

Schriften zu Genetischen Ressourcen

Schriftenreihe des Informationszentrums für Genetische Ressourcen (IGR)
Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI)

Band 10

Agrarbiodiversität und pflanzengenetische Ressourcen
– Herausforderung und Lösungsansatz –

Karl Hammer

Herausgeber:

Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI)
Informationszentrum für Genetische Ressourcen (IGR)
Villichgasse 17, D – 53177 Bonn
Postfach 20 14 15, D – 53144 Bonn
Tel.: (0228) 95 48 - 202
Fax: (0228) 95 48 - 220
Email: igr@zadi.de

Druck:

Druckerei Martin Roesberg
Geltorfstr. 52
53347 Alfter-Witterschlick

Schutzgebühr 14,00 DM

ISSN 0948-8332

© ZADI Bonn, 1998

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Biodiversität und pflanzengenetische Ressourcen - Parallelen und Unterschiede.....	2
Agrarbiodiversität.....	3
Artenvielfalt.....	3
Infraspezifische Variabilität	5
Ökosystem-Diversität	6
Zentren der Diversität.....	6
Verlust an Diversität.....	7
Artenverlust.....	8
Verlust an genetischer Diversität	10
Ökosystembedingte Verluste.....	11
Möglichkeiten zur Erhaltung der Agrarbiodiversität	11
Evaluation von Maßnahmen zur Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen	14
Pflanzengenetische Ressourcen.....	15
Biodiversität	17
<i>Ex-situ</i> -Maßnahmen	18
<i>In-situ</i> -Maßnahmen	19
Der Bestand an pflanzengenetischen Ressourcen <i>in situ</i>	20
Global	20
Deutschland.....	20
Gramineae (Süßgräser).....	21
Rosaceae (Rosengewächse).....	21
Leguminosae (Schmetterlingsblütengewächse)	21
Compositae (Korbblütengewächse)	22
Cruciferae (Kreuzblütengewächse)	22
Umbelliferae (Doldenblütengewächse).....	22
Solanaceae (Nachtschattengewächse)	23
Weitere Familien	23
Schlußfolgerungen.....	23

Der Bestand an pflanzengenetischen Ressourcen <i>in situ/on farm</i>	25
Global	25
Deutschland	26
Getreide	26
Gräser und Futterpflanzen	26
Hülsenfrüchte	27
Gemüse	27
Ölsaaten und Faserpflanzen.....	27
Arznei- und Gewürzpflanzen	28
Kartoffeln	28
Beta-Rüben.....	28
Obst	28
Zierpflanzen.....	29
Schlußfolgerungen.....	29
Der Bestand an pflanzengenetischen Ressourcen <i>ex situ</i>	30
Global	30
Deutschland.....	31
Getreide	32
Gräser und Futterpflanzen	32
Hülsenfrüchte	32
Gemüse.....	33
Ölsaaten und Faserpflanzen.....	33
Arznei- und Gewürzpflanzen	33
Kartoffeln	34
Beta-Rüben.....	34
Obst und Reben	35
Zierpflanzen.....	35
Forstpflanzen.....	35
Schlußfolgerungen.....	35

Zu Erhaltungsmöglichkeiten pflanzengenetischer Ressourcen	37
<i>Ex-situ</i> -Erhaltung.....	37
<i>In-situ</i> -Erhaltung	38
<i>On-farm</i> -Erhaltung	39
Kombinationsmöglichkeiten	39
Schlußfolgerungen.....	41
Kritische Bewertung der Erhaltungsmaßnahmen.....	42
Vergleich der Maßnahmen	42
Nutzen aus der und Kosten für die Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen.....	43
Schlußfolgerungen.....	45
Biotechnologie und genetische Ressourcen	46
<i>In-vitro</i> -Methoden	46
Kryokonservierung.....	46
Molekulare Methoden	47
Gentechnik.....	47
Schlußfolgerungen.....	48
Internationale Abkommen und Vereinbarungen.....	49
Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt	50
Artikel 8.....	50
Artikel 9.....	51
Artikel 10.....	52
Zugang zu den genetischen Ressourcen.....	52
Internationale Verpflichtung der FAO	53
Globaler Aktionsplan	54
<i>Ex-situ</i> -Erhaltung.....	55
<i>In-situ</i> -Erhaltung	55
Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen.....	56
Institutionen und Aufbau von Kapazitäten.....	57
Harmonisierung der internationalen Vereinbarungen	58

Zusammenfassende Darstellung von Handlungsbedarf und erforderlichen	
Handlungsansätzen	59
Künftiger Bedarf an pflanzengenetischen Ressourcen.....	59
Notwendige Strategie zur Deckung des Bedarfs.....	60
Global	60
Deutschland.....	62
Schlußfolgerungen.....	63
Zusammenfassung.....	64
Literaturverzeichnis.....	69
Anhang	
Tabellen.....	80
Abkürzungsverzeichnis	97

Vorwort

Agrarbiodiversität heißt eine neue Richtung, die im Gefolge der globalen Biodiversitätsdiskussion mit entstanden ist. Konzepte dazu gibt es noch wenige, aber es mangelt nicht an zahlreichen Vorarbeiten. Besonders diejenigen aus dem Bereich der pflanzengenetischen Ressourcen, der sich bereits in der Entwicklung als kompaktes Fachgebiet befindet, sollen hier einer kurzen Untersuchung hinsichtlich ihrer Relevanz für die Agrarbiodiversität unterzogen werden. Als Meilenstein dürfte das neu herausgegebene Buch von COLLINS & QUALSET (1999) zu bewerten sein.

Hintergrund für die vorliegende Publikation ist ein vom Autor vorgelegtes Gutachten "Evaluation von *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen zur Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen sowie Ableitung von Handlungsbedarf und -ansätzen", das als Materialie neben weiteren Informationen und Studien eines TA-Projektes im Auftrag des Bundestages angefertigt worden ist (HAMMER 1997). Dieses TA-Projekt "Gentechnik, Züchtung und Biodiversität" liegt inzwischen als Endbericht vor (MEYER ET AL 1998).

In die vorliegende Publikation ist das Gutachten in weitgehend unveränderter Form eingegangen. Die Tabellen folgen im Anhang, ebenso wie im Originalgutachten. Lediglich das Literaturverzeichnis des Gutachtens ist wegen der besseren Handhabbarkeit der Literatur im Zusammenhang mit der breiteren Themenstellung erweitert worden, so daß nur ein Gesamtverzeichnis notwendig war.

Biodiversität und pflanzengenetische Ressourcen - Parallelen und Unterschiede

Zwischen den pflanzengenetischen Ressourcen und der Biodiversität gibt es erstaunliche Parallelen. Beides sind Konzepte, die nur wenige Jahre zurückreichen und in dieser kurzen Zeit eine beachtliche politische Relevanz erlangt haben. Beide sind von globaler Bedeutung und tragen zu den Grundbedingungen für die nachhaltige Entwicklung bei. Sie sind gekennzeichnet durch einen raschen Wissenszuwachs, wobei allerdings die wissenschaftliche Durchdringung noch in den Kinderschuhen steckt.

Der Begriff Biodiversität wurde erst um die Mitte der achtziger Jahre geprägt, als die Konferenz "The National Forum on BioDiversity" in Washington durchgeführt wurde. Vorträge dieser Konferenz wurden in einem Buch mit dem Titel "Biodiversität" (WILSON 1988) zusammengefaßt. Als Vorläufer dafür werden zwei Publikationen aus dem Jahre 1980 angesehen (LOVEJOY 1980, NORSE & MCMANUS 1980).

Die IUCN hat die Idee einer globalen Konvention über die Biodiversität seit 1981 gefördert, 1987 hat das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) ein entsprechendes internationales Abkommen gefordert. Schon 1992 wurde das Übereinkommen über die biologische Vielfalt in Rio de Janeiro verabschiedet.

Zu Beginn der siebziger Jahre begann sich die FAO in Rom stärker mit Fragen der genetischen Grundlagen für die Pflanzenzüchtung zu befassen. Eine Konferenz wurde 1961 abgehalten. Die Nachfolgekonzferenz fand 1967 innerhalb des "International Biological Programme" statt und hier wurde der Begriff "Genetische Ressourcen" geprägt (vgl. HAWKES 1997). Die Abhandlungen dieser Tagung erschienen 1970 (FRANKEL & BENNETT 1970) und bildeten die Grundlage für die weitere Entwicklung. 1983 setzte das "International Undertaking on Plant Genetic Resources" (FAO 1983) die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Arbeit mit den pflanzengenetischen Ressourcen, wobei besonders das Prinzip der freien Verfügbarkeit des Materials als "Erbe der Menschheit" betont wurde.

Letztendlich hat sich der globalere Ansatz durch das Übereinkommen über die biologische Vielfalt aber das Primat erobern können, während die pflanzengenetischen Ressourcen einen deutlichen Rückschlag hinnehmen und von ihren Grundprinzipien abweichen mußten.

Beiden Konzepten ist auch gemeinsam, daß sie sich gegenseitig nur am Rande wahrnehmen haben. Während die Biodiversität im wesentlichen von der Gedankenwelt der Naturschützer beeinflusst wurde, entwickelten sich die pflanzengenetischen Ressourcen unter dem Einfluß der Agrarforschung, insbesondere aber der Pflanzenzüchtung.

Unterschiedliche Ansätze gibt es vor allem bei den Erhaltungsmodellen, wobei die Vertreter der Biodiversität voll auf *In-situ*-Maßnahmen setzen, während die der pflanzengenetischen Ressourcen, traditionell geprägt, die *Ex-situ*-Maßnahmen favorisieren. Weitere Unterschiede leiten sich aus der jeweiligen speziellen Vorgehensweise ab. So überwog bei der Biodiversität am Anfang der ökologische Ansatz, später kamen vor allem Untersuchungen zur Artenvielfalt hinzu. Die pflanzengenetischen Ressourcen fühlten sich von Anfang an der genetischen Vielfalt verpflichtet und vernachlässigten sowohl den ökologischen Ansatz als auch die Untersuchungen zur Artenvielfalt.

Agrarbiiodiversität

Die Agrarbiiodiversität liegt im Schnittpunkt der beiden vorher besprochenen Disziplinen. Sie leidet daher besonders unter den angeführten Unzulänglichkeiten, hat aber die Chance, diese Lücken füllen zu helfen.

Agrarbiiodiversität umfaßt die gesamte biologische Diversität der Landwirtschaft. In unserer Betrachtung müssen allerdings zoologische und bodenbiologische Probleme in den Hintergrund treten. Dafür wird die botanische Seite einer besonderen Untersuchung unterzogen, vor allem im Hinblick auf die bisher bei den Grundkonzepten vernachlässigten Ansätze. Agrarbiiodiversität geht also weit hinaus über das als "domestic biodiversity" (vgl. JEFFRIES 1997) bezeichnete Konzept. Sie schließt auch die genetischen Ressourcen der Zukunft ein, daher sind die entsprechenden Teile der Gesamtbiodiversität zu berücksichtigen, auch was die große Menge der relevanten Wildpflanzen anbetrifft.

Unkräuter sind ein logischer Bestandteil des Systems. Insgesamt bezieht sich die Agrarbiiodiversität, ebenso wie die Biodiversität insgesamt, auf einen Reichtum unterschiedlicher Arten, auf viele, möglichst diverse Ökosysteme und auf eine ausgeprägte Variation innerhalb der Arten (PERSSON 1996). Ethische, ökologische, ästhetische und ökonomische Aspekte spielen eine Rolle, ebenso wie bei der Landwirtschaft insgesamt. Landwirtschaftliche Produktion und Agrarbiiodiversität müssen zu einem so ausgewogenen Verhältnis gelangen, daß die Zukunftsfähigkeit der Landwirtschaft garantiert ist.

Die Ethnobiiodiversität untersucht die Interaktion zwischen Pflanzen, Tieren, menschlichen Gesellschaften und der unbelebten Umwelt (SZABÓ 1996). Sie begründet sich auf die Ethnobotanik und die Ethnobiologie. Ethnobiiodiversität und Agrarbiiodiversität überlappen sich in den meisten Bereichen. Aus der Sichtweise der Agrarbiiodiversität kann die Ethnobiiodiversität wertvolle Beiträge zu den hier auftretenden vielfältigen Wechselwirkungen liefern.

Artenvielfalt

Obwohl die Artenvielfalt in der Biodiversitätsforschung eine besondere Rolle gespielt hat, ist sie bei den Kulturpflanzen, die die Basis der pflanzlichen Agrarbiiodiversität bilden, bisher nur relativ selten untersucht worden. Die bisherigen Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

In der Zusammenstellung sind Kulturpflanzen in der Definition nach SCHULTZE-MOTEL (1986) enthalten, d.h. Arten des Acker- und Gartenbaus, die als Nahrungs-, Futter-, Heil-, Öl-, Faser-, Gewürz-, Gründungs-, Heckenpflanzen und Schattenbäume angebaut werden oder wurden. Ausdrücklich ausgeschlossen sind solche Arten, die ausschließlich zu Zierzwecken kultiviert werden und Forstpflanzen. Nach den bisherigen Erfahrungen dürfte die Zahl der Zierpflanzen recht hoch sein, sie ist in der neueren Zeit einer ständigen, raschen Entwicklung unterworfen und übertrifft die der übrigen Kulturpflanzen wahrscheinlich deutlich.

Verglichen mit der Gesamtartenzahl der höheren Pflanzen ist die der Kulturpflanzen recht gering und macht nicht einmal 3% aus.

Zur Feststellung der Anzahl der kultivierten Pflanzen wurde in der Anfangszeit meist eine intensive Kompilation betrieben und aus den verschiedenen Literaturquellen geschöpft. In den achtziger Jahren wurden dann auch Reisen zur Sammlung pflanzengenetischer Ressourcen verstärkt in diese Untersuchungen einbezogen. Das Checklisten-Verfahren (HAMMER 1991b) wurde auch als Methode zur Erkundung des Artenreichtums genutzt. Nicht nur Gebiete, für die die Kulturpflanzenflora noch weitgehend unerforscht war, wie Kuba (HAMMER ET AL. 1992-1994) und Korea (HOANG ET AL. 1997), trugen wesentlich zur Erhöhung der Artenzahlen in der sich in Vorbereitung befindlichen neuen Ausgabe des Mansfeld-Verzeichnisses bei, sondern auch solche intensiv untersuchten Länder wie Italien (HAMMER ET AL. 1992).

Im Vergleich zu den bahnbrechenden Arbeiten von Vavilov, wurden allein in Süditalien und Sizilien deutlich mehr Arten von Kulturpflanzen nachgewiesen (vgl. Tabelle 2).

Die drastische Erhöhung der Zahlen resultiert aus einer Vertiefung der Feldforschung unter Einbeziehung selten angebauter oder im Verschwinden begriffener Kulturpflanzen. Die für die Weltwirtschaft bedeutenden Kulturpflanzenarten sind relativ leicht zu erfassen. Die Erkundung nur lokal angebauter oder vom Verschwinden bedrohter Arten könnte noch für manche Überraschung sorgen, wenn aus einem relativ bescheidenen Ansatz endlich eine Aufgabe erwüchse, die entsprechend ihrer Bedeutung national und international bearbeitet würde (vgl. auch HANELT 1997).

Noch geringer ist unser Kenntnisstand hinsichtlich der Anzahl der Arten einzuschätzen, die als genetische Ressourcen anzusehen sind.

Eine Pilotstudie in Deutschland erbrachte 1.055 Arten, die als wildwachsende genetische Ressourcen gewertet werden können (vgl. Tabelle 3).

Bei konsequenter Anwendung des Genpool-Konzeptes von HARLAN & DE WET (1971), u.a. auch auf die Verwandten der Futterpflanzen (HAMMER & WILLNER 1996), ist mit einer noch größeren Anzahl von pflanzengenetischen Ressourcen in Deutschland zu rechnen. Weitere Entwicklungen auf dem Gebiet der Art- und Gattungskreuzungen werden noch zusätzlich die Genpools vergrößern. Die Werte für die pflanzengenetischen Ressourcen in Deutschland erlauben eine erste Hochrechnung für die pflanzengenetischen Ressourcen weltweit (Tabelle 4).

Der für die Agrarbiodiversität zu berücksichtigende Artenreichtum übertrifft damit alle bisherigen Erwartungen. Schlußfolgerungen daraus müssen für die weitere Entwicklung eines neuen Fachgebietes Agrarbiodiversität und auch für die Strategien hinsichtlich des Schutzes und der Erhaltung dieses Artenreichtums gezogen werden.

Infraspezifische Variabilität

Bei den Kulturpflanzen und ihren verwandten Wildarten wurde frühzeitig besonderes Augenmerk auf die infraspezifische Variabilität gelegt. Die ausgeprägte Diversität in diesem Bereich ist schon Darwin aufgefallen, der über auffällige Variationen im Hausstand berichtete. Von ihm stammt die Hypothese, daß Kulturpflanzen höher variabel seien als ihre wildwachsenden Ausgangsformen (SCHWANITZ 1960). Diese auf den ersten Blick einleuchtende Ansicht ist aber in die Kritik geraten, vor allem durch eine bisher noch kaum bekannte Variationsbreite bei den Wildsippen. Auch gibt es wenige Studien, die die Variabilität umfangreichen Materials von Kultur- und Wildsippen im direkten Vergleich erfassen.

In einigen Untersuchungen bei Lein zeigte sich bei den Kulturformen eine höhere Variation bei den generativen Pflanzenmerkmalen, während die vegetativen Merkmale bei den Wildformen variabler waren (DIEDERICHSEN & HAMMER 1995). Der Selektionsdruck bei der Domestikation scheint für diese differenzierende Aussage verantwortlich zu sein.

Unterschiedliche Befunde gibt es in Abhängigkeit von den Fruchtarten und Methoden.

Untersuchungen an Allozymen von Kultur- und Wildpflanzen haben ergeben, daß die Populationen von Kultursippen genetisch heterogener waren (HAMRICK & GODT 1997). Dagegen ist die genetische Variabilität von Wildweizen und -gersten in molekularen Untersuchungen als sehr hoch im Vergleich zu den Kultursippen eingeschätzt worden (vgl. PETERSEN ET AL. 1994). Dies wird auf Gründereffekte bei der Domestikation zurückgeführt. Zwischen morphologischen und verschiedenen molekularen Daten gab es einen unterschiedlichen Grad der Übereinstimmung in Abhängigkeit von der Fruchtart (DULLOO ET AL. 1997), so daß dieser Problemkomplex noch der weiteren Klärung bedarf (vgl. z.B. NEWBURY & FORD-LLOYD 1997). Etabliert ist aber das Wissen um die Bedeutung der verwandten Wildarten unserer Kulturpflanzen als genetische Ressourcen.

Traditionsgemäß werden morphologische Merkmale bei den Kulturpflanzen zur Klassifikation der infraspezifischen Vielfalt herangezogen. Diese Methode ist besonders von der russischen Schule um Vavilov entwickelt worden, um die umfangreichen Kollektionen in einem System zu ordnen. Exemplarisch soll hier die Bearbeitung der Weltweizenkollektion genannt werden, die die infraspezifische Variabilität von 27 Weizenarten einbezieht - auch die Wildarten sind hier mit erfaßt (DOROFEEV ET AL. 1979).

Ein ausgewähltes Beispiel zeigt Tabelle 5. Die infraspezifische Variabilität des Einkorns ist, im Vergleich mit anderen Spelzgetreiden, nicht besonders hoch. Solche Klassifikationssysteme vermitteln einen guten Überblick über die Formenmannigfaltigkeit innerhalb einer Art. Sie sind für die wichtigsten Kulturpflanzen verfügbar. Jüngst hat es sich herausgestellt, daß sich, trotz der rasch fortschreitenden Generosion bei vielen Arten, noch neue Sippen auffinden lassen, die die bisher bekannte Formenfülle erweitern (z.B. beim Einkorn, vgl. SZABÓ & HAMMER 1996).

Damit geben solche Systeme einen einmaligen Überblick über die wichtigste, morphologisch sichtbare Gesamtvariabilität innerhalb einer Art. Für die bedeutenden Kulturpflanzenarten wird so ein Mittel zum Sichtbarmachen der Biodiversität erschlossen, wie es für Wildpflanzen

kaum zur Verfügung steht. Es erscheint daher verwunderlich, daß dieser bereits ausgearbeitete Ansatz im Zeitalter der Biodiversität kaum noch zur Kenntnis genommen wird. Er ist nicht nur für die Arbeit der Genbanken ein brauchbares Werkzeug, sondern auch ein Indikator für die Herausforderung unserer Zeit. Die übrigen Methoden werden sich rasch weiterentwickeln und können auch an die Gegebenheiten und Erfordernisse der Agrarbioidiversität angepaßt werden. Den Systemüberblick und die relativ einfache Handhabung können sie aber (noch) nicht bieten.

Ökosystem-Diversität

Während sich die agrarischen Ökosysteme in Mitteleuropa einer Phase sehr geringer Biodiversität annähern (KÜHBAUCH 1998), gibt es in Richtung Vielfalt noch recht erfreuliche Situationen in den Entwicklungsländern. Als Beispiel soll hier nur der mittelamerikanische Hausgarten "Conuco" genannt werden, der sowohl über zahlreiche unterschiedliche Arten verfügt - für Kuba werden mehr als 1.000 Kulturpflanzenarten nachgewiesen und die meisten davon in den traditionellen "Conucos" - als auch Nischen für infraspezifische Variationen bietet. Der "Conuco" konnte damit als eine evolutionäre Umwelt für die Weiterentwicklung der Kulturpflanzen und auch als ein Erhaltungszentrum der Agrarbioidiversität charakterisiert werden (ESQUIVEL & HAMMER 1988, 1992).

Ein System von Hausgärten in den Tropen und Subtropen könnte wesentlich zur Erhaltung der Agrarbioidiversität beitragen.

Zentren der Diversität

Von VAVILOV (1926) wurde die Genzentrentheorie entwickelt. Durch großangelegte Forschungsreisen war es ihm gelungen, bestimmte Gebiete der Erde ausfindig zu machen, die eine besondere Vielfalt bei Arten und Formen der Kulturpflanzen hervorgebracht hatten. Diese Zentren sah er auch als Entstehungsherde für die Kulturpflanzen an, eine Hypothese, die nicht in allen Fällen bestätigt werden konnte.

Die Genzentren waren im wesentlichen für die wichtigen Kulturpflanzen definiert. Sie betrafen Gebiete mit einer traditionsreichen Landwirtschaft. Über Jahrzehnte sind diese Zentren die wichtigste Quelle bei der Suche nach genetischer Variabilität gewesen. Vor allem Resistenz- und Qualitätsmerkmale, die zur züchterischen Verbesserung der Kulturpflanzen dringend benötigt wurden, konnten aus ihnen beschafft werden.

Die Genzentrentheorie selbst ist vielfach abgewandelt und weiterentwickelt worden. HARLAN (1951) schlug "anatomische" Studien in Genzentren vor, um auf das mangelnde Detailwissen hinzuweisen. Schließlich hat aber auch HARLAN (1971) eine neue Hypothese im globalen Sinne erarbeitet, die von Zentren und Nichtzentren ausgeht, sozusagen als Gegenstück von Vavilovs rein zentrischer Auffassung. Weitere Arbeiten komplettieren die Bemühungen zur Erfassung der "hotspots", wie man heute in der modernen Biodiversitätsdiskussion solche Zentren zu bezeichnen pflegt.

Es ist jedenfalls deutlich geworden, daß bei den Kulturpflanzen schon erheblich lange über die Fragen der Zentren der Mannigfaltigkeit diskutiert wird. Auch hier, wie bei der infraspezifischen Variabilität, ist es bisher noch kaum zu einer Suche nach gemeinsamen Erscheinungsformen und Gesetzmäßigkeiten gekommen (vgl. HEYWOOD 1995).

Vordergründig dürfte es wenige Gemeinsamkeiten geben, weil die Biodiversität der Agrarökosysteme schon aufgrund der geringeren Artenzahlen weniger ausgeprägt sein sollte als die der reichgegliederten Wildpflanzenstandorte, die dort etabliert sind, wo eben keine Landwirtschaft betrieben wird. Trotzdem gibt es Übereinstimmungen wie in Südostasien und im westlichen Südamerika. Eine weitere aus den Karten nicht sichtbare Koinzidenz ist das westliche tropische Afrika, das besonders reich an den verschiedenen Kulturpflanzen ist (vgl. DALZIEL 1955), von Vavilov aber nicht hervorgehoben wurde, offenbar weil dort die typischen Kulturpflanzen aus europäischer Sichtweise fehlen. Einen ähnlichen Eindruck hat Kuba hinterlassen (HAMMER ET AL. 1992-1994), das aber auch bei den "hotspots", trotz seiner ausgeprägten Endemitenfülle, keine Rolle spielt. Die guten Ansätze zur Agrargeographie (vgl. z.B. SAUER 1993), können für derartige Vergleiche von Nutzen sein.

Verlust an Diversität

Mit der Entwicklung der wissenschaftlichen Pflanzenzüchtung wurde man schon bald auf ein Phänomen aufmerksam - die damit geschaffenen hochwertigen und einheitlichen Produkte (neue Sorten) fanden schnell eine weite Verbreitung und begannen, die variablen Landsorten zu verdrängen, die die Quelle für die weitere Verbesserung der Zuchtsorten sind. Der Wert der Landsorten als Ausgangsmaterial für die Züchtung wurde schon bald erkannt (VON PROSKOWETZ 1890, SCHINDLER 1890). Bald darauf entstanden erste größere Sammlungen. Besonders zu erwähnen sind die vielseitigen Aktivitäten von N.I. Vavilov (VAVILOV 1935), die zum Aufbau der damals weltgrößten Sammlung führten.

Vavilov konnte in den von ihm untersuchten Genzentren noch das intakte Ergebnis eines oft Jahrtausende währenden Evolutionsprozesses beobachten und festhalten. Ein drohender Verlust dieser Vielfalt wurde erst viel später sichtbar, als etwa HARLAN (1950) über den Rückgang des Anbaus von Landsorten in der Türkei berichtete. Bald kam es zu einer Eskalation, für die der Begriff Generosion geprägt wurde (BENNETT 1968). Die Untersuchungen an Kulturpflanzen haben auch hier eine Vorreiterrolle gespielt. Es ist daher verwunderlich, daß, außer einigen Situationsbeschreibungen und allgemeinen Schätzungen, kaum solide Zahlen vorhanden waren. So berichtet SAOUMA (1993) über einen Verlust der genetischen Diversität bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen seit Beginn unseres Jahrhunderts von 75%. Hier sollte auch ein Artenverlust mit eingeschlossen sein. Diesbezügliche Aussagen sind aber kaum zu erhalten.

Artenverlust

Bei der Biodiversität spielt die Diskussion um den Artenverlust eine hervorragende Rolle. Gelegentlich wird über das Verschwinden von Kulturpflanzenarten in manchen Gebieten berichtet. So konnte für Süditalien und Sizilien *Vicia articulata*, die Wicklinse, in neuerer Zeit nicht mehr nachgewiesen werden, in den fünfziger Jahren unseres Jahrhunderts war sie aber noch häufiger im Anbau (HAMMER ET AL. 1992). Eine ähnliche Beobachtung liegt für *Cucurbita ficifolia*, den Feigenblattkürbis, vor. Allerdings konnte er 1997 auf den Liparischen Inseln und Stromboli in Rückzugsgebieten noch als Gemüsekürbis im Anbau beobachtet werden. Bei den Wildpflanzen wäre das ein typisches Beispiel für ein gebietsbezogenes "Lazarus-Taxon".

Es ist die Frage zu stellen, ob es überhaupt schon ausgestorbene Kulturpflanzenarten gibt (vgl. Tabelle 6). Um solche Diskussionen für die Kulturpflanzen zu beleben, sollen hier drei Beispiele kurz charakterisiert werden.

***Anacyclus officinarum* - Deutscher Bertram**

Der Deutsche Bertram stammte wahrscheinlich, wie die anderen Arten dieses Genus, aus dem Mittelmeergebiet. Möglicherweise handelt es sich bei ihm um einen einjährigen Abkömmling des Römischen Bertram, *Anacyclus pyrethrum* (TITTEL 1986). Früher wurde er in Mitteleuropa, beispielsweise bei Magdeburg, im Vogtland und in der Tschechoslowakei feldmäßig angebaut.

Das ätherische Öl der Wurzel (Deutsche Bertramwurzel) fand u.a. für Zahnwasser in der Volksmedizin Verwendung, d.h. als Tinktur gegen Zahnschmerzen. Darüber hinaus war die Wurzel früher offiziell (*Radix Pyrethri germanii sive communis*). Nach dem Erlöschen des Feldanbaus glaubte man noch lange Zeit, daß die Art wenigstens in den Sammlungen verfügbar wäre. Vereinzelt wurde sie adventiv angetroffen (HEGI 1929). Noch heute wird *Anacyclus officinarum* in den *Indices seminum* einiger Botanischer Gärten angeboten. Aber schon zu Beginn der fünfziger Jahre machte LUDWIG (1954) darauf aufmerksam, daß es sich bei solcherart bezeichnetem Material meist um *Anthemis altissima* handelt. Spätere eigene Bemühungen, den Deutschen Bertram zu beschaffen, scheiterten vollständig. Und auch HUMPHRIES (1979) als Monograph der Gattung *Anacyclus* bemühte sich vergebens. Zumindest wies er auf Gartenmaterial hin, das große Ähnlichkeit mit der verschollenen Art hat. Wir konnten solches Material beschaffen (*Anacyclus radiatus*) und durch einfache Selektion erreichen, daß eine Sippe mit phänotypischer Ähnlichkeit zu *Anacyclus officinarum* herausgezüchtet werden konnte, ein Fall, wie er auch aus Zoologischen Gärten für bestimmte Tierrassen berichtet wurde. Diese Sippe dient als Anschauungsmaterial in Agrarhistorischen Museen. Mit sehr großer Sicherheit ist aber der echte Deutsche Bertram ausgestorben.

***Bromus mango* - „Mango“**

Es handelt sich hierbei um ein traditionelles Getreide aus Chile, das noch zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts im Anbau war (GAY 1854). Die arankischen Indianer bereiteten daraus ein ungesäuertes Brot und ein vergorenes Getränk. Noch um 1830 wurde es lediglich auf zwei Höfen der Insel Chiloe angebaut. Im ersten Jahr diente es als Viehweide, während im zweiten Jahr die Körner zur Ernte kamen. Der Anbau war sehr traditionell geprägt und weit

entfernt von Höfen mit europäischen Getreiden, die von der einheimischen Bevölkerung bevorzugt wurden. Besonders interessant war die Beschreibung dieses neuweltlichen Getreides, weil bisher angenommen worden war, daß als Getreide in der Neuen Welt nur der Mais und einige der sogenannten Pseudocerealien (z.B. *Chenopodium quinoa*) domestiziert worden waren. *Bromus mango* erweckte damit besonderes Interesse.

Als Sensation waren daher auch Berichte aufgenommen worden, die ein Überleben der Art postulierten, nachdem ihr lange Zeit vergeblich nachgespürt worden war (CRUZ 1972). Lediglich bei einem Bauern konnte noch eine ähnliche Art im Anbau nachgewiesen werden, die sich aber als die aus Europa eingeführte Roggentrespe, *Bromus secalinus*, herausstellte (MUÑOZ PIZARRO 1944). REID (1988) berichtete dann aus Argentinien und Chile über *Bromus mango*, das angeblich an mehreren Stellen wildwachsend gefunden wurde. Dieses Material wurde auch in Fachkreisen verbreitet, und es konnte mit Sicherheit festgestellt werden, daß es sich dabei um eine andere Art, *Bromus burkhardtii*, handelt (SCHOLZ & MOS 1994). *Bromus burkhardtii* steht in keiner engeren verwandtschaftlichen Beziehung zu *Bromus mango*. Damit ist mit großer Sicherheit ein Erlöschen der letztgenannten Art anzunehmen. Die in Herbarien vorhandenen Belege besitzen keine keimfähigen Samen mehr. Ein Überleben von Kultursippen als Wildpflanze oder als Unkrautformen liegt recht oft im Bereich der Möglichkeiten. Für *Bromus mango* hat sich die Möglichkeit bisher nicht bestätigen können (vgl. BUSCH ET AL. 1995).

Das Silphion der Alten

Über die Identität dieser Pflanze herrscht immer noch Unsicherheit. Auf jeden Fall handelt es sich um einen Doldenblütler aus dem Gebiet der Cyrenaika, die für den Handel große Bedeutung hatte. Sie kam nur in diesem Gebiet vor, und der griechische Stadtstaat Kyrene hatte vom 7. bis zum 1. Jahrhundert v.u.Z. das Silphionmonopol.

Von Plinius wird berichtet, daß der eingedickte Saft der Pflanze (laser), der ein wichtiges Arzneimittel darstellte, mit Silberdenaren aufgewogen wurde. Außerdem wurden die verschiedensten Pflanzenteile in unterschiedlicher Weise geschätzt. Die jungen Sprosse wurden gekocht, gebraten und gedämpft verzehrt und galten bei den Römern als Edelgemüse, sie dienten auch zum Aromatisieren von Speisen. Die Frucht war ein Gewürz, die Wurzel, in Essig eingelegt, diente als Arznei (BEUTTEL 1951).

Obwohl wir durch ausgezeichnete Münzabbildungen und Beschreibungen eine sehr gute Vorstellung von der stattlichen Pflanze haben, ist bisher noch nicht die Identität mit einer lebenden Sippe überzeugend nachgewiesen worden (vgl. u.a. SCHNABEL 1996).

Als Augenzeuge der Pflanze wird gegen Ende des 4. Jahrhundert u.Z. noch der Bischof Synesius von Kyrene zitiert, der bestätigen konnte, daß Silphion weitgehend ausgerottet war und sich (nur?) noch in Gärten befand (BEUTTEL 1951). Damit wird bestätigt, daß diese wichtige Art dem Raubbau und der Übernutzung zum Opfer gefallen ist. Die letzten historischen Beobachtungen als Gartenpflanze bestätigen manche Berichte, nach denen das Silphion in Kultur genommen wurde, während andere den vergeblichen Versuch der Inkulturnahme anmerkten (STEIER 1927). Auf jeden Fall kann das Silphion als ein früher Fall für das Verschwinden einer Pflanzenart gewertet werden, die eine wertvolle Ressource darstellte.

