

Institut für Weltwirtschaft

Düsternbrooker Weg 120
24105 Kiel

Kieler Arbeitspapier Nr. 1233

**Der Preis des “Grünen Goldes” –
Informationen und Informationsdefizite
über den Marktwert genetischer Ressourcen**

von

Oliver Deke

November 2004

Für den Inhalt der Kieler Arbeitspapiere sind die jeweiligen Autorinnen und Autoren verantwortlich, nicht das Institut. Da es sich um Manuskripte in einer vorläufigen Fassung handelt, wird gebeten, sich mit Anregungen und Kritik direkt an die Autorinnen und Autoren zu wenden und etwaige Zitate mit ihnen abzustimmen.

Der Preis des “Grünen Goldes” – Informationen und Informationsdefizite über den Marktwert genetischer Ressourcen

Zusammenfassung: Genetische Ressourcen sind Lebewesen, die genetischen Informationen in sich tragen, welche für die biotechnologische Forschung und Entwicklung von Bedeutung sind. Angesichts eines sich beschleunigenden weltweiten Artenverlustes stellt sich die Frage, ob durch den privaten Handel mit genetische Ressourcen ausreichend Einkünfte für eine Erhaltung von biologischer Vielfalt im Allgemeinen und Informationen in der Natur im Speziellen erzielt werden können. Die wenigen existierenden Zahlen zur Beantwortung dieser Frage zeichnen ein unvollkommenes und uneinheitliches Bild. Vorliegende Daten werden systematisiert, aktualisiert und kommentiert.

Abstract: Genetic resources are living organisms that contain genetic information which is of importance for biotechnological research and development. Facing an accelerated worldwide loss in species diversity, the question is whether commercial trade with genetic resources can generate sufficient revenues to conserve biological diversity in general and naturally occurring genetic information in particular. The few existing figures to answer this question give only an incomplete and mixed picture. This paper categorizes, updates and comments on recent data.

Schlagworte: Biodiversität, Biotechnologie, Forschung und Entwicklung, Heilpflanzen, Pharmazeutische Industrie, Saatgut-Industrie

JEL classification: I11, L73, Q13, Q32, Q57

Oliver Deke
Institut für Weltwirtschaft
an der Universität Kiel
24100 Kiel
Telefon: (0431) 8814-495
Fax: (0431) 8814-502
E-mail:oliver.deke@ifw.uni-kiel.de

Dieser Artikel ist Teil des Forschungsprojektes „*Nutzung und Schutz genetischer Ressourcen - Strategien zur Bewahrung biologischer Vielfalt?*“, das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert wird. Ich danke Stephanie L. Franck, Jan Michael Henke und Gernot Klepper für hilfreiche Kommentare. Der Autor trägt die alleinige Verantwortung für den Inhalt.

Inhaltsverzeichnis

1	Der Hintergrund: Biodiversität, CBD, und der Markt für genetische Ressourcen.....	1
2	Die Marktanalyse – Ausgangsprobleme und Untersuchungsansatz	4
3	Informationen über genetische Ressourcen in aggregierten Darstellungen...	6
3.1	Wirtschaftssektoren als Nutzer genetischer Information und deren Marktgröße	6
3.2	Der pharmazeutische Sektor in einer Input-Output-Darstellung.....	17
4	Informationen über genetische Ressourcen aus Unternehmensangaben und beobachteten Markttransaktionen.....	21
4.1	Rivale Nutzungen genetischer Ressourcen	22
4.2	Nicht-Rivale Nutzungen genetischer Ressourcen	29
5	Abschließende Bemerkungen.....	46

1 Der Hintergrund: Biodiversität, CBD, und der Markt für genetische Ressourcen

Als „*Grünes Gold*“ werden Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen bezeichnet, die genetischen Informationen in sich tragen, welche für die biotechnologische Nutzung von wirtschaftlicher Bedeutung sind (Ruby 2002, Maréchal 1999). In der Wissenschaft sowie in der Biodiversitätspolitik werden diese Lebewesen als *genetische Ressourcen* bezeichnet. Genetische Ressourcen sind letztlich die biologischen Ressourcen, deren Nutzung durch den Menschen explizit auf die in ihnen enthaltenen Trägereinheiten von Erbgut abzielt.

Die Nutzung von genetischen Ressourcen ist einerseits aus verteilungspolitischen Gründen von Interesse. Hierbei geht es darum, dass die ertragreichen Anwendungen von genetischen Ressourcen vornehmlich in den industrialisierten Ländern stattfinden, während die ökonomisch weniger entwickelten Länder in größerem Umfang die relevanten genetischen Materialien bereitstellen und eine angemessene Beteiligung an den Erträgen aus ihren Ressourcen einfordern¹. Andererseits wird mit der kommerziellen Nutzung von genetischen Ressourcen häufig die Vorstellung verbunden, dass auf der Angebotsseite Erträge erwirtschaftet werden, die dann vor Ort in die Erhaltung von Biodiversität investiert und somit einen Beitrag zur Verlangsamung des Artensterbens leisten können. Diese Überlegung hat auch Eingang in die *Konvention über die biologische Vielfalt (CBD)*, dem zentralen Abkommen für nationale und internationale Biodiversitätspolitiken, gefunden.

¹ Neben dieser Position gibt es auch Meinungen, die die kommerzielle Nutzung genetischer Ressourcen aus kulturellen Gründen prinzipiell ablehnen. Beiden Positionen ist die Ablehnung der bisher verbreiteten Formen des Austausches von genetischen Ressourcen gemeinsam (Görg und Brand 2000).

In Bezug auf die Nutzung von genetischen Ressourcen weißt die CBD als eine Rahmenkonvention die Eigentumsrechte an genetischen Ressourcen innerhalb nationaler Territorien explizit den Ressourcenstaaten zu². Alternative Ansätze eines globalen Gemeineigentums (common heritage of mankind) werden damit zurückgewiesen. Die Ressourcenstaaten sind allerdings verpflichtet grundsätzlich den Zugang zu ihren genetischen Ressourcen zu ermöglichen, d.h. ein weitgehender Zugangs- und Nutzungsausschluss soll verhindert werden. Die Regierungen jedes einzelnen Ressourcenstaates haben das Recht, Gesetzgebungen für den Zugang ihrer genetischen Ressourcen zu erlassen. Dabei wird durch die CBD vorgegeben, dass der Grundsatz des gerechten Vorteilsausgleichs zwischen kommerziellen Nutzer und den Beteiligten auf der Angebotsseite berücksichtigt werden soll. In der konkreten Umsetzung geht es dabei um die Prinzipien des „*prior informed consent*“, d.h. die Anbieter von Materialien müssen im Vorfeld von den Nutzungsabsichten informiert werden und ihre Zustimmung geben, und der „*mutually agreed terms*“, d.h. der Zugang muss im gegenseitigen Einvernehmen erfolgen (u.a. Görg und Brand 2000).

Die konkrete Ausgestaltung von Zugangsrechten im Umfeld einer umfassenden, weltweiten Angebotskonkurrenz und sich verändernden Nachfrage bei genetischen Ressourcen war und ist Gegenstand intensiver Diskussionen in Politik und Wissenschaft (Dutfield 2002, OECD 1997, Wolfrum et al. 2000). Sie berührt direkt den Verteilungsaspekt der Nutzungen von Biodiversität. Der Verteilungsfrage vorgelagert ist die *allokative* Fragestellung nach dem Wert genetischer Ressourcen in der kommerziellen Nutzung und den damit

² Pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft, die vor in Kraft treten der CBD in ex situ-Einrichtungen, wie Genbanken, gelagert und für die kommerzielle Nutzung bereit gehalten werden, sind zunächst von den Regelungen der CBD ausgenommen und werden im Regelwerk der FAO gesondert angesprochen. In jüngerer Zeit wurde angestrebt, dieses Regelwerk bezüglich genetischer Ressourcen mit den Bestimmungen der CBD zu harmonisieren (u.a. Bragdon und Downes 1998).

verbundenen Auswirkungen auf die Anreizsetzung zu bestimmten Naturnutzungen.

Generell können Anreize zur Erhaltung von einer biodiversitätsreichen Umwelt durch den Marktmechanismus nur dann induziert werden, wenn die Bereitstellung von genetischer Vielfalt am Markt einen verhältnismäßig höheren Ertrag erwirtschaftet als alternative aber biodiversitätsarme Naturnutzungen. Mit anderen Worten, es muss eine signifikante Knappheit an genetischen Ressourcen relativ zu anderen Gütern vorliegen. Da die wirtschaftliche Nutzung von genetischen Ressourcen – wenn nicht ausschließlich, so doch vorrangig – privatwirtschaftlich organisiert ist, müsste sich diese Knappheit insbesondere in den Marktpreisen für genetische Ressourcen widerspiegeln.

In Kombination mit beobachtbaren Marktumsätzen könnten diese Marktpreise den (Opportunitäts-)Kosten der Erhaltung gegenüber gestellt werden und somit Hinweise über die Chancen einer Erhaltungsstrategie durch eine kommerzielle Nutzung geben. Damit werden auch Fragen nach dem angemessenen ordnungspolitischen Rahmen für die Allokation des Gutes Biodiversität berührt. Konkret geht es darum, inwieweit Märkte – in Ergänzung zu staatlicher Regulierung von Naturnutzungen und öffentlich-rechtlicher Bereitstellung von Schutzleistungen – einen Beitrag zum Schutz von Biodiversität erbringen können.

Darüber hinaus können möglichst genaue Informationen über den Marktwert genetischer Ressourcen auch zu einer Versachlichung der Diskussion von Verteilungsfragen beitragen, die in der Vergangenheit nicht selten durch Uneinigkeit über grundlegende Wertannahmen beeinträchtigt war und so häufig eine Einigung über den Austausch von genetischen Ressourcen über Märkte verhindert hat (ten Kate und Laird 2000).

2 Die Marktanalyse – Ausgangsprobleme und Untersuchungsansatz

In der Praxis stellen genetische Ressourcen kein standardisiertes Gut dar, dessen Handelswege, vergleichbar zu industriellen Gütern, statistisch gut erfasst werden können. Vielmehr gehen genetische Ressourcen in unterschiedlicher Form und Verarbeitung in die Produktionen verschiedener Industrie-Sektoren ein. Diese Produktionen zielen alle mehr oder weniger auf die Erforschung, Entwicklung und Vermarktung neuartiger Produkte ab. Der damit verbundene mehrstufige Produktionsprozess gestaltet sich sektoral sehr verschieden und auch genetische Ressourcen spielen in diesem Prozess eine unterschiedliche Rolle.

Sofern genetische Materialien in verarbeiteter Form in den Forschungs- und Entwicklungs(FuE)-Prozess eingehen, enthalten die Marktpreise für Vorprodukte auf den unterschiedlichen Prozessstufen bereits Wertschöpfungsanteile anderer Faktoren. Der Wertbeitrag von genetischen Ressourcen ist somit in der Regel nicht eindeutig identifizierbar. Des Weiteren sind in fast allen Sektoren eine Vielzahl von Akteuren an Austausch und Weitergabe von unverarbeiteten und verarbeiteten genetischen Materialien beteiligt, so dass der Weg genetischer Ressourcen zu ihrem Herkunftsort mit dem dort gezahltem Entgelt für Rohmaterialien kaum mehr zurückverfolgt werden kann. Hinzu kommt, dass bei bestimmten Verwendungen das industrielle Endprodukt gar nicht mehr auf dem biologischen Ausgangsmaterial in seiner physischen Form basiert, sondern lediglich auf die Information über dessen biochemische Struktur zurückgreift, was wiederum die Zurechnung von Marktwerten zusätzlich erschwert. Daneben ist zu berücksichtigen, dass Transaktionen während FuE-Prozessen aufgrund der rechtlichen Unsicherheit von vorläufigen Forschungsergebnissen im Umfeld von einer FuE-Konkurrenz grundsätzlich vertraulich behandelt werden und so kaum an die Öffentlichkeit gelangen (ten Kate und Laird 2000).

Die genannten Faktoren erschweren letztlich die systematische Datenerhebung. Als Ausweg aus dieser Situation wurde bisher versucht, sich dem Markt für genetische Ressourcen über Marktdaten für die Sektoren anzunähern, in denen genetische Ressourcen verwendet werden. Die nach Sektoren strukturierte Analyse wurde um eine qualitative Beschreibung der sektoralen FuE-Prozesse und des damit verbundenen Materialsbedarfs an genetischen Ressourcen ergänzt. Ferner ermöglichte diese Struktur auch die Einordnung von anekdotischen Hinweisen über den Handel mit genetischen Ressourcen (ten Kate und Laird 1999, Hill 1999, Swanson und Luxmore 1997).

Im folgenden soll die Marktbeschreibung bei genetischen Ressourcen ebenfalls sektorbezogen durchgeführt werden. Den Ausgangspunkt bildet dabei die grundlegende Arbeit von ten Kate und Laird (1999). In einem ersten Schritt werden die aktualisierten Umsatzzahlen für Sektoren, in denen genetische Ressourcen zur Anwendung kommen, ermittelt und interpretiert (Abschnitt 3.1). Darauf aufbauend sollen Informationen aus Input-Output-Tabellen genutzt werden, um Obergrenzen für den Produktionswert natürlicher Ressourcen in der pharmazeutischen Produktion zu bestimmen (Abschnitt 3.2). In einem zweiten Schritt sollen Zahlen aus Handelsstatistiken sowie anekdotische Hinweise über den Austausch genetischer Ressourcen systematisiert und analysiert werden, um konkrete Marktpreise und gehandelte Mengen zu identifizieren. Der Handel und die Verwendung von genetischen Ressourcen wird dazu in rivale Nutzungen (Abschnitt 4.1) und nicht-rivale Nutzungen (Abschnitt 4.2) unterschieden. Die Ergebnisse werden abschließend in den Kontext der beschriebene Erhaltungsstrategie durch Vermarktung gestellt und bewertet (Abschnitt 5).

Im Zusammenhang einer Marktbeschreibung sind die nationalen Regulierungen zu Zugangsrechten und Vorteilsausgleich von Bedeutung. Die Ausgestaltung und Einhaltung dieser Bestimmungen wird an anderer Stelle ausführlich

analysiert (u.a. OECD 1997, School of International and Public Affairs 1999) und soll hier nicht eingehender betrachtet werden. Des Weiteren geht es in der Marktanalyse in erster Linie um wirtschaftlichen Entscheidungen und Aktionen gewinnorientierter Unternehmen. Soweit notwendig werden aber auch die Marktaktivitäten des öffentlich-rechtlichen Sektors berücksichtigt.

3 Informationen über genetische Ressourcen in aggregierten Darstellungen

3.1 Wirtschaftssektoren als Nutzer genetischer Information und deren Marktgröße

Für die systematische Beschreibung genetischer Ressourcen müssen die verschiedenen kommerziellen Nutzungen abgegrenzt werden. Eine Klassifizierung in acht relevante Sektoren wurde von ten Kate und Laird (1999) vorgenommen. Vereinfacht lassen sich diese Sektoren in die drei Obergruppen *Gesundheit* (Health care), *Agrar* und *sonstige Biotechnologie* zusammenfassen (vgl. Hill 1999).

- Der Gesundheitssektor umfasst dabei die Produktion von *Pharmazeutika* einerseits und *pflanzlich-medizinischen Produkten* (Botanical Medicine) andererseits³. Als angegliedert an diesen Sektor kann die Produktion von *Körperpflege-Produkten* und *Kosmetika* (Natural personal care and cosmetics) betrachtet werden.

