science* in Israel und ist dort derzeit Vorsitzender des *Davidson Institute of Science Education*.

Übersetzung aus dem Englischen: Dipl.-Dolm. Erika Obermayer

### **Information**

Dr<sup>in</sup>. Barbara Rosenberg

T +43-(0)1-804 65 01-42

[rosenberg@renner-institut.at](mailto:rosenberg@renner-institut.at)

Sehr geehrte Damen und Herren! Ich freue mich sehr, heute Abend hier bei Ihnen zu sein. Wenn Sie erlauben, möchte ich Sie von der globalen, kontinentalen und nationalen Wissenschaftspolitik weg und hin zu meinen ganz persönlichen Erfahrungen mit Wissenschaft und wissenschaftlichen Einrichtungen führen. Ich würde Ihnen gerne einige Beobachtungen und Ereignisse aus meinem Leben als Wissenschaftler vermitteln. Ich arbeite jetzt seit 45 Jahren am *Weizmann Institute of Science* in Israel; mein Forschungsgebiet ist die Teilchenphysik, deren Ziel es ist, Einsicht in die elementarsten Bausteine und Kräfte der Natur zu gewinnen. Es handelt sich ohne Zweifel um einen Bereich der Grundlagenforschung, und auf den ersten Blick erkennt man keinen sinnfälligen Anwendungsbereich. Die Beispiele und Illustrationen, die ich Ihnen geben werde, stammen alle aus den persönlichen Erfahrungen, die ich in den verschiedenen Etappen meiner Laufbahn, entweder im Rahmen meiner eigenen Forschungsarbeit oder an meinem Institut oder im Rahmen anderer Arbeiten, an denen ich beteiligt war, gesammelt habe. Ich werde immer wieder auf den wirtschaftlichen Nutzen der Grundlagenforschung zu sprechen kommen, möchte aber gleich zu Beginn unterstreichen, dass ich mit meiner persönlichen wissenschaftlichen Forschung keinerlei Anstoß zur Wertschöpfung gegeben habe. Trotzdem hatte ich immer das Glück, in wissenschaftlichen Einrichtungen und Bereichen zu arbeiten, wo Grundlagenforschung in wirtschaftlichen Nutzen umgemünzt wurde, und darüber möchte ich Ihnen gerne berichten. Ich bitte Sie, meine Anmerkungen als Erzählung und nicht als Vortrag zu betrachten.

Kurz vor meinem 20. Geburtstag traf ich am Weizmann-Institut ein, um dort an meiner Diplomarbeit in theoretischer Physik zu arbeiten. Ich war ein neugieriger junger Mensch und stellte mir sofort die Frage, wozu dies gut sei. Da saß ich und setzte mich mit theoretischer Physik auseinander, für die es weder eine unmittelbare Anwendungsmöglichkeit zu geben schien, noch die Aussicht, damit das Leben der Menschen zu verbessern. Ich fragte mich ernstlich, ob meine Arbeit irgendeinen Wert haben könnte. Von meinen Professoren und von allen leitenden Mitarbeitern des Weizmann-Instituts wurde mir vom ersten Tag an in einer Art Gehirnwäsche Folgendes „eingebläut“: „Mach’ Dir keine Sorgen darüber, wozu es gut sein soll. Wenn es sich um erstklassige Grundlagenforschung handelt, wird es früher oder später zu etwas gut sein. Du wirst Dir nicht vorstellen können, wie es dazu kommen soll, und auch nicht, wann, aber es wird dazu kommen.“ Ich gebe zu, dass ich als junger Mann meine Zweifel hatte. Ich dachte mir, dass diese Professoren ihre eigene Methode zur Rechtfertigung ihrer Existenz und der Beträge, die in ihre Laboratorien flossen, entwickelt hätten. In Wahrheit, so meinte ich, würden sie dafür bezahlt, sich ihrer Lieblingsspielerei hinzugeben und ihren Hobbies nachzugehen, und das ganze Getue um „Mach’ Dir keine Sorgen, die Ergebnisse kommen bestimmt“ wäre ihre Art, ihr Tun als gesellschaftlich wertvoll zu rechtfertigen.

Ich wusste, dass mir für meine Forschungen im Rahmen meiner Diplomarbeit ein hochentwickelter Computer am Weizmann-Institut zur Verfügung stehen würde. Der Computer war ein paar Jahre vorher, d.h. Anfang der fünfziger Jahre, gebaut worden. Er ging 1954 in Betrieb und war damals der zweitschnellste Computer der Welt (nach dem der Universität von Illinois in den Vereinigten Staaten). Dieser Computer war von Wissenschaftlern und Technikern am Weizmann-Institut gebaut

worden, die ihn zur Lösung geophysikalischer Fragen einsetzen wollten, d.h. Fragen, die sich auf das Erdinnere bis hin zum Mittelpunkt der Erde beziehen. Zum gegebenen Zeitpunkt war dies für niemanden von großem praktischen Wert. Für die einschlägigen Forschungsarbeiten wurde nichtsdestoweniger ein leistungsstarker Computer gebraucht und daher gebaut. Ich möchte hervorheben, dass dieser Computer zu einer Zeit gebaut wurde, als ich ein Teenager war und es in Israel praktisch nichts zu essen gab; wir erhielten eine Zuteilung von 100 Gramm Rindfleisch und zwei Eiern pro Woche und Person und wir erhielten Marken, die uns zum Kauf berechtigten. Das waren die Anfänge des Staates Israel nach dem Unabhängigkeitskrieg. Es gab eine riesige Einwanderungswelle, kein Geld für die grundlegendsten Dinge, und diese Wahnwitzigen bauten einen Computer zur Berechnung der Schwingungen der Erdoberfläche! Einige Jahre danach benutzte ich eben diesen Computer für meine Diplomarbeit in theoretischer Physik.