Die drei Beispiele für Artenverlust weisen auf eine ganze Reihe von Ursachen für den Artenverlust hin: Übernutzung, Nichtnutzung und Vergessen, Irrtümer bei der Determination, Verdrängung durch andere Arten. Da es für die konkreten Artenverluste bei den Kulturpflanzen nur wenige Hinweise gibt, diese aber Indikatoren für eine größere Erosion sind, soll eine Schätzung auf das Gesamtproblem aufmerksam machen.

Verlust an genetischer Diversität

Die bisher bekannten Überlegungen zur Generosion bei Kulturpflanzen beziehen sich meistens auf diesen infraspezifischen Bereich. Konkrete Untersuchungen gibt es aber nur in Ausnahmefällen. So konnten HAMMER ET AL. (1996) das Ausmaß der Generosion bei Landsorten für zwei Länder des Mittelmeergebietes feststellen. Süditalien war 1950 bereist worden, und es wurden die vorhandenen Landsorten gesammelt (MALY ET AL. 1987). In den achtziger Jahren wurden dann Sammelreisen in dieses Gebiet durchgeführt, während derer der Rückgang an Landsorten bzw. ihr Nochvorhandensein erforscht worden ist (vgl. HAMMER ET AL. 1992). Es wurden sowohl Arten des Feld- als auch des Gartenbaus verglichen. In Albanien fand die erste Sammelreise 1941 statt (STUBBE 1982), die Überprüfung 1993 (HAMMER ET AL. 1994). Nur Feldfrüchte wurden einbezogen.

In Albanien wurden keine Landsorten mehr gefunden für Einkorn (1994 dann doch noch eine Probe), Rohweizen und Saatwicke. Gerste zeigte eine Generosion von 20% und Saatweizen von 87,5%.

Für Süditalien stand eine große Anzahl von Fruchtarten für einen Vergleich zur Verfügung. Die Nachsuche erfolgte auch im Verlauf von vier Jahren, so daß von einer höheren Sicherheit der Befunde ausgegangen werden kann. Verschwunden waren bei den Getreiden Landsorten von Byzantinischem Hafer und Weizen, bei den Hülsenfrüchten von Kichererbse und Linse und bei den Gemüsen u.a. von Zwiebel, Tomate, Rettich und Eierfrucht. Für Gerste wurde eine Generosion von 75% ermittelt, für Roggen lag sie nur bei 25%.

Selbst bei den noch häufig angebauten Gartenbohnen war eine Generosion von 68,7% nachweisbar, für die Erbsen von 66%. Für Kohl und Zucchini betrug die Generosion 66,7%, für Salat 50%. Insgesamt war bei den Getreiden ein Verlust von 71% zu verzeichnen. Deutlich besser waren die Erhaltungsbedingungen für die Hülsenfrüchte mit 62,1% Generosion, während die Gemüse, die nach den allgemeinen Erfahrungen über relativ günstige Erhaltungsmöglichkeiten verfügen, weil die reich gegliederten Gartenlandschaften ein ideales Rückzugsgebiet darstellen, im Mittel mit 81,6% eine erstaunlich hohe Generosion aufgewiesen. Insgesamt war eine hohe Generosion für die Mehrzahl der Landsorten der verschiedenen Fruchtarten und damit ein hoher Verlust an genetischer Variabilität charakteristisch.

Untersuchungen zur Generosion bei Landsorten Südkoreas wurden von AHN ET AL. (1996) publiziert. 1985 und 1986 wurden von rund 7.000 Landwirtschaftsexperten 5.171 Saatgutproben von 57 Arten gesammelt. 1993 wurden die Sammlungen wiederholt. Das Ergebnis war niederschmetternd. Im Mittel waren nur noch 18% des ursprünglichen Landsortenmaterials vorhanden. Von Roggen, Raps, Paprika, Spinat, Gemüseklette u.a. wurden praktisch keine

Landsorten mehr gefunden. Sehr geringe Erhaltungsraten ergaben sich unter anderem für Erbsen (ca. 4%), Ricinus (ca. 5%), Hiobsgras (ca. 2%), Winterheckezwiebel (ca. 4%).

Ökosystembedingte Verluste

Trotz der unterschiedlichen sozio-ökologischen und ökonomischen Bedingungen waren die Ergebnisse für die untersuchten Gebiete des Mittelmeerraumes (HAMMER ET AL. 1996) recht ähnlich: für Süditalien 72,8% und für Albanien 72,4% Generosion (Kalkulationschema: Generosion = 100% - Genintegrität (noch vorhandene Landsorten)). Erstaunlicherweise gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Feld- und Gartenbau, obwohl die erheblichen Unterschiede der entsprechenden Ökosysteme eine solche Differenz erwarten ließen.

Bei Kalkulationen der jährlichen Verlustrate stellte sich allerdings heraus, daß diese für Albanien 2,45% und für Süditalien 3,88% betrug. Vielleicht deutet sich hier eine gewisse Sättigungsgrenze an, d.h. ein Limit für die durchgehende Einführung neuer Sorten und eine Chance für den Erhalt der Landsorten. Allerdings werden scharfe politische und ökonomische Einschnitte die Generosion stark beeinflussen. Die neueren Sammelaktionen in Albanien begründen sich auf dieser Annahme.

Die Untersuchung in Südkorea für 220 Landsorten in 147 Formen (AHN ET AL. 1996) zeigte eine mittlere Generosion von 74%. Dabei schwankten die Werte zwischen den Untersuchungsorten nur wenig: Sangjoo-Kun 74%, Geumung-Kun 76% und Gochang-Kun 73% Generosion. Für die Ernährung wichtige Fruchtarten zeigten höhere Erhaltungsraten und damit eine ausgeprägtere genetische Integrität. Die beängstigende jährliche Verlustrate von ca. 9% ist ein alarmierendes Signal.

In anderen Gebieten der Erde, beispielsweise in Mitteleuropa, ist aber schon insgesamt ein wesentlich höheres Niveau der Generosion erreicht. Bei aller Besorgnis über die Höhe der Generosion ist der in den untersuchten Ländern ermittelte Erhaltungsstatus von etwa 25% ein ermutigendes Signal zum Nachdenken über *In-situ*-Erhaltungsmechanismen.

Möglichkeiten zur Erhaltung der Agrarbiogenetischen Ressourcen

Die Aussichten scheinen insgesamt sehr ungünstig zu sein. Nicht umsonst hatte man sich schon seit geraumer Zeit damit abgefunden, daß nur eine *Ex-situ*-Erhaltung dem drohenden Verlust Einhalt bieten könne. Eine große Anzahl von Genbanken wirkt weltweit in dieser Richtung. Die Leistungen dieser Genbanken sind nicht zu unterschätzen (vgl. Tabelle 10). Ein großer Teil des Wissens zur Agrarbiogenetischen Ressourcen ist mit den Genbanken verbunden. Damit wächst die Bedeutung der Rolle der Genbanken. Wie können sich die Genbanken dieser neuen, durch die Erkenntnisse zur Biodiversität gewachsenen Herausforderung stellen? Eine Antwort könnte das Modell der integrierten Genbank sein. Nach entsprechenden Vorarbeiten in den Jahren 1993 und 1994 (vgl. HAMMER 1993c, 1994, 1995a) wurde es in der Folgezeit zur Diskussion gestellt (HAMMER 1996a & b).

Das Konzept geht von einer inneren Struktur aus, die die notwendigen Genbankfunktionen, d.h. Sammlung, Erhaltung, Charakterisierung und Dokumentation pflanzengenetischer Ressourcen garantiert, die moderne biologische Entwicklung berücksichtigt und einen integrierten *Ex-situ-/In-situ*-Ansatz vertritt. Dieses letztgenannte Prinzip erscheint von größter Wichtigkeit. Leitet es sich doch direkt aus den Erkenntnissen der Biodiversitätsforschung ab. Ein Paradigmenwechsel war notwendig, um hier zu einem Durchbruch zu gelangen. Schon KUCKUCK (1974) hatte gefordert, daß in den Genzentren der Kulturpflanzen Getreidefelder, die eine Vielzahl an verschiedenen Getreideformen, zusammen mit verwandten Wild- und Unkrautarten, enthalten, unter Schutz gestellt werden sollten, um solche evolutionären Situationen weiterhin wirksam sein zu lassen.

Seine Vorschläge, die als eine Antwort auf die Gefahren der "Grünen Revolution" verstanden werden müssen, wurden kaum beachtet. In den folgenden Jahren wurden neue Vorstöße unternommen. PERRINO & HAMMER (1984) schlugen vor, Felder mit Einkorn und Emmer im südlichen Italien in geeigneter Weise zu schützen. Auch hier war der entscheidende Beweggrund in der großen evolutionären Bedeutung solcher Bestände zu sehen. Neue Informationen über Fälle mit Introgressionen von Wild- in Kultursippen und umgekehrt dienten als weitere deutliche Beweise für die Bedeutung der *In-situ*-Erhaltung für die Evolution der Kulturpflanzen, u.a. bei Roggen in Italien (HAMMER ET AL. 1985a), Gersten in Libyen (HAMMER ET AL. 1985b) und Kohllarten in Italien (PERRINO & HAMMER 1985).

Aber der Durchbruch wurde in tropischen und subtropischen Gebieten erzielt (z.B. ESQUIVEL & HAMMER 1988, ALTIERI 1989, BRUSH 1989), offenbar, weil dort die Generosion noch nicht so weit fortgeschritten war, und eine *On-farm*-Konservierung in Hausgärten (ESQUIVEL & HAMMER 1992) und anderen geeigneten Ökosystemen leichter durchgeführt werden konnte (BRUSH 1995).

Heute ist bekannt, daß nur ein relativ geringer Anteil der Artenfülle von Kulturpflanzen in Genbanken erhalten werden kann. In den aktivsten Genbanken wird die Artenanzahl auf etwa 2.000 geschätzt. Der große Rest der Arten (vgl. Tab. 8) muß durch *In-situ*-Maßnahmen erhalten werden (MAXTED ET AL. 1997, BUSCH ET AL. 1995). Da es sich um Kulturpflanzen handelt, kommen damit im wesentlichen nur *On-farm*-Maßnahmen in Frage.

Eine integrierte Genbank sollte also solche Maßnahmen in geeigneter Weise unterstützen und wissenschaftlich voranbringen. Nach Maßgabe ihrer Möglichkeiten sollte sie sich schon bei der Sammlung bedrohter Landsorten mit einbringen.

Das sich neu entwickelnde Prinzip ist für Süditalien von HAMMER & PERRINO (1995) dargestellt worden. Dabei wurden folgende Stufen berücksichtigt (nach HAMMER 1996b):

- Gefährdetes und seltenes Kulturpflanzenmaterial (nur noch vereinzelte Fundorte). Hier sollte unbedingt eine Probe in die *Ex-situ*-Erhaltung gegeben werden. Das trifft natürlich auch für Sippen zu, für die bisher ein Nachweis fehlte bzw. die neu oder selten im Gebiet aufgefunden werden konnten.

- Seltenes Material (mehr als 10 Fundorte). Die weitere Entwicklung dieser Sippen muß genau verfolgt werden. Eine *On-farm*-Erhaltung ist mit speziell interessierten Betrieben abzustimmen. Sicherheitsduplikate sollten in die *Ex-situ*-Erhaltung übernommen werden.
- Mäßig verbreitetes Material (mehr als 100 Fundorte). Für die *On-farm*-Erhaltung bestens geeignet. In Einzelfällen sollten Sicherheitsduplikate in die Genbanken übernommen werden. Eine regelmäßige Kontrolle der Situation ist angezeigt.
- Häufiges Material. Hier sind keine besonderen Maßnahmen notwendig. Die Erhaltung wird durch den allgemeinen Anbau garantiert.

Die geforderte Intensität der Maßnahmen ist für Genbanken wohl nur in Einzelfällen möglich. Allenfalls könnten Fallstudien ausgebaut werden.

Zusätzliche Impulse müssen aus der Forschung kommen. Die Universitäten müssen die Agrarbiogenetische Diversität in ihr Programm aufnehmen. Damit einhergehend sind wieder Kapazitäten für die Agrarbiologie zu schaffen. "Rote Bücher" und "Rote Listen" gibt es nur für die Wildpflanzen (vgl. z.B. WALTER & GILLET 1997). Ein gewaltiger Nachholbedarf ist zu befriedigen, bevor ein nur einigermaßen vergleichbares Niveau erreicht werden kann. Wie das System des Naturschutzes in das Problem der Agrarbiogenetischen Diversität einbezogen kann, bzw. ob eventuell ein neues Parallelsystem etabliert werden sollte, ist noch eine völlig offene Frage. Eine Bündelung der Kapazitäten ist notwendig. Die in Deutschland sehr aktiven Gruppen der Segetalpflanzenforscher (vgl. u.a. LOHMEYER & SUKOPP 1992, SCHNEIDER ET AL. 1994), sind mit einzubeziehen ebenso wie die große Anzahl der interessierten Laien.

Wichtig sind auch die internationalen Aktivitäten. Man hat sich schon lange Gedanken gemacht zu den vernachlässigten und untergenutzten Kulturpflanzenarten, die ja die Hauptmasse der Kulturpflanzenarten weltweit darstellen. Eine erste Initiative gab es dazu in den USA (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 1975), wobei 36 Kulturpflanzenarten repräsentativ ausgewählt wurden. Einen Höhepunkt erreichte diese Richtung bisher mit einem von der Bundesrepublik Deutschland finanzierten Projekt zu "underutilized and neglected crops", das die Voraussetzungen für weitere internationale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet liefert (HELLER ET AL. 1996-1998). Die Tabelle 7 dokumentiert den gegenwärtigen Stand der Arbeiten.

Zu weiteren Schlußfolgerungen, besonders hinsichtlich der Komplementarität von *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen zur Erhaltung der Agrarbiogenetischen Diversität sei auf die folgenden Ausführungen verwiesen. Dringend erforderlich ist aber noch der gesonderte Hinweis auf die Unterschiede der Erhaltungsformen (vgl. Tabelle 29).

Hier spielen sowohl die Formen der Diversität als auch die der Erhaltung eine Rolle (*ex situ*, *in situ* und *on farm*). Kulturpflanzen, verwandte Wildarten und Unkräuter müssen ebenfalls einzeln Berücksichtigung finden. Besonders für die genetische Diversität bei Kulturpflanzen spielen die Genbanken eine Rolle.

Da die größte genetische Diversität innerhalb der wichtigsten Kulturpflanzenarten vorhanden ist und diese in den Genbanken sehr gut vertreten sind (vgl. Tabelle 11), sollte die spezielle Erfahrung auch allgemein Anerkennung finden. Auf bisher nicht gelöste Probleme im Zu-

sammenhang mit anderen Erhaltungsansätzen für solches Material hat schon ZEVEN (1996) hingewiesen.

Für Wildarten ist in jedem Fall die *In-situ*-Erhaltung vorzuziehen, abgesehen von den Fragen der Verfügbarkeit. Unkräuter nehmen eine Zwischenstellung ein.

Die Dreiteilung des Erhaltungsansatzes der pflanzen genetischen Ressourcen zieht die Konsequenzen aus den bisherigen Forschungen zur Biodiversität. Die Agrar biodiversität läßt sich hier einfügen und gleichzeitig als besondere Kategorie bestätigen.

Evaluation von Maßnahmen zur Erhaltung pflanzen genetischer Ressourcen

Pflanzen genetische Ressourcen haben in den letzten Jahren weltweit verstärkt die Aufmerksamkeit erregt (WCED 1987), stellen sie doch eine wichtige Basis für die Ernährung einer ständig wachsenden Weltbevölkerung dar, wie es der Welternährungsgipfel von FAO und UN 1996 erneut betont hat (FRESCO & RABBINGE 1997). Darüber hinaus kann durch einen geeigneten Einsatz pflanzen genetischer Ressourcen die Versorgung mit pflanzlichen Rohstoffen, Futtermitteln für die Tierproduktion, Grundstoffen für die Arzneimittelzubereitung und weiteren auf pflanzlichen Produkten basierenden Hilfs- und Zusatzstoffen langfristig sicherer gestaltet werden.

Durch den Begriff "Ressourcen" ist besonders auf den "Marktwert" der pflanzen genetischen Ressourcen hingewiesen worden, wobei der kommerzielle Aspekt in den Vordergrund getreten ist. Die Reproduzierbarkeit der pflanzen genetischen Ressourcen, die diese deutlich von den nicht-erneuerbaren Rohstoffen unterscheidet, hat in den Diskussionen kaum eine Rolle gespielt, ebensowenig wie ihre internationale Herkunft und Herausbildung (besonders der Kulturpflanzen), die eine politisch-geographische Zuordnung in vielen Fällen unmöglich machen.

Aus einem "gemeinsamen Erbe der Menschheit", dessen Ausschöpfung allerdings bisher vorwiegend durch die Industrienationen in einem größeren kommerziellen Rahmen erfolgte, ist ein "nationales Erbe" geworden. Wie bei jedem Erbe erwachsen daraus aber auch Verpflichtungen, beispielsweise für die Erhaltung der pflanzen genetischen Ressourcen, die von Ländern der Dritten Welt kaum erfüllt werden können.

Verschiedene Maßnahmen bieten sich zur Erhaltung der pflanzen genetischen Ressourcen an. Im globalen Sinne wird der *In-situ*-Erhaltung der Vorzug gegeben. *Ex-situ*-Methoden sind für spezifische Aufgabenstellungen interessant. Aufgrund der relativen Neuheit der Konzepte gibt es aber noch keine ausgewogenen Möglichkeiten in einem der beiden Grundmodelle und von integrierten Annäherungen ist man noch recht weit entfernt.

Ein rasches Fortschreiten der Generosion führt aber notgedrungen zu einem umgehenden Handlungsbedarf, wenn nicht ein großer Teil der genetischen Ressourcen verlorengehen soll. Dabei sind weder die Mechanismen noch das Ausmaß der Generosion hinreichend bekannt bzw. erforscht. Und selbst bis zur Erfassung des noch Vorhandenen ist ein langer Weg zu beschreiten.

In Ansätzen sind aber die pflanzen genetischen Ressourcen schon jetzt einer Schätzung zugänglich. Eine zu stark nutzensorientierte Sicht würde aber kaum die notwendigen globalen Prognosemöglichkeiten gestatten. Daher sind besonders Fragen der Biodiversität in die Betrachtungen mit einzubeziehen.

Pflanzen genetische Ressourcen

Mit dem Beginn der wissenschaftlichen Pflanzenzüchtung, der etwa mit der Entstehung und Entwicklung der Vererbungswissenschaften zusammenfällt, also auf nicht viel mehr als einhundert Jahre anzusetzen ist, war ein gezielteres Eingreifen in die Kulturpflanzen möglich. Prozesse, die früher Hunderte oder Tausende von Jahren in Anspruch genommen haben, konnten jetzt in Jahrzehnten oder Jahren unter dem gezielten Einfluß des Menschen ablaufen. Die neuen Sorten erzielten eine weite Verbreitung und verdrängten mit zunehmender Geschwindigkeit die althergebrachten, gut angepaßten Landsorten aus dem Anbau. Weitschauende Pflanzenzüchter hatten schon gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts auf diesen Prozeß aufmerksam gemacht (vgl. PROSKOWETZ 1890 & SCHINDLER 1890, siehe auch LEHMANN 1990), der die genetische Basis für den weiteren züchterischen Fortschritt bedrohte. Erste Sammlungen von Landsorten wurden angelegt, und relativ große Kollektionen entstanden u.a. in den USA und in Rußland (PLUCKNETT ET AL. 1987).

Besonders der russische Wissenschaftler N.I.Vavilov brachte durch systematische Sammlungen in den von ihm postulierten Genzentren (VAVILOV 1927) eine ungeheure Vielfalt in seinem Institut in Leningrad (jetzt St. Petersburg) zusammen und regte weltweit Sammlungsaktivitäten an, die aber immer noch mehr dem Zugriff auf und der Bereitstellung von pflanzen genetischen Ressourcen für die Pflanzenzüchtung als ihrem Schutz vor den Folgen der Generosion dienten.

Erst nach dem zweiten Weltkrieg setzte ein deutlicher Wandel ein und, neben der Beschaffung des Materials, spielte immer mehr der Aspekt seiner Rettung vor dem drohenden Verlust eine Rolle.

1961 begann sich die FAO in Rom intensiver mit den Quellen zur züchterischen Verbesserung der Kulturpflanzen zu befassen (HAWKES 1997). Eine zweite Konferenz wurde dann 1967 innerhalb des "International Biological Programme" organisiert. Und erst dort tauchte der Begriff "genetische Ressourcen" auf (HAWKES 1997, vgl. auch FLITNER 1995). 1970 erschien der entsprechende Tagungsband (FRANKEL & BENNETT 1970), der zum Meilenstein der wichtigen Strömung zur Nutzung und zum Schutz pflanzen genetischer Ressourcen wurde, und der die genetische Diversität der Kulturpflanzen und ihrer verwandten Wildarten in den Mittelpunkt von weltumspannenden Untersuchungen stellte.

Das "International Undertaking on Plant Genetic Resources" (Internationale Verpflichtung über pflanzen genetische Ressourcen) (FAO 1983) lieferte die rechtlichen Rahmenbedingungen zu Sammlung, Austausch, Nutzung und Schutz der pflanzen genetischen Ressourcen.

Da die "pflanzengenetischen Ressourcen" im wesentlichen ein politisches Konzept sind (HAMMER 1996), ist auf politischer Ebene mit erheblichen Aktivitäten zu rechnen, während die fachspezifischen Fragen mit deutlich geringerer Intensität bearbeitet wurden und werden.

Nach der revidierten Internationalen Verpflichtung (vgl. International Undertaking 1983) der FAO (First Draft CPGR/94/WG 9/3. Februar 1994) sind pflanzengenetische Ressourcen das gesamte generative und vegetative Reproduktionsmaterial von Arten mit ökonomischem und/oder sozialem Wert, besonders für die Landwirtschaft der Gegenwart und Zukunft, unter spezieller Berücksichtigung der Nahrungspflanzen. Folgende Kategorien werden benannt:

- Aktuelle Sorten
- Alte Sorten
- Landsorten
- Wild- und Unkrautarten, nahe Verwandte von Kulturpflanzen
- genetisches Material (Zuchtlinien, Mutanten u.a.).

Nach dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (BGBl. II S. 1741) werden biologische Ressourcen und genetische Ressourcen unterschieden.

Biologische Ressourcen sind:

Genetische Ressourcen, Organismen oder Teile davon, Populationen oder andere biotische Bestandteile von Ökosystemen von tatsächlichem oder potentiellm Nutzen oder Wert für die Menschheit.

Genetische Ressourcen sind:

Alles genetische Material von tatsächlichem und potentiellen Wert.

Die EU hat in ihrer Verordnung (EG) Nr. 1467/94 über die Erhaltung, Beschreibung, Sammlung und Nutzung der genetischen Ressourcen der Landwirtschaft (20.6.1994) eine Definition für pflanzengenetische Ressourcen der Landwirtschaft gegeben.

Dazu gehören:

- landwirtschaftliche Pflanzen einschließlich Weinreben und Futterpflanzen,
- Pflanzen des Gartenbaus inkl. Gemüse und Zierpflanzen, Arznei- und Duftpflanzen,
- Pflanzen des Obstbaus,
- Pflanzen der Forstwirtschaft,
- Pilze sowie Mikroorganismen, soweit sie in der Landwirtschaft von Nutzen sind oder sein könnten.

Im deutschen Bericht zur Vorbereitung der 4. Internationalen Technischen Konferenz der FAO über pflanzengenetische Ressourcen (OETMANN ET AL. 1995) wird schließlich von einer an die FAO-Kommission angelehnten Definition ausgegangen, die etwas über die des Übereinkommens über die biologische Vielfalt hinausgeht:

"Pflanzengenetische Ressourcen sind generativ oder vegetativ vermehrungsfähiges Material von Pflanzen mit aktuellem oder potentielltem Wert (für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) einschließlich Landrassen, verwandte Wildarten und -formen und speziellen genetischen Materials der Kulturpflanzen."

Von dieser Definition wird im folgenden ausgegangen.

Biodiversität

Der Verlust an Biodiversität gehört zu den derzeit zentralen Problemen der Menschheit, neben solchen bedeutenden Faktoren wie Veränderungen des Klimas und die gesicherte Versorgung mit Wasser. Die Vielfalt des Lebendigen hat die Menschheit schon lange fasziniert. Dabei ging es zunächst um eine Erfassung der Mannigfaltigkeit, ihre Beschreibung und Klassifikation mit dem Ziel einer umfassenden Nutzung. Schutzaspekte kamen im wesentlichen erst in unserem Jahrhundert hinzu.

Die erste zusammenfassende Darstellung über Biodiversität erschien 1982 (ANON. 1997a), wobei das Konzept dem globalen Anspruch entsprechend noch sehr weit gefaßt war.

Zu wissenschaftlichen Präzisierungen kam es erst später, als beispielsweise AKEROYD (1996) die Teilaspekte der Biodiversität logisch voneinander trennte, und zwar in:

- Diversität der Arten,
- genetische Diversität (vgl. WILKES 1989) und
- Ökosystem - Diversität.

Da bei der Landwirtschaft im allgemeinen davon ausgegangen wird, daß sie wesentlich daran interessiert ist, eine maximale Produktion mit wenigen ausgewählten Organismen durchzuführen, wird sie als ein Hauptfaktor zur Reduktion der Biodiversität insgesamt eingeschätzt. Als wesentlicher Ausdruck der menschlichen Aktivitäten spielt die Landwirtschaft zweifellos eine Rolle in dieser Richtung. Die Besonderheit besteht aber darin, daß die Landwirtschaft selbst in starkem Maße von der Biodiversität abhängig ist.

Aus dieser Konstellation ergeben sich interessante Wechselwirkungen aber auch Fehleinschätzungen von Verfechtern reiner Schutzkonzepte bzw. Nutzensforderungen.

Das Konzept der Biodiversität ist in seinen wissenschaftlichen Grundlagen noch erheblich verbesserungsfähig (AKEROYD 1996). Der Begriff wurde 1980 von T.E. LOVEJOY eingeführt, gewissermaßen als Ausdruck für den Artenreichtum. Der genetische und ökologische Aspekt wurde von E.A. NORSE und R.E. MC MANUS ergänzend zugefügt. 1981 wurde die "U.S. Strategy Conference on Biological Diversity" durchgeführt. Der eigentliche Durchbruch wurde aber erst 1988 erreicht, als die Kongreßakten des "National Forum on Biodiversity" in Washington vom September 1986 veröffentlicht wurden. Seither gibt es eine Flut von Arbeiten zu diesem Problem, aber noch keinen Konsens zum grundlegenden Konzept und zu vielen Teilaspekten (WATSON ET AL. 1995, ANON 1997a).

Das bestehende Konzept hat sich jedoch als politisch höchst effektiv erwiesen. Schon 1992 wurde auf der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro ein Übereinkommen über die biologische Vielfalt unterzeichnet (BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ 1993), das 1993 in der Bundesrepublik Deutschland in Kraft trat. Damit wurde ein außerordentlich wichtiger, gesetzlich verbindlicher Rahmen für den Umgang mit der Biodiversität geschaffen. Auch neue administrative Maßnahmen sind notwendig (HUELE 1994).

***Ex-situ*-Maßnahmen**

Durch die rasch fortschreitende Generosion waren schon zu Beginn unseres Jahrhunderts *Ex-situ*-Maßnahmen für Landsorten notwendig geworden. Aus Arbeitskollektionen der Pflanzenzüchter entwickelten sich größere Sammlungen, die oft in spezialisierten Institutionen zusammengeführt wurden.

Erst in den siebziger Jahren wurde für diese Sammlungen der Begriff "Genbanken" übernommen. Solche Genbanken haben sich immer verstanden als Sammlungen pflanzengenetischer Ressourcen, die die pflanzlichen Organismen "*in toto*" (als Saatgut, Pflanzen "*in vivo*" und "*in vitro*") aufbewahren ("Genbanken in der Züchtung" - NEVERS 1991). Etwa zeitgleich wurde der Begriff "Genbanken" auch im molekularbiologischen Sinne für die Lagerung isolierter Gene eingeführt ("Genbanken in der Gentechnik" - NEVERS 1991). Diese Begriffsgleichheit führt zuweilen zu Verwechslungen und Fehlinterpretationen.

Genbanken sind Einrichtungen zur Sammlung, Erhaltung, Untersuchung und Bereitstellung von genetischen Ressourcen der Kulturpflanzen und verwandter Wildpflanzenarten als Ausgangsmaterial für die Pflanzenzüchtung und als Studienobjekt für verschiedene Wissenschaftszweige (KNÜPFER 1983). Diese Definition charakterisiert die traditionelle Arbeit der Genbanken.

Genbanken als Sammlungen pflanzengenetischer Ressourcen haben sich über Jahrzehnte ein Spezialwissen beim Umgang mit den Pflanzen erarbeitet. Sie sind damit theoretisch in der Lage, auch schwierigste Probleme bei der Erhaltung seltener und gefährdeter Pflanzen zu lösen. Oft muß auch Neuland beschritten werden (WEISSER ET AL 1991).

Botanische Gärten verfügen in dieser Richtung allerdings über die weitaus längeren und intensiveren Erfahrungen, vor allem wenn es um die Kultivierung von Wildpflanzen geht. In jüngster Zeit werden die Botanischen Gärten immer mehr in Erhaltungsmaßnahmen einbezogen (u.a. FEßLER 1981, HECKER 1981), so daß es zu einer Aufgabenüberschneidung mit Genbanken im engeren Sinne kommen kann, wenn es sich bei der Wildpflanze um eine genetische Ressource handelt.

Ein Erfahrungsaustausch hat inzwischen eingesetzt, bei dem die Botanischen Gärten besonders ihr Wissen um die Kultivierung komplizierter Pflanzensippen einbringen, während die Genbanken auf spezielle Kenntnisse beim Umgang mit der infraspezifischen Variabilität, der Langzeitlagerung von Saatgut und der Anwendung moderner Methoden (u.a. *In-vitro*-Kultur, Kryokonservierung) verweisen können. Zweifellos müssen Botanische Gärten und Arboreten

stärker in ein Gesamtsystem zur Erhaltung und Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen eingebunden werden, wie das auch der "Deutsche Bericht zur Vorbereitung der 4. Internationalen Technischen Konferenz der FAO über pflanzengenetische Ressourcen vom 17.-23. Juni 1996 in Leipzig" ausdrücklich darstellt (OETMANN ET AL 1995).

Als weitere wichtige Maßnahmen zur *Ex-situ*-Erhaltung haben sich in letzter Zeit die Spezial-sammlungen von Nichtregierungsorganisationen (NRO) wie Arche Noah (ARROWSMITH 1993) oder Seed Savers Exchange (WHEALY 1993) etabliert, die erstaunlich große Sammlungen von Kulturpflanzen zusammengebracht haben. Sie arbeiten grundsätzlich nach dem Prinzip der Genbanken. Auch die schon längere Zeit existierenden Spezialsammlungen von Pomologenvereinen u.ä. sind in diesem Zusammenhang mit zu erwähnen. Die Konservierung bedrohter Arten wird in die Überlegungen einbezogen (SEAL 1992).

***In-situ*-Maßnahmen**

In-situ-Maßnahmen sind das zentrale Element des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Zahlreiche pflanzengenetische Ressourcen können auf diese Weise geschützt werden.

Spezifisch für die Kulturpflanzen wird auch von einer *On-farm*-Erhaltung gesprochen (WOOD & LENNE 1997), die weder in dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt noch im FAO-Übereinkommen definiert wird (BEGEMANN 1995). Sie bezieht sich auf die Erhaltung von Kulturpflanzen in ihrer natürlichen Umgebung, d.h. im üblichen Anbau durch Landwirte und Gärtner. Diese für die Kulturpflanzen und andere ko-domestizierte Arten zutreffende Methode ist als bewußte Erhaltungsmaßnahme noch sehr neu und bedarf daher weiterer intensiver Untersuchungen.

Wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung und Erhaltung der natürlichen Ressourcen der Biosphäre soll auch das UNESCO-Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (MAB) (ANON 1970) legen. Dabei sind die pflanzengenetischen Ressourcen eingeschlossen. Das Programm geht von der Einflußnahme des Menschen auf Erhaltungs- und Nutzungsmaßnahmen aus. In Biosphärenreservaten können sowohl *In-situ*- als auch *On-farm*-Maßnahmen durchgeführt werden. Allerdings ist das Programm in dieser Richtung bisher noch wenig genutzt worden.

Auch im „Global Plan of Action“, dem Globalen Aktionsplan der FAO zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen (FAO 1996c) wird der *In-situ*-Erhaltung eine größere Bedeutung zugemessen. Letztlich geht es um die Konservierungsmethode, die die natürlichen evolutionären Abläufe in vollem Umfang berücksichtigt und damit eine fortgesetzte Anpassung des Materials an sich ständig ändernde Bedingungen garantiert.

Der Bestand an pflanzengenetischen Ressourcen *in situ*

Als wissenschaftliche Basis für die Abgrenzung der pflanzengenetischen Ressourcen hat sich die Arbeit von HARLAN & DE WET (1971) bewährt. Sie geht von Genpools aus, wobei zum primären Genpool einer Art alles Material gehört, das bei der Hybridisierung mit ihr vollfertile Kreuzungsprodukte ergibt (im Sinne der evolutionären Artdefinition). Zum sekundären Genpool gehören Sippen, bei denen bestimmte Kreuzungsbarrieren auftreten. Und schließlich umfaßt der tertiäre Genpool Sippen, die sich mit dem Zielmaterial nur unter Ausnutzung radikaler neuer Techniken kreuzen lassen. Im Zeitalter der Gentechnik läßt sich prinzipiell Erbmateriale von jeder Art auf die andere übertragen. Das Pflanzenreich insgesamt gehört somit praktisch zum neu zu definierenden quartären Genpool einer beliebigen Art. Damit erscheint die Bedeutung der Biodiversität in einem völlig neuen Licht.

