

Rede des Sondergastes Prof. Werner ARBER,
Professor für Mikrobiologie am Biozentrum der Universität Basel,
Präsident der Päpstlichen Akademie für die Wissenschaften (Schweiz)

Bei der Vorstellung des Sondergastes sagte der Delegierte Präsident folgende Worte:

Arber ist ein Schweizer Mikrobiologe und Genetiker. 1978 wurde ihm für die Entdeckung der Restriktionsenzyme zusammen mit den amerikanischen Forschern Hamilton Smith und Daniel Nathans der Nobelpreis für Physik oder Medizin verliehen. Das Konzept der transduzierenden Hybrid-Viren diente anderen später als Modell für die Vektorklonierung in der rekombinanten DNA-Technologie.

Werner Arber wurde nicht nur mit vielen Preisen, Auszeichnungen und Mitgliedschaften geehrt, sondern gehört auch dem "World Knowledge Dialogue Scientific Board" an, ist assoziiertes Mitglied der Akademie für Wissenschaften für Entwicklungsländer (TWAS) (seit 1997), sowie Präsident des Internationalen Rats der Wissenschaftsunionen (ICSU) (1996-1999).

Seit 1981 ist er Mitglied der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften. Im Januar 2011 ernannte ihn der Heilige Vater, Papst Benedikt XVI., zum Präsidenten der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften, womit zum ersten Mal ein Protestant dieses Amt innehat.

Erteilen wir Professor Werner Arber jetzt das Wort.

[00179-05.05] [NNNNN] [Originaltext: Spanisch]

Daraufhin hielt der Sondergast seine Ansprache:

Einleitung

Neugier ist eine grundlegende Eigenschaft des menschlichen Geistes. Einerseits ist sie die treibende Kraft für wissenschaftliche Untersuchungen zur Identifizierung von Naturgesetzen. Andererseits ist die Neugier auch die Grundlage für das Interesse eines jeden Menschen, die grundlegenden Gesetze der Natur zu kennen, als wesentlicher Beitrag zu seiner Suche nach Sinn und Wahrheit. Während die Naturwissenschaften bei weitem keine entsprechende Antwort auf alle Fragen geben können, insbesondere nicht auf jene, die die natürliche Sphäre übersteigen, nehmen verschiedene Glaubensformen (einschließlich derer, die religiösen Ursprungs sind) ebenfalls einen wichtigen Platz bei Beantwortung der Sinnfrage ein. Sie sind wesentliche Teile des Orientierungswissens, das als Leitfaden für das menschliche Handeln dient. In diesem Zusammenhang stellen wir hier die Frage nach den gegenseitigen Beziehungen zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und grundlegenden Glaubensinhalten und nach ihrer Kompatibilität.

Kontext und Bedeutung des Orientierungswissens

Das Orientierungswissen wird unser ganzes Leben hindurch im menschlichen Geist aufgebaut und aktualisiert. Es enthält Elemente, die bereits in der embryonalen Phase und in der frühen Kindheit erworben wurden. Dann wird es bereichert durch Erziehung und Bildung sowie durch die persönliche Suche nach Wahrheit. So wird fundierte wissenschaftliche Erkenntnis den verschiedenen Formen des Glaubens, einschließlich des religiösen Glaubens, zur Seite gestellt. Wir können übrigens Agnostikern auch einen bestimmten Glauben zuschreiben, nämlich den an die Nichtexistenz Gottes. In unserem täglichen Handeln und besonders dann, wenn wichtige Entscheidungen zu treffen sind, werden wir

bewußt oder oft auch unbewußt von unserem Orientierungswissen gesteuert. Wir können das Orientierungswissen als sozialisierendes Element in unserem Leben betrachten. Es trägt dazu bei, unser Handeln mit unserem Leben in Gemeinschaft und mit einem nachhaltigen Gebrauch unserer Lebensräume und der vorhandenen Ressourcen in Einklang zu bringen.

Die kosmische Evolution und die biologische Evolution sind Tatsachen, die wichtige Naturgesetze offenbaren.