Ein Jahr vor meiner Ankunft hatte das Weizmann-Institut eine neue Firma – ein kommerzielles Unternehmen – gegründet. Zweck der Firma war die Nutzung von Patenten, die sich zufällig aus Entdeckungen im Zuge der Grundlagenforschung ergeben würden. Das Motto lautete: Wir beschäftigen uns mit *Curiosity-driven Research*, also mit zweckfreier Forschung, und zwar ausschließlich mit Grundlagenforschung. Sollte sich daraus rein zufällig etwas ergeben, das patentwürdig erscheint, lassen wir es patentieren. Wir werden diese Patente nutzen, einen Industriesektor finden, der die entsprechenden Produkte herstellt und verkauft, wir werden damit Millionen verdienen, wir werden reich werden und unsere Forschungsarbeit finanzieren, d.h. wir werden wiederum für die Beschäftigung mit unserem Hobby bezahlt! Dies war also das Klima, in dem meine wissenschaftliche Laufbahn begann. Ich war, ehrlich gesagt, fest davon überzeugt, dass das ganze eine Geschichte wäre, die erfunden worden war, um die Forschung am Institut zu rechtfertigen.

Mit 48 Jahren wurde ich Präsident eben dieses Instituts; die erwähnte Firma bestand nach wie vor und brachte jährlich eine Million Dollar an Tantiemen aus dem Verkauf kommerzieller Güter, die auf Basis unserer Patente hergestellt wurden. Zugegeben, eine Million Dollar ist besser als gar nichts, aber viel war es nicht. Es war, um genau zu sein, die Summe, die wir benötigten, um diese Patente aufrechtzuerhalten. Man braucht Geld, um Patente aufrechtzuerhalten, anzumelden und die Gebühren zu bezahlen. Wir hatten damals schon hunderte Patente angemeldet, die wir weltweit aufrecht erhielten – nicht nur in Israel, sondern in Europa, Amerika und anderswo –, um unser geistiges Eigentum für den Fall zu schützen, dass jemand anderer dasselbe machte wie wir.

13 Jahre danach war ich 61 und legte mein Präsidentenamt zurück. Damals machte unser kleines Institut 60 Millionen Dollar jährlich mit Patentgebühren für unser geistiges Eigentum und dessen kommerzielle Nutzung. Gegenwärtig, d.h. ein paar Jahre später, haben unsere Jahreseinnahmen bereits die Hundert-Millionen-Dollar-Schwelle überschritten, und wir sind weltweit mit Abstand die wissenschaftliche Einrichtung mit den höchsten Einnahmen aus Patentgebühren im Verhältnis zu ihrer Größe. Selbst in absoluten Zahlen, lagen wir letztes Jahr an der Spitze, vor Harvard, Stanford und all den anderen. Heuer hat Stanford mehr als 300 Millionen Dollar mit Google verdient, womit sich natürlich niemand messen kann. Wir werden in diesem

Jahr wahrscheinlich an zweiter oder dritter Stelle liegen; wir sind aber auch ein viel kleineres Institut als die genannten legendären, hochrangigen amerikanischen Universitäten.

Das waren jetzt die Schlagzeilen. Aber was war die Vorgeschichte? Hier muss ich sogleich hinzufügen, dass auch Glück dabei war. Das Bemühen um eine Kommerzialisierung von Grundlagenforschung ist nicht alles; auch gute wissenschaftliche Arbeit ist nicht alles. Es ist all dies zusammen genommen und dazu ein Scherflein Glück.

Auf dem Weg dahin muss man vieles lernen. Zum Beispiel, dass es keine nutzlose Forschungsdisziplin gibt. Hätte man vor 30 Jahren führende Wissenschaftler aus der Mathematik, Physik, Chemie und Biologie zu einem Wettbewerb einberufen, bei dem der Forschungsbereich gefunden werden sollte, für den es absolut keine praktische Anwendungsmöglichkeit gab, hätte wahrscheinlich die „Zahlentheorie“ den Sieg davongetragen. Die Zahlentheorie ist eine fantastische mathematische Disziplin, die sich seit hunderten von Jahren mit den Eigenschaften der Primzahlen beschäftigt. Ein herrliches Hobby für jeden, der Zahlen liebt. Jeder Teenager, der besonders gut in Mathematik ist, macht sich einen Spaß daraus, mit diesen Problemen herumzuspielen, und ich war einer von ihnen. Nie und nimmer hätte irgendjemand angenommen, dass im Jahr 2006 diese „völlig nutzlose“ Zahlentheorie eine zwanzigjährige Erfolgsgeschichte als bestimmendes Element in allen Internet-Schutzsystemen, im Internet-Handel, in der Bankensicherheit, bei elektronischen Überweisungen, beim Chiffrieren und Dechiffrieren, beim Brechen von Codes, bei der Fernsehsatellitenübertragung und natürlich im traditionellen Bereich der militärischen Kryptographie hinter sich haben würde. Das ganze basiert darauf, dass man zwei sehr große Primzahlen miteinander multipliziert und als Ergebnis eine noch viel größere Zahl erhält. Die Multiplikation ist kinderleicht, aber es ist unglaublich schwer, herauszufinden, wie diese größere Zahl eindeutig als ein Produkt aus zwei Primzahlen dargestellt werden kann. Es handelt sich also um eine Situation, in der eine Prozessrichtung, nämlich das Multiplizieren von zwei großen Zahlen, kinderleicht durchzuführen ist, oder jedenfalls viel, viel einfacher als die Gegenrichtung, nämlich das Finden der beiden Zahlen, die multipliziert werden müssen, um die große Zahl zu ergeben.

