

# Transgene Pflanzen für die Ernährungssicherung im Kontext der internationalen Entwicklung.

---

Eine Studienwoche unter dem Patronat der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften widmete sich vom 15. bis 20. Mai 2009 in den Räumen der Akademie in der Casina Pio IV der Thematik „Transgene Pflanzen für die Ernährungssicherung im Kontext der internationalen Entwicklung.“ Im Verlauf der Veranstaltung diskutierten wir sowohl Fortschritte in der wissenschaftlichen Erkenntnis neuerer Sorten transgener Pflanzen (GE – genetically engineered) als auch die sozialen Bedingungen, unter denen die Gentechnologie (GE) zur Verbesserung der Landwirtschaft im Allgemeinen, und speziell zum Nutzen der Armen und Benachteiligten, verfügbar gemacht werden könnte. Die Einstellung der Teilnehmer war vom gleichen Technologieverständnis inspiriert, wie es Papst Benedikt XVI in seiner neuen Enzyklika zum Ausdruck gebracht hat, insbesondere dass „Technologie die objektive Seite menschlicher Tätigkeit ist (1), deren Ursprung und *raison d'être* im Subjekt selbst zu finden ist. Die Technik ist der objektive Aspekt der menschlichen Arbeit, deren Ursprung und Daseinsberechtigung im subjektiven Element liegt: dem arbeitenden Menschen. Darum ist die Technik niemals nur Technik. Sie zeigt den Menschen und sein Streben nach Entwicklung, sie ist Ausdruck der Spannung des menschlichen Geistes bei der Überwindung gewisser materieller Bedingtheiten. Die Technik fügt sich daher in den Auftrag ein, den Gott dem Menschen erteilt hat, »die Erde zu bebauen und zu hüten« (vgl. *Gen 2, 15*), und muss darauf ausgerichtet sein, jenen Bund zwischen Mensch und Umwelt zu stärken, der Spiegel der schöpferischen Liebe Gottes sein soll.“ (2)

## Wesentliche wissenschaftliche Schlussfolgerungen.

Wir bekräftigen die wichtigsten Schlussfolgerungen des Studiendokuments zur Nutzung von „Genetically Modified Food Plants to Combat Hunger in the World“, paraphiert am Ende der Jubiläumssitzung „Science and the Future of Mankind“ vom 10. bis 13. November 2000. Zusammengefasst und aktualisiert sind dies:

1. Mehr als 1 Milliarde Menschen der 6,8 Milliarden Weltbevölkerung sind gegenwärtig unterernährt, eine Situation die dringend die Entwicklung neuer Agrarsysteme und Agrartechnologien erfordert.
2. Die zu erwartenden zusätzlichen 2-2,5 Milliarden Menschen, welche die Weltbevölkerung bis 2050 auf 9 Milliarden ansteigen lassen werden, verschärfen die Situation dramatisch.
3. Die vorhergesagten Auswirkungen des Klimawandels und die damit einhergehende Abnahme des für die Landwirtschaft verfügbaren Wassers werden unsere Möglichkeiten, eine anwachsende Weltbevölkerung zu ernähren, weiter einschränken.

Zur Beschreibung der Abläufe in der Pflanzenzüchtung existieren viele verschiedene Ausdrücke. Alle lebenden Organismen bestehen aus Zellen, in denen Gene (Erbfaktoren) vorliegen, die für die charakteristischen Merkmale verantwortlich sind. Die Gesamtheit der Gene (der Genotyp) ist in der DNS niedergeschrieben und wird als Genom bezeichnet. Dies ist die Erbinformation, welche von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben wird. Jede Form der Pflanzenzüchtung, wie übrigens auch natürliche Prozesse im Rahmen der Evolution, beinhaltet genetische Veränderungen mit anschließender Selektion vorteilhafter Merkmale innerhalb der Nachkommenschaft. Die meisten Änderungen eines Phänotyps (Erscheinungsbild) oder einzelner sichtbarer Eigenschaften einer Pflanze (wie z.B. Struktur, Entwicklung, biochemische oder für die Ernährung interessante Eigenschaften) beruhen auf Änderungen ihres Genotyps. Die traditionelle Pflanzenzüchtung nutzt das zufallsgemässe Umsortieren von Genen bei der Kreuzung nahe verwandter und sexuell kompatibler Arten, oft mit unvorhersehbaren Konsequenzen und stets ohne detaillierte Kenntnis der Grundlagen der genetischen Veränderungen. In der Mitte des 20. Jahrhunderts wurde die traditionelle Pflanzenzüchtung durch die Mutationszüchtung ergänzt. Dabei werden Samen oder ganze Pflanzen mit mutagenen Chemikalien oder energiereichen Strahlen in der Hoffnung behandelt, dass dies, rein zufallsgemäss, zu vorteilhaften Veränderungen führen würde. Auch dieses Verfahren führte zu unkontrollierten und unvorhersagbaren Veränderungen des Genoms, unter denen die Pflanzenzüchter vorteilhafte Merkmale auswählten. In den letzten Jahren sind nun Technologien entwickelt worden, welche den Transfer von spezifischen, identifizierten und bestens charakterisierten Genen, oder kleinen Gruppen von Genen, ermöglichen, die bestimmte Merkmale bedingen. Begleitet von einer genauen Analyse der genetischen und phänotypischen Veränderungen, wird diese Technologie als „Transgenese“ bezeichnet (da Gene von einem Spender zu einem Empfänger übertragen werden) oder mit „genetic engineering“ (im vorliegenden Bericht mit GE abgekürzt), aber tatsächlich ist dieser Begriff auf jede Art von Pflanzenzüchtung anzuwenden.

4. Der massive Verlust von Mutterboden und die inakzeptabel hohe Anwendung von Pestiziden in weiten Teilen der Welt lassen erkennen, dass die moderne Landwirtschaft, so wie sie heute vielerorts praktiziert wird, nicht nachhaltig ist.
5. Verantwortungsvoller Einsatz transgener Pflanzen (GE) und anderer molekularer Techniken in der Landwirtschaft tragen dazu bei, diese Herausforderungen zu bewältigen.
6. Es gibt keine Technologie-inhärenten Faktoren in der Anwendung der Gentechnologie zur Verbesserung von Nutzpflanzen, welche diese oder die daraus gewonnenen Nahrungsmittel unsicher oder gefährlich machen.
7. Es ist Aufgabe der Gemeinschaft der Wissenschaftler, durch Forschung und Entwicklung (R&D) zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität beizutragen. Sie sollten auch darum bemüht sein, die mit diesen Fortschritten verbundenen Vorteile sowohl den Armen als auch jenen, die in entwickelten Ländern leben und sich bereits heute eines hohen Lebensstandards erfreuen, zugute kommen zu lassen.
8. Besondere Anstrengungen sollten unternommen werden, armen Bauern in den Entwicklungsländern verbesserte GE-Pflanzen, welche an ihre lokalen Bedingungen angepasst sind, verfügbar zu machen.
9. Bei der Entwicklung solcher verbesserter GE-Nutzpflanzen sollte die Forschung lokalen Bedürfnissen und Pflanzensorten besondere Aufmerksamkeit schenken, wie auch den Möglichkeiten eines jeden Landes, bei der Einführung solcher Pflanzen seine Traditionen, sein soziales Erbe und seine administrativen Verfahren zu berücksichtigen.