Bisher ist noch kaum versucht worden, die Prinzipien von HARLAN & DE WET (1971) auf sehr umfangreiches Material anzuwenden. Für die Triticinae (Weizenartigen) konnten VON BOTHMER ET AL. (1992) eine Erweiterung besonders des tertiären Genpools durch die Entwicklung der notwendigen Hybridisierungstechniken nachweisen, so daß sich beispielsweise die tertiären Genpools von Weizen und Gerste überschneiden.

Die Anzahl der Arten, besonders im tertiären Genpool, wird also weiter ansteigen, wobei sich selbstverständlich die hier gemachten Aussagen auf die Kulturpflanzen beziehen.

Global

Seit kurzem liegt die erste globale Schätzung der Artenzahlen zu den pflanzengenetischen Ressourcen vor (HAMMER 1995). Dabei wurde von Zahlen in Deutschland und Europa ausgegangen (vgl. folgenden Abschnitt) und eine Hochrechnung auf der Basis der Anzahl der höheren Pflanzen (global und länderbezogen), der Kulturpflanzen (global und länderbezogen) und der pflanzengenetischen Ressourcen in Deutschland durchgeführt (Tabelle 8, nach HAMMER & GLADIS 1996).

Die geschätzten 100.000 Arten lassen erstmals das Ausmaß der genetischen Ressourcen bei den höheren Pflanzen erkennen. Es ist offenbar, daß der größte Teil der Arten nur am natürlichen Standort erhalten werden kann. Mit fortschreitender wissenschaftlicher Erkenntnis wird auch die Anzahl der Arten, die den pflanzengenetischen Ressourcen im Sinne ihrer Definition zuzurechnen sind, noch ansteigen.

Deutschland

Für Deutschland wurde die Anzahl der natürlich vorkommenden und als pflanzengenetische Ressourcen ausgewiesenen Arten (vgl. Tabelle 8) in eigenen Untersuchungen festgestellt (SCHLOSSER ET AL. 1991, HAMMER & SCHLOSSER 1995).

Auch hier ist auf eine ansteigende Anzahl zu verweisen (HAMMER & WILLNER 1996, Anhang 2 und 3 in OETMANN ET AL. 1995).

Gramineae (Süßgräser)

Zu den Gramineae gehören Getreide als wichtigste Kulturpflanzen für die menschliche Ernährung überhaupt. Aber auch als Futterpflanzen spielen sie eine überragende Rolle. Von den etwa 10.000 Arten sind 4.000 als pflanzengenetische Ressourcen zu werten. Aufgrund der intensiven Bemühungen zur Ausweitung des Genpools für wichtige Getreidearten (vgl. VON BOTHMER ET AL. 1992) ist diese Zahl wohl eher noch höher anzusetzen.

Die Gramineae sind weltweit verbreitet. Von wenigen Ausnahmen abgesehen (u.a. Quecke (*Agropyron repens*), Grüne Borstenhirse (*Setaria viridis*)), kommen die verwandten Wildarten der Getreide nicht in Deutschland vor. Mit mehr als 100 Arten sind aber die Verwandten der Futtergräser vertreten. Damit ist die heimische Flora als artenreich an Gramineae einzuschätzen.

Rosaceae (Rosengewächse)

Viele Obstpflanzen gehören zu dieser Familie, die insgesamt etwa 3.100 Arten umfaßt. Ein Umfang von 1.240 Arten von pflanzengenetischen Ressourcen dürfte an der oberen Grenze des Schätzwertes liegen, weil die Familie auch viele krautige Arten enthält, die relativ wenige Kulturpflanzen hervorgebracht haben.

Die Familie verfügt über eine weltweite Verbreitung, mit Schwerpunkt in temperaten und warmen Gebieten der nördlichen Halbkugel. Obwohl für die meisten Arten der Obstgehölze Deutschland nicht als primäres Domestikationsgebiet eingeschätzt werden kann, sind zahlreiche Wildarten vorhanden, die in sehr enger Beziehung zu den Kulturformen stehen, und über Introgressionen kommt es nicht selten zum Genaustausch.

Die Rosaceae, ebenso wie die Gramineae, sind mit mehr als 100 Arten als pflanzengenetische Ressourcen in Deutschland reich vertreten.

Leguminosae (Schmetterlingsblütengewächse)

Die Familie ist reich an Futterpflanzen aber auch an Hülsenfrüchten für die menschliche Ernährung. Sie umfaßt etwa 16.000 Arten. Davon sollten etwa 6.400 Arten als genetische Ressourcen zu werten sein. Ein großer Anteil an Futterpflanzen kann auch diese Zahl noch etwas ansteigen lassen.

Die Leguminosae sind weit verbreitet mit Schwerpunkten in den mediterranen Klimaten. Die Futterpflanzen haben viele nahe Verwandte in der heimischen Flora, während dies für die Hülsenfrüchte nur in geringem Umfang zutrifft (u.a. verschiedene *Lathyrus*-Arten (Platterbsen)).

Mit etwa 90 Arten gehören die Leguminosae zu den artenreichsten, natürlich vorkommenden pflanzengenetischen Ressourcen in Deutschland. Wiederum ist es besonders ihre relativ uni-

verselle Eignung als Futterpflanzen, die diesen hohen Anteil bestimmt. Die Hülsenfrüchte haben ihre verwandten Arten meist im Mittelmeergebiet und in West-Asien.

Compositae (Korbblütengewächse)

Viele Gemüse und Ölpflanzen kommen in dieser großen Familie vor. Ihr gehören über 20.000 Arten an. Davon zählen nach unseren Kalkulationen etwa 8.400 Arten zur Gruppe der genetischen Ressourcen. Diese große Familie hat jedoch insgesamt relativ wenige Kulturpflanzen hervorgebracht.

Die Hauptverbreitung der Familie liegt in den gemäßigten und temperaten Regionen der Welt. Daher ist der Anteil der genetischen Ressourcen der *Compositae* in Deutschland auch relativ hoch. Nahe Verwandte zu den wichtigsten Kultursippen treten hier jedoch nicht sehr häufig auf.

Die in Deutschland vorkommenden etwa 70 Arten genetischer Ressourcen aus dieser Familie sind potentiell wertvoll und lassen sich verschiedenen Nutzungsrichtungen zuordnen, die weit über den allgemeinen Hauptverwendungszweck der Vertreter der *Compositae* hinausgehen. Besonders zahlreich sind die Arzneipflanzen vertreten.

Cruciferae (Kreuzblütengewächse)

Die Cruciferae umfassen etwa 3.000 Arten mit temperat-gemäßigtem Verbreitungsschwerpunkt. Davon gehören etwa 1.200 Arten zu den genetischen Ressourcen. Bei der grossen Anzahl sehr nützlicher Kulturpflanzen scheint diese Zahl durchaus realistisch zu sein, oder sogar zu niedrig angesetzt zu sein.

Wie die Compositae haben die Cruciferae besonders viele Gemüse und Ölpflanzen hervorgebracht. Der Anteil an wichtigen Kulturpflanzen ist aber bei den Cruciferae deutlich höher. Die etwa 60 Arten genetischer Ressourcen aus dieser Familie in Deutschland haben Potenzen als Gemüse und Ölpflanzen, aber auch als Arznei-, Futter- und Zierpflanzen.

Umbelliferae (Doldenblütengewächse)

Diese Familie umfaßt etwa 3.100 Arten und hat ihre Verbreitungsschwerpunkte besonders in den nördlichen temperaten Gebieten sowie in tropischen Gebirgen. Schwerpunkte der Nutzung sind Gemüse-, sowie Arznei- und Gewürzpflanzen. Etwa 1.240 Arten können insgesamt den genetischen Ressourcen zugerechnet werden.

Die Beziehungen der heimischen genetischen Ressourcen zu wichtigen Kulturpflanzen sind oft recht eng. Etwas mehr als 30 Arten der heimischen Flora können zur Gruppe der genetischen Ressourcen gerechnet werden.

Solanaceae (Nachtschattengewächse)

Mit etwa 2.600 Arten ist die Familie weltweit verbreitet. Die wichtigsten Vertreter Kartoffeln, Tomaten und Paprika, sind allerdings neuweltlichen Ursprungs. Die Nutzung als Gemüse überwiegt. Es kommen aber auch zahlreiche Arzneipflanzen vor. Etwa 1.000 Arten können als genetische Ressourcen gewertet werden. Es gibt praktisch nur sehr wenige Beziehungen der Vertreter der heimischen Flora zu den wichtigsten Kulturpflanzenarten, was sich logischerweise aus der überwiegenden neotropischen Herkunft der Kultursippen ergibt.

Trotzdem zählen immerhin noch etwa 10 Arten der heimischen Flora zu den genetischen Ressourcen. Sie gehören aber zum größten Teil zur Gruppe der Arzneipflanzen.

Weitere Familien

Eine sehr große Anzahl weiterer Familien führt Vertreter genetischer Ressourcen. Nach dem "Mansfeld-Verzeichnis" (SCHULTZE-MOTEL 1986) gibt es etwa 230 Familien mit Kulturpflanzen der Landwirtschaft und des Gartenbaus (ohne Zierpflanzen). CRONQUISTS (vgl. MABBERLEY 1987) System der Angiospermen umfaßt insgesamt etwa 380 Familien. Damit sind in etwa 60% der botanischen Familien genetische Ressourcen anzutreffen. Der Prozentsatz liegt sicherlich noch höher, denn inzwischen sind zahlreiche neue Arten auch aus bisher nicht erfaßten Familien dazugekommen und Zier- sowie Forstpflanzen sind im Mansfeld-Verzeichnis noch nicht mit erfaßt.

Pflanzen aus tropischen Verwandtschaftskreisen haben in Deutschland in der Regel keine oder nur sehr wenige Vertreter. In anderen Familien gibt es aber noch heimische genetische Ressourcen, wie den Caryophyllaceae (Nelkengewächsen) mit knapp 30 entsprechenden Arten oder den Chenopodiaceae (Gänsefußgewächsen) und Polygonaceae (Knöterichgewächsen) mit je etwa 15 Arten.

Schlußfolgerungen

Die Anzahl der pflanzengenetischen Ressourcen im Sinne der hier zugrundeliegenden Definition ist weltweit sehr hoch und dürfte nach dem heutigen Kenntnisstand etwa 40% der botanischen Arten der höheren Pflanzen umfassen (vgl. Tabelle 8). Mit dem Fortschritt der Wissenschaft wird sich dieser Prozentsatz in Zukunft noch weiter erhöhen.

Es ist bisher meist übersehen worden, daß auch Deutschland nicht arm an heimischen genetischen Ressourcen ist. Besonders trifft das für Zierpflanzen, Arznei- und Gewürzpflanzen, Gehölze einschl. Obstpflanzen und Futterpflanzen zu. Gemüse, stärke- oder zuckerhaltige Pflanzen und besonders Körnererbsenpflanzen, die die größte Bedeutung für die menschliche Ernährung haben, sind dagegen deutlich weniger zahlreich vertreten. Die primäre Domestikation und ein Großteil der weiteren Evolution der Vertreter dieser Gruppen sind außerhalb Mitteleuropas erfolgt. Eine Konzentration auf diese Weltkulturpflanzen bei der Betrachtung der genetischen Ressourcen würde ein schiefes Bild der Ressourcensituation vermitteln.

Die einzelnen Pflanzenfamilien zeigen oft die Betonung von unterschiedlichen Nutzungsrichtungen, z.B. als Futterpflanzen und Körnererweißpflanzen. Ihre Wertung als genetische Ressource ist daher unterschiedlich vorzunehmen. Die Beispiele aus Deutschland belegen, daß eine Region hinsichtlich einer Nutzungsrichtung als reich an genetischen Ressourcen, hinsichtlich einer anderen als arm eingeschätzt werden kann.

Der Bestand an pflanzengenetischen Ressourcen *in situ/on farm*

Die *On-farm*-Erhaltung ist ein relativ neues Konzept. Es gab zwar schon frühe Vorschläge, beispielsweise von KUCKUCK (1974), intakte Getreidefelder in den Entstehungszentren in geeigneter Weise zu schützen und die Evolutionsabläufe, unter Einschluß der dort verwandten Wildarten, weiter wirksam bleiben zu lassen, die aber wenig Resonanz erhielten. Noch in den achtziger Jahren war die Zeit nicht reif für die Annahme eines Vorschlages für eine Konservierung von Feldern von *Triticum monococcum* (Einkorn) und *Triticum dicoccon* (Emmer) in Süditalien durch die EU (PERRINO & HAMMER 1984). Erst weitere Forschungen konnten die evolutionäre Bedeutung von *On-farm*-Situationen, beispielsweise durch den Nachweis von Introgressionen, deutlich machen.

Der Wandel im Denkansatz setzte eher in den tropischen und subtropischen Gebieten und dort besonders in den Zentren der Mannigfaltigkeit der Kulturpflanzen ein (z.B. ALTIERI & MERICK 1987, ESQUIVEL & HAMMER 1988, BRUSH 1989). In diesen ist die Generosion weniger fortgeschritten und traditioneller Anbau wird in Hausgärten (ESQUIVEL & HAMMER 1992) oder auf kleinen Feldern betrieben (BRUSH 1995).

Das rasche Fortschreiten der Generosion vermindert mit zunehmender Geschwindigkeit die Bestände der noch im Anbau vorhandenen Landsorten und älteren Zuchtsorten.

Global

Nach einer Schätzung der FAO (SAOUMA 1993) sind seit Beginn unseres Jahrhunderts 75% der genetischen Diversität bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen verlorengegangen. Die gleiche Zahl erscheint später im FAO-Weltbericht (FAO 1996a). Sicherlich ist diese Schätzung sehr pauschaliert und hatte praktisch keine durch konkrete Untersuchungen gewonnenen Basiswerte.

Erstaunlich ist aber, daß die ersten Untersuchungen, die auf dem Vergleich der Landsorten aus den Jahren 1941 bzw. 1993 in Albanien und auf dem derer von Süditalien in den Jahren 1950 bzw. 1983/86 beruhen (HAMMER ET AL. 1996), ähnlich hoch lagen. Für Albanien wurde eine Generosion von 72,4% und für Italien von 72,8% ermittelt.

Damit ist für eine globale Aussage ein gewisser Schätzrahmen für das noch vorhandene Material gegeben. Man muß aber davon ausgehen, daß die Erhaltungsbedingungen für das traditionelle Material *on farm* weltweit sehr unterschiedlich sind. Die Gebiete des Mittelmeerraumes mit traditioneller Landwirtschaft sind, wie oben gezeigt, gut miteinander vergleichbar. Eine Untersuchung in Norditalien, leider ohne ältere Basiswerte, ließ aber Hinweise auf ein wesentlich schnellere Generosion zu (HAMMER ET AL. 1991).

Das Vorhandensein traditioneller Landsorten und auch großer Artenvielfalt in Landwirtschaft und Gartenbau wird, wie schon kurz erwähnt, für die tropischen und subtropischen Gebiete als deutlich höher eingeschätzt, vgl. beispielsweise unsere Untersuchungen in Kuba (HAMMER ET AL. 1992-1994), in denen mehr als 1.000 Arten in Kultur nachgewiesen werden konnten.

Untersuchungen im Mittelmeergebiet und in Ostasien, beide zu den traditionellen Genzentren Vavilovs gehörend, zeigen einen etwa halb so großen Artenumfang (vgl. Tabelle 9).

Es deutet sich hier also ein Süd-Nord-Gefälle an, mit relativ hohen Werten für tropische und subtropische Gebiete. Es liegen keine Schätzwerte vor, aber die relativ intakten "homegardens" Lateinamerikas (BUDOWSKI 1985), Südostasiens (SUEMARWORTO & SUEMARWORTO 1979, WIGANDA 1981), und Afrikas (CHWEYA 1994), erlauben entsprechende Aussagen.

Deutschland

Deutschland gehört zu den führenden Industrieländern und hat auch, dem oben beschriebenen Gefälle entsprechend, wenig alte Landsorten im praktischen Anbau. Manche NRO praktizieren einen *On-farm*-ähnlichen Anbau. In agrarhistorischen sowie Freiland-Museen (SUKOPP 1983) und unter anderen geeigneten Bedingungen werden ebenfalls Landsorten angebaut (HAMMER 1994). Aber es gibt insgesamt nur einen recht geringen Anteil an traditionellen Sorten bzw. Arten, und die Generosion für die Kulturpflanzen der Äcker und Gärten in den letzten 100 Jahren wird auf jeden Fall über 90% betragen.

Jedoch ist die Generosion von Fruchtart zu Fruchtart unterschiedlich, denn auch in deutschen Gärten wird mehr traditionelles Material angebaut als in der großflächigen Landwirtschaft. Eine spezifische Einschätzung ist daher angebracht, die auf der Basis von Fruchtartengruppen vorgenommen werden soll.

Getreide

Nur sehr vereinzelt kommen noch Landsorten vor, vor allem im ökologischen Landbau (SCHMIDT 1995), im Rahmen von Schauanlagen, in Biosphärenreservaten oder im Anbau für Sondernutzungen (z.B. Emmer und Spelz für spezielle Produkte).

Es ist nicht zu erwarten, daß sich der so praktizierte Anbau noch wesentlich erweitern läßt. Damit sind auch einer *On-farm*-Erhaltung enge Grenzen gesetzt. Abgesehen von ganz wenigen Ausnahmen, die als *Pseudocerealien* (z.B. Buchweizen, Polygonaceae) bezeichnet werden, gehören alle Arten zu den Gramineae.

Gräser und Futterpflanzen

Viele Pflanzen des Grünlandes rekrutieren sich aus den lokalen Genotypen, die sich in den heimischen Ökosystemen herausgebildet haben. Sie stellen den größten Anteil an genetischen Ressourcen in dieser Gruppe. Auf dem infraspezifischen Niveau führt die vorhandene Artenfülle zu einem fast unüberschaubaren ökogeographisch und morphologisch gegliederten Material (HAMMER & WILLNER 1996, vgl. auch OETMANN 1994).

Damit befindet sich der größte Teil des Materials gewissermaßen unter *On-farm*-Bedingungen.

148 Arten aus 18 Familien sind nachgewiesen worden. Dazu kommen noch 30 Arten aus 12 Familien als Adventivpflanzen (HAMMER & WILLNER 1996). Den größten Anteil stellen aber die Gramineae und Leguminosae.

Hülsenfrüchte

Ein Anbau von traditionellen Hülsenfruchtsorten findet sich nur noch sehr vereinzelt und ist vergleichbar mit dem der Getreide. Einige Sippen dürften sich noch im Gartenanbau (als Gemüse) befinden.

Der relativ geringe Anbau traditionellen Materials scheint kaum wesentlich erweiterungsfähig zu sein.

Die Hülsenfrüchte gehören alle zur Familie der Leguminosae. Nahe Verwandte sind in der heimischen Flora recht selten.

Gemüse

In Haus- und Kleingärten wird noch ein gewisser Anbau traditioneller Gemüsesorten betrieben. Es werden auch im Handel einige alte, nicht mehr geschützte und beim Bundessortenamt zugelassene Sorten angeboten (OETMANN ET AL. 1995).

An einem Anbau von Gemüse ist der informelle Sektor besonders interessiert, so daß hier noch gewisse Kapazitäten für eine *On-farm*-Erhaltung gegeben sind. Insgesamt befindet sich die Gemüsenutzung mit Schwerpunkten auf Diversität und Qualität in einer positiven Entwicklung, die wiederum den Anbau einer größeren Vielfalt unterstützt.

Vor allem durch die Aktivitäten von NRO ist eine gewisse Anbauerweiterung für traditionelles Material möglich.

Die Gemüse gehören ganz unterschiedlichen Pflanzenfamilien an. Besonders reich an Gemüsesippen sind die Cruciferae, Umbelliferae und Liliaceae, die auch über heimische verwandte Wildsippen verfügen.

Ölsaaten und Faserpflanzen

Für diese Gruppe treffen die gleichen Grundbedingungen wie für die Getreide zu. Dazu kommt das für Deutschland typisch enge Arten- und Sortenspektrum, das keine Tendenzen der Diversifizierung erkennen läßt.

Die im Zuge europäischer Fördermaßnahmen und spezieller Unterstützung der nachwachsenden Rohstoffe zu erwartende Tendenz zur Vielfalt hat sich nicht bestätigt. Auch der Anbau von traditionellem Material wird sich damit kaum erweitern lassen.

In diese Gruppe gehören zahlreiche Arten aus diversen Familien. Auch verwandte Wildarten aus der heimischen Flora kommen vor.

Arznei- und Gewürzpflanzen

Die Arten dieser Gruppe sind in der Regel noch wenig domestiziert. Die angebauten Sorten sind bei vielen Arten einfache Auslesen aus Wildmaterial. In den Gärten befindet sich noch ein größeres Spektrum im Anbau. Interessant ist diese Gruppe auch für jede Art von Demonstrationsanbauten, historische Anlagen und NRO-Aktivitäten. Dadurch kann eine gewisse Erweiterung der Möglichkeiten für die *On-farm*-Erhaltung konstatiert werden.

Zu dieser Gruppe gehören sehr viele Arten aus den unterschiedlichsten Familien, von denen die wichtigsten die Labiatae, Compositae und Umbelliferae sind. Sehr viel Material ist aus heimischen Verwandtschaftskreisen hervorgegangen.

Kartoffeln

Ebenso wie für andere Feldfrüchte gibt es hier nur noch sehr wenig altes Material im Anbau. Es herrscht aber großes Interesse seitens der Kleinanbauer und NRO.

Eine gewisse Erweiterung des Anbaus traditioneller Sorten wird wohl möglich sein. Dem Anbau und der Erhaltung sind aber strenge Grenzen aufgrund phytopathologischer Probleme gesetzt.

Die Kartoffeln gehören zu einer knollentragenden Sektion der großen Gattung *Solanum*. Von den heimischen Vertretern dieser Gattung kommen nur wenige Arten als genetische Ressource zur züchterischen Verbesserung der Kartoffel in Betracht.

Beta-Rüben

Die Landsorten der Rüben sind, abgesehen von einigen wenigen Gemüseformen, schon längst aus dem praktischen Anbau verschwunden.

Eine Erweiterung der Anbaufläche für traditionelles Material ist nicht zu erwarten.

Alle hier einbezogenen Rüben gehören zur Gattung *Beta*, aus der nur die Art *Beta vulgaris* mit einer Reihe von Formen in Kultur ist. Eine Population der wildwachsenden Ausgangssippe kommt in Deutschland nur auf Helgoland vor.

Obst

Alte Obstgehölze kommen noch verbreitet in Deutschland vor. Allerdings ist ihre weitere Erhaltung aufgrund ihres oft hohen Alters sehr gefährdet. Agrarhistorische Museen, NRO und andere beteiligen sich am Anbau alter Sorten, dazu kommen noch Programme zum Schutz und zur Erhaltung von Streuobstwiesen (BÜTTNER & FISCHER 1995).

Zahlreiche Initiativen beim Obstanbau lassen eine erhebliche Zunahme im Anbau von traditionellem Material erwarten. Der informelle Sektor wird hier zunehmend an Bedeutung gewinnen. Unsere Obstgehölze gehören ganz überwiegend zur Familie der Rosaceae. Wildwachsende Verwandte sind relativ häufig.

Zierpflanzen

Alte Zierpflanzen sind noch häufig in den Gärten zu finden, wo ein geeignetes und reich gegliedertes Rückzugsgebiet gegeben ist.

Die Zahl der Interessenten für Zierpflanzen ist groß, so daß die Erhaltungsbedingungen als relativ günstig eingeschätzt werden. Die Anzahl der entsprechenden Arten aus unterschiedlichen Familien ist sehr groß. Viele haben nahe Verwandte in der heimischen Flora.

Schlußfolgerungen

Nach ersten vorliegenden Schätzungen dürften die im Anbau auf Feldern und in Gärten befindlichen pflanzengenetischen Ressourcen etwa 25% der Vielfalt ausmachen, die noch in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zu verzeichnen war. Diese Schätzung umfaßt sowohl einen gewissen Artenschwund aber vor allem den genetischen Verlust innerhalb der reich gegliederten Kulturpflanzenarten. Bei der Ressourcenverfügbarkeit *on farm* ist ein deutliches Süd-Nord-Gefälle zu beobachten, wobei moderne Industriestaaten über relativ wenige pflanzengenetische Ressourcen *on farm* verfügen.

Das trifft auch für Deutschland zu, wo der Gesamtanbau traditioneller Sorten sehr gering ist. Die Generosion hat insgesamt Größenordnungen von weit über 90% erreicht. Der Anbau von traditionellem Material ist aber differenziert einzuschätzen. So ist die Situation für Gräser und Futterpflanzen günstiger. Auch Obstgehölze sind in den verschiedenen Anbauformen variabel vertreten.

Pflanzen des Ackerbaus insgesamt sind in ihrer Vielfalt stark eingeschränkt, während die Bedingungen des Gartenbaus durch zahlreiche Nischen günstige Rückzugsgebiete gewähren. Das ist eine allgemeine Erfahrung, die auch für Deutschland zutrifft. Zu den traditionellen Anbauern in Landwirtschaft und Gartenbau kommen immer mehr Vertreter des informellen Sektors, die einen Anbau traditioneller Sorten aus den unterschiedlichsten Motiven vornehmen, die über rein ökonomische Beweggründe hinausgehen.

Der Bestand an pflanzengenetischen Ressourcen *ex situ*

Sammlungen pflanzengenetischer Ressourcen sind schon gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts entstanden, als vorausschauende Pflanzenzüchter auf den möglichen Verlust von aussichtsreichem Zuchtmaterial aufmerksam machten, der durch die rasche Ausbreitung neuer, erfolgreicher Sorten die traditionellen Landsorten aus ihren angestammten Verbreitungsgebieten zu verdrängen drohte.

Zunächst bildeten sich Züchterkollektionen heraus, die schon bald an zentralen Einrichtungen zusammengeführt wurden. Das bekannteste Beispiel ist das jetzige russische Vavilov-Institut in St. Petersburg, dessen erste größere Sammlungen noch im vergangenen Jahrhundert zusammengetragen worden sind.

Erst viel später wurde die *Ex-situ*-Erhaltung in Genbanken zu einer weltweiten Bewegung. Zu dieser Zeit war die Generosion schon sehr weit fortgeschritten, so daß die noch im Anbau vorhandenen Landsorten oft in letzter Sekunde eingesammelt wurden, um sie unter Genbankbedingungen retten zu können.

Viel längere Erfahrung bei der Vermehrung und Erhaltung *ex situ* haben Botanische Gärten und Arboreten. Diese sind aber im wesentlichen auf Wildpflanzen spezialisiert und können sich um die große Menge der für den Betrachter oft morphologisch einheitlichen Landsorten nicht kümmern. Die mehr auf dem Artenniveau angelegten Sammlungen Botanischer Gärten erfordern auch ein anderes Herangehen als die Vermehrung und Erhaltung der infraspezifischen Variabilität der Kulturpflanzen in Genbanken, die besonders die Verhinderung von nicht beabsichtigten Fremdbefruchtungen einschließen.

Global

Mehr als sechs Millionen Akzessionen befinden sich in den *Ex-situ*-Sammlungen. Davon werden etwa 600.000 Muster innerhalb der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) erhalten, der Rest befindet sich unter der Obhut regionaler oder nationaler Genbanken (Tabelle 10). Zwölf Länder verfügen über mehr als 45% des Gesamtmaterials in ihren nationalen Genbanken (FAO 1996a).

Die Hauptmasse zu erhaltenden Materials gehört nur 30 Fruchtarten an (Tabelle 11). Das bedeutet, daß der Großteil der restlichen rund 7.000 Arten Kulturpflanzen und zahlreiche weitere als genetische Ressourcen wertvolle Arten nur selten oder gar nicht in den Genbanken vertreten sind.

Obwohl die CGIAR - Zentren günstig in den Mannigfaltigkeitszentren der Kulturpflanzen gelegen sind, befindet sich doch das meiste Material in den Genbanken der Industrieländer (vgl. z.B. Tabelle 12), denen der finanzielle Aufwand zum Bewahren großer Kollektionen möglich ist. Außerdem wird dort auch die Nutzung des Materials intensiv vorangetrieben. Es besteht also auch hier ein Gefälle, allerdings in Nord-Süd-Richtung. Indirekt kann diese Tatsache auch anhand der Tabelle 13 abgelesen werden, wo für die Industrieländer nur ein relativ

geringer Anteil an heimischen pflanzengenetischen Ressourcen aufgezeigt wird, während dieser Anteil bei den Entwicklungsländern in der Regel recht hoch ist.

Deutschland

Die Bestände an genetischen Ressourcen *ex situ* sind als reichhaltig einzuschätzen. Schon 1943 wurde das Institut für Kulturpflanzenforschung (jetzt: Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben) gegründet, an dem eine große Sammlung etabliert wurde. Sie umfaßt jetzt etwa 100.000 Muster (Tabelle 14), die zu fast 2.000 Arten aus mehr als 70 Familien gehören. Seit 1992 gehören zu dieser Sammlung Stationen in Groß Lüsewitz (Kartoffeln), Malchow/Poel (Futterpflanzen), Gülzow (Roggen und Triticale) sowie Dresden-Pillnitz (Obst).

Die Sammlung pflanzengenetischer Ressourcen der Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), lokalisiert in Braunschweig (ursprünglich zur FAL gehörend), wurde 1970 als zentrale Genbank der Bundesrepublik Deutschland etabliert. Sie umfaßt rund 57.000 Muster von 948 Arten aus 58 Familien (Tabelle 15).

Die Genbank am Institut für Rebenzüchtung der BAZ in Siebeldingen wurde 1947 vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung nach Siebeldingen verlagert. 1993 erfolgte die Integration in die 1992 gegründete BAZ. Sie enthält rund 2.500 Rebmuster aus 32 Arten.

Insgesamt erhalten die Genbanken in Deutschland etwa 2,5% des Genbank-Weltbestandes, wobei die Kapazitäten weitestgehend ausgeschöpft sind (die USA halten etwa 4,5%, die Kapazitäten sind aber auf 16% ausgelegt).

Der Aufbau regionaler Forstgenbanken erfolgte überwiegend nach der Gründung der Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Erhaltung forstlicher Genressourcen" 1985. Sie befinden sich in Arnsberg, Escherode, Graupa, Hannoversch-Münden, Teisendorf, Trippstadt und Waldsieversdorf. Insgesamt werden rund 68.000 Muster aus etwa 50 Baum- und Straucharten erhalten.

Es gibt in Deutschland etwa 70 Botanische Gärten und Arboreten. Sie sind reich an oft exotischen Pflanzenarten und haben sich z.T. auf bestimmte Pflanzengruppen festgelegt. Beispielsweise beherbergt das Europa-Rosarium Sangerhausen eine Rosensammlung von etwa 450 Wildarten und 6.500 alten sowie neuen Sorten.

Die Genbanksammlungen verfügen zu knapp 20% über einheimisches Material, während das übrige Material aus anderen Kollektionen, von Sammelreisen und weiteren Quellen stammt. Die große Menge nicht-einheimischen Materials, das bei uns aber in der Regel an die nördlichen gemäßigten Breiten angepaßt ist, ist charakteristisch für die Sammlungen vieler Industrieländer (vgl. Tabelle 13). Die prozentualen Anteile in den beiden großen deutschen Sammlungen nach Fruchtarten und nach Kultivierungsstufen sind in den Tabellen 16 und 17 wiedergegeben.

Getreide

Aufgrund ihrer Bedeutung u.a. für die menschliche Ernährung sind die Getreide in den Sammlungen recht zahlreich vertreten. Gatersleben verfügt über etwa 39.000 Muster, Braunschweig über rund 30.000 Muster.

Die Getreide sind eine dankbare Gruppe für die *Ex-situ*-Erhaltung. Sie sind meist Selbstbefruchter (abgesehen von Roggen und Mais) und ihre Karyopsen sind für die Langzeitlagerung sehr gut geeignet (außer Roggen und Hafer). Daher sind sie auch weltweit in den Kollektionen überdurchschnittlich repräsentiert.

Bei den wichtigsten Getreidearten dürfte etwa 90% der noch existierenden Variationsbreite in den Sammlungen vorhanden sein. Die verwandten Wildarten spielen für die Getreidezüchtung eine zunehmende Rolle und müssen aus Verfügbarkeits-, teilweise aber auch aus Schutzgründen in die Sammlungen integriert werden.

Gräser und Futterpflanzen

Bei den Gräsern und Futterpflanzen existieren nur relativ bescheidene Sammlungen *ex situ*. Für Gatersleben können etwa 13.000 Muster angesetzt werden, die Sammlung Braunschweig umfaßt ca. 4.000 Muster. Eine genaue Analyse der von Gatersleben betreuten Sammlungen haben HAMMER & WILLNER (1996) publiziert.

Gräser und Futterpflanzen sind oft Fremdbefruchter. Ihr Saatgut ist für die Langzeitlagerung weniger gut geeignet. Für die meist ausdauernden Arten sind zuweilen Feldgenbanken die Methode der Wahl, die einen relativ großen Platzbedarf verursachen. Daher ist diese Gruppe in den Genbanken oft nur in geringem Umfang vertreten.

Schätzungsweise ist hier deutlich weniger als 10% der Gesamtvariabilität in die Sammlungen aufgenommen worden. Die Domestikation ist bei den Gräsern nur wenig vorangeschritten, so daß die Unterschiede zwischen Wild- und Kulturmaterial oft nur gering sind.

Hülsenfrüchte

Ebenso wie die Getreide sind auch die Hülsenfrüchte in den Sammlungen in großer Vielfalt vertreten. Etwa 17.000 Muster befinden sich in der Genbank Gatersleben, Braunschweig verfügt über ca. 9.000 Muster.

Hülsenfrüchte sind zu einem großen Teil Selbstbefruchter, die für eine *Ex-situ*-Erhaltung keine besonderen Probleme bereiten. Das Saatgut eignet sich ausgezeichnet für die Langzeitlagerung, von wenigen Ausnahmen, wie etwa der Sojabohne, abgesehen. Die verwandten Wildarten kommen nur sehr vereinzelt in Deutschland vor.