Die Päpstliche Akademie der Wissenschaften befaßt sich immer wieder mit den ständig wachsenden wissenschaftlichen Erkenntnissen in beiden Bereichen: der Evolution des Universums und der Evolution des Lebens. Dies geschieht zum großen Teil auf der Grundlage der Beobachtung der ständigen Evolution. Zumindest einige der so gewonnenen Erkenntnisse können uns erlauben, auch Rückschlüsse auf frühere Evolutionsprozesse zu ziehen. Bisher gibt es in der Wissenschaft jedoch noch keine genauen Erkenntnisse über die Ursprünge der kosmischen Evolution (Wie sind zum Beispiel die Grundteilchen, die Bausteine der Materie, entstanden?) oder über die Ursprünge des Lebens (Wie sind all die Elemente, die für die Lebensvorgänge notwendig sind, zusammengekommen?). Mit anderen Worten, wir haben bisher keinen sicheren wissenschaftlichen Nachweis für eine sogenannte "creatio ex nihilo", mit der die Philosophie sich befassen muß. Andererseits sind die andauernden Evolutionsprozesse des Universums und des Lebens heute gut fundierte wissenschaftliche Tatsachen und dienen als wesentliche Elemente unablässiger Schöpfung.

In den letzten Jahrhunderten und zunehmend in den letzten Jahrzehnten haben wissenschaftliche Untersuchungen durch hocheffiziente Forschungsstrategien gezeigt, daß unser Universum ein enormes Ausmaß besitzt und außer einer sehr großen Anzahl von Sonnensystemen auch die immer noch mysteriöse sogenannte Dunkle Materie und Dunkle Energie enthält. Und dieser ganze Komplex, von dem unser Planet Erde nur ein winzig kleines Teilchen ist, befindet sich bekanntlich in langsam fortschreitender, ständiger Evolution. Auf unserem Planeten kann jeder aufmerksame Beobachter die physikalische Evolution in relativ kleinen Schritten, wie Erdbeben, wahrnehmen.

Gegenwärtig nehmen wir an, daß es auch auf einigen außerirdischen Planeten Leben geben könnte, aber ein wissenschaftlicher Nachweis für diese Annahme steht noch aus. Andererseits haben die Biowissenschaften umfassendes fundiertes Wissen über die komplexen Lebensprozesse erworben, sowohl im Hinblick auf die Vorgänge in einzelnen Organismen als auch auf die ständige biologische Evolution auf der Ebene von Populationen.

Natürlich auftretende genetische Veränderungen als treibende Kraft biologischer Evolution

Seit etwa 60 Jahren wissen wir, daß die Lebensvorgänge abhängig sind von der genetischen Information, die in sehr langen Strängen der Nukleinsäure DNA verschlüsselt ist. Die jeweiligen linearen Sequenzen von nur vier verschiedenen Grundbausteinen (Nukleotiden) sind der Schlüssel zu allen Lebensvorgängen und zur Kontrolle ihres Ausdrucks zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort innerhalb des Organismus. Wenn wir die aufeinander folgenden Nukleotide mit der Buchstabenfolge in unseren Texten vergleichen, so entspricht die genetische Information einer einzelligen Bakterie dem Inhalt eines Buches. Das vielstudierte E.coli-Bakterium entspricht beispielsweise dem Informationsgehalt der Bibel. Im Gegensatz dazu haben mehrzellige Pflanzen und Tiere ge-

netische Information, die einer Enzyklopädie von oft mehreren 100 und bis zu 1000 Bänden vom Umfang der Bibel entspricht. Das menschliche Genom entspricht etwa 700 solcher Bände.

Die genetische Information wird von Generation zu Generation weitervererbt. Nur gelegentlich tritt in diesem Prozeß eine Veränderung gegenüber den elterlichen Nukleotidsequenzen auf. Einige dieser Abweichungen verursachen eine Veränderung einer phänotypischen Eigenschaft des betreffenden Organismus. Bekanntlich wirken sich solche Abweichungen meist eher negativ auf die Lebensvorgänge aus als dem betreffenden Organismus einen funktionalen Vorteil zu verschaffen. Ein beträchtlicher Teil der natürlich auftretenden Sequenzabweichungen hat außerdem keine unmittelbare Auswirkung auf die Lebensfunktionen.