Seit der Erarbeitung des früheren Studiendokuments wurden die vorliegenden Beweise sowohl den höchsten Standards wissenschaftlicher Überprüfung, als auch weitreichender praktischer Erfahrung hinsichtlich der Entwicklung, Anwendung und Auswirkung der Gentechnologie unterworfen. Im Verlauf der Studienwoche bewerteten wir diese Beweise und kamen zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. In geeigneter Weise und verantwortlich angewandt, kann Gentechnologie unter vielfältigen Bedingungen wesentliche Beiträge zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität und der Nahrungsqualität leisten - durch Verbesserung des Ertrags und der Nahrungsqualität der Pflanzen, durch verbesserte Resistenz gegenüber Schädlingen wie auch durch Erhöhung der Toleranz gegenüber Dürre und anderen physikalischen Stresssituationen. Solche Verbesserungen sind weltweit dringend erforderlich, um die Nachhaltigkeit und Produktivität der Landwirtschaft zu erhöhen.
2. Die Geschichte der genetischen Verbesserung von Nutzpflanzen stellt ein langes und nahtloses Kontinuum von zunehmend präziseren und vorhersagbareren Techniken dar. Das U.S. National Research Council folgerte bereits in einem Bericht aus dem Jahr 1989: „Da die molekularen Methoden spezifischer sind, werden die Anwender dieser Methoden die gewünschten Eigenschaften mit grösserer Sicherheit auf die Pflanzen übertragen können,

und deshalb laufen sie weniger Gefahr, unkontrollierte Nebenwirkungen zu erzeugen, als dies mit anderen Methoden der Pflanzenzüchtung der Fall wäre.“

3. Der herausragende Nutzen der Technologie ist bereits in Ländern wie den U.S.A., Argentinien, Indien, China und Brasilien, in denen GE-Pflanzen grossflächig angebaut werden, vielfältig belegt.
4. GE-Pflanzen können ebenfalls grosse Bedeutung für Kleinbauern und gefährdete Mitglieder armer Landbevölkerungen, insbesondere von Frauen und Kindern, haben. Insektenresistente GE-Baumwolle und GE-Mais haben den Einsatz von Insektiziden stark reduziert und vor allem im Kleinbauernsektor verschiedener Entwicklungsländer, wie Indien, China, Südafrika und den Philippinen, zu beträchtlichen Steigerungen der Erträge und Haushaltseinkommen und damit auch zur Verringerung der Armut beigetragen (zusätzlich zu weniger Vergiftungen durch chemische Pestizide).
5. Resistenzen gegenüber umweltfreundlichen, billigen Herbiziden in Mais, Sojabohne, Raps und weiteren Nutzpflanzen stellen das am weitesten genutzte GE-Merkmal dar. Sie erhöhen den Ertrag pro Hektar, ersetzen das mühevoll mechanische Jäten von Unkraut und ermöglichen minimale, meist pfluglose, Bodenbearbeitung bei geringerem Arbeitsaufwand. Damit führt Herbizidresistenz auch zu einer deutlichen Reduktion der Bodenerosion. Diese spezielle Technologie könnte besonders für solche Landwirte in Entwicklungsländern von Nutzen sein, die alters- oder krankheitsbedingt die traditionelle Unkrautbekämpfung nicht mehr durchführen können.
6. GE-Pflanzen können durch Bereitstellen essentieller Mikronährstoffe Mangelernährung bekämpfen. So haben beispielsweise Untersuchungen des mit Provitamin A angereicherten „Golden Rice“ gezeigt, dass eine normale tägliche Ration dieses bioverstärkten Reises Vitamin A Mangelkrankheiten erheblich reduzieren könnte.
7. Die Anwendung der GE-Technologie zur Erzeugung von Insektenresistenz hat eine Reduktion des Insektizidaufwands zur Folge und führt damit zu geringeren Kosten und zur Verbesserung des Gesundheitszustandes von Landarbeitern. Diese Korrelation ist auch in Europa von grosser Bedeutung, da dort die Anwendung von Insektiziden besonders hoch ist, zum Schaden sowohl der Ökosysteme als auch der menschlichen Gesundheit .
8. GE-Technologie kann schädliche, energieaufwendige, Bodenbearbeitungsmassnahmen reduzieren unter gleichzeitiger Erhöhung der Biodiversität und Schonung der Umwelt – unter anderem durch Reduktion der Freisetzung von CO<sub>2</sub>, dem wichtigsten anthropogenen Treibhausgas.
9. Die vorhergesagten Auswirkungen des Klimawandels erhöhen die Notwendigkeit, GE-Technologie in Verbindung mit anderen Züchtungstechniken sinnvoll und aktiv einzusetzen, um z.B. Merkmale wie Dürresistenz oder Überflutungstoleranz in die wichtigsten Nahrungspflanzen aller Regionen so schnell wie möglich zu integrieren.
10. Die GE-Technologie hat bereits den Ertrag armer Landwirte erhöht, und nachgewiesenermassen haben dadurch Einkommen und Beschäftigung in einer Weise zugenommen, wie dies ohne deren Einsatz nicht der Fall gewesen wäre.