Etwa 80% der gesamten Variationsbreite dürfte in den Genbanken erfaßt sein. Das Kulturmaterial ist hochdomestiziert. Wildformen spielen eine wachsende Rolle für die züchterische Verbesserung vieler Arten dieser Gruppe.

Gemüse

Es gibt eine hohe Nachfrage an pflanzengenetischen Ressourcen aus den sehr vielfältigen Verwandtschaftskreisen der Gemüse. Mit etwa 10.000 Mustern verfügt die Genbank Gatersleben über eine der größten Gemüsesammlungen weltweit. Die Sammlung Braunschweig umfaßt rund 4.000 Muster. Die aufwendigen bestäubungsökologischen Voraussetzungen für die Reproduktion von Gemüsekollektionen sind von GLADIS (1989) zusammenfassend bearbeitet worden.

Die Gemüse gehören zu den schwierigsten Gruppen für eine Erhaltung unter *Ex-situ*-Bedingungen. Sie sind in der Regel Fremdbefruchter, mehrjährig, und ihre Samen haben bei einigen Arten eine sehr geringe Keimfähigkeitsdauer (z.B. Salat, Zwiebel).

Aufgrund der technischen und biologischen Schwierigkeiten sind nur relativ wenige Gemüse in den Sammlungen insgesamt vorhanden. Neben hochdomestizierten Arten kommen auch solche vor, die kaum über Kulturmerkmale verfügen. Für die hochdomestizierten Arten besteht ein hoher Bedarf an Wildmaterial für deren züchterische Verbesserung.

Ölsaaten und Faserpflanzen

Obwohl diese Gruppe meist zu den typischen Feldkulturen gerechnet werden muß und entsprechend die Folgen der Generosion dramatisch spürbar sind, ist sie in den meisten Sammlungen nicht adäquat vertreten. Etwa 7.000 Muster werden in Gatersleben und rund 4.000 Muster in Braunschweig erhalten. In dieser Gruppe spielt der Raps eine besondere Rolle, der aufgrund seiner Bedeutung für Europa den größten Teil der Sammlungen ausmacht.

Die hierher gehörenden Sippen sind meist einjährig, und ihr Saatgut eignet sich gut für die Langzeitlagerung. Durch die Fremdbefruchtung sind aufwendige Isoliermaßnahmen notwendig. Möglicherweise ist das ein Grund für ihre Vernachlässigung in vielen Sammlungen. Ein weiterer Grund liegt in einer für die Geschwindigkeit der Generosion nicht adäquaten Aufsammlung der Landsorten.

Etwa 50% der Variabilität wird in den Sammlungen insgesamt vorhanden sein. Die meist hochdomestizierten Arten verfügen über ein gewisses Reservoir an wildwachsenden Sippen, die aber in der Regel noch nicht intensiver studiert worden sind.

Arznei- und Gewürzpflanzen

Die Gaterslebener Sammlung ist in bezug auf diese Gruppe genau analysiert worden und enthielt 1993 2.690 Arten aus 269 Gattungen. HONDELMANN (1990) betonte die Bedeutung der Braunschweiger Sammlung. Ein Vergleich beider Sammlungen (HAMMER 1995) führte zu dem überraschenden Ergebnis, daß die Genbanken über ein recht unterschiedliches Material verfügen, obwohl sie im gleichen kulturell-ökologisch-geographischen Gebiet angelagert sind. Aufgrund der unterschiedlichen Sammlungsstrategie sollten die Duplikate zwischen

beiden Sammlungen 20% nicht übersteigen. Insgesamt sind die Sammlungen aber eher bescheiden, wenn man die insgesamt vorhandene Materialfülle zugrundelegt.

Die Gruppe ist sehr heterogen, enthält viele Fremdbefruchter und ist in Genbanken schwierig zu erhalten. International enthalten die Genbanken deshalb relativ wenig Material, wenn man die ungeheure Materialfülle berücksichtigt - allein in Korea wurden über 500 kultivierte Arten nachgewiesen (HAMMER ET AL. 1997).

Es dürften sich deutlich weniger als 10% der Gesamtvariabilität in den Sammlungen befinden. Nur wenige Arten sind hochdomestiziert, die genetische Nähe zu den Wildpflanzen ist daher sehr eng. Die Erfassung von Landsorten ist aber insgesamt vernachlässigt worden. Das Studium der wildwachsenden Sippen befindet sich noch in der Anfangsphase der Entwicklung.

Kartoffeln

Kartoffeln und ihre nahe verwandten Wildarten sind in den Sammlungen zahlreich vertreten. In der Sammlung Gatersleben (Station Groß Lüsewitz) gibt es rund 5.000, in Braunschweig ca. 3.500 Akzessionen. Die Sammlung Braunschweig ist mehr auf Wildarten ausgerichtet; im Zuge der deutsch-niederländischen Zusammenarbeit wird diese Sammlung in die Niederlande überführt.

Kulturkartoffeln werden meist vegetativ vermehrt und müssen entsprechend oft angebaut werden - neuerdings werden sie verstärkt *in vitro* erhalten. Der Aufwand ist in beiden Fällen sehr hoch. Wildkartoffeln lassen sich über Samen vermehren. International gibt es intensive Programme zur Aufsammlung von Kultur- und Wildsippen.

Die Gesamtvariabilität der Kartoffel wird zu etwa 70% in den Sammlungen enthalten sein. Für einen sehr engen Verwandtschaftskreis ist ein erstaunlich umfangreiches Material zusammengetragen worden. Aufgrund der wachsenden Bedeutung der Kartoffel für die Welternährung wird aber ein vertretbarer Aufwand betrieben.

Beta-Rüben

In Gatersleben befinden sich etwa 300 Muster in der Kollektion, in Braunschweig, wo es besondere Erfahrungen mit dieser Fruchtart gibt (vgl. FRESE 1995), sind rund 2.000 Sippen vorhanden.

Beta-Rüben sind überwiegend zweijährig und Fremdbefruchter. Die Langzeitlagerfähigkeit ihrer Samen ist gut. Aufgrund der erstgenannten beiden Charakteristika ist ihre Erhaltung *ex situ* nicht einfach.

Bei der Zuckerrübe dürften nur noch äußerst selten Landsorten im Anbau sein. Ähnliches gilt auch für die Futterrübe. Dagegen gibt es für die Gemüseformen in den Gärten geeignete Rückzugsgebiete, so daß hier mit *In-situ*-Material gerechnet werden kann. Etwa 80% dieser Muster dürften sich in den *Ex-situ*-Sammlungen befinden. Wildformen werden vor allem zur züchterischen Verbesserung der Zuckerrübe benötigt.

Obst und Reben

Mehr als 2.500 Obstmuster befinden sich in der Spezielsammlung Dresden-Pillnitz der Genbank Gatersleben. Die umfangreiche Rebensammlung in Siebeldingen wurde bereits erwähnt (vgl. auch DETTWEILER 1995).

Obst und Reben müssen in der Regel als Feldgenbanken erhalten werden. Damit ist ein hoher Aufwand verbunden, der an die Genbanken große Anforderungen stellt.

Insgesamt dürften sich weniger als 50% der vorhandenen Mannigfaltigkeit in *Ex-situ*-Sammlungen befinden. Die Obstgehölze sind meist hochdomestiziert. Wildmaterial hat vor allem für die Resistenz- und Unterlagenzüchtung Bedeutung.

Zierpflanzen

Eine kleine Kollektion von Zierpflanzen, die etwa 1.000 Muster umfaßt, befindet sich in der Genbank Gatersleben. Bedeutende *Ex-situ*-Sammlungen sind bei Botanischen Gärten oder Arboreten etabliert. Auch im privaten Sektor befinden sich beachtliche Sammlungen.

Zierpflanzen sind in ihren Ansprüchen sehr heterogen. Bei ausdauernden Arten überwiegen die Feldgenbanken.

Nur ein geringer Teil des variablen Materials befindet sich in der *Ex-situ*-Erhaltung. Neben hochdomestizierten alten, gibt es eine große Menge neuer und potentiell wertvoller Arten.

Forstpflanzen

Forstpflanzen stellen insofern eine Besonderheit dar, als sich bei ihnen Produktion und Erhaltung in günstiger Weise auch in unserer modernen Wirtschaftsweise verbinden, so daß die Erhaltung genetischer Ressourcen und die forstliche Produktion eine Einheit bilden können. Die Sonderstellung wird verschiedentlich herausgestellt (vgl. KLEINSCHMIT 1995). Eine besondere Berücksichtigung kann damit die Forstwirtschaft in dieser Studie nicht finden. Hier sei nur auf einige wichtige Arbeiten verwiesen (MUHS 1994, KLEINSCHMIT 1994, KOHLSTOCK 1993).

Über die *Ex-situ*-Kollektionen der Forstwirtschaft wurde schon kurz berichtet.

Schlußfolgerungen

Bei den wichtigsten Fruchtarten befindet sich im Durchschnitt etwa 60% der in den nächsten verwandten Wildarten und den kultivierten Formen vorhandenen Variabilität in *Ex-situ*-Sammlungen. Dabei ist die Hauptmasse des Materials in Genbanken vorhanden. Diese Einschätzung ist aber differenziert zu werten. Während sich für einige Fruchtarten wie Ährengetreide und Zuckerrüben schon die übergroße Mehrheit des Materials in der *Ex-situ*-

Erhaltung befindet, ist dieser Anteil für die Gräser und Futterpflanzen sowie die Arznei- und Gewürzpflanzen als viel geringer einzuschätzen. Dabei spielen sowohl die Eignung der Fruchtarten als auch die Verbreitung und Bedeutung der entsprechenden Gruppen von Kulturpflanzen eine Rolle.

Bei der *Ex-situ*-Erhaltung gibt es ein typisches Nord-Süd-Gefälle mit umfangreichen Sammlungen in den Industrie- und relativ kleinen Kapazitäten in den Entwicklungsländern.

Pflanzen des Ackerbaus sind insgesamt in den Genbanken besser vertreten als solche des Gartenbaus. Eigenartigerweise ergibt sich hier auch eine Korrelation zur Vermehrungssituation, die bei den meist einjährigen Ackerpflanzen, die darüber hinaus oft zur Selbstbefruchtung neigen, als einfacher einzuschätzen ist.

Die Kollektionen von Wildpflanzen in Genbanken sind relativ bescheiden. Bei hochdomestizierten Arten gibt es oft einen großen Bedarf an Wildmaterial mit Eigenschaften, die eine weitere züchterische Verbesserung der Kultursippen ermöglichen. Bei ihrer Aufnahme in Genbanken geht es in erster Linie um die Verfügbarkeit des Materials. Gelegentlich treten auch Schutzaspekte dazu. So wird zum Beispiel *Aegilops*-Material (nahe Verwandte des Weizens) erhalten, und zwar von Arten, die im "Roten Buch der UdSSR" verzeichnet sind (HAMMER 1980). Die Erfahrungen der Botanischen Gärten müssen hier unbedingt berücksichtigt werden.

Zierpflanzen werden oft in Botanischen Gärten und Arboreten *ex situ* erhalten. Auch die Aktivitäten von NRO spielen eine immer größere Rolle.

Die *Ex-situ*-Sammlungen in Deutschland haben mehr als 90% der vorhandenen Variationsbreite heimischer Kulturpflanzen aufgenommen. Dazu kommt ein Großteil von Material, das aus anderen geographischen Zonen stammt, dort aber in den meisten Fällen nicht mehr verfügbar ist. Repatriierungsprogramme konnten hier schon verschiedentlich einen Ausgleich schaffen (u.a. mit Albanien und Georgien, vgl. BERIDZE 1996). Trotzdem muß das Material als internationale Aufgabe und zur Gewährung der notwendigen Sicherheit weiter erhalten werden.

Zu Erhaltungsmöglichkeiten pflanzengenetischer Ressourcen

Zur Erhaltung der Kulturpflanzen innerhalb der genetischen Ressourcen hatte sich ein Paradigma herausgebildet (HAMMER 1993), das von einer effektiven Erhaltungsmöglichkeit allein in Genbanken und ähnlichen Einrichtungen ausging, weil eine ständig intensivere landwirtschaftliche Produktion nur durch den Einsatz moderner Sorten denkbar ist.

Erst viel später kamen für die verwandten Wildarten Überlegungen zur *In-situ*-Erhaltung hinzu.

On-farm-Erhaltung ist das jüngste Konzept und bedarf noch des größten konzeptionellen Inputs.

Zweifellos gibt es keine Einzellösung, die allen Anforderungen gerecht werden kann. Integrierte Modelle wären daher zu entwickeln, die ein differenziertes und behutsames Vorgehen ermöglichen.

Das schon mehrfach zitierte rasche Voranschreiten der Generosion läßt aber kaum die notwendige Zeit für ein gründliches Vorgehen, so daß die Improvisation in vielen Fällen zu den Tugenden gehören muß.

Ex-situ-Erhaltung

Die *Ex-situ*-Erhaltung von Kulturpflanzen in größerem Umfang beruht auf der Langlebigkeit ihrer Samen. Die meisten Arten gehören zum orthodoxen Samentyp mit logarithmischer Zunahme der Lebensdauer bei Reduzierung der Samenfeuchte und der Lagerungstemperatur (HAMMER & HONDELMANN 1997). Die Keimfähigkeitsdauer läßt sich unter Berücksichtigung aller Einflußgrößen relativ genau vorherbestimmen (ELLIS & ROBERTS 1980). Die Lebensdauer ist genotypisch determiniert. Die Keimfähigkeitsdauer des Saatgutes einiger Fruchtarten ist aus Tabelle 18 ersichtlich. Dabei ist zu beachten, daß die Keimfähigkeit nicht unter 85% sinken sollte (Ausgangskeimfähigkeit auf 100% gesetzt), damit während der Lagerung keine Genommutationen in dem Saatgut auftreten. Die wichtigsten Kulturpflanzen der nördlichen gemäßigten Breiten gehören alle diesem orthodoxen Samentyp an.

Schwieriger ist die Lagerung der Vertreter des rekalkitranten Samentyps. Hier können die Samen nicht ohne Schädigungen getrocknet werden. Sie besitzen unter normalen Außenbedingungen nur eine kurze Lebensdauer. Dazu gehören besonders Gehölze. Der rekalkitrante Samentyp ist bei tropischen Pflanzen nicht selten.

Eine besondere Methode stellt die Kryokonservierung dar, bei der viele Arten sehr lange gelagert werden können. Besondere Vorteile für dieses Verfahren liegen aber in der Lagerung von vegetativem Material aus der *In-vitro*-Kultur.

Feldgenbanken, bei denen die Bestände ausgepflanzt sind, sind für langlebige, meist nur vegetativ vermehrbare Arten angebracht, u.a. für Obstbäume.

Eine *In-vitro*-Lagerung erfolgt für vegetativ vermehrbare Arten sowie für einige Spezies des rekazitrannten Samentyps und andere schwer vermehrbare Muster. Diese Methode ist mit einem hohen Aufwand verbunden und kann daher nur für relativ wenige Sippen zum Einsatz kommen.

Abgesehen von den schwierigen letztgenannten Methoden, ist die Erhaltung über Samen relativ leicht. Sie verleitet daher häufig zu vereinfachenden Schlußfolgerungen hinsichtlich der Führung einer Genbank (tatsächlich werden die Samenkühllagerhäuser gemeinhin oft als Genbanken bezeichnet). Sind die technischen Voraussetzungen für eine Kühllagerung erfüllt, besteht das Hauptproblem der Genbankarbeit in der Reproduktion des Materials. Dabei sind einjährige Selbstbefruchter noch einfacher zu handhaben, während für Fremdbefruchter eine Reihe von zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen notwendig sind, denn es müssen oft viele verschiedene Muster einer Art reproduziert werden.

Für Wildpflanzen ohne Domestikationsmerkmale wird die Reproduktion durch ausfallendes Saatgut, ungleichmäßige Abreife und weitere Wildpflanzenmerkmale noch komplizierter. Hier haben die Genbanken in den letzten zwanzig Jahren Neuland beschreiten müssen (vgl. HAMMER 1980), weil ein großer Bedarf an Wildpflanzen für die unterschiedlichsten Aufgaben von Züchtungsforschung und Züchtung entstanden ist. Botanische Gärten verfügen dabei über eine größere Erfahrung (RAVEN 1987).

Die Methoden der *Ex-situ*-Konservierung werden zusammenfassend in Tabelle 19 charakterisiert.

***In-situ*-Erhaltung**

Die Erhaltung am natürlichen Standort kommt im wesentlichen für die Wildpflanzen in Betracht. Verglichen mit der relativ geringen Anzahl der Arten von Kulturpflanzen (vgl. Tabelle 8), sind die pflanzengenetischen Ressourcen unter den Wildpflanzen recht zahlreich vertreten. Allgemeine Schutzmaßnahmen haben deshalb auch für eine Vielzahl pflanzengenetischer Ressourcen Bedeutung. Die Kategorien der Landnutzung in Deutschland sind in Tabelle 20 dargestellt. Probleme für die *In-situ*-Erhaltung werden durch ANON (1996) diskutiert.

Es gibt spezifische Waldschutzgebiete, sowohl nach dem Naturschutzrecht als auch nach dem Forstrecht. Außerdem gibt es Schutzgebiete, in denen der Wald von gewisser Bedeutung ist. In Deutschland unterliegt etwa die Hälfte der Gesamtwaldfläche mindestens einer der genannten Schutzkategorien (OETMANN ET AL. 1995). Damit bestehen günstige Voraussetzung für forstgenetische Ressourcen, aber auch für andere den Wald bildende oder in ihm vorkommende Vertreter, wie Obst, Arznei- und Gewürz- oder Futterpflanzen.

Weitere Erhaltungsmöglichkeiten sind in Großschutzgebieten vorhanden (vgl. Tabelle 21). Dazu gehören Nationalparke, Biosphärenreservate und Naturparke, die in Zonen unterschiedlicher Schutzintensität unterteilt sein können, sowie Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung nach der Ramsar-Konvention.

Natur- und Landschaftsschutzgebiete (Tabelle 21) fügen sich in das nationale Schutzprogramm ein.

Gegenwärtig ist eine Zunahme an Schutzgebieten zu beobachten. Eine Vernetzung von Schutzzonen wird im Rahmen integrierter Schutzkonzepte durchgeführt, um den Biotopschutz deutlich zu fördern, der die Voraussetzung für einen effektiven Artenschutz ist (vgl. HAMMER & SCHLOSSER 1995).

In Deutschland gibt es für die vielfältigen Schutzmaßnahmen günstige Voraussetzungen durch gesetzliche Vorschriften. Naturschutzbehörden, Universitäten, Naturschutzverbände. Zahlreiche ehrenamtliche Helfer überwachen und betreuen die Schutzgebiete.

Eine Bestandsaufnahme im Hinblick auf die pflanzengenetischen Ressourcen ist außerordentlich notwendig. Für das Gebiet der ehemaligen DDR liegen solche Erfassungen vor (vgl. SCHLOSSER 1982, SCHLOSSER ET. AL. 1991). Sonst fehlen sie noch weitgehend. Für Sachsen-Anhalt ist unlängst ein entsprechendes Konzept erarbeitet worden (ANON 1995 b).

On-farm-Erhaltung

Als Sonderform der *In-situ*-Erhaltung ist dieses Verfahren auf die landwirtschaftlichen und gärtnerischen Produktionsflächen bezogen. Eine Erhaltung muß also bei laufender Produktion erfolgen, wobei die in der Regel ertragsüberlegenen neuen Sorten als ständige mögliche Konkurrenz der Landsorten anzusehen sind. Ein finanzieller oder auf einer anderen Basis wirkender Ausgleich muß also in das System eingebaut werden, um eine dauerhafte Erhaltung zu gewährleisten.

Diese Voraussetzungen lassen sich eher in den Entwicklungsländern erfüllen. Subsistenzlandwirtschaft läßt einen Mischanbau vielfältiger Kulturpflanzenarten und -formen zu und kann als lebendes Erhaltungsreservoir gewertet werden (vgl. ESQUIVEL & HAMMER 1988). Eine evolutionäre Weiterentwicklung der Kulturpflanzen kann gewährleistet werden (vgl. z.B. CEPPI 1994). In einigen Fällen werden sogar die Bauern und Gärtner selbst zur züchterischen Verbesserung ihrer Kulturpflanzen angeregt (z.B. EYZAGUIRRE & IWANAGA 1996, VAN DER HEIDE ET AL. 1996). Dieses Verfahren entspricht der jahrtausendealten Tradition auf diesem Sektor, die die ungeheure Vielfalt der Landsorten hervorgebracht hat (BAUMANN 1991).

In Deutschland gibt es bescheidenere Nischen in kleinflächigem Gartenland und auf weniger intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen. Als Sonderform können beispielsweise Streuobstwiesen und Ackerrandstreifenprogramme genannt werden.

Kombinationsmöglichkeiten

International zeigen sich die ersten Ansätze in einem großen Rahmen (MC NEELY 1992). Für eine integrierte Arbeitsweise von Genbanken (*ex situ*) und Naturschutz (*in situ*) gibt es ebenfalls Überlegungen (HAMMER 1993a). Der anfangs in dieser Richtung recht konservative "International Board for Plant Genetic Resources" in Rom mußte 1984 mit einem entsprechenden

Grundsatzpapier reagieren (IBPGR 1984). Die großen Genbanken in Deutschland stellten sich in unterschiedlicher Weise den neuen Anforderungen.

Die Sammlung in Braunschweig arbeitete schon frühzeitig mit der "Stiftung zum Schutze gefährdeter Pflanzen" zusammen, mit dem Ziel, gefährdete Wildpflanzen in die Langzeitlagerung der Samen zu übernehmen (DAMBROTH & GRAHL 1981, vgl. auch DAMBROTH ET AL 1990). Eine anschließende Wiederausbringung in Schutzgebiete war ausdrücklich vorgesehen (vgl. SPIESS 1990).

In Gatersleben wurde größerer Handlungsbedarf vor allem für einige Unkräuter vom konvergenten Entwicklungstyp gesehen (HAMMER 1985). Außerdem begann eine intensive Zusammenarbeit hinsichtlich der Erfassung und Untersuchung von genetischen Ressourcen in geschützten Gebieten (SCHLOSSER ET AL 1991).

Auch im internationalen Rahmen hat die Genbank Gatersleben ein übergreifendes Konzept entwickelt und wiederholt auf die Notwendigkeit einer *In-situ*-Erhaltung hingewiesen, besonders in solchen Fällen, in denen die rasche Evolution durch Introgressionen ihren deutlichen Ausdruck findet (vgl. HAMMER & PERRINO 1995), beispielsweise beim Auftreten von Wildroggen in der Nähe von *Secale cereale*-Feldern in Süditalien (HAMMER ET AL 1985). Dabei gibt es aber Bedenken seitens des Naturschutzes zur genetischen Integrität der Wildsippe, denn die Merkmalsübertragung geschieht in beiden Richtungen. Die Kulturpflanzenforschung hingegen verfolgt das Phänomen der Introgression mit großem Interesse, wenn auch die Saatgutproduktion solchen Fällen nicht sehr positiv gegenübersteht (u.a. bei Mohrrüben und Zuckerrüben).

Einen Höhepunkt der integrierten Ansätze stellt der Vorschlag zur Unterschutzstellung der kleinen süditalienischen Insel Linosa dar, die eine charakteristische natürliche Flora hat und auf der gleichzeitig noch eine autochthone Landwirtschaft betrieben wird (HAMMER ET AL 1997). Hier ließen sich verschiedene Varianten für ein integriertes Herangehen untersuchen.

Insgesamt scheint das Modell "Biosphärenreservat" (vgl. GOERKE & ERDMANN 1994, EUROMAB 1993) sich ausgezeichnet für eine Kombination von *In-situ*-, *Ex-situ*- und *On-farm*-Maßnahmen zu eignen. Ein Pilotprojekt wird an der Landesanstalt für Großschutzgebiete Brandenburg etabliert. In den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin, Elbtalau und Spreewald werden dazu alte Landsorten verschiedener Fruchtarten vermehrt und erhalten. Dieses Material stammt zum größten Teil aus der Genbank Gatersleben. Die Methode vermittelt die sonst schmerzlich vermißte evolutionäre Weiterentwicklung der Sorten unter landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen.

Einen weiteren integrierten Ansatz stellen die Streuobstwiesen dar. Intensitätsstufen sind dabei vorgeschlagen worden, die die Kombination der verschiedenen Erhaltungsstrategien aufzeigen (BÜTTNER & FISCHER 1995):

Stufe 1: Streuobstwiese wird der natürlichen Sukzession überlassen und erfüllt die Funktion eines natürlichen Biotops (Naturschutz, genetische Ressourcen von Obst und anderen Pflanzen)

- Stufe 2: Streuobstwiese erfährt eine extensive Bewirtschaftung, Fruchtproduktion ist untergeordnet (Landschaftspflege, genetische Ressourcen von Obst und anderen Pflanzen)
- Stufe 3: Fruchtproduktion (vorrangig für Industrieobst) steht im Vordergrund, alle Maßnahmen sind dieser Zielrichtung unterzuordnen. Es erfolgt ein gezielter Pflanzenschutz (Obstproduktion, evtl. genetische Ressourcen von Obst)
- Stufe 4: Rodung und Neupflanzung nach vorher festzulegender Wirtschaftsweise, entweder zur Landschaftsgestaltung oder zur Mostproduktion bzw. Feldgenbank (Stufe 2 oder 3)

Eine besondere Rolle können auch Feldflorareservate für eine Kombination von Segetalartenschutz und Erhaltung genetischer Ressourcen spielen (SCHUMACHER 1982, OLDFIELD & ALCORN 1991, ILLIG & KLÄGE 1996). Die entsprechenden Landsorten und Unkräuter gehen auf *Ex-situ*-Bestände zurück.

Teilaspekte und Ansätze für *Ex-situ*-, *In-situ*- und *On-farm*-Ansätze sind in Deutschland durchaus erkennbar. Es gibt aber noch keine angemessene organisatorische Basis. BOMMER & BEESE (1990) gehen in ihrem Konzept von der Bildung eines "Fachausschusses Pflanzengenetische Ressourcen Artenschutz" aus, der folgende Aufgaben haben soll:

- Prioritäten für den Artenschutz zu setzen,
- Nutzungskonzepte für den Natur- und Artenschutz bei landwirtschaftlichen Extensivierungsprogrammen zu entwickeln,
- den interdisziplinären Gedankenaustausch mit ökologisch, genetisch und taxonomisch orientierten Arbeitsgruppen zu fördern,
- die Zusammenarbeit mit dem Fachausschuß Forstliche Genressourcen zu entwickeln,
- Standards für Datenspeicherung und Datenaustausch aufzustellen,
- Botanische Gärten in die *Ex-situ*-Erhaltung einzubeziehen und
- die Beteiligung der Bundesrepublik Deutschland an internationalen Natur- und Artenschutzprogrammen sicherzustellen.

Dieses Konzept würde einen brauchbaren Nukleus für künftige Arbeiten abgeben, ist aber noch erweiterungsbedürftig.

Schlußfolgerungen

Die Vielzahl der Möglichkeiten der *Ex-situ*-Erhaltung läßt eine intensive Arbeit auf diesem Gebiet erkennen. Die relativ sichere Installation dieses Systems in der Anfangsphase, die zunächst in der Hauptsache eine brauchbare Samenlangzeitlagerung zur Voraussetzung hat, führt zu einem unangebrachten Optimismus hinsichtlich der Folgearbeiten, die das eigentliche Hauptlimit dieses Verfahrens darstellen. Die Methode ist besonders für reich gegliederte Kulturpflanzen notwendig.

Die *In-situ*-Erhaltung ist in Schutzgebieten gut etabliert. Eine Vernetzung dieser Gebiete führt zu einer stärkeren Berücksichtigung der ökologischen Komponente. Fast alle Wildarten, einschließlich der zugehörigen pflanzengenetischen Ressourcen, sind auf diese Weise am besten zu schützen.

On-farm-Erhaltung ist ein relativ neues Konzept. Langzeiterfahrungen damit sind nicht vorhanden. Besonders für kultivierte Fremdbefruchter und die große Masse der sogenannten vernachlässigten Kulturpflanzen ist dieses Verfahren aussichtsreich.

Kombinierte Verfahren können die verschiedenen Erhaltungsmaßnahmen in geeigneter Weise verbinden. Entwicklungen seitens der Genbank führten zum Konzept der integrierten Genbank (HAMMER 1996). Es gibt aber in Deutschland noch kein abgestimmtes Verfahren zur Erhaltung der genetischen Ressourcen unter Einbeziehung von *Ex-situ*- und *In-situ*-Verfahren.

Kritische Bewertung der Erhaltungsmaßnahmen

Vergleich der Maßnahmen

Die Erhaltungsmaßnahmen sind in den letzten Jahren oft kritisch gewertet worden. Dabei gab es Verständigungsschwierigkeiten zwischen den Vertretern der *In-situ*- und der *Ex-situ*-Erhaltung. War anfangs bei der *Ex-situ*-Erhaltung davon ausgegangen worden, daß es kaum möglich sei, Kulturpflanzen und die meisten ihrer verwandten Wildarten *in situ* zu erhalten, sind heute die *In-situ*-Verfahren weitgehend anerkannt.

Von vielen Vertretern der *In-situ*-Strategie werden heute noch die *Ex-situ*-Maßnahmen bestenfalls als Übergangslösung verstanden, die zu einer erneuten *In-situ*-Erhaltung führen sollten.

Die unterschiedlichen Haltungen finden auch in den internationalen Dokumenten und Abkommen ihren Ausdruck.

WEBER (1996) hat die Vor- und Nachteile einer Erhaltung *in situ* im Vergleich zu *ex situ* zusammengestellt (Tabelle 22). Diese spezielle Sicht aus der Nutzerperspektive bezieht sich wohl mehr auf die *On-farm*-Erhaltung als Sonderform einer *In-situ*-Strategie.

Wichtig ist, daß auch eine Kritik an der *Ex-situ*-Erhaltung eingeschlossen ist, die sich auf die beschränkten Evolutionsmöglichkeiten bezieht. In Genbanken sollte die Haltung des Materials so angelegt sein, daß die natürliche Evolution ausgeschlossen ist. Das hängt einestils mit der Langzeitlagerung von Saatgut zusammen, bei der die Stoffwechselfvorgänge erheblich reduziert sind und damit eine Evolution nur sehr eingeschränkt wirksam werden kann. Andererseits müssen die Genbanken ihr Material oft entfernt vom Standort der Originalherkunft reproduzieren, wobei es leicht zu Änderungen in der Populationszusammensetzung kommen könnte.

Ein zusätzlicher Kritikpunkt bezieht sich auf die oft unzureichende Ausstattung der Genbanken und eine Überbewertung der Saatgutlangzeitlagerung bei gleichzeitiger Unterschätzung der Reproduktionsanforderungen durch das Material.

Ex-situ- wie *In-situ*-Erhaltung sind auch von politischen und wirtschaftlichen Einflüssen sehr abhängig. In besonderem Maße scheint das aber für die Genbanken zuzutreffen, wie erst unlängst in den osteuropäischen Ländern zu beobachten, als viele dieser Einrichtungen durch Personal- und Geldmangel erheblich reduziert werden mußten. Nur die internationale Unterstützung hat hier den katastrophalen Zusammenbruch verhindern können (vgl. FRISON & HAMMER 1992).

Die *Ex-situ*-Sammlungen sind nicht in der Lage - und werden es auch nie sein - als das universelle Mittel zur Verhinderung der Auswirkungen der Generosion zu dienen. Die Sammlungen werden immer beschränkt sein und nur einen bestimmten Ausschnitt der gesamten genetischen Ressourcen aufnehmen können.

Von Nutzerseite bezieht sich die Kritik an der *In-situ*-Erhaltung vor allem auf die Schwierigkeiten beim beabsichtigten Zugriff auf das Material durch Grundlagen- und Züchtungsforschung.

Das relativ neue *On-farm*-Konzept befindet sich noch in der ersten Erprobungsphase. Da es von der bewußten Erhaltung im Rahmen einer landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Produktion ausgeht, aber in bezug auf die Sortenwahl eher ein statisches Prinzip verfolgt, sind Schwierigkeiten vorprogrammiert, die sich u.a. auf einen finanziellen Ausgleich beziehen, ohne daß es de facto zu einer *ex situ* ähnlichen Erhaltung kommt.

Nutzen aus der und Kosten für die Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen

Pflanzengenetischen Ressourcen wird im allgemeinen ein hoher Wert zugemessen. Besonders die Arbeiten von MOONEY (u.a. 1979, vgl. auch WELLS 1992, PISTORIUS & VAN WIJK 1993) haben den potentiellen ökonomischen Wert erkennbar gemacht. So sind Milliardenprofite realisierbar, wenn es beispielsweise gelingt, durch züchterische Nutzung eines Gens für Krankheitsresistenz einen entscheidenden Durchbruch in Richtung neuer, ertragsstabiler Weizensorten zu erzielen. Ein solcher Durchbruch ist aber u.a. an zwei Voraussetzungen gebunden, die leicht übersehen werden können:

Das resistente Ausgangsmaterial muß aufwendig aus möglichst umfangreichen Sammlungen herausgesucht werden und zwischen der primären Auffindung und der Realisierung einer neuen Sorte vergehen etwa 20 Jahre, selbst wenn moderne Zuchtmethoden zur Anwendung kommen (vgl. Tabelle 23).

Eine solche Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen ist also in der Regel an einen hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand gebunden, wenn auch in den Entwicklungsländern aufgrund des geringeren Züchtungsniveaus der Umschlag von pflanzengenetischen Ressourcen in neue Sorten wesentlich schneller vonstatten gehen kann (vgl. z.B. CASTINEIRAS ET AL 1991).

Auf jeden Fall kann das Material pflanzengenetischer Ressourcen sehr nützlich sein. Allerdings ist ein entsprechender Nachweis für Genbanken nur schwer zu erhalten, u.a. wegen der langen Zeit zwischen der Auffindung des Materials und seinem Umschlag in eine neue Sorte. Eine der ganz wenigen Ausnahmen sind entsprechende Daten aus der Genbank Gatersleben (Tabelle 24). Bei insgesamt 56 Sorten konnte als sichere Quelle Genbankmaterial nachgewiesen werden. Eine entsprechende Nutzenkalkulation liegt bisher nicht vor. Sie dürfte aber erwartungsgemäß hoch ausfallen.