Diese Tatsache, die seit Generationen bekannt ist, ist die Grundlage der modernen Kryptographie und der Computersicherheit. Jedes Mal, wenn man ein Buch von Amazon kauft, verwendet man diese Technologie, um die Kreditkartennummer zu chiffrieren, und ebenso, wenn man sich ins Bankkonto einloggt. Es hat sich zufällig ergeben, dass eine der drei Personen, die diese Methode entwickelten, Informatikprofessor an unserem Institut ist. Aufgrund seiner Zusatzarbeit begannen wir Millionen zu verdienen, weil Sky-TV für seine Satellitensendungen diese spezielle Chiffrierung verwendete, und alle Sky-Abonnenten auf der ganzen Welt Lizenzgebühren an das Weizmann-Institut bezahlten. Hätte uns irgendjemand ein paar Jahrzehnte davor erklärt, dass unsere Computer und unsere Zahlentheoriespezialisten jemals solche Summen einbringen würden und dass sich eine Großindustrie mit vielen Arbeitsplätzen darauf gründen würde, hätten wir zweifellos erklärt, er sei von Sinnen.

Mein spezielles Forschungsgebiet – die Teilchenphysik – ist eine faszinierende Disziplin. Sie versucht, der elementaren Struktur der Materie auf den Grund zu gehen und die kleinsten Bausteine des Universums zu entdecken und zu erfassen. Man hat es dabei mit unvorstellbar winzigen Teilchen zu tun, die nicht nur submikroskopisch klein sind, sondern um viele Größenordnungen kleiner als alles, was ein Mikroskop sichtbar machen kann. Um ein Studium dieser Teilchen zu ermöglichen, müssen sie mit ähnlichen Teilchen unter Einsatz hoher Energien zur Kollision gebracht werden. Zur Erzeugung der erforderlichen Energien braucht man gigantische Teilchenbeschleuniger. Es gibt nur ganz wenige internationale Einrichtungen, wo dies möglich ist. Die wichtigste europäische Anlage ist CERN, die Europäische Organisation für Kernforschung in Genf. All das ist ebenfalls Grundlagenforschung. Per definitionem ist sie sogar die elementarste aller wissenschaftlichen Disziplinen, da es nichts Grundlegenderes gibt als die Struktur der Materie, und das Grundlegendste bei ihrem Studium die Suche nach den elementarsten Bausteinen ist, und nach den Kräften, die zwischen ihnen wirksam werden. In den letzten Jahren hat sich herausgestellt, dass diese Forschungsdisziplin auch etwas mit dem Nachvollziehen und dem Verständnis der ersten Mikro- und Nanosekunden sowie noch kleinerer Sekundenbruchteile nach der Entstehung der Welt – das heißt nach dem Urknall – zu tun hat. Es leuchtet ja durchaus ein, dass das Universum bei seiner Entstehung zunächst aus den elementarsten Bausteinen bestand, die sich zu immer größeren verbänden, bis schließlich Planeten, Sterne und auch wir geschaffen wurden. Das Bemühen, Einsicht in die Entstehung des Universums und in seine Grundbausteine zu erlangen, ist die ultimativste und fundamentalste Form von *Curiosity-driven Research*. Wenn man in diesem Bereich tätig ist, wacht man am Morgen auf und fragt sich, „Was würde ich tun, um das Universum zu schaffen?“. Das ist der Grundgedanke, der unsere Disziplin so faszinierend macht.