11. Die kostspieligen regulatorischen Verfahren der GE-Technologie müssen auf Verfahren umgestellt werden, die wissenschaftlich begründbar sind und sich an konkreten Risiken orientieren. Dies bedeutet, dass die Regulierung sich an den spezifischen Eigenschaften neuer Sorten zu orientieren hat und nicht an dem Verfahren, mit dessen Hilfe eine neue Eigenschaft eingeführt wurde.
12. Die Risikobeurteilung darf sich nicht lediglich auf die Beurteilung möglicher Risiken durch die Nutzung einer neuen GE-Sorte beschränken, sondern sie muss auch die Folgen berücksichtigen, die sich daraus ergeben, dass diese neue GE-Sorte nicht verfügbar gemacht wird.
13. Gegenwärtig wird im öffentlichen Bereich mit beträchtlichem Aufwand die Gewinnung verbesserter GE-Sorten von Maniok, Süsskartoffel, Reis, Mais, Bananen, Sorghum und weiterer wichtiger tropischen Nutzpflanzen betrieben, welche von unmittelbarem Nutzen für die Armen sein werden. Diese Anstrengungen verdienen höchste Unterstützung.
14. Die Größenordnung der Herausforderungen, denen sich die Armen und Unterernährten der Welt gegenüber sehen, erfordert die Entwicklung von Lösungskonzepten mit hoher Dringlichkeit. Jährlich führt Mangelernährung zu einem hohen Zoll an vermeidbaren Krankheiten und Sterbefällen. Der vor kurzem erfolgte Anstieg der Nahrungsmittelpreise hat die Verletzlichkeit der Armen und Bedürftigen im Wettbewerb um Ressourcen besonders deutlich gemacht. In diesem Zusammenhang gilt, dass verpasste Hilfe nicht wieder gutzumachen ist.
15. Auf der Grundlage dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse ist es ein moralischer Imperativ, die Vorteile der GE-Technologie in grösserem Rahmen armen und benachteiligten Bevölkerungsschichten verfügbar zu machen, ihren Lebensstandard zu erhöhen, ihre Gesundheit zu verbessern und ihre Umwelt zu schützen. Dies muss jedoch stets unter Bedingungen stattfinden, die den Anwendern die Möglichkeit offen halten, eine freie Wahl zu treffen.

Auch wenn die Gentechnologie ihre Bedeutung weltweit für die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität unter Beweis gestellt hat, kann sie nur als Teil einer vielseitigen Strategie wirksam sein. Wie der Heilige Vater Benedikt XVI bemerkte: ‚Aus dieser Sicht könnte es sich als hilfreich erweisen, die neuen Möglichkeiten ins Auge zu fassen, die sich durch den richtigen Einsatz traditioneller wie auch innovativer landwirtschaftlicher Produktionstechniken auf tun, immer vorausgesetzt, dass diese nach angemessener Prüfung als zweckmäßig, umweltfreundlich und für die am meisten benachteiligten Bevölkerungsgruppen als zuträglich erkannt wurden‘. (3). Wir sind uns bewusst, dass nicht alle Entwicklungen der GE-Technologie, wie das bei jeder neuen Technologie der Fall ist, ihre ursprünglichen Versprechungen erfüllen werden. Wir müssen beständig den potentiellen Beitrag aller geeigneten Technologien prüfen, die zusammen mit konventioneller Pflanzenzucht und zusätzlichen Strategien der Sicherstellung der Ernährung und der Armutsbekämpfung zukünftiger Generationen dienen (4). Viele davon können jedoch synergistisch mit GE-Technologien angewandt werden. Strategien, wie die Schonung der Böden durch pfluglose Bewirtschaftung und andere Erosionsschutzmassnahmen, sachgemässes Düngen und die Entwicklung neuer Düngemittel und umweltfreundlicher Agrochemikalien, Bewässerung, integrierte Schädlingsbekämpfung, der Schutz

der Biodiversität, die Einführung neuer Sorten von Kulturpflanzen und, wo angebracht, die Verbesserung existierender und besonders auch längst aufgegebener Sorten und Arten (orphan crops) (5): Diese sollten sowohl von öffentlichen wie von privaten Institutionen und Partnerschaften genutzt werden. Andere ausschlaggebende Faktoren für die verbesserte Ernährungssicherheit, besonders auch für Entwicklungsländer, sind die Verbesserung der Infrastruktur (Transport, Energieversorgung und Vorratshaltung), das ‚capacity building‘ durch fachlich qualifizierte Ausbildung der Bauern, verbunden mit unabhängiger Beratung bei der freien Saatgutwahl durch lokale Stellen, die Entwicklung gerechter Finanzierungs- und Versicherungssysteme und die gerechte Lizenzierung von Patentrechten. Auch wenn uns bewusst ist, dass das Armutsproblem sehr komplexer Natur ist, sollte uns dies nicht daran hindern, GE-Pflanzen dort einzusetzen, wo sie zur Problemlösung beitragen können.

## Die breite öffentliche Debatte

Die Gentechnologie mit Pflanzen hat ein breites öffentliches Interesse hervorgerufen und eine weltweite Debatte über den Beitrag der Wissenschaft zu den vielen Herausforderungen ausgelöst, denen sich die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts bezüglich Ernährung und Gesundheit gegenüber sieht. Diese Debatte über das Potential, die Rolle und die Anwendungsbereiche der Gentechnologie ist willkommen und sinnvoll, solange sie sich auf wissenschaftlich fundierten oder in anderer Weise überprüfbaren Grundlagen bewegt und die wissenschaftlich-technologischen Anwendungen in fairer Weise evaluiert, reguliert und zum Nutzen der Menschheit eingesetzt werden. Nichts zu tun, ist keine Option, noch kann man Wissenschaft und Technologie einfach nach Lust und Laune aus- und wieder einschalten, wenn neue Problemlösungen anstehen. Es ist vielmehr die Aufgabe der Wissenschaft, eventuelle Risiken vorzusehen und sie zu vermeiden, um den grösstmöglichen Nutzen der Technologie zum Wohle der Menschheit zu sichern. In diesem Kontext sind die folgenden sechs Themenbereiche zu beachten: Das öffentliche Verständnis von Wissenschaft, der Stellenwert des geistigen Eigentums, die Zusammenarbeit zwischen Regierungen, internationalen Organisationen und der Gesellschaft, und eine adäquate, kosteneffiziente Regulierung.

## Das öffentliche Verständnis von Wissenschaft.

Die Teilnehmer der Studienwoche wiesen wiederholt auf die Missverständnisse hin, welche die öffentliche und politische Diskussion beherrschen. So wird zum Beispiel in der öffentlichen Debatte meist ignoriert, dass jede Form der Pflanzenzüchtung auf Veränderungen der Gene beruht und dass viele Beispiele aus dem Bereich der „konventionellen Züchtung“ auf Mutationen (unkontrollierte, unvorhersehbare Veränderungen von Genen) zurückzuführen sind, die durch radioaktive Strahlung oder chemische Mutagene ausgelöst wurden, auf Vorgänge also, die unausweichlich weit weniger berechenbare Veränderungen bewirken als Züchtungen mit Hilfe der Gentechnologie.