³ Pflanzliche Medizin umschließt medizinische Produkte pflanzlichen Ursprungs, die als Rohmaterial oder in verarbeiteter Form genutzt werden, ohne dass dabei einzelne biochemische Strukturen - vergleichbar zu Pharmazeutika - isoliert werden. Häufig wird der Begriff Phytomedizin synonym für pflanzliche Medizin verwendet, obwohl er sich eher auf Produkte auf Basis von Heilkräutern bezieht (ECCHM 2004).

- Der Agrar Sektor wird im wesentlichen durch die Produktion von *Saatgut* für die Kulturpflanzen beschrieben. Hinzu kommen *Pflanzenschutzprodukte* und Pflanzenproduktionen für den *Gartenbau* (Horticulture).
- Den Bereich der sonstigen biotechnologischen Produktionen beschreiben biotechnologische Anwendungen mit genetischen Ressourcen, die (i) *Biotransformationen* zur Abfall- oder Schadstoffbeseitigung leisten, der (ii) *Materialherstellung*, der (iii) *Energiegewinnung* oder (iv) *sonstigen Nahrungsmittelproduktionen* dienen.

Mit dem Begriff der Biotechnologie wird häufig kein abgrenzbarer industrieller Sektor beschrieben. Vielmehr ist Biotechnologie im weiteren Sinne die Anwendung von lebenden Organismen zur Herstellung oder Modifizierung von Produkten, zur Züchtung von Nutzpflanzen oder -tieren bzw. zur Entwicklung von Mikroorganismen für spezielle Aufgaben in biologisch-technischen Prozessen. In einem engeren Sinne bezieht sich Biotechnologie auf die industrielle Nutzung von rekombinierten Desoxyribonukleinsäuren (DNS), Zellfusionen und neuen „bioprocessing“ Techniken (OTA 1991:5). Anwendungen, die diese engere Definition erfüllen werden häufig auch als „neue Biotechnologie“ bezeichnet und derzeit vorrangig von der Öffentlichkeit wahrgenommen. Im Weiteren sind in der Darstellung der pharmazeutischen Produktion und der Saatgutproduktion Güter, die auf Grundlage der herkömmlichen *und* der neueren Biotechnologie entwickelt werden, zusammengefasst. Zu beachten ist, dass genetische Ressourcen gegenwärtig noch primär für Anwendungen außerhalb der neueren Biotechnologie von Bedeutung sind.

Die identifizierten Sektoren lassen sich durch jährliche Umsatzzahlen auf Weltmarktebene beschreiben. Im Vorfeld können dabei Segmente in den einzelnen Sektoren abgrenzt werden, von denen angenommen werden kann, dass die darin hergestellten Produkte nicht auf Materialien biologischem

Ursprungs sondern auf deren synthetischen Substituten basieren. Dies gilt insbesondere für die pharmazeutische Produktion, die Produktion von Kosmetika und Körperpflege-Produkten, die Herstellung von Pflanzenschutzprodukten sowie für den Bereich der Biotechnologie außerhalb des pharmazeutischen und des Agrar-Sektors⁴.

Um den Anteil von *Pharmazeutika* zu ermitteln, die neben chemisch-synthetischen Komponenten einzelne Bestandteile von biologischem Material bzw. Informationen aus genetischen Ressourcen enthalten, wurden mehrere Studien nach unterschiedlichem Fokus und Methodik durchgeführt (u.a. Cragg et al. 1997, Farnsworth and Morris 1976, Grifo et al. 1996, SAG 1997)⁵. In Anbetracht der unterschiedlichen Ergebnisse dieser Studien stellt ein Anteil von 25% der auf genetischen Ressourcen basierenden Produkte am weltweiten Gesamtumsatz von Pharmazeutika in eine konservative Abschätzung dar.

Bei der Entwicklung und Herstellung von *Kosmetik- und Körperpflege-Produkten* dominieren synthetische und petrochemische Bestandteile. Der Bereich der reinen Naturprodukte lässt sich dagegen als eigenständiges Marktsegment abgrenzen. Nach Angaben der relevanten Hersteller- und Interessensverbände (für das Jahr 1997) macht dieses Segment einen steigenden Anteil von 5.1% am Gesamtweltmarkt aus. Daneben verwenden einzelne herkömmliche Produkte zunehmend natürliche Inhaltsstoffe. Deren Marktanteil kann aber nicht genau quantifiziert werden und wird daher vernachlässigt.

⁴ Die weiteren Abgrenzungen folgen der Vorgehensweise in ten Kate and Laird (1999), sofern nicht anders angegeben.

⁵ Für die Auswahl der verkaufsstärksten Produkte bzw. Produktneuentwicklungen in einem bestimmten Therapiefeld wird ein Anteil von 42% bzw. 62% für Pharmazeutika mit natürlichen Bestandteilen ermittelt. Für Arzneimittel-Verschreibungen ergibt sich insgesamt ein Anteil von 41% bis 57%. Schätzungen für den Anteil am weltweiten Gesamtumsatz von derartigen Pharmazeutika für eine Auswahl der umsatzstärksten Unternehmen lagen grob zwischen 10% und 50%.

In der FuE im Bereich des *Pflanzenschutzes* dominieren ebenfalls chemische Komponenten. Basierend auf einer Produkt-Analyse von in Großbritannien zugelassenen Pflanzenschutzprodukten kommen ten Kate and Laird (2000) zu dem Ergebnis, dass lediglich 7% aller 1997 zugelassenen Produkte entweder Materialien wie Agenzien, Pheromone oder Extrakte beinhalten, die direkt aus genetischen Ressourcen entstammen oder zumindest Komponenten enthalten, die nach Vorbild natürlich auftretender genetischer Information synthetisch nachgebaut werden. Auf diese Produkte mit einer teilweise direkten materiellen Basis aus genetischen Ressourcen entfallen 2% des Gesamtumsatzes. In der erweiterten Abgrenzung, also einschließlich der Produkte mit einer abgeleiteten genetischen Struktur beträgt der Anteil 10.5% des weltweiten Gesamtumsatzes. Für den Bereich der „*neueren*“ *Biotechnologie* wird unterstellt, dass definitionsgemäß genetische Materialien in der FuE sowie Produktherstellung Verwendung finden, also nicht durch chemisch-synthetische Substitute ersetzt werden können. Es geht daher darum, die Segmente zu identifizieren und klassifizieren, die noch nicht in der Darstellung der pharmazeutischen und agrarischen Produktion enthalten sind. Diese Segmente lassen sich zunächst grob in die vier obengenannten, industriellen Leistungsbereiche zusammenfassen (ten Kate and Laird 1999, vgl. auch Ernst und Young 2004)⁶.

Die identifizierten Sektoranteile von auf genetischen Ressourcen basierenden Produkten sind – sofern wie nicht per Definition 100% ausmachen – unter Vorbehalt zu betrachten. Neben dem generellen Abgrenzungs- und Datenproblem unterliegen die ermittelten Anteile einer hohen Unsicherheit aufgrund

⁶ Parallel dazu können biotechnologische Güter auch auf der Produktebene anhand ihrer biologisch-chemischen Beschaffenheit und Funktion, wie z.B. als Enzyme, Biokatalysatoren oder Polymerase-Produkte, beschrieben und klassifiziert werden (ten Kate and Laird 1999). Unklar ist, inwieweit diese Produkte den genannten Felder zugeordnet sind bzw. zugeordnet werden können.

von dynamischen Entwicklungen in der Nachfrage sowie in den Produktionstechnologien auf der Angebotsseite.

Aus demselben Grund haben auch die folgenden Zahlen über Marktgrößen den Charakter von Momentanaufnahmen. Aufgrund der vermuteten hohen Unsicherheit werden Schätzgrößen über zukünftige Marktentwicklungen nicht berücksichtigt. Tabelle 1 führt die jährlichen Umsatzzahlen in US\$ des Erhebungsjahres für die einzelnen Sektoren auf.

Tabelle 1: Marktgrößen für Güter, die auf genetischen Ressourcen basieren

	<i>Umsatz auf dem Weltmarkt</i>		Quelle/Kommentar	<i>Produkte, die auf GR basieren</i>	
	in Mrd. US\$	Jahr		WM-Anteil (ten Kate & Laird ,2000)	Umsatz auf Weltmarkt
Gesundheit					
Pharmazeutika	400.8	2002	IMS Health (2004)	25 %	100.2
Pflanzliche Medizin	16.5	1997	Laird (2000)/ausschl. Nahrungserg.	100 %	16.5
Kosmetik, Pflege	55	1997	ten Kate & Laird (1999)	5 %	2.8
Agrar					
Saatgut	30	n/a	IFS (2004)/ nur kommerzieller Verkauf	100 %	30
Pflanzenschutz	25.1	2002	ECPA (2004)	2%-10.5 %	0.5 – 2.7
Gartenbau	16-19	n/a	ten Kate & Laird (1999)	100 %	16 – 19
Sonstige Biotechnologie					
Umweltbiotechnologie	57.1 – 121.1	1998	OECD (1998)	100 %	57.1 – 121.1
Biomaterialien, Bioenergie u.a.	-	1999	ten Kate & Laird (1999) /derzeit zu vernachlässigen	100 %	-

Zahlen für den pharmazeutischen Sektor lassen sich verhältnismäßig gut erfassen und werden regelmäßig veröffentlicht (u.a. IMS Health 2004, VFA 2004). Dies gilt ebenso für Umsätze bei Pflanzenschutzprodukten (ECPA 2004). Die Zahlen beziehen sich dabei auf Pestizide und berücksichtigen nicht transgene Pflanzen. Für Saatgut-Produkte lassen sich lediglich die *kommerziellen* Umsätze auf Länderebene für 49 Produzentenländer identifizieren. Auf Basis dieser Daten wurden für den Weltmarkt für den kommerziellen Verkauf von Saatgut ein aufgerundeter Schätzwert unterstellt (ASTA 2004, IFS 2004).

Die Ermittlung von Umsätzen bei Produkten für den Gartenbau (Schnittblumen, Beetpflanzen, Topfpflanzen, und Grünpflanzen) wird als schwierig angesehen, weil einerseits keine einheitliche Definition und Abgrenzung zu Produkten der agrarischen Pflanzenzüchtung in den verschiedenen nationalen Statistiken besteht, und andererseits eine hohe Handelsaktivität unter Produzenten sowie zwischen Produzenten und Händlern vorliegt, die eine genaue Datenerfassung erschweren. Vor diesem Hintergrund wurden existierende Zahlen aus offiziellen Handelstatistiken grob angepasst (ten Kate and Laird 1999).

Abgrenzungsprobleme bestehen auch bei Märkten für Produkte der pflanzlichen Medizin, die häufig zusammen mit Vitamin- und Mineralpräparaten und als Nahrungsergänzungsmittel erfasst werden. Umsatzzahlen für pflanzliche Medizin lassen sich für Westeuropa, Nordamerika, Japan und China abschätzen. Auf Basis dieser Zahlen wird die Größe des Weltmarktes grob taxiert (Laird 2000). Zahlen für den Markt an natürlichen kosmetischen und Pflege-Produkten werden aus Angaben der Society for Natural Pharmacy und dem Nutrition Business Journal übernommen, ohne dass deren Ermittlung genauer zurückverfolgt wird (vgl. ten Kate and Laird 1999).

Zahlen zur Marktgrößen in den einzelnen Segmenten der neueren Biotechnologie sind mit einer relativ hohen Unsicherheit behaftet, da neben der geringen Datenbasis auch eindeutige Definitionen und Begriffsabgrenzungen fehlen⁷. Außerhalb des pharmazeutischen Sektors und des Agrar-Sektors wird grundsätzlich der „Umwelt-Biotechnologie“ eine quantitativ bedeutende Rolle eingeräumt. Es geht dabei um Anwendungen, die Emissionen in industriellen Herstellungsprozessen vermeiden und/oder Immissionen nachsorgend reduzieren. Gelegentlich werden auch Verfahren zur Material- und Energieherstellung den Umweltbiotechnologien hinzugerechnet, weil sie als ressourcenschonender im Vergleich zu herkömmlichen industriellen Verfahren angesehen werden. Im Rückgriff auf die oben genannten vier Leistungsfelder weisen Umweltbiotechnologien über den Bereich der Biotransformationen hinausgehen und auch Überlappungen mit den übrigen drei Feldern auf (OECD 1998).

Marktgrößen bei Umweltbiotechnologien wurden in bisherigen Studien häufig nicht isoliert sondern zusammengefasst als „Umwelttechnologien“ identifiziert⁸. Darin sind neben biotechnologischen Produkten auch Maschinen, Anlagen und Serviceleistungen eingeschlossen. Des Weiteren wird argumentiert, dass beobachtbare Marktdaten für umweltbiotechnologische Produkte deren Marktwert nur unzureichend widerspiegeln können, da zunehmend prozessintegrierte biotechnologische Verfahren angewendet werden. Zur Abbildung der Marktdurchdringung solcher Produkte müssten daher aufskalierte Werte, sogenannte Biotechnology-Related Sales (BRS), verwendet werden (OECD

⁷ So gehen z.B. Ernst & Young (2003) in ihrer Beschreibung des Biotechnologie-Sektors nur von eher kleineren Forschungsunternehmen aus, die neuere Biotechnologie-Verfahren anwenden und durchschnittlich nur 44 Mitarbeiter angestellt haben. Die Gesamterlöse aus dem Verkauf aller biotechnologischen Produkte dieser Unternehmen (also einschließlich des Agrar- und Pharmasektors) wird für 2002 auf 41,4 Mrd. US\$ taxiert.

⁸ Nach Zahlen der Helmut Kaiser Consultancy wird der Weltmarkt für Umwelttechnik in einer weiten Definition in 2000 auf 501.1 Mrd. € geschätzt (zitiert in CHEMIE TECHNIK und Pharma+Food (2002)).

1998)⁹. Basierend auf diesem Konzept werden für fünf industrielle Sektoren (Chemie, Papier, Pharma, Textilien und Leder, Nahrungsmittelverarbeitung und Getränke) die BRS ermittelt und nach ihrem Beitrag für eine sauberere industrielle Produktion unterschieden. Der sich dann als Summe ergebende Betrag wird als (Markt-)Wert für Umweltbiotechnologien angenommen¹⁰. Er liegt zwischen 57 und 121 Mrd. US\$ angesetzt.

Für die weiteren Segmente der sonstigen neueren Biotechnologie, insbesondere der Produktion von Energie und Materialien auf Basis von biotechnologischen Verfahren wird ein derzeit zu vernachlässigender Anteil unterstellt, aber auf mögliche zukünftige Marktentwicklungen hingewiesen (ten Kate und Laird 1999, Economist 2003).

Fasst man die Zahlen in der Tabelle zusammen, ergibt sich für Produkte, die auf genetischen Ressourcen basieren, eine jährliche Marktgröße, die innerhalb der Spannbreite von grob 220 (genau 223.1) bis 300 (292.3) Mrd. US\$ liegt.

Letztlich stellen einige der beschriebenen Produkte Güter in der Endnachfrage dar, während andere als Vorprodukte in Güterproduktionen eingehen. Dies gilt insbesondere für die Saatgutproduktion und auch für die Güter in der Umweltbiotechnologie. Hierin kann ein mögliches Konsistenz-Problem in der Marktbeschreibung entstehen. So berücksichtigen ten Kate and Laird (1999) in ihrer Beschreibung des Gesamtmarkts zusätzlich zu den genannten Produkten

⁹ Das Konzept der Biotechnology-related sales (BRS) umfasst die Umsätze von Produkten, deren (i) Entwicklung direkt auf Anwendungen der neueren Biotechnologie zurückzuführen ist (z.B. genmanipuliertes Saatgut, Biopharmazeutika), (ii) deren Herstellung auf verbesserte Anwendungen durch den Einsatz neuerer Biotechnologie basiert (wie z.B. rekombiniertes Insulin) oder (iii) für deren Herstellung Prozesse genutzt werden, die auf Produkte der neueren Biotechnologien basieren (u.a. Enzym-gesteuerte Prozesse).