Bei dieser Art von zweckfreier Forschung bewegt man sich ständig an der äußersten Grenze der technischen Entwicklung, weil man sich mit den minimalsten Objekten beschäftigt. Man arbeitet auch mit der höchsten Energie pro Teilchen, die weltweit zur Erzeugung einer Kollision oder Explosion eingesetzt wird. Wir reden hier von Billionen und Trillionen derartiger Teilchenkollisionen, die herbeigeführt werden, um eine Chance in einer Trillion zu haben, etwas Außergewöhnliches zu entdecken, aus dem ein neues Teilchen entstehen kann. Man braucht die schnellsten Computer, um diese Kollisionen zu erfassen, zu analysieren und nachzuvollziehen. Man muss den größten Beschleuniger bauen und man braucht Magneten, um die Teilchen im Beschleuniger zu veranlassen, sich in einer Kreisbahn zu bewegen. Im Sinne von Effizienz und Kostenersparnis muss man die besten und größten Magneten konstruieren und bauen, weil man sonst letztlich einen Beschleuniger braucht, der so groß ist wie die ganze Welt. Kurz gesagt: man muss für diesen Bereich und für rein zweckfreie Forschung den stärksten Magneten der Welt bauen, die schnellsten Computer entwickeln, die minimalsten Objekte studieren und Trillionen von Kollisionen und Bildern analysieren. Man muss ein Experte in der Mustererkennung sein und dafür Computerprogramme entwickeln, weil sich kein Mensch hinsetzen und all diese Bilder visuell prüfen kann. All das ist erforderlich, um diese nutzlose, aber intellektuell faszinierende Forschungsdisziplin zu betreiben.

Man sieht sich also zunächst die Teilchenkollisionen an und entdeckt zwei sich kreuzende Linien. Diese Linien stellen die Teilchenbahnen dar. Die Frage ist nun, ob sich diese Linien tatsächlich im selben Punkt kreuzen oder die eine hinter der anderen verläuft. Oder möglicherweise auch die andere hinter der einen? Wie kann man das herausfinden? Man macht nicht nur eine Aufnahme sondern drei von verschiedenen Seiten, d.h. drei Aufnahmen von demselben Ereignis aus drei verschiedenen Winkeln. Man sieht sich alle drei an, rekonstruiert sie mit dem Computer und bekommt eine dreidimensionale Vorstellung. Das ist im Wesentlichen die Grundlage der Computertomographie (CT). So wurde die Tomographie, die in den Krankenhäusern zum Einsatz kommt, erfunden. Ihre Erfinder waren die Teilchenphysiker, die herausfinden mussten, ob die Überschneidung, die sie auf einem Bild sehen, tatsächlich ein Schnittpunkt ist. Sie waren es auch, die diese Riesenmagneten für die Beschleuniger bauten, welche es zum ersten Mal in der Geschichte ermöglichten, die kleinen Magneten im Inneren unseres Körpers zu entdecken. Denn so wie alles andere in unserem Universum bestehen auch wir aus Atomen. In jedem Atom gibt es einen Kern und viele dieser Kerne sind kleine Magneten. Dank des Teilchenbeschleunigers, der das Ergebnis absolut zweckfreier Forschung ist, haben wir jetzt Magneten, die stark genug sind, um die winzigen Magneten in den Atomen unseres Körpers zu entdecken. Mit Hilfe des Magneten konnte man also zum ersten Mal in den Körper hineinschauen und feststellen, wo sich bestimmte Dinge befinden. Das Ganze nennt sich MRI - Magnetic Resonance Imaging, zu Deutsch Kernspintomographie, und ist ein lebensrettendes Diagnoseverfahren, dessen Existenz wir der Forschung zu einem „allem Anschein nach nutzlosen“ aber intellektuell faszinierenden Thema verdanken.

Noch ein Beispiel für jene, denen Computertomographie und MRI nicht genügen, und das aus demselben esoterischen Forschungsbereich stammt: Um diese gigantischen Experimente mit Teilchenbeschleunigern durchzuführen, bei denen man Trillionen von Teilchenkollisionen beobachtete, benötigte man ganze Hundertschaften von Wissenschaftlern an 40 oder 50 Universitäten in 10 oder 20 Ländern. Sie alle arbeiteten gemeinsam an der Analyse derselben Trillion von Bildern oder Ereignissen oder Kollisionen und mussten daher alle gleichzeitig Zugang zu denselben Computern haben. Und wenn einer von ihnen eine neue Information hinzufügte, musste sie sofort allen anderen an ihren jeweiligen weit entfernten Standorten zur Verfügung stehen. Also erfanden sie etwas Neues: Eine Computerdatei, die in einem Computer vorhanden ist und mit Hilfe eines Passwortes allen übrigen, die daran interessiert sind, zugänglich ist. Dies ist, kurz gesagt, die Entstehungsgeschichte des Worldwide Web, das bei CERN, der großen Beschleunigeranlage in Genf, entwickelt wurde, einfach um hunderten von Wissenschaftlern in 40 unterschiedlichen Forschungsteams die Möglichkeit zu geben, sich gleichzeitig ein und dieselbe Seite anzusehen, Änderungen daran vorzunehmen und damit in einer Weise zu interagieren, die das Ergebnis sofort allen anderen zugänglich macht. Wenn Sie heute [www.was-auch-immer](http://www.was-auch-immer) eingeben, benutzen sie etwas, das diese Leute erfunden haben! Sie waren den elementarsten Bestandteilen der Natur auf der Spur – ein edles, wenn auch nutzloses wissenschaftliches Unterfangen. Dazu ist zu sagen, dass sie damit keinen Groschen verdient haben, weil das Worldwide Web nie patentiert wurde.