Alle Teilnehmer der Studienwoche fühlen sich verpflichtet, zum öffentlichen Dialog und zur Debatte beizutragen. Sie stehen dabei zu den Grundsätzen der Aufklärung auf aufgeklärter und wissenschaftlicher Basis. Wissenschaftler sind verpflichtet, ihre Meinung öffentlich kund zu tun, ihre Wissenschaft zu erklären, die Technologie von Mythen zu befreien und für die weite Verbreitung ihrer Schlussfolgerungen zu sorgen. Wir appellieren an alle, die GE-Kulturpflanzen ablehnen, oder ihrem Einsatz skeptisch gegenüberstehen, die zugrunde liegende Wissenschaft sorgfältig zu prüfen und auch den nachweisbaren Schaden zu berücksichtigen, der dadurch entsteht, dass diese Technologie denjenigen vorenthalten wird, die sie am dringlichsten benötigen. Dem Gemeinnutz kann nur gedient werden, wenn die öffentliche Debatte auf solider, wissenschaftlicher Grundlage und in fairem Meinungs austausch geführt wird.

## Der Stellenwert des geistigen Eigentums

Eigentumsrechte spielen, wie in allen Aspekten unserer modernen Gesellschaft, eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Technologien, medizinische und landwirtschaftliche Biotechnologie eingeschlossen. Wir sind uns bewusst, dass Entwicklungen im kommerziellen Sektor auch entscheidende Beiträge zur Eliminierung von Hunger und Armut geleistet haben. Im Einklang mit der Soziallehre der Kirche, die von einem fundamentalen Recht der Menschheit auf alle Ressourcen dieser Erde ausgeht (6), appellieren wir an die öffentlichen wie auch privaten Handlungsträger, die berechtigten Ansprüche an geistiges Eigentum, auch jenseits existierender gesetzlicher Normen, dieser universellen Bestimmung unterzuordnen und ungerechtfertigte Bereicherung oder Ausbeutung der Armen nicht zuzulassen .

In diesem Zusammenhang kommt öffentlich-privaten Partnerschaften zunehmende Bedeutung bei der Entwicklung und Verbreitung derjenigen GE-Kulturpflanzensorten zu, die in den Entwicklungsländern die Nahrungsgrundlage der Armen darstellen. Das humanitäre Projekt des „Goldenen Reises“ ist ein ausgezeichnetes Beispiel einer solchen Partnerschaft, in der die Patentrechte privater Firmen kostenlos jenen öffentlichen Institutionen lizenziert wurden, welche die neuen Reis-Sorten für die Bauern entwickeln und für den Anbau bereitstellen. Eine Reihe weiterer, ähnlicher, Projekte, deren Ziele ebenso mit dem Anspruch der Rechte aller Menschen auf die Früchte dieser Erde im Einklang stehen, sind gegenwärtig in Bearbeitung. Wenn der private Sektor bereit ist, Patentrechte den Armen dieser Welt zur Verfügung zu stellen, verdient er unser Lob und wir sollten ihn ermutigen, weiterhin diesen höchsten ethischen Ansprüchen zu genügen.

Wenn wir die Beziehungen zwischen Geschäft und Ethik betrachten, sollten alle privaten Unternehmen, insbesondere auch die multinationalen Konzerne im Landwirtschaftssektor, sich nicht nur auf den ökonomischen Gewinn allein konzentrieren, sondern auch humanitäre und kulturelle Werte und Aspekte der Ausbildung in ihr Geschäftsmodell einbeziehen.

In diesem Sinne heisst die Enzyklika *Caritas in Veritate* die neueren Entwicklungen willkommen, die in Richtung einer ‚Zivilen Wirtschaft‘ gehen, einer ‚Wirtschaft in der Gemeinschaft‘, einer Realität im Verbund, die Profit nicht ausschliesst, ihn aber als Mittel zum Erreichen humanitärer und sozialer Ziele sieht. Dies bedeutet eigentlich auch, dass im Sinne der Enzyklika gerade die Vielfalt der institutionellen Unternehmensformen einen humaneren und zugleich wettbewerbsfähigeren

Markt hervorbringen sollte'. (7). Diese Gedanken sind besonders bedeutungsvoll für die Qualität und Quantität der Nahrung, die der Gesellschaft zur Verfügung steht.

## **Die Rolle des öffentlichen Sektors.**

Die Entwicklung neuer Kulturpflanzen, welche die Grüne Revolution im 20. Jahrhundert ermöglichten, war vor allem eine Leistung der Forschung im öffentlichen Sektor. Wenn auch die öffentliche Forschung nicht mehr diese dominierende Stellung hat, bleibt sie doch weiterhin von zentraler und lebenswichtiger Bedeutung. Insbesondere kann sie, unter Einsatz nationaler und finanzieller Ressourcen, jene Forschung fördern, die den Ärmsten und Schwächsten in der Bevölkerung zu Gute kommt. Weil die Resultate seiner Forschung auf den Nutzen der Allgemeinheit ausgerichtet sind, spielt der öffentliche Sektor weiterhin eine wichtige Rolle. Diese uneigennützig orientierte Ausrichtung ist für den privaten Sektor sehr viel schwieriger, da die Kommerzialisierung seiner Produkte im Vordergrund stehen muss. In vielen Anwendungsgebieten von Wissenschaft und Technologie im Gesundheitswesen war die Zusammenarbeit zwischen öffentlichem und privatem Sektor in humanitärer Hinsicht segensreich; dies sollte in der Landwirtschaft nicht anders sein. Das wohl grösste Hindernis auf diesem Weg im Bereich der Entwicklung von Kulturpflanzen durch moderne Biotechnologie ist aber eine unwissenschaftliche Überregulierung, welche die Kosten für Forschung und Entwicklung in einer Art und Weise aufbläht, die in keinem Verhältnis zum Zugewinn an Biosicherheit steht. Diese Überregulierung macht es dem öffentlichen Sektor aus rein finanziellen Gründen schwer, und oft unmöglich, seinen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung öffentlich verfügbarer neuer GE-Sorten zu leisten.

## **Die Rolle der Zivilgesellschaft.**

Regierungen, Akademien, NGOs, wohltätige Organisationen, zivilgesellschaftliche Organisationen und Religionsgemeinschaften können zum informierten Dialog zur Förderung des Verständnisses des möglichen Nutzens der Errungenschaften der Wissenschaften beitragen, insbesondere hinsichtlich der Verbesserung aller Lebensbereiche der weniger Privilegierten. Sie müssen helfen, die Armen vor jeglicher Ausbeutung, mit welchem Zweck auch immer, zu schützen. Sie tragen aber auch Verantwortung zu verhindern, dass diesen Gemeinschaften der Zugang zum Nutzen der modernen Wissenschaft versagt wird und sie dadurch weiterhin zu Armut, Krankheit und Hunger verurteilt sind.