¹⁰ Im einzelnen entfällt der Großteil des so ermittelten Marktwertes von Umweltbiotechnologien in der Papier-Industrie an (54-51%), gefolgt von der Nahrungsmittel- und Getränke-Industrie (19-25%), und der Pharma-Industrie (18-19%). Geringere Anteile fallen in der chemischen Industrie (5%) und der Textil-Industrie (1-2%) an (OECD 1998; eigene Berechnungen).

die gesamte Ackerbau-Produktion (agricultural produce)¹¹. Es wird dabei aber nicht erklärt, warum lediglich diese erste Fertigungsstufe nach der Saatgutherstellung in der Nahrungsmittelproduktion berücksichtigt¹².

Im Hinblick auf die konkrete Abgrenzung von Produktgruppen, die für die Darstellung berücksichtigt werden sollten, lohnt es sich noch einmal auf die Ausgangsfragestellung zurückzugehen: Es geht darum, den Marktwert genetischer Ressourcen und damit mögliche Erträge, die deren Anbieter erzielen können, zu identifizieren. In der oben beschriebenen Spannbreite ist dieser Marktwert von genetischen Ressourcen enthalten - neben den Marktwerten anderer Faktorleistungen wie Kapital, Arbeit und Vorleistungen aus anderen Sektoren. Indem Güter auf höheren Verarbeitungsstufen in der Addition der Werte Berücksichtigung finden, werden lediglich die wertmäßigen Produktionsanteile anderer Inputs hinzugerechnet, ohne zusätzliche Informationen über den Wert genetischer Ressourcen zu liefern. Daher scheint es gerechtfertigt, die weitere landwirtschaftliche Produktion – anders als bei ten Kate und Laird (1999) – hier nicht zu berücksichtigen¹³. Unter der gegebenen Fragestellung geht

¹¹ Die Autoren gehen dabei von der ad hoc Annahme aus, dass die Marktgröße beim zehnbis fünfzehnfachen des Umsatzes an kommerziellem Saatgut liegt, d.h. bei 300 bis 450 Mrd. US\$.

¹² Nach Zahlen von Rabobank International (2001) liegt die landwirtschaftliche Erzeugung bei jährlich 1,5 Bio. US\$ während der Markt für Produkte am Ende der Nahrungskette auf 4 Bio. US\$ geschätzt wird. Der Weltmarkt für Saatgut wird ebenfalls auf 30 Mrd. US\$ taxiert.

¹³ Unter diesem Gesichtspunkt müsste vermutlich auch die Marktgröße bei Umweltbiotechnologien nach unten korrigiert werden, da nach dem Konzept der BRS (vgl. Fußnote 9) ein breites Spektrum an Gütern und Leistungen neben genetischen Ressourcen berücksichtigt wird. So geht z.B. Ernst und Young (2003) in einer Definition von biotechnologischen Anwendungen generell nur von einer Marktgröße von knapp 41 Mrd. US\$ aus (vgl. Fußnote 7). Im Gegensatz dazu stellen aber die Zahlen nach BRS derzeit die einzig verlässliche Information über den (Markt-) Wert für Umweltbiotechnologien dar.

Ebenso könnte der Umsatz für Gartenpflanzen um den Faktor, den ten Kate und Laird (1999) für die landwirtschaftliche Produktion verwenden, nach unten skaliert werden, um

es letztlich darum, verlässliche Informationen über Marktgrößen für Produkte zu ermitteln, die im Verarbeitungsgrad möglichst nahe an genetischen Rohmaterialien liegen. Ist dies für Vorprodukte nicht möglich, müssen Zahlen für Güter der Endnachfrage herangezogen werden.

Im Gegensatz dazu wird bei ten Kate und Laird (1999) stärker auf die generelle volkswirtschaftliche Bedeutung von genetischen Ressourcen abgestellt. Unter diesen Voraussetzungen ist es nachvollziehbar, dass die landwirtschaftliche Produktion in die Darstellung einbezogen wird. Letztlich wird damit die unbestritten herausragende Bedeutung von genetischen Ressourcen in der Landwirtschaft und Ernährung – auch relativ zu anderen Sektoren – herausgestellt.

Lässt man die Sonderrolle der landwirtschaftlichen Produktion einmal außer Acht, dann können die unterschiedlichen Marktgrößen der übrigen Sektoren Hinweise darauf geben, in welchen Sektoren der Marktwert genetischer Ressourcen schwerpunktmäßig realisiert wird.

Diese Schlussfolgerung basiert allerdings auf der Annahme, dass die Bedeutung von genetischen Ressourcen in der Herstellung in allen Sektoren annähernd gleich ist. In der Praxis trifft dies so jedoch kaum zu. Gerade in den Sektoren in denen natürliche Ressourcen mit synthetisch-chemischen Materialien konkurrieren, d.h. auch durch solche im FuE-Prozess (bedingt) ersetzt werden können, führt eine Veränderung der relativen Marktpreise zu Nachfrageverschiebungen bei genetischen Ressourcen in die eine oder andere Richtung¹⁴.

so den Umsatz für Saatgut im Gartenbau zu ermitteln. Dadurch würde sich die Gesamtsumme der Umsätze um 15 bis 18 Mrd. US\$ auf 200 bis 285 Mrd. US\$ reduzieren.

¹⁴ Dieser Aspekt ist insbesondere bei der Zugangsregulierung zu genetischen Ressourcen und Bestimmungen zum Vorteilsausgleich von Bedeutung. Sofern durch Regulierungen in dem Sinne der CBD die Beschaffungskosten der industriellen Nutzer genetischer Ressourcen steigen, wird die Nachfrage und damit der Marktpreis nach solchen Materialien tendenziell sinken. Dieser Nachfrage-Effekt sollte zwar berücksichtigt werden; er ist aber nicht

Darüber hinaus stellen die identifizierten sektoralen Marktgrößen Momentaufnahmen dar. Die Größenverhältnisse der Märkte zueinander kann sich z.B. angesichts erwarteter Veränderungen in der neueren Biotechnologie in der Zukunft merklich verändern.

In Abwägung dieser Einwände legen die Zahlen in der Tabelle 1 zusammen mit Informationen über die sektoralen Produktionen nahe, dass die Wertschöpfung aus genetischen Ressourcen derzeit vorrangig in der pharmazeutischen und naturmedizinischen Industrie, der Saatgut-Industrie sowie in der Umweltbiotechnologie und weniger bei Produktionen von Pflanzenschutzmitteln, des Gartenbaus sowie von Kosmetika und Körperpflegeprodukten stattfindet.

Letztere weisen eine relativ geringere Marktgröße bei Endprodukten auf und anekdotische Hinweise lassen auf eine relativ starke Rolle von synthetischen Substituten schließen. Bei Einschätzungen der naturmedizinischen Produktionen sowie der Umweltbiotechnologie ist zu beachten, dass die z.T. hohen Erwartungen an die Zukunft mit einer noch relativ geringen Datenbasis einhergehen. Im Hinblick auf die Saatgutproduktion muss hinterfragt werden inwieweit eine Wertschöpfung durch genetische Ressourcen in natürlicher Umgebung (in situ) oder durch bereits eingelagerte ex situ Materialien stattfindet. Diese Frage wird im Abschnitt (4.2) genauer beleuchtet. Im nächsten Abschnitt wird die pharmazeutische Produktion ausgehend von den Zahlen zur Marktgröße genauer untersucht.

notwendigerweise ein Argument dafür, auf derartige Regulierungen zu verzichten, da Bestimmungen zum Zugang und Vorteilsausgleich eine politische Funktion übernehmen sollen, die über die ökonomische Dimension hinausgeht.

3.2 Der pharmazeutische Sektor in einer Input-Output-Darstellung

Ausgehend von der Marktgröße bei Produkten, in deren Herstellung genetische Ressourcen verwendet werden, wäre es wünschenswert, den Beitrag genetischer Ressourcen hieran genauer zu bestimmen. Im Allgemeinen, insbesondere aber für die technologieintensiven Sektoren, wie in der pharmazeutischen und sonstigen biotechnologischen Produktion, wird von einem quantitativ relativ geringen Anteil genetischer Ressourcen am Gesamtproduktionswert ausgegangen. In der Praxis ist es kaum möglich, diesen Anteil hinreichend genau zu bestimmen. Eine Annäherung in dieser Hinsicht können Daten aus Input-Output-Tabellen für die genannten sektoralen Produktionen liefern.

Aus Daten der OECD zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) wird für drei Länder die Zusammensetzung des Bruttoproduktionswerts im Sektor „Arzneimittel“ (Drugs and Medicines) aus Vorleistungen in 35 anderen Sektoren untersucht (OECD 2004)¹⁵. Da genetische Ressourcen nicht als eigene Rubrik in der VGR identifiziert werden können, wird im Weiteren vereinfachend unterstellt, dass *natürliche* Ressourcen in der pharmazeutischen Produktion nur wegen ihrer Funktion als Träger genetischer Information eingesetzt werden und damit genetische Ressourcen darstellen. In der VGR wird die primäre Produktion von und mit natürlichen Ressourcen in 5 Sektoren beschrieben (Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei; Bergbau; Nahrungs- und Genussmittel; Textilien und Leder; Holzverarbeitung). Davon kommen

¹⁵ Der Sektor entspricht der Sektorgruppe 3522 nach der ISIC Rev.2. Klassifikation. Die genaue Beschreibung hierfür lautet: „*The manufacture, fabrication and processing of drugs and medicines, including biological products, such as bacterial and virus vaccines, serums and plasmas; medicinal chemicals and botanical products, such as antibiotics, quinine, strychnine sulphate drugs, opium and derivatives, adrenal, caffeine, codeine derivatives, vitamins; and pharmaceutical preparations for human or veterinary use.*“ und entspricht damit einer sehr breiten Definition von Arzneimitteln/ pharmazeutischen Produkten.

vermutlich nur der Bereich „Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei“ sowie unter Umständen „Nahrungs- und Genussmittel“ als Lieferant von genetischen Ressourcen für die Arzneimittelproduktion in Frage.

Tabelle 2: Analyse von Input-Output-Tabellen für die Arzneimittelproduktion in ausgewählten Ländern

Gesamttransaktionen im Sektor "drugs & medicines"			
(Inlandsproduktion und Importe)			
Sektor	Anteil am Bruttonominalwert		
	USA	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	0.47%	0.00%	0.01%
Land-, Forst-, Fischerei zusammen mit Nahrungs- und Genussmittel	1.77%	3.95%	1.96%
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei über andere Sektoren	(1.21%)	(2.07%)	(1.39%)
Eigenverbrauch Arzneimittel	7.5%	4.0%	8.0%
Transport, Lagerung; Groß- u. Einzelhandel	5.3%	4.3%	4.6%
<i>Wertschöpfung</i>	<i>48.0%</i>	<i>29.0%</i>	<i>52.2%</i>
Entlohnung von Arbeitskräften	n/a	20.8%	26.9%
Betriebsüberschuss (brutto)	n/a	6.6%	25.0%
Indirekte Steuern (netto)	n/a	1.6%	0.3%

Quelle: OECD (2004). OECD National Accounts (für 1990, in nationalen Währungen). Eigene Berechnungen

In Tabelle 2 wird zunächst der Anteil des Sektors „Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei“ ermittelt. Dieser liegt in den drei Ländern zwischen 0% und 0,5%. Wird der Anteil des Sektors „Nahrungs- und Genussmittel“ großzügig als zusätzliche Quelle für die Bereitstellung genetischer Ressourcen hinzugerechnet, ergeben sich Anteile von 1,7% bis zu 4%. In einer weiteren Kennzahl soll

versucht werden, den Anteil der Ressourcen, die durch den Umweg über andere Sektoren, wie z.B. der chemischen Industrie, Eingang in die Arzneimittelproduktion findet, abzuschätzen. Ein solches Vorgehen ist gerade angesichts des mehrstufigen FuE- und Herstellungsprozesses von Interesse. Dazu wird zunächst der Input-Anteil von „Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei“ für jeden einzelnen der 35 Sektoren berechnet und dann mit deren sektorspezifischen Anteil in der Arzneimittelproduktion multipliziert. In der Summe dieser indirekten Inputs ergibt sich ein Faktoranteil von 1,2% bis 2,1%.

Des Weiteren wird ein Anteil von 4% bis 8% von Vorleistungen für Arzneimittel aus dem eigenen Sektor beobachtet. Lagerung, Transport und Verkauf machen 4,3% bis 5,3% des Bruttoproduktionswertes aus, die Entlohnung von Arbeitskräften dagegen 21% bis 27%. Die Wertschöpfung ergibt sich aus der Summe von Arbeitslohn, indirekten Steuern und Betriebsüberschuss.

Insgesamt vermitteln diese Zahlen den Eindruck, dass den genetischen Ressourcen *maximal* 1% bis 2% der Markterlöse im Bereich der Arzneimittel anzurechnen sind. Legt man großzügig die oben ermittelten Zahlen für den Gesundheitssektor (siehe Tabelle 1) zugrunde, lässt sich ein Marktwert von grob 2,4 Mrd. US\$ ansetzen. In dieser Zahl wird unterstellt, dass es sich bei den durch „Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei“ bereitgestellten Gütern ausschließlich um genetische Ressourcen und keine anderen Leistungen handelt. Da dies wenig realistisch ist, müsste für eine Annäherung an den tatsächlichen Wert die obige Schätzung weiter nach unten korrigiert werden.

Obwohl 2,4 Mrd. US\$ vor dem Hintergrund der aktuell in den Biodiversitätsschutz investierten öffentlichen und privaten Gelder eine beträchtliche Summe darstellen (vgl. James et al. 1999), stellt die abgeleitete Zahl kaum den Betrag dar, den Anbieter genetischer Ressourcen tatsächlich erzielen können. Aufgrund

fehlender Daten kann aber eine weitere Eingrenzung des Marktwertes genetischer Ressourcen in der pharmazeutischen Produktion kaum in verlässlicher Form geleistet werden. Lediglich auf Basis anekdotischer Hinweise (vgl. Abschnitt 4.2) ist zu vermuten, dass der Entgeltstrom an die Anbieter deutlich unterhalb der ermittelten Obergrenze liegt (vgl. Abschnitt 4.2). Die Wirksamkeit der beschriebenen Erhaltungsstrategie allein durch die pharmazeutische Nutzung genetischer Ressourcen scheint damit in der Breite kaum gegeben.

Eine andere Frage ist, inwieweit der Wert von genetischen Ressourcen bzw. von der darin enthaltenen genetischen *Information* zum Unternehmensgewinn beiträgt. Die Zahlen in der Tabelle geben den Anteil des Betriebs Überschusses einschließlich Abschreibungen mit 6% bis 25% an. Es ist in diesem Zusammenhang davon auszugehen, dass sich die industriellen Nutzer, die auf der Nachfrageseite des Faktormarkts für genetische Ressourcen auftreten, größere Teile der Ressourcenrente aneignen konnen¹⁶. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Materialbedarf für die FuE begrenzt und die Materialbereitstellung auf der Angebotsseite zunächst nur mit geringen Grenzkosten bei gleichzeitig hohem Wettbewerbsdruck verbunden ist.