Der Theorie der biologischen Evolution zufolge - sie beruht auf Charles Darwins Postulat der natürlichen Selektion, die auf phänotypische Abweichungen einwirkt -, ist die natürliche Entstehung genetischer Abweichungen die treibende Kraft der biologischen Evolution. Die wissenschaftliche Forschung in den letzten Jahrzehnten hat deutlich gemacht, daß viele verschiedene Mechanismen zur Entstehung neuer genetischer Abweichungen beitragen können. Der Beitrag bisher bekannter Molekularmechanismen kann einem, in einigen Fällen auch zwei allgemeinen mutationserzeugenden Vorgehensweisen, die bei Lebewesen vorhanden sind, zugeordnet werden. Einer dieser natürlichen Vorgänge genetischer Abweichung bringt eine lokale Veränderung der Nukleotidsequenz mit sich: zum Beispiel eine Nukleotidsubstitution, das Weglassen eines oder mehrerer benachbarter Nukleotide, die Einfügung eines oder mehrerer zusätzlicher Nukleotide oder auch die Vertauschung mehrerer benachbarter Nukleotide. Das kann durch die Replikation von DNA-Molekülen oder durch das Einwirken eines Mutagens geschehen. Ein zweiter natürlicher Vorgang genetischer Veränderung bringt eine segmentweise Neuordnung der vorhandenen genetischen Information eines Organismus hervor. Dies kann zu einer Vervielfältigung, zu einer Verlagerung oder zum Verlust eines gewöhnlich kleinen Teils der genetischen Information des betreffenden Organismus führen. Der dritte natürliche Vorgang genetischer Veränderung besteht im Erwerb eines relativ kleinen Segments genetischer Information von einer anderen Art von Organismus durch sogenannten horizontalen Gentransfer.

Durch die natürliche Selektion werden jene seltenen Abweichungen aussortiert und erhalten, die dem Organismus einen funktionalen Vorteil bringen. Weiterhin ist anzumerken, daß jeder der drei natürlichen Vorgänge der genetischen Veränderung mit unterschiedlicher Qualität zur biologischen Evolution beiträgt. Lokale Veränderungen der DNA-Abfolge können nach und nach zur Verbesserung einer speziellen Funktion führen. Die Neuordnung von Segmenten vorhandener genetischer Information in der DNA kann zu neuartigen Fusionen funktionaler Bereiche oder zur Fusion eines existierenden Gens mit einem anderen Element zur Kontrolle der Genexpression führen. Der Vorgang des Erwerbs der DNA wird letztlich als Teilhabe am funktionalen Erfolg einer anderen Art von lebendigem Organismus betrachtet.

Das natürliche Evolutionspotential und seine Auswirkung auf die biologische Vielfalt

An der natürlichen Entstehung genetischer Abweichungen sind im Allgemeinen sowohl besondere Genprodukte als auch einige nichtgenetische Elemente beteiligt. Die Produkte sogenannter Evolutionsgene treten dabei als Variationsgeneratoren und/oder als Modulatoren der Häufigkeit der genetischen Veränderung auf. Nichtgenetische Elemente können

Auswirkungen chemischer oder physikalischer Mutagene, zufälliges Aufeinandertreffen und strukturelle Unterschiede wie isomere Formen biologischer Moleküle sein. Es ist anzunehmen, daß die Evolutionsgene in der langen Evolutionsphase der Vergangenheit genau darauf abgestimmt worden sind, ihre evolutionäre Funktion wahrzunehmen, die in der gelegentlichen Erzeugung neuer genetischer Varianten besteht. Diese Prozesse sind weitgehend zufällig, was den Ort der Veränderung der Sequenzabweichung in der DNA und auch die Zeit der Mutagenese angeht. Das Ausmaß jeglicher Art von genetischer Veränderung wird natürlicherweise sehr gering gehalten. Das gewährleistet eine ausreichende Stabilität der genetischen Information lebender Organismen als Voraussetzung für nachhaltiges Leben in Populationen. Die Welt der Lebewesen sorgt also aktiv für die biologische Evolution durch ihr natürliches Potential zur biologischen Evolution. Mit anderen Worten, die biologische Evolution ist ein ständig andauernder Prozeß unablässiger schrittweise voranschreitender Kreativität.