Diese Beispiele ließen sich endlos fortsetzen, und man sieht, dass die Möglichkeiten unvorhersehbar sind. Es gibt hier im Auditorium sicher Personen, deren Leben durch die Früherkennung von Krebs, dank MRI, gerettet wurde. Wenn diesen Menschen jemand vor 40 Jahren erzählt hätte, dass die größte Chance, Ihr Leben zu retten, in der Entwicklung starker Magneten läge, hätten sie es nicht geglaubt. Sie hätten gedacht, der Professor mit seinem Interesse für Magneten erzählt das nur, um die Entwicklung dieser Magneten zu rechtfertigen. Während meiner Tätigkeit als Präsident des Weizmann-Instituts, verwendete ich viel Zeit darauf, mich um reiche, philanthropische, wohlmeinende Menschen zu bemühen, die die Möglichkeit in Betracht zogen, unserem Institut Forschungsgelder zu spenden. Und immer wieder bekam ich zu hören: „Ich habe eine Tochter, einen Sohn, einen Neffen, eine Frau, die diese oder jene Krankheit haben, und möchte das Geld spenden, um einen Beitrag zur Heilung dieser Krankheit zu leisten.“ Und immer wieder musste ich ihnen die Wahrheit und nichts als die Wahrheit sagen, und sie glaubten mir nicht. Denn ich sagte ihnen, was man mir gesagt hatte, als ich 20 war. Ich sagte ihnen: „Wenn Sie das Leben der Menschen retten wollen, die Ihnen viel bedeuten, dann sollten sie alles tun, außer Schwerpunktforschung zu der genannten Krankheit zu fördern. Das Ergebnis dieser Forschung wird sein, dass 20 Menschen positiv auf eine bestimmte Behandlung reagieren und 30 nicht. Das Grundproblem dieser Krankheit wird damit nicht gelöst werden. Tatsächlich wird Ihnen niemand sagen können, wo die Lösung liegt.“ Alles, was wir wissen, ist, dass die Antwort das Ergebnis erstklassiger Forschung sein wird, die sich nicht notwendigerweise direkt mit der genannten Krankheit auseinandersetzt.

Zurück zum Weizmann-Institut: Wir haben eine hervorragende Abteilung für Neurobiologie, wo ausgezeichnete Wissenschaftler das menschliche Gehirn und das zentrale Nervensystem erforschen. Es gibt auf der Welt zweifellos schwere neurologische Erkrankungen: Alzheimer, Parkinson, Multiple Sklerose und andere schreckliche Krankheiten. Sie werden möglicherweise annehmen, dass diese hervorragende Abteilung für Neurobiologie und Gehirnforschung etwas zur Bekämpfung dieser Krankheiten beigetragen hat. Die Antwort ist nein. Jedenfalls bis jetzt nicht. Es wurden fantastische Fortschritte im Bereich des *Brain-Imaging*, einem Verfahren zur Darstellung der Hirnaktivität und –anatomie, gemacht sowie im Hinblick auf die Funktionen verschiedener Teile des Gehirns und möglicherweise bezüglich der Nervenregenerationsprozesse. Der Zufall wollte es, dass die einzigen zwei Medikamente gegen Multiple Sklerose weltweit vom Weizmann-Institut patentiert wurden. Das war ein enorm wichtiger Beitrag zum Überleben und zur Gesundheit vieler Menschen, die an dieser neurologischen Erkrankung leiden, und gleichzeitig eine beachtliche Finanzspritze für unser Institut. Seltsamerweise wurde keines dieser Medikamente von unserer Abteilung für Neurobiologie entwickelt.

Eines dieser Medikamente wurde von führenden Wissenschaftlern in unserer Immunologieabteilung entwickelt. Sie untersuchten bestimmte Immunerkrankungen bei Mäusen und stellten gewisse Parallelen zwischen diesen Erkrankungen und Multipler Sklerose fest. Die Experimente, einschließlich klinischer Tests an lebenden Patienten, mit denen sie den Nachweis für diese Parallelen erbrachten, nahmen 20 Jahre in Anspruch. Das Ergebnis war ein Medikament, das zur Zeit führend auf dem Weltmarkt ist. Es wird von einer israelischen Firma vermarktet, und wir bekommen riesige Lizenzgebühren, weil wir das Medikament nach Abschluss der

klinischen Tests weitergegeben haben. Wir lieferten kein Patent, sondern ein so gut wie fertiges Produkt, für dessen Weiterentwicklung zusätzliche Milliarden erforderlich waren.

Die Entwicklungsgeschichte des zweiten Medikaments ist noch eigenartiger. Wir haben einen Professor, der sich mit der Erforschung bestimmter Viruserkrankungen beschäftigt und eine Substanz namens „Beta Interferon“ entwickelte, die sich als wirksam gegen bestimmte Virusinfektionen erwiesen hat. Daraus entstand ein Medikament, das von einer Schweizer Firma produziert wurde und sich mäßig gut verkaufte. Dann hat jemand in den USA, dem unsere Forschungsarbeit nicht bekannt war, den Nachweis erbracht, dass genau dieselbe Substanz ein wirksames Mittel gegen Multiple Sklerose ist. Es führt nicht zur Heilung (zur Zeit gibt es kein Mittel, mit dem man Multiple Sklerose heilen kann), aber es bringt die Erkrankung zum Stillstand. Es handelt sich dabei um exakt dieselbe Substanz, die von uns als Antivirenmedikament patentiert wurde. Das war pures Glück! Natürlich war die Entdeckung der Substanz kein Glücksfall, noch deren Verbesserung und Weiterentwicklung, in die sehr viel Arbeit investiert wurde. Aber es war ein Glücksfall, dass das Medikament, das wir für einen bestimmten Zweck entwickelt hatten, sich auch bei einer anderen Erkrankung als wirksam erwies. Dasselbe gilt für die Tatsache, dass Aspirin, das ursprünglich als reines Schmerzmittel entwickelt wurde, auch bei Herzleiden hilft.