Im Allgemeinen kann jedoch der Beitrag genetischer Information zum Betriebs berschuss neben anderen Gewinnkomponenten kaum verlässlich bestimmt werden. Für den Marktwert genetischer Ressourcen und daraus abgeleiteten Anreizen für die Erhaltung naturnaher Ökosysteme ist er auch zunächst von geringer Bedeutung, da die Verteilung der Ressourcenrente bei den existierenden Marktstrukturen auf der Angebots- und Nachfrageseite als gegeben anzusehen ist. Erst wenn sich die Marktstrukturen z.B. durch eine

¹⁶ Als Ressourcenrente kann vereinfacht der auf der Nachfrageseite in der Weiterverarbeitung realisierte Wert abzüglich der variablen Bereitstellungskosten auf der Angebotsseite verstanden werden.

Angebotsverknappung infolge eines fortschreitenden Verlustes an genetischer Vielfalt oder infolge von Absprachen oder Zusammenschlüssen auf der Angebotsseite verändern und damit eine andere Rentenverteilung eintreten würde, wird diese Größe relevant.

Abschließend ist anzumerken, dass eine vergleichbare Analyse für andere Sektoren, wie den Agrar-Sektor und den Bereich der Umweltbiotechnologie aufgrund der hochgradigen sektoralen Aggregation der Daten in der VGR nicht durchgeführt werden kann, bzw. nicht zu annähernd verlässlichen Ergebnissen führt.

4 Informationen über genetische Ressourcen aus Unternehmensangaben und beobachteten Markttransaktionen

Die bisherige Analyse des Marktwertes genetischer Ressourcen verfolgte mehr oder weniger einen Top-Down-Ansatz: Ausgehend von umfassenden aber hoch aggregierten Daten für die Sektoren, die genetische Ressourcen verwenden, sollte der Markt für diese Ressourcen abgeschätzt werden. Vorstellbar ist alternativ ein Bottom-Up-Ansatz, wobei Informationen über einzelne Beobachtungen von Transaktionen mit genetischen Ressourcen zu einem möglichst genauen Gesamtbild über den Markt zusammengefasst werden.

Die Beschreibung der Transaktionen kann hierzu grundsätzlich wieder nach Sektoren getrennt werden. Zusätzlich können aber die unterschiedlichen Eigenschaften von genetischen Ressourcen als ökonomische Güter berücksichtigt werden: Während es in allen genannten Sektoren im wesentlichen um die Nutzung der im Material enthaltenen genetischen Information und der damit verbundenen Funktionen geht, kann diese Information in den meisten Sektoren vom natürlichen Ausgangsmaterial isoliert und für alle weiteren Anwendungen reproduziert werden, ohne erneut auf das Ausgangsmaterial

zurückgreifen zu müssen. Diese ökonomische Eigenschaft der Nicht-Rivalität lässt genetische Ressourcen letztlich als Informationsgüter erscheinen. Den einmaligen, fixen Beschaffungskosten folgen lediglich relative geringe, variable Reproduktionskosten.

Im Gegensatz dazu liegt bei bestimmten Produkten eine Rivalität in der Nutzung des Informationsträgers vor: Die gewünschte Wirkung, die durch die genetische Information gesteuert wird, kann nur erreicht werden, wenn das biologische Ausgangsmaterial in den Herstellungsprozess eingeht und verbraucht wird. Genetische Ressourcen als ökonomische Güter ähneln in diesem Sinn herkömmlichen natürlichen Ressourcen in anderen, traditionellen Produktionen. Die Unterschiede in den Gütereigenschaften führen letztlich auch zu einem unterschiedlichen Umfang an Transaktionen, um den Materialbedarf in der FuE und Produktherstellung zu decken, und begründen so unterschiedliche (Markt-)Werte für die einzelne Ressource.

4.1 Rivale Nutzungen genetischer Ressourcen

Eine rivale Nutzung genetischer Materialien kann insbesondere bei den Produkten der *pflanzlichen Medizin* und der *natürlichen Kosmetik und Körperpflege* beobachtet werden. Für Produkte der *pflanzlichen Medizin* werden Rohmaterialien einerseits direkt aus der Wildnis entnommen (wildcrafting), andererseits in modifizierten Ökosystemen kultiviert und geerntet¹⁷. Der (internationale) Vertrieb erfolgt teilweise durch kommerzielle Zwischenhändler. Die entnommenen Ressourcen werden extrahiert, d.h. bioaktive Substanzen werden aus der Pflanze mit Hilfe von Lösungsmitteln getrennt. In der weiteren

¹⁷ In Deutschland wurden 1997 1543 Pflanzenarten als Wirkstofflieferant genutzt. Nach Lange (1997) schließt dies einige Nutzungen in der kosmetischen Produktion, sowie in der Lebensmittel- und technischen Industrie ein. Eine eindeutige sektorale Trennung der Nutzungen ist kaum möglich. 70%-90% der gehandelten Menge entfielen auf Materialien, die in der Wildnis gesammelt wurden (Lange 1997:123/124).

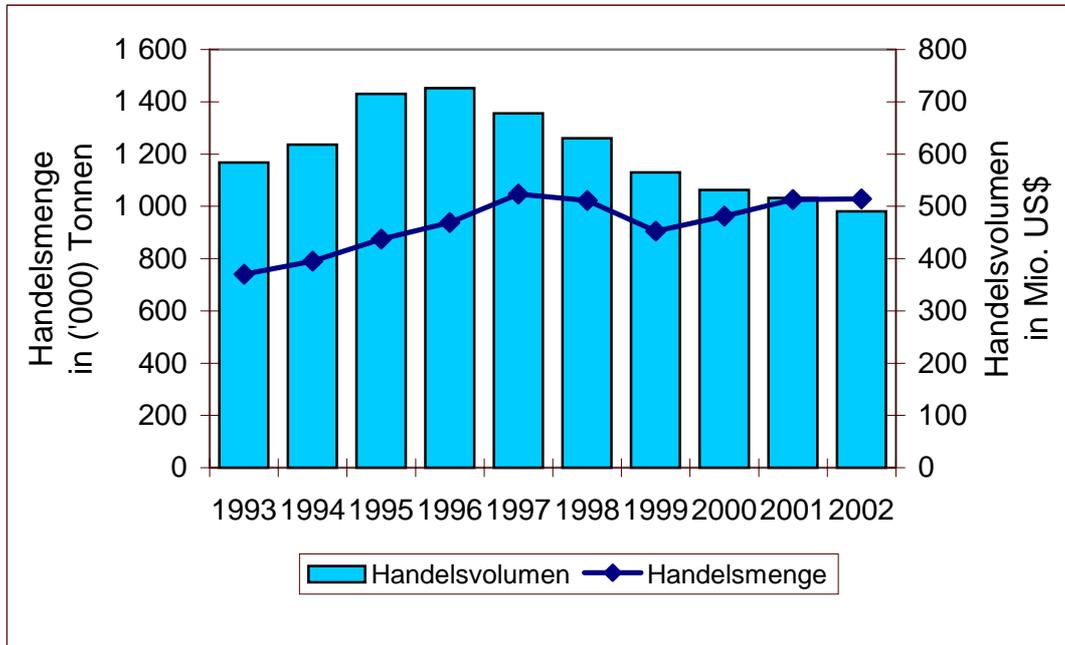
Verarbeitung der Extrakte wird dann ein einheitliches Qualitätsniveau des Material erzielt (Standardisierung). Die Produkte werden schließlich als Tinkturen oder feste Naturstoffe vermarktet. Die FuE in diesem Sektor basiert weniger auf kapitalintensive Labor-Forschung sondern zielt eher auf die Suche nach neuen Mischungen bekannter Extrakte sowie Modifikationen zur Qualitätssicherung ab (ten Kate und Laird 1999:93).

Bei natürlichen *Kosmetika und Produkten der Körperpflege* werden teilweise identische oder ähnliche Beschaffungswege für Rohmaterialien wie bei der pflanzlichen Medizin genutzt. Die FuE konzentriert sich auf die Suche nach neuen Produktbestandteilen sowie nach Variationen von bestimmten existierenden Bestandteilen (ten Kate und Laird 1999:274-277).

Transaktionen mit genetischen Ressourcen als pflanzliche Rohmaterialien lassen sich anhand von offiziellen Handelsstatistiken untersuchen. Zahlen der UN Statistics Comtrade Datenbank beschreiben in der Produktgruppe 2924 die jährlichen Handelsmengen für pflanzliche Materialien in medizinischen Verwendungen. Um auf Basis dieser Daten die Handelsströme mit genetischen Ressourcen zu identifizieren und dabei gleichzeitig den Einfluss von jährlichen Schwankungen zu begrenzen, werden Zwei-Jahres-Durchschnitte für Handelsmengen und –werte in dem aktuellen und jeweils vorangegangenen Jahr ermittelt¹⁸.

¹⁸ Im Detail wird die Produktgruppe 2924 nach der SITC Rev.3 Klassifikation definiert als “Plants and parts of plants (including seeds and fruits) of a kind used primarily in perfumery, in pharmacy, or for insecticidal, fungicidal or similar purposes, fresh or dried, whether or not cut, crushed or powdered” und umfasst damit auch genetische Ressourcen bei kosmetischen Produkten und bei Pflanzenschutzprodukten sowie teilweise auch in der pharmazeutischen Produktion.

Abbildung 1: Handelsmengen für genetischer Ressourcen als pharmazeutische Pflanzen (Exporte, Weltmarkt)



Quelle: UN Statistics Commtrade; eigene Darstellung

Die Abbildung 1 zeigt, dass die weltweite durchschnittliche Handelsmenge von 1993 bis 2001 zunächst um 38,7% auf rund 510.000 Tonnen pro Jahr zugenommen hat. Dieser Anstieg ging mit einem Rückgang des Handelswerts um -11,7% einher. Im gleichen Zeitraum sank also der Handelswert pro Kilogramm von 3,15 US\$ auf 2,01 US\$¹⁹.

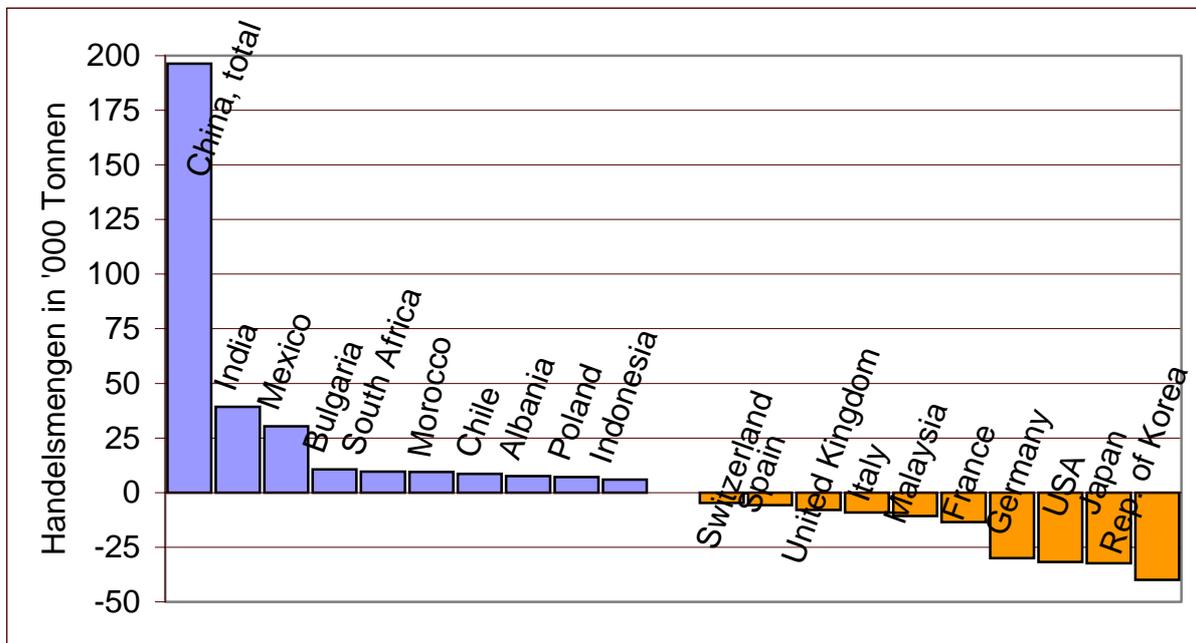
Unterstellt man typische Preiselastizitäten für das Angebots- und Nachfrageverhalten und vollständige Konkurrenz auf beiden Marktseiten, dann impliziert das Zusammenspiel von Wert- und Handelsmenge, dass das Angebot an genetischen Ressourcen relativ stärker als die Nachfrage gewachsen ist. Möglicherweise wurden in der Vergangenheit im Durchschnitt zunächst relativ hohe

¹⁹ Das Jahr 2002 wird nicht berücksichtigt, da (bisher) nur Daten von 95 Ländern für dieses Jahr – im Vergleich zu 115 Länder für das Jahr 2001 - in der Datenbank erfasst sind.

Gewinnspannen auf der Angebotsseite erzielt, die dann neue Anbieter angelockt und somit zu Erlös- und Preissenkungen in jüngerer Zeit geführt haben.

Um die Angebotsstruktur nach Ländern zu beschreiben, werden die Nettoexporte pflanzlicher Materialien (einschließlich Re-Exporte) errechnet. Als Basisjahr wird das Jahr mit den meisten Beobachtungen gewählt. Die Abbildung 2 zeigt, dass Hauptanbieter dieser genetischer Ressourcen in den Regionen wie Südostasien aber auch in Südamerika, Südafrika und im Mittelmeerraum einschließlich Osteuropa zu finden sind. Es handelt sich dabei im Allgemeinen um relativ artenreiche Regionen. Teilweise verdanken diese Länder aber ihre Marktposition auch einem Standortvorteil in der Verarbeitung der Rohmaterialien. Dies gilt z.B. für osteuropäische Länder (Lange 1997:42).

Abbildung 2: Hauptanbieter und -abnehmer von genetischen Ressourcen als pharmazeutische Pflanzen (2924 SITC Rev.3) im Jahr 2000 (Netto-Exporte einschließlich Re-Exporte)



Quelle: UN Statistics Commtrade; eigene Darstellung

Die Dominanz der Volksrepublik China (einschließlich Hong Kong und Macao) legt nahe, dass es sich bei den erfassten Materialien in erster Linie um Produkte der Traditionellen Chinesischen Medizin, wie z.B. Materialien der Ginseng-Wurzel, handelt und damit vorrangig der Bereich der pflanzlichen Medizin abgebildet wird. Die Hauptabnehmer befinden sich in den westeuropäischen Staaten, den USA, Japan und der Republik Korea.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass in dieser Darstellung lediglich grenzüberschreitende Transaktionen von genetischen Ressourcen erfasst werden. Innerstaatlicher Handel, d.h. insbesondere der lokale Handel in Entwicklungsländern, wo die heilpflanzliche Medizin einen relativ hohen Stellenwert im Gesundheitssektor besitzt, werden hierin nicht abgebildet.

Die lokalen Märkte für solche Arzneimittel lassen sich kaum systematisch erfassen. In einer Fallstudie für die südafrikanische Provinz KwaZulu-Natal werden Verkaufszahlen in einer Stichprobe von 54 kommerziellen Händlern erfragt. Der Jahresumsatz bei 39 Pflanzenarten betrug danach 883,8 Tonnen (Cunningham 1993)²⁰.

Neben offiziellen Handelsdaten gibt es anekdotische Hinweise auf den Marktpreis von genetischen Ressourcen als Ausgangsmaterial für Naturmedizin. Dieser Marktpreis entspricht letztlich den Brutto-Stückerlösen, die lokale Anbieter vor Ort erzielt werden können. Tabelle 3 fasst Preisangaben aus verschiedenen Beobachtungen zusammen.