Wir wissen, daß das natürliche Evolutionspotential der Ursprung der biologischen Vielfalt ist und daß die unablässige biologische Evolution auch eine ständige, wenn auch sehr langsam voranschreitende Ergänzung der biologischen Vielfalt gewährleistet. Im Hinblick auf die weitgehend zufällige Erzeugung genetischer Abweichungen kann man jedoch nicht erwarten, daß verlorene biologische Vielfalt im zukünftigen Evolutionsprozeß genauso wiederhergestellt werden kann. Vielmehr ist zu erwarten, daß die ergänzte biologische Vielfalt hauptsächlich aus neuen Arten mutierter Organismen besteht.

Kulturelle Werte wissenschaftlicher Erkenntnis

Wissenschaftliche Erkenntnisse über die Gesetze und Konstanten der Natur sind unter folgenden Gesichtspunkten kulturelle Werte: Einerseits bereichert fundierte wissenschaftliche Erkenntnis unsere Weltsicht und trägt so zu unserem Orientierungswissen bei. Andererseits kann wissenschaftliche Erkenntnis auch neue Zugänge zu technischen Anwendungen und Neuerungen zum Wohl unseres Lebens und unserer Umwelt öffnen. Da solche Neuerungen oft zur Gestaltung der Zukunft beitragen, sollten wir idealerweise fordern, daß jede diesbezügliche Entscheidung von einer sorgfältigen Begutachtung der zu erwartenden Folgen abhängig gemacht wird und daß andererseits die Zivilgesellschaft und die Kirche bereit sein müssen, zusammen mit Wissenschaftlern und der Wirtschaft Mitverantwortung zu übernehmen bei einer neuen Gestaltung der Zukunft, im Hinblick auf den Nutzen für die Menschheit und ihre Umwelt. Solche Maßnahmen können dazu beitragen, die Nachhaltigkeit des Prozesses und damit die langfristige zukünftige Entwicklung auf unserem Planeten zu gewährleisten.

Die Rolle von Verhaltensregeln für die Menschheit

Wir wissen, daß unser gesellschaftliches Leben einige verbindliche Verhaltensregeln erfordert, die zu einem festen Bestandteil unseres Orientierungswissens werden sollten. In modernen Gesellschaften gewährleistet eine politisch begründete Gesetzgebung, daß empfohlene Verhaltensregeln weitgehend befolgt werden. Die Annahme dieser Regeln kann gefördert werden, wenn ihre Prinzipien auch in einem religiösen Glauben verankert sind. In der christlichen Gesellschaft sind wichtige Verhaltensregeln von Jesus Christus ausgegangen und werden seit jener Zeit von Christen weitgehend befolgt. Dennoch ist es eine wichtige Aufgabe der heutigen Gesellschaften, das etablierte Regelwerk zu aktualisieren und der wissenschaftlichen Erkenntnis, die wir erworben haben, dabei besondere

Aufmerksamkeit entgegenzubringen. In diesem Zusammenhang glaube ich, daß Jesus Christus, wenn er heute unter uns leben würde, die Anwendung fundierter wissenschaftlicher Erkenntnisse zum langfristigen Wohl der Menschen und ihrer natürlichen Umwelt begrüßen würde, solange durch eine solche Anwendung, die zur Gestaltung der Zukunft führt, sichergestellt ist, daß die betroffenen Naturgesetze in vollem Umfang geachtet werden.

Lassen Sie uns diese Aussage kurz durch ein Beispiel erläutern: Durch die jüngsten Fortschritte in der Erforschung der Genome, Proteome und Metabolome ist es möglich geworden, die biologische Evolution darauf auszurichten, unserem Bedürfnis nach gesunder Ernährung entgegenzukommen und zur Verbesserung der Medizin beizutragen. Die Päpstliche Akademie der Wissenschaften hat im Mai 2009 diesem Thema eine Studienwoche gewidmet und das Augenmerk dabei besonders auf genetisch veränderte Pflanzen zur Ernährungssicherung im Kontext der Entwicklung gerichtet. Unsere Akademie ist zu dem Schluß gekommen, daß kürzlich eingeführte Methoden zur Herstellung genetisch veränderter Organismen den Naturgesetzen der biologischen Evolution folgen und keine Gefahren bergen, die in der Methode der Gentechnik verankert sind. Denn diese Methoden beinhalten lokale Veränderungen der Sequenzen, die Neuordnung von Segmenten genetischer Information, die in dem betreffenden Organismus vorhanden ist, und/oder den horizontalen Transfer eines relativ kleinen Abschnitts genetischer Information von einem Organismus auf einen andersartigen Organismus. Wie bereits oben erläutert, sind dies die drei natürlichen Vorgänge zur natürlichen Erzeugung genetischer Abweichungen in der biologischen Evolution. Die Aussicht auf eine Verbesserung weitverbreiteter Nutzpflanzen kann voraussichtlich dazu beitragen, Unterernährung und Hunger in den Entwicklungsländern einzudämmen.