## Zusammenarbeit zwischen Regierungen, internationalen Organisationen und der Zivilgesellschaft

Wie schon erwähnt, hat die Gentechnologie bereits bedeutende Beiträge zur Ernährungssicherheit durch Sortenverbesserung geleistet. Geeignete Anwendungen dieser Technologie, kombiniert mit weiteren molekularen Methoden der Pflanzenzüchtung, können potentiell wichtige Beiträge zur Entwicklung der hauptsächlichlichen Nutzpflanzen, aber auch von ‚Orphan Crops‘ in den Entwicklungsländern, leisten. Die Anwendung solchen wissenschaftlich gesicherten Wissens sollte als ‚Globales Öffentliches Gut‘ verstanden werden.

Nicht wegen der Forschungs- und Entwicklungskosten solcher GE- Sorten, sondern allein wegen der exzessiv hohen Regulierungskosten sind solche neuen GE-Pflanzen bisher nur von den multinationalen Unternehmen auf den Markt gebracht worden. Wegen der hohen Investitionskosten handelt es sich dabei vor allem um Nutzpflanzen mit grossem kommerziellem Potential. Öffentliche Pflanzenzüchtung zur Entwicklung von GE-Pflanzen wurde im Wesentlichen durch zwei Faktoren eingeschränkt:

1. Hohe Entwicklungskosten und fehlende Unterstützung durch nationale Forschungsförderung. Dies hatte zur Folge, dass die Entwicklung und Einführung lokaler Kulturpflanzen, darunter auch "Orphan Crops" wie Sorghum, Maniok, Kochbananen, für deren Vermarktung durch multinationale Unternehmungen kein Anreiz bestand, auch vom öffentlichen Sektor vernachlässigt wurden.
2. Die im Vergleich zu anderen Züchtungsmethoden, exzessive, unnötige und allein auf Gentechnologie fokussierte Regulierung hat die Entwicklungskosten derart in die Höhe getrieben, dass es für in kleinerem Massstab genutzte Pflanzen kein vernünftiges Verhältnis zwischen Investition und späterem Nutzen gibt, und entsprechende Projekte mit zu grossen finanziellen Risiken behaftet sind. Diese Situation beschränkt sich nicht auf den privaten Sektor allein, denn alle Investitionen, ob privat oder öffentlich, müssen im Lichte einer Kosten-Nutzen-Abwägung bewertet werden. Deshalb zögert sowohl der öffentliche als auch der private Sektor, andere als grossflächig genutzte „Weltwirtschaftspflanzen“ zu entwickeln.

Es ist deswegen wichtig, die Zusammenarbeit zwischen Regierungen, internationalen Organisationen, Entwicklungshilfeorganisationen und humanitären Einrichtungen auf diesem Gebiet zu fördern. Die potentiellen Vorteile einer solchen Zusammenarbeit haben sich bereits durch die Bereitschaft multinationaler Unternehmen, im Rahmen privat-öffentlicher Partnerschaften (public/private partnerships) die freie Vergabe patentierter Technologien zur Verbesserung von Kulturpflanzen für die Entwicklungsländer zuzugestehen, erwiesen. Im Falle des ‚Goldenen Reises‘ hat dies zum Technologietransfer in viele Länder Asiens geführt. Andere Beispiele betreffen trockenresistenten Mais in Afrika, insektenresistente Gemüse- und Hülsenfrüchte in Indien und Afrika, sowie viele andere Projekte in Afrika, Asien und Lateinamerika.

## Ansätze für angepasste Vorschriften der Regulierung

Jede neue Technologie erfordert zur Realisierung ihres Potentials eine vernünftige, angepasste Regulierung. Allzu stringente Zulassungsbedingungen, entwickelt von den reichen Ländern des Westens und auf hypothetische Risiken der GE-Kulturpflanzen fokussiert, benachteiligen die Entwicklungsländer sowie kleinere Entwickler, Produzenten und Händler. Diese Situation benachteiligt arme Völker auf unakzeptable Weise. Der Schaden, der durch das Nicht-Anwenden der präziseren und besser voraussagbaren GE-Technologie angerichtet wird, ist irreversibel in dem Sinne, dass die verlorenen Investitionen in Forschung und Entwicklung (und die damit verbundenen entgangenen Vorteile) nicht wieder wettgemacht werden können.

Die Evaluation neuer und verbesserter Sorten sollte generell auf den Merkmalen der neuen Sorten selbst basieren, und nicht auf den Technologien, die zu ihrer Entwicklung geführt haben. Neue Sorten sollten auf der Grundlage ihrer neuen Eigenschaften geprüft werden. Mögliche Risiken bestehen generell aufgrund neuer Eigenschaften, nicht aufgrund der Technologie, mit deren Hilfe die Eigenschaften gewonnen wurden. Einer speziellen Regulierung für GE-Pflanzen fehlt jede wissenschaftliche Begründung. Eine dem Stand wissenschaftlicher Erkenntnis angepasste Art von Regulierung würde es, wegen der wesentlich geringeren Kosten, ermöglichen, neue GE-Technologien zum Allgemeinwohl unabhängig davon zu entwickeln, ob es sich um weitverbreitete Weltwirtschaftspflanzen oder um kleinflächig angebaute lokale Sorten handelt. Es ist ausdrücklich zu betonen, dass es sich hierbei nicht um einen Missbrauch von Armen für Experimente handelt. Im Gegenteil, es würde den Armen Zugang zu neuen Technologien ermöglichen, die sich in weiten Teilen der Welt, sowohl in entwickelten Ländern als auch in Entwicklungsländern, bereits bewährt haben. Wir sollten nicht gegenüber Wissenschaft und Technologie – und damit verbunden, gegenüber Nahrung und Landwirtschaft – eine höhere Risikoabneigung an den Tag legen, als wir dies in unserem täglichen Leben für akzeptabel halten.