Der Verlust einer Art wird monetär mit 203 Millionen US \$ bewertet (FARNSWORTH & SOEJARTO 1985). Diese Autoren haben für die USA bis zum Jahre 2000 einen Gesamtverlust durch den Verlust von Pflanzenarten auf 3.248 Milliarden US \$ kalkuliert. Gegenwärtig sind 33.730 Pflanzenarten als ausgestorben oder sehr gefährdet charakterisiert (LUCAS & SYNGE 1996). Die pflanzengenetischen Ressourcen der Kulturpflanzen mit ihrer nachgewiesenen ökonomischen Bedeutung machen sicherlich einen Großteil dieses Schätzwertes aus, wenn auch der allgegenwärtige Verlust an infraspezifischer Variabilität nicht mit dem viel dramatischeren Artenverlust bei Wildpflanzen gleichgesetzt werden kann.

Der Nutzen aus der *Ex-situ*-Erhaltung ist trotz aller Schwierigkeiten insgesamt leichter zu ermitteln als der durch die *In-situ*-Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen. Der potentielle Nutzen dürfte aber durchaus vergleichbar sein.

Anders sieht es mit den Kosten aus. Hier fallen die offensichtlich hohen Kosten für die *Ex-situ*-Erhaltung auf, über die man sich anhand der Zahlen zu Material und Einrichtungen im Weltzustandsbericht ein gewisses Bild machen kann. Nach PLÄN ET AL. (1994) ist die Konservierung einer Samenprobe mit etwa 0,50 DM jährlich zu veranschlagen (kalkuliert nach SMITH 1984 & PAREZ 1984). Möglicherweise sind in diesen Kalkulationen nur die einfachen Lagerkosten berücksichtigt. Nach veröffentlichten Daten (THOROE ET AL. 1994) betrug das Gesamtvolumen der Mittel für die Genbank Gatersleben im Jahre 1992 (Personalkosten, Investitionskosten, Sachmittel) 4.790.800 DM. Bei rund 100.000 Mustern (vgl. Tabelle 14) belaufen sich daher die Kosten für die Erhaltung einer Probe auf etwa 50 DM. Darin sind natürlich, neben den reinen Betreuungskosten, auch solche für die Forschung enthalten, ohne die eine Sammlung nicht dauerhaft lebensfähig erhalten werden kann.

Die Ökonomie pflanzengenetischer Ressourcen, bezogen auf die Genbanken, beginnt sich als neues Forschungsfeld zu etablieren (vgl. VON BRAUN 1996). Grundlage für diese Überlegungen ist dabei meist, daß Kosteneinsparungen in größerem Umfang erzielt werden sollen. Da aber die Genbanken oft auf die Funktion von Lagerhäusern degradiert worden sind, wären solche Beispiele für eine allgemeine Kostenberechnung in höchstem Maße ungeeignet. Die daraus abgeleiteten Schlußfolgerungen würden die ohnehin nicht stabile globale *Ex-situ*-Erhaltung weiter erschweren.

Für die *In-situ*-Erhaltung (einschließlich *on farm*) liegen noch keine Kostenschätzungen vor. Es ist klar, daß auch dieser Bereich mit ausreichenden Finanzen ausgestattet sein muß. Eine Finanzierungskonkurrenz zwischen *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen ist nicht wahrscheinlich, weil die Geldquellen für diese Maßnahmen recht unterschiedlich sind.

Schlußfolgerungen

Aus den unterschiedlichen Perspektiven der Nutzer und Schützer, aber auch anderer Gruppierungen ergeben sich verschiedene Vor- und Nachteile der Grundstrategien. Unbestritten sind die Vorteile der *In-situ*-Erhaltung zur Bewahrung eines großen Artenreichtums bei gleichzeitiger Garantie einer weiteren evolutionären Anpassung.

Die Zugriffsmöglichkeit wird für das *Ex-situ*-Material positiv gewertet. Außerdem kann für die wichtigen Fruchtarten sehr umfangreiches Material, überwiegend im infraspezifischen Bereich, gesichert werden. Außerdem ist die systematische Erfassung und Charakterisierung besser möglich.

Die *On-farm*-Erhaltung ist eher als Mischtyp anzusehen, bei dem die ökonomische Seite der Maßnahme in den Vordergrund tritt.

Bezogen auf die unterschiedlichen Erhaltungsstrategien gibt es spezifische Vor- und Nachteile. Eine alleinige Konzentration auf eine Strategie kann den Anforderungen an die Erhaltung und Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen nicht gerecht werden.

Die Wertung pflanzengenetischer Ressourcen auf finanzieller Basis steckt noch in den Anfängen. *Ex-situ*-Maßnahmen sind relativ aufwendig. Zu den *In-situ*-Maßnahmen liegen noch keine brauchbaren Schätzungen vor.

Biotechnologie und genetische Ressourcen

Die Biotechnologie hat bedeutenden Einfluß auf die pflanzengenetischen Ressourcen. Einerseits ermöglicht sie ihre bessere Nutzung als Ausgangsmaterial zur züchterischen Verbesserung von Kulturpflanzen, andererseits trägt sie zur Effektivitätserhöhung bei den Erhaltungsmethoden selbst bei (CONWAY 1992, CALLOW ET AL. 1997). Beide Richtungen können sich ergänzen.

***In-vitro*-Methoden**

In-vitro-Methoden werden zur Erhaltung vegetativ vermehrter Arten (Knoblauch, Kartoffeln, Strauchkohl u.a.) sowie von einigen Arten mit nicht-orthodoxen Samen und anderen schwierig vermehrbaren Mustern angewandt. Gegenüber der konventionellen vegetativen Erhaltung garantiert die Methode Befallsfreiheit von Krankheiten und Schädlingen, und auch eine Viruseliminierung ist möglich. Außerdem können seltene Arten in großer Zahl vermehrt und für eine Wiederausbringung in die *In-situ*-Erhaltung vorbereitet werden.

Durch somaklonale Variation (LARKIN & SCOWCROFT 1981) kann es zu genetischen Veränderungen in dem Material kommen, die für eine sippengerechte Erhaltung nicht erwünscht ist. Optimale Kulturbedingungen können aber das Auftreten genetischer Variation weitgehend, wenn auch nicht vollständig, verhindern (DE LANGHE 1984).

In Deutschland gibt es *In-vitro*-Kollektionen vor allem bei Kartoffeln, außerdem bei Zwiebeln und Strauchkohl. Die Methode ist sehr aufwendig und kann nur für spezielles Material als Langzeitmethode zum Einsatz kommen. Für die Vermehrung seltener Arten kommt sie weit verbreitet auch in Botanischen Gärten zur Anwendung. Für spezielle Aufgaben der Züchtungsforschung kommen Antherenkultur, Embryokultur, Protoplastenkultur (SCHIEDER 1997) und "embryo rescue" in Betracht.

Kryokonservierung

Die Kryokonservierung (Tiefrost-Lagerung) wird unter flüssigem Stickstoff bei -196°C vorgenommen (HAMMER & HONDELMANN 1997). Sie ist für Saatgut geeignet und führt zu einer dramatischen Verlängerung der Keimfähigkeitsdauer. Für *In-vitro*-Erhaltungskulturen wäre sie die Methode der Wahl, weil damit somaklonale Variationen vermieden werden könnten.

Allerdings bedarf es noch erheblicher Forschungsanstrengungen, auch bei der Samenlagerung, um diese Methode als Standard einsetzen zu können. Eventuell kann sie zur Sicherheitslagerung von Duplikaten Anwendung finden. Dazu wird sie neuerdings im Genbanksystem der USA eingesetzt. Wegen der erhaltungsmäßigen Unsicherheiten müssen die Originalmuster aber zusätzlich unter den üblichen Langzeitlagerbedingungen gelagert werden.

Auf jeden Fall ist der Aufwand für die Kryokonservierung sehr hoch, besonders was die technische Ausrüstung betrifft. Eine ständige Versorgung mit flüssigem Stickstoff muß garantiert sein.

Molekulare Methoden

Die molekularen Methoden können zur besseren Charakterisierung der genetischen Ressourcen eingesetzt werden. Unter anderem dienen sie auch zum Messen genetischer Variation. Außerdem lassen sie sich zum sicheren Auffinden von Duplikaten heranziehen. Aufgrund des zahlreichen Materials in den Genbanken und der damit anfallenden Kosten ist eine Suche nach unerwünschten Duplikaten auch mit molekularen Methoden angebracht, damit diese dann nicht mehr in den aufwendigen Reproduktions- sowie den Lagerungsprozeß einbezogen werden müssen. Das ist besonders wichtig für nur vegetativ vermehrbare Arten (Kartoffel), besonders wenn sie in ausgedehnten Feldgenbanken erhalten werden müssen (Obst).

Eine Übersicht über molekulare und einige andere Methoden zur Messung genetischer Variation bringt Tabelle 25. Die Vielzahl der neuen Methoden wird hier sichtbar. Die morphologische Methode wird oft in ihrer Bedeutung unterschätzt. Neben einem hohen Probendurchlauf, zeigt sie dem geschulten Auge eine recht hohe Variation an (in der Tabelle eigenartigerweise nur als "gering" angegeben), bei guter Reproduzierbarkeit (in der Tabelle "mittel") der Wiederholungen. Eine solche Konstellation findet sich sonst nur bei den Methoden mit einem sehr hohen Technologieniveau. In der Tabelle fehlen auch physiologische und andere Merkmale, die zum Messen genetischer Variation herangezogen werden können.

Der hohe Aufwand für die molekularen Methoden ist bisher ein wesentliches Limit für ihren Einsatz zur Charakterisierung umfangreicher Kollektionen.

Gentechnik

Die Einsatzmöglichkeiten für die Gentechnik bei höheren Pflanzen sind sehr vielfältig. Neben den Möglichkeiten für dieses neue Verfahren, dürfen aber die Probleme der Risikobewertung nicht vergessen werden (RAEBURN 1996, HOFFMANN 1997).

Die Gentechnik kann zur gezielten Übertragung von Resistenz- und anderen Genen herangezogen werden und dabei den Züchtungsprozeß wesentlich beschleunigen. Eine Übertragung von Genen aus verwandtschaftlich sehr fern stehenden Organismen ist prinzipiell möglich. Damit geht der mögliche Einsatz von Organismen weit über das Genpoolkonzept von HARLAN & DE WET (1971) hinaus, das gewöhnlich zur Definition der pflanzen genetischen Ressourcen herangezogen wird.

Die künftigen Möglichkeiten für die grüne Gentechnik werden von den zuständigen Fachvertretern als sehr hoch eingeschätzt. Sollten sich alle Erwartungen bestätigen, wird es zur entsprechenden Nutzung der gesamten Biodiversität kommen. Damit würde der Begriff pflanzen genetische Ressource, wie er hier verwendet wird, im Extremfall nur noch historische Bedeutung haben.

Schlußfolgerungen

Die Biotechnologie stellt ein neues Arsenal von Methoden bereit, das sich für die Untersuchung der genetischen Ressourcen aber auch für bestimmte Konservierungstechniken eignet. Diese Methoden sind in der Regel sehr aufwendig und nur an einem eingeschränkten Material nutzbar. Sie sind aber einer raschen Entwicklung unterworfen und werden sich in naher Zukunft besser für die Charakterisierung und Evaluierung umfangreicher *Ex-situ*- und *In-situ*-Bestände eignen.

Die Gentechnik erweitert die Möglichkeit für die Verwendung von verwandtschaftlich entfernt stehenden Merkmalsträgern als Donoren für gewünschte Eigenschaften. Die Gentechnik hat sich das Ziel gestellt, die gesamte Biodiversität als Merkmalsquelle nutzbar zu machen. Die pflanzen genetischen Ressourcen im üblichen Sinne werden aber immer noch insofern eine Rolle spielen, als es sich bei ihnen um die wichtigsten Merkmalsträger handelt, die auch den bewährten traditionellen Verfahren zugänglich sind.

Internationale Abkommen und Vereinbarungen

Hierunter sind besonders zu nennen der UNCED-Prozeß (Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung - Rio de Janeiro 1992), der mit dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt ein wichtiges Ergebnis erzielt hat. Die Agenda 21 enthält in den Kapiteln 14 und 15 Maßnahmen für die Erhaltung und Nutzung genetischer Ressourcen. Der Finanzmechanismus, der die Entwicklungsländer bei der Durchführung von Umweltschutzmaßnahmen im globalen Interesse unterstützen soll, ist die Globale Umweltfacilität (GEF). Sie ist das zentrale Finanzierungsinstrument für die Umsetzung der in Rio vereinbarten Konventionen. 1994 wurde die GEF neu strukturiert und für den Zeitraum bis 1997 mit 2.02 Mrd. US \$ ausgestattet.

Das Globale System der FAO bezieht die pflanzengenetischen Ressourcen bevorzugt in seinen Wirkungsbereich ein. Die Internationale Verpflichtung über Pflanzengenetische Ressourcen, der auch Deutschland beigetreten ist, allerdings mit dem Vorbehalt hinsichtlich der in privater Verfügung befindlichen pflanzengenetischen Ressourcen, wurde 1983 verabschiedet. Ein globales System mit einem *Ex-situ*-Netzwerk, einem *In-situ*-Netzwerk und einem "Globalen Informations- und Frühwarnsystem für pflanzengenetische Ressourcen" (WIEWS) ist aufgebaut worden.

Die Organisation für Ausbildung, Wissenschaft und Kultur der Vereinten Nationen (UNESCO) hat 1970 das Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (MAB) beschlossen. Projekte zum Schutz der Biodiversität und genetischen Materials sind in einem Netzwerk von Biosphärenreservaten zusammengeschlossen.

Die als Internationales Naturschutzabkommen 1971 verabschiedete Ramsar-Konvention (vgl. auch Tab. 21) zum Schutz von Feuchtgebieten ist 1976 in Deutschland in Kraft getreten. Hier wurden 29 geschützte Feuchtgebiete international angemeldet.

Und schließlich ist in diesem Zusammenhang der Globale Aktionsplan (Global Plan of Action - GPA) zu nennen, der 1996 in Leipzig verabschiedet wurde.

Für die hier wichtigen Konsequenzen für die pflanzengenetischen Ressourcen wurden besonders das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (KOTHARI 1994), die Internationale Verpflichtung über Pflanzengenetische Ressourcen (International Undertaking) und der Globale Aktionsplan für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen einer entsprechenden Untersuchung unterzogen.

Grundlage für das internationale Handeln ist die globale Generosion. Die wichtigsten Ursachen für den Verlust an genetischer Diversität faßt Tabelle 26 zusammen.

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt

Bereits in der Präambel wird auf *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen hingewiesen, wobei als eine Grundvoraussetzung für die biologische Vielfalt herausgestellt wird, daß Ökosysteme und natürliche Lebensräume erhalten werden (vgl. SCHULZE & MOONEY 1993). Lebensfähige Populationen von Arten sind in ihrer natürlichen Umgebung zu bewahren und wiederherzustellen.

Ex-situ-Maßnahmen, vorzugsweise für das Ursprungsland der jeweiligen pflanzengenetischen Ressourcen gedacht, sollen ebenfalls eine wichtige Rolle spielen.

Hier zeigt sich das logischerweise zu fordernde Primat der *In-situ*- gegenüber den *Ex-situ*-Maßnahmen.

In den Artikeln 8 und 9 wird auf die Erhaltungsmaßnahmen sowie in Artikel 10 auf die nachhaltige Nutzung der und in Artikel 15 auf den Zugang zu den genetischen Ressourcen eingegangen. Da die pflanzengenetischen Ressourcen einen bedeutenden Anteil der pflanzlichen Biodiversität ausmachen, sind diese Artikel für unsere Probleme besonders relevant.

Artikel 8

Dieser Artikel behandelt die *In-situ*-Erhaltung in 13 Unterpunkten.

- a) System von Schutzgebieten - besonders wertvoll für die wildwachsenden pflanzengenetischen Ressourcen.
- b) Leitlinien für Schutzgebiete - wie unter a).
- c) Erhaltung und nachhaltige Nutzung von wichtigen Ressourcen - innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten, besonders wertvoll für die wildwachsenden pflanzengenetischen Ressourcen.
- d) Schutz von Ökosystemen und natürlichen Lebensräumen - wichtig ist die Erhaltung in der natürlichen Umgebung, Populationen und Arten sind zu fördern, bedeutsam für die genetische Diversität
- e) Entwicklung von Gebieten, die an Schutzgebiete angrenzen - eine umweltverträgliche und nachhaltige Entwicklung ist anzustreben, hierher gehört zweifellos die *On-farm*-Erhaltung.
- f) Sanierung von beeinträchtigten Ökosystemen - Regenerierung gefährdeter Arten einschließlich wildwachsender pflanzengenetischer Ressourcen

- g) Risikominimierung für gentechnisch veränderte Organismen - es geht um Organismen mit nachteiligen Umweltauswirkungen, auch die menschliche Gesundheit ist zu berücksichtigen.
- h) Einbringung nichtheimischer Arten - bei Pflanzen ist es oft extrem schwierig, solche Arten zu kontrollieren oder zu beseitigen, viele wildwachsende pflanzengenetische Ressourcen gehören zu den adventiven Arten.
- i) Gegenwärtige Nutzungen sollen kompatibel mit der Erhaltung der biologischen Vielfalt sein - eine nachhaltige Nutzung ist wichtige Voraussetzung.
- j) Schutz der Erfahrungen und Rechte von Gemeinschaften mit traditionellen Lebensformen - hier ist die *On-farm*-Erhaltung von Kulturpflanzen mit einzuordnen.
- k) Rechtsvorschriften zum Schutz bedrohter Arten und Populationen - trifft auf die wildwachsenden pflanzengenetischen Ressourcen zu.
- l) Kontrolle nachteiliger Wirkungen auf die biologische Vielfalt - entsprechende Tätigkeiten sind zu regeln oder zu beaufsichtigen.
- m) Finanzielle und sonstige Unterstützung für die *In-situ*-Erhaltung - insbesondere die Entwicklungsländer sind zu unterstützen.

Es wird deutlich, daß nur einzelne Unterpunkte im Rahmen der Maßnahmen für eine *On-farm*-Erhaltung (die aber nicht explizit angesprochen wird) für die kultivierten pflanzengenetischen Ressourcen zutreffen. Die Bedeutung für die wildwachsenden genetischen Ressourcen ist als außerordentlich hoch einzuschätzen.

Artikel 9

Dieser Artikel behandelt die *Ex-situ*-Erhaltung in fünf Unterpunkten.

- a) Maßnahmen zur *Ex-situ*-Erhaltung vorzugsweise in den Ursprungsländern - für die Kulturpflanzen lassen sich oft die Ursprungsländer nur ungenau erfassen.
- b) Einrichtungen für die *Ex-situ*-Erhaltung sind vorzugsweise in den Ursprungsländern zu schaffen - für Wildpflanzen angebracht, für Kulturpflanzen aus den o.g. Gründen schwer zu realisieren.
- c) Wiedereinführung gefährdeter Arten in ihren natürlichen Lebensraum - für Wildpflanzen anzustreben, für *On-farm*-Erhaltung von Kulturpflanzen nicht ausreichend begründet, diese sind wohl auch gar nicht in die Überlegungen einbezogen worden.
- d) Entnahme von Ressourcen - es wird offenbar wieder nur an Wildmaterial gedacht. *Ex-situ*-Maßnahmen werden ausdrücklich als vorübergehend bezeichnet, was bei der großen Anzahl der Kulturpflanzenmuster in Genbanken außerhalb jeglicher Realitäten liegt.

- e) Finanzielle und sonstige Unterstützung - für die Entwicklungsländer sollen Einrichtungen für die *Ex-situ*-Erhaltung geschaffen werden.

Den *Ex-situ*-Maßnahmen wird ausdrücklich ein ergänzender Charakter zu den *In-situ*-Maßnahmen zugewiesen. Das spezielle Problem der außerordentlich formenreichen Kulturpflanzen ist nicht mit aufgegriffen worden und bedarf daher einer besonderen Lösung.

Artikel 10

Wie später noch beim Globalen Aktionsplan ausgeführt werden wird, ist das Problem der nachhaltigen Nutzung besonders den pflanzengenetischen Ressourcen aber auch der gesamten biologischen Vielfalt immanent. Fünf Unterpunkte sind in Artikel 10 festgehalten.

- a) Erhaltung und nachhaltige Nutzung - diese Gesichtspunkte sind in den innerstaatlichen Entscheidungsprozeß einzubeziehen.
- b) Maßnahmenplan im Zusammenhang mit der Nutzung - dadurch sollen beeinträchtigende Auswirkungen auf die Vielfalt vermieden werden.
- c) Traditionelle Kulturverfahren sind zu schützen und zu fördern - hier ist die *On-farm*-Erhaltung von Kulturpflanzen eingeschlossen.
- d) Einbeziehung ortsansässiger Bevölkerungsgruppen - auch hier sind *On-farm*-Maßnahmen denkbar.
- e) Zusammenarbeit zwischen Regierungsbehörden und privatem Sektor - Erarbeitung von Methoden zur nachhaltigen Nutzung.

Die nachhaltige Nutzung bezieht sich im wesentlichen nur auf den *In-situ*-Bereich inkl. *On-farm*-Erhaltung. Der Frage nach der nachhaltigen Nutzung von *Ex-situ*-Material wird nicht nachgegangen, weil sie offenbar ohnehin als nicht nachhaltig (zukunftsfähig) angesehen wird.

Zugang zu den genetischen Ressourcen

Sieben Punkte zu diesem Problem enthält Artikel 15 des Übereinkommens über die biologische Vielfalt.

Am wichtigsten ist die Gewährleistung und Sicherung der souveränen Rechte (SVARSTAD 1994), jedoch ist für zahlreiches Material der Kulturpflanzen, wie bereits mehrfach dargelegt, eine Länderzuordnung kritisch zu werten. Auch bei der Länderzuordnung von besonders wertvollen Wildpflanzen *in situ* kann es zu Komplikationen kommen.

Internationale Verpflichtung über pflanzengenetische Ressourcen der FAO

Die Internationale Verpflichtung der FAO (International Undertaking on Plant Genetic Resources 1983) geht von der Grundhaltung aus, daß die pflanzengenetischen Ressourcen ein "gemeinsames Erbe der Menschheit" sind. Damit sollten sie zum Nutzen aller frei verfügbar sein, gleichzeitig stehen alle in der gemeinsamen Verantwortung für ihren Erhalt. Diese Grundhaltung ergibt sich aus der Herkunft und Evolution der wichtigsten Kulturpflanzenarten. Beispielsweise geht der italienische Mais auf einen jahrhundertelangen Selektions- und Anpassungsprozeß in Italien selbst zurück. Allerdings wurde der Mais ursprünglich in Mittelamerika domestiziert. Die Wanderwege nach Italien sind noch unklar, d.h. man kann noch nicht die Beteiligung anderer Länder, besonders in Nordafrika, Südeuropa und Westasien, einschätzen. Auch eine exakte ländermäßige Festlegung (nach heutiger Grenzziehung) für das Domestikationsgebiet in Mittelamerika ist nicht möglich. In die Überlegungen müßte auch ein zweites ursprüngliches Diversitätszentrum im westlichen Südamerika einbezogen werden. Die genealogischen Beziehungen zwischen den einzelnen Maissorten sind in modernen Sorten noch wesentlich komplizierter durch die Verwendung von geographisch sehr heterogenem Material. Mit diesem Beispiel wird klar, daß eine Zuordnung der genetischen Ressourcen des Mais auf der Länderebene praktisch unlösbar ist. Das trifft auch für viele andere Fruchtarten zu. Die geographische Heterogenität der Kulturpflanzen ist z.B. für Italien deutlich gemacht worden (HAMMER ET AL 1992).

Die Internationale Verpflichtung war lange Zeit die Basis für die nationalen und internationalen Arbeiten mit den pflanzengenetischen Ressourcen. Sie unterstützte ein kollektives Verantwortungsgefühl für eine Ressource, die die Ernährung einer noch ständig wachsenden Weltbevölkerung absichern muß. Aus der Tatsache, daß bestimmte Widersprüche im FAO System der pflanzengenetischen Ressourcen auftraten, u.a. eine Konzentration von Landsorten in den Genbanken der entwickelten Länder bei gleichzeitiger Konzentration der Pflanzenzüchtung in diesen Staaten - die Vavilovschen Mannigfaltigkeitszentren liegen aber in den Entwicklungsländern -, kam es zu kritischen Auseinandersetzungen, die für weltweites Aufsehen sorgten (u.a. MOONEY 1979, FLITNER 1991, VELLVÉ 1993, SHIVA 1993, HEINS 1993). Dazu kam noch, daß die Internationale Verpflichtung nur eine eingeschränkte Verfügbarkeit von Sorten nach Pflanzenzüchterrechten gemäß UPOV-Konvention (ANON 1984) akzeptierte.

Die Internationale Verpflichtung ist eine legal nicht bindende Absichtserklärung. Leider hat es die FAO versäumt, während der Vorbereitungen zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt konsequent auf die Bedeutung der Kulturpflanzen für "food and agriculture" mit zwingendem Nachdruck hinzuweisen, so daß bestimmte Vorzüge der Internationalen Verpflichtung durch das gesetzlich verbindliche Übereinkommen über die biologische Vielfalt ausgehebelt werden. Entsprechende Initiativen zur Harmonisierung dieser beiden für die pflanzengenetischen Ressourcen wichtigen Abkommen sind im Gange.

Globaler Aktionsplan

Der Globale Aktionsplan (Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture) geht von der Tatsache aus, daß die Welternährung nicht gesichert ist und mehr als 800 Millionen Menschen unter Hunger leiden (UPPENBRINK 1996). In den nächsten 30 Jahren wird sich die Weltbevölkerung voraussichtlich auf 8,5 Milliarden Menschen erhöhen. Für ihre Ernährung ist ein wohldurchdachtes System notwendig, das auch die pflanzengenetischen Ressourcen und ihre Erhaltung und Nutzung für die Schaffung der Grundlagen einer adäquaten Nahrungsmittelproduktion einschließt (FAO 1996b). Da der Globale Aktionsplan noch neueren Datums ist, soll auf ihn hier ausführlicher eingegangen werden.

Basierend auf dem Weltzustandsbericht über pflanzengenetische Ressourcen (FAO 1996a), der aus mehr als 150 Länderberichten zusammengestellt wurde, wurde eine Anzahl von Lücken und Organisationsschwächen bei der Erhaltung und Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen aufgezeigt. Aus ihnen resultiert ein Rückgang der Diversität sowohl *in situ* als auch *ex situ*. Die Interaktionen zwischen der Konservierung der pflanzengenetischen Ressourcen und ihrer Nutzung durch die Pflanzenzüchter oder die Landwirte und Gärtner sind gering ausgeprägt. Die aus den pflanzengenetischen Ressourcen gezogenen Vorteile werden nicht oder nicht im vollen Umfang realisiert, ganz zu schweigen von einer gerechten Aufteilung der Vorteile.

Der Globale Aktionsplan hat sich logisch aus dem Weltzustandsbericht entwickelt. Die 4. Internationale Technische Konferenz der FAO (FAO International Technical Conference on Plant Genetic Resources) über pflanzengenetische Ressourcen in Leipzig hat ihn am 23. Juni 1996 formal angenommen, zusammen mit einer Erklärung (Leipzig Declaration), die seine Implementierung im Kontext nationaler Aktivitäten bestätigte.

Der Globale Aktionsplan ist als Rahmen für Aktivitäten auf der lokalen, nationalen, regionalen und internationalen Stufe gedacht. Koordination, Kooperation und Planung sollen die Kapazitäten bündeln. Es wird davon ausgegangen, daß der Globale Aktionsplan ein wesentlicher Beitrag zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt ist.

Wichtige Aufgabenfelder des Globalen Aktionsplans sind:

- die Sicherung der Erhaltung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft als Grundlage für die Welternährung,
- die Förderung der Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen zur Unterstützung der Entwicklung und zur Reduzierung von Hunger und Armut,
- die Unterstützung eines gerechten Ausgleichs für Erträge aus der Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen,
- die Unterstützung von Ländern und Institutionen bei der Einordnung von Prioritäten für Maßnahmen im Zusammenhang mit den pflanzengenetischen Ressourcen,
- die Stärkung bestehender Programme und die Förderung institutioneller Kapazitäten.

Der Globale Aktionsplan umfaßt 20 Aktivitäten, die vier Gruppen zugeordnet werden.

Ex-situ-Erhaltung

Wie bereits diskutiert, ist der Verlust an genetischer Diversität weltweit sehr hoch (vgl. Tabelle 26). Aus diesem Grund ist eine brauchbare *Ex-situ*-Erhaltung unbedingt notwendig.

Obwohl es heute mehr als 100 Genbanken gibt, verfügen nur 30 Länder über eine sichere Langzeitlagerung. Daher sind viele *Ex-situ*-Kollektionen in einem schlechten Zustand, auch durch den ungeheuren Druck zur bedingungslosen Rationalisierung (CLARK ET AL. 1997). Nach dem offiziellen Wortlaut des Globalen Aktionsplanes müssen etwa 1 Million Proben dringend regeneriert werden. Nach unseren Erkenntnissen dürfte diese Zahl viel höher sein (vgl. auch Tabellen 27 und 28). Außerdem werden die Duplikate in Genbanken auf etwa 50% geschätzt (LYMAN 1984), wodurch sich die effektive Reserve noch vermindert. Auch in den Botanischen Gärten gibt es eine Anzahl von Arten mit großem Wert für Ernährung und Landwirtschaft.

Folgende Programmpunkte werden hervorgehoben:

- Unterstützung der bestehenden *Ex-situ*-Kollektionen durch den Einschluß in ein rationelles, effektives und ausbaufähiges System. Alle Länder ohne Langzeitlagerung haben die Möglichkeit zur Aufbewahrung ihrer Kollektionen in internationalen oder regionalen Genbanken. Die Rechte der Länder an ihrem Material können durch entsprechende Abkommen gewährleistet werden.
- Eine Regeneration von 1 Million Akzessionen, die sich weltweit in den Genbanken befinden, soll durchgeführt werden. Priorität haben Proben aus der Langzeitlagerung und Unikate.
- Gesammelt werden sollte Material, das die Lücken in den bestehenden Kollektionen schließt. Ebenso sollten bestimmte regionale und vernachlässigte Fruchtarten sowie Länder, die bisher noch nicht erfaßt worden sind, in die Sammlungen einbezogen werden.
- Feldgenbanken, *In-vitro*-Lagerung und neue Technologien sollen ausgebaut werden, um im Hinblick auf die Samenvermehrung schwierige Pflanzengruppen zu erhalten. Botanische Gärten sollten eine größere Rolle spielen. Ihre besondere Rolle wird für Fruchtarten gesehen, die in konventionellen Genbanken nicht adäquat vertreten sind.

In-situ-Erhaltung

Natürliche Ökosysteme beherbergen zahlreiche Pflanzen, die als genetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft von großer Bedeutung sind (DAVIS ET AL. 1994). Aber selbst die Ressourcen in den ca. 8.500 Nationalparks der Welt sind nicht sicher. Viele Landwirte und Gärtner erhalten, besonders in den Entwicklungsländern, pflanzengenetische Ressourcen durch den Anbau traditionellen Materials (HARLAN 1995). Diese Ressourcen sind in den

bisherigen globalen Untersuchungen eher vernachlässigt worden. Der Globale Aktionsplan fordert folgende Maßnahmen:

- Es sollte eine Übersicht über die pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft geschaffen werden. Gebiets- und Länderstudien sind dazu dringend nötig.
- *On-farm*-Management soll unterstützt werden. Die Verbindungen zwischen den Landwirten und den Genbanken sind zu intensivieren. Landsorten aus den Genbanken sollen aktiviert und der Selektion auf der Ebene der Landwirte zugänglich gemacht werden.
- In Krisensituation gehen viele angepaßte Landsorten verloren. Die internationale Gemeinschaft ist aufgerufen, Methoden zur Gewinnung von Saatgut der Landsorten zu entwickeln und Unterstützung bei der Wiederherstellung lokaler landwirtschaftlicher Systeme zu gewähren.
- Die *In-situ*-Erhaltung verwandter Wildarten unserer Kulturpflanzen und anderer perspektivisch nützlicher Arten ist zu fördern. Notwendig ist hier der Ausbau lokaler Kapazitäten.

Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen

Die Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen stellt ein zentrales Problem dar. In den Entwicklungsländern ist die Nutzung relativ einfach. Es gibt aber meist nur sehr limitierte Kapazitäten. In den Ländern mit hochentwickelter Pflanzenzüchtung ist heute der Abstand zwischen den genetischen Ressourcen und den Hochleistungssorten oft so groß, daß die Züchter bei der Nutzung sehr zögerlich sind, wenn nicht spezielle Unterstützung durch Züchtungsforschung und Pre-breeding-Programme geboten wird.

- Die Charakterisierung und Evaluierung des Materials ist deutlich zu intensivieren. Core-Kollektionen sollen zur Verbesserung der Evaluierungen herangezogen werden.
- Die genetischen Ressourcen sollen durch gut finanzierte Langzeitprogramme mobilisiert werden. Dabei wird vorerst von 15 Fruchtarten ausgegangen, die sowohl international als auch regional von Bedeutung sind.
- Eine nachhaltige Landwirtschaft soll durch Diversifizierung der Fruchtarten und innerhalb der Fruchtarten gefördert werden. Wichtige Maßnahmen sind Untersuchungen zur genetischen Uniformität und ihrer Auswirkungen, Untersuchungen zu Maßnahmen, die die Diversität der Fruchtarten betreffen, Erhöhung der Anzahl der Sortenmischungen, Verbesserung der Nutzung genetischer Ressourcen als Teil eines integrierten Pflanzenschutzes, Förderung dezentralisierter Pflanzenzüchtungsstrategien unter Beteiligung der Landwirte.
- Die Entwicklung und Vermarktung vernachlässigter Kulturpflanzen und anderer Arten ist zu fördern durch die Erfassung solcher Fruchtarten, die Entwicklung nachhaltigen Managements sowie Nachernte- und Vermarktungsmethoden und die Förderung von Maßnahmen für die Entwicklung und Nutzung vernachlässigter Arten.