²⁰ Die KwaZulu-Natal Province umspannt eine Fläche von ca. 92.000 km² mit einer Bevölkerung von 8,5 Mio. Menschen.

Tabelle 3: Preise für genetische Ressourcen als Rohmaterialien

– Zahlen aus Fallstudien

Produkt	Herkunftsort	Preis pro kg (Rohmaterial)	Kommentar/ Quelle
Kava (Piper methysticum)	Ozeanien	5-8 US\$	Verwendung als Nahrungsergänzungsmittel (ten Kate und Laird 1999:108).
Teufelskralle (Harpagophytum procumbens)	Namibia	0,1-1,8 US\$ (umgerechnet)	Verwendung als Präparat gegen Gelenk- und Gliederschmerzen / Cole und du Plessis (2001); Le Breton (2001)
Afrikanisches Stinkholz (Prunus africana)	Madagaskar	2 US\$	Verwendung als onkologisches Präparat / Le Breton (2001)
Madagaskar-Immergrün (Catharanthus roseus).	Madagaskar	6 US\$	Verwendung als onkologisches Präparat / Le Breton (2001)
Tigergras (Centella asiatica)	Madagaskar	6 US\$	Verwendung als Heil- und Pflegemittel / Le Breton (2001)
Katzenkrallen (Uncaria tomentosa)	Peru	0,24-0,35 US\$	Präparat, verschied. Indikationen/ GAIA/GRAIN (2000)
Lapacho (Tabebuia impetiginosa)	Paraguay	20 US\$	Baumart/ Unters.Verwendungen / GAIA/GRAIN (2000)
(Phragmipedium kovachii)	Peru	6,50 US\$ (einmaliger Stückpreis)	Orchideen-Art; Marktwert für Züchtung aktuell bei 5000 US\$ / Kunath (2002)

Darüber hinaus wurde versucht, dem Marktwert der Rohmaterialien, d.h. dem Erlös des in situ Anbieters, der Verkaufserlös am Ende der Verwertungskette bei pflanzlichen Produkten gegenüberzustellen.

In der Fallstudie für die Kava-Produktion wurde ermittelt, dass ein Kilogramm Kava-Extrakte zu pflanzlichen Produkten im Wert von mehr als 300 US\$

verarbeitet werden (ten Kate und Laird 1999:108)²¹. GAIA/GRAIN (2000) weisen in ihrer Darstellung daraufhin, dass bei verschiedenen pflanzlichen Präparaten weniger als 1% bis 13% des Verkaufswerts des Endproduktes an die lokalen Anbieter genetischer Ressourcen fließt. Die genaue Berechnung der Zahlen ist in der Studie nicht dokumentiert.

Unklar ist mit welchen lokalen Handelsmengen die beobachteten Preise und Erlösanteile korrespondieren und inwieweit sie bei einer Verknappung bzw. Ausdehnung des Angebots Gültigkeit behalten. Für sich genommen ist die Aussagefähigkeit dieser Zahlen ist damit begrenzt. Daneben ist es zu untersuchen, ob die dargestellten Pflanzen in ausreichenden Mengen pro Hektar in den Naturflächen geerntet werden können, um so den Landbesitzern dauerhaft Erträge erbringen zu können, die größer sind als Erträge aus alternativen Nutzungen, die die Naturflächen modifizieren. Eine vereinfachte Rechnung kann diesen Zusammenhang erklären:

Die jährlichen Netto-Erlöse aus Naturerhaltung pro Hektar, d.h. Kilogrammpreis mal geerntete Menge pro Hektar, müssen größer sein als die jährlichen Netto-Erlöse aus Alternativnutzungen. Letztere lassen sich durch das Produkt aus Landpreis pro Hektar und Diskontrate approximieren. Unterstellt man ad hoc einen Landpreis zwischen 500 und 2000 US\$ pro Hektar bei einer Diskontrate von 10%, dann muss bei einem Kilogrammpreis von 3 bis 6 US\$ (siehe oben) eine Ernte von 8 bis 67 Kilogramm genetisches Rohmaterial pro Hektar erzielt werden. Da Arbeitskosten in dieser Rechnung vernachlässigt werden, müsste die tatsächliche Ernte in einer Spanne oberhalb der errechneten Eckwerte liegen.

Für bestimmte Ökosysteme erscheint es realistisch, dass die ermittelten Zahlen zur biologischen Produktivität bei gleichzeitig niedrigen Erntekosten erreicht

²¹ Unklar ist, wie viel Trockenmaterial notwendig ist, um Extrakte in der gewünschten Konzentration zu produzieren.

werden können. Die Hypothese einer fehlenden Wirksamkeit der Erhaltungsstrategie durch Vermarktung kann so per se nicht verworfen werden. Allerdings kann auf der allgemeinen Betrachtungsebene kaum eine Aussage darüber getroffen werden, für welche Ökosysteme diese Voraussetzungen gelten und zu welcher Gesamtfläche sich diese Ökosysteme addieren.

4.2 Nicht-Rivale Nutzungen genetischer Ressourcen

Nicht-rivale Nutzungen genetischer Ressourcen dominieren grundsätzlich in den meisten anderen Sektoren, insbesondere aber in der Saatgut-Produktion. Die *pharmazeutische Produktion* muss in diesem Zusammenhang differenziert betrachtet werden:

Genetische Ressourcen und deren Information finden in unterschiedlichen Formen Verwendung in der FuE. Molekulare Bestandteile werden direkt aus den Naturstoffen gewonnen bzw. gentechnisch hergestellt und anschließend durch Fermentation reproduziert, oder natürliche Bestandteile, die chemisch identisch zum Naturstoff sind, werden synthetisch oder semi-synthetisch reproduziert. Werden die molekularen Verbindungen ausgehend von der natürlichen Form für einen bestimmten Zweck modifiziert, spricht man von Derivaten. Noch weitergehend kann auch lediglich ein Teil einer natürlichen molekularen Struktur verwendet (parent structure) und synthetisch neu kombiniert werden (ten Kate und Laird 1999:40)

Sind allerdings die natürliche molekulare Kombinationen, die für die FuE und Produktherstellung relevant sind (zunächst) nicht synthetisch reproduzierbar, dann stellen genetische Ressourcen als Informationsträger (zunächst) auch in der pharmazeutischen Produktion rivale Güter dar. Beispiele für solche rivale Nutzungen sind Produktionen der Wirkstoffe Paclitaxel (Taxol) (Day und Frivold 1993) oder Conocurvone (OECD 1997:22). In den meisten Fällen scheint jedoch eine (Teil-)Synthetisierung der relevanten Naturstoffe zu

gelingen, so dass vereinfachend von einer nicht-rivalen Nutzung in der pharmazeutischen Produktion ausgegangen werden kann.

Die Suche nach geeigneten genetischen Informationen für die pharmazeutische FuE umfasst aus biologischer Sicht ein breites Spektrum an Ressourcen. Analysiert werden neben Pflanzen auch Mikroorganismen, Insekten oder Pilzarten, die aus terrestrischen und marinen Ökosystemen entstammen (ten Kate und Laird 1999:43). Hinsichtlich der Verarbeitung der Materialien werden zunächst Proben von organischem Rohmaterial (samples) gehandelt. Aus diesem Proben werden Extrakte (extracts) gewonnen, in denen dann molekulare Verbindungen (compounds) als Substanzen isoliert und getestet werden (screening). Pflanzliche Extrakte können bis zu 100 unterschiedliche Substanzen (WBGU 2000) enthalten. Eine Materialprobe (sample), die für eine erste Untersuchung beschafft wird, hat ein durchschnittliches Gewicht von 0,1 bis 1 Kilogramm. Um im Weiteren 50 Milligramm Reinsubstanz zu gewinnen, die für die Analyse der biochemischen Struktur ausreichen, müssen 5-10 Kilogramm Trockenmaterial verarbeitet werden, was wiederum 50 Kilogramm Pflanzenmaterial bzw. 7-13 Kilogramm Wurzelmaterial entspricht (Laird 1993). Bis zu einem möglichen Beginn der klinischen Phasen bei einem identifizierten Wirkstoff werden insgesamt 500 Milligramm benötigt. Allgemein werden bis zu 100 000 Substanzen in einem FuE-Projekt getestet (McChesney 1996, WBGU 2000).

Bezüglich der Nicht-Rivalität der genetischen Information kann man beobachten, dass Produzenten von Pharmazeutika unternehmenseigene Datenbanken an (biologisch-)chemischen Substanzen für eigene Verwendungen oder Vermietungen anlegen. Nach Zahlen für 1996 umfassen diese Bibliotheken durchschnittlich 200 000 Substanzen (compounds). Dieser Bestand wird letztlich fortwährend erhöht. In Abhängigkeit der Unternehmensgröße werden

pro Jahr Substanzen aus 10 bis 100 bzw. 2 000 bis 10 000 Samples neueingestellt (ten Kate und Laird 1999:59).

Im Hinblick auf den Markt für genetische Ressourcen interessiert, wie genetische Ressourcen für die pharmazeutische FuE beschafft und welche Gegenleistungen an die Anbieter geleistet werden. Dabei liegen jedoch Informationen über Transaktionen mit genetischen Ressourcen kaum flächendeckend und systematisch vor. Es wird lediglich davon ausgegangen, dass meistens verschiedene Intermediäre beim Transfer vom Anbieter zum Nutzer beteiligt sind. Dazu gehören kommerzielle Händler aber auch universitäre Einrichtungen des öffentlichen Sektors. Feldsammlungen direkt durch die eigentlichen industriellen Nutzer sind offenbar nicht die Regel (ten Kate und Laird 1999:58).

Einzelne Beobachtungen und Fallstudien geben anekdotische Hinweise auf die relevanten Marktparameter. Danach kann man davon ausgehen, dass in der Vergangenheit der informelle, d.h., der nicht schriftlich fixierte Austausch dominierte: Genetische Materialien wurden in der Vergangenheit vergleichbar zu anderen materiellen Gütern zwischen einzelnen Nutzern und Anbietern gehandelt. Weitergehende Ansprüche der Anbieter an späteren Produktentwicklungen aus der im gehandelten Material enthaltenen genetischen Information wurden nicht vereinbart. Nach Angaben der Marktteilnehmer lagen Preise für Samples in den 90er Jahren zwischen 50-200 US\$ pro Kilogramm Trockengewicht. Für verarbeitete Materialien (Extrakte) werden Preise von 100-250 US\$ für Proben von 25 Gramm gezahlt (Laird 1993, ten Kate und Laird 1999:64). In der Umrechnung entspricht dies einem maximalen (Brutto-)Marktwert von 10.000 US\$ pro Kilogramm²².

²² Im Vergleich dazu geht eine andere Darstellung von einem Weltmarktpreis für chemisch-synthetische Testsubstanzen von 1 US\$ pro Milligramm, also 1000 US\$ pro Kilogramm,

Soweit nur geringe Mengen an genetischem Material für eine kommerzielle Nutzung ausreichen, tritt aus Sicht des Anbieters häufig das Problem auf, dass ein Nutzungsausschluss von biologischem Material nicht effektiv durchsetzbar ist bzw. nicht durchgeführt wird. In jüngerer Zeit wurde dieses Problem durch die CBD in den Bestimmungen zu Eigentums- und Verfügungsrechten an genetischen Ressourcen aufgegriffen. Insbesondere diese rechtlichen Veränderungen haben dazu geführt, dass Transaktionen und Nutzungen von genetischen Ressourcen immer häufiger in Form von Bioprospektierungsvereinbarungen transparent gemacht werden.

Verträge zur Bioprospektierungen sind bilaterale Vereinbarungen zwischen lokalen oder regionalen Anbietern genetischer Ressourcen und deren Nutzern, die den Austausch in vertraglicher Form regeln (u.a. Reid et al. 1993). Fallbeispiele zeigen, dass auf der Nutzerseite häufig private Unternehmen in Kooperation mit staatlichen oder halbstaatlichen Forschungseinrichtungen als Nachfrager auftreten²³. In den meisten Fällen sind lokale Anbieter und industrielle Nutzer in unterschiedlichen Ländern lokalisiert, so dass ein Transfer von genetischem Material über Landesgrenzen hinweg erfolgt. Auf einer lokalen Ebene werden die transferierten genetischen Ressourcen zu meist entweder aus öffentlichen Schutzgebieten wie National Parks entnommen oder aber von Natur(schutz)flächen, die von lokalen Gemeinschaften bewirtschaftet werden.

Kennzeichnend für die Vereinbarungen ist, dass auf der Angebotsseite neben den Akteuren, die die biodiversitätsreichen Ökosysteme bewirtschaften und

aus, sowie der Vermutung, dass der Preis für Testsubstanzen aus Naturstoffen nicht wesentlich höher sei (FES 1996).

²³ Eine Stichprobe von Fallstudien zur Bioprospektierung kann unter <http://www.biodiv.org/programmes/socio-eco/benefit/cs.aspx> eingesehen werden. Die Beispiele beziehen sich meistens auf die Nutzung in der pharmazeutische Forschung, teilweise geht es aber auch um die Nutzung in der Entwicklung von Produkten der pflanzlichen Medizin, Produkten der neueren Biotechnologie oder, seltener, um die Verwendung in der Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln.

somit den direkten Zugriff auf die Ressourcen besitzen, in vielen Fällen auch Regierungsstellen, Forschungsinstitute oder Nicht-Regierungsorganisationen (NGO) als Vertragspartner beteiligt sind. Deren Aufgabe besteht darin, die Akteure vor Ort überhaupt erst in die Lage zu versetzen, genetische Ressourcen für die industrielle Nutzung überregional anzubieten. Hinsichtlich der vereinbarten Gegenleistungen bedeutet dies aber, dass Entgeltleistungen, die auf der Käuferseite durch die erworbenen Ressourcen erwirtschaftet werden müssen, nicht nur an die Akteure vor Ort (Landbesitzer) fließen, die die Naturflächen bewirtschaften, sondern auch an die anderen Beteiligten und damit die Erträge und Anreize zur Erhaltung vor Ort reduzieren²⁴.

Hinzukommt, dass die vertraglich vereinbarten Leistungen und Gegenleistungen zwischen Nutzer und Anbieter genetischer Ressourcen sich in der Regel auch nicht auf einzelnen Güter beziehen sondern eher auch ein Bündel von Leistungen. Die Leistungen der Anbieter betreffen neben dem Zugangs- und Weiterverwendungsrecht an genetischen Ressourcen zum Teil auch erste Verarbeitungen des Materials oder die Weitergabe von Ressourcen-spezifischen traditionellen Kenntnissen ("indigenes Wissen"). Die Gegenleistungen der Nutzer stellen zumeist eine Kombination von monetären Leistungen und nicht-monetären Leistungen, wie z.B. Technologietransfers oder Ausbildungsprogramme dar (UNEP 1998). Letztlich erschwert die Spezifität der Vereinbarungen und Heterogenität der gehandelten Güter, dass aus Bioprospektierungsverträgen konkrete Marktpreise für genetische Ressourcen ermitteln werden können.

²⁴ Häufig werden die Leistungen an die einzelnen beteiligten Gruppen durch gesonderte Verträge geregelt, so dass die gesamte Vereinbarung über den Austausch genetischer Ressourcen durch ein umfangreicheres Geflecht von Einzelverträgen beschrieben wird (u.a. Rosenthal 1997).