Die mit GE-Pflanzen verbundenen hypothetischen Gefahren unterscheiden sich nicht von denjenigen anderer Bereiche der Biotechnologianwendung mit anderen Organismen (z.B. in der medizinischen Biotechnologie oder bei biotechnologisch verbesserten Enzymen, wie sie in der Käse- oder Bierherstellung verwendet werden). Kurzfristige Risiken, wie die Präsenz toxischer Substanzen oder allergener Produkte können in Prüfverfahren, die gemeinhin bei konventionell gezüchteten Kulturpflanzen gar nicht angewendet werden, erfasst und ausgeschaltet werden. Was langfristige Konsequenzen anbetrifft, so geht das gegenwärtige Verständnis von molekularer Evolution, wie sie mit den niedrigen Mutationsraten in der Natur mit spontaner genetischer Variation stattfindet, klar davon aus, dass die durch Gentechnologie eingebrachten genetischen Modifikationen nur den gründlich studierten Prozessen der natürlichen biologischen Evolution folgen können. Lebensfähige Mutationen sind nur in kleinen Schritten möglich. Dies wird verständlich, wenn wir uns bewusst sind, dass die Erbanlagen unserer Landpflanzen Enzyklopädien von mehreren hundert Büchern umfassen, während die gentechnischen Veränderungen an unseren Kulturpflanzen nur einige wenige Gene von den durchschnittlich 26.000 Genen einer Pflanze umfassen. Deswegen kann das Risiko einer solchen gentechnischen Veränderung nicht grösser sein als dasjenige natürlicher Mutationen oder durch Strahlung oder chemische Mutagene ausgelöster Mutationen, die für zahlreiche, täglich genutzte, kaum definierte genetische Veränderungen verantwortlich sind. Statistische Untersuchungen zeigen, dass unerwünschte Eigenschaften solcher genetischer Veränderungen extrem selten sind und, im Falle der konventionellen Pflanzenzüchtung, durch Selektion ausgeschlossen werden.

Angesichts der Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnis in der Genetik seit der Annahme des Cartagena Protokolls zur Biosicherheit im Jahre 2000, ist es an der Zeit, im Sinn der Ausgewogenheit zwischen Sicherheitsbedürfnis und Nutzung der Vorteile der Gentechnologie, das Protokoll auf der Grundlage des heutigen Standes der Wissenschaft zu überprüfen und neu zu bewerten.

## **Glaube, wissenschaftliche Vernunft und Ethik**

Für den Gläubigen ist der Ausgangspunkt christlicher Sicht der göttliche Ursprung des Menschen, vor allem seiner Seele wegen. Dies begründet den Auftrag Gottes an den Menschen, über die Erde mit all ihren Lebewesen, mit all seiner Schaffenskraft und geleitet durch das Licht des Geistes, zu walten. In dieser Weise werden die Menschen zu Statthaltern Gottes, welche die natürlichen Wesen weiterentwickeln und verändern, um so Nahrung zu gewinnen. (8). So gesehen, wie begrenzt auch immer die Tätigkeit der Menschen in der Unendlichkeit des Kosmos sein mag, haben sie doch Teil an der Macht Gottes und sind fähig, die Welt zu einer Umgebung zu gestalten, die ihrem dualen körperlichen und spirituellen Leben, ihrem Überleben und ihrem Wohlergehen gemäss ist. Folglich sollten neue Formen menschlicher Intervention mit der Natur nicht als Widerspruch zu dem natürlichen Schöpfungsplan Gottes gesehen werden. Wie Papst Paul VI der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1975 sagte (9), muss der Wissenschaftler einerseits offen die Frage nach der irdischen Zukunft der Menschheit erörtern und andererseits, als verantwortungsvoller Mensch, dazu beitragen, sie zu gestalten und für das Überleben und Wohlergehen zu erhalten und Risiken auszuschalten. Deswegen müssen wir mit den gegenwärtigen und zukünftigen Generationen Solidarität als einer Form der Liebe und christlichen Wohltätigkeit bezeugen. Andererseits muss sich der Wissenschaftler von der Zuversicht leiten lassen, dass die Natur noch verborgene Möglichkeiten bereit hält, die es mit der menschlichen Intelligenz zu entdecken gilt und die wir uns nutzbar machen sollten, um die Stufe der Entwicklung zu erreichen, die unser Schöpfer in seinem großen Plan vorgesehen hat. Daher müssen wir wissenschaftliche Interventionen als Entwicklungsmöglichkeiten für unsere physische und belebte Umwelt zum Wohle der Menschheit sehen, in derselben Art wie "viele Dinge zum Wohle menschlichen Lebens hinzugefügt wurden über die Naturgesetze hinweg, eingebunden in Gottes und des Menschen Gesetz." (10)

## **Empfehlungen**

1. Weltweit sollte wissenschaftlich gesicherte Information für Regulatoren, Landwirte und Produzenten vermehrt zur Verfügung gestellt werden, so dass diese auf der Grundlage aktuellen Wissens zu allen Aspekten landwirtschaftlichen Managements und der Nachhaltigkeit wohl begründete Entscheidungen fällen können.

2. Prüf- und Zulassungsverfahren für neue Kulturpflanzen (ob mit konventionellen, Marker-unterstützten oder gentechnologischen Methoden gewonnen) sollten universell derart standardisiert und rationalisiert werden, dass sie wissenschaftlich, vom Risiko ausgehend, voraussagbar und transparent sind.
3. Die Anwendung des Vorsorgeprinzips (precautionary principle) auf die Landwirtschaft sollte überprüft und in Hinsicht auf Wissenschaftlichkeit und Praktikabilität, bei Abwägung der Risiken der Anwendung und der Nicht-Anwendung, neu formuliert werden. Diese Abwägung muss dem Denken der Vorsicht (*phronesis* oder *prudencia*) als der praktischen Weisheit entspringen, die Handlungen leiten soll. (11) Auch wenn diese praktische Weisheit nach Vorsorge verlangt, um das Gute im Griff zu behalten und das Schlechte zu vermeiden, so ist doch das wichtigste Element der Vorsicht nicht die Vorsorge, sondern die Voraussage. Dies bedeutet, dass die primäre Eigenschaft der Vorsicht nicht die Unterlassung von Handlung ist, um Schaden zu vermeiden, sondern dass die Anwendung wissenschaftlicher Voraussicht die Handlung bestimmen soll. (12) So hat Papst Benedikt XVI in seiner Ansprache an die Päpstliche Akademie der Wissenschaften anlässlich der Plenarsitzung von 2006 zum Thema ‚Voraussagbarkeit in der Wissenschaft‘ betont, dass die Fähigkeit, Voraussagen zu machen, einer der Hauptgründe ist, weshalb die Wissenschaft viel Prestige in der gegenwärtigen Gesellschaft genießt, und dass die Schaffung wissenschaftlicher Methodik der Wissenschaft Voraussagen ermöglicht, deren Entwicklung zu verfolgen und dadurch auch menschliche Lebensräume unter Kontrolle zu halten. ‚Wir könnten in der Tat sagen, dass die Tätigkeit der Vorhersage, der Kontrolle und der Beherrschung der Naturphänomene, die durch die heutige Wissenschaft machbarer ist als in der Vergangenheit, zum Plan des Schöpfers gehört.‘. (13)
4. Das Cartagena Protokoll, ein internationales Übereinkommen, welches den internationalen Verkehr von GE-Sorten regelt und in einer Zeit entwickelt wurde, in der man noch wenig Kenntnis von der Wissenschaft solcher Pflanzen hatte, sollte an den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft angepasst werden.
5. Die gentechnischen Methoden mit ihrer Präzision und der Voraussagbarkeit genetischer Veränderungen sollten von den exzessiven Sicherheitsvorschriften befreit werden, damit sie weltweit für Verbesserungen der Produktivität von Kulturpflanzen (und schliesslich auch für die Herstellung von Impfstoffen und anderer Pharmazeutika überall) eingesetzt werden können.
6. Der Einsatz der Gentechnik zur Unterstützung von Kleinbauern sollte mittels wirksamer Forschungsfinanzierung, ‚capacity building‘ und Ausbildung gefördert werden, verbunden mit einer entsprechenden öffentlichen Regelung.
7. Nachhaltige, gesunde und produktive landwirtschaftliche Praktiken und entsprechende Informationsdienste sollten gefördert werden, besonders jene, die den Armen und Bedürftigen dieser Welt förderlich sind.
8. Es sollte dafür gesorgt werden, dass die besten Gentechnik- und Marker-gestützten Züchtungsmethoden eingesetzt werden können, um best-angepasste Kulturpflanzen für den Einsatz in Entwicklungsländern mit unsicherer Ernährungssituation zu entwickeln. Wir appellieren deshalb an die Regierungen, internationalen Hilfsorganisationen und wohlthätigen Organisationen, die Unterstützung dieser Gebiete zu erhöhen. Angesichts der Dringlichkeit

haben Organisationen wie die FAO, CGIAR, UNDP und UNESCO die moralische Verpflichtung, die Ernährungssicherheit für die gegenwärtige und zukünftige Bevölkerung zu garantieren. Sie müssen alle Möglichkeiten und Chancen nutzen, um öffentlich-private, kooperative Vereinbarungen zu fördern, die eine kostenlose Nutzung dieser Technologien mit grösstmöglicher Wirkung für das Gemeinwohl in der Entwicklungsländern der Welt ermöglichen. (14)

## Hintergrund

Die PAS – Studienwoche vom 15. bis 19. Mai 2009 wurde für die Päpstliche Akademie der Wissenschaften durch das Akademie-Mitglied Professor Ingo Potrykus, mit Unterstützung durch die Akademie-Mitglieder Professor Werner Arber und Professor Peter Raven organisiert. Die Organisatoren waren sich bewusst, dass sich seit der Publikation eines früheren Studiendokuments derselben Akademie über ‚Genetically Modified Food Plants to Combat Hunger in the World‘ im Jahr 2000, viel neues Wissen über, und Erfahrung mit, transgenen Kulturpflanzen angesammelt hat.

Das Ziel der Studienwoche war deshalb, Nutzen und Risiken der Gentechnologie und anderer landwirtschaftlicher Praktiken auf der Basis heutiger wissenschaftlicher Erkenntnis neu einzuschätzen, um das Potential zur Verbesserung der weltweiten Ernährungssicherung und menschlichen Wohlfahrt im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung auszuloten. Die Organisatoren waren sich auch der Soziallehre der Kirche zur Biotechnologie bewusst und übernahmen den moralischen Imperativ einer verantwortlichen Anwendung der Gentechnologie nach den Prinzipien der sozialen Gerechtigkeit.

Die Teilnahme erfolgte ausschließlich auf Einladung, und die Teilnehmer wurden auf Grund ihrer wissenschaftlichen Verdienste in ihren Tätigkeitsfeldern wie auch aufgrund ihres Engagements für wissenschaftliche Stringenz und soziale Gerechtigkeit ausgewählt. Die Organisatoren hatten eine Wahl zu treffen, die sich auch nach dem hauptsächlichen Tagungsziel richtete, nämlich danach, Übersicht über den gegenwärtigen Wissensstand zu erhalten. Auch wenn es verschiedene Meinungen und Sichtweisen gab, so konnten sich doch alle Teilnehmer auf die breit gefassten Prinzipien dieser Stellungnahme einigen und unterstützen diese einhellig.

## **Die Teilnehmer der Studienwoche, in alphabetischer Reihenfolge und unter Angabe ihrer hauptsächlich wissenschaftlichen Kompetenz.**

### **Mitglieder der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften:**

*Prof. em. Werner Arber* • Switzerland, University of Basel: Microbiology, Evolution.

*Prof. Nicola Cabibbo †* • Italy, Rome, President Pontifical Academy of Sciences: Physics.

*H.Em. Georges Cardinal Cottier*, Vatican City: Theology.

*Prof. em. Ingo Potrykus* • Switzerland, Zurich, Swiss Federal Institute of Technology:  
Plant Biology, Agricultural Biotechnology.

*Prof. em. Peter H. Raven* • USA, St. Louis, President Missouri Botanical Garden: Botany,  
Ecology.

*H.Em. Msgr. Marcelo Sánchez Sorondo* • Vatican City: Chancellor Pontifical Academy of  
Sciences: Philosophy.

*Prof. Rafael Vicuña* • Chile, Santiago, Pontifical Catholic University of Chile: Microbiology,  
Molecular Genetics.

### **Externe Experten:**

*Prof. em. Klaus Ammann* • Switzerland, University of Berne, Botany, Vegetation Ecology.

*Prof. Kym Anderson* • Australia, The University of Adelaide, CEPR and World Bank:  
Agricultural Development Economics, International Economics.

*Dr. iur. Andrew Apel* • USA, Raymond, Editor in Chief of GMObelus: Law.

*Prof. Roger Beachy* • USA, St. Louis, Donald Danforth Plant Science Center, now NIVA,  
National Institute of Food and Agriculture, Washington DC., Plant Pathology,  
Agricultural Biotechnology.

*Prof. Peter Beyer* • Germany, Freiburg, Albert-Ludwig University, Biochemistry, Metabolic  
Pathways.

*Prof. Joachim von Braun* • USA, Washington, Director General, International Food Policy  
Research Institute IFPRI, now University of Bonn, Center for Development Research  
(ZEF), Agricultural and Development Economics.

*Prof. Moisés Burachik* • Argentina, Buenos Aires, General Coordinator of the  
Biotechnology Department: Agricultural Biotechnology, Biosafety.

*Prof. Bruce Chassy* • USA, University of Illinois at Urbana-Champaign: Biochemistry,  
Food Safety.