- Die Samenproduktion und -verteilung ist zu unterstützen durch Einbeziehung aller Saatgutproduzenten, das bedeutet eine Erweiterung der lokalen Saatgutproduktion und der Systeme der Verteilung, die Einbeziehung wertvollen Materials aus den *Ex-situ*-Sammlungen in die Vermehrung sowie seine Verteilung und eine Überprüfung der Zertifizierungsbestimmungen.
- Neue Märkte sind für Landsorten und Produkte, die reich an Diversität sind, zu entwickeln. Hier kommt es besonders auf die Schaffung von geeigneten Nischen an.

Institutionen und Aufbau von Kapazitäten

Eine Zusammenarbeit verschiedener Bereiche ist für den Globalen Aktionsplan unerlässlich. Innerhalb der Regionen und Unterregionen gibt es gewöhnlich eine große Anzahl gemeinsamer Fruchtarten und anderer pflanzengenetischer Ressourcen. Daher ist zusätzlich zu den nationalen Aufgaben eine Zusammenarbeit auf dem regionalen und überregionalen Niveau notwendig.

Folgende Maßnahmen sieht der Globale Aktionsplan vor:

- Der Aufbau starker nationaler Programme ist voranzutreiben als wichtige Basis für einen funktionierenden Gesamtplan.
- Netzwerke für die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der pflanzengenetischen Ressourcen werden gefördert, darunter neue Netzwerke für den Pazifischen Raum, die Karibik, Zentralasien und Kaukasus, West- und Zentralafrika, Ostafrika sowie die Inseln des Indischen Ozeans. Auch die Fruchtartennetzwerke sind zu verbessern. Hier wird eine verstärkte Zusammenarbeit mit den Internationalen Agrarforschungszentren angemahnt.
- Umfassende Informationssysteme für pflanzengenetische Ressourcen sind auf nationaler Ebene aufzubauen. Global gibt es eine Koordinierung durch das Weltinformations- und Frühwarnsystem der FAO.
- Das Frühwarnsystem der FAO ist weiter zu entwickeln, um drohende Verluste durch Gen-erosion anzuzeigen. Dazu wird dieses System geprüft und erweitert. Besonders wichtig sind Aktivitäten im lokalen und nationalen Bereich.
- Die Ausbildung und weitere Qualifizierung der mit pflanzengenetischen Ressourcen befaßten Personen sind weiter zu entwickeln. Dabei sollen besonders die Landwirte an der Basis einbezogen werden. Es wird oft übersehen, daß die Bäuerinnen eine besondere Rolle bei der Erhaltung der genetischen Vielfalt spielen.
- Die Öffentlichkeitsarbeit ist zu verbessern. Der Wert der pflanzengenetischen Ressourcen ist noch unzureichend im öffentlichen Bewußtsein verankert.

Harmonisierung der internationalen Vereinbarungen

Da die Internationale Verpflichtung der FAO durch verschiedene inhaltliche Aussagen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt unterlaufen worden ist, das Übereinkommen aber als zentrales, rechtlich verbindliches Element in Kraft getreten ist, ist ein Verfahren zur entsprechenden Änderung der Internationalen Verpflichtung notwendig geworden.

Die Kommission für pflanzengenetische Ressourcen der FAO (Commission on Plant Genetic Resources (CPGR), inzwischen: Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (CGRFA)) hat deshalb den Beschluß gefaßt, die Internationale Verpflichtung in der Weise umzuformulieren, daß sie mit dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt übereinstimmt. Der Prozeß für diese Harmonisierung begann mit einer außerordentlichen Sitzung der CPGR im November 1994 in Rom. Dort wurde ein erster Entwurf erarbeitet, der die Farmers Rights und die Verfügbarkeit der pflanzengenetischen Ressourcen, besonders hinsichtlich der *Ex-situ*-Sammlungen, die vor dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt bestanden haben, berücksichtigt. Es ist vorgesehen, daß nach Abschluß des Harmonisierungsprozesses, die Internationale Verpflichtung der FAO als offizielles Protokoll zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt vorgeschlagen werden soll.

Es erscheint dringend notwendig, daß der besondere Status der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft international rechtlich verbindlich seine Anerkennung findet.

Zusammenfassende Darstellung von Handlungsbedarf und erforderlichen Handlungsansätzen

Die pflanzengenetischen Ressourcen gehören zum ökonomisch als bedeutsam ausgewiesenen Teil der Biodiversität. Nur durch ein Gesamtkonzept, das sowohl die pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft als auch das übrige potentielle Pflanzenmaterial einschließt, läßt sich das von der Generosion ausgehende Problem der Erhaltung lösen.

Die einzelnen Faktoren sind aber auch spezifisch zu werten, und es ist ein unterschiedliches Vorgehen angebracht, das *Ex-situ*- und *In-situ*-Erhaltung in Abhängigkeit von den betroffenen Pflanzengruppen berücksichtigt.

Künftiger Bedarf an pflanzengenetischen Ressourcen

Nach FRESE (1996) gibt es zwei grundsätzliche Erhaltungsstrategien für die *Ex-situ*-Maßnahmen.

Das sogenannte "Arche-Noah-Prinzip" geht von der prinzipiellen Nützlichkeit aller durch die Generosion gefährdeten Ressourcen aus und versucht, das entsprechende Material in den Sammlungen *ex situ* zu erhalten. Durch evolutionäre Prozesse, u.a. die Domestikation, ist besonders bei den Kulturformen eine Vielzahl von Genen kombiniert worden. Die komplexen Merkmalskombinationen werden jeweils in getrennt erhaltenen Mustern konserviert. Der Rückgriff auf die konservierten Originalmuster, die in ihren Eigenschaften charakterisiert und evaluiert sind, ist praktischer und billiger als die Suche und Kombination einzelner Gene aus künstlichen Population.

Ein anderer Ansatz, den man als populationsgenetischen Ansatz bezeichnen könnte, der auch bei einigen Gentechnikern Unterstützung findet, geht davon aus, daß nur ein relativ minimaler Umfang pflanzengenetischer Ressourcen notwendig ist, indem man Populationen so geschickt zusammenstellt, daß alle Gene und Allele einer Pflanzenart in ihnen vertreten sind. Leider sind die Voraussetzungen für ein solches Verfahren, selbst bei Einsatz molekularer Techniken, nicht gegeben. Die Zukunftsvision, daß sich Genbanken zu Einrichtungen entwickeln könnten, die mit einem minimalen Aufwand wenige Populationen von pflanzengenetischen Ressourcen effizient managen (FRESE 1996), kann sich in der gegenwärtigen von Sparzwängen geprägten Zeit, die Prognosen der fernen Zukunft schon gern als Tatsachen für die Gegenwart werten möchte, zu einer außerordentlich gefährlichen Methode entwickeln, die eben nicht alle wichtigen Zukunftsoptionen offenläßt.

Trotz der wissenschaftlich reizvollen populationsgenetischen Ansätze, ist daher für die weiteren Überlegungen vom Arche-Noah-Prinzip auszugehen, das sowohl für die *Ex-situ*- als auch für die *In-situ*-Erhaltung Anwendung finden muß.

Mit der Weiterentwicklung der wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten wird auch der Bedarf an diverseren pflanzengenetischen Ressourcen ansteigen. Es sind also prinzipiell alle

Anstrengungen zu unternehmen, um diesen Zukunftsbedarf decken zu können, sowohl bei der *In-situ*- als auch bei der *Ex-situ*-Erhaltung. Die Auswirkungen der Generosion sind unter allen Umständen abzufangen.

Notwendige Strategie zur Deckung des Bedarfs

Der Globale Aktionsplan wird als großer Erfolg der 4. Internationalen Technischen Konferenz über pflanzengenetische Ressourcen der FAO angesehen (BORCHERT 1996). Andererseits kritisieren u.a. die Nichtregierungsorganisationen die relativ geringe Konkretheit des Planes und die Tatsache, daß die in ihm enthaltenen Vorschläge nicht geeignet sind, um die Ursachen der Generosion zu bekämpfen.

Eine zu entwickelnde Strategie sollte sich an diesem Aktionsplan orientieren und gleichzeitig die vorhandenen Lücken aufzufüllen versuchen. Im Spiel der internationalen Kräfte ist natürlich auch das Übereinkommen über die biologische Vielfalt von ganz besonderer Bedeutung. Bei den Kulturpflanzen sollte die Internationale Verpflichtung der FAO ausreichende Berücksichtigung finden.

Diese Basisabkommen erlauben eine Zielstellung, die dem Problem angemessen ist.

Global

Es sollte ein spezifisches Herangehen in Abhängigkeit von der Struktur und Qualität der pflanzengenetischen Ressourcen gewählt werden. Danach wird zwischen den Kulturpflanzen und den wildwachsenden Ressourcen unterschieden. Letztere lassen sich in Wildpflanzen und Unkräuter unterteilen. Die Unkräuter stellen insofern eine eigene Kategorie dar, weil sie die Agrarökosysteme besiedeln und damit eine gewisse Übergangsstellung zu den Kulturpflanzen einnehmen.

Die Basis für ein Strategiekonzept wird in Tabelle 29 geliefert. Dieses Konzept geht neben den unterschiedlichen Ressourcenkategorien von den Erhaltungsmodi (*ex situ*, *on farm*, *in situ*) und von den Typen der Diversität - genetische Vielfalt, Artenvielfalt und Ökosystemvielfalt - aus.

Sehr deutlich wird aus dieser Darstellung, daß es für die Erhaltung der ungeheuer großen genetischen Diversität der wichtigen Kulturpflanzen nur eine praktikable Variante, und zwar durch Genbanken gibt. *On-farm*-Erhaltung kann nur einen Teil der Variation, d.h. der Vielfalt innerhalb der jeweiligen Art, besonders bei den wichtigen, reich gegliederten Kulturpflanzen, aufnehmen. Es ist unrealistisch, von einer bedeutenden Erweiterung der Genbankkapazitäten auszugehen. Eine effektive Nutzung der 6 Millionen vorhandenen Plätze in Genbanken ist die anzustrebende Lösung.

Bei der Artenvielfalt der Kulturpflanzen, d.h. der Vielfalt der Arten selbst, ist die *On-farm*-Erhaltung die beste Variante. Dem traditionellen Anbau kommt eine große Bedeutung zu. *Ex-situ*-Einrichtungen können hier auch einen Beitrag leisten, aber sie werden nie in der Lage

sein, die gesamte Artenvielfalt der Kulturpflanzen zu beherbergen, sondern sich auf eine Größenordnung von etwa 2.000 Arten mit hoher Variabilität beschränken müssen. Für die verbleibenden rund 5.000 Arten müssen entsprechende Nischen durch die *On-farm*-Erhaltung geschaffen werden. Effektive Systeme zur Erfassung der Artenvielfalt bei Kulturpflanzen sind die Voraussetzung zur Verhinderung von schweren Verlusten.

Der Ökosystemvielfalt kommt, hinsichtlich der Kulturpflanzen, nur bei der *On-farm*-Erhaltung Bedeutung zu. Die relative Begrenztheit der *On-farm*-Erhaltung macht aber eine in dieser Richtung optimale Variante unmöglich. Aus diesem Engpaß heraus, für den es auch keine umfassende Lösung geben kann, ist die *Ex-situ*-Erhaltung bei Kulturpflanzen eine unabdingbare Notwendigkeit.

Für die Unkräuter unter den genetischen Ressourcen sind zur Erhaltung die *On-farm*-Methoden noch am besten geeignet, wenn es auch keine wirklich befriedigende Lösung ist, denn gerade bei der genetischen und in einigen Fällen der Artenvielfalt sind *Ex-situ*-Maßnahmen notwendig, um reich gegliederte Unkrautsippen und gefährdete Arten zu schützen. Das trifft besonders auf Unkräuter vom konvergenten Entwicklungstyp zu (z.B. *Agrostemma githago*), für die in der modernen Landwirtschaft einfach nicht mehr ausreichend Nischen zur Verfügung stehen.

Verwandte Wildarten der Kulturpflanzen sind *in situ* auf jeden Fall am besten zu schützen. In die *Ex-situ*-Erhaltung wird nur Material übernommen, wenn bestimmte Schutzmaßnahmen das erfordern. Das Ziel sollte es immer sein, diese Sippen für eine spätere Ausbringung in natürliche Ökosysteme entsprechend vorzuvermehren. *Ex-situ*-Maßnahmen können für ausgewählte Arten die Sicherheit hinsichtlich der genetischen Vielfalt erhöhen. Ein Teil der verwandten Wildarten wird *ex situ* erhalten, um den Bedarf für Züchtung und Forschung decken zu können. Durch diese Maßnahme werden die Wildbestände, denen nur anfangs eine relativ kleine Probe entnommen wird, geschont.

Es ist klar, daß für die große Menge der wildwachsenden pflanzengenetischen Ressourcen nur eine *In-situ*-Erhaltung in Frage kommt. Nicht allein, weil das die bestangepaßte, d.h. natürliche Methode ist, sondern auch, weil sonst mit ungeheuer großen Beständen *ex situ* gearbeitet werden müßte, die die bisherigen Kapazitäten, die durchaus beachtlich sind, um ein Tausendfaches übersteigen würden. Selbst bei dramatischer Entwicklung der neuen Methoden ist nicht mit einer derartigen Lösung zu rechnen.

Es ist offenbar geworden, daß nur ein ausgewogenes Verhältnis zwischen *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen eine Sicherung der pflanzengenetischen Ressourcen gewährleisten kann. Ein spezifisches Herangehen muß erfolgen, in Abhängigkeit von der Evolutionsform der Ressourcen, ihrer systematischen Besonderheiten und der Erhaltungsweise. Daraus ergeben sich spezifische Strategien.

Den Rahmen für das Vorgehen bilden die internationalen Verträge und Abkommen, die, wenn man die jüngsten zögerlichen Entwicklungen auf dem internationalen Sektor in der Nachfolge der Konferenz von Rio betrachtet, als durchaus ausbaufähig angesehen werden können. Eine Harmonisierung ist aber dringend notwendig. Die Initiativen der Länder sollen vom Bewußtsein des raschen Fortschreitens der Generosion geprägt werden.

Die Weltstrategie trifft natürlich auch für Europa zu. Spezifische Instrumente sind die EG-Verordnungen Nr. 1467/94 und Nr. 2078/92. Auch das Europäische Kooperationsprogramm zu pflanzengenetischen Ressourcen (ECP/GR) spielt eine bedeutende Rolle. Vorrangig ist die Schaffung einer gemeinsamen Forschungs- und Erhaltungsstrategie für pflanzengenetische Ressourcen in Europa.

Deutschland

Die nationalen Programme sind die Basis für den Globalen Aktionsplan (Tabelle 30).

Für Deutschland muß dringend ein nationales Programm erarbeitet und umgesetzt werden, das nicht nur die administrativen und institutionellen Rahmenbedingungen ausfüllt, sondern auch auf der Basis der bereits skizzierten wissenschaftlichen Grundsätze agiert. Die Grundlagen dafür sind vorhanden (vgl. BOMMER & BEESE 1990, BEGEMANN & HAMMER 1993, THOROE ET AL 1994, OETMANN ET AL 1995).

Da bei den pflanzengenetischen Ressourcen der Verantwortungsbereich verschiedener Ministerien berührt wird, ist ein abgestimmtes Verfahren zwischen den Hauptakteuren BML, BMU und BMBF (für die internationalen Maßnahmen auch BMZ u.a.) notwendig, d.h. der politische Wille muß vorhanden sein und umgesetzt werden.

Ansonsten sind Handlungsbedarf und Maßnahmen im Deutschen Bericht zur Vorbereitung der 4. Internationalen Technischen Konferenz der FAO in Leipzig 1996 ausführlich dargelegt worden (OETMANN ET AL 1995). Als wichtige Punkte sind aufgeführt:

- die Prüfung der einschlägigen Rechtsvorschriften,
- die Einbringung deutscher Sammlungen in das weltweite *Ex-situ*-Netzwerk der FAO,
- der Auf- und Ausbau eines Dokumentationssystems,
- die Entwicklung einer Sammlungsstrategie für die Ergänzung der vorhandenen Sammlungen,
- die weitere Entwicklung der *In-situ*-Erhaltung am natürlichen Standort,
- die Extensivierung und Diversifizierung der Landwirtschaft,
- die Förderung ressourcenschonender Produkte und Verfahren,
- die Schaffung verbesserter wissenschaftlicher Qualifikationsmöglichkeiten,
- die Erweiterung der traditionellen Aufgabengebiete Botanischer Gärten und
- die Verbesserung der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere Maßnahmen betreffen die Landwirtschaft und den Gartenbau, die Forstwirtschaft sowie den Natur- und Umweltschutz (*In-situ*-Erhaltung).

Schlußfolgerungen

Innerhalb des Rahmenwerkes internationaler, europäischer und deutscher Verträge, Abkommen und Gesetze sollten die pflanzengenetischen Ressourcen entsprechend den wissenschaftlichen Grundlagen der Biodiversität (genetische, Arten-, und Ökosystem-Vielfalt) und dem Evolutionsstatus (Kulturpflanzen, Unkräuter, verwandte Wildarten) spezifisch den Erhaltungsbedingungen (*ex situ*, *on farm*, *in situ*) zugeordnet werden.

Ex-situ-Maßnahmen sind unbedingt notwendig für reich gegliederte Kulturpflanzen (innerhalb der Arten) und Unkräuter vom konvergenten Entwicklungstyp. *On-farm*-Methoden müssen besonders die Artenvielfalt der Kulturpflanzen bewahren, während Wildpflanzen in den allermeisten Fällen *in situ* bewahrt werden müssen.

Eine Komplementarität der Maßnahmen ist die beste Vorgehensweise für die Vermeidung großer Verluste durch die Generosion. Diese Komplementarität muß auch für ein deutsches System gefordert werden, wobei die verschiedenen Ministerien zu gemeinsamen Aktionen finden sollten.

Pflanzengenetische Ressourcen sind immer auch ein globales Problem. Das noble Prinzip eines "Erbes der Menschheit" und die damit verbundenen Pflichten sollten zumindest von den Ländern aufrecht erhalten werden, die über die entsprechenden finanziellen Möglichkeiten verfügen.

Zusammenfassung

Die pflanzengenetischen Ressourcen sind ein wichtiger Teil der pflanzlichen Biodiversität. Ihre Erhaltung ist eine vordringliche Aufgabe zur Sicherung der Ernährung und des Bedarfs an nachwachsenden Rohstoffen einer ständig wachsenden Weltbevölkerung. Sie kann durch *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen erfolgen.

Eine Bestandsanalyse der pflanzengenetischen Ressourcen *in situ* kommt zu den folgenden Ergebnissen:

Die Anzahl der pflanzengenetischen Ressourcen ist weltweit sehr hoch und dürfte nach dem heutigen Kenntnisstand etwa 40% der Gesamtartenzahl der höheren Pflanzen umfassen. Mit dem Fortschritt der Wissenschaft wird sich dieser Prozentsatz in Zukunft noch weiter erhöhen.

Es ist bisher meist übersehen worden, daß auch Deutschland nicht arm an heimischen genetischen Ressourcen ist. Besonders trifft das für Zierpflanzen, Arznei- und Gewürzpflanzen, Gehölze einschl. Obstpflanzen und Futterpflanzen zu. Gemüse, stärke- oder zuckerhaltige Pflanzen und besonders Körnererbsenpflanzen, die die größte Bedeutung für die menschliche Ernährung haben, sind dagegen deutlich weniger zahlreich vertreten. Die primäre Domestikation und ein Großteil der weiteren Evolution der Vertreter dieser Gruppen sind außerhalb Mitteleuropas erfolgt. Eine Konzentration auf diese Weltkulturen bei der Betrachtung der genetischen Ressourcen würde ein schiefes Bild der Ressourcensituation vermitteln.

Die einzelnen Pflanzenfamilien repräsentieren oft unterschiedliche Nutzungsrichtungen, z.B. als Futterpflanzen und Körnererbsenpflanzen. Ihre Wertung als genetische Ressource ist daher oft unterschiedlich vorzunehmen. Die Beispiele aus Deutschland zeigen, daß eine Region hinsichtlich einer Nutzungsrichtung als reich an genetischen Ressourcen, hinsichtlich einer anderen als arm eingeschätzt werden kann.

Die On-farm-Erhaltung ist eine Sonderform der *In-situ*-Erhaltung, die durch die traditionelle bäuerliche und gärtnerische Bewirtschaftungsweise geprägt ist.

Nach ersten vorliegenden Schätzungen dürften die im Anbau auf Feldern und in Gärten befindlichen pflanzengenetischen Ressourcen etwa 25% der Vielfalt ausmachen, die noch in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zu verzeichnen war. Diese Schätzung umfaßt sowohl einen gewissen Artenschwund aber vor allem den genetischen Verlust innerhalb der reich gegliederten Kulturpflanzenarten. Bei der Ressourcenverfügbarkeit *on farm* ist ein deutliches Nord-Süd-Gefälle zu beobachten, wobei moderne Industriestaaten über relativ wenige pflanzengenetische Ressourcen *on farm* verfügen.

Das trifft für Deutschland zu, wo der Gesamtanbau traditioneller Sorten sehr gering ist. Die Generosion hat hier insgesamt Größenordnungen von weit über 90% erreicht. Der Anbau von traditionellem Material ist aber differenziert einzuschätzen. So gibt es gute Möglichkeiten für Gräser und Futterpflanzen. Auch traditionelle Obstgehölze sind in den verschiedenen Anbauformen variabel vertreten.

Pflanzen des Ackerbaus insgesamt sind in ihrer Vielfalt stark eingeschränkt, während die Bedingungen des Gartenbaus durch zahlreiche Nischen günstige Rückzugsgebiete gewähren. Das ist eine allgemeine Erfahrung, die auch für Deutschland zutrifft.

Zu den traditionellen Anbauern in Landwirtschaft und Gartenbau gesellen sich immer mehr Vertreter des informellen Sektors, die einen Anbau traditioneller Sorten aus den unterschiedlichsten, über rein ökonomische Beweggründe weit hinausgehenden Motiven vornehmen.

Große Ex-situ-Einrichtungen zur Aufnahme der durch die Generosion extrem gefährdeten formenreichen Kulturpflanzen sind besonders in den letzten 30 Jahren entstanden. Sie beherbergen eine beeindruckende Fülle von Material der wichtigsten Kulturpflanzen.

Bei den wichtigsten Fruchtarten befinden sich im Durchschnitt etwa 60% der in den wenigen nächstverwandten Wildarten und den kultivierten Formen vorhandenen Variabilität in *Ex-situ*-Sammlungen. Dabei ist die Hauptmasse des Materials in Genbanken vorhanden. Diese Einschätzung ist aber differenziert zu werten. Während sich für einige Fruchtarten wie Ährengetreide und Zuckerrüben schon die übergroße Mehrheit des Materials in der *Ex-situ*-Erhaltung befindet, ist dieser Anteil für die Gräser und Futterpflanzen sowie die Arznei- und Gewürzpflanzen als viel geringer einzuschätzen. Dabei spielen sowohl die Eignung der Fruchtarten als auch die Verbreitung und Bedeutung der entsprechenden Gruppen von Kulturpflanzen eine Rolle.

Bei der *Ex-situ*-Erhaltung gibt es ein typisches Nord-Süd-Gefälle mit umfangreichen Sammlungen in den Industrie- und relativ kleinen Kapazitäten in den Entwicklungsländern. Pflanzen des Ackerbaus sind insgesamt in den Genbanken besser vertreten als solche des Gartenbaus. Eigenartigerweise ergibt sich hier auch eine Korrelation zur Vermehrungssituation, die bei den meist einjährigen Ackerpflanzen, die darüber hinaus oft zur Selbstbefruchtung neigen, als einfacher einzuschätzen ist.

Die Kollektionen von Wildpflanzen in Genbanken sind relativ bescheiden. Bei hochdomestizierten Arten gibt es oft einen großen Bedarf an Wildmaterial mit Eigenschaften, die eine weitere züchterische Verbesserung der Kultursippen ermöglichen. Bei ihrer Aufnahme in Genbanken geht es in erster Linie um die Verfügbarkeit des Materials. Gelegentlich treten auch Schutzaspekte dazu. Die Erfahrungen der Botanischen Gärten müssen hier unbedingt berücksichtigt werden.

Zierpflanzen werden oft in Botanischen Gärten und Arboreten *ex situ* erhalten. Auch die Aktivitäten von NRO spielen eine steigende Rolle.

Die *Ex-situ*-Sammlungen in Deutschland haben mehr als 90% der vorhandenen Variationsbreite heimischer Kulturpflanzen aufgenommen. Dazu kommt ein Großteil von Material, das aus anderen geographischen Zonen stammt, dort aber in den meisten Fällen nicht mehr verfügbar ist. Repatriierungsprogramme konnten hier schon verschiedentlich einen Ausgleich schaffen. Trotzdem muß das Material als internationale Aufgabe und zur Gewährung der notwendigen Sicherheit weiter erhalten werden.

Erhaltungsmöglichkeiten ergeben sich im Rahmen der oben genannten Bestandsqualitäten.

Zahlreiche Varianten der *Ex-situ*-Erhaltung lassen eine intensive Arbeit auf diesem Gebiet erkennen. Die relativ sichere Installation dieses Systems in der Anfangsphase, die eigentlich nur eine brauchbare Samenlangzeitlagerung zur Voraussetzung hat, führt zu einem unangebrachten Optimismus hinsichtlich der Folgearbeiten. Diese stellen das Hauptlimit des Verfahrens dar. Die Methode ist besonders für reich gegliederte Kulturpflanzen notwendig.

Die *In-situ*-Erhaltung ist in Schutzgebieten gut etabliert. Eine Vernetzung dieser Gebiete führt zu einer stärkeren Berücksichtigung der ökologischen Komponente. Fast alle Wildarten sind auf diese Weise am besten zu schützen.

On-farm-Erhaltung ist ein relativ neues Konzept. Langzeiterfahrungen sind noch nicht vorhanden. Besonders für fremdbefruchtende und die große Masse der sogenannten vernachlässigten Kulturpflanzen ist dieses Verfahren aussichtsreich.

Kombinierte Verfahren können die verschiedenen Erhaltungsmaßnahmen in geeigneter Weise verbinden. Entwicklungen seitens der Genbank führten zum Konzept der integrierten Genbank. Es gibt aber in Deutschland noch kein abgestimmtes Verfahren zur Erhaltung der genetischen Ressourcen unter Einbeziehung von *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen.

Eine kritische Bewertung der Erhaltungsmaßnahmen muß die verschiedenen Aspekte berücksichtigen, die die Basis dieser Maßnahmen bilden.

Aus den unterschiedlichen Perspektiven der Nutzer und Schützer, aber auch anderer Gruppierungen ergeben sich verschiedene Vor- und Nachteile der Grundstrategien. Unbestritten sind die Vorteile der *In-situ*-Erhaltung zur Bewahrung eines großen Artenreichtums bei gleichzeitiger Garantie einer weiteren evolutionären Anpassung.

Die Zugriffsmöglichkeit wird für das *Ex-situ*-Material positiv gewertet. Außerdem kann für die wichtigen Fruchtarten sehr umfangreiches Material, überwiegend im infraspezifischen Bereich, gesichert werden.

Die *On-farm*-Erhaltung ist eher als Mischtyp anzusehen, bei dem die ökonomische Seite der Maßnahme in den Vordergrund tritt.

Bezogen auf die unterschiedlichen Erhaltungsstrategien gibt es spezifische Vor- und Nachteile. Eine alleinige Konzentration auf eine Strategie kann den Anforderungen an die Erhaltung und Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen nicht gerecht werden.

Die Wertung pflanzengenetischer Ressourcen auf finanzieller Basis steckt noch in den Kinderschuhen. *Ex-situ*-Maßnahmen sind relativ aufwendig. Zu den *In-situ*-Maßnahmen liegen noch keine brauchbaren Schätzungen vor.

Die Biotechnologie als moderne Richtung der Biologie eröffnet neue Möglichkeiten der Erhaltung und Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen und provoziert gleichzeitig neue Prognosen zur künftigen Bedeutung dieser Ressourcen.

Die Biotechnologie stellt ein neues Arsenal von Methoden bereit, das sich für die Untersuchung der genetischen Ressourcen aber auch für bestimmte Konservierungstechniken eignet. Diese Methoden sind in der Regel sehr aufwendig und nur an einem eingeschränkten Material nutzbar. Sie sind aber einer raschen Entwicklung unterworfen und werden sich in naher Zukunft besser für die Charakterisierung und Evaluierung umfangreicher *Ex-situ*- und *In-situ*-Bestände eignen.

Die Gentechnik erweitert die Möglichkeit für die Verwendung von verwandtschaftlich entfernt stehenden Merkmalsträgern als Donoren für gewünschte Eigenschaften. Die Gentechnik hat sich das Ziel gestellt, die gesamte Biodiversität als Merkmalsquelle nutzbar zu machen. Die pflanzen genetischen Ressourcen werden aber immer noch insofern eine Rolle spielen, als es sich bei ihnen um die wichtigen Merkmalsträger handelt, die auch den bewährten traditionellen Verfahren zugänglich sind.

Es gibt wichtige internationale Abkommen und Vereinbarungen, die von Bedeutung für die Erhaltung und Nutzung pflanzen genetischer Ressourcen sind. Dazu gehören das Übereinkommen über die biologische Vielfalt, die Internationale Verpflichtung der FAO und der Globale Aktionsplan der FAO.

Innerhalb des Prozesses zur Sicherung und Nutzung der pflanzen genetische Ressourcen hatte sich gezeigt, daß die Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (PGRFA) einer anderen Behandlung bedürfen als die übrigen Ressourcen, die u.a. für die Pharmazieindustrie von größtem Nutzen sind. Eine Harmonisierung der Abkommen und Vereinbarungen ist unbedingt notwendig, ein Prozeß, der inzwischen angelaufen ist.

Bei aller noch notwendigen Verbesserung an Details dieser internationalen Abkommen und Vereinbarungen, sind sie doch eine wichtige Basis für die weiteren Arbeiten mit den pflanzen genetischen Ressourcen.

Der erforderliche Handlungsbedarf hinsichtlich der pflanzen genetischen Ressourcen leitet sich aus dem gegenwärtigen und besonders künftigen Bedarf an ihnen ab. Gegenwärtig ist der Bedarf groß. Es ist noch nicht abzusehen, daß sich dieser Bedarf, selbst bei Anwendung neuer Technologien, in Zukunft reduzieren wird.

Innerhalb des Rahmenwerkes internationaler, europäischer und deutscher Verträge, Abkommen und Gesetze sollten die pflanzen genetischen Ressourcen entsprechend den wissenschaftlichen Grundlagen der Biodiversität (genetische, Arten-, und Ökosystem-Vielfalt) und dem Evolutionsstatus (Kulturpflanzen, Unkräuter, verwandte Wildarten) spezifisch den Erhaltungsbedingungen (*ex situ*, *on farm*, *in situ*) zugeordnet werden.

Ex-situ-Maßnahmen sind unbedingt notwendig für reich gegliederte Kulturpflanzen und Unkräuter von konvergenten Entwicklungstyp. *On-farm*-Methoden können besonders die Artenvielfalt der Kulturpflanzen bewahren. Während Wildpflanzen in den allermeisten Fällen *in situ* erhalten werden müssen.

Eine Komplementarität der Maßnahmen ist die beste Voraussetzung für die Vermeidung großer Verluste durch die Generosion. Diese Komplementarität muß auch für ein deutsches Sys-

tem gefordert werden, wobei die verschiedenen Ministerien zu gemeinsamen Aktionen finden sollten.

Pflanzengenetische Ressourcen sind immer auch ein globales Problem. Das noble Prinzip eines "Erbes der Menschheit" und die damit verbundenen Pflichten sollten zumindest von den Ländern aufrecht erhalten werden, die über die entsprechenden finanziellen Möglichkeiten verfügen

Literaturverzeichnis

- AHN, W.S., J.H. KANG & M.S. YOON, 1996: Genetic erosion of crop plants in Korea. In: Y.G. PARK & S. SAKAMOTO (eds), *Biodiversity and Conservation of Plant Genetic Resources in Asia*, pp. 41-55. Jpn. Sci. Soc. Press, Tokyo.
- AKERROYD, J., 1996: Biodiversity makes good politics but poor science! *Plant Talk* 4, January 1996, 2.
- ALTIERI, M.A. & C.C. MERRICK, 1987: *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Econ. Bot.* 41, 86-96.
- ALTIERI, M.A., 1989: Rethinking crop genetic conservation: a view from the South. *Conservation Biology* 3, 77-79.
- ANON., 1997a: Biodiversität. *Naturw. Rundschau* 50, 102-103.
- ANON., 1970: UNESCO - Resolution 2. 313.
- ANON., 1984: Gesetz zu der in Genf am 23. Oktober 1978 unterzeichneten Fassung des Internationalen Übereinkommens zum Schutz von Pflanzenzüchtungen vom 28. August 1984, BGBl Teil II, S. 809.
- ANON., 1995a: Descriptor Lists. In: IPGRI, *List of IPGRI Publications*, October 1995, IPGRI, Rome, pp. 21-26.
- ANON., 1995b: Konzept zur Umsetzung nationaler und internationaler Regelungen und Programme zur Erhaltung, zum Schutz und zur Nutzung von genetischen Ressourcen im Land Sachsen-Anhalt. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg, 123pp. + Anlagen.
- ANON., 1996: Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28, 730 pp.
- ANON., 1997b: Jahresbericht 1996 des Instituts für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben. Gatersleben, 235 pp.
- ARROWSMITH, N., 1993: Informelle Einrichtungen zur Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen in Europa. *Vortr. Pflanzenzüchtg.* 25, 156-158.
- BAUMANN, M. (ed.), 1991: Bäuerinnen und Bauern erhalten die biologische Vielfalt. *Swissaid*, Bern.
- BEGEMANN, F., 1995: Internationale Rahmenbedingungen auf dem Gebiet pflanzengenetischer Ressourcen. *Schriften zu Genetischen Ressourcen* 1, 7-13.
- BEGEMANN, F. & K. HAMMER, 1993: Analyse der Situation pflanzengenetischer Ressourcen in der Bundesrepublik Deutschland nach der Wiedervereinigung - unter besonderer Berücksichtigung der Genbank Gatersleben - sowie konzeptionelle Überlegungen für ein deutsches Gesamtprogramm. *Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Angewandte Wissenschaft, Heft* 11, 1-76.
- BENNETT, E. (ed.), 1968: *Record of the FAO/IBP Technical Conference on the Exploration, Utilization and Conservation of Plant Genetic Resources*. FAO, Rome.
- BERIDZE, R., 1996: Collecting missions and cultivated plants in Georgia. *Schriften zu Genetischen Ressourcen* 4, 217-223.
- BEUTTEL, E., 1951: Silphion, eine berühmte Heilpflanze des Altertums. *Deutsche Apotheker-Zeitung* 23, 409-410.
- BOMMER, D.F.R. & K. BEESE, 1990: Pflanzengenetische Ressourcen - Ein Konzept zur Erhaltung und Nutzung für die Bundesrepublik Deutschland. *Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft* 388.