Wir sind also Eigentümer der beiden wichtigsten Medikamente gegen Multiple Sklerose, die weltweit auf dem Markt sind. Beide kommen aus demselben kleinen Institut in demselben kleinen Land, und keines von beiden wurde in der Abteilung entwickelt, deren Spezialbereich neurologische Erkrankungen, wie z.B. Multiple Sklerose, sind. Wenn sie also ins Krankenhaus kommen, verschreibt ihnen ihr Neurologe die Medikamente, die von unseren Virologen und Immunologen entwickelt wurden. Was schließen wir daraus?

Wir können daraus schließen, dass solche Ergebnisse unweigerlich aus der Beschäftigung mit Grundlagenforschung im weitesten Sinn resultieren; dass dabei ein Quäntchen Glück im Spiel ist; dass jeder Wissenschaftler Glück hat, aber nicht jeder dieses Glück zu nutzen weiß; dass man eine aggressive Patentierungs- und Lizenzierungspolitik verfolgen muss; dass es eine gute Idee ist, Produkte vor der Lizenzierung so weit zu entwickeln, dass ein Erfolg greifbar und nicht nur eine Wunschvorstellung ist. Das erhöht nicht nur die Chancen, dass sie von einer Firma übernommen werden, die daran weiter arbeitet, sondern natürlich auch den Ertrag.

Das waren nur ein paar Beispiele, und wir sollten uns nun einem anderen Aspekt der modernen Grundlagenforschung und deren Zukunft zuwenden. Ich habe unsere Abteilung für Gehirnforschung erwähnt. Es gibt heute wissenschaftliche Entwicklungen, von denen vor 20, 30 oder 40 Jahren niemand auch nur zu träumen wagte. Nehmen wir die Gehirnforschung: Wer beschäftigt sich damit? Im medizinischen Bereich sind es Neurobiologen, Gehirnanatomen, Neurochirurgen und Neurologen; dazu kommen Chemiker, die versuchen Einsicht in die Wirkung von Drogen auf das Gehirn zu gewinnen (Drogenabhängigkeit hängt natürlich mit dem Gehirn zusammen). Aber was ist das Gehirn? Eine Vielzahl elektrischer Signale, ein physikalisches System; das Zentrale Nervensystem ist ein elektrisches Netz.

Neuronale Netze sind physikalische Objekte, die mit physikalischen Methoden analysiert werden. Was ist das Gehirn? Es ist der beste Computer, der je geschaffen wurde. Jedes fünfjährige Kind kann Dinge, die die neuesten Computer bis heute nicht können. Sucht man also nach einer intelligenten Architektur für einen Computer, muss man das Gehirn als Modell nehmen. Die Hälfte des Gehirns ist mit dem Sehprozess beschäftigt. Um den Sehprozess zu verstehen, muss man ihn mit Methoden der Informatik analysieren. Was macht man, wenn man einen Roboter konstruiert? Man imitiert das Gehirn. Man instruiert den Roboter im Sehen, im Gebrauch seiner Arme und in der Koordination zwischen Augen und Arm. Die Aufgabe des Roboters ist es, sich zu bewegen, etwas aufzufinden, es aufzunehmen und an eine andere Stelle zu bewegen. Der Lernprozess wird vom Gehirn vollbracht, und wir wissen nicht einmal wie er funktioniert; das ist sicher etwas für Pädagogen. Hier haben wir schon wieder ein aufregendes, zweckfreies Thema mit zahllosen Anwendungsmöglichkeiten, mit dem sich Ärzte, Psychiater, Psychologen, Pädagogen, Chemiker, Physiker, Informatiker und Techniker auseinandersetzen, die alle sozusagen unter einem Dach vereinigt werden müssen, wenn man ernsthaft an einem integrierten Ansatz interessiert ist, der in praktische Ergebnisse mündet oder auch nicht.