*Prof. Nina Fedoroff* • USA, The Pennsylvania State University: Molecular Biology, Biotechnology.

*Prof. Dick Flavell* • USA, CERES, Inc., Thousand Oaks: Agricultural Biotechnology, Genetics.

*Prof. em. Jonathan Gressel* • Israel, Rehovot, Weizmann Institute of Science: Plant Protection, Biosafety.

*Prof. Ronald J. Herring* • USA, Ithaca, Cornell University: Political Economy.

*Prof. Drew Kershen* • USA, University of Oklahoma: Agricultural Law, Biotechnological Law.

*Prof. Anatole Krattiger* • USA, Ithaca, Cornell University and Arizona State University: Intellectual Property Management.

*Prof. em. Christopher Leaver* • UK, University of Oxford: Plant Sciences, Plant Molecular Biology.

*Prof. Stephen P. Long* • USA, Urbana, Energy Science Institute: Plant Biology, Crop Science, Ecology.

*Prof. Cathie Martin* • UK, Norwich, John Innes Centre: Plant Sciences, Cellular Regulation.

*Prof. Marshall Martin* • USA, West Lafayette: Purdue University: Agricultural Economics, Technology Assessment.

*Prof. Dr. Henry Miller* • USA, Hoover Institution, Stanford University: Biosafety, Regulation.

*Prof.em. Marc Baron van Montagu* • Belgium, Gent: President European Federation of Biotechnology: Microbiology, Agricultural Biotechnology.

*Prof. Piero Morandini* • Italy, University of Milan: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.

*Prof. Martina Newell-McGloughlin* • USA, Davis, University of California: Agricultural Biotechnology.

*H.Em. Msgr. George Nkuo* • Cameroon, Bishop of Kumbo: Theology.

*Prof. Rob Paarlberg* • USA, Wellesley College: Political Science.

*Prof. Wayne Parrott* • USA, Athens, University of Georgia: Agronomy, Agricultural Biotechnology.

*Prof. Channapatna S. Prakash* • USA, Tuskegee University: Genetics, Agricultural Biotechnology.

*Prof. Matin Qaim* • Germany, Georg-August University of Göttingen: Agricultural Economics, Development Economics.

*Dr. Raghavendra S. Rao* • India, New Delhi, Department of Biotechnology, Adviser to the Ministry of Science and Technology: Agriculture, Plant Pathology.

*Prof. Konstantin Skryabin* • Russia, Moscow, 'Bioengineering' Centre Russian Academy of Sciences: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.

*Prof. Monkumbu Sambasivan Swaminathan* • India, Chennai, Chairman, M.S. Swaminathan Research Foundation: Agriculture, Sustainable Development.

*Prof. Chiara Tonelli* • Italy, University of Milan: Genetics, Cellular Regulation.

*Prof. Albert Weale* • UK, Nuffield Council on Bioethics and University of Essex, now University College of London, Dept. of Political Sciences, Social & Political Sciences.

*Prof. Robert Zeigler* • Philippines, Metro Manila, Director General International Rice Research: Agricultural Biotechnology, Rice research and Development Policy.

## Notes

1. Vgl. Johannes Paul II., Enzyklika *Laborem exercens*, 5: *a.a.O.*, 586-589
2. *Caritas in veritatae* § 69
3. *Caritas in veritate* § 27
4. Wir sollten dieses Prinzip bei der landwirtschaftlichen Produktion fortwährend beachten, wenn es um die Anwendung von Biotechnologie geht, sie darf nicht allein nach den unmittelbaren ökonomischen Interessen beurteilt werden. Sie muss zuvor einer strengen wissenschaftlichen und ethischen Prüfung unterworfen werden, um so zu verhindern, dass sie zu Schaden für die menschliche Gesundheit und die Zukunft unserer Erde führen. (Johannes Paul II, *Ansprache anlässlich des Jubiläums der Landwirtschaftlichen Welt* vom 11. November 2000).
5. Orphan Crops, "Waisen" Pflanzen, d.h. verschwundene oder verlorene Kulturpflanzen, sind oft ökonomisch wichtig für Entwicklungsländer, so z.B. Getreidearten wie Hirse und Tef, Gemüsesorten wie Cow Pea, Grass Pea und Bambara Groundnut, und Wurzelfrüchte wie Cassava und Süsskartoffeln. Obwohl solche Orphan Crops für viele Millionen armer Bauern lebenswichtig sind, ist doch deren



Erforschung hinter den üblichen Weltkulturpflanzen zurückgeblieben und sollte unbedingt mehr Beachtung finden.

6. *Centesimus annus*, § 6.
7. *Caritas in veritate*, § 46.
8. "Gott hat eine vorrangige Herrschaft über alle Dinge. Und er selbst hat, gemäß seiner Vorsehung, gewisse Dinge angeordnet zur körperlichen Unterstützung des Menschen. Und deswegen hat der Mensch eine natürliche Herrschaft über die Dinge, soweit es die Macht betrifft, sie zu gebrauchen" (Thomas v. Aquin, *Summa theologiae* II-II, q. 66, a. 1 ad 1).
9. Cf. Paul VI, Address to the Plenary Session of the Pontifical Academy of Sciences of 19 April 1975, *Papal Addresses*, Vatican City 2003, p. 209.
10. St. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, I-II, 94, a.5. Cf. *loc. cit.* ad 3.
11. „Daher muss notwendig die Klugheit eine Haltung mit Verstand sein, die wahr und praktisch bezüglich der menschlichen Güter ist“ (Aristoteles, *Eth. Nic.*, VI, 5, 1140 b 20). Vgl. auch den Rest des Kapitels.
12. „Voraussicht ist vorrangig in der Klugheit... Daher wird der Name der Klugheit (*prudencia*) selbst von der Voraussicht (*providencia*) genommen wie von ihrem vorrangigem Teil“ (Thomas Aquinas, *Summa Theologiae*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1)
13. Ansprache des Heiligen Vaters Benedikt XVI an die Plenarversammlung der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften, erhältlich unter:  
[http://www.vatican.va/holyfather/benedict\\_xvi/speeches/2006/november/documents/hf\\_benxvi\\_sp\\_ec\\_20061106\\_academy-sciences\\_en.html](http://www.vatican.va/holyfather/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_benxvi_sp_ec_20061106_academy-sciences_en.html)
14. Cf. P. Dasgupta, 'Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context' in *World Conference on Science: Science for the Twenty-First Century, A New Commitment* (UNESCO, Paris, 2000).

Translation: Ingo Potrykus und Klaus Ammann, editing: I.P. is grateful to Prof. N. Amrhein (ETH Zürich) for careful editing