- BORCHERT, J., 1996: "Wir müssen die Möglichkeiten der Selbstversorgung armer Länder fördern". Spektrum der Wissenschaft, November 1996, 87-90.
- BOTHMER VON R., O. SEBERG & N. JACOBSEN, 1992: Genetic resources in the Triticeae. *Hereditas* 116, 141-150.
- BRAUN, VON J., 1996: Den Hunger beenden und die Natur erhalten - Vorschau auf den Welt ernährungsgipfel. Spektrum der Wissenschaft, November 1996, 76-82.
- BROWN, A.H.D. & M.T. CLEGG, 1983: Isozyme assessment of plant genetic resources. *Current Topics in Biological and Medical Research* 11, 285-295.
- BRUSH, S., 1995: *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop Sci.* 35, 346-354.
- BRUSH, S.B., 1989: Rethinking crop genetic resources conservation. *Conservation Biology* 3, 19-29.
- BUDOWSKI, G., 1985: Homegardens in tropical America: a review. Paper presented at the First International Workshop on Tropical Homegardens, Bandung, Indonesia, 16 pp.
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ, 1993: Gesetz zu dem Übereinkommen vom 05. Juni 1992 über die biologische Vielfalt. *Bundesgesetzblatt Teil II Z 1998 A, 09. Sept. 1993, Nr. 32: 1741-1772.*
- BUSH, L., W.L. LACY, J. BURKHARDT, D. HEMKEN, J. MORAGO-ROJEL, T. KOPONEN & J. DE LONZA SILVA, 1995: *Making Nature. Shaping Culture.* University of Nebraska, Lincoln & London, 261 pp.
- BÜTTNER, R. & M. FISCHER, 1995: Erhaltung genetischer Ressourcen des Obstes. *Schriften zu Genetischen Ressourcen* 1, 88-94.
- CABANILLA, V.R., M.T. JACKSON & T.R. HARGROVE, 1993: Tracing the ancestry of rice varieties. 17th Int. Congr. Genetics, volume of abstracts, p. 112.
- CALLOW, J. A., B.V. FORD-LLOYD & H.J. NEWBURY (eds) 1997: *Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use.* CAB International, Wallingford, 320 pp.
- CASTIÑEIRAS, L., M. ESQUIVEL, L. LIOI & K. HAMMER, 1991: Origin, diversity and utilization of the Cuban germplasm of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica* 57, 1-8.
- CEPPI, M., 1994: *In situ* conservation of crop relatives with special focus on teosinte. The Biodiversity / Biotechnology Programme Working Paper No. 16. International Academy of the Environment, Geneva.
- CHWEYA, J., 1994: Potential for agronomic improvement of indigenous plant germplasm in African agriculture - a case study of indigenous vegetables in Kenya. In: A. PUTTER (ed.), *Safeguarding the Genetic Basis of Africa's Traditional Crops*, Proc. CTA / IPGRI / KARI / UNEP Seminar, Nairobi, 105-113.
- CLARK, R.L., H.L. SHANDS, P.K. BRETTING & S.A. EBERHART, 1997: Managing large diverse germplasm collections. *Crop Sci.* 37, 1-6.
- COLLINS, W.W. & C.O. QUALSET (eds), 1999: *Biodiversity in Agroecosystems.* CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
- CONWAY, W., 1992: Können Technologien zur Arterhaltung beitragen. In: E.O. WILSON (ed.), *Ende der biologischen Vielfalt.* Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, pp. 287-292.
- CRUZ, A.W., 1972: El Bromus mango, planta desaparecida. *Idesia* 2, 127-131.
- DALZIEL, J.M., 1955: *The useful Plants of West Tropical Africa.* Appendix to the Flora of West Tropical Africa. London, 612 pp.

- DAMBROTH, M. & A. GRAHL, 1981: Aufbau einer Samenbank für landwirtschaftliche Kulturpflanzen und Möglichkeiten ihrer Erweiterung für gefährdete Pflanzen. Aus Liebe zur Natur, Stiftung zum Schutze gefährdeter Pflanzen, H. 2, 11-16.
- DAMBROTH, M., K. MÜNTZ & CHR. O. LEHMANN, 1990: Erste gemeinsame Veröffentlichung über den Sammlungsbestand pflanzengenetischer Ressourcen in Braunschweig und Gatersleben. Braunschweig, 70 pp.
- DAVIS, S.D., V.H. HEYWOOD & A.C. HAMILTON (eds), Centres of Plant Biodiversity: A Guide and Strategy for WWF and IUCN.
- DE LANGHE, E.A.L., 1984: The role of *in vitro* techniques in germplasm conservation. In: J.H.W. HOLDEN & J.T. WILLIAMS (eds), Crop Genetic Resources: Conservation and Evaluation. George Allen and Unwin, London, pp. 131-137.
- DETTWEILER, E., 1995: Erhaltungsmaßnahmen genetischer Ressourcen im Weinbau. Schriften zu Genetischen Ressourcen 1, 48-59.
- DIEDERICHSEN, A. & K. HAMMER, 1995: Variation of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum*) and its wild progenitor pole flax (subsp. *angustifolium* (Huds.) Thell.). Gen. Res. Crop Evol. 42, 263-272.
- DOROFEEV, V.F., A.A. FILATENKO, E.F. MIGUŠOVA, R.A. UDACIN & M.M. JAKUBCINER, 1979: Psenica. Kul't. Fl. SSSR, "Kolos", Leningrad, 347 pp.
- DULLO, M.E., L. GUARINO & B.V. FORD-LLOYD, 1997: A bibliography and review of genetic diversity studies of African germplasm using protein and DNA markers. Gen. Res. Crop Evol. 44, 447-470.
- ELLIS, R. H. & E. H. ROBERTS, 1980: Improved equations for the prediction of seed longevity. Am. Bot. 45, 13-30.
- ESQUIVEL, M. & K. HAMMER, 1988: The "conuco" - an important refuge of Cuban plant genetic resources. Kulturpflanze 36, 451-463.
- ESQUIVEL, M. & K. HAMMER, 1992: The Cuban homegarden "conuco": a perspective environment for evolution and *in situ* conservation of plant genetic resources. Gen. Res. Crop Evol. 39, 9-22.
- EUROMAB, 1993: Access. A Directory of Contacts, Environmental Data Bases, and Scientific Infrastructure on 175 Biosphere Reserves in 32 Countries. Springfield, Virginia.
- EYZAGUIRRE, P. & M. IWANAGA (eds), 1996: Participatory Plant Breeding. IPGRI, Rome, 164 pp.
- FAO, 1983: Revision of the International Undertaking. CPGR, 1st Ext. Session, 7-11 November 1994, Doc. CPGR-Ex1/94/4 Alt., Rome.
- FAO, 1996a: The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Rome, 336 pp.
- FAO, 1996b: Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Rome, 75 pp.
- FAO, 1996c: Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Rome, 63 pp.
- FARNSWORTH, N.R. & D.D. SOEJARTO, 1985: Potential consequence of plant extinction in the United States on the current and future availability of prescription drugs. Econ. Bot. 39, 231-240.
- FEBLER, A., 1981: Erfahrungen mit Vermehrungskulturen in botanischen Gärten. Aus Liebe zur Natur, Schriftenreihe H. 2, 17-23.
- FLITNER, M., 1991: Aufbruch zu reichen Ufern. Genetischer Informationsdienst 73, 15.

- FLITNER, M., 1995: Sammler, Räuber und Gelehrte. Die politischen Interessen an pflanzengenetischen Ressourcen 1895-1995. Campus Verlag, Frankfurt/New York, 336 pp.
- FORD-LLOYD, B. & M. JACKSON, 1986: Plant Genetic Resources: An Introduction to their Conservation and Use. Edward Arnold, London, 152 pp.
- FRANKEL, O. & E. BENNETT (eds.), 1970: Genetic Resources in Plants - Their Exploration and Conservation. IBP-Handbook No. 11. Oxford.
- FRESCO, L.O. & R. RABBINGE, 1997: Keeping world food security on the agenda: implications for the United Nations and the CGIAR. Issues in Agriculture 11, CGIAR, Washington, 16 pp.
- FRESE, L., 1995: Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen im Hinblick auf eine Diversifizierung der landwirtschaftlichen Produktion. Schriften zu Genetischen Ressourcen 1, 136-149.
- FRESE, L., 1996: Pflanzengenetische Vielfalt für die Welternährung. Spektrum der Wissenschaft 1996, 82-87.
- FRISON, E. & K. HAMMER, 1992: Report, Joint FAO/IBPGR Mission to Survey Plant Genetic Resources Programme in Eastern and Central Europe. FAO, IBPGR, Rome, 61 pp.
- GAY, CL., 1854: Historia fisica politica de Chile, Botanica (Flora Chiliana) G. Paris ("1853").
- GLADIS, TH., 1989: Die Nutzung einheimischer Insekten (Hymenopteren und Dipteren) zur Bestäubung von Kulturpflanzen in der Genbank Gatersleben. Kulturpflanze 37, 79-126.
- GLADIS, TH., 1996: Unkräuter als Genressourcen. Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz Sonderh. 15, 39-43.
- GOERKE, W. & K.-H. ERDMANN, 1994: Man and the Biosphere (MAB). A global programme for the environment: Biosphere Reserves: a national and international contribution to support sustainable development. In: F. BEGEMANN & K. HAMMER (eds), Integration of Conservation Strategies of Plant Genetic Resources in Europe. Proc. Int. Symp. Gatersleben, 120-131.
- HAMMER, K. & J. HELLER, 1998: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Schriften zu Genetischen Ressourcen 8, 223-227.
- HAMMER, K. & P. PERRINO, 1995: Plant genetic resources in South Italy and Sicily - studies towards *in situ* and *On-farm* conservation. Plant Genetic Resources Newsl. 103, 19-23.
- HAMMER, K. & S. SCHLOSSER, 1995: The relationships between agricultural and horticultural crops in Germany and their wild relatives. *In situ* conservation and sustainable use of plant genetic resources food and agriculture in developing countries, Report DSE / ATSAF / IPGRI Workshop, Bonn-Röttgen, 74-82.
- HAMMER, K. & E. WILLNER, 1996: Erhaltungsmöglichkeiten genetischer Ressourcen von Futterpflanzen *in situ* und *ex situ*. Schriften zu Genetischen Ressourcen 5, 135-151.
- HAMMER, K. & TH. GLADIS, 1996: Funktionen der Genbank des IPK Gatersleben bei der *In-situ*-Erhaltung *on farm*. Schriften zu Genetischen Ressourcen 2, 83-89.
- HAMMER, K. & W. HONDELMANN, 1997: Genbanken. In: W. ODENBACH (Hrsg.), Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung, pp. 23-30. Parey Buchverlag, Berlin.
- HAMMER, K., 1980: Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzen-sortimenten: *Aegilops* L. Kulturpflanze 28, 33-180.
- HAMMER, K., 1985: Erhaltung von Unkrautsippen - eine Aufgabe für die Genbank? Arch. Natursch. Landsch. forsch., Berlin 25, 75-79.
- HAMMER, K., 1991: Die Nutzung des Materials der Gaterslebener Genbank für die Resistenzzüchtung - eine Übersicht. Vortr. Pflanzenzüchtg. 19, 197-206.

- HAMMER, K., 1991b: Checklists and germplasm collecting. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl. 85, 15-17.
- HAMMER, K., 1993a: Genbanken und Naturschutz in Deutschland - erste Ansätze zu einer Kooperation. Votr. Pflanzenzüchtg. 25, 10-13.
- HAMMER, K., 1993b: Vorwort. R. VELLVÉ, Lebendige Vielfalt. Rheda - Wiedenbrück, 19-22.
- HAMMER, K., 1993c: Generosion aus Genbanksicht. Votr. Pflanzenzüchtg. 25, 140-148.
- HAMMER, K., 1994: *Ex situ* and *on farm* conservation and the formal sector. In: F. BEGEMANN AND K. HAMMER (eds), Integration of Conservation Strategies of Plant Genetic Resources in Europe. Proc. Int. Symp. Gatersleben, pp. 156-165.
- HAMMER, K., 1995a: *Ex-situ*- und *In-situ*-Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen in Deutschland, IWU-Tagungsberichte (Magdeburg), 17-27.
- HAMMER, K., 1995b: Die großen Sammlungen von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland - eine vergleichende Sichtung. Drogenreport 8, 11-16.
- HAMMER, K., 1995c: How many plant species are cultivated? International Symposium on Research and Utilization of Crop Germplasm Resources, p. 6, Beijing.
- HAMMER, K., 1996: Concept of the integrated genebank - the Gatersleben model. Key issues of conservation and utilization of plant genetic resources. Proc. Int. Workshop, 10-23 June 1996, Zschortau. DSE, Zschortau, 11-13.
- HAMMER, K., 1996b: Kulturpflanzenforschung und pflanzengenetische Ressourcen. Schriften zu Genetischen Ressourcen 4, 245-283.
- HAMMER, K., 1997: Evaluation von *Ex-situ*- und *In-situ*-Maßnahmen zur Erhaltung pflanzengenetischen Ressourcen sowie Ableitung von Handlungsbedarf und -ansätzen. Gutachten, 96 pp.
- HAMMER, K., 1998: Genpools - Struktur, Verfügbarkeit und Bearbeitung für die Züchtung. Schriften zu Genetischen Ressourcen 8, 4-14.
- HAMMER, K., CHR.O. LEHMANN & P. PERRINO, 1985b: Character variability and evolutionary trends in a barley hybrid swarm - a case study. Biol. Zbl. 104, 511-517.
- HAMMER, K., CHR.O. LEHMANN & P. PERRINO, 1995: Die in den Jahren 1980, 1981 und 1982 in Süditalien gesammelten Getreide-Landsorten - botanische Ergebnisse. Kulturpflanze 33, 237-267.
- HAMMER, K., G. LAGHETTI & P. PERRINO, 1997: Proposal to make the island of Linosa/Italy as a centre for *On-farm* conservation of plant genetic resources. Gen. Res. Crop Evol. 44, 127-135.
- HAMMER, K., G. LAGHETTI, D. PIGNONE, K. PISTRICK, L. XHUVELI & P. PERRINO, 1994: Emergency collecting missions to Albania, 1993. Plant Genet. Res. Newsl. 107, 36-40.
- HAMMER, K., G. LAGHETTI, S. CIFARELLI & P. PERRINO, 1991: Collecting in northeastern Italy using the indicator-crop method. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl. 86, 39-40.
- HAMMER, K., H. KNÜPFER & H.-DZ. HOANG, 1997: Koreanische Heilpflanzen - eine Liste der kultivierten Arten. Drogenreport, 10 (16), 57-59 + XXVI.
- HAMMER, K., H. KNÜPFER, G. LAGHETTI & P. PERRINO, 1992: Seeds from the Past. A Catalogue of Crop Germplasm in South Italy and Sicily. Bari, 173 pp.
- HAMMER, K., H. KNÜPFER, L. XHUVELI & P. PERRINO, 1996: Estimating genetic erosion in landraces - two case studies. Gen. Res. Crop. Evol. 43, 329-336.
- HAMMER, K., M. ESQUIVEL & H. KNÜPFER, 1992 - 1994: "... y tienen faxones y fabas muy diversos de los nuestros ..." Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources. IPK, Gatersleben, 3 vols.

- HAMRICK, J.L. & M.J.W. GODT, 1997: Allozyme diversity in cultivated crops. *Crop Sci.* 37, 26-30.
- HANELT, P., 1997: The actual flora of cultivated plants: The result of autochthonous developments and foreign introductions. *Monograf. Jard. Bot. Córdoba* 5, 59-69.
- HARLAN, J.R. & J.M.J. DE WET, 1971: Towards a rational classification of cultivated plants. *Taxon* 20, 509-517.
- HARLAN, J.R., 1950: Collecting of crop plants in Turkey (1948). *Agron. J.* 42, 258-259.
- HARLAN, J.R., 1951: Anatomy of gene Centers. *Amer. Nat.* 85, 97-103.
- HARLAN, J.R., 1971: Agricultural origins: centres and noncentres. *Science* 174, 468-474.
- HARLAN, J.R., 1995: *The Living Fields: Our Agricultural Heritage*. Cambridge University Press, 271 pp.
- HAWKES, J.G., 1997: J.G. Hawkes - distinguished economic botanist. Reply to AWARD - 4th July 1996. *Econ. Bot.* 51, 2-5.
- HECKER, U., 1981: Erfahrungen mit Vermehrungskulturen im Botanischen Garten der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz. *Aus Liebe zur Natur, Schriftenreihe H. 2*, 24-26.
- HEGI, G., 1929: *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, vol. 6, 2, pp. 673-674. J.F. Lehmanns Verlag, München.
- HEIDE VAN DER, W.M., R. TRIPP & W.S. DE BOEF (compilers), 1996: *Local Crop Development: An Annotated Bibliography*. IPGRI, CPRO-DLO, ODI, 153 pp.
- HEINS, V., 1993: Survival of the fattest? - Genetische Ressourcen und globale Biopolitik. *Peripherie* Nr. 51/52, 69-85.
- HEYWOOD, V.H. (ed.), 1995: *Global Biodiversity Assessment*. UNEP, Cambridge University Press, 1140 pp.
- HOANG, HO-DZUN, H. KNÜPFER & K. HAMMER, 1997: Additional notes to the checklist of Korean cultivated plants (5). Consolidated summary and indexes. *Gen. Res. Crop Evol.* 44, 349-391.
- HOFFMANN, T., 1997: Gentransfer bei höheren Pflanzen. In: W. ODENBACH (Hrsg.), *Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung*. Parey Buchverlag Berlin, 275-323.
- HONDELMANN, W., 1990: Safeguarding germplasm of medicinal and aromatic plants in the Federal Republic of Germany. *FAO / IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter* 78/79, 1-3.
- HUELE, R., 1994: Biodiversity as a new concept requiring new administrative arrangements. In: A.F. KRATTINGER ET AL. (eds), *Widening Perspectives on Biodiversity*, IUCN, Gland, and International Academy of the Environment, Geneva, pp. 71-76.
- HUMPHRIES, J.C., 1979: A revision of the genus *Anacyclus* L. (Compositae: Anthemideae). *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Bot. Ser.* 7, 3, 83-142.
- IBPGR, 1984: IBPGR policy statement on *in situ* conservation of wild crop relatives. *FAO / IBPGR Plant Genetic Resources Newsl.* 59, 25-26.
- ILLIG, H. & H.-C. KLÄGE, 1996: Das Konzept des Feldflorareservates Luckau - ein übertragbares Modell zur Erhaltung von Kulturpflanzen? *Schriften zu Genetischen Ressourcen* 2, 90-103.
- JEFFRIES, M.J., 1997: *Biodiversity and Conservation*. Routledge, London and New York, 208 pp.
- KATHARI, A., 1994: Beyond the biodiversity convention: a view from India. In V. SÁNCHEZ & C. JUMA (eds), *Biodiplomacy - Genetic Resources and International Relations*, Nairobi, pp. 67-86.

- KEYGENE, N.Y., 1991: Selective restriction fragment amplification: a general method for DNA fingerprinting. European Patent # EP 534858 (24/9/91).
- KLEINSCHMIT, J., 1994: Efficiency of different conservation methods in forestry for conservation and utilization. In: F. BEGEMANN & K. HAMMER (eds), Integration of Conservation Strategies of Plant Genetic Resources in Europe. Proc. Int. Symp. Gatersleben, 181-186.
- KLEINSCHMIT, J., 1995: *In-situ*-Erhaltung forstlicher Genressourcen. Schriften zu Genetischen Ressourcen 1, 14-27.
- KNÜPFER, H., 1983: Computer in Genbanken - eine Übersicht. Kulturpflanze 31, 77-143.
- KNÜPFER, H., 1992: The database of cultivated plants of Cuba. In: K. HAMMER, M. ESQUIVEL & H. KNÜPFER (eds), "... y tienen faxones y fabas muy diversos de los nuestros ..." Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources, vol. 1, 202-212.
- KOHLSTOCK, N., 1993: Generhaltungsmaßnahmen in der Forstpflanzenzüchtung - derzeitiger Stand und Perspektive. Votr. Pflanzenzüchtg. 25, 78-93.
- KUCKUCK, H., 1974: Bedeutung der Nutzung, Erhaltung und Weiterentwicklung der natürlichen genetischen Formenmannigfaltigkeit - ein Beitrag zur "grünen Revolution". Naturw. Rundsch. 27, 267-272.
- KÜHBAUCH, W., 1998: Loss of biodiversity in European agriculture during the 20th century. In: W. BARTHLOTT & M. WINIGER (eds), Biodiversity, pp. 145-155. Springer Verlag, Berlin.
- LARKIN, P. & W.R. SCOWCROFT, 1981: Somaclonal variation - a novel source of variability from cell cultures for plant improvement. TAG 60, 197-214.
- LEHMANN, CHR.O., 1990: Hundert Jahre Sammlung und Nutzung von Landsorten - zur Erinnerung an Emanuel Ritter von Proskowetz und Franz Schindler. In: M. DAMBROTH & C.O. LEHMANN (Hrsg.), Gemeinsames Kolloquium "Sicherung und Nutzbarmachung pflanzengenetischer Ressourcen", 10-22.
- LOHMEYER, W. & H. SUKOPP, 1992: Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schriftenreihe für Vegetationskunde 25, 185 pp.
- LOVEJOY, 1980: Changes in biological diversity. In: G.O. BARNAY (ed.), The Global 2000 Report to the President, vol. 2, pp. 327-332. Penguin Books.
- LUCAS, G. & H. SYNGE, 1996: 33.730 threatened plants. Plant Talk, Oct. 96, 30-32.
- LYMAN, J.M., 1984: Progress and planning for germplasm conservation of major food crops. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl. 60, 3-21.
- MABBERLEY, D.J., 1987: The Plant Book. Cambridge University Press, New York etc., 706 pp.
- MALY, R., K. HAMMER & CHR.O. LEHMANN, 1987: Sammlung pflanzlicher genetischer Ressourcen in Süditalien - ein Reisebericht aus dem Jahre 1950 mit Bemerkungen zur Erhaltung der Landsorten "*in situ*" und in der Genbank. Kulturpflanze 35, 109-134.
- MAXTED, N., B.V. FORD-LLOYD & J.G. HAWKES (eds), 1997: Plant Genetic Conservation. The *in situ* approach. Chapman & Hall, London.
- MCNEELY, J.A., 1992: Nature and culture: Conservation needs them both. Nature and Resources 28 (3), 37-43.
- MEYER, R., CH. REVERMANN & A. SAUTER, 1998: TA-Projekt "Gentechnik, Züchtung und Biodiversität". Endbericht. Arbeitsbericht Nr 55, Büro für Technikfolgeschätzung beim Deutschen Bundestag, 304 pp.
- MOONEY, P.R., 1979: Seeds of the Earth. Canadian Council, Ottawa.

- MOORE, D.M., 1982: Flora European Check List and Chromosome Index. Cambridge Univ. Press. London etc., 423 pp.
- MUHS, H.-J., 1994: Gefährdung und Konzept zur Erhaltung forstgenetischer Ressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Vortr. Pflanzenzüchtg. 27, 135.
- MUÑOZ-PIZARRO, C., 1944: Sobre la bcalidad-tipo de Bromus mango Desv. Agric. Técn. 4, 98-101.
- NEVERS, P., 1991: Pflanzenzüchtung aus der Nähe gesehen. MPI Köln, 87 pp.
- NEWBURY, H.J. & B.V. FORD-LLOYD, 1997: Estimation of genetic diversity. In: N. MAXTED ET AL (eds), Plant Genetic Conservation. The *in situ* Approach, pp. 192-206. Chapman & Hall, London.
- NORSE, E.A. & R.E. MCMANUS, 1980: Ecology and living resources biological diversity. In: Environmental Quality 1980: The eleventh annual report of the council on Environmental Quality, pp. 31-80. Council on Environmental Quality, Washington D.C.
- NOVER, I. & R. MANSFELD, 1955: Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment Gatersleben. 1. Prüfung von Sommergersten auf ihr Verhalten gegen *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal. Kulturpflanze 3, 105-113.
- NOVER, I., 1962: Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment. 4. Prüfung von Winterweizen auf ihr Verhalten gegen *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal. Kulturpflanze 10, 86-92.
- OETMANN, A., 1994: Untersuchungen zur intraspezifischen phänotypischen Variabilität autochthoner Weidelgrasherkünfte (*Lolium perenne* L.) und ihre Bedeutung für die Erhaltung wertvoller Standorte vor Ort (*in situ*). Diss. Kassel, 203 pp. + Anh.
- OETMANN, A., R. BROCKHAUS & F. BEGEMANN (Bearbeiter), 1995: Erhaltung und nachhaltige Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen. Deutscher Bericht zur Vorbereitung der 4. Internationalen Technischen Konferenz der FAO über pflanzen-genetische Ressourcen vom 17.-23. Juni 1996 in Leipzig, vorgelegt vom Nationalen Komitee zur Vorbereitung dieser Konferenz. Schriftenreihe des BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 441, 179 pp.
- OLDFIELD, M.L. & J.B. ALCORN, 1991: Conservation of traditional agroecosystems. In: M.L. OLDFIELD AND J.B. ALCORN (eds), Biodiversity: Culture, Conservation and Ecodevelopment. Westview, Boulder, pp. 37-58.
- PAREZ, M., 1984: Harvesting, processing, storage and subsequent use of animal cells in developing countries. FAO Animal Production and Health Paper 44/2, 67-88.
- PERRINO, P. & K. HAMMER, 1985: Collection of landraces of cultivated plants in South Italy, 1984. Kulturpflanze 33, 225-236.
- PERRINO, P. & K. HAMMER, 1984: The faro: further information on its cultivation in Italy, utilization and conservation. Genetica agrarica 38, 303-311.
- PERSSON, S., 1996: Vilket ansvar har jordbruket för biologisk mangfald ? Sveriges Utsädesf. Tidskr. 106 (4), 145-148.
- PETERSEN, L., H. OSTERGÅRD & H. GIESE, 1994: Genetic diversity among wild and cultivated barley as revealed by RFLP. TAG 89, 676-681.
- PISTORIUS, R. & J. VAN WIJK, 1993: Biodiversity prospecting: Commercializing genetic resources for export. Biotechnology and Development Monitor No. 15, 12-15.
- PLÄN, T., A. GETTKANT & P. STEPHAN, 1994: Ökologische Chancen und Risiken des Einsatzes biotechnologischer Verfahren zur nachhaltigen Nutzung biologischer Ressourcen in "Entwicklungsländern" - eine Untersuchung in drei beispielhaften Szenarien. INF, Regensburg.

- PLUCKNETT, D.L., N.J.H. SMITH, J.T. WILLIAMS & N.M. ANISHETTY, 1997: Gene Banks and the World's Food. Princeton University Press, Princeton, NJ, 248 pp.
- PROSKOWETZ VON, E., 1890: Welches Werthverhältnis besteht zwischen den Landrassen landwirtschaftlicher Culturpflanzen und den sogenannten Züchtungsrasen? Internationaler land- und forstwirtschaftlicher Congress zu Wien 1890. Section I: Landwirtschaft. subsection Pflanzenbau. Frage 5. Heft 13, 3-18.
- RAEBURN, P., 1996: The Last Harvest: The Genetic Gamble that Threatens to Destroy American Agriculture. University of Nebraska Press, 269 pp.
- RAVEN, P.H., 1987: The scope of the plant conservation problem world wide. In: D. BRAMWELL et al. (eds), Botanic Gardens and the World Conservation Strategy, 19-30.
- REID, R., 1988: "Extinct" cereal rediscovered. Threat. Plants Newsl. 19, 6-7.
- ROBERTS, E.H., 1973: Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology 1, 499-514.
- SAGHAI-MAROOF, M.A. ET AL., 1993: Extraordinarily polymorphic microsatellite DNA in barley: Species, diversity, chromosomal locations and population dynamics. Proc. Natl. Acad. Sci. US 91, 5466-5490.
- SAOUMA, E., 1993: Message from the FAO Director-General Edouard Saouma on the occasion of World Food Day 1993. Diversity 9 (3), 5.
- SASAKI, T. ET AL., 1994: Toward cataloguing all rice genes: Large scale sequencing of randomly chosen rice cDNAs from a callus cDNA library. Plant Journal 6, 615-624.
- SAUER, J.D., 1993: Historical Geography of Crop Plants: A Select Roster. CRC Press, Boca Raton, 309 pp.
- SCHIEDER, O., 1977: Vegetative Vermehrung. In: W. ODENBACH (Hrsg.), Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Parey Buchverlag Berlin, 119-127.
- SCHINDLER, F., 1890: Welches Werthverhältnis besteht zwischen den Landrassen landwirtschaftlicher Culturpflanzen und den sogenannten Züchtungsrasen? Internationaler land- und forstwirtschaftlicher Congress zu Wien 1890. Section I: Landwirtschaft - subsection Pflanzenbau. Frage 5. Heft 13, 19-24.
- SCHLOSSER, S., 1982: Genressourcen für Forschung und Nutzung. In: Naturschutzarbeit in den Bezirken Halle und Magdeburg, Dessau, 19. Beiheft, 1-96.
- SCHLOSSER, S., 1984: The use of nature reserves for *in situ* conservation. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl. 61, 23-25.
- SCHLOSSER, S., L. REICHHOFF & P. HANELT (Hrsg.), 1991: Wildpflanzen Mitteleuropas - Nutzung und Schutz. Berlin, 550 pp.
- SCHMIDT, G.W., 1995: *In-situ*-Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen im ökologischen Landbau. Schriften zu Genetischen Ressourcen 1, 116-135.
- SCHMIDT, H. & CHR. O. LEHMANN, 1990: Untersuchungen zur Virusresistenz in den Gaterslebener Kollektionen von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.), Erbsen (*Pisum sativum* L.) und Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.). Gemeinsames Kolloquium "Sicherung und Nutzbarmachung pflanzengenetischer Ressourcen", Braunschweig - Gatersleben, 109-125.
- SCHNABEL, H., 1996: Mit Silbermünzen aufgewogen. Money trend (Internationales Münzmagazin) 12, 42-43.
- SCHNEIDER, C., M. SUKOPP & H. SUKOPP, 1994: Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen. Schriftenreihe für Vegetationskunde 26, 356 pp.
- SCHOLZ, H. & U. MOS, 1994: Status und kurze Geschichte des ausgestorbenen Kulturgetreides *Bromus mango* E. Desv. und die Genese des *Bromus secalinus* L. Flora 189, 215-222.

- SCHULTZE-MOTEL, J. (Hrsg.), 1986: Rudolf Mansfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). 2. Aufl., Akad.-Verl., Berlin, 4 Bd.
- SCHULZE, E.-D. & H.A. MOONEY, 1993: Ecosystem function of biodiversity: A summary. In: E.-D. SCHULZE & H.A. MOONEY (eds), Biodiversity and Ecosystem Function. Springer Verlag, Berlin etc., pp. 497-510.
- SCHUMACHER, W., 1982: Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. Aus Liebe zur Natur, H. 1, 78-89.
- SCHWANITZ, F., 1960: Darwin und die Evolution der Kulturpflanzen. In: G. HEBERER & F. SCHWANITZ (eds), Hundert Jahre Evolutionsforschung. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- SEAL, U.S., 1992: Für *Ex-situ*-Populationen bedrohter Arten förderliche Technologien. In: E.O. WILSON (ed.), Ende der biologischen Vielfalt. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, pp. 313-319.
- SEIDEWITZ, L., 1991: Stand und Inanspruchnahme der Sammlung pflanzengenetischer Ressourcen. In: Arbeiten zur Züchtungsforschung, Bericht 1991, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (FAL).
- SHIVA, V., 1993: Different actors, different actions - two paradigmas of biodiversity. Third World Resurgence No. 35, 2-4.
- SMITH, C., 1984: Estimated costs of genetic conservation in farm live stock. FAO Animal Production and Health Paper 44/1, 21-30.
- SPIESS, R., 1990: Stand der Diskussion zur Überführung von Vermehrungskulturen an Freilandstandorte als Beitrag zum Artenschutz gefährdeter Pflanzen. Arch. Nat. Schutz Landsch.forsch., Berlin 30, 253-263.
- STEIER, 1927: Silphion. In: Pauly's Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft, zweite Reihe, fünfter Halbband, 103-114. J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- STUBBE, H., 1982: Geschichte des Instituts für Kulturpflanzenforschung Gatersleben. Akademie-Verlag, Berlin.
- SUEMARWORTO, O. & I. SUEMARWORTO, 1979: The village homegardens: a traditional integrated system of man - plants - animals. Conference of Integrated System Development, Arlan, Belgium, Sept. 1979, 14 pp.
- SUKOPP, H., 1983: Die Bedeutung der Freilichtmuseen für den Arten- und Biotopschutz. Aus Liebe zur Natur, Schriftenreihe H. 3, 34-42.
- SVARSTAD, H., 1994: National Sovereignty and genetic resources. In: V. SÁNCHEZ & C. JUMA (eds), Biodiplomacy - Genetic Resources and International Relations, Nairobi, pp. 45-65.
- SZABÓ, A.T. & K. HAMMER, 1996: Notes on the taxonomy of farro: *Triticum monococum*, *T. dicoccon* and *T. spelta*. In: S. PADULOSI ET AL (eds), Hulled wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 4, 2-40.
- SZABÓ, A.T., 1996: Ethnobiodiversity: human diversity and plant genetic diversity in the evolution of crop plants. Part. 1. Schriften zu Genetischen Ressourcen 4, 130-161.
- THOROE, C. ET AL (Hrsg.), 1994: Organisationsanalyse zu pflanzengenetischen Ressourcen für die Forschung im Bereich landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen. Schriftenreihe "agrarspectrum" Band 23, 130 pp.
- TINGEY, S.V. & J.P. DEL TUFO, 1993: Genetic analysis with RAPD markers. Plant Physiology 101, 349-352.
- TITTEL, C., 1986: Compositae. In: J. SCHULTZE-MOTEL, 1986 (ed.), pp. 1261-1335.