Darüber hinaus fehlen in den meisten Fällen in den veröffentlichten Vertrags- teilen konkrete Angaben über transferierte Mengen an genetischem Material²⁵. Ähnliche Datenprobleme bestehen bei der Bewertung der vom Nutzer transferierten Sachleistungen. Auch die monetären Leistungen der Nutzer lassen sich, sofern sie öffentlich gemacht werden, kaum in Preisen quantifizieren. Sie haben den Charakter von Einmalzahlungen oder/und von prozentualen Gewinn- oder Umsatzbeteiligungen (royalties) an marktfähigen Produkten, die auf Basis der genetischen Informationen aus den transferierten Ressourcen entwickelt werden. In den Fallstudien weisen die Einmalzahlungen maximal eine Höhe von 0,75 Mio. US\$ (CALM-AMRAD; OECD 1997) bis 1 Mio. US\$ (InBio-Merck, u.a. Swanson und Luxmore 1997) auf. Bezüglich der erfolgsabhängigen Zahlungen gibt es Hinweise, dass sich der Prozentsatz bei Umsatzbeteiligungen in einer Spanne von weniger als 1% bis 15% bewegt. Die Höhe der prozentualen Beteiligung der Anbieter korrespondiert dabei mit dem Verarbeitungsgrad der Ressourcen. Rohmaterialien können demnach eine Rate von 0,5% bis 2% erzielen (ten Kate und Laird 1999:68)²⁶. Unklar ist, ob es bisher in einem Einzelfall aus Royalties-Vereinbarungen heraus überhaupt zu Auszahlungen an die Anbieter gekommen ist.

²⁵ Für ein Bioprospektierungsprojekt in Surinam wurde organisches Material von einer Tonne Gewicht gesammelt und zu Extrakten verarbeitet. Das am Projekt beteiligte Privatunternehmen hatte insgesamt 961 Materialproben erworben, wofür jeweils 500 Gramm organisches Material benötigt wurde. Die annähernd gleiche Menge an Proben wurde vom den Projektpartner, einem öffentlichen Forschungsinstitut, bezogen (Guerin-McManus et al. 1998).

²⁶ In einem Einzelfall wurde eine besondere Leistungsbeziehung zwischen Nutzer und Anbieter vereinbart. Dabei gab es bereits im Vorfeld Hinweise auf die wahrscheinliche Vermarktungsmöglichkeit von Wirkstoffen in einer besonderen genetischen Ressource. Der Nutzer von genetischen Ressourcen, ein privates Biotechnologie-Unternehmen, hat hier eigens ein eigenständiges Joint Venture-Unternehmen mit dem ursprünglichen Anbieter, einer Regionalregierung in Malaysia, gegründet - mit den Ziel der weiteren Erforschung und potentiellen Vermarktung des Wirkstoffs (ten Kate und Laird 1999:70).

Insgesamt mangelt es den vorliegenden Marktpreisen für Materialproben in der pharmazeutischen Produktion ebenfalls an Aussagefähigkeit solange Zahlen über die transferierten Materialmengen fehlen. Einmalzahlungen und Royalties können für sich gesehen eine bemerkenswerte Summe darstellen. Unklar bleibt aber, wie viele Anbieter in den Genuss solcher Zahlungen kommen. Daneben kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Sachleistungen, die im Zusammenhang mit Bioprospektierungsverträgen durch die Nutzer transferiert werden, häufig einen (Markt-)Wert besitzen, der über denen der übrigen, monetären Gegenleistungen liegt.

Die Informationen in den Bioprospektierungsverträgen geben damit weder Hinweise darauf, ob der Transfer genetischer Ressourcen einen Umfang annimmt, mit dem dauerhafte Erträge aus der in situ Erhaltung erzielt werden können noch kann die Effektivität der Erhaltungsstrategie durch Vermarktung völlig ausgeschlossen werden. Eine genaue Einschätzung kann nur auf Basis von Fallstudien und über einen längeren Beobachtungszeitraum getroffen werden.

Grundsätzlich weisen die nicht-rivalen Nutzungen von genetischen Ressourcen, deren Beschaffungswege und Entlohnung bei *Produkten des Pflanzenschutzes* sowie der *übrigen modernen Biotechnologie* Ähnlichkeiten zu denen in der pharmazeutischen Produktion auf. Deutlich andere Merkmale zeigen dagegen die nicht-rivalen Nutzungen in der *Pflanzenzüchtung*. Hierzu soll die Züchtung und Saatgutproduktion bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen detaillierter betrachtet werden²⁷.

²⁷ Die Nutzung von genetischen Ressourcen für Pflanzenzüchtungen für den Gartenbau weist wiederum Ähnlichkeiten mit der Nutzung bei den Kulturpflanzen auf und wird nicht eingehender betrachtet (ten Kate und Laird 1999:172-187).

Um den (Markt-)Wert genetischer Ressourcen in der agrarischen Pflanzenzüchtung zu beschreiben, sind einige grundlegende sektorale Besonderheiten zu beachten. Anders als bei der Entwicklung und Produktion von Arzneimitteln geht die Produktqualität einer neuartigen Kulturpflanze nicht auf eine einzelne genetische Information zurück sondern auf die Anordnung verschiedener Informationen (Gene) in einer neuartigen Kombination von bisher erforschten und unerforschten Informationen. Dabei werden genetische Ressourcen als Träger von relevanten Informationen in der Regel nicht aus der in situ Umgebung entnommen sondern aus bereits verwendetem Material reproduziert. Im Allgemeinen ist die Suche nach einer für die Züchtung geeigneten genetischen Ressource mit einer kompatiblen genetischen Information auf den sehr engen Bereich derselben biologischen Art beschränkt. In selteneren Fällen wird auf biologisch eng verwandte Arten zurückgegriffen. Außerdem konzentriert sich die Züchtung und Saatgutproduktion in der Landwirtschaft auch auf sehr wenige Kulturpflanzenarten: Etwa 30 Pflanzenarten sorgen für ca. 90% des weltweiten Nahrungsangebots (FAO 1997)²⁸.

Genetische Ressourcen im Bereich der Pflanzenzüchtung liegen in verschiedenen materiellen Formen vor. Es handelt sich dabei um Saatgut (seeds), Gewebekulturen (tissue culture) oder lebende Pflanzen (actively growing plants) (Painting et al. 1995)²⁹ In einer weiteren Dimension kann genetisches Material in Kategorien unterschieden werden, die einen unterschiedlichen Verarbei-

²⁸ In Abhängigkeit von Entwicklungen und Anwendungen neuer gentechnischer Verfahren, die einen Transfer von Genen über die biologischen Artengrenzen hinweg ermöglichen, könnte der Bereich der genetischen Ressourcen, die für eine Pflanzenproduktion in Frage kommen, in der Zukunft ausgeweitet werden.

²⁹ Das genetische Material ist Träger der funktionalen Erbinheiten, die an die nächste Generation von Pflanzen weitergegeben werden (ten Kate und Laird 1999:358). Die Erhaltung des genetischen Materials dient der Erhaltung der Eigenschaften der Pflanze. Sofern dieses Ziel erreicht ist, wird die Form des genetischen Materials als nachrangig angesehen (Painting et al. 1995).

tungsgrad (improvement), d.h. Grad der Beeinflussung im Züchtungsprozess, aufweisen (IPGRI 1996:27,56). In einer gängigen Einteilung werden Wildarten und Landrassen, das sind primitive Arten, die vorrangig aus Selektionsprozessen auf lokaler Ebene entstanden sind, als „exotisches Material“ von neueren Arten (modern varieties) und Züchtlinien oder Zuchtmaterial (breeding lines) abgegrenzt (ASSINSEL 1996, IPGRI 1996).

Die einzelnen Pflanzenzüchter als Nutzer genetischer Ressourcen verfügen über unternehmenseigene Ausstattungen (Bibliotheken) an Trägern von genetischer Information, die in Forschungsprogrammen für die Weiterentwicklung existierender Kulturpflanzensorten genutzt werden. Nach einer Umfrage unter privaten Zuchtunternehmen kommt der Großteil der Ausstattungen aus eigenen Züchtungsprogrammen (75%). 15% werden über den Austausch mit anderen Züchtern beschafft, 3% werden über ex situ Genbanken bezogen. Wiederum 1% wird aus in situ Erhaltungsflächen entnommen (Swanson und Luxmore 1997). Es kann beobachtet werden, dass die Züchter ihre Suche nach genetischer Information zunächst bei Züchtungslinien und bestehenden Sorten beginnen. Ergänzend kann die Suche auf Datenbanken in ex situ Einrichtungen ausdehnt werden. Erst wenn hierin kein Erfolg erzielt werden kann und absehbar ist, dass in situ Ressourcen einen produktiven Beitrag zur Züchtung leisten können, werden Sammlungen in der Natur durchgeführt (Fowler 2000).

Nach Unternehmensangaben zur Herkunft der verwendeten Materialien basiert die Pflanzenzüchtung zu großen Teilen auf den modifizierten Materialien. Im Durchschnitt entstammt lediglich 3% der in der Züchtung verwendeten Materialien aus Landrassen und 3,7% aus Wildarten. Die verwendeten Materialien werden dabei insgesamt vorrangig ex situ erhalten. Lediglich 2,5% des Gesamtmaterials, das sind 1,1% Wildarten und 1,4% Landrassen, entstammt aus der in situ Erhaltung. Dennoch werden beide Materialgruppen in der Breite

genutzt: 94% bzw. 70% aller befragten Züchter verwenden Wildarten bzw. Landrassen (Swanson und Luxmore 1997)³⁰.

Nach den vorliegenden Informationen dominieren bei Transaktionen mit genetischen Ressourcen in der Pflanzenzüchtung eindeutig die ex situ Materialien. Der Austausch von ex situ Ressourcen zwischen Züchtungsunternehmen vollzieht sich dabei einerseits auf informeller Basis als reziproker Materialtransfer ohne monetäre Leistungen oder andererseits, sofern es sich um weiterverarbeitete Materialien handelt, auf Basis formaler Lizenzierungsverträge (ten Kate and Laird 1999:145ff)³¹. Detaillierte Informationen zu transferierten Mengen und Gegenleistungen einschließlich Preisen sind kaum systematisch erfasst bzw. nicht öffentlich zugänglich.

Des Weiteren werden genetische Ressourcen durch ex situ Genbanken bereitgestellt. Die zu meist öffentlich-rechtlichen Genbanken konservieren und vertreiben die ex Materialien oder führen zum Teil auch eigene Züchtungen durch (u.a. Evenson und Golin 1997). Sie sind in einem Netzwerk von nationalen und internationalen landwirtschaftlichen Forschungsinstituten (national

³⁰ Diese Zahlen wurden in einer anderen Umfrage bestätigt. Danach stellen „exotische“ Materialien 6.5% des verwendeten Materials dar. Zwei Drittel davon entstammten allerdings aus ex situ Umgebungen (ASSINSEL 1996).

³¹ Des Weiteren hat ein kommerzieller Nutzer einen Zugriff auf die verarbeiteten und vermarkteten Materialien eines anderen Nutzers. Dies ergibt sich daraus, dass praktisch jedes biologische Material, als Grundlage für die weitere Forschung und Weiterentwicklung dienen kann. Der Nutzer muss hierbei berücksichtigen, dass die geistigen Eigentumsrechte des originären Pflanzenzüchters nicht verletzt werden. Der Schutz geistiger Eigentumsrechte an Pflanzenzüchtungen wird im wesentlichen durch das multilaterale Abkommen der Union of the Protection of New Varieties of Plant (UPOV) geregelt. Darin ist u.a. das Recht zur Weiterwendung von geschütztem Material für Forschungszwecke („breeder’s privilege“) vereinbart. Weitere Bestimmungen für den Rechtsschutz von Pflanzenzüchtungen ergeben sich aus dem multilateralen TRIPS-Abkommen und Bestimmungen der WIPO (World Intellectual Property Organisation). In einzelnen Industrieländern ist in diesem Zusammenhang auch ein Patentschutz für Pflanzenprodukte möglich. In diesem Fall sind die Möglichkeiten der Verwendung von bereits patentiertem Material in der Weiterentwicklung stärker eingeschränkt (Bragdon and Downes 1998).

agricultural research centres (NARC), international agricultural research centres (IARC)) organisiert (Virchow 1999a).

In den Genbanken werden genetische Ressourcen gleicher Art als sogenannte Akzessionen (accessions) eingelagert (Folwer et al. 2000, Virchow 1999b)³². Derzeit wird die Zahl der Akzessionen bei 80 Pflanzenarten auf 6,2 Millionen weltweit geschätzt (FAO 1997). 0,66 Millionen Akzessionen (ca. 9% der Gesamtmenge) werden dabei in den 11 IARC konserviert, die sich zur Consultive Group of International Agricultural Research (CGIAR) zusammengeschlossen haben (Koo et al. 2003)³³. Zahlen aus den 90er Jahren zeigen, dass der Großteil der Akzessionen (85%) in nationalen Institutionen der öffentlichen Hand gelagert wird. Der Anteil von (zugänglichen) Akzessionen in privater Hand macht nur knapp 1% aus (Cooper et al. 1994:Table 3). Die Zahl der Genbanken weltweit wird mit ca. 1300 angenommen. Die meisten davon weisen aber einen relativ geringen Bestand von weniger als 2000 bis 3000 Akzessionen auf (Fowler 2004).

Akzessionen werden über die (einzigartige) Herkunft des Materials differenziert. Reproduktionen werden als Proben (Samples) weitergegeben. Aus den IARC der CGIAR werden durchschnittlich im Jahr 100.000 Samples von Akzessionen insgesamt transferiert (Cooper et al. 1994, Koo et al. 2003, Visser et al. 2000). Empfänger sind in erster Linie die *nationalen* Forschungsinstitute und Genbanken. Dabei handelt es sich vorrangig um Institute in den ökonomisch weniger entwickelten Ländern (Fowler 2004, Fowler et al. 2000, Visser et al. 2000). Die Transaktionen dieser NARC sind allerdings nur unvollständig

³² Für Getreidesorten entspricht eine Akzession etwa 500 bis 1000 Samen der Sorte (Virchow 1999b).

³³ Nach Gollin und Evenson (2003) hält die CGIAR ca. 0,5 Millionen Akzessionen. Das sind über 13% aller Akzessionen einschließlich Duplikate weltweit.

erfasst³⁴. Es wird angenommen, dass eine Genbank im Durchschnitt weniger als 10% ihrer Sammlung an Akzessionen innerhalb eines Jahres vertreibt (Fowler 2004).

Neben ihren eigenen Züchtungsaktivitäten repräsentieren die IARC und NARC letztlich die Intermediäre zwischen den eigentlichen Anbietern von genetischem in situ Material und den kommerziellen Nutzern. Sind diese Nutzer in der Lage, die genetischen Ressourcen innerhalb der ex situ Einrichtungen zu reproduzieren, dann ist kein weiterer Kontakt mit dem ursprünglichen Anbieter bzw. dem Intermediär erforderlich. Dementsprechend kann der erstmalige Transfer zwischen Anbieter und Intermediär bzw. Intermediär und Nutzer auch in der ferneren Vergangenheit liegen³⁵. Die Genbanken, und nicht die in-situ Anbieter, übernehmen damit die Hauptrolle in der Bereitstellung von genetischen Ressourcen für die kommerzielle Nutzung in der Pflanzenzüchtung. Der Austausch von ex situ genetischen Ressourcen zwischen den Genbanken und Forschungsinstituten bzw. kommerziellen Züchtern wird bisher meist nach dem Prinzip des unbeschränkten Zugangs praktiziert, d.h. Materialien werden auf Anfrage des Nutzers gebührenfrei oder gegen Übernahme der Transportkosten vom ex situ Anbieter abgegeben³⁶. Positive Marktpreise für genetische Ressourcen können so nicht identifiziert werden. In anderen Fällen wird der

³⁴ NARC in den Niederlanden oder in Skandinavien (Nordic Genebank) vertreiben durchschnittlich 2500 bis 1500 Samples im Jahr. Bis zu 35 000 Samples jährlich werden dagegen vom US Department of Agriculture (USDA) vertrieben (Fowler 2004).