Das Beispiel aus der Gehirnforschung ist durchaus kein Einzelfall. Ich möchte noch einen Fall anführen, der zwar leicht verständlich, aber weit entfernt von unseren Alltagserfahrungen ist: Die gesamte moderne Biologie dreht sich um komplizierte Moleküle. Eines dieser berühmten Moleküle ist DNA. Jeder kennt den Ausdruck DNA, der ein höchst kompliziertes Molekül bezeichnet, das aus zahllosen Atomen besteht. Es gibt aber noch viele andere wichtige und außerordentlich komplizierte Makromoleküle – z.B. bestimmte Enzyme, Proteine und andere Bausteine in der Biologie, die aus tausenden, zehntausenden oder hunderten Atomen bestehen. Wenn man neue Medikamente oder neue Nahrungsmittel entwickeln, bestimmte Vorgänge verstehen, genetische Probleme durchschauen will, muss man über diese Moleküle Bescheid wissen. Dazu muss man nicht nur die 20.000 Atome in einem dieser Moleküle auflisten, man muss auch verstehen wie sie im dreidimensionalen Raum verteilt sind. Womit haben wir es zu tun? Mit einer Kugel, einer Spirale, einem Ellipsoid, das aussieht wie ein amerikanischer Fußball, oder einem durchlöcherten Ei? Das herauszufinden, ist von größter Bedeutung. Dazu ist anzumerken, dass wir uns im Größenbereich von etwa einem Millionstel Meter bewegen. Wie können wir also diese Struktur feststellen? Die Methode ist genau dieselbe, mit der man im Krankenhaus feststellt, was sich im Inneren des Körpers abspielt! Man macht Röntgenaufnahmen, Tomographien – das heißt mit Hilfe von Computern erstellte, dreidimensionale Aufnahmen –, man macht Magnetresonanzaufnahmen und erstellt Computermodelle des Moleküls. Es gibt eine eigene wissenschaftliche Disziplin – die Strukturbiologie – die eine Kombination aus Informatik, Physik, Chemie und Biologie ist, mit viel Technik auf der einen und viel Medizin auf der anderen Seite. Ihre Aufgabe ist es, die dreidimensionale Struktur dieser Moleküle zu erforschen, mit dem Ziel, neue Präparate zu entwickeln und das Potenzial für eine unbegrenzte Zahl neuer Anwendungsmöglichkeiten zu schaffen, die niemand im Voraus abschätzen kann.

Wo ist hier der rote Faden? Was haben all diese Beispiele großer und weniger großer Erfolge gemeinsam? Es waren immer erstklassige Wissenschaftler am Werk,

denen man nicht nur die Möglichkeit gab, sondern die man ermutigte, ihre eigenen Ideen umzusetzen, ohne dass ihnen eine Regierung, ein Politiker, eine Industrie, ein Spender, eine Europäische Union oder eine amerikanische Bundesregierung vorgab, was sie zu tun hätten. Dies ist keine Aufforderung, ins andere Extrem zu verfallen. Man darf daraus nicht schließen, dass alle Wissenschaftler auf der Welt die Möglichkeit haben sollten, zu tun, was immer ihnen gefällt, ohne Rücksicht auf die Kosten. Selbstverständlich können wir uns das nicht leisten. Und man sollte auch nicht glauben, dass jede zweckfreie wissenschaftliche Disziplin positive praktische Ergebnisse garantieren kann. Manche ja, andere nein; bei manchen werden sie sich früher, bei anderen später einstellen, bei manchen wird es ein direktes Ergebnis, bei anderen ein indirektes Nebenprodukt sein.

Aber eine exklusive Gruppe hervorragender Wissenschaftler sollte ermutigt und dabei unterstützt werden, ihr Forschungsgebiet frei zu wählen, so wie es ihre Neugier und ihr Wunsch, Einsicht in die Wirkungsweise der Natur zu gewinnen, gebieten. Dies ist die beste Art und Weise, einen Durchbruch zu erzielen, wenn es darum geht, eine Krankheit zu heilen, unser Leben zu verbessern und unseren Horizont zu erweitern. Ich möchte mich nun an dieser Stelle bei meinen Professoren entschuldigen, die mir vor vielen Jahren gesagt haben, dass man mit erstklassiger Forschungsarbeit unweigerlich praktische Ergebnisse erzielt. Leider sind viele von ihnen nicht mehr unter uns, aber ich muss hier und heute eingestehen, dass sie hundertprozentig Recht hatten. Den Nachweis dafür erbringen die hundert Millionen Dollar, die das Weizmann Institut jährlich einnimmt!

Die nützlichen Ergebnisse kommen garantiert. Wann, wie und in welcher Form ist unmöglich vorherzusagen. Sobald sie kommen, gibt es keinen Widerspruch zwischen dem Engagement für Grundlagenforschung und deren aggressiver kommerzieller Nutzung. Jedes Forschungsinstitut, das sich zur Grundlagenforschung bekennt, sollte sich bemühen, jedes praktische Ergebnis zu nutzen: durch Patentierung, durch Lizenzvergabe an die Industrie, durch Weiterentwicklung bis zu dem Punkt, an dem eine Lizenzvergabe interessant wird, durch das Bewusstsein, dass es im Jahr 2006 und in zunehmendem Maß in den Jahren danach, eine Vielzahl von Möglichkeiten gibt und geben wird, wirtschaftlichen und finanziellen Nutzen aus geistigem Eigentum zu ziehen. Dieser Satz ist von besonderer Bedeutung. Man kann aus Erfindungen und geistigem Eigentum nicht nur in Form von Patent- und Lizenzgebühren, sondern auf verschiedenste Weise wirtschaftlichen Nutzen ziehen. Ich habe schon erwähnt, dass die Stanford-University mit Google ein Vermögen gemacht hat. Die geistigen Urheber von Google hatten lange Zeit kein Geld damit gemacht. Dann gründeten sie eine Aktiengesellschaft, an der Stanford einige Anteile besaß. Ich möchte hier keine kommerziellen Fragen diskutieren, aber im Bereich des geistigen Eigentums gibt es Aktien und Anteilskapital, Optionen und Lizenzabkommen auf Gegenseitigkeit, Unterlizenzen und Streitigkeiten um Patente, die damit enden, dass sich zwei Unternehmen darauf einigen, sich nicht aufgrund von Handlungen, die weder der eine noch der andere gesetzt hat, auf Kreuzlizenzgebühren zu klagen. Die Vielfalt der Erträge aus und Vergütungen von geistigem Eigentum ist unendlich, und wenn sie in einem Forschungsinstitut geistiges Eigentum schaffen, sollten sie sich tunlichst mit all diesen Möglichkeiten vertraut machen, um eine uneingeschränkte Nutzung sicherzustellen.

Die Vorteile der Grundlagenforschung liegen jedoch nicht nur in direkten kommerziellen Erträgen und Patenten. Ich habe den Computer erwähnt, der in den frühen fünfziger Jahren am Weizmann-Institut in Israel gebaut wurde. Dieser Computer war sozusagen die Wiege für Generationen von Informatikern. 20 und 30 Jahre danach lösten diese Informatiker eine richtiggehende Explosion von High-Tech-Neugründungen im Telekommunikations- und Softwarebereich in diesem kleinen Land aus, das zu jenen Ländern gehört, die die High-Tech-Revolution der neunziger Jahre im Telecom- und Softwarebereich am besten zu nutzen verstanden. Die Schaffung einer Expertendynastie ist daher ein weiterer Aspekt des wirtschaftlichen Nutzens, der aus der Grundlagenforschung gezogen werden kann. Ich spreche von einer richtiggehenden Dynastie mit Kindern und Enkeln, mit einer ständig wachsenden Zahl an unterschiedlichen Talenten, Kompetenzen und Qualitäten. Nicht alle von ihnen sind Superstars, nicht alle herausragend; viele sind einfach brauchbare, gut Leute der unterschiedlichsten Art.

Ich höre gerade, dass mir nur noch zwei Minuten bleiben. Auf diesen Moment habe ich ganz bewusst in der Absicht gewartet, etwas sehr Unfares zu tun. Ich hätte ihnen die lange Zeit des Zuhörens ebenso gut ersparen und das Ganze innerhalb von zwei Minuten darlegen können. Das werde ich nun versuchen. Sie alle wissen, dass Analogien in gewisser Hinsicht sehr dienlich sein können, aber ihre Grenzen haben und fast nie alle Aspekte abdecken. Es gibt allerdings eine Analogie zur Grundlagenforschung, die geradezu verblüffend ist und sich weit fortführen lässt. Es ist die Analogie zwischen Grundlagenforschung und dem Großziehen von Kindern. Wenn sie ein Kind bekommen, dann investieren sie in dieses Kind und geben ihm alles; es wird gefüttert, es wird geliebt, sie investieren Gefühle und Geld, das Kind ist ihr Leben. Sie wissen nicht, was die Zukunft bringen wird; vielleicht wird das Kind ein Einstein oder ein Mozart, ein Mafiaboss oder ein Terrorist oder einfach ein guter Bürger mit irgendeinem Beruf – Sie haben keine Ahnung. Aber eines ist sicher, wenn es keine Kinder gäbe, gäbe es keine Mozarts und keine Einsteins. Im Alter von fünf oder acht Jahren zeigen manche Kinder Talent für Musik, für Mathematik oder für Sport. Dies sind die typischen Talente, die schon sehr früh erkennbar werden. Dann gibt es Kinder, deren Talente erst mit 35 entdeckt werden; sie werden gute Biologen oder gute Anwälte oder gute Geschäftsleute. Es dauert unterschiedlich lang, um in verschiedenen Bereichen Erfolg zu haben. Glück spielt dabei immer eine Rolle. Erfolg ist eine Mischung aus Glück, Leistung und Ausdauer. Wenn sie zu viele Kinder haben, haben sie nicht genug Geld, um allen eine gute Erziehung angedeihen zu lassen. Man kann es sich nicht leisten, in zu viele Kinder zu investieren. Wenn sie zu wenige Kinder haben, ist die Wahrscheinlichkeit, dass Mozart und Einstein geboren werden, sehr gering, und die Bevölkerung ist durchsetzt von alten Ideen – alten Kindern, die nicht sehr erfolgreich sind. Den Rest überlasse ich ihnen, weil die zwei Minuten abgelaufen sind. Ich überlasse es ihnen, diese Analogie weiterzuführen, aber nicht jene zwischen Kindern und Wissenschaftlern – auch Wissenschaftler sind Kinder, die Liebe und Betreuung brauchen – aber das ist eine andere Geschichte für eine andere Gelegenheit. Ich meine die Analogie zwischen Kindern und Ideen in der Grundlagenforschung. Je länger man darüber nachdenkt, desto verblüffender wird die Analogie. Wenn Sie die Prognose für das Leben Ihres Kindes wirklich verstehen, dann haben Sie ein umfassendes Verständnis der Art und Weise, in der Grundlagenforschung wirtschaftlichen Nutzen bringen kann. Vielen Dank.