- VAVILOV, N.I., 1926: Geographical regularities in the distribution of the genes of cultivated plants. *Bull. appl. Bot. Gen. i Sel.* 17, 3, 411-428 (Russ., Engl. summ.).
- VAVILOV, N.I., 1935: The phyto-geographical basis for plant breeding (russ.). *Teoreticeskije Osnovy selekcii*, vol.1. Moskva-Leningrad.
- VELLVÉ, R., 1993: *Lebendige Vielfalt*. Rheda - Wiedenbrück, 187 pp.
- WALTER, K.S. & H.J. GILLET (EDS), 1997: 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. IUCN - The World Conservation Union, 862 pp.
- WATSON, R.T. ET AL. 1995a: Global biodiversity assessment. Summary for policy makers. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. Cambridge, U.K., Cambridge University Press, 16 pp.
- WATSON, R.T. ET AL., 1995b: Gründe für den ökologischen Landbau. *Spektrum der Wissenschaft*, November 1996, 74-76.
- WCED, 1987: *Our Common Future*. Brundlandt Report. World Commission on Environment and Development. Oxford Univ. Press, 383 pp.
- WEBER, W.E., 1996: Notwendigkeit einer *In-situ*-Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen aus Sicht der Wissenschaft. *Schriften zu Genetischen Ressourcen* 2, 204-211.
- WEISSER, C.F., U. JÄGER & W.D. SPANG, 1991: Changes and limitations of *ex situ* conservation of species and genetic diversity on a global perspective. Bundesumweltministerium, Bonn.
- WELLS, M., 1992: Biodiversity conservation, affluence and poverty: mismatched costs and benefits and efforts to remedy them. *AMBIO* No. 3, 237-243.
- WHEALY, K., 1993: Informelle Einrichtungen zur Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen. *Votr. Pflanzenzüchtung* 25, 149-155.
- WIGANDA, L.C., 1981: An agroecosystem analysis of West Javanese homegardens. Working paper. East - West Center, Honolulu, Hawaii, 15 pp.
- WILKES, G., 1989: Germplasm preservation: objectives and needs. In: L. KNUTSON & A.K. STONER (eds), *Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives*. Kluwer Academic Publishers, pp. 13-41.
- WILSON, E.O. (ed.), 1998: *Biodiversity*. National Academic Press, Washington D.C.
- WILSON, E.O., 1992: *The Diversity of Life*. Harvard University Press, Harvard.
- WOOD, D. & J.M. LENNE, 1997: The conservation of agrobiodiversity *On-farm*: Questioning the emerging paradigm. *Biodiversity and Conservation* 6 (1), 109-129.
- ZEVEN, A.C., 1996: Results of activities to maintain landraces and other material of some European countries *in situ* before 1945 and what we can learn from them. *Gen. Res. Crop Evol.* 43, 337-341.
- ZHANG, Q. ET AL., 1995: Molecular divergence and hybrid performance in rice. *Molecular Breeding* 1, 133-142.

Tab. 1: Anzahl der Kulturpflanzenarten weltweit (nach HAMMER 1995a)

Autor	Jahr	Anzahl der Arten	
		nachgewiesen	geschätzter Maximalwert
MANSFELD	1959	1.430	1.700 - 1.800
VUL'F (vor 1941)	publ. 1987	2.288	-
VUL'F & MALEEVA	1969	2.540	-
Mansfeld, 2. Aufl. (Hrsg. SCHULTZE-MOTEL)	1986	4.800	-
MANSFELD, 3. Aufl. (in Vorbereitung)		-	6.000
Gesamtschätzung			7.000

Tab. 2: Vergleich der Artenzahlen von Kulturpflanzen in Süditalien (HAMMER ET AL. 1992) mit denen des Genzentrums Mittelmeergebiet (VAILOV 1935) (nach HAMMER 1996b)

Fruchtartengruppen	VAILOV (1935)	HAMMER ET AL. (1992)
Körnerpflanzen	16	3
Futterpflanzen	11	56
Öl- und Gewürzpflanzen	7	3
Obst	2	26
Gemüse	30	38
Würzpflanzen und Pflanzen mit ätherischen Ölen	15	14
Farbstoff- und Tanninpflanzen	2	2
Pflanzen für verschiedene Nutzungen	1	63
Gesamt	84	205

Tab. 3: Mitteleuropäische Wildpflanzen nach Nutzungsgruppen (nach SCHLOSSER ET AL. 1991, HAMMER 1995a)

Nutzungsgruppe	Anzahl	
	Wildpflanzen	Adventivpflanzen
Zierpflanzen, Zier- und Rasengräser	280	46
Arznei- oder Gewürzpflanzen, kosmetische Grund- oder Hilfsstoffe liefernde Pflanzen	228	32
Gehölze für die Garten- oder Landschaftsgestaltung, Flur- Windschutz- oder Ziergehölze	188	33
Obstpflanzen, Wildfrüchte einschließlich nußartige Früchte liefernde Pflanzen, Unterlagen für Obstgehölze	78	16
Futterpflanzen	72	17
Pflanzen für die Rekultivierung zur Bodenbefestigung oder Bodenverbesserung	58	15
Gemüsepflanzen, Wildgemüse	41	11
Forstgehölze	35	2
Technische Kulturen, Sondernutzungen	19	8
Öl- und fetthaltige Pflanzen	19	6
Stärke- und zuckerhaltige Pflanzen	5	4
Körnereiweißpflanzen	2	1
Anzahl der einbezogenen Arten = 1055	980	148

Tab. 4: Struktur der pflanzengenetischen Ressourcen (PGR) in Deutschland und global (nach HAMMER 1995a)

Deutschland	absolut	% von A₂
Anzahl höherer Pflanzen (A ₂)	2.500	100
Anzahl PGR (B ₂)	1.055	42,2
Anzahl Kulturpflanzen (C ₂)	150	6
Welt	absolut	% von A₁
Anzahl höherer Pflanzen (A ₁)	250.000	100
Anzahl PGR (B ₁), kalkuliert	50.000 - 105.500	20 - 42,2
Anzahl Kulturpflanzen (C ₁)	7.000	2,8

Tab. 5: Matrix der Merkmale infraspezifischer Variabilität bei Einkorn, *Triticum monococcum* convar. *monococcum* (nach SZABÓ & HAMMER 1996)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
x				x		x			var. <i>monococcum</i>
					x	x			var. <i>tauricum</i>
	x			x		x			var. <i>flavescens</i>
	x				x	x			var. <i>pseudoflavescens</i>
			x		x	x			var. <i>sofianum</i>
x				x			x		var. <i>macedonicum</i>
x					x		x		var. <i>pseudomacedonicum</i>
	x			x			x		var. <i>vulgare</i>
	x				x		x		var. <i>atriaristatum</i>
		x			x		x		var. <i>symphaeropolitanum</i>
			x		x		x		var. <i>nigricultum</i>
x				x				x	var. <i>hohensteinii</i>
	x			x				x	var. <i>hornemannii</i>
	x				x			x	var. <i>pseudohornemannii</i>

1 = Spelzenfarbe weiß, 2 = Spelzenfarbe braun, 3 = Spelzenfarbe schwarz auf weißem Grund, 4 = Spelzenfarbe schwarz auf braunem Grund, 5 = Grannenfarbe wie Ährenfarbe, 6 = Grannenfarbe schwarz, 7 = Spelzen matt, 8 = Spelzen glänzend, 9 = Spelzen behaart

Tab. 6: Geschätzte Artenzahlen der ausgestorbenen bzw. gefährdeten Kulturpflanzen und pflanzen genetischen Ressourcen in Deutschland, Europa und der ganzen Welt (nach HAMMER 1998)

	Kulturpflanzen	Pflanzen genetische Ressourcen
Deutschland	20	142
Europa	67	640
Welt	940	13.500

Tab. 7: Bisher publizierte Monografien zu vernachlässigten und untergenutzten Kulturpflanzen im Rahmen eines IPK/IPGRI Projektes (nach HAMMER & HELLER 1998)

Arten		Autoren	Jahr	Seiten
Physic nut	<i>Jatropha curcas</i>	J. HELLER	1996	66 PP.
Yam bean	<i>Pachyrhizus spp.</i>	M. SØRENSEN	1996	141 PP.
Coriander	<i>Coriandrum sativum</i>	A. DIEDERICHSEN	1996	83 PP.
Hulled wheats	<i>Triticum spp.</i>	S. PADULOSI, K. HAMMER AND J. HELLER, eds.	1996	262 PP.
Niger	<i>Guizotia abyssinica</i>	A. GETINET AND S. SHARMA	1996	59 PP.
Pili nut	<i>Canarium ovatum</i>	R.E. CORONEL	1996	57 PP.
Safflower	<i>Carthamus tinctorius</i>	LI DAJUE AND H.-H. MÜNDEL	1996	83 PP.
Chayote	<i>Sechium edule</i>	R. LIRA SAADE	1996	58 PP.
Bambara groundnut	<i>Vigna subterranea</i>	J. HELLER, F. BEGEMANN AND J. MUSHONGA, eds.	1997	166 PP.
Breadfruit	<i>Artocarpus altilis</i>	D. RAGONE	1997	77 PP.
Cat's whiskers	<i>Cleome gynandra</i>	J.A. CHWEYA AND N.A. MNZAVA	1997	54 PP.
Tef	<i>Eragrostis tef</i>	SEYFU KETEMA	1997	50 PP.
Sago palm	<i>Metroxylon sagu</i>	M. FLACH	1997	76 PP.
Oregano	<i>Origanum spp.</i>	S. PADULOSI, ed.	1997	176 PP.
Black nightshades	<i>Solanum nigrum</i>	J.M. EDMONDS AND J.A. CHWEYA	1997	113 PP.
Traditional Vegetables	<i>various species</i>	L. GUARINO, ed.	1997	171 PP.
Carob tree	<i>Ceratonia siliqua</i>	I. BATLLE AND J. TOUS	1997	92 PP.
Grasspea	<i>Lathyrus sativus</i>	C. CAMPBELL	1997	92 PP.
Buckwheat	<i>Fagopyrum esculentum</i>	C. CAMPBELL	1997	93 PP.
Peach Palm	<i>Bactris gasipaes</i>	J. MORA-UURPI, J.C. WEBER AND C.R. CLEMENT	1997	83 PP.
Andean root crops: Arracacha, yacon, maca and ahipa	<i>Arracacia xanthorrhiza, Polymnia sonchifolia, Lepidium meyenii and Pachyrhizus ahipa</i>	M. HERMANN AND J. HELLER, eds.	1997	256 PP.
Chenopods Asia	<i>Chenopodium album</i>	TEJ PARTAP, B.D. JOSHI AND N. GALWEY	1998	67 PP.
Lupinus	<i>Lupinus spp.</i>	W. COWLING, B. BUIRCHELL AND M. TAPIA	1998	105 PP.
Aibika	<i>Abelmoschus manihot</i>	S. PRESTON	IN PREP.	
Jackfruit, chempedak and marang	<i>Artocarpus spp.</i>	ZAINAL ABIDIN MOHAMED, ABDUL RAHMAN MILAN AND A.N. RAO	IN PREP.	

Tab. 8: Artenzahlen von Wildpflanzen, pflanzengenetischen Ressourcen (PGR) und Kulturpflanzen in Deutschland, Europa und auf der Welt (nach HAMMER und GLADIS 1996, geschätzt, vgl. HAMMER 1995, MOORE 1982)

	Höhere Pflanzen	davon: PGR	davon: Kulturpflanzen
Deutschland	2.500	1.055	150
Europa	11.500	4.730	500
Welt	250.000	100.000	7.000

Tab. 9: Ausgewählte Daten zum Artenreichtum der Kulturpflanzen in drei Gebieten (nach KNÜPFER 1992)

	Insgesamt	Kuba	Italien	Korea
Species	1.597	1.029	522	456
Genera	781	531	300	314
Familien	158	117	86	99
Volksnamen		1.671	2.833	530
Literaturquellen		197	306	4

Tab. 10: Anzahl der *Ex-situ*-Sammlungen und in ihnen betreutes Material weltweit (nach FAO 1996a)

Region	Genbanken Anzahl	%	Muster Anzahl	%
Afrika	124	10	353.523	6
Asien	293	22	1.533.979	28
Europa	496	38	1.934.574	35
Naher Osten	67	5	327.963	6
Nordamerika	101	8	762.061	14
Lateinamerika und Karibik	227	17	642.405	12
Summe	1.308	100	5.554.505	100
CGIAR-System			593.191	
Gesamtsumme			6.147.696	

Tab. 11: Die 30 wichtigsten Kulturpflanzen der Welt und ihr Sammlungsbestand *ex situ* (nach FAO 1996b)

Fruchtart	Anzahl der Muster in den Sammlungen	Fruchtart	Anzahl der Muster in den Sammlungen
Weizen	784.500	Ackerbohne	29.500
Gerste	485.000	Maniok	28.000
Reis	420.500	Kautschuk	27.500
Mais	277.000	Linse	26.000
Bohnen	268.500	Knoblauch/Zwiebel	25.500
Sojabohnen	174.500	Zuckerrübe	24.000
Sorghum-Hirse	168.500	Ölpalme	21.000
Kohl	109.000	Kaffee	21.000
Vigna	85.500	Zuckerrohr	19.000
Erdnuß	81.000	Yamswurzel	11.500
Tomate	78.000	Banane/Kochbanane	10.500
Kichererbse	67.500	Tabak	9.705
Baumwolle	49.000	Kakao	9.500
Süßkartoffel	32.000	Taro	6.000
Kartoffel	31.000	Kokosnuß	1.000

Tab. 12: Fruchtarten in Genbanken, bei denen Deutschland im Weltmaßstab über große Sammlungen verfügt (nach FAO 1996a)

Fruchtart	Muster in Genbanken insgesamt	Rangfolge	Anteil an den gesamten Weltbeständen (%)
Weizen	784.500	5	6
Gartenbohnen	268.500	5	3
Kohl	109.000	3	9
Tomate	78.000	5	4
Kartoffel	31.000	3	13
Ackerbohne	29.500	2	18
Zwiebeln und Verwandte	25.500	1	18
Zuckerrüben	24.000	1	25

Tab. 13: Anteil heimischen Materials in nationalen Genbanken (nach FAO 1996a)

Region	Land	Anteil %	Region	Land	Anteil %
Europa	Belgien	12	Naher Osten	Irak	> 95
	Bulgarien	75		Iran	22
	Deutschland	20		Zypern	100
	Moldova	40	Amerika	Brasilien	24
	Rumänien	71		Columbien	55
	Slowakien	8		Ecuador	52
	Tschechien	16		USA	19
Afrika	Angola	100	Asien	China	85
	Äthiopien	100		Korea (Nord)	20
	Kamerun (Knollen- pflanzen)	75		Korea (Süd)	18
	Kamerun (Obst)	25		Sri Lanka	67
	Malawi	100			
	Mauritius	100			
	Nambia	100			
	Senegal	10			

Tab. 14: Die Bestände der Genbank Gatersleben und ihrer Außenstellen 1996 (nach ANON. 1997b)

Fruchtartengruppen	Anzahl Pflanzensippen
Getreide, einschl. Mais und Hirse ¹	38.100
Gräser ²	5.447
Kartoffeln ³	5.238
Betarüben	362
Hülsenfrüchte	15.782
Futterpflanzen ²	4.468
Tabak	473
Ölsaaten und Faserpflanzen ²	5.338
Arznei- und Gewürzpflanzen	3.293
Gemüse einschl. Kürbispflanzen	12.599
Mutanten (<i>Lycopersicon</i> , <i>Glycine</i> , <i>Antirrhinum</i>)	2.503
Obst ⁴	2.673
Zierpflanzen	1.700
Genbank Gatersleben insgesamt	97.976

- 1 einschl. der Sortimente in Gülzow-Güstrow
 2 einschl. der Sortimente in Malchow/Poel
 3 Außenstelle Groß Lüsewitz
 4 Außenstelle Dresden-Pillnitz

Tab. 15: Die Bestände der Genbank Braunschweig (nach BEGEMANN UND HAMMER 1993)

Fruchtartengruppen	Anzahl der Pflanzensippen ¹⁾
Getreide	29.467
Leguminosen	9.030
Öl- und Faserpflanzen	3.222
Rüben und Kartoffeln	6.265
Futterpflanzen	2.797
Tabak	43
Sonstige	1.155
Landwirtschaftliche Arten	51.979
Gemüse	2.237
Arznei- und Gewürzpflanzen	1.090
Mutanten u.a.	1.814
Gartenbauliche Arten	5.141
Genbank Braunschweig insgesamt	57.120

- 1 Daten beziehen sich auf SEIDEWITZ (1991) und geben den Stand am Stichtag 15. August 1991 wieder. Die großkörnigen und kleinkörnigen Leguminosensortimente sind unter Leguminosen zusammen-gefaßt. Die Hackfrüchte außer Rüben und Kartoffeln wurden unter Gemüse addiert. Die Wildarten wurden unter Mutanten u.a. aufgeführt.

Tab. 16: Material in den *Ex-situ*-Sammlungen Gatersleben und Braunschweig (nach OETMANN ET AL. 1995, Auswahl)

Fruchtart	Prozentualer Anteil in der Sammlung	
	Gatersleben	Braunschweig
Getreide	39	53
Gräser und Futterpflanzen	13	6
Hülsenfrüchte	17	16
Gemüse	10	7
Ölsaaten und Faserpflanzen	7	7
Kartoffeln	5	6
Beta-Rüben	2	4
Obstkulturen	2	-
Zierpflanzen	1	-

Tab. 17: Charakterisierung des Bestandes der *Ex-situ*-Sammlungen Gatersleben und Braunschweig entsprechend den Kultivierungsstufen (nach OETMANN ET AL. 1995)

Kultivierungsstufe	Prozentualer Anteil in der Sammlung	
	Gatersleben	Braunschweig
Aktuelle Sorten und Zuchtlinien	33	42
Alte Sorten und Landsorten	48	35
Wildmaterial	15	15
Mutanten	4	1
Muster ohne Zuordnung	-	7

Tab. 18: Geschätzte Reproduktionsintervalle für Saatgut, das bei -20° C und mit 5% Samenfeuchte gelagert wird (nach ROBERTS 1973, FORD-LLOYD UND JACKSON 1986). Diese theoretischen Werte liegen meist beträchtlich über den praktisch realisierbaren, die nach unseren Erfahrungen bei Gerste etwa 35-40 Jahre betragen

Art	Sorte	Prognostiziertes Regenerationsintervall (Jahre)
Gerste	'Proctor', 'Golden Promise', 'Julia' (Mittelwert)	70
Reis	'Norin'	300
Weizen	'Atle'	78
Ackerbohne	'Claudia Superaquadulce'	270
Erbse	'Meteor'	1.090
Zwiebel	'White Portugal'	28
Salat	'Grand Rapids'	11

Tab. 19: Methoden der *Ex-situ*-Konservierung für unterschiedliche pflanzengenetische Ressourcen (nach FAO 1996b)

Lagertechnologie	Lagermaterial	Funktion
Niedrige Temperatur (-18°C), 3-7% Saatgutfeuchte	Orthodoxe Samen	Langzeitlagerung (Basiskollektion), Arbeitssammlung
Getrocknete Samen bei kühlen Temperaturen	Orthodoxe Samen	Aktive und Arbeitskollektionen, mittlere Lagerdauer
Ultra-trockene Samen bei Raumtemperatur	Orthodoxe Samen mit langer Keimfähigkeitsdauer	Mittlere bis Langzeitlagerung (aktive und Arbeitssammlungen)
Feldgenbanken	Vegetativ vermehrbare Arten, Arten mit rekalzitranten Samen, Arten mit langen Reproduktionszyklen und mit geringer Samenproduktion	Kurze oder mittlere Lagerdauer, aktive Kollektionen
<i>In-vitro</i> -Kultur unter Slow-growth-Bedingungen	Vegetativ vermehrbare Arten, einige Arten mit rekalzitranten Samen	Mittlere Lagerdauer, aktive Kollektionen
Kryokonservierung bei -196° C unter flüssigem Stickstoff	Samen, Pollen, Gewebe oder Embryonen, die für die <i>In-vitro</i> -Regeneration nach Gefriertrocknung geeignet sind	Langzeitlagerung

Tab. 20: Kategorien der Landnutzung in Deutschland (1993), (nach STATISTISCHES JAHRBUCH FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1994, NATIONALER WALDBERICHT 1994, OETMANN ET AL. 1995)

Nutzungsart	Fläche	
	Mio. ha	%
Landwirtschaft	17,2	48
darunter Ackerbau	11,7	32
Grünland	5,3	15
Dauerkulturen	0,2	1
Wald	10,7	30
Sonstige ¹⁾	7,9	22
Gesamt	35,7	100

1 Gebäude, Freiflächen, Verkehrsflächen, Gewässer, Ödland u.a.

Tab. 21: Schutzgebiete in Deutschland (1992) (nach Daten zur Umwelt 1992/93, OETMANN ET AL. 1995);

Großschutzgebiete

	Schutzgebietskategorie			
	Nationalparke ¹⁾	Biosphärenreservate ¹⁾	Feuchtgebiete (Ramsar) ¹⁾	Naturparke
Anzahl	8	9	29	ca. 67
Fläche (ha)	180.302	628.690	ca. 134.240	5.569.477
Fläche (%)	0,5	1,8	0,4	15,6

¹⁾ ohne Watt- und Wasserflächen der Nord- und Ostsee

Natur- und Landschaftsschutzgebiete

	Schutzgebietskategorie	
	Naturschutzgebiete	Landschaftsschutzgebiete
Anzahl	ca. 4.880	ca. 6.206
Fläche (ha)	ca. 617.000	ca. 9.039.871
Fläche (%)	1,7	25,3

Tab. 22: Vor- und Nachteile der *In-situ*-Erhaltung im Vergleich zur *Ex-situ*-Erhaltung (aus WEBER 1996)

Vorteile	
—	Muster werden als Pflanzen beobachtet
—	Vergleich von verschiedenen Mustern vor Ort möglich
—	Natürliche Einflüsse können sich auswirken
—	Es können neue Varianten entstehen
—	Zeitverläufe sind studierbar
—	Leichte Erhaltung bei vegetativ vermehrten Formen
Nachteile	
—	<i>On-farm</i> -Erhaltung nur bei relativ kleiner Zahl möglich
—	Risiko des Verlustes erhöht
—	Zugang für Züchtungsforschung weniger einfach
—	Hohe Kosten bei der Erhaltung <i>on farm</i>

Tab. 23: Zusammenhang zwischen der primären Auffindung von Genbank-Material mit Resistenzeigenschaften und der Zulassung von Sorten, in die solches Ausgangsmaterial eingegangen ist (nach HAMMER 1991)

Fruchtart	Beginn der Untersuchungen/Quelle	Sorte/Jahr
Sommergerste	1954 / NOVER & MANSFELD 1955	'Trumpf' / 1973, 'Nadja' / 1975
Winterweizen	ca. 1960/ NOVER 1962	'Compal' / 1981, 'Fakon' / 1981
Erbse	1969 / SCHMIDT & LEHMANN 1990	'Sima' / 1987, 'Bornella' / 1987

Tab. 24: Von 1973 bis 1990 zugelassene Sorten, in die nachweisbar Ausgangsmaterial aus der Genbank Gatersleben einging (nach HAMMER 1991)

Fruchtart	Anzahl der Sorten
Sommergerste	30 ¹
Wintergerste	3
Sommerweizen	1
Winterweizen	12
Trockenspeiseerbse	2
Futtererbse	3
Salat	1
Gemüseerbse	4
Gesamt	56

1 davon 5 für Sortenmischungen

Tab. 25: Vorteile und Nachteile einiger Methoden zum Messen genetischer Variation (nach FAO 1996b)

Methoden	1	2	3	4	5	6	7
Morphologie ^{a)}	gering	hoch	geringe Anzahl	mittel	phänotypisches Merkmal	qualitativ / quantitativ	niedrig
Pedigreeanalyse ^{b)}	mittel	-	-	gut	Grad der Elternverwandtschaft	-	niedrig
Isoenzyme ^{c)}	mittel	mittel	geringe Anzahl	mittel	Proteine	co - dominant	mittel
RFLP (low copy)	mittel	niedrig	geringe Anzahl (spezifisch)	gut	DNA	co - dominant	hoch
RFLP (high copy)	hoch	niedrig	hohe Anzahl (spezifisch)	gut	DNA	dominant	hoch
RAPD ^{d)}	hoch bis mittel	hoch	hohe Anzahl (random)	gering	DNA	dominant	mittel
DNA sequencing ^{e)}	hoch	gering	geringe Anzahl (spezifisch)	gut	DNA	co-dominant/dominant	hoch
Seq tag SSRs ^{f)}	hoch	hoch	mittlere Anzahl (spezifisch)	gut	DNA	co-dominant	hoch
AFLPs ^{g)}	mittel bis hoch	hoch	hohe Anzahl (random)	mittel	DNA	dominant	hoch

a) ANON. 1995a

c) BROWN AND CLEGG 1983

e) SASAKI ET AL. 1994

g) KEYGENE 1991

b) CABANILLA ET AL. 1993

d) TINGEY AND DEL TUFO 1993

f) SAGHAI-MAROOF ET AL. 1993, ZHANG ET AL. 1995

1 = aufgefundenen Variation, 2 = Probendurchsatz, 3 = untersuchte Loci je Assay, 4 = Reproduzierbarkeit bei Wiederholungen, 5 = Analysierter Merkmalstyp, 6 = Vererbung des untersuchten Merkmals, 7 = erforderliches Technologieniveau

Tab. 26: Ursachen für den gegenwärtigen Verlust an genetischer Diversität in der Landwirtschaft entsprechend den Länderberichten (nach FAO 1996b)

Ursachen	Anzahl der Länder, für die diese Ursachen zutreffen
Gesetzgebung/Politik	23
Unruhen	6
Bevölkerungswachstum ¹	46
Krankheiten, Unkräuter, Schädlinge	9
Umweltschädigungen	34
Rodung ²	62
Überweidung	33
Reduzierte Brache ³	6
Übernutzung in den Landwirtschaftssystemen	18
Verdrängung lokaler Landsorten	82

¹ einschließlich Ausbreitung der Städte

² einschließlich Entwaldung und Flächenbrände

³ berichtet für Brandrodungssysteme

Tab. 27: Problemanalyse der *Ex-situ*-Kollektionen weltweit (nach FAO 1996a)

Region	Anzahl der Länder	Anzahl der Muster	Probleme bezogen auf die Muster					
			1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %
Europa	24	1.468.102	50	35	37	20	35	36
Naher Osten	14	271.343	60	30	35	22	35	21
Afrika	21	279.659	70	20	42	22	48	2
Asien	16	1.307.543	50	20	32	22	31	22
Amerika	20	1.171.146	55	22	50	45	37	9
Gesamt	95	4.497.793						

1 = Schlechte bzw. fehlende Langzeitlagerung

2 = Probleme mit Fremdbefruchtern

3 = Finanzielle Probleme

4 = Technische Probleme

5 = Personalprobleme

6 = keine spezifischen Probleme

Tab. 28: Ex-situ-Sammlungen und deren Regenerationsbedarf in den größten nationalen Sammlungen der Welt (nach FAO 1996a)

Land und Institutionen	Muster	Bedingungen	Regenerationsbedarf
China Institute of Crop Germplasm	300.000	Langzeitlagerung	Nicht benötigt, weil Genbank erst 8 Jahre alt
USA National Seed Storage Laboratory	268.000	Langzeitlagerung, Kapazität bis zu 1.000.000	19% müssen regeneriert werden, Schwierigkeiten bei Arbeitskräften und Fremdbefruchtern
Rußland VIR	177.680	keine Langzeitlagerung	Häufige Regeneration notwendig
Japan NIAR	146.091	Langzeitlagerung	4% müssen regeneriert werden, keine Probleme
Indien NBPGR	144.109	Neue Genbank für 600.000 Muster wird gebaut	63% müssen regeneriert werden, keine spezifischen Probleme gemeldet
Korea, Republik Suwon	115.639	Langzeitlagerung für 200.000 Muster	50% müssen regeneriert werden, Probleme mit Fremdbefruchtern
Deutschland IPK, Gatersleben	103.000	Langzeitlagerung	Hauptproblem ist hoher Personalbedarf
Kanada PGRC	100.000	Langzeitlagerung	Keine spezifischen Probleme
Brasilien CENARGEN	60.000	Langzeitlagerung für 100.000 Muster	64% müssen regeneriert werden, Probleme sind finanzieller Art, Infrastruktur und Arbeitskräfte
Deutschland BAZ, Braunschweig	57.000	Langzeitlagerung	Mangel an Arbeitskräften
Italien Bari	55.806	Langzeitlagerung	Keine spezifischen Probleme
Äthiopien Biodiversity Institute	54.000	Langzeitlagerung	8% müssen regeneriert werden, Probleme sind finanz. Art, Land- und menschliche Ressourcen
Ungarn Institute for Agrobotany	45.833	Langzeitlagerung	40% müssen regeneriert werden, keine spezifischen Probleme
Polen Plant Breeding & Acclimatization Institute	44.883	Langzeitlagerung	3% müssen regeneriert werden, keine spezifischen Probleme
Philippinen NPGRL	32.446	Langzeitlagerung	Keine spezifischen Probleme

Tab. 29: Die Erhaltungsmethoden und ihre Bedeutung für unterschiedliche Gruppen von pflanzengenetischen Ressourcen in Abhängigkeit von der spezifischen Diversität (nach HAMMER 1997)

Diversität	Erhaltungsmodus		
	<i>Ex situ</i> (Genbanken)	<i>On farm</i> (Agrarökosysteme)	<i>In situ</i> (andere Ökosysteme)
Genetische Vielfalt	K ⁺⁺⁺ V ⁺ U ⁺	K ⁺⁺ V [°] U ⁺	K [°] V ⁺⁺⁺ U [°]
Artenvielfalt	K ⁺⁺ V ⁺ U ⁺	K ⁺⁺⁺ V [°] U ⁺⁺	K [°] V ⁺⁺⁺ U [°]
Ökosystem-Vielfalt	K [°] V [°] U [°]	K ⁺⁺ V [°] U ⁺⁺	K [°] V ⁺⁺⁺ U [°]

K = Kulturpflanzen
° = keine Bedeutung

V = verwandte Wildarten
+ = geringe Bedeutung

U = Unkräuter
++ = wichtig

+++ = sehr wichtig

Tab. 30: Aufbau Nationaler Programme für PGRFA

nach den Empfehlungen subregionaler Treffen in Vorbereitung der 4. Internationalen Technischen Konferenz. Ungefähr 55 Länder haben nat. Programme, weitere 20 Länder verfügen über eine gewisse Koordinierung (nach FAO 1996b)

Nationale Programme für pflanzengenetische Ressourcen für die Ernährung und Landwirtschaft (PGRFA)	
<i>Ziel</i>	
Beiträge zur nationalen Entwicklung, Ernährungssicherung, nachhaltigen Landwirtschaft und zur Erhaltung der Biodiversität durch die Erhaltung und Nutzung von PGRFA	
<i>Funktionen</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung nationaler Maßnahmen und Strategien Schaffung von Grundbausteinen für regionale und internationale Zusammenarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> Koordinierung nationaler Aktivitäten
<i>Aktivitäten</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Erfassung, Erkundung und Sammlung Erhaltung <i>in situ</i> und <i>ex situ</i> Charakterisierung und Evaluierung Nutzbarmachung Züchtung Saatgutproduktion und -verteilung Dokumentation und Informationsverbreitung 	<ul style="list-style-type: none"> Ausbildung und Ausbau von Kapazitäten Forschung Mitteleinwerbung Entwicklung der Gesetzgebung Regulierung des Zugangs des Austausches genetischer Ressourcen Öffentlichkeitsarbeit
<i>Partner</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Ministerien und Regierungsbeauftragte Universitäten, Forschungs- und andere Ausbildungseinrichtungen Nichtregierungsorganisationen (NRO), Landwirtevereinigungen 	<ul style="list-style-type: none"> Privatsektor und halbstaatliche Gesellschaften Regionale und internationale Organisationen und Netzwerke

Abkürzungsverzeichnis

BAZ	Bundesanstalt für Züchtungsforschung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGBI	Bundesgesetzblatt
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BML	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMU	Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
CBDC	Community Biodiversity Development and Conservation Programme
CITES	Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Fauna und Flora
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CGRFA	Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture
ECP/GR	European Cooperative Programme on Crop Genetic Resources Networks
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EUCARPIA	European Association for Research on Plant Breeding
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FFH	Flora-Fauna-Habitat (Richtlinie Nr. 92/43/EWG)
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GEF	Global Environmental Facility
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources
IBP	International Biological Programme
IGR	Informationszentrum für Genetische Ressourcen der ZADI
IPGRI	International Plant Genetic Resources Institute
IPK	Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung
ITKPGR	Internationale Technische Konferenz der FAO über Pflanzengenetische Ressourcen
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
MAB	"Man and Biosphere" Programme of UNESCO
NRO	Nichtregierungsorganisation
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PGR	Pflanzengenetische Ressourcen

TRIPs	Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights
UN	United Nations
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNDP	UN Development Programme
UNEP	UN Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
UPOV	International Convention for the Protection of New Varieties of Plants
WCED	World Commission on Environment and Development
WTO	World Trade Organisation
WWF	World Wide Fund for Nature
ZADI	Zentralstelle für Agrardokumentation und - information