³⁵ Allerdings sind häufig die technische Kapazitäten, die zur sachgemäßen Lagerung und Reproduktion notwendig sind, qualitativ unzureichend. Dies lässt sich insbesondere für Züchter und Genbanken in Entwicklungsländern beobachten. Entsprechend sind wiederholte Materialbeschaffungen bei IARC and NARC notwendig (u.a. Fowler 2004).

³⁶ Die eigenen Züchtungen, die NARC und IARC teilweise - neben ihren intermediären Aufgaben - produzieren werden häufig in Forschungs Kooperationen mit anderen Instituten oder kommerziellen Nutzern durchgeführt. In diesem Fall werden Transaktionen von Material vertraglich und außerhalb des freien Zugangs geregelt (ten Kate und Laird 1999:131,148).

freie Zugang mengenmäßig beschränkt, oder eine einmalige Gebühr für den Zugang zur Genbank erhoben (IPGRI 1996, Virchow 1999a).

Auch gibt es in jüngerer Zeit Bemühungen den Ressourcentransfer aus Genbanken heraus stärker zu formalisieren (Barton und Siebeck 1994). Als Mittel wird u.a. die Verwendung von vertraglichen Vereinbarungen in Form von einem Material Transfer Agreement (MTA) vorgeschlagen, in welchem die Rechte der beiden Vertragsseiten einschließlich der Rechte an möglichen Neuentwicklungen genauer spezifiziert werden. Die Regelung des Transfers genetischer Ressourcen durch MTAs im Bereich der Pflanzenzüchtung war bisher noch nicht weit verbreitet (IPGRI 1996). Allerdings wird den MTAs im Rahmen des Multilateralen System für pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (Multilateral System for PGRFA) zukünftig eine stärkere Rolle zugeschrieben. Dieses System von Regelungen zum Ressourcenzugang und Vorteilsausgleich soll im Zusammenhang mit dem „Internationalen Vertrag über die pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft“ (International Treaty on PGRFA), der im Juni 2004 im Kraft getreten ist, etabliert werden.

Des Weiteren werden Möglichkeiten diskutiert, über den elektronischen Zugriff auf eine Gen-Datenbank einen Markt für genetische Ressourcen zu initiieren. Diese Diskussion findet vor dem Hintergrund einer zunehmenden privatwirtschaftlichen Organisation von bisher öffentlich-rechtlichen Genbanken statt (Virchow 1999c).

Der weltweite Bestand von ex situ Materialien für die Pflanzenzüchtung in dezentralen Genbanken kann einerseits erodieren, wenn Akzessionen unsachgemäß gelagert und gepflegt und dadurch für die weitere Verwendung verloren gehen. Eine solche Gefährdung gilt insbesondere für Akzessionen in Genbanken, die nur über geringe finanzielle Mittel verfügen, um ihre Kosten zu decken (Imperial College of Science, Technology and Medicine 2002,

FAO 1997). Andererseits kann der globale Bestand erhöht werden, indem (i) neuartiges Züchtungsmaterial produziert wird oder (ii) bisher unerforschte in situ Materialien extrahiert und für die ex situ Haltung eingestellt werden. Nach Schätzungen der FAO (1997), die in Tabelle 4 aufgeführt sind, ist ein häufig signifikanter Teil der Landrassen bei mehreren Kulturpflanzen noch nicht gesammelt und erfasst worden. Die Zahlen in der rechten Spalte der Tabelle verdeutlichen, dass Erfassung von Wildarten teilweise nicht weit vorangeschritten ist. Häufig sind deutlich weniger als 50% der Wildarten erfasst³⁷. Beobachtungen für die IARC zeigen, dass sich deren Zugang an Akzessionen (einschließlich solchen aus in situ Quellen) im letzten Jahrzehnt aufgrund technischer Verbesserungen in der Lagerung von ex situ Materialien in den Ressourcenstaaten verlangsamt hat. Auch im Vergleich zu den Abgaben von Materialien stellt der Zugang eine eher zu vernachlässigende Größe darstellt (Fowler et al 2000). Unklar bleibt dabei, inwieweit nationale ex situ Institute, insbesondere solche in den weniger entwickelten Ländern, Anstrengungen zur Sammlung und Import von in situ Materialien unternehmen.

³⁷ Diese Feststellung ist zunächst unabhängig von der normativen Fragestellung zu sehen, ob es gesamtwirtschaftlich effizient wäre, den Grad der Erfassung bei exotischem Material weiter auszudehnen. Hierzu müssten die (Options-)Werte, die mit diesen Ressourcen verbunden sind, den Kosten der Sammlung und Erfassung gegenübergestellt werden.

Tabelle 4: Erfassung von pflanzengenetischer Vielfalt in ex situ Genbanken weltweit³⁸

Sorte	Anzahl der Akzessionen	Anteil von „exotischem“ Material (Wildarten; Landrassen)	Ex situ Erfassung von Wildarten; Landrassen
Weizen	850,000	n/a	60%; 95%
Reis	420,00	1%; 25%	10%; 95%
Mais	270,000	<1%; 17%	15%; 95%
Sorghum	168,500	<1%; 18%	10%; 80%
Hirse	90,500	2%; 33%	10%; 80% *)
Maniok	28,000	n/a	5%; 35%
Kartoffel	31,000	5%; 12%	40%; 95%
Süßkartoffel	32,000	6%; 16%	1%; 50%
Banane	10,500	n/a	n/a
Gemeine Bohne	268,500	1%; 21%	n/a
Sojabohne	174,500	1%; 2%	30%; 60%
Zuckerrohr	19,000	n/a	5%; 70%

Quelle: FAO (1997:Annex 2)

*) Zahlen nur für „pearl millet“.

Trotz der Dominanz von ex situ genetischen Ressourcen sind in situ genetische Informationen in der Pflanzenzüchtung dennoch nicht vollständig zu substituieren. Dies wird durch die Ergebnisse der oben zitierten Unternehmensbefragung dokumentiert. Diese Tatsache ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass der Bestand an genetischer Vielfalt in der Natur einer evolutionären Dynamik unterliegt und somit gar nicht vollständig in eine ex situ Umgebung transferiert werden kann. Mit anderen Worten scheint die natürliche Erschaffung von neuartiger genetischer Information in einer in situ Umgebung für die

³⁸ Eine vergleichbare Darstellung mit zusätzlichen Informationen und weiteren Sorten findet sich bei Gollin und Evenson (2003, Table 1). Die Angaben stimmen im Wesentlichen überein.

Fortentwicklung von Pflanzensorten immer noch unerlässlich zu sein (Swanson 1996).

Mit einer Untersuchung des Transfers von genetischen Ressourcen aus der in situ Umgebung heraus rückt auch wieder die Frage in den Mittelpunkt, inwieweit durch die kommerzielle Nutzung von genetischen Ressourcen in der Pflanzenzüchtung generell Anreize zur Erhaltung von in situ Biodiversität geschaffen werden können, wenn diese Ressourcen vorrangig ex situ Materialien darstellen, die außerhalb des Marktes getauscht werden.

Sofern in situ genetische Ressourcen im Bereich der Kulturpflanzen transferiert werden, handelt es sich dabei häufig um Materialien, die aus sogenannten Gen-Zentren entstammen. Das sind Gebiete die als entwicklungsgeschichtlicher Ursprungsort der heute verwendeten Kulturpflanzenarten angesehen werden. Im Allgemeinen werden ca. 12 Regionen als Gen-Zentren identifiziert, die primär in den tropischen und subtropischen Gebieten zu finden sind (WBGU 2000:87, Kloppenburg und Kleinman 1988).

Auf der individuellen Ebene erfolgt der Transfer zwischen Akteuren in der in situ Erhaltung und den kommerziellen Nutzern des ex situ Materials bzw. den Forschungsinstituten bisher zu meist auf Basis von informellen Übereignungen des biologischen Materials, z.B. indem ein Nutzer oder ein Forschungsinstitut als Intermediär genetisches Material als Frucht oder Pflanze auf lokalen Märkten erwirbt hat. Der Anbieter wird hier meist nur für den Materialwert entlohnt. Weitere Rechte oder Entgeltansprüche an weiterverwendetem Informationsgehalt der Ressource werden bisher nicht gewährt (ten Kate and Laird 1999:132,155). Daneben gibt es auch Einzelbeispiele für Austauschvorgänge zwischen nationalen Forschungsinstituten, die in einem speziellen formalen bilateralen Vertrag geregelt werden und den Transfer von verarbeiteten Züchtungsmaterial für in situ Materialien vereinbaren (Brazil–Malaysia

Agreement on Hevea (IPGRI 1996)). Explizite Marktpreise für genetische Ressourcen sind auch in diesem Zusammenhang nicht zu identifizieren.

Insgesamt fällt auf, dass die beobachtbare Allokation von genetischen Ressourcen in der Pflanzenzüchtung nur bedingt über den Markt gesteuert wird und wenn, dass dann der Naturaltausch auf Basis von Gegenseitigkeit dominiert. Demnach scheint die kommerzielle Nutzung genetischer Ressourcen in diesem Sektor keine oder nur sehr geringe Anreize zur Erhaltung von Biodiversität über den Markt zu entfalten.

Offen bleibt wie in dieser sehr spezifischen Allokation durch die kommerzielle Nutzung genetischer Ressourcen dennoch Anreize für den Anbieter von in situ genetischer Vielfalt generiert werden können. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, inwieweit das bisher nur vorgeschlagene Prinzip der ‚Farmers’ Rights’ für den Biodiversitätsschutz nutzbar gemacht werden kann. Bei diesem Prinzip geht es um die Anerkennung und Zuteilung von Rechten lokaler Bevölkerungen an der von ihnen durch Selektion produzierten und genutzten genetischen Vielfalt (u.a. Bragdon und Downes 1998, Görg und Brand 2000). Unter diesem Gesichtspunkt wäre entscheidend, dass sich eine mögliche Anreizsetzung durch „Farmers’ Rights“ auf eine *zukünftige* Erhaltung genetischer Vielfalt ausrichtet ist und über die Anerkennung vergangener Leistungen hinausgeht (Frisvold und Condon 1998). Aktuell gibt es im Rahmen der UN Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) Diskussionen über die Implementierung eines Internationalen Fonds für Pflanzengenetische Ressourcen (FAO 1997). Dabei geht es u.a. darum, wie Fonds-Beiträge auf Länderebene in Form von Leistungsentgelte für die verwendete genetische Vielfalt ermittelt werden sollten (u.a. Pachico 2001)³⁹. Die konkrete Ausgestaltung der Auszahlungen ein-

³⁹ Auf Basis einer einfachen Modelrechnung mit Nutzungsentgelten für genetische Vielfalt bei Bohnengemüse zeigt Pachico (2001), dass einerseits das Volumen der Zahlungen relativ gering ausfallen würde und dass andererseits ein Großteil der Netto-Zahlungen von

schließlich der Schaffung von Anreizen zur Erhaltung auf lokaler Ebene steht bisher dahinter zurück⁴⁰.

5 Abschließende Bemerkungen

Der vorliegende Artikel hat versucht, aktuelle beobachtbare Zahlen für den Markt für genetische Ressourcen zusammenzustellen. Aufgrund unterschiedlicher Gründe, insbesondere aber wegen der Heterogenität von genetischen Ressourcen in den verschiedenen sektoralen Verwendungen sowie der Vertraulichkeit in der Behandlung von Transaktionen mit genetischen Ressourcen ist es kaum möglich, ein Gesamtbild des Marktes zu zeichnen.

Im Hinblick auf die in der Einleitung aufgeworfenen Frage nach einer Erhaltungsstrategie durch die Vermarktung genetischer Ressourcen sind die ermittelten Zahlen kaum ausreichend, um die Gegenhypothese einer Unwirksamkeit dieser Strategie deutlich zu verwerfen.

Im einzelnen fehlen insbesondere für die nicht-rivalen Nutzungen genetischer Ressourcen Angaben zu den gehandelten Marktmengen. Allerdings begründet gerade die Nicht-Rivalität einen relativ geringen Materialbedarf, der auch im Durchschnitt geringe zu erwartende Erlöse für die Anbieter genetischer Ressourcen impliziert. Gleichzeitig weisen aber die genannten Sektoren mit nicht-rivalen Nutzungen bisher eine wirtschaftlich deutlich größere Bedeutung

biodiversitätsarmen Entwicklungsländer an solche Entwicklungsländer mit reichen Ausstattungen an Biodiversitätserfolgen würde.

⁴⁰ 2004 wurde unter dem Dach der FAO die Stiftung zur Globalen Nutzpflanzenvielfalt (Global Crop Diversity Trust) etabliert. Dieser Fonds soll sich vorrangig Mittel für die Unterhalt von Genbanken sowie dem Schutz der Nutzpflanzenvielfalt aufbringen und einsetzen. Geplant ist Fondsvermögen von 260 Millionen US\$, das sowohl durch Regierungen als auch den privaten Sektor aufgebracht werden soll. Dieser Fonds wird allerdings nicht explizit als ein Mechanismus zum Vorteilsausgleich angesehen (Hawtin 2004).

auf als die Sektoren mit rivalen Nutzungen. Dies lässt zunächst vermuten, dass eine Erhaltungsstrategie durch Vermarktung in einer breiten und dauerhaften Anwendung kaum erfolgreich sein kann.

Selbst wenn aus diesen Nutzungen Erträge für die Anbieter entstehen, ist nicht unmittelbar zu erkennen, warum sie Anreize zur Re-Investition in die Erhaltung haben sollten, wenn die relevante genetische Information im Bereich der Nutzer reproduziert werden kann⁴¹. Zwar ist es grundsätzlich vorstellbar, dass die Bewahrung von Ökosystemen als Quelle zukünftiger neuartiger genetischer Information wie eine Dienstleistung über Märkte gehandelt wird. Jedoch sind in der Praxis kaum Beispiele hierfür bekannt und wenn, dann wird das Angebot dieser Leistungen durch den öffentlichen Sektor in Form von Naturparks und Schutzgebieten wahrgenommen.

Es ist aber nicht auszuschließen, dass ein Handel mit genetischen Ressourcen im Einzelfall durchaus Erhaltungseffekte generieren kann. Dies scheint u.a. bei Materialien von wildwachsenden Heilpflanzen der Fall zu sein. Bei den in der Regel rivalen Nutzungen dieser Pflanzen hängt die Schutzwirkung davon ab, ob *nachhaltige* Ressourcenentnahmen durchgesetzt und kontrolliert werden können. Daneben bleibt abzuwarten ob in der Zukunft weitere und effektive in situ Erhaltungsregime in den genannten Genzentren der Kulturpflanzen implementiert werden können. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass Erhaltung in diesem Zusammenhang häufig auf bereits von der lokalen Bevölkerung *bewirt-*

⁴¹ Auflagen in Form einer Verpflichtung der Landbesitzer, die erzielten Erträge im Biodiversitätsschutz zu verwenden könnten hier eine Zwischenlösung anbieten. Offen bleibt aber, wer die Einhaltung dieser Auflagen kontrolliert. Liegt eine nicht-rivale Nutzung vor, dann haben private Nutzer kaum einen weiteren Bedarf an in situ Material und somit wohl auch eher geringe Anreize für eine Überwachung solcher Auflagen zu sorgen. Wird staatlichen Regulierungsstellen diese Aufgabe zu gewiesen, dann kann auch grundsätzlich darüber diskutiert werden, wie ein effizientes Zusammenspiel zwischen öffentlichen und privaten Sektor zum Biodiversität initiiert werden kann, ohne den Markt für genetische Ressourcen eine tragende Rolle zu zuweisen.