Die Kompatibilität von wissenschaftlicher Erkenntnis und religiösem Glauben

Lange Zeit haben die Menschen wissenschaftliche Erkenntnisse hauptsächlich durch die Sinneswahrnehmung und mit Hilfe mentaler Überlegungen einschließlich des logischen Denkens erlangt. Das entsprechende Kapitel aus dem alttestamentlichen Buch Genesis ist für mich ein Zeugnis für eine frühe wissenschaftliche Weltanschauung, die es bereits vor einigen Jahrtausenden gab. Dieses Kapitel spiegelt auch eine weitgehende Übereinstimmung zwischen religiösem Glauben und wissenschaftlicher Erkenntnis wider. Es bietet eine logische Abfolge von Ereignissen: Auf die Schöpfung unseres Planeten Erde folgt die Schaffung der Voraussetzungen für das Leben. Dann wurden die Pflanzen hinzugefügt, und diese boten in einem nächsten Schritt Nahrung für Tiere, bevor schließlich der Mensch hinzugefügt wurde. Ungeachtet der Frage nach der Offenbarung ist dies eindeutig ein logischer Bericht über den möglichen evolutionären Ursprung der Dinge durch imaginäre Ereignisse, die zu der Natur führten, die die antiken Völker beobachteten. Aus der Genealogie im Alten Testament kann ich auch schließen, daß seine Autoren sich phänotypischer (also genetischer) Abweichungen bewußt waren. Die beschriebenen Personen haben ihre eigenen persönlichen Merkmale und sind daher keine genetisch identischen Klone von Adam und Eva. In diesen Erzählungen finden wir eine gute Übereinstimmung zwischen dem frühen religiösen Glauben und der wissenschaftlichen Erkenntnis über evolutionäre Entwicklungen. Jetzt ist es unsere Pflicht, diese Übereinstimmung auf der Grundlage der heute vorhandenen verbesserten wissenschaftlichen Erkenntnis zu erhalten (und wo nötig wiederherzustellen).

Meiner Überzeugung nach sind wissenschaftliche Erkenntnis und Glaube einander ergänzende Elemente unseres Orientierungswissens und sollten es auch bleiben.

Schlussbemerkungen

Mit besonderem Augenmerk auf die Evolution des Lebens und seiner Lebensräume und Umwelt haben wir hier dargelegt, wie die wissenschaftliche Erkenntnis zusammen mit anderen Elementen unseres Orientierungswissens das menschliche Handeln beeinflusst - einschließlich der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Nutzen des menschlichen Wohlergehens und einer intakten Umwelt, die einer langfristigen nachhaltigen Entwicklung unseres Planeten Erde und seiner Bewohner dient. Die hier angeführten Beispiele können auf jede andere Handlungsweise übertragen werden, die auf vorhandener wissenschaftlicher Erkenntnis gründet und einer nachhaltigen kulturellen Entwicklung dienlich sein kann. In diesem Zusammenhang geht die Päpstliche Akademie der Wissenschaften ihrer Aufgabe nach, die Entwicklung wissenschaftlicher Untersuchungen und die Pläne zur Anwendung des erworbenen Wissens kritisch zu verfolgen. Sie bringt regelmäßig Veröffentlichungen heraus, in denen sie die Welt der Wissenschaft, die kirchliche Hierarchie sowie alle Christen und Menschen guten Willens informiert, sowohl in Buchform als auch digital auf ihrer Website www.pas.va, und sie gibt auch entsprechende Empfehlungen zugunsten einer sicheren, verantwortlichen und nachhaltigen Entwicklung.

[00131-05.07] [SP000] [Originaltext: Englisch]