*schaft*e Ökosysteme abzielt und damit offen bleibt, welcher Grad an Biodiversität noch in diesen Ökosystemen vorliegt.

Die Wirksamkeit einer Erhaltungsstrategie hängt aber auch von den potentiellen Erträgen aus alternativen Naturnutzungen, d.h. damit den Opportunitätskosten der Erhaltung ab. Um hierzu für konkrete Fallbeispiele Aussagen treffen zu können, müssen die potentiellen Markterlöse den zu ermittelnden Erhaltungskosten gegenübergestellt werden. Hierbei kann von Bedeutung sein, wie elastisch die beobachteten Marktpreise auf Veränderungen der Angebotsmengen reagieren. Auf Basis der beschriebenen Beobachtungen kann dies allenfalls für genetische Ressourcen in rivalen Nutzungen beschrieben werden.

Insgesamt aber bilden Marktpreise für genetische Ressourcen deren ökonomischen Wert nicht vollständig ab. Marktpreise spiegeln letztlich die Knappheit genetischer Information wider, wie sie sich gegenwärtig aus Sicht der Produzenten und Haushalte darstellt. Dabei werden bestimmte Wertkomponenten, wie z.B. der Optionsnutzen für zukünftige Generationen, nicht oder nur unzureichend berücksichtigt.

Insofern können niedrige Ressourcenpreise nicht als Indiz gewertet werden, dass ein Verlust von genetischer Vielfalt aus ökonomischer Sicht von geringer Bedeutung ist. Allerdings verdeutlicht das Auseinanderfallen von privatem Nutzen und sozialem Nutzen, dass der Marktmechanismus allein nicht für eine effiziente Allokation genetischer Ressourcen sorgen kann. Um in der Praxis eine second best Allokation zu implementieren, muss eine geeignete Kombination von Marktmechanismus und staatlicher Regulation von Naturnutzungen bzw. eine öffentlich-rechtliche Bereitstellung von Schutzleistungen gefunden werden.

Literatur

- Artuso, A. (1996). Economic analysis of contractual arrangements. In PAHO (Pan American Health Organization) (ed.), Biodiversity, biotechnology, and sustainable development in health and agriculture: Emerging connections. Washington, D.C.
- ASSINSEL –International Association of Plant Breeders for the Protection of Plant Varieties (1996). Position on maintenance of and access to plant Genetic resources for food and agriculture (PGRFA).
http://www.worldseed.org/Position_papers/pos1_asse.htm 15-10-04.
- ASTA - American Seed Trade Association (2004). Seed statistics.
http://www.amseed.com/about_statistics.asp. 15-10-04.
- Barton, J.H. and Siebeck, W.E. (1994). Material transfer agreements in genetic resources exchange - the case of the International Agricultural Research Centres. Issues in Genetic Resources No. 1, May 1994. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Bragdon, S.H. and D.R. Downes (1998). Recent policy trends and developments related to the conservation, use and development of genetic resources. Issues in Genetic Resources No. 7, June 1998. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Cole, D. and P. du Plessis (2001). Nambian devil's claw. A case study on benefit-sharing arrangements. Centre for Research Information Action In Africa. Southern African Development Consulting (CRIAAS-SA-DC). Windhoek, Namibia.
- Cragg, G., D. Newman and K. Snader. (1997). Natural products in drug discovery and development. In: Journal of Natural Products 60(1): 52–60.
- CHEMIE TECHNIK und Pharma+Food (2002). Studie: Asiatische Umweltmärkte bis 2010 <http://www.chemietechnik.de/news/2/2ffc3510e17.html> 15-10-04.
- Cooper, D., J. Engels and E. Frison, (1994). A multilateral system for plant genetic resources: imperatives, achievements and challenges. Issues in Genetic Resources No. 2, May 1994. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Cunningham, A.B. (1993). African medicinal plants: setting priorities at the interface between conservation and primary health care. People and Plants working paper 1. Paris. UNESCO. <http://peopleandplants.org/pdf/wp1e.pdf>. 15-10-04.

- Day, K.A. and G.B. Frisvold (1993). Medical research and genetic resources management: The case of Taxol. In: Contemporary Policy Issues 11(3):1-11.
- Downes D.R. (1999). Integrating implementation of the Convention on Biological Diversity and the rules of the World Trade Organization. The World Conservation Union. IUCN. Gland, Cambridge.
- Dutfield, G. (2002). Sharing the benefits of biodiversity: Is there a role for the patent system? In: The Journal of World Intellectual Property 5(6):899-931.
- EC-CHM (European Community Clearing House Mechanism) (2004). EC Biodiversity Clearing House Mechanism <http://biodiversity-chm.eea.eu.int/CHMIndexTerms/Glossary>. 15-10-04.
- Economist (2003). Reinvesting yesterday. Biotech's biggest use may be to rebuild basic industries. Mar 27th.2003.
- ECPA (European Crop Protection Association) (2004). Take a closer look. ECPA Annual Report 2002 / 2003. Brussels, Belgium.
- Evenson, R.E. and D. Gollin (1997). Genetic resources, international organizations, and improvement in rice varieties. In: Economic Development and Cultural Change 45(3):471-500.
- Ernst & Young (2003). Beyond borders: the global biotechnology report 2003. Introduction. Ernst & Young Global Health Sciences. Ernst & Young.
- Farnsworth, N. and R.W. Morris (1976). Higher plants - the sleeping giant of drug development In: American Journal of Pharmacology 148:46-52.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1997). The state of the World's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FES - Friedrich-Ebert-Stiftung (1997). Nord-Süd-Biopolitik - Zur Frage gentechnischer Vorherrschaft. Wieviel Modellhaftes bietet INBio/Costa Rica? Diskussion Runder Tisch II (Naumann) .
http://www.fes.de/interntl/umwelt/nord_sued/gis_1.html#12. 15-10-04.
- Frisvold, G.B and P.T Condon. (1998).The Convention on Biological Diversity and agriculture: Implications and unresolved debates. In: World Development 26(4):551-570.
- Fowler, C. (2004). Diversity and protectionism use of genebanks: Trends and interpretations. In: Swiss Agency for Development and Cooperation & the Syngenta Foundation for Sustainable Agriculture (eds.) World Food Day 2004. Biodiversity for food security. Basel. Switzerland. Pp. 49-59.
- Fowler, C., M. Smale und S. Gaiji (2000). Germplasm flows between developing countries and the CGIAR: An initial assessment. Global Forum On Agricultural Research (GFAR). GFAR Secretariat/FAO in Rome, Italy.

- GAIA/GRAIN (Genetic Resources Action International) (2000). Biodiversity for sale: Dismantling the hype about benefit sharing. Global trade and biodiversity in conflict. Issue No.4. Barcelona, Spain.
- Gollin, D. and R. Evenson (2003). Valuing animal genetic resources: Lessons from plant genetic resources. In: Ecological Economics. 45(3):353-363.
- Guerin-McManus, M., L.M. Famolare, I.A. Bowles, S.A.J. Malone, R.A. Mittermeier, and A.B. Rosenfeld (1998). Bioprospecting in practice: A case study of the Suriname ICBG Project and benefits sharing under the Convention on Biological Diversity <http://www.biodiv.org/doc/case-studies/abs/cs-abs-sr.pdf>. 15-10-04.
- Grifo, F., D.J. Newman, A.S. Fairfield, B. Bhattacharya and J.T. Grupenhoff (1997). The origin of prescription drugs. In: Grifo, F., and J. Rosenthal (eds.) Biodiversity and human health. Washington, DC.
- Görg, C. and U. Brand (2000). Global environmental politics and competition between nation-states: On the regulation of biological diversity In: Review of International Political Economy 7(3): 371–398.
- Hawtin, G. (2004). The Global Crop Diversity Trust: Purposes, priorities and governance. In: Swiss Agency for Development and Cooperation & the Syngenta Foundation for Sustainable Agriculture (eds.) World Food Day 2004. Biodiversity for food security. Basel. Switzerland. Pp. 43-46.
- Hill, A.B. (1999). Trends in the international market for genetic and biochemical resources: Opportunities for Colombia. A report presented to the BIOTRADE Colombia Initiative Workshop Villa de Leyva, Colombia, March 23-25, 1999, World Foundation for Environment and Development (WFED) Washington, D.C.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) (1996). Access to plant genetic resources and the equitable sharing of benefits: A contribution to the debate on systems for the exchange of germplasm. Issues in Genetic Resources No. 4, June 1996. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- IMS Health (2004). 2002 World pharma sales growth: slower, but still healthy. (http://www.ims-global.com/insight/news_story/0302/news_story_030228.htm). 15-09-04.
- Imperial College of Science, Technology and Medicine (2002). Crop diversity at risk: The case of sustaining crop collections. Imperial College Wye, Department of Agricultural Sciences. Kent, UK.
- ISF - International Seed Federation (2004). Seed statistics. World seed trade statistics. <http://www.worldseed.org/statistics.html> . 15-10-04.

- Kloppenburger, J.R.; Jr., und D.L. Kleinman (1988). Seeds of controversy: National property versus common heritage. In: Kloppenburger, J.R.; Jr. (Hrsg.). Seeds and sovereignty. The use and control of plant genetic resources. Durham, London. S. 173-203.
- Koo, B., P.G. Pardey and B.D. Wright (2003). The economic costs of conserving genetic resources at the CGIAR centres. In: Agricultural Economics 29:287-297.
- Kunath, W. (2002). Wer Blumen pflückt, wird Gewinne ernten. Rein pflanzlich, doch oft nicht gut verträglich: Das Geschäft mit Brasiliens Bioreserven. In: Frankfurter Rundschau vom 03.09.2002. Seite 7. Frankfurt a.M.
- Laird, S.A. (2000). Conservation Challenges in the Botanical Medicine Industry. In: Rainforest Medical Bulletin 7(1).
- Laird, S.A. (1993). Contracts for Biodiversity Prospecting. In: Reid, W.V., S.A. Laird, C.A. Meyer, R. Gamez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, D.H. Gollin, and C. Juma (1993). Biodiversity Prospecting: Using Genetic Resources for Sustainable Development: World Resource Institute. pp.99-130.
- Le Breton, G. (2001). Trade in biological resources in southern Africa. Paper presented to the Multi-Stakeholder Dialogue on Trade, Intellectual Property Rights and Biological Resources in Eastern and Southern Africa, Nyeri, 31 July 2001. The International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). Geneva.
- Lange, D. (1996). Untersuchungen zum Heilpflanzenhandel in Deutschland. Ein Beitrag zum internationalen Artenschutz. Hilstrup, Deutschland.
- Maréchal, J.-P. (1999). The rush for the "Green Gold" - Making merchandise of biodiversity. In: Le Monde Diplomatique. July 1999. Paris.
- McChesney, J. (1996). Biological diversity, chemical diversity and the search for new pharmaceuticals. In: Balick, J.B., Elisabetsky, E. und Laird, S.A. (Hrsg.). Medicinal resources of the tropical forest: Biodiversity and its importance to human health. Princeton. S. 11-18.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2004). National Accounts>Publications & Documents>Statistics, Data and Indicators>Input-output Tables.
<http://www.oecd.org/document/6/0,2340,en_2649_34263_2672966_119656_1_1_1,00.html>.15-10-04.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (1998). Biotechnology for clean industrial products and processes: Towards industrial sustainability. Paris.

- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (1997). Issues in the sharing of benefits arising out of the utilisation of genetic resources. Unclassified Paper OCDE/GP(97)193. Paris.
- OTA (Office of Technology Assessment) (1991). Biotechnology in a global economy. OTA-BA-494. U.S. Congress. Washington, DC.
- Pachico, D. (2001). Implementing farmers' rights in genetic resources: Approaches in benefit sharing. In: *Biopolicy* 4 (1). <www.bioline.org.br/request?py01001> 15-10-04.
- Painting, K.A., M.C. Perry, R.A. Denning, and W.G. Ayad (1993). Guidebook for genetic resources documentation. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Rome.
- Reid, W.V., S.A. Laird, C.A. Meyer, R. Gamez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, D.H. Gollin, and C. Juma (1993). Biodiversity prospecting: Using genetic resources for sustainable development: World Resource Institute. Washington, DC.
- Rosenthal, J. (1996). The International Cooperative Biodiversity Groups (ICBG) Program. Fogarty International Center, National Institutes of Health. <http://www.biodiv.org/doc/case-studies/abs/cs-abs-icbg.pdf> 15-09-04.
- Ruby, C. (2002). Die Jagd nach dem grünen Gold. In: *Frankfurter Rundschau* vom 16.04.2002. Seite 17. Frankfurt a.M.
- SAG (Schweizer Arbeitsgruppe Gentechnologie) (1997). Es ist doch ein Kraut gewachsen. Naturstoffe, synthetische Arzneimittel und Gentech-Medikamente im Vergleich. Zürich.
- School of International and Public Affairs (1999). Access to genetic resources : An evaluation of the development and implementation of recent regulation and access agreements. Environmental Policy Studies. Working Paper #4. Columbia University, New York.
- Swanson, T.M and R.A. Luxmore (1997). Industrial reliance on biodiversity. A Darwin Initiative Project. World Conservation Monitoring Centre. WCMC Biodiversity Series No.7.
- Swanson, T. (1996). The reliance of northern economies on southern biodiversity: Biodiversity as information. In: *Ecological Economics* 17 (1): 1-8.
- ten Kate, K. and S.A. Laird (2000). Biodiversity and business: Coming to terms with the 'Grand Bargain'. In: *International Affairs* 76(2):241 – 264.
- ten Kate, K. and S.A. Laird (1999). The commercial use of biodiversity. Access to genetic resources and benefit-sharing. London.

- UNEP (United Nations Environment Programme) (1998). Synthesis of case-studies on benefit-sharing. Conference of the Parties to the Convention of Biological Diversity. Fourth Meeting. Bratislava, 4-15 May 1998. UNEP/CBD/COP/4/Inf.7.
- VFA (Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V.) (2004). Statistics 2003. Die Arzneimittelindustrie in Deutschland. Berlin.
- Virchow, D. (1999a). Conservation of plant genetic resources for food and agriculture: main actors and the costs to bear. In: International Journal of Social Economics 26(7/8/9):1144-1161.
- Virchow, D. (1999b). Spending on conservation of plant genetic resources for food and agriculture: How much and how efficient? ZEF Discussion Papers on Development Policy. No.16. Center for Development Research (ZEF). Bonn.
- Virchow, D. (1999c). Conservation of genetic resources - costs and implications for a sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture. Berlin.
- Visser, B., D. Eaton, N. Louwaars and J. Engels. (2000). Transaction costs of germplasm exchange under bilateral agreements. Paper presented at the Global Forum On Agricultural Research (GFAR). Dresden, Germany. May 21-23 2000.
- von Braun, J. (1996). Konfliktbeladene Bildung von Märkten für pflanzen-genetische Ressourcen: institutionelle und ökonomische Implikationen für Entwicklungsländer. In:H.-B. Schäfer (Hrsg.) Die Entwicklungsländer im Zeitalter der Globalisierung, Vol. 245. Berlin: Schriften des Vereins für Socialpolitik.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2000). Welt im Wandel: Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre. Jahrgutachten 1999. Berlin. Heidelberg, New York.
- Wolfrum, R., G. Klepper, P.-T. Stoll und Stephanie L. Franck (2001). Genetische Ressourcen, traditionelles Wissen und geistiges Eigentum im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Schlussbericht des F+E Vorhabens „Rechtliche Analyse des Übereinkommens über die biologische Vielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Fragen des geistigen Eigentum“. Bundesamt für Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg.