

# **Recherche zu Forschungs-, Entwicklungs- und Modellvorhaben mit Beiträgen zur innovativen Nutzung und Erhaltung von Agrarbiodiversität**

---

## **Auftraggeber:**

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung  
und Verbraucherschutz (BMELV)  
Referat 225

## **Auftragnehmerin:**

ALE, Agentur für LandEntwicklung und LandErlebnis  
(wissenschaftliche Expertisen, Beratung, Konzepte)  
Dr. Renate Strohm - Lömpcke  
Dorfstr. 25, 17252 Schwarz  
renate.strohm@t-online.de

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Nachwachsende Rohstoffe und Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen</b>	<b>6</b>
2.1	Begriffliche Abgrenzung und bisherige Entwicklungen	6
2.2	Energiepflanzen	9
2.3	Faserpflanzen	12
2.4	Ölpflanzen	17
2.5	Eiweißpflanzen	19
2.6	Zucker- und stärkehaltige Pflanzen	20
2.7	Holzhaltige Pflanzen	20
2.8	Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen	27
2.8.1	Arznei- und Gewürzpflanzen	27
2.8.2	Färberpflanzen	31
<b>3</b>	<b>Vorsorge für den Klimawandel und Anpassung an marginale Standorte</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Spezielle Anforderungen des ökologischen Landbaus</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>Pflanzenschutz und biologische Verfahren</b>	<b>45</b>
5.1	Biologischer Pflanzenschutz	45
5.2	Resistenzzüchtung	51
<b>6</b>	<b>Umweltbelastungen</b>	
6.1	Böden	56
6.2	Gewässer	58
6.3	Umweltfreundliche Verfahren der Energieerzeugung	59
<b>7</b>	<b>Tierernährung, Futtermittel und Tierzucht</b>	<b>60</b>
<b>7.1</b>	<b>Tierernährung und Futtermittel</b>	<b>60</b>
<b>7.2</b>	<b>Tierzucht</b>	<b>63</b>

<b>8</b>	<b>Ausweitung von Aquakulturen</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>Verbraucherverhalten und Formen der on-farm – Erhaltung</b>	<b>75</b>
9.1	Neuorientierung bei Lebensmitteln auf Inhaltsstoffe und Qualität	76
9.2	Wachsende Bedeutung ökologisch produzierter Lebensmittel	81
9.3	Wachstum in der Nische: Lebensmittel mit besonderem Charakter und besonderer Herkunft	81
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkungen</b>	<b>89</b>

**Literaturverzeichnis**

### **Liste der Abkürzungen:**

AID	aid infodienst – Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft
AGP	Arznei- und Gewürzpflanzen
BAZ	Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen
BBA	Biologische Bundesanstalt
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BÖL	Bundesprogramm ökologischer Landbau
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DFG	Deutsche Forschungsgesellschaft
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DVL	Deutscher Verband für Landschaftspflege
FAH	Arznei- und Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller e.V.
FNR	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe
GEH	Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Nutzierrassen
IST	Institut für abiotische Stressresistenz
VEN	Verein zur Erhaltung der Nutzpflanzenvielfalt
VERN	Verein zur Erhaltung und Rekultivierung von Nutzpflanzen in Brandenburg e.V.
ZADI	Zentralstelle für Agrardokumentation und –information

# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Aufgabe und Zielsetzung der vorliegenden Studie ist es, im Rahmen einer Projekt-Recherche, Informationen über seit dem 01.01.2004 abgeschlossene oder laufende Forschungs-, Entwicklungs-, und Modellvorhaben, von denen Beiträge zur innovativen Nutzung von Agrarbiodiversität ausgehen können, zusammenzustellen und im Hinblick auf evt. vorhandene Schwerpunkte, Defizite und Realisierungsmöglichkeiten auszuwerten.

Als Schwerpunktthemen sollten dabei die folgenden Bereiche im Rahmen der Projekt-Recherche bearbeitet werden:

- Vorsorge für Klimawandel
- Anpassung an marginale Standorte
- Nachwachsende Rohstoffe, Energiepflanzen (inkl. Hölzer), Biomasse
- Arznei- und Gewürzpflanzen
- Ausgewählte Gemüse
- Futtermittel
- Herstellung biologischer Pflanzenschutzmittel und –verfahren
- Spezialitäten von gefährdeten Haustierrassen
- Ausweitung von Aquakulturen
- Ex situ, neue Technologien bei der ex-situ Erhaltung, europ. und internationale Arbeitsteilung
- In situ, On farm: neue Ansätze und Entwicklungen
- Verbraucherverhalten (Erhaltung durch Essen, Ernährung, Marketing)
- Rechtliche Hemmnisse, Handelshemmnisse

Zu den in den einzelnen Themenbereichen identifizierten Projekten sollten Informationen über die in der Förderung und Durchführung beteiligten Institutionen, die Inhalte, den Stand der Arbeiten, sowie evt. vorhandene Ergebnisse und Veröffentlichungen eingeholt werden. Weiterhin sollten in einer Bewertung des Vorhabens die Realisierungschancen und Innovationspotentiale der jeweiligen Idee abgeschätzt werden. Die Themenbereiche Ex-situ-Erhaltung und Rechtliche Hemmnisse wurden nicht als eigene Kapitel abgearbeitet. Entsprechende Bezüge finden sich in einzelnen Abschnitten.

## 1.2 Begriffsklärung

Die vorliegende Studie basiert im wesentlichen auf einer online-Recherche. Um zu erläutern, welche Art von Projekten mit welcher Methodik erfasst wurden, soll zunächst kurz auf den Begriff der Agrarbiodiversität und die Abgrenzungskriterien des Innovationsbegriffes eingegangen werden.

Mit dem Begriff der Agrarbiodiversität werden in der Regel alle Bestandteile der biologischen Vielfalt beschrieben, die für die Ernährungs-, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, direkt von Bedeutung sind oder die zur Erhaltung der Schlüsselfunktionen von Agrarökosystemen beitragen. Hierzu zählen alle kultivierten und domestizierten Arten einschließlich ihrer wilden Verwandten wie auch gemanagte Wildtier- und Pflanzenbestände. Weiterhin zählen Arten dazu, die Ökosystem-Leistungen erbringen, z.B. Nützlinge, die Schädlinge kontrollieren, Bodenorganismen, die Nährstoffe für Nutzpflanzen aufschließen, Bestäuber und Pflanzen, die zur Erosionskontrolle beitragen oder den Wasserhaushalt stabilisieren.

Diese Definition beschreibt relativ klar, in welcher Weise sich die im Zusammenhang mit der Agrarwirtschaft stehende biologische Vielfalt vom allgemeinen alle Bereiche umfassenden Biodiversitätsbegriff abgrenzen lässt.

Sehr viel schwieriger ist die Frage zu beantworten, welche Aktivitäten, Projekte oder Forschungsansätze tatsächlich als innovativ zu bezeichnen sind oder möglicherweise Potentiale für zukünftige Innovationen bergen. Da der Begriff der „Innovation“ selbst je nach wissenschaftlichem oder gesellschaftlichem Hintergrund insbesondere im Augenblick sehr unterschiedlich und vergleichsweise inflationär gebraucht wird, ist eine eindeutige Abgrenzung im Hinblick auf die Formulierung von Auswahlkriterien für die zu eruiierenden Projekte kaum möglich. Auf Basis der im folgenden kurz skizzierten Überlegungen wurde daher ein eher pragmatischer Ansatz zur Eingrenzung der zu betrachtenden Vorhaben gewählt.

Das sehr „weite“ Verständnis des Begriffes „Innovation“ wie er aktuell verwendet wird, spiegelt sich wieder in der Beschreibung wie sie von der EU im Rahmen der Lissabon-Strategie in einem Grundsatzpapier zur Innovationspolitik formuliert wurde. Innovation bedeutet danach ganz einfach „in Wirtschaft und Gesellschaft Neuerungen hervorbringen, adoptieren und erfolgreich nutzen“ (KOM(2003)112. In diesem prozessorientierten (weiten) Verständnis werden somit alle möglichen Aktivitäten von der Ideenbildung bis zur Markteinführung als innovativ bezeichnet (vgl. dazu auch den Innovationsindikator Deutschland des DIW oder das Mannheimer Innovationspanel).

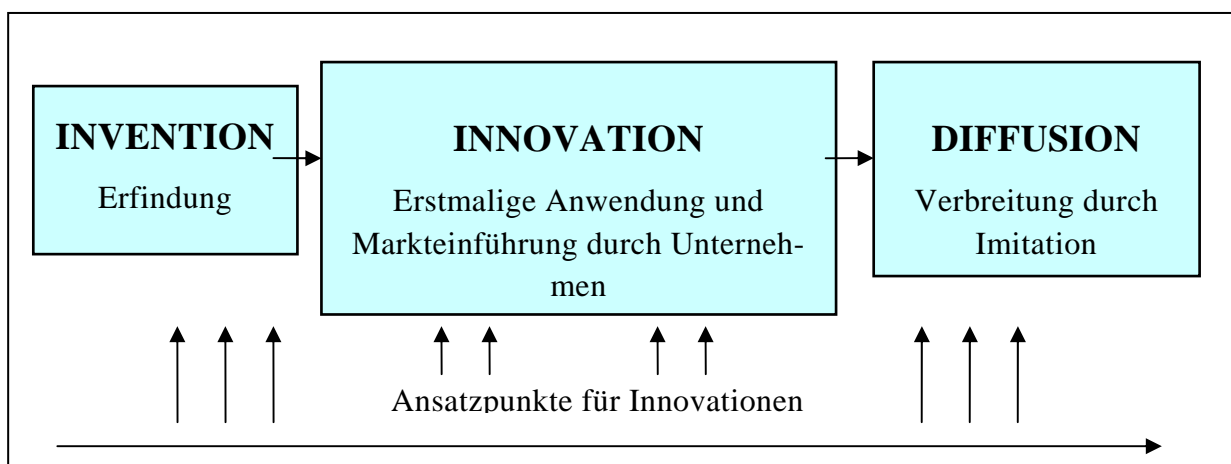
Eine Innovation kann dabei auf

- ein Produkt,
- ein Verfahren,
- eine Dienstleistung,
- eine Organisationsform oder eine Handlungsstrategie abzielen

und sie kann in einem ortsabhängigen Zusammenhang definiert werden. D.h. eine Veränderung ist innovativ, wenn sie für eine bestimmte Nutzergruppe oder Region neu ist, in anderen Regionen oder Zusammenhängen aber bereits bekannt ist. Vor diesem Hintergrund dürfte auch das im Zusammenhang mit Fragen der Agrarbiodiversität sehr aktuelle Wiederentdecken von „Bewährtem“ durchaus als innovativ zu sehen sein.

Die Bezugnahme auf einen vergleichsweise offenen Innovationsbegriff ermöglicht es im Rahmen der vorliegenden Recherche die Vielfalt und Breite der Aktivitäten aufzuzeigen, die zur ihrer Realisierung, die Verfügbarkeit genetischer Ressourcen voraussetzen. Diese reichen von den zahlreichen Forschungsvorhaben in diesem Bereich bis zu konkreten Geschäfts- oder Marketingideen, die bereits dabei sind, sich am Markt zu etablieren.

Um die in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Vorhaben in diesem Zusammenhang einordnen zu können, ist an dieser Stelle zur Veranschaulichung eine Innovationsachse eingefügt.



Quelle: Eigene Darstellung

In der Darstellung werden die Begriffe wie sie von Schumpeter (1961) in der klassischen ökonomischen Theorie zur Beschreibung von Innovationen geprägt worden sind, verwendet. Danach wäre nur die erstmalige Einführung einer im Vorfeld erfolgten Erfindung tatsächlich als Innovation zu bezeichnen. Wie oben dargelegt, wird der Begriff der Innovation im modernen Sprachgebrauch jedoch sehr viel weiter gefasst. Entsprechend sind auch alle Aktivitäten im Bereich der Invention als innovativ zu betrachten. Ebenso wird ein Produkt, eine Dienstleistung oder ein Verfahren noch als innovativ bezeichnet, auch wenn diese bereits in der Diffusion begriffen. Auf die Frage, wann eine Innovation denn soweit am Markt etabliert ist, dass sie als solche nicht mehr zu bezeichnen ist, konnten in der aktuellen Literatur keine konkreten Antworten gefunden werden. Die Beantwortung bleibt daher eher der individuellen Einschätzung überlassen.

### 1.3 Vorgehensweise

Ausgehend von der oben erfolgten Abgrenzung des Themas und der Begrifflichkeiten wird deutlich, dass das Suchfeld der Recherche damit zunächst eine Fülle von Aktivitäten aus dem Feld der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft umfasst. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Pflanzen- und Tierzucht, in der naturgemäß zur Fortentwicklung von Sorten, Arten oder Rassen immer auf genetische Ressourcen zurückgegriffen wird. In Anbetracht des sehr beschränkten Zeitbudgets für die Durchführung der Recherche wurde hier z.T. eine Auswahl vorgenommen, die weniger inhaltliche, denn pragmatische Gründe im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Informationen zum Hintergrund hat. In keinem Falle ist damit eine Wertung im Hinblick auf die Bedeutung der Vorhaben verbunden.

In den Themenbereichen, in denen es möglich war in der Kürze der Zeit, einen gewissen Überblick über die realisierten Forschungs-, Entwicklungs- und Modellvorhaben insgesamt zu gewinnen, wurde versucht, Projekte darzustellen, deren Ziele und Inhalt bereits eine absehbare Umsetzungsrelevanz haben.

Grundlage der Informationsbeschaffung war dabei im wesentlichen das Internet. Dabei wurde verschiedene Datenbanken von Förder- oder Forschungsinstitutionen genutzt (z.B. des Bundes (BLE, ZADI, etc.), der DFG, der FNR, der landwirtschaftlichen Landesanstalten, der Fachverbände, der DBU, der LEADER+- Vernetzungsstelle oder der Geschäftsstelle von Regionen aktiv). Als großes Problem in der Darstellung und Einordnung der Projekte erwies sich die Tatsache, dass über die genannten Datenbanken zumeist nur die anfängliche Projektskizze als Grundlage für eine etwaige Förderung, zugänglich ist. Auch bei bereits seit längerem abgeschlossenen F&E-Vorhaben waren meist keine Ergebnisse ins Netz eingestellt. Eine Ausnahme bilden hier die über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) finanzierten Projekte. Hier waren zumeist über die zentralen Internetseiten der Branche ([www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)) auch Ergebnisberichte abrufbar.

Bei besonders innovativen oder praxisrelevanten Projekten wurde versucht auf telephonischem Wege nähere Informationen einzuholen. Dies ist in anbetracht der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht immer gelungen, so dass nicht immer eine Einordnung der Projekte im Sinne der oben skizzierten Fragestellung möglich war.

Begleitend zu der Recherche im Internet wurden auch immer wieder Gespräche mit Experten aus den einzelnen Bereichen geführt. Dabei handelte es sich zum einen um Mitglieder des Beirates für Biodiversität und genetische Ressourcen beim BMELV, zum anderen um Vertreter von Verbänden, Forschungsinstituten oder den Geschäftsstellen der Fördermittelgeber.

Die Ergebnisse der Projekt-Recherche sind nur als erste Annäherung an das Thema zu betrachten. Die Fülle der Vorhaben und innovativen Ansatzpunkte an sich zeigt jedoch be-



reits, wie existenziell das Vorhandensein und die Verfügbarkeit einer breiten Vielfalt genetischer Ressourcen für die Entwicklung der Wirtschaft im Agrarbereich und die Lösung drängender gesellschaftlicher Probleme ist.

In der folgenden Darstellung der Ergebnisse sind die oben genannten Schwerpunktthemen z.T. zu neuen Gliederungspunkten zusammengefasst worden, um vorhandene Überschneidungen weitestgehend zu minimieren. Sollten einzelne Projekte dennoch im Hinblick auf verschiedene Aspekte relevant sein, wurden entsprechende Querverweise eingefügt. Als Quellen wurden in der Regel die entsprechenden Internetseiten eingefügt. Um diese Angaben etwas zu verkürzen, wurde da, wo die Seiten über die jeweilige Homepage leicht zugänglich ist, nur diese Adresse angegeben.

## 2    **Nachwachsende Rohstoffe und Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen**

### 2.1    **Begriffliche Abgrenzung und bisherige Entwicklungen**

Unter dem Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ werden im allgemeinen land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe pflanzlichen und tierischen Ursprungs verstanden, die außerhalb des Ernährungsbereiches stofflich oder energetisch genutzt werden. Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen werden entweder ebenfalls zu den Nachwachsenden Rohstoffen gezählt wie z.B. die Färbepflanzen oder es handelt sich um Heil-, Arznei- oder Gewürzpflanzen, die Verwendung in der menschlichen oder tierischen Ernährung finden. In der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen wird dabei unterschieden zwischen der:

- **Stofflichen Nutzung** von Nachwachsenden Rohstoffen mit den Produktlinien Stärke, Zucker, Proteine, Fasern, Biogene Öle und Fette, Lignocellulose/Holz und den Besonderen Inhaltsstoffen,
- sowie der **Energetischen Nutzung** über feste, flüssige oder gasförmige Energieträger.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe hat seit Anfang der neunziger Jahre stark an Bedeutung gewonnen. So ist die Anbaufläche von ca. 246.000 ha im Jahr 1993 auf voraussichtlich 1.402.578 ha im Jahr 2005 angewachsen. An der deutlichen Ausweitung der Anbauflächen, die aktuell noch einmal seit 2003 erfolgte, hat vor allem die gestiegene Rapsölproduktion einen entscheidenden Anteil. Diese ist dabei im wesentlichen auf die Produktion von Biodiesel, aber auch auf die Verwendung von Rapsöl in der oleo-chemischen Industrie, der Erzeugung von Bioschmierstoffen und –hydraulikölen sowie der Verwendung von Rapsöl als Kraftstoff zurückzuführen. Dagegen sind die Anbauflächen von Sonnenblumen und Öllein in den letzten Jahren deutlich gesunken. Landwirtschaftlich erzeugte Energiepflanzen werden statistisch erst seit 2004 erfasst. Hier ist es vor allem der Mais, dessen Bedeutung als Energiepflanze im Rahmen der Biogaserzeugung in den letzten zwei Jahren sehr stark gestiegen ist. Weitere Anteile entfallen auf Getreide als Ganzpflanze und im Falle der Bioethanolerzeugung auch in der Verwendung des Korns.

Eine Übersicht der auf die einzelnen Pflanzen- bzw. Inhaltsstoffe entfallenden Flächen und ihrer Anteile gibt Tabelle 1:

**Tabelle 1: Anbauflächen nachwachsender Rohstoffe (Basisflächen und Stilllegung flächen) in den Jahren 2002 bis 2005 in Hektar**

	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Stärke	125.000	125.000	125.000	128.000
Zucker	7.000	7.000	7.000	18.000
Rapsöl	664.930	668.753	859.907	1.061.923
Sonnenblumenöl	24.080	18.185	10.747	12.754
Leinöl	15.277	5.365	3.096	3.329
Naturfasern	2.000	1.500	1.500	1.575
Arznei- und Gewürzpflanzen	4.400	4.693	4.465	10.182
Sonstiges, gesamt	3.919*	5.051*		
Energiepflanzen			27.000	166.815
Anbau gesamt	838.280	835.547	1.042.617	1.402.578

\* inklusive Energiepflanzen

Quelle: Angaben der FNR

Ein wichtiger Einflussfaktor für die Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe ist der Preis für fossile Energieträger. Der Umfang der mit Nachwachsenden Rohstoffen bestellten Fläche wurde aber in den letzten Jahren auch stark durch die öffentliche Förderung beeinflusst. So wurde auf Initiative der Bundesregierung 1993 die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) in Gülzow gegründet. Im Rahmen des Programms zur Förderung Nachwachsender Rohstoffe wurden bis Anfang 2006 1205 Projekte gefördert. Das Fördervolumen für den Bereich der Forschungs- Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben betrug seit 1993 gut 250 Mio. Euro und richtet sich sowohl an Unternehmen als auch an Forschungseinrichtungen. Seit 2000 wird dieses Programm ergänzt durch das Markteinführungsprogramm für biogene Treib- und Schmierstoffe, das mittlerweile auf den Bereich der Faser- und Dämmstoffe ausgedehnt wurde. In beiden Programmen wurden bis heute 13.300 Markteinführungsprojekte gefördert.

Die von der FNR bewilligten Projektmittel verteilen sich wie folgt auf die Förderbereiche und Produktlinien:

**Tabelle 2: Von der FNR bewilligte Projektmittel nach Förderbereichen**

	<b>2000 in Tausend Euro</b>	<b>2005 in Tausend Euro</b>	<b>Gesamtausgaben seit 1993 in Tau- send Euro</b>
Bioenergie	2.738	10.588	54.468
Zucker	1.151	1.483	20.943
Stärke	3.076	2.094	35.008
Öle und Fette	5.161	3.009	49.356
Lignocellulose/Holz	1.187	2.062	30.136
Pflanzenfasern	1.253	1.059	14.097
Protein	1.580	99	7.144
Besondere Inhaltsstoffe	1.859	1.228	20.867
Sonstiges	1.887	2.877	18.529
Zusammen	19.893	24.499	250.548

Quelle: Angaben der FNR

Weitere Fördermittel für anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema nachwachsende Rohstoffe werden darüber hinaus u.a. von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) sowie im Rahmen einiger EU- finanzierten Länderprogramme, z.B. LEADER+ sowie dem vom BMELV geförderten Modellvorhaben „Regionen Aktiv“ bereitgestellt .

Aufgrund der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, die sich bei der Verwendung von pflanzlichen Inhaltsstoffen im industriellen, energetischen oder auch medizinischen Bereich ergeben, ist in diesem Bereich das Innovationspotential, das sich aus der Erschließung bisher ungenutzter genetischer Ressourcen ergibt, besonders groß. Aufgrund der Dominanz von synthetisch erzeugten Stoffen und fossilen Energieträgern wurden diese Möglichkeiten in den letzten Jahrzehnten entweder noch nicht erschlossen oder waren in Vergessenheit geraten. Somit wird der Bedeutungszuwachs, den die Rückbesinnung auf regenerative Rohstoffe derzeit erfährt zum einen zur Züchtung neuer optimal an die neuen Nutzungsansprüche angepasster Sorten der vorhandenen Kulturpflanzen und zum anderen zum Rückgriff auf bisher vernachlässigte Kultur- oder auch Wildpflanze führen. Letzteres, da diese durch veränderte Marktbedingungen oder neue Nutzungsansprüche aus dem non-food-Bereich wieder an Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den Hauptkulturarten gewinnen.

Im folgenden wird für die einzelnen Nutzungsarten einzeln kurz skizziert, wo bereits solche Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchgeführt werden und welche Tendenzen, Marktpotentiale oder Hemmnisse zu beobachten sind.

## **2.2    Energiepflanzen**

Die letzte Bundesregierung hatte sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2010 den Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergiebedarf zu verdoppeln. Neben der Wind- und Sonnenenergienutzung kommt der energetischen Verwertung von Biomasse dabei eine tragende Rolle zu. Durch das novellierte „Erneuerbare Energien Gesetz“ (EEG), aufgrund des deutlichen Ölpreisanstieges, der noch gültigen Mineralsteuerermäßigung für biogene Kraftstoffe sowie der Wirkung der Ökosteuer wurden Rahmenbedingungen geschaffen, die z.Zt. die Errichtung von Anlagen zur energetischen Verwendung von Biomasse rentabel erscheinen lassen. Neben Pflanzen, die ausschließlich zur Energiegewinnung angebaut werden, können auch Ernterückstände, organische Nebenprodukte oder organische Abfälle direkt verbrannt oder mit Hilfe der Thermo-, physikalisch- oder bio- chemischen Umwandlung in feste, gasförmige oder flüssige Brennstoffe umgewandelt werden.

### ***Flüssige Energieträger***

Im Jahr 2003 wurden ca. 1,4 % des in Deutschland verbrauchten Kraftstoffs aus Biomasse gewonnen. Den größten Anteil daran stellt Biodiesel (800.000t) in Form von Rapsölmethylester. Bisher nur von geringer Bedeutung als Kraftstoff ist der Einsatz von unverändertem Rapsöl (5.000t), da dessen Verwendung eine Umrüstung der Motoren erfordert. In herkömmlichen Motoren nur als Beimischung verwendbar ist Bio-Ethanol. 2003 wurden ca. 69.000t aus einheimischen landwirtschaftlichen Rohstoffen hergestellt. Hier investiert vor allem die Zucker- und Getreideindustrie in neue Produktionskapazitäten. Eine Wettbewerbsfähigkeit gegenüber importiertem Bioethanol ist aber nur schwer zu erzielen.

Die Verwendung von Rapsöl zu Heizwecken wird modellhaft z.B. im Deutschen Bundestag erprobt. Eine Konkurrenzfähigkeit gegenüber fossilem Heizöl ist derzeit aber noch nicht gegeben. Als Rohstoffbasis für die Produktion von Biodiesel und Pflanzenöl steht im wesentlichen zur Zeit nur Raps zur Verfügung. Hier setzen vor allem Fruchtfolgerestriktionen (neben Problemen mit den EU-Abgasnormen bei der Verwendung als Dieselmotorkraftstoff) einem Ausbau der Produktion Grenzen.

### ***Feste Energieträger***

Auf Basis von z.B. Durchforstungsholz, Stroh oder speziell angebauten Energiepflanzen können Wärme, Strom und grundsätzlich auch Treibstoffe (BTL) erzeugt werden. Die größte Bedeutung bei den Festbrennstoffen hat dabei immer das Holz, dessen Bedeutung bei der gesamten Bioenergienutzung auch bei einer Ausdehnung des landwirtschaftlichen

Energiepflanzenanbaus auf ca. 50 % der gesamten genutzten Biomasse geschätzt wird (vgl. FNR 2003, S. 43).

Über die Kraft- und Wärmenutzung fester Energieträger hinaus richten sich derzeit große Hoffnungen auf die Herstellung von BtL – Kraftstoffen (Biomass to Liquid). In diesem Verfahren kann feste Biomasse zu Diesel, Benzin oder synthetischen Kraftstoffen umgewandelt werden. BtL – Kraftstoffe würden nach jetzigem Kenntnisstand das größte Mengenpotential bieten, da die Palette der zur Verbrennung in Frage kommenden Pflanzen sehr groß ist. So könnten Holz, Stroh, Getreideganzpflanzen, Hanf, Miscanthus oder auch Bioabfälle eingesetzt werden. Bis diese Potentiale erschlossen werden können, ist jedoch noch ein hoher Forschungsbedarf zu realisieren.

### ***Gasförmige Energieträger***

Während flüssige Bioenergieträger sowohl in der Wärme als auch in der gekoppelten Kraft-Wärme-Erzeugung aufgrund der hohen Kosten eine untergeordnete Rolle spielen, gewinnt die Erzeugung von Biogas zur Gewinnung von Wärme und Strom zunehmend an Bedeutung. Beschickt werden landwirtschaftliche Biogasanlagen überwiegend auf Basis von Gülle und Festmist ergänzt durch organische Rest- und Abfallstoffe. Als ergänzendes Substrat kam in den letzten Jahren vor allem Mais zu Einsatz. Neben den Fruchtfolgebeschränkungen, die auch beim Mais greifen, hat die Reform der „Gemeinsamen Agrarpolitik“ die Wettbewerbsfähigkeit anderer Kulturen im Verhältnis zum Mais wieder erhöht. Von zunehmender Bedeutung ist daher auch die Vergärung von Getreideganzpflanzen, Klee gras oder Grünlandschnitt. Mit Ausnahme von lignifizierten Stoffen ist grundsätzlich jede Art von Biomasse aus dem landwirtschaftlichen, industriellen und kommunalen Bereich zur Biogaserzeugung geeignet.

Technisch möglich, aber bisher kaum von Bedeutung ist weiterhin die Verwendung von aufbereitetem Biogas in Erdgas betriebenen Autos oder die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz.

### **Projektbeispiele:**

Die Wettbewerbsfähigkeit der Energieerzeugung auf Basis landwirtschaftlicher Rohstoffe wird nur zu erzielen sein, wenn sowohl die Anbausysteme als auch das verfügbare Spektrum und Leistungspotential der einzelnen Kulturen sich diesen neuen Anforderungen gewachsen zeigen.

In den neunziger Jahren wurde von Seiten der Forschungsförderung zu Energiepflanzen stark auf exotische Kulturen mit hohem Biomassebildungsvermögen wie dem Miscanthus gesetzt. Dessen Anbau hat sich in der Praxis jedoch nie ernsthaft durchgesetzt. Heute liegt der Fokus zumindest der durch die FNR geförderten Aktivitäten auf der züchterischen Verbesserung vorhandener bisher vor allem für die Nahrungsmittelproduktion eingesetzter

Kulturen sowie der Erprobung heimischer in den letzten Jahrzehnten in Vergessenheit geratener und bisher nicht konkurrenzfähiger Kulturen. Weiterhin ist dieses veränderte Kulturarten- und Sortenspektrum in seiner veränderten Nutzung als Anbausystem auf den unterschiedlichen Standorten zu optimieren.

Mit den folgenden von der FNR derzeit geförderten Projekten soll ein Beitrag zur Klärung dieses Forschungsbedarfes geleistet werden (siehe dazu [www.fnr.de](http://www.fnr.de)):

- In einem Verbundprojekt der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der Universität Hohenheim, der Landesanstalt für Landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen sowie der KWS Saat AG Einbeck (Laufzeit: 2004 bis 2007, Fördervolumen: 765.000 €) werden im Rahmen von drei Teilvorhaben auf Basis der in der KWS vorhandenen genetischen Ressourcen neue Maishybriden mit hohem Trockensubstanzertrag entwickelt. Diese neuen Energiemaissorten sollen optimal auf die Bedürfnisse der Biogasproduktion abgestimmt sein. Neben dem Masseertrag spielen dabei Saatstärke, Saat- und Erntezeitpunkt sowie die Methanausbeute eine wichtige Rolle. Ein weiteres Ziel des Vorhabens ist es, die Maissorten innerhalb einer Energiefruchtfolge zu optimieren. Weitere Aspekte des Verbundvorhabens sind eher technischer Natur. So wird z.B. die Nutzbarkeit der Nahinfrarot Spektroskopie (NIRS) zur Schätzung der Methanausbeute der verschiedenen Maissorten untersucht.
- Ebenfalls der Entwicklung neuer Biomasse-Genotypen widmet sich ein Verbundvorhaben der Universität Kassel (Laufzeit: 2005 bis 2008, Volumen: 1,3 Mio. €), das gemeinsam mit der KWS, der Universität Hohenheim und der Firma Lochow-Petkus. Ziel ist die züchterische Weiterentwicklung von Raps, Rüben, Sonnenblume, Sorghum-Hirse und Roggen als Energiepflanzen sowie eine Einbindung dieser Kulturen in ein Zweikulturen-Nutzungssystem. Bei der Nutzung als Energiepflanze ist grundsätzlich der Anbau einer Zweitfrucht möglich, da bei der Silierung als Ganzpflanze ein Abwarten der Abreife nicht notwendig ist.
- Mit der Entwicklung und dem Vergleich von optimierten Anbausystemen und geeigneten Sorten beim Winterweizen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen befasst sich ein Vorhaben an der Universität Gießen (Laufzeit: 2005 bis 2008, Volumen: 460.000 €). Dabei soll zum einen die Biomasseleistung von Winterweizen für die energetische Verwendung getestet werden. Des weiteren wird ebenfalls ein Systemversuch zum Zweikultur-Nutzungssystem durchgeführt.
- Ein weiteres großes von der FNR gefördertes Verbundvorhaben (Laufzeit: 2004 bis 2006, Fördervolumen: 412.000 €) hat zum Ziel die Eignung unterschiedlicher hocheertragreicher Energiepflanzen, wie Mais, Hirsearten, Klee bzw. Luzernegras

sowie der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum*) hinsichtlich ihrer Eignung zur Biogasproduktion zu prüfen und zu vergleichen. Damit sollen gerade für die ertragsschwachen, trockenen Standorte Anbaualternativen zum Mais aufgezeigt werden.

- Das größte aktuell durch die FNR geförderte Vorhaben umfasst sechs Teilvorhaben und wird mit einem Bundesanteil von 6 Mio. Euro gefördert (Laufzeit: 2005 bis 2008). Koordiniert durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft wird ein breites Spektrum landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (z.B. Gerste, Mais, Roggen, Topinambur, Hafer, Sonnenblumen) unter typischen Standortbedingungen Deutschlands auf ihre Ertragsfähigkeit und Eignung als Energiepflanze geprüft werden. Die Kulturarten werden dabei im Anbausystem, d.h. Hauptfruchtstellung mit und ohne Sommer- oder Winterzwischenfrucht, in der Zweitfruchtstellung als Mischkultur und mit reduziertem Faktoreinsatz in der Fruchtfolge untersucht. Dabei werden sieben für Deutschland typische Standorte verglichen. Aufbauend werden in den verschiedenen Teilvorhaben darüber hinaus ökonomische, technische und ökologische Aspekte untersucht.

### 2.3 Faserpflanzen

Als Faserpflanzen angebaut werden in Deutschland im wesentlichen der Hanf (*Cannabis sativa* L.) und der Flachs (*Linum usitatissimum* L.) In kleinem Umfang (ca. 80 ha) ist es einem Unternehmer im Wendland gelungen auch die Fasernessel (*Urtica dioica* L.) als Kulturpflanze wieder zu etablieren (siehe Projektbeispiel). Der Anbau von Hanf und Flachs liegt heute nach einer kurzfristigen Erhöhung der Anbaufläche Mitte der neunziger Jahre unter dem Niveau, das vor Beginn der intensiven Förderung im Rahmen des Programms zur Förderung Nachwachsender Rohstoffe, konstatiert werden konnte, zeigt jetzt aber wieder eine aufsteigende Tendenz auf stabilisiertem Niveau (2005: 2195 ha). Dabei hat sich das Anbauverhältnis zwischen den beiden Hauptfaserpflanzen in Deutschland deutlich zugunsten des Hanf verschoben (2004: Flachs 180 ha, Hanf 1729 ha). Für Flachs gibt es seit letztem Jahr keinen inländischen Faseraufbereitungsbetrieb mehr (vgl. [www.naturfaserverband.de](http://www.naturfaserverband.de)). Verwendung zur Faser- bzw. stofflichen Nutzung finden in kleinem Umfang darüber hinaus Gräser, Schilf oder auch der Miscanthus.

Bedeutung für die Agrarbiodiversität haben die Faserpflanzen insbesondere im Hinblick auf die positiven Fruchtfolgeeffekte, die sich durch den Anbau von Flachs oder Hanf erzielen lassen. Züchterisch haben diese Pflanzen aktuell an Bedeutung verloren. Dies liegt zum einen in der verhaltenen Entwicklung der Anbaufläche begründet. Zum anderen wirkt sich auf die Hanfzüchtung auch das Betäubungsmittelgesetz hemmend aus. Die im Anbau verwendeten Sorten stammen derzeit hauptsächlich von französischen Züchtern.



Der Einsatz der Fasern und auch der Schäben erfolgt im technischen und im textilen Bereich. Technische Fasern kommen in Reibbelägen, Bau- und Dämmstoffen, Vliesen, Faserverstärkten Kunststoffen zum Einsatz. Ein neues Verfahren zur Verarbeitung von Naturfasern ist der Polypropylen-Naturfaser-Spritzguß, dem ein hohes Wachstumspotential prognostiziert wird. Im Textilbereich sind Bekleidung, Haus- und Heimtextilien, Garne und Zwirne, Hitzeschutzgewebe und Geotextilien zu nennen. Ein weiterer Anwendungsbe- reich ist der Verkauf der Hanfschäben als Tiereinstreu, insbesondere für die Pferdehaltung. Auch die Hanfsamen werden zu 95% als Tierfutter abgesetzt. 5% finden Verwendung im Kosmetik- und Lebensmittelbereich. Nach wie vor wichtigste Produktlinie am europäi- schen Hanffasermarkt ist die Verarbeitung zu Spezialzellstoff für die Herstellung von reiß- festen Zigarettenpapieren oder technischen Filtern (vgl. [www.eiha.org/pdf/05-02\\_EU-EIHAdt.pdf](http://www.eiha.org/pdf/05-02_EU-EIHAdt.pdf), S.6).

### *Textile Verwendung*

Im Vergleich zum technischen Verwendungsbereich hat die mit hohen Wertschöpfungspo- tentialen verbundene textile Verwendung der heimischen Flachs- und auch Hanffaserfaser nach wie vor nur eine Bedeutung als Nische, da Absatzmärkte für die derzeit angebotenen Qualitäten fehlen. Um in der Verarbeitung die vom Markt geforderten Garnfeinheiten zu erzielen, wurden in den letzten Jahren verschiedene neue Faseraufschlussverfahren (enzy- matische Verfahren, Dampfdruckverfahren) entwickelt. Bisher werden diese Verfahren aber nicht im industriellen Maßstab angewendet. Bei der Fasernessel liegt der Anbau und die Verarbeitung im wesentlichen in der Hand eines mittelständischen Textilunternehmens in Niedersachsen, dessen betriebliche Entwicklung als innovatives Beispiel für die Wie- der-In-Wertsetzung einer alten Kulturpflanze stehen kann:

- Mit viel Entwicklungsaufwand und Eigeninitiative ist es dem Inhaber der mittler- weile als Aktiengesellschaft organisierten **Textilfirma Stoffkontor AG** in Lüchow gelungen sowohl den Anbau als auch den Faseraufschluss und die Verspinnung der **Fasernessel** technologisch soweit zu perfektionieren, dass in industrieller Ferti- gung hochwertige Stoffe und Textilien aus Fasernesseln hergestellt werden können. Aufgrund der Einzigartigkeit und qualitativen Hochwertigkeit dieses Produkts ist das Marktinteresse groß und die Produkte dieser Firma sind bei über tausend Ein- zelhändlern und Versandhäusern national und international gelistet. Die Patente für Faseraufschluss (enzymatisch-bakteriell) liegen bei der Firma. Der Anbau erfolgt im Vertragsanbau mit Landwirten aus Niedersachsen, zukünftig auch Rheinland- Pfalz. Die Landwirte erwerben veräußerbare Aktien des Unternehmens und be- kommen im Gegenzug das Pflanzgut gestellt sowie garantierte Abnahmepreise in Höhe von derzeit 900 Euro pro Tonne. Die Anschaffung von Spezialmaschinen ist nicht notwendig. Das Unternehmen baut die Produktion der Faser schrittweise wei- ter aus. Begrenzend wirkt hier nicht der Absatz, sondern die Verfügbarkeit von Stecklingen für den Faseranbau, deren Vermehrung ebenfalls in Vertragsbetrieben

des Unternehmens erfolgt. Aufgrund der hohen Nachfrage vor allem nach weiterverarbeiteten Produkten, ist in Zusammenarbeit mit einer holländischen Textilfirma der Aufbau einer eigenen Textilkollektion geplant. Darüber hinaus plant die potentielle Partnerfirma erhebliche Summen in den Aufbau einer Fasernesselproduktion in den Niederlanden zu investieren (mündliche Auskunft).

### *Dämmstoffe, Vliese, Substrate*

Im technischen Bereich haben sich die Perspektiven der Verwendung von Faserpflanzen in den letzten Jahren deutlich verbessert. Einen bereits etablierten Markt mit guten Wachstumschancen gibt es mit ca. 4% Anteil am Gesamtumsatz der Branche im Bereich der Dämm- und Baustoffe aus Naturfasern. Dieser Anteil könnte gemessen an den Anwendungsfeldern nach Ansicht von Experten kurzfristig auf etwa 10% anwachsen, wenn Impulse in Aufklärung, Marketing und Normgebung die Markteinführung flankieren. Mit dem Markteinführungsprogramm für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen hat die FNR bereits einen Schritt in diese Richtung getan. Probleme gibt es aber weiterhin bei der Zulassung neuer Produkte, hier sind aufgrund der europäischen Richtlinien die Kosten für die Zulassung alternativer Produkte je verkaufter Einheit sehr viel höher als bei etablierten Produkten. Um die flächenmäßige Bedeutung des Faserpflanzenanbaus zu Dämmzwecken einzugrenzen, sei kurz folgendes Rechenbeispiel zitiert: Der Gesamtdämmstoffbedarf in Deutschland beträgt derzeit 30 Mio. Kubikmeter pro Jahr. Auf einer Fläche von 1 Mio. ha (entspricht in etwa der Stilllegungsfläche in Deutschland), könnten aus Flachs und Hanf 48 Mio. Kubikmeter Dämmstoffe hergestellt werden.

Entwicklungsprojekte im Bereich der Anwendung von Naturfasern als Dämmstoffe werden von öffentlicher Seite zur Zeit wenig gefördert. Hier sind die auf diesem Markt tätigen Unternehmen selbst in der Weiterentwicklung ihrer Produkte aktiv. So hat z.B. ein bayrischer Spannplattenhersteller eine neue Hanfschäbenleichtbauplatte entwickelt, die im November 2005 in die Serienproduktion gegangen ist (vgl. dazu [www.agropor.de](http://www.agropor.de)). Die Verwendung der Späne ist ein wichtiger Baustein, um die Nutzung der Hanfpflanze insgesamt wirtschaftlich gestalten zu können. Zwei Beispiele für geförderte Projekte seien nachfolgend skizziert:

- So haben beispielsweise fünf Agrarunternehmen aus der Region um Zeulenroda in Thüringen unterstützt durch eine über Leader+ finanzierte Anschubfinanzierung ein Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe gegründet. Neben verschiedenen Beratungsaktivitäten wird von hier aus der Anbau und die Verarbeitung von Hanf koordiniert. Da die bereits seit einigen Jahren im Hanfanbau aktiven Landwirte Schwierigkeiten haben, eine qualitativ hochwertige und zuverlässige Erstverarbeitung des Hanfes sicherzustellen, an dem Hanfanbau aber festhalten wollen, ist derzeit **die Errichtung einer eigenen Erstverarbeitungsanlage** in Umsetzung, so dass der Absatz der Hanffaser an die entsprechenden Dämmstoff- und Vliesherstel-

ler aufrechterhalten und weiter ausgebaut werden kann ([www.thuringen.de/leader/zeulenroda](http://www.thuringen.de/leader/zeulenroda)).

- Weiterhin wäre ein Projekt zu nennen, das von der DBU gefördert wird. So werden vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie gemeinsam mit der Naturfaseraufbereitung GmbH (BaFa) und drei weiteren Unternehmen **neuartige Isoliermatten aus Naturfasern** entwickelt (Fördervolumen: 290.000 Euro). Im Gegensatz zu den herkömmlichen Dämmstoffmatten aus Naturstoffen, sind die Stützfaser, die eingearbeitet werden müssen, um die Isolierfähigkeit des Materials zu gewährleisten, in diesem Falle ebenfalls aus einer biologisch- abbaubaren stärkehaltigen Faser. Damit sind diese Matten im Gegensatz zu den herkömmlichen auch voll kompostierbar (vgl. [www.ris-naro.net](http://www.ris-naro.net)).

Ein weiterer Anwendungsbereich von Naturfaservliesen ist der Garten und Landschaftsbau. Auch hier haben Mulchvliese aus Flachs oder Vliese, auf denen z.B. Kresse kultiviert werden kann, an Bedeutung gewonnen und haben in manchen Regionen bereits mehr als 50% Marktanteile gewonnen. Verwendungsbedingt sind die zu benötigten Mengen aber begrenzt. So werden z.B. in Deutschland ca. 50t Hanffasern zu Kresse-Anzuchtvliesen verarbeitet. ([www.carmen-ev.de/dt/industrie/projekte/kresse/kresse.html](http://www.carmen-ev.de/dt/industrie/projekte/kresse/kresse.html)).

- Ein weiteres innovatives Projekt läuft derzeit unterstützt durch die FNR an der Universität Greifswald (2004 bis 2007). So wird untersucht, inwieweit sich **Torfmoos** auf aufgelassenen Torfabbauf Flächen kultivieren und sich u. a. als Torfersatzstoff im Gartenbau vermarkten lässt. Dieses Projekt wird mit Unterstützung der torfabbauenden Betriebe durchgeführt, die angesichts der zur Neige gehenden Torfvorkommen nach alternativen Produkten suchen ([www.uni-greifswald.de/~spagnumfarming/](http://www.uni-greifswald.de/~spagnumfarming/)).
- **Schilf** in seiner Verwendung als Dacheindeckung und Wärmedämmung ist Thema eines über Regionen aktiv in der Lübecker Bucht geförderten Projektes. So wurde von einem Team unter Federführung der FH Lübeck das „**Regionalhaus Lübecker Bucht**“ entworfen, das zu 100% aus nachwachsenden Rohstoffen bestehend bereits als Prototyp für zukünftige Ferienhausanlagen gebaut wird. Neben Reet findet auch das an den Osteestränden angespülte Seegrass Verwendung. (<http://www.regionalhaus-luebeckerbucht.de/haupt-aktuelles.html>).

### *Faserverstärkte Kunststoffe, Bio-basierte Konstruktionswerkstoffe, Technische Polymere*

Ein stark expandierendes Anwendungsfeld finden Naturfasern derzeit in der Verarbeitung zu Bio-Werkstoffen. Diese sind verschiedenen Produktlinien zuzuordnen. So werden in

unterschiedlicher Zusammensetzung Zucker, Stärke, Öle/Fette Holz/Lignocellulose und Fasern zu Kunststoff ähnlichen vielseitig einsetzbaren Materialien verarbeitet.

- Naturfasern werden beispielsweise als **Karosserieverstärkung und Verkleidung in der Automobilindustrie** bereits serienmäßig verwendet. So wurden 2003 in Europa bereits 25.000t Naturfasern wie Flachs (52 %), Hanf (13%), Jute, Kenaf, Sisal und Abaca in der PKW-Produktion eingesetzt. In ersten Serien erfolgt auch der Einsatz im Außenbereich (Unterboden) (vgl. [www.eiha.org/pdf/05-02\\_EU-EIHA\\_dt.pdf](http://www.eiha.org/pdf/05-02_EU-EIHA_dt.pdf), S.7). Begünstigt wird diese Entwicklung durch die Rücknahmeverpflichtung der Autoindustrie. Von einem Göttinger Ingenieurbüro wurde eine Omnibusstoßstange aus verstärkter Hanffaser entwickelt. Führend in der Entwicklung solcher faserverstärkten Kunststoffe ist derzeit die Firma INVENT aus Braunschweig, eine Ausgründung von Wissenschaftlern des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). So wurden z.B. gemeinsam mit der Firma Schubert in Braunschweig Arbeitshelme aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt. Sitzverkleidungen im Schienenverkehr oder Bau-Elemente für Messestände sind weitere Beispiele für innovative Produktentwicklungen. Die FNR stellte für die Forschungs- und Entwicklungsarbeit seit 2004 für drei Jahre 800.000 Euro zur Verfügung. Spektakulärstes Produkt im Rahmen dieses Projekts ist bisher die Entwicklung eines 5,50 langen Kanus aus Naturfaser-Struktur. Die Vorteile: Das Boot ist zehn Prozent leichter und auch stoßunempfindlicher als herkömmliche Kunststoffboote. Ende 2005 wurde das Boot durch einen deutschen Hersteller auf den Markt gebracht, (vgl. dazu [www.nmn-ev.de/riko2004](http://www.nmn-ev.de/riko2004) und [www.invent-gmbh.de](http://www.invent-gmbh.de)).

### *Sonstige Verwertungen*

- Eine interessante Projektidee wird derzeit von den Leader+ Aktionsgruppen der Region „Naturpark Westhavelland“ und „Naturpark Fläming Havel“ umgesetzt. Beteiligt sind dabei konkret Agrargenossenschaften, ein Umweltlabor und eine Firma der Verpackungsindustrie. Ziel des Vorhabens ist es **wirtschaftliche Verwendungen für Grünlandschnitt** zu entwickeln, der von Naturschutzflächen stammend für die tierische Verwertung nicht brauchbar ist. Von dem in das Projekt eingebunden Umwelttechniklabor wurde ein Verfahren entwickelt, durch das ein Aufschluss der Gräser erreicht werden kann, so dass die Zellulose freigelegt und von den ligninhaltigen Bestandteilen getrennt werden kann. Das Verfahren wird bereits in einer Pilotanlage erfolgreich erprobt. Die Zellulosemasse findet in der Papierindustrie als Zusatz bei der Herstellung von Recyclingpapier Verwendung. Die Frischmasse, die dem Altpapier im Produktionsprozess zugesetzt werden muss, wird bisher zu erheblichen Preisen vor allem aus Polen importiert. Hier besteht erhebliches Interesse der beteiligten Firmen an einem Ausbau der Produktion auf Basis des Grünlandschnittes. Die ligninhaltigen Bestandteile sollen zu Pellets verar-

beitet werden, die sich durch einen besonders hohen Brennwert auszeichnen. Nach Abschluss der ersten durch Leader + zu 80% geförderten Pilotphase soll in einer zweiten Phase bereits eine praxistaugliche Anlage zur Verwertung der Gräser gebaut werden ([www.lag-westhavelland.de](http://www.lag-westhavelland.de)).

Trotz der jahrelangen staatlichen Förderung des Faserpflanzenanbaus, der Vielzahl der innovativen Produktentwicklungen und der entsprechend steigenden Nachfrage nach Fasern aus der Industrie ist die Anbaufläche insbesondere von Flachs stark gesunken. Gründe hierfür liegen sowohl in der mangelnden Bereitstellung der notwendigen Qualitäten durch die Erzeuger als auch im mangelnden technischen Know-how bei der Gewinnung der Fasern. Entsprechend hat preiswerte Importware aus Asien und Osteuropa für den wachsenden Markt an Bedeutung gewonnen. Aufgrund der neuen Verwendungsmöglichkeiten und technischer Verbesserungen scheint aktuell aber wieder eine stärkere Nachfrage nach heimischen Naturfasern zu entstehen. Sowohl die noch verbliebenen Erzeuger als auch die Verarbeiter haben ihre Produktion professionalisiert und stabilisiert (vgl. dazu [www.naturfaserverband.de](http://www.naturfaserverband.de)).

## 2.4 Ölpflanzen

Pflanzlich gewonnene Öle finden im non food Bereich im wesentlichen Verwendung als Schmier- und Verfahrensstoffe, Tenside, Kunststoffe, Lacke und Farben und Kosmetika. Dabei ist Rapsöl als Rohstoffgrundlage mit Abstand am bedeutsamsten. Die Sonnenblume hat im deutschen Anbau in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung verloren. Lediglich im Anbau von High-Oleic-Sorten, konventionellen Hybridzüchtungen, die in ihrem Öl einen Ölsäure-Anteil von über 80% haben, sind auf niedrigem Niveau Steigerungsraten erkennbar.

In der Produktlinie „Öle und Fett“ wurden in den neunziger Jahren vor allem die Ölpflanzen Krambe (*Crambe abyssinica*) und der Leindotter (*Camelina sativa*) als Ergänzung und Alternative zum Raps intensiv beforscht. Beide Kulturen konnten in der Praxis aber bisher keinen Fuß fassen, da sie im non-food-Bereich keine grundlegenden Verbesserungen im Vergleich zu den bisher eingesetzten Ölen brachten. Als nicht wettbewerbsfähig erwies sich auch der Anbau der Kreuzblättrigen Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris*), deren Gehalt an gesundheitsschädlichen Diterpenen zudem Probleme im Anbau verursachte. Alle drei Pflanzen waren im Verlauf der züchterischen Weiterentwicklung von Raps und Sonnenblume gegenüber deren High-Oleic Sorten nicht mehr konkurrenzfähig.

Praxistaugliche Ergebnisse brachten im wesentlichen die Forschungsarbeiten zum Anbau von Koriander (*Coriandrum sativum* L.) zur Produktion von ätherischen Ölen, dem Anbau des Iberischen Drachenkopfes (*Lallemantia iberica*), der sich durch einen hohen Anteil an Linolensäure auszeichnet. Anwendungsfelder hat auch die Nachtkerze gefunden (*Oenothe-*

*ra biennis* L.), deren Gammalinolensäure für kosmetische Zwecke und für die Produktion von Tensidlösungen, wie sie z.B. in der Autoindustrie zur Reinigung von Polstern benötigt werden, Verwendung findet. Eine weitere Nischenpflanze ist der Borretsch (*Borago officinalis* L.), der ebenfalls Gammalinolensäure enthaltend, derzeit züchterisch bearbeitet wird. Der Öllein ist mittlerweile im Anbau fast ohne Bedeutung und wird entsprechend importiert.

In der Produktlinie „Öle und Fette“ wurden von der FNR seit 1993 74 Projekte gefördert, die sich mit der züchterischen Verbesserung von Ölpflanzen beschäftigen. Dabei nimmt der Raps mit allein 37 Projekten eine Spitzenstellung ein. Aktuell gibt es gefördert von der FNR für den Raps die folgenden vier Züchtungsprojekte:

- Entwicklung und anwendungstechnische Evaluierung neuartiger Rapsöle,
- Erstellung von Basismaterial bei Winterraps mit Resistenz gegenüber dem Wasserrübenvergilbungsvirus mit verschiedenen gentechnischen und konventionellen Ansätzen,
- Entwicklung von ertragreichen Winterrapslinien mit stabiler Resistenz gegen das Wasserrübenvergilbungsvirus für die Gewinnung von nachwachsenden Rohstoffen,
- Entwicklung von Hybridsorten bei Erucasäure-haltigem Winterraps,

Die High-Oleic Sonnenblume ist mit zwei Züchtungsprojekten bei der FNR vertreten:

- Untersuchungen zur Verbesserung der Sclerotinia-Resistenz von High-Oleic-Sonnenblumen,
- Analyse zur genetischen Diversität als Grundlage für den Aufbau heterotischer Formenkreise bei High-Oleic-Sonnenblumen.

Weitere Ölpflanzen:

- **Die Entwicklung eines Produktionsverfahren für die Große Kugeldistel** ist derzeit das einzige u.a. von der FNR geförderte Projekt, das zum Ziel hat, eine im Hinblick auf ihre Inhaltsstoffe viel versprechende Wildart zu einer landwirtschaftlichen Rohstoffpflanze zu entwickeln (Laufzeit: 2003 bis 2006, ca.: 140.000 €). Die Früchte der Kugeldistel weisen Rohfettgehalte von ca. 40% auf und sind darüber hinaus sehr eiweißreich (ca. 35%). Das Fettsäurespektrum des Öles ist von Linolensäure (70%-80%) und Ölsäure (15-20%) geprägt. Das Öl hat darüber hinaus einen hohen alpha-Tocopherol-Gehalt. Darüber hinaus enthält die Pflanze ein Chinolin (Echinorin), das ebenfalls wirtschaftlich interessante Verwendungsmöglichkeiten verspricht (siehe dazu Abschnitte 2.8.1 und 5.1). Im Rahmen des Projektes (Laufzeit: 2003 bis 2006, Fördervolumen: 140.000 €) wird zum einen auf Grundlage der Determinierung von Wildherkünften versucht, Akzessionen mit hohen Gehalten an

Inhaltsstoffen und günstigen technologischen Eigenschaften zu selektieren. Im Rahmen des zweijährigen Anbaues konnte ein Früchteertragspotential von etwa 30 dt/ha bzw. ein Ölertragspotential von 1350 kg/ha erzielt werden. In einer zweiten Phase des Projektes werden derzeit die Anbauverfahren für die Kugeldistel optimiert. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass diese Pflanze insbesondere für Grenzertragsstandorten viel versprechende Potentiale aufweist. Im Rahmen des Projektes wurden auch bereits Kontakte zu einer Kosmetikfirma hergestellt, die das Tocopherol-haltige Öl zu Hautpflegeprodukten verarbeitet.

Als Beispiel für ein weiteres anwendungsorientiertes Projekt, das über die Verarbeitung von Rapsöl hinaus Perspektiven für die Verwendung von pflanzlichen Ölen aufzeigt, ist:

- Ersatz von Bodenbeschichtungen aus Polyurethan (werden in Produktions- und Lagerstätten für wassergefährdende Stoffe eingesetzt. Mit DBU-Förderung gelang es jetzt den Anteil nachwachsender Rohstoffe (Soja- und Leinöl) auf 67% zu verdoppeln. Die neue Rezeptur hat bessere Eigenschaften und braucht in der Herstellung 40% weniger Energie als das herkömmliche Verfahren. Substitutionspotenzial von ca. 10%, d.h. 17.000 bis 36.000t. Die Markteinführungsphase läuft ([www.dbu.de/pro/projekt161.htm](http://www.dbu.de/pro/projekt161.htm)).

## 2.5 Eiweißpflanzen

Im technischen Bereich finden pflanzliche und tierische Eiweiße z.B. in technischen Polymeren, Tensiden, Klebstoffen und Leimen, Binde- und Anstrichmitteln, Folien und Verpackungsmaterialien, Waschmitteln und Kosmetika Verwendung. Eine neuere Entwicklung aus dem biotechnologischen Bereich sorgte in den letzten Jahren immer wieder für Pressemeldungen. So gelang es u.a. im Rahmen eines von der FNR geförderten Forschungsvorhabens die Produktion neuartiger besonders reißfester Faserrohstoffe auf Basis von Spinnenseidenproteinen in transgenen Pflanzen. Die für die Synthese dieser Proteine in der Spinne verantwortlichen Gene wurden in Kartoffeln und Tabak eingepflanzt. Verschiedene Forschergruppen arbeiten weltweit an dieser Technologie. Mit marktreifen Produkten von Fallschirm- und Kletterseilen über abbaubare Fäden in der Chirurgie oder künstliche Kniesehnen könnte in etwa 10 Jahren zu rechnen sein (vgl. u.a. [www.wissenschaftwissen.de/pdf/Biologie1.pdf](http://www.wissenschaftwissen.de/pdf/Biologie1.pdf)).

## 2.6 Zucker- und stärkehaltige Pflanzen

Stärke und Zucker sind wichtige Bausteine für eine Vielzahl von Produkten auf Basis nachwachsende Rohstoffe (z.B. Ethanol, kompostierbare Kunststoffe, Polymilchsäuregranulate, Klebstoffe, Bindemittel, Tenside, Sorptions- und Flockungsmittel, etc.). Stärke und Zucker werden fast ausschließlich aus Kartoffeln und Getreide bzw. der Zuckerrübe ge-

wonnen. Diese werden auch aktuell in verschiedenen Projekten in Richtung einer verstärkten Nutzung für den non-food Bereich züchterisch bearbeitet. Auch bei der gentechnischen Bearbeitung der Kartoffel steht die Veränderung der Stärkezusammensetzung im Mittelpunkt. Mehr als die Hälfte aller genehmigten Freilandtests hat Verfahren zum Inhalt, bei denen in den Kohlenhydratstoffwechsel eingegriffen wird ([www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)). Beispielfolgende Projekte seien folgende Projekte genannt:

- Verbundvorhaben von der FNR gefördert: Züchterische und pflanzenbauliche Optimierung der Kartoffel als dominierender Stärkelieferant der Bundesrepublik sowie Optimierung durch Züchtung, Zell- und Molekularbiologie. Ziel war u.a. die Kombination eines hohen Stärkegehaltes mit einer relativen Kraut- und Braunfäuleresistenz.
- Nach Wegfall der Roggenintervention ist die Wettbewerbsfähigkeit des Roggenanbaus stark gesunken. Da es auf vielen marginalen Standorten kaum Alternativen zum Roggenanbau gibt, werden am Institut für abiotische Stresstoleranz (IST) der BAZ im Rahmen eines Verbundforschungsvorhabens mit der Universität Halle die Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung des Roggens zu einer industriellen Verwertung untersucht. Dazu werden die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Roggenkornes analysiert.

## 2.7    Holzhaltige Pflanzen

Im Rahmen der im November 2005 veröffentlichten Clusterstudie zum Bereich Forst und Holz kommen die beteiligten Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass die Forst- und Holzwirtschaft eine deutlich größere volkswirtschaftliche und arbeitsmarktpolitische Bedeutung hat, als bisher angenommen. So werden unter Einbeziehung aller Verflechtungen des Holz- und Forstsektors mit rund 2 Mio. Waldbesitzern, etwa 185.000 Betrieben, mehr als 1,3 Mio. Beschäftigten und einem Umsatz von ca. 181 Mrd. Euro in diesem Bereich mehr Menschen beschäftigt als in der Elektroindustrie oder dem Maschinenbau (vgl. Holz-Zentralblatt 2005, Nr. 84, [www.fona.de](http://www.fona.de)).

In der Holznutzung zu unterscheiden sind zum einen die Nutzung als Brennstoff und Energieträger, der Einsatz als chemisch-technischer Rohstoff, die Nutzung als Bau- und Werkstoff und die Nebenprodukte der Holzproduktion.

Die in einer nachhaltigen Forstwirtschaft zu realisierende Ressourcenvielfalt wird dabei wesentlich bestimmt durch die Auswahl der zu bewirtschaftenden und zu nutzenden Baumarten. Diese wird zum einen durch die natürlichen Standortbedingungen, zum anderen aber auch durch die Frage, welche Art von Holz für welche Verwendung produziert



werden soll, beeinflusst. Übersicht 1 zeigt Beispiele für die Verwendungsmöglichkeiten verschiedener Holzarten.

### Übersicht 1: Beispiele für die Verwendungsmöglichkeiten verschiedener Holzarten

Holzart	Verwendung
Fichte, Kiefer	Bau- und Konstruktionsholz
Eiche	Hartes weitringiges Holz Konstruktionen und Massivholzteile, mildes schmalringiges für Furniere
Buche	Möbel, Parkett, Holzwerkstoff
Lärche, Douglasie, Robinie	Einsatz im Außenbereich (natürliche Dauerhaftigkeit)
Pappeln, Weiden	Schnellwuchsplantagen für Energienutzung oder Papier

Quelle: IBV 2003, S. 87

Auch innerhalb der gleichen Baumart unterscheiden sich verschiedene Populationen in ihren Wuchs- und Holzeigenschaften wie z.B. Zuwachs oder Stammform. Darüber hinaus gibt es verschiedene Populationen mit ganz besonderen Holzqualitäten wie z.B. Maserbirken, Riegelahorn oder Roseneichen (vgl. [www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-12.pdf](http://www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-12.pdf), S. 87). Dabei handelt es sich nicht um eigene Arten, sondern um normale Baumarten, deren Holz genetisch bedingt eine spezielle Holzfärbung oder -struktur aufweist und beispielsweise im Möbel- oder Instrumentenbau besonders begehrt ist. Neben der rein forstlichen Nutzung spielen auch Nebenprodukte der Holzproduktion eine Rolle, die in Zukunft u. U. von deutlich größerer Bedeutung werden könnte. So z.B.:

- Saat- und Pflanzgut,
- Weihnachtsbäume,
- Schmuckgrün,
- Pharmazeutische Zwecke (z.B. Taxol aus Eiben, Salicyl aus der Weide),
- Nachwachsende Rohstoffe wie der Samenflaum der Pappel
- Einsatz von Weiden zur Sanierung von schadstoffbelasteten Flächen oder zur Klärung von Abwässern (vgl. <http://www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-12.pdf>, S. 87).

Aufgrund der steigenden Kosten für Öl und Gas auf der einen Seite sowie einer stark verbesserten Brennstoffbereitstellung und Anlagentechnik auf der anderen Seite erlebt Holz als Brennstoff derzeit eine Renaissance. Hackschnitzel, Holzpellets oder Brickets erlauben dabei eine automatische Beschickung des Heizkessels. Die entsprechenden Öfen sind jedoch in der Anschaffung deutlich teurer als klassische Öfen mit der Beschickung durch Scheitholz. Auch in der Erzeugung von Strom in Biomassekraftwerken und in der Synthetisierung zu BtL – Kraftstoffen werden in der Zukunft neue Verwendungspotentiale gesehen. In diesem Zusammenhang gewinnt die Diskussion um

den Anbau schnellwachsender Hölzer auf landwirtschaftlichen Flächen wieder an Bedeutung.

Neben der stofflichen Nutzung kommen dem Wald aber auch wichtige ökologische Schutzfunktionen zu, die von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung sind, wie z.B. die Erosionsvermeidung im Gebirge oder der Hochwasserschutz durch Auen-, Sumpf- oder Bruchwälder. Voraussetzung für die Anlage solcher Schutzmaßnahmen ist jedoch, dass genügend geeignete Populationen der in solchen sensiblen ökologischen Zonen einzusetzenden Gehölzarten vorhanden sind.

Eine weitere wichtige Funktion erfüllt der Wald in seiner Eigenschaft als Erholungsraum. Tourismus und Naherholung sind in vielen Regionen wichtige Wirtschaftsfaktoren. Auch vermarktbare Aktivitäten zur Umweltbildung wie z. B. Führungen, Waldtage oder durch die Einrichtung von Waldkindergärten, etc. finden regen Zuspruch und setzen das Vorhandensein abwechslungsreicher Waldbestände mit einer entsprechend breiten Artenzusammensetzung und genetischen Population voraus. So hat beispielsweise der AID im Jahr 2005 einen Leitfaden „Innovative Waldprodukte“ herausgegeben, um Waldbesitzer zu unterstützen neue Einkommensquellen aus der Schutz- und Erholungsleistung von Wäldern zu erschließen (vgl. aid 2005: Leitfaden „Innovative Waldprodukte“). So könnte das sogenannte „Öko-Sponsoring“ ein Weg sein, um publikumswirksam auf besonders interessante Baumarten oder –varietäten aufmerksam zu machen und diese zu erhalten oder zu etablieren.

Genetisch vielfältige Waldmischbestände gewährleisten aber auch eine bestmögliche Anpassungsfähigkeit an die sich verändernden Umweltbedingungen (z.B. Klima, Schadstoffeinträge, Schaderreger). So belegen die Ergebnisse des Großforschungsprojektes „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“, dass weiterhin ein Waldumbau hin zu mehr Laub- und Mischwäldern notwendig ist, um den Wald vor dem Hintergrund eines sich verändernden Klimas und dem anhaltenden Schadstoffeintrag zukunftsfähig zu machen. Als dominierende Art empfehlen die Wissenschaftler dabei die Rotbuche, da sie am ehesten an die heimischen Bedingungen angepasst ist (vgl. fona.de, und Fritz 2006).

Neben dieser grundsätzlichen Bedeutung der Erhaltung der genetischen Vielfalt im forstlichen Bereich, gibt es aber auch einige Beispiele für spezielle Nutzungen, mit denen entweder besondere Ansprüche an Herkünfte und Eigenschaften der entsprechenden Baumarten verbunden sind, oder durch die neuartige Nutzungsformen für den Wald oder einzelne Baumarten erschlossen werden.

- Die allgemeine Verbesserung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit ist am Beispiel des Holzbaus Thema eines **Verbundprojektes (ZUFO)** des Institutes für

Forstökonomie der Universität Freiburg, des Institutes für ökologische Wirtschaftsforschung in Berlin und Heidelberg und der Sozialforschungsstelle Dortmund (Laufzeit 2005 bis 2008). Dort werden exemplarisch Innovationspotentiale und – hemmnisse in der Forst-Holz-Kette sowohl hinsichtlich bestehender Anforderungen von Seiten des Marktes als auch von Seiten der Erzeuger analysiert. Die praxisnahen Lösungsansätze zielen auf die Stärkung der Innovationsbereitschaft und – fähigkeit einzelner Unternehmen sowie der Kette insgesamt ([www.ife.uni-freiburg.de/htdoc/Home-%20German/ZUFO.htm](http://www.ife.uni-freiburg.de/htdoc/Home-%20German/ZUFO.htm)). Ein ähnlich ausgerichtetes Projekt das Verbundvorhaben „Holzwende 2020+“ wird vom BMBF gefördert ([www.wupperinst.org/Projekte/fg4/3413.html](http://www.wupperinst.org/Projekte/fg4/3413.html)).

Ein konkretes Beispiel, um die gezielte Nutzung von Bäumen in ihrer Funktion zur Stabilisierung sensibler Ökosystemen zu veranschaulichen, konnte nicht gefunden werden. Konkrete Anwendungsfelder sind aber vor allem der Hochwasserschutz (Schwarzpappel) oder der Erosionsschutz im Hochgebirge.

Der Anbau schnell wachsender Hölzer zur Biomassenutzung oder Papierherstellung könnte angesichts der Situation auf den Energiemärkten und der in den nächsten zu erwartenden technischen Fortschritte bei der Herstellung von Treibstoffen in der Zukunft doch noch an Bedeutung gewinnen. Trotz viel versprechender Ergebnisse konnte sich diese Produktionsrichtung in der Landwirtschaft bisher nicht durchsetzen. Derzeit laufen u.a. die folgenden Forschungsvorhaben :

- Ziel des an der Universität Greifswald angebotenen Forschungsprojektes **ALNUS** ist die praxisorientierte Entwicklung von Produktionsverfahren für den Anbau von Erlen als alternative Landnutzung bei gleichzeitiger Verringerung umweltschädigender Wirkungen wie sie aktuell durch landwirtschaftlich genutzte Niedermoore auftreten (CO<sub>2</sub>-Freisetzung). Das Projekt wurde von der DBU mit 740.000 Euro von 2002 bis 2005 gefördert. Durch den Anbau von Schwarzerlen verbunden mit einer Wiedervernässung der Flächen könnte ein Kompromiss zwischen ökologisch verträglichen Nutzungskonzepten und ökonomisch sinnvollen Landnutzungsalternativen gefunden werden. Weitere Projektpartner sind das DUENE und das Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete in Malchin. Zur Erprobung und Demonstration des Verfahrens wurde eine 8 ha große Pilotfläche angelegt ([www.uni-greifswald.de/~alnus/projektbeschreibung.htm](http://www.uni-greifswald.de/~alnus/projektbeschreibung.htm)).
- In jeweils einem Projekt der Landesanstalt für Landwirtschaft in Bayern und einem Projekt des Landesforstpräsidiums in Pirna werden in einem Langzeitversuch **Anbauversuche mit schnellwachsenden Hölzern** durchgeführt. Während in Bayern neben der Pappel auch die Aspe, Roterle, Korbweide und die Robinie zum Einsatz kamen, wurden in Pirna ausschließlich Klone der Balsampappel angepflanzt. Auch

in Bayern konnten die höchsten Erträge mit der Balsampappel gefolgt von der Aspe erzielt werden. Um wirtschaftlich interessante Ergebnisse erzielen zu können, ist aber noch eine mehrjährige intensive züchterische Bearbeitung der eingesetzten Pappelklone notwendig (vgl. [www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-15.pdf](http://www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-15.pdf), S. 132f.).

- Ebenfalls vor dem Hintergrund des Ziels die Wettbewerbsfähigkeit schnellwachsender Hölzer zu verbessern, arbeiten Forscher am Lehrstuhl für Molekulare Pflanzenphysiologie und Biophysik der Universität Würzburg an den molekularen Grundlagen des Holzwachstums. Dabei stellten die Forscher fest, dass das Holzwachstum wesentlich von bestimmten Proteinen, den sogenannten Kaliumkanälen geprägt wird. Durch diese wird die Kaliumversorgung in der Pflanze gesteuert. Je nach Verfügbarkeit von Kalium in den Zellen, bildet sich ein festeres feinporigeres Holz oder ein weicheres grobporigeres Holz heraus. Die Forscher versuchen nun die Bäume genetisch so zu optimieren, dass sie diese Kaliumkanäle verstärkt produzieren. Die Bäume würden dann weiterhin schnell wachsen, trotzdem aber feinporiges und festes Holz produzieren (vgl. [www.innovations-report.de](http://www.innovations-report.de)).
- Von der DFG wurde unter Federführung des Göttinger Institutes für Forstbotanik 2003 eine neue Forschergruppe bestehend aus sieben Institutionen eingerichtet. Ziel dieser Gruppe ist es, am Beispiel der Pappel grundlegende Fragestellungen zur Nährstoffversorgung und Anpassung an umweltbedingten Stress zu erforschen. Ein Arbeitsschwerpunkt ist dabei u.a. die Suche nach den molekularen Ursachen für die relativ hohe Stresstoleranz der Pappel im Hinblick auf Salz- oder Temperatureinflüsse. Laufzeit des Projektes ist drei Jahre, Fördervolumen 1,2 Mio. Euro (vgl. dazu [www.pappelgruppe.de](http://www.pappelgruppe.de)).
- Ein Projekt, das die Optimierung der Vegetationsdiversität bei der Aufforstung von Energiewäldern insgesamt im Auge hat, ist die Anwendung extensiver Pflanzverfahren bei Erst- und Wiederaufforstungen, die Raum für natürliche Sukzessionen lassen. So konnte in einem vom Waldzentrum Münster im Auftrage des Landes Nordrhein-Westfalens durchgeführten Projekt gezeigt werden, dass durch die sogenannte Eichen-Trupppflanzung ohne wirtschaftliche Einbußen in der Holznutzung eine im Vergleich zur herkömmlichen Reihenpflanzung deutlich höhere biologische Diversität auf der Fläche erzielt werden konnte. Gleiches gilt auch für die Anlage von Plantagen mit schnellwachsenden Hölzern wie Pappel, Weiden oder Robinien (vgl. [www.Wald-zentrum.de/de/projekte/aspekte.html](http://www.Wald-zentrum.de/de/projekte/aspekte.html)).

Ein eigener Ansatz die Flächenproduktivität durch die Etablierung von multifunktionalen Landnutzungssystemen zu erhöhen, ist die Erprobung von Agroforstsystemen, die der Wertholz-, Früchte- oder auch Biomasseproduktion dienen können:

- In dem europäischen Forschungsprojekt SAFE wurden mit Partnern aus acht Ländern umfangreiche Feldversuche durchgeführt. So wurden in einer Kooperation der Universität Wageningen, dem freien Institut Finis e.V. und zwei Landwirten in Schleswig-Holstein eine 7,5 ha große Agroforstfläche angelegt. Neben der Nutzung der angepflanzten Bäume ( Ahorn, Sorbus, Kirsche, Robinie) als Wertholz werden Getreide und Früchte produziert (vgl. [www.Agropark.de](http://www.Agropark.de)). Andere Agroforstsysteme in Deutschland basieren auf einer Neuinterpretation der Streuobstwiese. So werden statt Obstbäumen Eschen oder Wildkirschen gepflanzt. In einem Biobetrieb in Bayern wurden beispielsweise Strauch-Agroforstsysteme angelegt. So werden auf 12 ha Hagebutten (als Unterlagenrosen), Salycil-Weiden und Wild – Hasel angebaut, die vorwiegend der Gewinnung von autochthonem Saat- und Vermehrungsgut dienen, die Reihen dazwischen werden als Weide oder zum Getreideanbau genutzt. Insgesamt betrachtet sind die Ergebnisse des SAFE – Projektes ermutigend, so gehen die Wissenschaftler von einer langfristig betrachtet bis zu 40 % höheren Flächenproduktivität aus. Diese Erfahrungen waren auch Hintergrund für die Aufnahme der Agroforstwirtschaft als Fördertatbestand in den Entwurf der EU für die neue ELER-Verordnung (vgl. dazu [www.lebendigeerde.de/Ausgaben/forschung\\_2005-03.html](http://www.lebendigeerde.de/Ausgaben/forschung_2005-03.html)).

Beispiele durch die Differenzierung der Holzherkünfte in der Nutzung und Vermarktung eine höhere Wertschöpfung zu erzielen, gibt es auf privatwirtschaftlicher Ebene verschiedene. Erwähnt werden soll an dieser Stelle die Initiative der saarländischen Landesinnung der Möbelschreiner speziell Möbel aus saarländischen Hölzern herzustellen. In mehreren Ausstellungen, die sich großer Resonanz bei den Verbrauchern erfreuten, wurden diese Unikate vorgestellt. Auch im Wendland setzt eine Möbeltischlerei auf regionale Herkünfte und Wertschöpfung (vgl. [www.saarlaendlich.de/Aktuelles/aktuell.php?aktID=76](http://www.saarlaendlich.de/Aktuelles/aktuell.php?aktID=76)).

Das folgende Beispiel steht für die Wiederbelebung der heimischen Weide als nachwachsender Rohstoff für die Weidenflechtereier:

- Das Innovationszentrum des Deutschen Flechthandwerks in Lichtenfels betreibt derzeit auf einer Pilotfläche von zwei Hektar den Anbau der Weidenart *Salix seminalis*, der Hanfweide. Das für die Weidenflechtereier nötige Material wurde bisher weitgehend aus Polen oder Spanien importiert, da in Deutschland die entsprechenden Qualitäten nicht verfügbar sind. Im Rahmen der Neuentwicklung von Produkten wurde im Innovationszentrum eine neue Maschinenstraße entwickelt, in der aus den Weidenstöcken breite Weidenbänder gehobelt werden. Diese finden vor allem in der Möbelflechtereier Verwendung. Als Rohmaterial eignet sich hier besonders die heimische *Salix seminalis*, deren feldmäßiger Anbau derzeit in Lichtenfels, in kleinem Umfang unterstützt durch das C.A.R.M.E.N. erprobt wird. Die Ergebnisse sind

ermutigend, so dass die Anbaufläche schrittweise erhöht werden soll (mündliche Auskunft).

### **Nebenprodukte der Holzproduktion:**

Pulverisiert wurde die Weidenrinde wegen ihres Gehaltes an Salicyl bereits seit dem Altertum als fiebersenkendes Mittel eingesetzt. Im 20. Jahrhundert wurden die aus der Weide gewonnenen Salicylate durch solche synthetischen Ursprungs abgelöst. Die bisher nicht gelösten Probleme der Entstehung von Nebenwirkungen nach Einnahme chemisch-synthetischer Analgetica haben die Akzeptanz und Suche nach nebenwirkungsarmen u.a. pflanzlichen Alternativen wiederbelebt und somit eine Renaissance der Weidenrindenmedikamente ausgelöst. (vgl. <http://www.genres.de/fgrdeu/silberweide/pdf/abschnitt5.pdf>). Konkrete F&E-Vorhaben konnten aber nicht gefunden werden.

- Ein Beispiel für einen aus Baumrinde gewonnenen medizinisch hochwirksamen Pflanzenstoff ist das **Taxol der Eibe**. Taxol ist das bisher wirksamste Zytostatikum und wird vor allem erfolgreich bei Brust- und Eierstockkrebs eingesetzt. Es wird in der Rinde der Eibe abgelagert, ist also besonders in alten Bäumen in höheren Konzentrationen gespeichert. Da die Bäume zur Gewinnung des Stoffes gefällt werden müssen, sind die Ressourcen also äußerst begrenzt, das lebensrettende Antikrebsmittel sehr teuer. Forscher der TU Berlin arbeiten in enger Kooperation mit Kollegen aus Wissenschaft und Industrie an einem Verfahren Taxol mit Hilfe von zwei Eibe-Enzymen aus den Nadeln der Eibe zu gewinnen (vgl. [www.gruene-biotechnologie.de/inhalte/gsh-biotech.html](http://www.gruene-biotechnologie.de/inhalte/gsh-biotech.html)).
- Zu „**einem Stoff aus dem die Träume**“ sind, machte ein Forstwirt aus dem Breisgau die Früchte der Pappel, nachdem ihm durch Labortests bestätigt wurde, dass die flaumigen Samen der Pappel weit bessere Fasereigenschaften haben als Daune, Kapock oder auch Baumwolle. So schafft kein Textilmaterial besser die Kombination zwischen Leichtigkeit, Wärmeisolation und Feuchteverhalten als der Pappelflaum. In seiner 2000 gegründeten Firma Pap(p)illon bereitet der Jungunternehmer den in Pappelplantagen geernteten Rohstoffs zu Vliesen auf, die vor allem zu feinsten Kissen oder Bettdecken verarbeitet werden. Da der Baum durch die Ernte der noch geschlossenen Früchte (mit Hilfe eines Fesselballons) keinen Schaden leidet, ist somit eine nachhaltige Nutzung der Bestände möglich. Pappelflaumprodukte sind mittlerweile in verschiedenen Naturversandhäusern gelistet ([www.papillon.de](http://www.papillon.de)).

Auch die Erholungsfunktion des Waldes wird immer stärker vermarktet, einige speziell auf die Umweltbildung im Wald eingerichtete Walderlebniszentren wurden in den letzten Jahren meist mit öffentlicher Förderung errichtet. Aktuell läuft z.B. bundesweit die Aktion „Wald gewinnt“ im Rahmen der Kampagne **TreffpunktWald**. So werden kontinuierlich Veranstaltungen rund um den Wald angeboten ([www.ml.niedersachsen.de](http://www.ml.niedersachsen.de)).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Forstwirtschaft zukünftig ein hohes Marktpotential prognostiziert wird. Um die Produktion zu sichern, wird dabei wegen des Klimawandels und des Schadstoffdruckes die Vielfalt im Wald immer wichtiger. Auch schnellwachsende Hölzer oder Agroforstsysteme, die bisher noch ohne größere Bedeutung sind, da die Einstiegshemmnisse bei den Landwirten aufgrund der Langfristigkeit relativ hoch sind, könnten unter sich weiter verändernden Marktbedingungen schnell an Wettbewerbsfähigkeit gewinnen. Die aktuelle Dynamik im Energiepflanzenektor zeigt aber, dass der Markt in diesem Bereich schnell Anreize zum Einstieg in neue Landnutzungssysteme bringen kann. Um dies auch umsetzen zu können, gibt es in jedem Fall noch viel züchterischen Forschungsbedarf. Das Beispiel Pappelflaum zeigt im übrigen, dass es nicht nur im Tropenwald noch neue unentdeckte Ressourcen gibt. Da auch die Erholungsfunktion des Waldes immer stärker auch wirtschaftlich vermarktet wird, braucht es auch im Wald etwas „Besonderes“, Events und Attraktionen sind gefragt. Förderung der Vielfalt kann auch in diesem Zusammenhang wirtschaftlich interessant werden.

## **2.8 Pflanzen und mit besonderen Inhaltsstoffen**

Im folgenden Abschnitt soll ein notwendiger Weise nur ausschnittartiger Einblick in die Fülle der Projekte und Anwendungsbereiche gegeben werden, die unter der Überschrift Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen zusammengefasst werden. Darunter sind Pflanzen zu verstehen, die in ihrem Sekundärstoffwechsel spezielle Inhaltsstoffe bilden, die i.d.R. daher nur in geringen Gehalten vorliegen. Dies sind vor allem spezielle pharmazeutische und kosmetische Roh- bzw. Wirkstoffe, ökologische Pflanzenschutz- oder stärkungsmittel und verschiedene Farbstoffpigmente.

### **2.8.1 Arznei- und Gewürzpflanzen (AGP)**

Innerhalb dieser Gruppe von Pflanzen kommt den Pflanzlichen Arzneimitteln (Phytopharmaka) im Hinblick auf die wirtschaftliche Nutzung die größte Bedeutung zu. Im Jahr 2002 waren bereits 30 Prozent der in deutschen Apotheken verkauften freiverkäuflichen Arzneimittel Phytopharmaka, was einer Marktbedeutung von mehr als 2 Mrd. Euro entspricht. (vgl. FNR 2004, S. 15). Und die Tendenz ist eindeutig steigend. Von diesem Bedarf kann die deutsche Landwirtschaft nicht einmal 10 Prozent decken. Viele der in Mitteleuropa genutzten Heilpflanzen, sind bisher nicht systematisch kultiviert. Die Herkunft aus Wildsammlungen macht jedoch vor dem Hintergrund begrenzter natürlicher Vorkommen die Bereitstellung gleich bleibender Qualitäten schwer. Weil auch Verwechslungsgefahr mit ähnlichen Arten besteht, und auch die Qualität und Sicherheit importierter Ware oft nicht ausreichend ist, wächst das Interesse an einer heimischen Produktion unter kontrollierten Anbaubedingungen. Bisher konzentriert sich der deutsche Arznei- und Gewürzpflanzenanbau auf wenige Bundesländer. Thüringen, Bayern, Hessen und Niedersachsen produzierten 1999 zusammen ca. 70 Prozent der Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Die



regionale Verteilung ist dabei nicht nur auf klimatische Gründe zurückzuführen, sondern im wesentlichen auf das in diesen Regionen konzentriert vorhandene Know-how. So ist für die mehr als 70 verschiedenen derzeit auf etwa 10.000 ha angebauten Kulturen nicht nur Spezialwissen, sondern auch eine spezielle Ernte- und Trocknungstechnik erforderlich.

**Übersicht 2: Die wichtigsten Kulturen von Arznei- und Gewürzpflanzen (AGP) mit über 100 ha Anbaufläche in den verschiedenen Bundesländern**

<b>Bundesland</b>	<b>Wichtigste Kulturen &gt; 100 ha</b>
Thüringen	Pfefferminze, Johanniskraut, Kamille, Lein
Bayern	Johanniskraut, Sonnenhut, Meerrettich, Dill, Petersilie
Hessen	Kamille, Schnittlauch, Johanniskraut, Fenchel
Niedersachsen	Petersilie, Schnittlauch, Mariendistel
Sachsen-Anhalt	Thymian, Majoran
Nordrhein-Westfalen	Schnittlauch, Petersilie
Rheinland-Pfalz	Holunder, Petersilie
Brandenburg	Sanddorn
Mecklenburg-Vorpommern	Sanddorn

Quelle: FNR 2004, S.15

Zahlreiche andere Arten werden in geringem Umfang vor allem auch in der ökologischen Landwirtschaft angebaut. Hier gibt es oft direkte Liefervereinbarungen zwischen Erzeugern und Verarbeitern.

Von der Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller e.V. (FAH) wurde unterstützt durch die FNR von 2000 bis 2002 eine Studie über Chancen und Potenzial des deutschen Arzneipflanzenanbaus angefertigt. Auf Basis von Befragungen bei Verarbeitern und Erzeugern sind hier sehr genaue Informationen über die Situation in dieser Branche zusammengetragen worden. Die Vielschichtigkeit dieses Marktes macht an dieser Stelle die Einschätzung der realistisch vorhandenen Innovationspotentiale schwierig.

Die Probleme und Chancen können aber auf Basis einer der Studie entnommenen Übersicht der Potentiale und der hemmenden Faktoren für den AGP-Anbau in Deutschland recht gut umrissen werden:

### **Übersicht 3: Darstellung der Potenziale des AGP-Anbaus in Deutschland**

#### **Potentiale für eine Ausdehnung des deutschen Anbaus bestehen im Hinblick auf:**

- Die Ausweitung des Marktes für Selbstmedikation
- Die Bekanntmachung bisher unbekannter Eigenschaften von Wirkstoffen aus heimischen Pflanzenarten
- Den verstärkten Einsatz von heimischen Arznei- und Gewürzpflanzen in der Veterinärmedizin und in der Tierernährung
- In der Förderung des Bioanbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen
- Das wachsende Qualitätsbewusstsein in Bezug auf Rohwaren aus Deutschland auch auf Seiten der Pharmazie und anderer Großabnehmer von AGPs
- Den wachsenden Markt für chinesische Arznei- und Gewürzpflanzen
- Die flexible und direkte Handelsabwicklung kleiner, qualitativ hochwertiger Drogenmengen zwischen Erzeugern und Verarbeitern

#### **Hemmende Faktoren bestehen für den Anbau von AGP in Deutschland durch:**

- Die fehlende Angebotsbündelung
- Die hohen Arbeits- und Trocknungskosten
- Den sehr inhomogen strukturierten Anbau
- Die regional sehr unterschiedl. historische und geographische Bedeutung des Anbaus
- Die auch von den kleinen Verarbeitungsunternehmen immer höher geschraubten Qualitätsanforderungen (HACCP, GAP-Richtlinien)
- die mangelnde Markttransparenz
- die Konkurrenz der Ware aus Billiglohnländern, die z.T. die Professionalität ihrer Produktion in den letzten Jahren stark verbessert haben
- die Kurzlebigkeit des Marktes für viele „Modedrogen“
- den hohen Investitionsbedarf für den Einstieg in den Anbau
- die Lückenindikation und die schlechte Mechanisierung des Anbaus
- die an die Förderung gebundenen Auflagen, die den Landwirt in seiner Vermarktungsfreiheit einschränken bzw. die Unkenntnis über Fördermöglichkeiten

Quelle: FNR 2002, S.124

Besondere Probleme gibt es derzeit in Brandenburg. Hier wurde Landwirten untersagt, Kräutertees aus eigenem Anbau zu verkaufen, da dies einen Verstoß gegen das Arzneimittel-

telgesetz darstelle. Kräuter wie Weißdornbeeren, Malvenblüten oder Birkenblätter dürften nur in Verkehr gebracht werden, wenn ein zugelassener Pharmazeut bei ihrer Verarbeitung anwesend ist (vgl. <http://archiv.tagesspiegel.de/archiv /03.02.2006/2329434.asp#>).

Die von der FNR und anderen Institutionen initiierten und geförderten Projekte in diesem Bereich zielen zum einen auf die züchterische Verbesserung bereits im Anbau vorhandener Arten im Hinblick auf Inhaltsstoffe und Anbauverfahren, die In-Kulturnahme bisher nur wild vorkommender Arten und die Züchtung krankheitsresistenter Sorten. Aufgrund der Probleme den Markt für Arznei- und Gewürzpflanzen tatsächlich für die heimische Landwirtschaft zu erschließen, beschäftigen sich auch mit diesem Thema verschiedene Studien.

Folgende Projekte seien als Beispiele genannt:

- Eine der derzeit am meisten nachgefragten Arzneipflanzen zur Herstellung von Phytopharmaka ist der **Weißdorn** (*Crataegus* ssp.) Der aus Blättern und Blüten gewonnene Wirkstoff wird zur Therapie von Herz- Kreislauferkrankungen eingesetzt. Zur Herstellung der entsprechenden Präparate werden jährlich ca. 400t Blatt/Blütendrogen importiert. Diese Ware stammt fast ausschließlich aus Wildsammlungen und entspricht oft nicht den Qualitätsanforderungen. Aufgrund der auch in den meist osteuropäischen Herkunftsländern stärker werdenden Nachfrage wird zudem auch das Angebot knapper. In einem von der FNR geförderten Vorhaben (2003 bis 2006, Fördervolumen: ca. 100.000 Euro) werden daher Informationen gesammelt, um die Machbarkeit eines Anbaus in Plantagen einschätzen zu können sowie das ganze Produktionsverfahren näher zu definieren.
- Eine Pflanze, die ebenfalls von wachsender Bedeutung als Medizinalpflanze ist und bisher nur aus Wildvorkommen zu gewinnen ist, ist die **Rosenwurz** (*Rhodiola rosea* L.). Gefördert von der FNR führte die Pharmaplant Forschungs- und Saatzucht GmbH Recherchen zu Herkünften, Inhaltsstoffen und den Erfolgsaussichten einer weiteren Pharmaka-Entwicklung durch (2001 bis 2004, 119.000 €).
- Eine weitere viel versprechende Wildpflanze, die **Kugeldistel** wurde bereits als Ölpflanze genannt. Sie enthält neben wertvollen Ölen aber auch den Wirkstoff Chinolin (Echinorin). Hier laufen unterstützt von der DBU unter Leitung des Institutes für Waldbau und Forstschutz Untersuchungen, um diesen Stoff als Repellent für den Schutz von Jungpflanzen in der Forst einzusetzen.
- Eine Pflanze, die bereits kultiviert wird, die aber in wirtschaftlicher Hinsicht über ein deutlich höheres Potential als bisher erschlossen werden konnte, zu verfügen scheint, ist die **Minze**. Ziel eines von der FNR am Max-Planck-Institut für Züch-

tungsforschung geförderten Projektes (2003 bis 2006, Fördervolumen: 411.000 €) ist es, die physiologische und ökologische Leistungsfähigkeit von Minzen im Hinblick auf ihre Mentholproduktion zu optimieren. Dazu werden bestehende Minzkollektionen ausgebaut und die hohe Diversität der Minzen zur Neukombination gewünschter Eigenschaften mittels somatischer Hybridisierung genutzt. Da Menthol Bestandteil vieler Produkte ist, würde eine nachhaltige Rohstoffbereitstellung zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen beitragen und der Anbau von Minze auch für Landwirte zu einer wirtschaftlich interessanten Alternative werden.

- Ein Projekt, durch das der Anbau **Glucosinolat-reicher Kapuzinerkresse** in der Landwirtschaft vorangetrieben werden soll, läuft gefördert durch die FNR derzeit (Laufzeit: 2004 bis 2007, 343.000 €) an der Universität Braunschweig. Im Rahmen des Projektes soll die Methode für die in vitro-Vermehrung von *Tropaeolum majus* erarbeitet werden, so dass die Varietäten der Kapuzinerkresse, die am besten für die Verwendung in der Arzneimittelproduktion geeignet sind, in unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen. Die Glucosinulat-reichen Blätter der Kapuzinerkresse sollen zu einem neuen phytomedizinischen Medikament gegen Harnwegsinfektionen verarbeitet werden. Bei durchschnittlicher Akzeptanz des neuen Medikaments würde eine Anbauflächen von *Tropaeolum* in der Größenordnung von ca. 100 bis 300 ha nötig werden.
- Die stark wachsende Nachfrage nach verschiedenen **chinesischen Heilpflanzen** und die Probleme diese in entsprechender Qualität und Reinheit aus Asien zu beziehen, ist Hintergrund für ein Forschungsvorhaben, das unterstützt von der FNR an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführt wird (Laufzeit: 2004 bis 2007, 248.000 €). Gegenstand des Vorhabens ist der Beginn einer Auslesezüchtung des sehr heterogenen Materials der Arten *Artemisia scoparia* und *Leonurus japonicus*, die in Versuchen einjährig bereits erfolgreich kultiviert wurden.
- Um die Erschließung neuer Marktanteile auf dem jährlich etwa um 4% bis 5% steigenden Markt **für ätherische Öle** geht es im Rahmen eines von der FNR geförderten Projektes (2002 bis 2004). Von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft sollten aussichtsreiche Arten z.B. verschiedene Herkünfte der Pfefferminze, der Melisse, des Thymians, des Salbeis sowie verschiedener Körnerfrüchte angebaut und auf einer Technikumsanlage destilliert werden. Parallel dazu erfolgte eine Marktumfrage mit dem Ziel der Markteinführung von ätherischen Ölen aus heimischer Produktion.

## 2.8.2 Färberpflanzen

Das mitteleuropäische Klima erlaubt den Anbau einer Vielzahl von Pflanzen, mit denen gelbe, rote und blaue Farbtöne erzielt werden können. Von den etwa 20 Pflanzenarten, die für einen feldmäßigen Anbau in Deutschland geeignet sind, haben Färberwau, Färberhundskamille, Kanadische Goldrute, Krapp und Färberknöterich die größte Bedeutung. Für dreizehn Arten wurden im Rahmen von Forschungsprojekten Anbauanleitungen sowie Hinweise auf die jeweiligen Färbeverfahren erarbeitet. Derzeit wird von der FNR noch ein Projekt gefördert, das sich der Unterstützung und Begleitung der weiteren Praxiseinführung des Färberpflanzenanbaus widmet. Unter der Federführung der Brandenburgischen Landesanstalt für Landwirtschaft ist es dabei gelungen, ein kleines Netzwerk von Erzeugern und Verarbeitern aufzubauen, die in kleinem Umfang, aber durchaus erfolgreich Färberpflanzen anbauen und neue Produkte entwickeln.

Um für die Verwendung von Naturfarben ein größeres Nutzungsspektrum und auch eine industrielle Weiterverarbeitung zu ermöglichen, wurden darüber hinaus in den letzten Jahren verschiedene umfangreiche Forschungsvorhaben durchgeführt, um neue Verfahren zur Farbextraktion zu entwickeln. Trotz dieser umfangreichen Forschungsförderung wurden Naturfarbstoffe in den letzten Jahren nur in sehr geringem Maßstab industriell eingesetzt. Aufgrund der im Vergleich zu synthetischen Farben deutlich höheren Rohstoffkosten ist eine direkte Konkurrenzfähigkeit der Naturfarben derzeit nicht gegeben. Potentiale für eine Ausdehnung des Anbaus wird es also nur in dem Umfang geben wie es gelingt, die besonderen Eigenschaften von natürlich erzeugten Farbstoffen zu kommunizieren (siehe dazu [www.fnr.de](http://www.fnr.de)).

- So gibt es im textilen Bereich einige Firmen (Spremlinger Tuche, Hess-Natur), die pflanzengefärbte Produkte anbieten. Ein Projekt des Unternehmens Hess-natur, das auch durch die FNR öffentlich gefördert wird, ist die Entwicklung eines **ökologisch optimierten pflanzengegerbten Schuhs** unter Berücksichtigung verschiedener Material- und Produktabläufe.
- Ebenfalls die Lederfärbung und Gerbung ist Ziel eines Projektes, das die Hochschule in Bernburg unter anderem gemeinsam mit der Firma Audi durchführt. So wurde nach Prüfung von 50 verschiedenen **Rhabarberherkünften** festgestellt, dass einige Herkünften genügend **Gerbstoffe** enthalten, um damit hochwertige Leder herzustellen. Im Rahmen des Projektes wurden spezielle Extraktionsverfahren zur bestmöglichen Isolierung der Gerbstoffe entwickelt und Gerbverfahren für verschiedene Lederqualitäten konzipiert. Mittlerweile wurden bereits einige tausend Paar Schuhe aus „Rhabarberleder“ verkauft sowie Muster für Sitzmöbel und Bekleidung hergestellt. Audi selbst verwendet das Leder für die Fahrzeug- Innenausstattung in hoch-preisigen Automodellen.

- Im technischen Bereich wurde von 2001 bis 2003 ein Projekt gefördert, das die Entwicklung neuartiger **ökologischer Druckfarben** unter Nutzung von Naturfarbstoffen aus Färberpflanzen zum Inhalt hatte. Aufgrund der Probleme mit den vorhandenen Farbpigmenten die entsprechenden Lichtechniken zu erzielen, konnte das Ziel, eine Offsetdruckfarbe zu entwickeln, nicht erreicht werden. Es zeigte sich jedoch, dass die Naturfarben zur Herstellung von Tissueprodukten (Servietten, Papiertaschentücher, etc.) eigenen. Da hier auch die besondere Gesundheitsverträglichkeit der eingesetzten Rohstoffe kommuniziert werden kann, besteht von Seiten der Hersteller Interesse an einer Fortführung der Forschung und Entwicklung zur Herstellung von Pigmentrohstoffen aus Färberpflanzen. (vgl. FNR 2003, S. 19). Ein Industriepartner, der in geeignetem Maßstab die Produktion aufnimmt, konnte aber noch nicht gefunden werden.
- Ebenfalls um Farbstoffe geht es in einem weiteren von der FNR von 2001 bis 2004 geförderten Projekt. So wurde unter Federführung des Landesumweltamtes und des VERN geprüft, inwieweit Farbstoffderivate aus **Anthocyan reichen Kulturkartoffelstämmen** (*Solanum tuberosum* Genpool) für eine wirtschaftliche Verwertung beispielsweise als Lebensmittelfarbe Verwendung finden kann. Der vorhandene Genpool wurde umfassend auf Anthocyan Gehalt und Anbaueignung gescreent und Stämme identifiziert, die auch für eine industrielle Nutzung im food und non-food geeignet wären. Da das Farbstoffderivat aber im Vergleich zu den bisher eingesetzten Substanzen z.B. dem aus dem Rotkohl gewonnene Anthocyan keine günstigeren Eigenschaften aufweist, gab es für den Industriepartner keine Anreize, die Produktionsstrecke auf das neue Produkt umzustellen. Ein wesentlicher Effekt des Forschungsvorhaben ist aber, dass nun einige der farbstoffreichen Kartoffelsorten, z.B. Blaue Schweden wieder im kommerziellen Anbau verwendet werden und eine Sortenanmeldung über die Firma Norika erfolgt ist (vgl. [www.vern.de](http://www.vern.de)). Anthocyane sind dabei als sekundäre Pflanzenstoffe mit stark antioxidativer Wirkung auch im Hinblick auf ihre gesundheitliche Wirkung von besonderen Interesse. Ein anderes Projekt ebenfalls unter Mitwirkung des VERN e.V. und der BAZ widmet sich der Frage, inwieweit sich verschiedene Herkünfte von *Solanum scabrum* (Garden Huckleberry oder Schwarzbeere) auch für den Anbau in Deutschland eignen (vgl. [www.vern.de](http://www.vern.de)).

### 3. Vorsorge für den Klimawandel und Anpassung an marginale Standorte

Das Ausmaß der im nächsten Jahrhundert zu erwartenden Klimaänderungen ist im wesentlichen abhängig von der Höhe der Emissionen an schädlichen Treibhausgasen wie CO<sub>2</sub> oder O<sub>3</sub>. Die Erhöhung der mittleren globalen Temperatur wird auf 1,4 bis 5,8 Grad Celsius geschätzt (vgl. Weigel 2004, S. 16). Damit verbunden wird eine Beschleunigung des Hydrologischen Kreislaufes sein, d.h. es wird zu insgesamt höheren Niederschlägen und der Zunahme extremer Wetterlagen kommen. Für Nord- bzw. Mitteleuropa zeichnen sich ein Temperaturanstieg und tendenziell eine Zunahme der Niederschläge bei ungünstigerer Verteilung ab. Regional kann die Erwärmung jedoch sehr unterschiedlich ausfallen. Schätzungen gehen davon aus, dass die Erwärmung in Süddeutschland schneller vonstatten gehen könnte als im Norden. Im Osten Deutschlands wird sich die bereits heute landwirtschaftlich stark limitierende Sommertrockenheit voraussichtlich deutlich verschärfen. In Verbindung mit der Vorhersage eines häufigeren Auftretens von Klimaextremen (Hitze, Sturm, Hochwasser, Hagel, etc.) werden die Stressfaktoren für die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen stark zunehmen.

Zusätzlich zu den erwarteten Veränderungen der physikalischen Klimaparameter wird sich auch die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre weiter verändern. Dabei ist vor allem der kontinuierliche Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration von erheblicher Bedeutung für die Entwicklung der Vegetation (vgl. Weigel 2004, S. 17).

Die Folgen der Klimaänderung für die Agrarproduktion speziell den Ackerbau sind vielschichtig und je nach Standortbedingungen und Kulturen kleinräumig sehr unterschiedlich einzuschätzen. Während sich der Temperaturanstieg bei Kulturen wie Mais oder Zuckerrüben durch eine Verlängerung der Wachstumsperiode eher positiv auswirken kann (ebenso beim einheimischen Wein), werden für das Wintergetreide eher leichte Ertragsrückgänge erwartet. Auch die erhöhte CO<sub>2</sub>-Verfügbarkeit kann sich als „Dünge-Effekt“ unter bestimmten Bedingungen positiv auf das Pflanzenwachstum auswirken, hier sind die Beobachtungen aber bisher noch sehr widersprüchlich. Als Reaktion auf die veränderte Gaszusammensetzung in der Atmosphäre wird sich in jedem Falle aber die chemische Zusammensetzung des pflanzlichen Gewebes also der Gehalt an Makro- und Mikronährstoffen sowie die Konzentration an sonstigen Inhaltsstoffe verändern (vgl. Weigel 2004, S. 24). In Regionen, in denen bereits heute die Wasserverfügbarkeit der limitierende Faktor ist, sind Ernteausfälle in Folge ausgeprägter Sommertrockenheit wie im Jahr 2003 deutlich häufiger zu erwarten. Die Veränderung der Niederschlagsintensität birgt zusätzlich die Gefahr von Wind- und Wassererosion. Kaum vorherzusagen, aber von entscheidender Bedeutung für die Entwicklungen im Pflanzenbau sind darüber hinaus die Auswirkungen des Klimawandels auf den Schädlingsdruck und die Entwicklung von Pflanzenkrankheiten. Insgesamt wird damit gerechnet, dass der Krankheits-, Schädlings-, und Unkrautdruck zunimmt, sich dabei aber die Bedeutung der einzelnen Schadbilder verschiebt. Zu berücksichtigen

ist aber auch, dass infolge der Klimaveränderungen die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln unsicherer werden könnte. So wirken Blatt- und Bodenherbizide bei Trockenheit wegen der verminderten Wirkstoffaufnahme schlechter. Auch Fungizide und Insektizide können bei hohen Temperaturen wegen Abdampfung und schnellerem Abbau durch UV-Licht in ihrer Wirkung eingeschränkt sein (vgl. Spezieller Pflanzenschutz in [www.lfl-neu.bayern.de/ipz/pflanzenbauforschung/11619/](http://www.lfl-neu.bayern.de/ipz/pflanzenbauforschung/11619/))

Da die Entwicklung des Weltklimas kurzfristig kaum noch zu beeinflussen ist, muss sich der landwirtschaftliche Sektor durch geeignete Anpassungsstrategien auf die veränderten Rahmenbedingungen einstellen. Anpassungsmöglichkeiten bestehen im Pflanzenbau insbesondere durch folgende Maßnahmen (vgl. Doleschel, IPZ 2005 in [www.lfl-neu.bayern.de/ipz/pflanzenbauforschung/11619/](http://www.lfl-neu.bayern.de/ipz/pflanzenbauforschung/11619/)).

**Anbaubedingungen:**

- Anpassung der Saattermine,
- Wahl bereits vorhandener besser angepasster alternativer Arten und Sorten,
- Einsatz neuer Arten und Sorten.

**Nutzungssysteme:**

- Änderung der Fruchtfolgegestaltung,
- Änderung des Wassermanagements,
- Änderung bei Düngung, Bodenbearbeitung, Korntrocknung, etc..

**Beherrschung zunehmender Ertragsvariabilität:**

- Diversifizierung des Fruchtartenspektrums,
- Versicherungssysteme für Ernteauffälle,
- Anwendung von Ertragsprognosemodellen.

Entscheidende Bedeutung für die erfolgreiche Realisierung dieser Anpassungsstrategien kommt dabei der Pflanzenzüchtung über die Züchtung neuer Sorten und die Suche nach neuen geeigneten Kulturpflanzen zu. Dabei gilt es vor allem

- die Trockentoleranz,
- das Nährstoffaneignungsvermögen,
- die CO<sub>2</sub>-ausnutzung,
- die Entwicklungsdauer der Pflanzen,
- sowie die Resistenzen gegen Schädlinge und Krankheiten (siehe Abschnitt 5.2) zu verbessern.

Insgesamt kommt der Verfügbarkeit genetischer Ressourcen zur Bewältigung der komplexen Anpassungsprozesse an Umwelt- und Klima naturgemäß eine große Bedeutung zu. Dies spiegelt sich auch in einer großen Zahl von Forschungsprojekten nieder, die zumeist



eher grundlagenorientiert wie z.B. im Falle der Genomanalysen zahlreicher Kultur- oder Wildpflanzen, Voraussetzungen für die Züchtung von Pflanzen mit an veränderte Umweltbedingungen angepassten Eigenschaften zum Inhalt haben. Für die einzelnen Elemente der oben skizzierten Anpassungsstrategie seien im folgenden einige Beispiele genannt:

### **Anpassung der Landnutzungssysteme**

- Im Jahr 2004 wurde von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Rahmen der angewandten Forschung mit dem Projekt „**Entwicklung und Erprobung standortangepasster Anbausysteme unter besonderer Berücksichtigung der Klimaveränderungen**“ begonnen. Das Vorhaben besteht aus Teilprojekten zu den Bereichen Fruchtfolge, Nährstoffempfehlungen und Pflanzenschutz sowie Beregnung. So sollen neben der Erprobung verschiedener pflanzenbaulicher Maßnahmen beispielsweise Fruchtfolgen mit trockenoleranten Sorten von Getreide, Ölpflanzen, Futterkulturen und Hackfrüchten für die sandigen niederschlagsarmen Standorte der sächsischen Heide- und Teichlandschaft, die Löß-Lehmböden des Übergangsbereiches von der Leipziger Tieflandbucht in das Mittelsächsische Hügelland und für die Verwitterungsböden des Erzgebirges untersucht werden ([www.smul.sachsen.de](http://www.smul.sachsen.de)).
- Auch für den Wald wird im Hinblick auf den Klimawandel die Wahl von Baumarten empfohlen, die flexibler auf Trockenheit reagieren. Hierzu wurden unter anderem von der BFH seit 1992 umfangreiche **Untersuchungen zur Stabilität, Wachstum und Diversität von Kreuzungsnachkommenschaften ausgewählter Baumarten unter verschiedenen Klima- und Bodenbedingungen** durchgeführt. Ein Projekt, das Vorsorge für den Klimawandel mit der Schaffung von Erholungs- und Ausflugsmöglichkeiten verbindet, ist die durch Leader+ geförderte Wiederinstandsetzung des Arboretum Amerang im Chiemgau, einer Sammlung von ca. hundert z.T. exotischer Baumarten, die u.a. hinsichtlich ihrer Eignung für die sich verändernden Klimabedingungen untersucht werden (vgl. [www.fiz-agrar.de](http://www.fiz-agrar.de)).

### **Züchterische Grundlagen**

- **Selektion von Ackerbohnen-Inzuchtlinien mit differenzierter Prolinakkumulation unter osmotischem Stress und Untersuchung der Linien auf Unterschiede in der Trockentoleranz/Kältetoleranz** (Laufzeit: 2002 bis 2006), BAZ, Institut für abiotische Stresstoleranz (IST). Im Rahmen dieses Projekts werden Grundlagen zur Funktionsweise der Trockentoleranz erarbeitet ([www.baz.de](http://www.baz.de)).
- **Evaluierung genetischer Ressourcen von Leguminosen hinsichtlich Trockentoleranz/Frosttoleranz mit dem Ziel der Verbesserung der Ertragsstabilität un-**

**ter Berücksichtigung des Proteingehaltes** (Laufzeit: 2003 bis 2007), BAZ Institut für abiotische Stresstoleranz. Das Vorhaben ist auf die Evaluierung genetischer Ressourcen von Leguminosen - insbesondere Ackerbohnen gerichtet, mit dem Ziel des Auffindens und der Charakterisierung von Quellen abiotischer Stresstoleranzen und der Verbesserung der Umweltstabilität unter Berücksichtigung der Qualität und damit Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Leguminosen ([www.baz.de](http://www.baz.de)).

- **Kartoffeln und Ackerbohnen** reagieren besonders empfindlich auf **Trockenstress**. In einem ebenfalls am IST angesiedelten Forschungsvorhaben wird untersucht mit welchen Merkmalen Trockenstress bei diesen beiden Arten korreliert ist. Anhand von Selektionskriterien wie z.B. der Akkumulation von freiem Prolin, der Chlorophyllfluoreszenz oder dem relativen Wasserdefizit des Blattes können entsprechend leichter die genetischen Variabilitäten für Trockenresistenz erkannt werden (vgl. Balko 2005, S.10ff.).
- Ebenfalls der **Erforschung der Mechanismen der Trockentoleranz** widmet sich anhand verschiedener Perlhirsegenotypen ein Projekt am Institut für Pflanzenbau und Agrarökosystem der Uni Kassel. Untersucht wird die Dehydratationstoleranz und die Vermeidung von Trockenstress durch die verschiedenen Genotypen (vgl. [www.wiz.uni-kassel.de/ink/?c=73&language=de](http://www.wiz.uni-kassel.de/ink/?c=73&language=de))
- Im Rahmen ihrer Sortenprüfung hat die Saaten-Union **verschiedene Roggen-, Weizen und Maissorten** auf ihre **Trockentoleranz** hin untersuchen lassen. Dabei zeigte sich, dass die Leistungsfähigkeit der Roggensorten auf Trockenstandorten mit der Bodendurchwurzelung und der entsprechenden Wurzelsaugkraft der Pflanze korrespondiert. Hybridsorten zeigen sich hier im Vergleich zu normalen Pflanzen als deutlich widerstandsfähiger ([www.saaten-union.de](http://www.saaten-union.de)).

Pflanzen mit verbesserter Trockentoleranz zu entwickeln, ist auch Ziel der biotechnologischen Forschung. Eigenschaften wie die Bildung tiefer Wurzeln, die Reduzierung der Spaltöffnungen der Blätter oder ein stabiler Stoffwechsel verbessern die Trockentoleranz der Pflanzen und sollen gezielt in leistungsfähige Kulturpflanzen eingebracht werden. Die genetischen Grundlagen dieser Vorgänge anhand der Analyse trockenoleranter Pflanzen zu entschlüsseln, ist Inhalt zahlreicher Forschungsprojekte. So konnten Forscher bei der Laborpflanze *Arabidopsis thaliana* ein Resistenzgen ermitteln, durch das Gene aktiviert werden, die den Stoffwechsel der Pflanze an Sonnenstrahlung, extreme Hitze und Wassermangel anpassen. Bis tatsächlich marktreife neue Züchtungslinien mit diesen hochkomplexen Eigenschaften entwickelt sind, ist aber noch mindestens mit 10 Jahren Entwicklungsdauer zu rechnen (vgl. [corporate.basf.com/produkte/biotech/plantscience/](http://corporate.basf.com/produkte/biotech/plantscience/)). Während die klassische Züchtung von salzresistenten Nutzpflanzen bisher weitgehend ergebnislos verlief, hoffen Genforscher die für die hohe Salztoleranz in Wildpflanzen ver-

antwortlichen Gene in landwirtschaftliche Nutzpflanzen einbringen zu können. Für Tomatenpflanzen ist dies auf Basis von Genen des Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) bereits gelungen ([www.genfood.at/Thema/GVOs/848/main.html](http://www.genfood.at/Thema/GVOs/848/main.html)).

### **Züchtung neuer Sorten, Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von Kulturpflanzen mit hoher Anpassungsfähigkeit an an marginale Standorte**

- Wissenschaftler des International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) haben Weizenstämme entwickelt, die unter trockenen Bedingungen zwischen 20 und 40 Prozent mehr Getreidekörner produzieren als herkömmliche Weizensorten. Erzielt werden konnte dieser Effekt durch die Wiederholung einer Befruchtung von Emmer und einer anderen Wildweizenart, die vor 9000 Jahren zur Entwicklung des modernen Weizens geführt hat. Im Labor wurden nun diese Ereignisse wiederholt. Wilde Grassorten, die im Nahen Osten gesammelt wurden, wurden mit modernen Versionen von Emmer gekreuzt. Die sehr seltene Verdoppelung von Chromosomensätzen wurde mit Hilfe chemischer Verfahren gezielt ausgelöst. Die neuen Weizensorten sind so nicht verwendbar, da sie in ihren Eigenschaften eher Grassorten entsprechen. Die nützlichen Gene können jedoch ohne Probleme in normale bewährte Weizensorten eingebracht werden. Die ersten Anbauversuche wurden erfolgreich durchgeführt (vgl. [www.innovations-report.de](http://www.innovations-report.de), [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org) oder [www.nature.com](http://www.nature.com))
- Nach Wegfall der Roggenintervention ist die Wettbewerbsfähigkeit des Roggenanbaus stark gesunken. Da es auf vielen marginalen Standorten kaum Alternativen zum Roggenanbau gibt, werden am IST im Rahmen eines Verbundforschungsvorhabens mit der Universität Halle die Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung des Roggens zu einer industriellen Verwertung untersucht. Dazu werden die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Roggenkornes analysiert ([www.baz.de](http://www.baz.de)).
- Wiederaufnahme des Anbaus von trockentoleranten alten Getreidesorten (Champagnerroggen), (siehe auch Abschnitt 9.3).
- Entwicklung ausdauernder Wiesenrotkleearten mit besonderer Eignung für extensive Nutzungslagen Sachsens und Bayerns (Laufzeit 1999 bis 2008), Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten und Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft ([www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de))

Insgesamt gesehen wird das Sortenspektrum, das für sandige und trockene Böden zur Verfügung steht von auf diesen Standorten wirtschaftenden Landwirten als sehr begrenzt angesehen. Verstärkt wird daher von einigen Landwirten und Saatguthändlern auf Basis pri-

vater Beziehungen Saatgut z.B. für Sommerwicke oder verschiedene Kleearten aus Polen und Tschechien importiert, da dort ein breiteres Angebot an regional angepassten Sorten vorhanden ist (mündliche Auskunft).

### **Inkulturnahme neuer oder in Vergessenheit geratener Arten**

Im Zuge des prognostizierten Klimawandels werden die bereits heute sehr niederschlagsarmen Regionen im Nordosten Deutschlands weiter unter Druck geraten. Angesichts der begrenzten Absatzmöglichkeiten für Roggen, ist die Suche nach Kulturpflanzen, die auf sandigen Grenzertragsböden erfolgreich angebaut werden können, von großer Bedeutung, um überhaupt eine Perspektive für den Ackerbau in diesen Gebieten entwickeln zu können. Hervorzuheben sind die Bemühungen einzelner Landwirte, die blaue Lupine und den Topinambur wieder verstärkt in Kultur zu nehmen. Bei beiden Pflanzen handelt es sich zudem um Kulturen, deren Samen bzw. Knolle sich durch für die menschliche und tierische Ernährung besonders wertvolle Inhaltsstoffe auszeichnen. Als trockentolerante Eiweiß- und Ölpflanzen haben darüber hinaus Saflor, Soja und der Leindotter in Anbauversuchen erste gute Ergebnisse gebracht (siehe Kapitel 4). Ebenfalls ein Comeback in kleinem Umfang erlebt die Schälhirse (vgl. dazu Abschnitt 9.3). Unter den trockenresistenten Futterpflanzen verdient wohl der Bokhara Klee eine größere Aufmerksamkeit. Hier sind es einzelne Landwirte, die im Hinblick auch auf eine Energienutzung im Rahmen der Biogasproduktion auf Sandstandorten eigenständig verschiedene Herkünfte auf ihren Flächen testen.

Der **Lupinenanbau** geht sowohl in der Neuen als auch der alten Welt bereits auf vorchristliche Zeiten zurück. Die Lupine fand Nutzung als Nahrungs- und Futtermittel sowie als Gründüngungspflanze. Problematisch war der hohe Gehalt an Alkaloiden. Trotz der in jeder Hinsicht positiven Anbau- und Verwertungseigenschaften der Lupine

- angepasst an leichte Böden mit niedrigem pH,
- Mobilisierung von Phosphat im Boden, Stickstofffixierung, Vorfruchtwirkung
- Aufbrechen von Bodenverdichtungen durch Pfahlwurzel,
- Hoher Gehalt an Protein und sonstigen hochwertigen Inhaltsstoffen

kam sie großflächig in den letzten Jahrzehnten nicht mehr zum Anbau. Gründe dafür liegen zum einen in ihrer mangelnden Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Kulturen auf etwas besseren Standorten, der mangelnden züchterischen Bearbeitung und in ihrer Anfälligkeit gegen die Pilzkrankheit Anthraknose. Diese brachte in den neunziger Jahren auch im Nordosten den dort traditionell noch praktizierten Anbau der Gelben Lupine zu Gründüngungszwecken fast vollständig zum Erliegen. Die von ihren Inhaltsstoffen her am interessanteste Art, die „Weiße Lupine“ verschwand aufgrund ihrer Anfälligkeit für die Anthraknose fast völlig. Mittlerweile haben sich die Rahmenbedingungen geändert und zumindest die Voraussetzungen für eine Ausdehnung des Anbaus der Blauen Lupine (Lu-

pinus angustifolius) sind günstiger geworden. So sind seit 1997 Anthraknose tolerantere Sorten der Blauen Lupine verfügbar. Der Anbauschwerpunkt befindet sich derzeit mit ca. 36.000 Hektar wieder in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Sie gehört zu den wenigen einheimischen Hülsenfrüchten mit großen und proteinreichen Samen und stellt daher eine hervorragende Alternative zur Sojabohne dar. Aufgrund ihrer großen genetischen Vielfalt ist es ausschließlich mit konventionellen Methoden gelungen bitterstoffarme Sorten zu selektieren. Die Samen enthalten 40% Protein, das besonders vorteilhafte ernährungsphysiologische Merkmale aufweist. So konnte nachgewiesen werden, dass durch den Verzehr von Lupinenprotein der Cholesterinspiegel merklich gesenkt werden konnte. Weiterhin lösen Lupinenprodukte im Vergleich zu anderen Samen, z.B. Erdnüssen oder Sojabohnen deutlich weniger Allergien aus. Die Samen enthalten aber noch weitere aus ernährungsphysiologischer Sicht interessante Inhaltsstoffe wie z.B. ungesättigte Fettsäuren, Ballaststoffe, Phytoöstrogene, Phytosterole, Antioxidantien und Vitamine.

Auch ihre Eignung zur Futternutzung konnte züchterisch verbessert werden. Problematisch ist aber immer noch der hohe Rohfaseranteil, so dass die Lupinensaat nur in Verbindung mit Erbsen dem Soja vergleichbare Mastleistungen erzielt. Die stark steigende Nachfrage nach Eiweißfuttermitteln vor allem aus dem ökologischen Landbau setzt hier jedoch Anreize für eine züchterische Weiterbearbeitung ([www.idw-online.de/pages/de/news144961](http://www.idw-online.de/pages/de/news144961)).

- Ein Projekt, im Rahmen dessen bereits sehr konkret versucht wird, die in der Blauen Lupine liegenden Potentiale zu erschließen, wird von der Firma LHK Lebensmittelhygiene Kloth, unterstützt durch Fördermittel des Wettbewerbs „Regionen aktiv“ in der Mecklenburgischen Seenplatte realisiert. So wurden von der Firma Kloth gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung eine Methode entwickelt, **Eiweißpräparate aus der Blauen Lupine** zu isolieren. Miteingebunden in das Projekt ist das Demminer Eiscremewerk, das gemeinsam mit der Firma Kloth aus Raps als Fettträger und der Lupine als Eiweißträger ein rein pflanzliches Eis entwickelt hat. Das Eis ist cholesterinarm, reich an Omega3- Fettsäuren und vor allem auch für Menschen mit Milchunverträglichkeit sehr gut bekömmlich. Mittlerweile ist das Eis bei verschiedenen Lebensmittelketten gelistet. Auch der Export ist angelaufen. Besonderes Interesse gibt es in Japan, wo ca. 90% der Bevölkerung kein Milcheiweiß verträgt. Viel versprechend ist auch die Verwendung des gesunden Lupineneiweißisolates in Fertigsuppen, Backwaren oder als Zusatz in der Wurstverarbeitung ([www.modellregionen.de](http://www.modellregionen.de), Mecklenburgische Seenplatte).

Um dem Lupinenanbau zu der den Qualitäten dieser Pflanze angemessenen Bedeutung zu verhelfen, ist noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Hinblick auf die Problematik des Pilzbefalls, der Unkrautbekämpfung und des Pflanzenschutzes notwendig. Insbesondere im Jugendstadium kommt es bei der Lupine immer wieder zu Totalausfällen.

U.a. die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern betreibt hierzu Anbauversuche.

Der **Topinambur** eignet sich vergleichbar der Lupine für den Anbau auf leichten Standorten. Neben der in Abschnitt 2.2 bereits genannten Erprobung seiner potentiellen Bedeutung als Energiepflanze, gibt es auch seit einigen Jahren Bemühungen den Topinambur mit seinen wertvollen Inhaltsstoffen in der gesunden (Diabetikergeeigneten) Ernährung z.B. als Saft, Fructosesirup oder in Form von als Nahrungsergänzungsprodukte zu platzieren. Vorteil des Topinamburs in dieser Hinsicht ist seine leichte technologische Verarbeitbarkeit. Lediglich die geringe Haltbarkeit der Knolle stellt gewisse Anforderungen an die Logistik. Im Rahmen einer Studie (Regionen Aktiv) wird der Stand des Wissens hinsichtlich des Anbaus und der Verwertung von Topinambur eruiert, um die konkreten Anbau- und Marktchancen dieser Kultur abschätzen zu können. Die Ergebnisse sollen konkret in die Beratung interessierter Landwirte auf den Grenzertragsböden der südlichen Mecklenburgischen Seenplatte einfließen (mündliche Auskunft).

## 4 Spezielle Anforderungen des ökologischen Landbaus

Im ökologischen Landbau (ÖL) sind u .a. aufgrund des Verzichts auf chemische Pflanzenschutzmittel und synthetische Düngung die Möglichkeiten sehr begrenzt, Standortnachteile, speziellen Schädlingsdruck oder klimatische Veränderungen durch den Einsatz externer Inputs auszugleichen. Die ökologische Landwirtschaft ist daher sowohl unter „normalen“ als auch unter durch den Klimawandel veränderten Umweltbedingungen auf die Verfügbarkeit eines standortangepassten Arten- und Sortenspektrums, eine hohe Bodenfruchtbarkeit sowie die Verfügbarkeit biologischer Verfahren des Pflanzenschutzes in besonderer Weise angewiesen.

Die Nachfrage nach ökologisch produzierten Produkten wächst nach wie vor im zweistelligen Bereich (14% Umsatzzuwachs im ökologischen Lebensmittelsegment 2005), der Rohstoffbedarf kann bei vielen Produkten mit heimischer Ware nicht gedeckt werden. Auch die positiven Umweltwirkungen dieser Produktionsweise haben dazu beigetragen, dass dieser Wirtschaftsform auch von politischer Seite in den letzten Jahren eine höhere Aufmerksamkeit zu Teil wurde, die sich finanziert durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) auch in einer erhöhten und nachholenden Forschungs- und Entwicklungstätigkeit niedergeschlagen hat. Diese Forschungs- und Modellvorhaben sind über die Internetplattformen „[www.ökolandbau.de](http://www.ökolandbau.de)“ und [www.bundesprogramm.de](http://www.bundesprogramm.de) sehr gut dokumentiert.

Beispielhaft sollen nachfolgend neben den bereits in anderen Kapiteln genannten Projekten einige dieser Forschungsvorhaben aus dem Bereich des Pflanzenbaus genannt werden, um zu zeigen, wie elementar der boomende Sektor der Ökologischen Landwirtschaft für seine weitere Entwicklung und Professionalisierung auf die Verfügbarkeit genetischer Ressourcen angewiesen ist.

Beispiele für Projekte, die im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) durchgeführt wurden:

- **Vergleich der Anbaueignung verschiedener Ölpflanzenarten und –sorten für den ÖL unter den Aspekten Speiseölgewinnung und als Eiweißquelle.** Trotz bestehender Nachfrage nach Speiseöl ist der Ölpflanzenanbau im ÖL kaum verbreitet. An der Universität Hohenheim wurde daher finanziert durch das BÖL untersucht, welche Ölpflanzenarten und –sorten sich für den ökologischen Anbau zur Erzeugung von Speisöl und Futterproteinen eignen. Die Anbauwürdigkeit von Winter- und Sommerrapen, Winterrüben, Sonnenblumen, Leindotter, Saflor und Sojabohne wurden im Jahr 2003 anhand je zehn ausgewählter Sorten an fünf Standorten beurteilt. Im Ergebnis ergab sich an allen Standorten eine deutliche Vorzüglichkeit der Sonnenblume als Öl- sowie der Sojabohne als Eiweißlieferant. Dabei wurden die Rohpro-

teinerträge der Sojapflanze an zwei Standorten durch die der Sonnenblume aufgrund ihrer hohen Kornerträge fast erreicht. Gute Ergebnisse brachten weiterhin der Saflor gefolgt vom Leindotter. Winterraps und Winterrüben erzielten aufgrund des hohen Schädlingsbefalls nur unzureichende Erträge. Entsprechend wurden in weiteren Versuchen mit insgesamt 100 Genotypen der Ölpflanzen Saflor und Leindotter ein Screening durchgeführt. Neben teilweise hohen Saflorerträgen konnten genotypische Unterschiede auch in anderen agronomisch interessanten Merkmalen, wie der Krankheitsresistenz, dem Ölgehalt sowie dem Alphanatocopherolgehalt beobachtet werden. Bei Leindotter wurden Genotypen gefunden, die als günstig für eine Verwertung im Speiseölbereich angesehen werden können ([www.forschung.oekolandbau.de/archiv/druckansicht.php?loc=http://forschung.oekolandbau.de](http://www.forschung.oekolandbau.de/archiv/druckansicht.php?loc=http://forschung.oekolandbau.de)).

- Ausgehend von dem Potential des Saflors als Ölpflanze für den ökologischen Landbau werden in einem Projekt der TLL und dem Thüringer Zentrum für Nachwachsende Rohstoffe finanziert durch das BÖL **Saflorstämme mit hohem Ölgehalt** entwickelt (Laufzeit 2005-2007). Es wird erwartet, dass die Neuentwicklung angepasster Saflorstämme Erfolg versprechender ist als eine umfangreiche Herkunftsprüfung, weil durch die Neukombination ertraglich überlegene Stämme erhalten werden können. Ein breites Ausgangsmaterial steht an der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft in Dornburg zur Verfügung. Ein weiteres Ziel des Vorhabens besteht in der Analyse und Bewertung der Saflorerzeugnisse aus ökologischem Landbau in Deutschland. Dabei werden verschiedene Szenarien berücksichtigt, um möglichst effiziente Produktions- und Vermarktungsweisen mit mehreren Wertschöpfungsketten (Öle, Farbstoffe, Presskuchen usw.) aufzuzeigen. Weiterhin finden eine enge Zusammenarbeit und ein enger Austausch mit einem Forschungsprojekt zu einem weiteren Saflorzuchtprojekt an der Universität Göttingen statt. ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe6282.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe6282.html))
- **Methodenvergleich zur Entwicklung von optimierten Maissorten. Das vom BÖL finanzierte Projekt** (Laufzeit 2004 bis 2006) und von der KWS Saat AG in Kooperation mit der Uni Hohenheim durchgeführte Projekt verfolgt im wesentlichen drei Ziele: a) Die Optimierung der Selektionsstrategie zur Entwicklung von Maissorten, die optimal an die Bedingungen des ökologischen Landbaus angepasst sind, b) die Entwicklung neuer Sorten (Populations- und Hybridsorten) für den ÖL, c) Erschließung genetischer Ressourcen für den ÖL, insbesondere aus Landsorten, die auf Low-Input-Eignung vorgeprüft wurden ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe651\\_1.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe651_1.html)).
- **Einkorn mit optimierten Qualitätsmerkmalen für Back- und Teigwaren aus ökologischem Anbau** Laufzeit (2004 bis 2006). Aufgrund seines potenziell hohen



Carotingehalts ist Einkorn von Natur aus bereits als „funktionelles Lebensmittel“ anzusehen. Die Eignung von Einkorn zur Herstellung von Teig- und Backwaren ist jedoch sortenabhängig und zeigt unterschiedliche Ausprägungen. Es soll somit Zuchtstämme aufgebaut werden, die unter ökologischen Bedingungen angebaut werden können und den Qualitätsanforderungen entsprechen. Durchgeführt wird das Projekt von der Getreidezüchtungsforschung Darzau ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe614\\_1.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe614_1.html)).

-

## 5 Pflanzenschutz und biologische Verfahren

Um Belastungen des Naturhaushaltes so weit wie möglich zu vermeiden und Pflanzenschutzmittel bedingte Rückstände in Nahrungsmitteln zu vermeiden, werden von verschiedenen Seiten Anstrengungen unternommen, um den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel zu reduzieren. So wurde unter Federführung des BMELV und Einbeziehung vieler Behörden und Interessenverbände 2004 das „Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz“ erarbeitet. Neben anderen Maßnahmen wird auch der Förderung nichtchemischer Pflanzenschutzverfahren eine hohe Priorität eingeräumt. Dazu zählt der Einsatz resistenter Sorten sowie vorbeugender kulturtechnischer Maßnahmen, vielfältiger Fruchtfolgen, die Förderung von Nützlingen oder der Einsatz von Antagonisten im biologischen Pflanzenschutz. Besondere Bedeutung haben diese Verfahren naturgemäß im ökologischen Landbau. Dies schlägt sich auch in einer fortschreitenden Züchtung von Pflanzen mit Eignung speziell für den ökologischen Landbau nieder.

### 5.1 Biologischer Pflanzenschutz

Neben der gezielten Nutzung von in der Natur ohnehin vorhandenen Strategien von Pflanzen, sich gegen Krankheiten zu schützen, ist der Einsatz von so genannten Nützlingen oder Antagonisten zur Bekämpfung von Schaderregern, ein zentrales Element des biologischen Pflanzenschutzes. Zu den Schaderregern zählen dabei alle Pflanzen fressenden oder an Pflanzen saugenden Tiere, in der Hauptsache Insekten und Milben, zum anderen Bakterien, Viren oder Pilze als Auslöser von Pflanzenkrankheiten. Als Antagonisten werden entsprechend natürliche Feinde, wie Parasiten, Räuber, Mikroorganismen oder Viren eingesetzt. Im Gegensatz zu chemischen Bekämpfungsverfahren steigt dabei mit zunehmender Schädlingsdichte bei biologischen Verfahren in der Regel der Wirkungsgrad an, da sich eine entsprechende über Jahre wirksame Nützlingspopulation aufbaut.

Die Bedeutung biologischer Pflanzenschutzverfahren hat in den letzten Jahren in der Praxis kontinuierlich zugenommen. Kamen 1993 insgesamt 30 Nützlinge und Agenzien zum Einsatz, waren es 2001/2002 bereits 68. Diese Verfahren wurde (2001/2002) im Freiland auf ca. 70.000 ha eingesetzt, gegenüber 30.000 ha im Jahr 1993. Die flächenmäßig größte Bedeutung hatte dabei die Verwirrung der Traubenwickler mit Sexualhormonen und die biologische Bekämpfung bestimmter Bodenpilze durch einen pilzlichen Antagonisten (*Coniothyrium minitans*) auf mehr als 17.000 ha. Flächenmäßig von Bedeutung sind weiterhin Einsätze von Trichogramma gegen den Maiszünsler und des *Bacillus thuringensis* gegen Schadraupen und Kartoffelkäferlarven oder die Ausbringung von Granuloseviren zur Bekämpfung des Apfelwicklers (vgl. Biologische Bundesanstalt 2004, S.114,

[www.bba.de](http://www.bba.de)). In der Praxis erfolgreich umgesetzt wird weiterhin z.B. der Einsatz von Nematoden zur Bekämpfung der Engerlinge des Gartenlaubkäfers ([www.e-nema.de](http://www.e-nema.de)).

Die oben genannte Bekämpfung von Pilzsporen durch ein biologisches Pflanzenschutzmittel (*Coniothyrium minitans*) wurde 2002 mit dem Deutschen Umweltpreis ausgezeichnet. So hat die Firma Prophyta GmbH einen Weg gefunden, biologische Pflanzenschutzmittel anwenderfreundlich und preiswert ausschließlich auf Grundlage pilzlicher Mikroorganismen herzustellen. Das bereits am Markt etablierte Mittel „CONTANS WG“ kann gegen *Sclerotinia sclerotiorum*, den Erreger der Weißstängeligkeit im Raps und anderen für diesen Erreger anfälligen Kulturen eingesetzt werden ([www.prophyta.de](http://www.prophyta.de)). Eine weitere Entwicklung der Firma Prophyta ist ein Mittel zur Bekämpfung von Nematoden ebenfalls auf pilzlicher Basis, das im Ausland bereits erfolgreich angewendet wird (BioActWG) und den in Deutschland bereits verbotenen Wirkstoff Methyl Bromid in der Gemüse-, Früchte- und Zierpflanzenproduktion sowie auf Golfplätzen in weiten Teilen ersetzen kann.

In der Forschung und Entwicklung biologischer Verfahren der Schädlingsbekämpfung sind neben privaten Firmen auch verschiedene universitäre Einrichtungen und als eine Einrichtung des Bundes das Institut für biologischen Pflanzenschutz der BBA schwerpunktmäßig tätig. Aus dem Bereich der Forschung sind entsprechend derzeit folgende neue Entwicklungen und Forschungsthemen als Beispiele zu nennen:

### **Tierische Schädlinge:**

- **Entwicklung eines biologischen Verfahrens zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege.** Nach Ende der Zulassung des einzigen wirksamen Bekämpfungsmittel gegen die Kirschfruchtfliege entwickelt die Firma Katz Biotech AG aus Baruth z.Zt. gefördert durch die DBU (255.000 € Laufzeit 2005 – 2008) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenschutz im Obstbau und verschiedenen Obstbaubetrieben ein biologisches Bekämpfungsverfahren. Nematoden sollen auf natürliche Weise die Verpuppung und Überwinterung des Schädling im Boden verhindern. Sollte sich dieses Verfahren in der Praxis bewähren, hat es sowohl im nationalen als auch internationalen Maßstab Modellcharakter und könnte zum einen eine Bekämpfungslücke im Obstbau schließen und zum anderen wesentlich dazu beitragen den Insektizidaufwand im Obstbau insgesamt zu verringern, da dann auch andere biologische Verfahren in der Praxis des Obstbaus eher Anwendung finden würden ([www.dbu.de](http://www.dbu.de)).
- **Bekämpfung der Blutlaus durch Freilassung von Blutlauszehrwespen aus Massenzucht.** In diesem vom BÖL geförderten Projekt (Laufzeit: 2004-2006) wird versucht ein praxisreifes Verfahren zu entwickeln, um Blutlauszehrwespen als natürliche Antagonisten im Obstbau einsetzen zu können. Neben dem Dienstleistungszent-

rum Ländlicher Raum – Rheinpfalz sind verschiedene andere Institutionen beteiligt ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe524.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe524.html)).

- **Untersuchungen über mikrobielle Antagonisten der Rosskastanien Miniermotte.** Seit einigen Jahren ruft die Rosskastanien Miniermotte in Deutschland erhebliche Schäden an den Beständen der weißblühenden Rosskastanie hervor. Mit dem Ziel einer biologischen Schädlingsbekämpfung wird zur Zeit intensiv nach mikrobiellen Gegenspielern dieses Schädlings gesucht. Untersucht werden verschiedene insektenpathogene Pilzstämme und Viren (Pflanzenschutzamt Berlin, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Biologische Bundesanstalt, [www.bba.de](http://www.bba.de)).
- **Erprobung von Strategien zur Drahtwurmregulierung im Ökologischen Kartoffelbau.** In dem vom BÖL geförderten Projekt (Laufzeit: 2004 – 2006) wird neben verschiedenen Fruchtfolge orientierten Strategien auch der Einsatz entomopathogener Pilze gegen Drahtwürmer geprüft. Dabei werden in Kooperation von Landwirtschaftskammer NRW und der BBA Darmstadt verschiedene vorhanden Präparate auf ihre Wirksamkeit hin erprobt ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe266.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe266.html)).
- Verschiedene Forschungsvorhaben zur Produktion und Formulierung von **Mikroorganismen als biologische Pflanzenschutzmittel**, speziell der Bedeutung pilzlicher Metabolite als neue Wirkstoffe mit nematiziden Eigenschaften werden am Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn durchgeführt ([www.bodenoekosysteme.uni/bonn.de](http://www.bodenoekosysteme.uni/bonn.de)).

### **Bakterienkrankheiten:**

- **Entwicklung eines biologischen Bekämpfungsverfahrens für den Feuerbrand** (*Erwinia amylovora*) auf der Basis des Antagonismus und der Resistenz. Am Institut für biologischen Pflanzenschutz der BBA wird bereits seit längeren an Alternativen zum Einsatz des nur in Ausnahmefällen zugelassenen Antibiotikums Streptomycin in der Bekämpfung des Feuerbrandes geforscht. Verschiedene Therapien sind viel versprechend, können für sich genommen allerdings nur etwa 40 – 50% des mit Streptomycin zu erzielenden Bekämpfungserfolges erreichen. Neben dem ätherischen Öl des Thymians werden Versuche mit Efeuextrakten durchgeführt, durch deren Applikation eine Resistenz gegen Feuerbrand induziert werden kann. Erfolge wurden auch mit verschiedenen Pflanzenstärkungsmitteln, z.B. BioZell 2000B erzielt. Als bakterielle Antagonisten werden u.a. *Rahnella aquatilis*, *Pseudomonas fluorescens* und *Pantoea agglomerans* erprobt. Auf einem internationalen Symposium wurden im Herbst 2005 diese und weitere Entwicklungen der biologischen Be-

kämpfung bakterieller Pflanzenkrankheiten vorgestellt und damit die international zunehmende Bedeutung dieser Pflanzenschutzstrategien unterstrichen ([www.bba.de](http://www.bba.de))

### **Pilzkrankheiten:**

- Eine schlechte Zersetzung des Strohs fördert u.a. die Vermehrung von pilzlichen Fruchtfolgekrankheiten wie z.B. **Fusarium**. Die Prophyta GmbH arbeitet derzeit an einem biologischen Präparat, das den Abbauprozess des Strohs im Boden nachhaltig unterstützt ([www.Prophyta.de](http://www.Prophyta.de)).
- Das Institut für Mikrobiologie der Universität Rostock entwickelt in enger Zusammenarbeit mit der Firma e-nema und auch der Firma Prophyta Einsatzmöglichkeiten von bodenlebenden Bakterien bei der **Eindämmung von Pilzkrankungen**, die, da sie sich im Inneren der Pflanze befinden, nur schwer chemisch zu bekämpfen sind (Verticillium-Welke). Betroffen sind vor allem der Raps, aber auch verschiedene Baumarten oder auch die Erdbeere ([www.biologie.uni-rostock.de/mikrobiologie/p3.html](http://www.biologie.uni-rostock.de/mikrobiologie/p3.html)).
- Biologische Bekämpfung von **Rhizoctonia solani** im ökologischen Anbau mit Hilfe von bakteriellen und pilzlichen Antagonisten. Hohe Einbußen durch diesen Erreger treten vor allem im ökologischen Kartoffelanbau auf, betroffen sind aber auch Salat, Zuckerrübe oder Kohl. Auch im konventionellen Anbau gibt es keine geeigneten Verfahren zur Bekämpfung dieser bodenbürtigen Pilze. In einem vom Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren gemeinsam mit dem Institut für Molekulare Physiologie und Biotechnologie in Rostock durchgeführten Projekt (Laufzeit 2002-2003) wurden 450 antagonistisch wirksame Bakterien- und ca. 390 Pilzisolat hinsichtlich ihrer antifungalen pflanzenstärkenden Eigenschaften untersucht. Insgesamt konnten durch in-vitro-Untersuchungen 18 bakterielle und 12 pilzliche Isolate gegen das Zielpathogen selektiert werden. Das Mycel von *R. solani* wird von den pilzlichen Antagonisten parasitiert und die Sklerotienkeimung vollständig gehemmt. Unter Feldbedingungen konnte insbesondere ein Bakterium bei Kartoffeln und Salat stark befallsmindernd und entsprechend ertragssteigernd eingesetzt werden. ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe298.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe298.html)).

### **Einsatz von sekundären Pflanzenstoffen**

Alkaloide und andere pflanzliche Sekundärstoffe nehmen eine wichtige Rolle in der Verteidigungsstrategie von Pflanzen gegenüber Fressfeinden und Mikroorganismen ein. Mit der Zunahme des Wissens über die Vielzahl der pflanzeigenen Schutzstoffe wird aktuell erst deutlich, welch großes meist noch ungenutztes Potential in der Natur vorhanden ist, das potentiell in der Landwirtschaft, z.B. als natürliche Pflanzenschutzmittel genutzt wer-

den könnte. So wurden neben den Primärstoffen wie Aminosäuren, Zucker, Fettsäuren, etc. noch 100.000 weitere Substanzen entdeckt, die als Sekundärstoffe oder Sekundärmetabolite bezeichnet werden (vgl. Biologische Bundesanstalt 2002, S.31ff.). Da bisher nur etwa 20 % der bekannten Pflanzen z. T. auch nur unvollständig untersucht wurden, kann angenommen werden, dass die Zahl der wirklich vorkommenden Strukturen ein Vielfaches betragen wird. Moderne Untersuchungsmethoden ermöglichen hier in jüngster Zeit neue Erkenntnisse und Aufklärung.

Der Einsatz solcher sekundärer Pflanzenstoffe im Pflanzenschutz ist auch Gegenstand verschiedener Forschungsprojekte und Produktentwicklungen. Stark begrenzend auf die Entwicklung neuer Substanzen wirkt hier jedoch das in Deutschland sehr kosten- und zeitaufwendige Zulassungsverfahren für neue Pflanzenschutzmittelwirkstoffe :

- Einsatz **pflanzlicher Repellentstoffe** bei der Abwehr von Wühlmäusen im Wald. Nageschäden durch Mäuse führen in forstlichen Kulturen zu erheblichen Schäden. Forschungsarbeiten an der forstwissenschaftlichen Fakultät der Uni Dresden zeigen dass der Einsatz pflanzlicher Sekundärstoffe zur Abwehr von Mäusen (und auch anderen Wildtieren) ein möglicher Weg zur Schadensreduzierung sein könnte. Als Repellent einsetzbar erwies sich dabei bisher der aus der Großen Kugeldistel gewonnene Stoff Echinopsin.(vgl. Biologische Bundesanstalt 2002, S.45-53).
- Entwicklung neuer umweltfreundlicher Methoden des **Nematoden-Managements mit pflanzlichen Sekundärstoffen** auf Basis Pyrrolizidin-Alkaloid haltiger Pflanzen (2006-2008, gefördert durch die DBU, Universität Freiburg, Forstzoologisches Institut). Der Anbau von *Crotalaria* – Arten führt in den Tropen zu einer deutlichen Reduzierung des Nematodenbefalls der Böden. In dem Forschungsvorhaben wird untersucht, inwieweit die in dieser Pflanzengruppe enthaltenen Pyrrolizidin-Alkaloide verantwortlich für diesen Effekt sind. Sollte sich diese Annahme bestätigen soll im zweiten Schritt auch im heimischen Pflanzenspektrum nach für die Bodensanierung geeigneten Pflanzen gesucht werden (tim.thoden@fzi.uni-freiburg.de).

### **Pflanzenstärkung durch gezielten Einsatz von Mykorrhiza**

80 % aller Pflanzen leben in Symbiose mit Mykorrhiza-Pilzen. Die von den Pilzen ausgebildeten Hyphen können den Boden weiter und effizienter durchwurzeln als die Wurzeln der Pflanzen. Die Hyphen mobilisieren somit Wasser und Nährelemente und leiten sie über die Wurzeln der Pflanzen weiter an deren Sprosse. Ihrerseits erhalten die Pilze von den Pflanzen bis zu 20 % des gebildeten organischen Kohlenstoffs. Nur bei optimaler Nährstoffversorgung im Boden sparen die Pflanzen diese Kosten und sind nicht mykorrhiziert. Diese Symbiose wird somit besonders unter Stressbedingungen wie Mangel an Nährstoff-

fen, Trockenheit, Belastungen durch Schwermetalle oder Schädlingsbefall ausgebildet. Weiterhin verhilft die Bildung von pilzspezifischen Zuckerarten wie Manitol oder Arabitol den Pflanzen zu einer erhöhten Toleranz gegenüber Frost. Antibiotikabildung und Induktion der Gerbstoffbildung in den Wurzeln sowie die Förderung einer günstigen Mikrobenfauna im Pilzmantel bewirken zudem eine erhöhte Abwehrkraft gegenüber Krankheiten erregenden Bodenorganismen. Die Bildung von Phytohormonen durch die Mykorrhizapilze bewirkt eine Förderung des Pflanzenwachstums insgesamt.

Aus experimentellen Untersuchungen ist bekannt, dass Waldbäume ohne begleitende Mykorrhiza fast chancenlos in der Abwehr pathogener Keime im Wurzelbereich sind und insgesamt deutlich anfälliger werden gegenüber Stress in Form von Trockenheit, Frost oder sonstigen Umwelteinflüssen. Als problematisch ist in diesem Zusammenhang einzuschätzen, dass ein hoher Stickstoffeintrag die Vielfalt speziell der Ektomykorrhizapilze drastisch reduziert (vgl. dazu: [www.wsl.ch/lm/publications](http://www.wsl.ch/lm/publications), Mykorrhiza – Eine faszinierende Lebensgemeinschaft im Wald).

Seit Entdeckung der tatsächlichen Bedeutung der Mykorrhiza für das Pflanzenwachstum vor etwa 20 Jahren wird dieses Thema intensiv beforscht. Trotz erheblicher technischer Schwierigkeiten haben die heute zur Verfügung stehenden molekularen Methoden mittlerweile dazu geführt, dass einige Gene, Proteine sowie Signalsubstanzen, die für die spezifische Symbiose verantwortlich sind, identifiziert werden konnten. Im Hinblick auf die Anwendung bedeutet dies, dass es in Zukunft verstärkt möglich sein wird, Pilzmaterial zum Animpfen von Pflanzenkulturen mit hohem und reproduzierbarem Infektionspotential und ausreichender Reinheit herzustellen. Dies wird derzeit bereits vor allem in Gewächshauskulturen praktiziert. So erhöht die Impfung mit Mykorrhizapilzen beispielsweise die Erfolgsrate bei der Stecklingsvermehrung beim Weihnachtsstern oder bei Weinreben erheblich.

Als weiteres Einsatzfeld für die Mykorrhiza (neben der Entseuchung schwermetallbelasteter Flächen (s.u.)) wird derzeit ihr Anwendungspotenzial bei salzbelasteten Böden untersucht. Untersuchungen aus diversen Salzböden in Deutschland, den Niederlanden sowie Ungarn ergaben, dass viele Salzpflanzen mykorrhiziert sind (vorwiegend mit *Glomus geosporum*). Wissenschaftlich zu klären ist somit, inwieweit vergleichbar den Prozessen, die bei der Schwermetallfixierung nachgewiesen wurden, ein Mykorrhiza-Isolat Resistenzen gegen Kochsalz übertragen kann (vgl. [www.uni-koeln.de/uni/kuj/Archiv/03\\_2003images/fakulnatur.pdf](http://www.uni-koeln.de/uni/kuj/Archiv/03_2003images/fakulnatur.pdf)).

Ob Pilzimpfung für die Topfpflanze oder In-Kulturnahme salzhaltiger Flächen - das wirtschaftliche Potential für Mykorrhiza ist insgesamt als sehr hoch einzuschätzen. So entstanden in den letzten Jahren etliche Firmen, die sich diesem Thema verschrieben haben.

2003 wurden bereits 500.000 Liter Mykorrhiza-Produkte in Deutschland verkauft, im Jahr 1997 waren es noch 30.000 Liter (vgl. Wilhelm 2005).

## 5.2 Resistenzzüchtung

Unabhängig von der gewählten Methode zur Entwicklung von Resistenzen ist die Verfügbarkeit von pflanzengenetischen Ressourcen sowohl in Bezug auf die genetische Diversität des zur Verfügung stehenden Zuchtmaterials als auch in Bezug auf die potenziell als genetische Ressourcen nutzbaren Wildarten von großer Bedeutung. Das Spektrum an Forschungs- und Umsetzungsaktivitäten öffentlicher und privater Einrichtungen ist sehr breit. Neben den klassischen Züchtungsmethoden ist ein neuer Ansatz zur Reduzierung des chemischen Pflanzenschutzes der Einsatz gentechnisch veränderter schädlings- oder krankheitsresistenter Sorten. Als bekanntestes Beispiel ist hier die gentechnisch erzeugte Insektenresistenz durch die Einbringung der Eigenschaft zur Bildung des *Bacillus thuringensis*-Toxins in landwirtschaftliche Nutzpflanzen zu nennen. Das durch die Pflanze selbst produzierte Toxin schützt z.B. den Mais gegen den Maiszünsler, die Baumwolle gegen den Kapselwurm oder die Kartoffeln gegen den Kartoffelkäfer. Entwickelt wurde auch ein gentechnisches Verfahren zum Schutz gegen Virusbefall z.B. bei Kartoffeln, Cassava, Luzerne, Tabak, Tomaten oder der Zuckerrübe. Resistenzen gegen schädlichen Pilzbefall wie z.B. *Fusarium* sind auf gentechnischem Weg bisher nur schwer zu realisieren. Transgene Pflanzen mit gentechnisch erzeugter Pilzresistenz sind noch in der Entwicklung und zur Zeit von einer kommerziellen Anwendung noch deutlich (vgl. [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)).

Aktuelle Forschungen versuchen zunehmend auf Basis der Kenntnis der pflanzeigenen Abwehrgene oder durch Eingriffe in die Steuerungsprozesse zur genetisch fixierten Krankheitsresistenz zu gelangen. Für diese Verfahren ist der Rückgriff auf mit Resistenzgenen ausgestattete Wildformen oder Zuchtlinien besonders wichtig (vgl. dazu Wenzel 2004/2005, S.17ff.)

Wichtige Voraussetzungen, um konkrete Resistenzzüchtungen entwickeln zu können, sind dabei die Prüfung und Charakterisierung von Herkünften. Auch hierzu werden eine Vielzahl von Forschungsprojekten im Gemüse-, Obst-, und Ackerbau durchgeführt.

Da eine annähernd erschöpfende Darstellung der Vielzahl der Projekte aus dem Feld der Resistenzzüchtung an dieser Stelle nicht möglich ist, sollen lediglich einige konkrete Züchtungsprojekte als Beispiele genannt werden, die derzeit in den verschiedenen Bereichen besondere wirtschaftliche Bedeutung haben oder Voraussetzung sind, um die jeweilige Kultur überhaupt erfolgreich weiter anbauen zu können.

### Getreide und Kartoffeln



Ährenfusarien sind wichtige Erkrankungen von Roggen und Weizen. Da Fusarien, die zu Mindererträgen und vor allem zur Kontamination des Erntegutes führen, chemisch nur schwer zu behandeln sind, kommt der Resistenzzüchtung in diesem Falle besondere Bedeutung zu. Dies ist zur Zeit besonders aktuell, da in Deutschland seit Februar 2004 Grenzwerte für das Mykotoxin Deoxynivalenol (DON) gelten. In verschiedenen Forschungsprojekten werden daher Weizen- oder Roggenpopulationen mit natürlichen Resistenzen gesucht, z.B.:

- **BIOEXPLOIT**, ist ein von der EU gefördertes Verbundprojekt, in dem sich zahlreiche europäische Partner aus verschiedensten Bereichen zusammengefunden haben, um die Pilzresistenz des Weizens und der Kartoffel zu erforschen und zu verbessern (Laufzeit: 2005 – 2010, 15,78 Mio. Euro). 70% der im Ackerbau verwendeten Pestizide werden zur Bekämpfung von Krankheiten der Kartoffel und des Weizens aufgewendet. Der Einsatz von Sorten, mit Resistenzen gegen die wichtigsten Pilzkrankheiten würde daher den Einsatz an Pflanzenschutzmitteln in Europa massiv verringern. Im Rahmen des Verbundvorhabens werden daher zum einen in wilden Verwandten der Kartoffel und des Weizens nach Resistenzgenen gegen diese Pilzkrankheiten gesucht. Die neuen molekulargenetischen Methoden sollen genutzt werden, um die Funktionsweise der Resistenzbildung zu verstehen und eine breite Datenbasis über Phäno- und Genotypen der beiden Pflanzenarten anzulegen. Mit Hilfe konventioneller, markergestützter, aber auch gentechnischer Ansätze sollen entsprechend neue resistente Sorten entwickelt werden. Die Breite der beteiligten Züchtungsunternehmen soll u.a. dafür sorgen, dass auch Sorten entstehen, die beispielsweise im ökologischen Landbau einsetzbar sind ([www.bioexploit.net](http://www.bioexploit.net)).
- Aufspaltungsvariation von Winterroggen- und Winterweizenpopulationen für die **Resistenz gegen Ährenfusariosen** und den Deoxynivalenol-Gehalt. Abgeschlossenes Verbundforschungsvorhaben unter Federführung des Institutes für Pflanzenzüchtung der Universität Hohenheim ([#](http://www.uni-hohenheim.de/i3v/00217110/02926041.htm)).
- **EU-Projekt FUCOMYR**, im Rahmen des Verbundprojektes FUCOMYR (Laufzeit: 2001- 2006) wurde ein umfangreiches Sortiment von Sommer- und Winterweizen in zahlreichen Umweltkonditionen getestet und z.B. die Mykotoxinbildung untersucht. Dieses Sortiment wurde parallel molekular charakterisiert, um Hinweise auf bestimmte genetische Zusammenhänge zur Fusariumtoleranz und Mykotoxinbildung klären zu können. Weiterhin wurden Methoden entwickelt, um die Markerentwicklung bei Weizen für die Fusariumtoleranz zu beschleunigen ([www.saaten-union.de](http://www.saaten-union.de))

- **WHEATPROTECT**, europäisches Verbundprojekt unter Koordination der Saaten-Union Resistenzlabor GmbH (Laufzeit: 2005 – 2007) Viruskrankheiten wie das WSSMV und das SBCMV sind in der EU mittlerweile weit verbreitet. Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen daher u.a. mögliche Resistenzgene in Verbindung mit molekularen Markern identifiziert werden, um eine effiziente Resistenzzüchtung zu ermöglichen ([www.saaten-union.de](http://www.saaten-union.de)),
- **Resistenzzüchtung gegen die Sprenkelkrankheit bei Gerste**, an der Universität für Bodenkultur in Wien wurde von 2002 bis Ende 2004 zu einer neu in Europa aufgetreten Pilzkrankheit der Gerste geforscht. Erreger der Krankheit ist *Ramularia collo-cygni*. Ziele des Projektes waren ein umfassendes Resistenzscreening, die Entwicklung eines diagnostischen Markers sowie die Herstellung von dh-Populationen als Ausgangsmaterial für ein Züchtungsprogramm ([www.bokudok.boku.ac.at/bokudok/search\\_project.show\\_project?project\\_id\\_in=4734](http://www.bokudok.boku.ac.at/bokudok/search_project.show_project?project_id_in=4734))
- **Etablierung einer Kollektion gesunder Kartoffelsorten und Überprüfung ihrer Anbauwürdigkeit für den ökologischen Landbau** (Laufzeit 2003 bis 2006). Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung einer Sammlung alter und neuerer für den ÖL geeigneter Sorten, Testung auf Virus/Bakterienstatus, Überführung in vitro, Erregerfreimachung, Testung auf Resistenz im Freiland und Beschreibung der Sorteneigenschaften. Das Projekt wird von einem auf Kartoffelanbau spezialisierten Landwirt gemeinsam mit der BAZ, Institut für Resistenzforschung finanziert durch das BÖL durchgeführt ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe-002.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe-002.html)).

## Raps

- Das von Blattläusen übertragene Wasserrübenvergilbungsvirus hat in einigen Bundesländern Befallstärken von bis zu 100% erreicht. Aus einem Resyntheserapssortiment konnten in einem zu Beginn durch die FNR geförderten Forschungsprojekt der GFP gemeinsam mit einer Saatzuchtfirma Winterrapslinien mit stabiler Resistenz gegenüber dem Wasserrübenvergilbungsvirus identifiziert werden. Mittlerweile wird von der Semundo Saatzucht GmbH auch eine neue Sorte mit Resistenz gegenüber dem Wasserrübenvergilbungsvirus angeboten ([www.semundo.de](http://www.semundo.de)).

## Lupine

- In einem Projekt der BBA, Institut für Pflanzenvirologie, Mikrobiologie und biologische Sicherheit wurde 2002 – 2004 finanziert durch das BÖL ein Projekt zur Eindämmung der Antraknose bei Lupinen durchgeführt. So wurden durch entspre-

chende Screeningmethoden eine geeignete Anzahl von Sorten mit einem hohen Toleranzverhalten gegenüber dem Erreger der Anthraknose selektiert und im Freiland geprüft. Mit der Bereitstellung von Sortenmaterial aus weniger anfälligen Lupinensorten wurde zunächst eine relativ kostengünstige Möglichkeit geschaffen mit der Anthraknose in der Praxis umzugehen. Gleichzeitig wurde aber auch die Basis für die Züchtung von anthraknoseresistenten Lupinensorten geschaffen ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe531.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe531.html)).

### Obst, Gemüse, Wein, Hopfen

- Nutzung der Widerstandsfähigkeit von Apfel- und Birnensorten im Streuobstanau gegenüber dem Feuerbrand (*Erwinia amylovora*). Weder im ökologischen noch im konventionellen Obstbau gibt es befriedigende Regulierungsmöglichkeiten gegenüber dem Feuerbrand. Die Nutzung von Obstsorten mit geringer Krankheitsanfälligkeit stellt daher eine sinnvolle Perspektive dar. Im Rahmen eines vom BÖL finanzierten Forschungsvorhabens (Laufzeit 2002-2003) wurden Sorten im Hinblick auf ihre Anfälligkeit untersucht. Es ergaben sich deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Widerstandsfähigkeit. Endgültige Ergebnisse bedürfen aber einer weiteren Beobachtung unter Infektionsbedingungen ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe092.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe092.html)).
- Evaluierung von Brassicacea auf Resistenz gegen die Mehligke Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) als Basis zur Nutzung blattlausresistenter Kohlsorten für den ökologischen Landbau. Projekt der BAZ, Institut für Epidemiologie und Resistenz in Kooperation mit der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau und einem ökologischen Gemüsebaubetrieb (Laufzeit 2004-2006, 2. Phase). Die Mehligke Kohlblattlaus ist ein bedeutender Schädling im ökologischen Gemüsebau, da er zum einen die Qualität der Pflanzen stark vermindert und zum anderen darüber hinaus Pflanzenviren auf die geschädigten Pflanzen überträgt. Die Evaluierung der genetischen Ressourcen des Kohls ist die Voraussetzung, um der Züchtung eine breitere Basis für Kreuzungen zur Verfügung zu stellen ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe665.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe665.html)).
- Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltaresistenz zur effektiven Unterstützung von Qualitätshopfen (Laufzeit: 2002 – 2005). Der Echte Mehltau ist die weltweit bedeutendste Krankheit im Hopfenbau. Im Zuge eines von Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft geförderten Projektes konnte nun weltweit erstmals ein Resistenzgen im Hopfengenom kartiert werden ([www.lfl-neu.bayern.de/publikationen/ipz/jahresbericht/16737/linkurl\\_0\\_0.pdf](http://www.lfl-neu.bayern.de/publikationen/ipz/jahresbericht/16737/linkurl_0_0.pdf)).

## Heil- und Arzneipflanzen

Bei einigen Heil- und Gewürzpflanzen gefährden aufgrund der geringen züchterischen Bearbeitung und der begrenzten Möglichkeiten des chemischen Pflanzenschutzes Pflanzenkrankheiten die wirtschaftliche Basis des heimischen Anbaus. Von der FNR gefördert zielten in den vergangenen Jahren daher einige Projekte auf die Verbreiterung des züchterischen Grundwissens und die Entwicklung von leistungsfähigem genetischen Material für Resistenzzüchtungen, ein Beispiel ist:

- Das Verbundvorhaben: **Entwicklung von Basismaterial des Johanniskrautes** (*Hypericum perforatum* L) und seine Verwendung zur Merkmalsübertragung bei der Züchtung welketoleranter Sorten (Laufzeit 2000 – 2004) unter Federführung des gartenbaulichen Institutes (IGK) der BAZ. Das Vorhaben konnte erfolgreich beendet werden und der Praxis welketolerante Sorten zur Verfügung gestellt werden. Ein ähnliches Projekt wurde auch zum Arzneifenichel durchgeführt ([www.fnr.de](http://www.fnr.de)).

## 6 Umweltbelastungen

### 6.1 Böden

In dicht besiedelten, verkehrsreichen Regionen oder in industriell stark belasteten Regionen sind die Böden einer besonderen Belastung durch Schwermetalle und organische Stoffe ausgesetzt. Gerade in Entwicklungsländern oder auch vielen osteuropäischen Ländern, in denen eine entsprechende Umweltgesetzgebung fehlt oder lange Zeit fehlte, sind große Flächen bereits heute verseucht. Eine Entgiftung durch Abtrag und Reinigung des Bodens ist extrem aufwendig und auf größeren Arealen entsprechend kaum zu bewerkstelligen.

Bereits seit Jahren wird daher nach Möglichkeiten geforscht, kontaminierte Flächen auf biologischem Wege zu sanieren. Gute Ergebnisse konnten wie die kurz skizzierten Beispiele zeigen durch Verfahren der Beimpfung mit arbuskulären Mykorrhiza-Pilzen oder Bakterien sowie mit der sogenannten Phytosanierung bzw. Phytoremediation erzielt werden. Nur wenige Organismen sind in der Lage Schwermetalle aufzunehmen, bei den Pflanzen sind es wenige auf extreme Standorte spezialisierte Arten oder auch Variabiltäten einer Art, die für solche Zwecke verwendet werden können.

Forschungen zur Wirkung und Anwendung von Mykorrhiza werden von vielen Institutionen durchgeführt. Beispielfhaft genannt seien an dieser Stelle die Aktivitäten an der Universität Krakau. So wurden mit Zink, Blei, Cadmium und Quecksilber verseuchte Flächen mit arbuskulärer Mykorrhiza beimpft mit der Folge, dass sich bereits auf einigen bisher vegetationslosen Flächen wieder Gras angesiedelt hat. Die zunächst skeptische polnische Industrie hat diese Erfolge registriert und bereits Interesse an Projekten mit der Universität signalisiert (Wilhelm 2005).

Auch andere Versuche im Bereich der Phytosanierung sind wegweisend. Unter dem Begriff "Phytoremediation" wird die gezielte Anpflanzung von Pflanzen verstanden, die hohe interne und externe Schwermetallkonzentrationen tolerieren können. Die in den Pflanzen angesammelten Schwermetalle werden dann mit dem Erntegut entsorgt oder können evtl. sogar zurück gewonnen werden. Derzeit sind etwa 400 solcher Arten bekannt. Dazu zählen z.B. das Galmei-Veilchen, das besonders Zink einlagern kann, das Gösinger Täschelkraut wächst auf einigen Standorten im österreichischen Burgenland und ist auf die Speicherung von Nickel spezialisiert. Ein weiteres Beispiel ist *Arabidopsis halleri* eine enge Verwandte des Ackerschmalwandes (*Arabidopsis thaliana*). Anhand dieser Pflanze konnte vor allem die Funktionsweise der Metalleinlagerung selbst untersucht werden. Das Problem dieser so genannten Metallhyperakkumulatoren ist jedoch, dass sie mit wenigen in den Tropen beheimateten Ausnahmen sehr kleinwüchsig sind. Durch ihre begrenzte Biomasseproduktion sind sie daher nur von begrenztem Nutzen für die Dekontamination größerer Flächen. Die Entdeckung hochproduktiver und Schwermetalle akkumulierender Pappeln, Weiden und

auch Birken durch Wissenschaftler des Instituts für Bodenforschung in Wien könnte jedoch die Effizienz von Phytosanierungsmaßnahmen massiv steigern. Ein erstes durch die Wiener Umwelthanwaltschaft in den Jahren 2000/2001 initiiertes Anwendungsprojekt verlief positiv.

- So wurden genetisch identische **Pappel- und Weidenklone** auf unterschiedlichen Böden mit vergleichbarem Kontaminationsprofil angepflanzt. Um zu verhindern, dass der jährliche Laubfall und der mikrobielle Abbau des Laubs zu einer Rückführung der Schwermetalle in den Boden führt, wurde eine völlig neue Verfahrensidee entwickelt, die inzwischen auch patentiert wurde. Ein Vlies mit einer dünnen mineralische Bodenauflage (z.B. Vermikulit) wird auf dem frisch bepflanzten kontaminierten Gelände aufgebracht und soll die aus dem vermodernden Laub freiwerdenden Schwermetalle binden. Nach der mehrjährigen Sanierungsphase können so die Schwermetalle durch Abtragen der Bodenauflage und der Laubdecke entfernt werden. Viele Firmen und Behördenvertreter haben großes Interesse an dieser kostensparenden und umweltfreundlichen Technologie. In einem Verbundprojekt arbeiten derzeit Wissenschaftler und Umwelttechnologiefirmen gemeinsam an der Weiterentwicklung und Praxistauglichkeit dieser Technologie ([www.innovations-report.de/html/berichte/umwelt\\_naturschutz/bericht-8280.html](http://www.innovations-report.de/html/berichte/umwelt_naturschutz/bericht-8280.html))

Parallel wird auch weiter an den Grundlagen der Funktionsweise der Schwermetallbindung geforscht.

- So wird ebenfalls an der Universität für Bodenkultur in einem Forschungsprojekt (Laufzeit: 2004 bis 2007), die **Rolle von Mykorrhiza bei der Aufnahme von Metallen durch Pflanzen** untersucht. Während bei „normalen“ Pflanzen die Mykorrhiza die Aufnahme von toxischen Stoffen eher reguliert und reduziert, haben bisherige Versuche gezeigt, dass im Falle der Schwermetalle fixierenden Weiden und Pappeln die Mykorrhizierung die Schwermetallaufnahme markant gesteigert hat. Im Rahmen des Forschungsvorhaben sollen nun weitere Grundlagen erarbeitet werden, um Hinweise auf die Nutzungsmöglichkeiten und die Bedeutung von Mykorrhizapilzen im Rahmen von Phytosanierungsmaßnahmen zu gewinnen ([www.wabo.boku.ac.at/H911\\_projekt.html?project\\_id=5430&lang=de&L=0](http://www.wabo.boku.ac.at/H911_projekt.html?project_id=5430&lang=de&L=0)).
- Neue Erkenntnisse über das **Zusammenspiel von Mykorrhiza und hyperakkumulierenden Pflanzen** konnten auch an der Krakauer Universität gewonnen werden. In Versuchen konnte die Metallaufnahme z.B. der in Südafrika zur industriellen Gewinnung von Nickel eingesetzten Pflanze *Berkheya coddii* durch Mykorrhiza um das Doppelte gesteigert werden. Ihrer Einschätzung nach liegt im gezielten Einsatz von Mykorrhiza-Systemen hohe Potentiale für die Phytosanierung (vgl. dazu Wilhelm 2005).

- **Grundlagenforschung im Bereich der Phytoremediation** betreibt seit 2000 auch ein Team des Max-Planck-Institutes für molekulare Pflanzenphysiologie in Golm und des Leibniz-Institutes für Pflanzenbiochemie in Halle. Ansatz hier ist es durch die molekulare Analyse metallfixierender Pflanzen wie der *Arabidopsis halleri* Grundlagen zu schaffen, um Gene, die für die Metalltoleranz verantwortlich sind, zu identifizieren und ggf. in Kulturpflanzen mit einer höheren Biomasseproduktion einbringen zu können (vgl. dazu: [www.mpimp-golm.mpg.de/kraemer/forschung/metal-homeostasis-e.html](http://www.mpimp-golm.mpg.de/kraemer/forschung/metal-homeostasis-e.html)). (siehe dazu auch die Arbeit von Dörte Dräger unter [www.uni-potsdam.de/mnfakul/abstract\\_prom/abstractprom/abstract122.html](http://www.uni-potsdam.de/mnfakul/abstract_prom/abstractprom/abstract122.html)).

Angesichts des weltweit stark wachsenden Bedarfes an Verfahren zur Bodensanierung bescheinigen viele Experten den Methoden der Phytoextraktion oder Phytomediation für die Zukunft eine stark wachsende Bedeutung. (umfassende Links zum Thema: [www.dsa.unipr.it/phytonet/links.htm](http://www.dsa.unipr.it/phytonet/links.htm)).

## 6.2 Wasser

Auch die Belastung des Oberflächen- und des Grundwassers bedroht nach wie vor weltweit viele Lebensräume. Bei bestimmten Verschmutzungen kann hier mit Hilfe von Bakterien eine Verbesserung der Situation erreicht werden. Dies ist in zwei von der DBU geförderten Projekten gelungen.

- Seit 1990 entstehen durch den drastischen Rückgang der Braunkohleförderung in der Region Leipzig-Halle und in der Lausitz viele neue Tagebauseen. Das Wasser vieler dieser Seen kann aufgrund sehr niedriger pH-Werte kaum von höheren Organismen besiedelt werden. Aus der unvermeidlichen Vermengung mit dem Grundwasser resultiert auch für den Menschen eine erhebliches Gefahrenpotenzial. Verursacht wird diese Versauerung durch die bakterielle Zersetzung von Pyrit einem typischen Begleitmineral der Braun- und Steinkohle. Unter der Federführung des UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle wurde nun **ein biologisches Verfahren zur Sanierung dieser Seen** entwickelt. Durch die gesteuerte Nutzung natürlich vorhandener eisen- und sulfatreduzierender Bakterien sollen die Versauerungsprozesse unter Pyritbildung rückgängig gemacht werden ([www.dbu.de/pro/pro.php?out=print&id=36&sprache=](http://www.dbu.de/pro/pro.php?out=print&id=36&sprache=)).
- **Sickerwasser aus Mülldeponien** enthält eine Vielzahl an Schmutz- und Schadstoffen. Die Firma Ökotec aus Berlin hat in Zusammenarbeit mit der Freien Universität Berlin ein rein biologisches Verfahren entwickelt, das sich zur Vor- und Nachbehandlung von Deponiesickerwasser eignet und kostengünstiger als bisherige Verfahren arbeitet. So werden in zwei Stufen speziell konditionierte Bakterienpopula-

tionen eingesetzt, um Rohsickerwasser und Sickerwasserkonzentrate zu reinigen ([www.dbu.de/pro/pro.php?out=print&id=5&sprache=](http://www.dbu.de/pro/pro.php?out=print&id=5&sprache=)).

### 6.3 Umweltfreundliche Verfahren der Energieerzeugung

Eine neue alternative Energiequelle könnte die biotechnologische Gewinnung von umweltfreundlichem Wasserstoff aus Mikroorganismen sein. Einzeller wie die Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* wandeln Sonnenlichtenergie durch Photosynthese in Wasserstoff um. Bei der Wildform ist die Ausbeute an Wasserstoff jedoch für eine wirtschaftliche Nutzung viel zu gering. Zwei Wissenschaftlern von der Universität Bielefeld und der University of Queensland ist es jetzt aber gelungen *Chlamydomonas reinhardtii* gentechnisch so zu verändern, dass der Einzeller durchschnittlich die sechsfache Menge an Wasserstoff produziert. Denkbar wäre somit der Einsatz in einem Bioreaktor zur Wasserstoffgewinnung. Der Prototyp eines solchen Reaktors ist bereits in Planung und soll 2010 fertig sein. Für den Bedarf eines durchschnittlichen Haushaltes würde dann ein Grünalgenkraftwerk von der Größe der Dachfläche eines Einfamilienhauses ausreichen ([www.energieverbraucher.de/de/Erneuerbare\\_Energien/Erneuerbare/Wasserstoff/Biologische\\_Wasserstofferzeugung/site\\_810/](http://www.energieverbraucher.de/de/Erneuerbare_Energien/Erneuerbare/Wasserstoff/Biologische_Wasserstofferzeugung/site_810/)).



## 7 Tierernährung, Futtermittel und Tierzucht

### 7.1 Tierernährung und Futtermittel

Im Bereich der Tierernährung bilden sowohl verschiedene geplante oder bereits umgesetzte Änderungen rechtlicher Rahmenbedingungen als auch ganz allgemeine Trends den Hintergrund für die wieder wachsende Bedeutung einer genetisch breit fundierten Futtermittelerzeugung. In der konventionellen Tierhaltung ist es insbesondere das Verbot der Tiermehlverfütterung, das Verbot des prophylaktischen Einsatzes von Antibiotika in der Mast und die zunehmende Bedeutung gentechnisch veränderter Rohstoffe bei importierten Futtermitteln, speziell dem Soja, die Lösungen erfordern. Dabei werden sehr unterschiedliche Wege beschritten. Nachdem in der konventionellen Pflanzenzüchtung in der Vergangenheit bereits ohne echten Erfolg nach Möglichkeiten gesucht worden ist, natürliche Formen der gängigen Kulturpflanzen zu finden, die einen höheren Gehalt an wertvollen Aminosäuren aufweisen, richten sich die Hoffnungen heute auf gentechnische Verfahren. So wurden in den USA in den letzten Jahren viele Freisetzungen vor allem von Mais, aber auch Sojabohnen und Raps mit erhöhtem Aminosäuregehalt auf Basis von Bakteriengen durchgeführt. Am häufigsten vertreten war dabei gentechnisch veränderter Mais mit erhöhtem Lysin Gehalt. Problematisch ist, dass in dieser Weise in ihrem Proteinhaushalt veränderte Pflanzen ein erhöhtes allergenes Potential aufweisen können (vgl. [www.transgen.de/features/printversion.php?id=172](http://www.transgen.de/features/printversion.php?id=172))

Auch in der ökologischen Tierhaltung gibt es von Seiten der Futtermittelverfügbarkeit derzeit Probleme, die eine Ausdehnung und qualitative Verbesserung der Tierproduktion stark begrenzen. Dies ist das Fehlen einer qualitativ hochwertigen Eiweißkomponente, die anstelle von importiertem Soja vor allem in der Schweine- und Geflügelhaltung eingesetzt werden kann. Weiterhin wurde in der ökologischen Nutztierfütterung (EWG Nr. 2092/91) die Verwendung von konventionellen Futtermittelausgangserzeugnissen wie z.B. Ölpressekuchen verboten. Daraus resultieren zusätzliche Probleme vor allem eine ausgeglichene Aminosäurebalance in Futtermitteln sicherzustellen. Da in der ökologischen Tierhaltung der Einsatz von Pharmazeutika noch restriktiver als im konventionellen Bereich gehandhabt wird, gibt es auch hier einen hohen Bedarf für den Einsatz von vorbeugenden gesundheitsfördernden Futterzusatzstoffen auf pflanzlicher Basis.

Ein weiteres Feld, in dem weiterhin neue und der Tiergesundheit zuträgliche Entwicklungen gefragt sind, ist der gesamte Bereich der Hobbytierhaltung, dabei insbesondere die Haltung und Fütterung von Pferden.

Da die Forschungstätigkeit im Bereich der Futtermittelproduktion nicht sehr transparent ist und zumeist von einzelnen Firmen betrieben wird, wurden nur einzelne Beispiele gefunden, anhand derer die skizzierten Trends verdeutlicht werden können:

- **Untersuchungen über das Potenzial von Mikroalgen für die Versorgung von Bio-Mastgeflügel und Mastschweinen mit essentiellen Aminosäuren, insbesondere Methionin.** In einem durch das BÖL geförderten Projekt wurde untersucht (Laufzeit: 2004-2005) inwieweit bestimmte Algenspecies, die in erhöhtem Maß Methionin enthalten zur Fütterung eingesetzt werden können. Dazu wurden Screening- und Kultivierungsversuche sowie Produktions- und Produktivitätstests durchgeführt. Projektträger ist das Institut für Getreideverarbeitung GmbH ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe389.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe389.html)). In der Praxis wird die Möglichkeit der Verwendung bisher nicht diskutiert, eine Markteinführung ist derzeit nicht in Sicht.
- **Forschungsschwerpunkt „Körnerleguminosen und Ölpflanzen“** am Institut für ökologischen Landbau der FAL. Seit 2001 werden beide Pflanzengruppen pflanzenbaulich weiterentwickelt und ihre ernährungsphysiologischen Eigenschaften insbesondere im Hinblick auf die Versorgung von Monogastriern mit essentiellen Aminosäuren wie Lysin, Cystein und Methionin bewertet ([www.fal.de](http://www.fal.de), Jahresbericht 2005)
- **Entwicklung von Futtermitteln für 100%ige Biofütterung von Freilandlegehennen unter besonderer Berücksichtigung von Raps- und Leinkuchen, optimierter Grundfuttereinsatz (Silage) und anderen Eiweißpflanzen.** Aufgrund der Probleme die auch für die Legehennenhaltung notwendigen Aminosäuren im Futter sicherzustellen, werden in diesem durch das BÖL geförderten Projekt (Laufzeit: 2004 -2006) verschiedene heimische anbauwürdige Eiweißträger testweise in die Futtermitteln integriert (Raps, Sommerwicke, blaue Lupine, Leinen, Kürbiskerne) und in ihrer Wirkung auf die Leistungsfähigkeit der Hennen untersucht. Beteiligt sind der Versuchs- und Beratungsring Ökologischer Landbau Schleswig-Holstein e.V. und die FAL ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe434.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe434.html)). Bisher noch ungelöstes Problem bei dem Ansatz „neue“ heimische Eiweißträger stärker in die Futtermischungen zu integrieren ist, dass diese noch eine Reihe von unbekanntem anti-nutritiven Stoffe enthalten. Dieser Ansatz birgt daher im Vorfeld einer möglichen Praxisrelevanz noch in hohem Maße Forschungsbedarf.
- **Low input Tierproduktion auf leguminosenhaltigem Grünland – EU-Projekt „LEGRAZE“.** Auch in diesem europäischen Verbundprojekt (Laufzeit: 2002-2005) steht die Frage im Mittelpunkt, welche Leguminosen sich als Partner in Grünlandbeständen für eine wettbewerbsfähige Tierproduktion eignen. Dazu werden u.a. sowohl verschiedene Leguminosenarten als auch die Auswirkungen verschiedener Anteile im Grünland untersucht. Deutscher Partner ist die FAL, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft ([www.pg.fal.de/versuchsfuehrer2004/109\\_gruenland.htm](http://www.pg.fal.de/versuchsfuehrer2004/109_gruenland.htm)).

- **Prüfung von Alternativen der Eiweißfuttererzeugung.** In diesem am Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL angesiedelten Projekt (Laufzeit 2001 – 2005) wurde der Frage nachgegangen, in welchem Umfang pflanzliche Eiweißträger die durch das Verbot der Tiermehlfütterung auch in der konventionellen Tierhaltung entstandene „Eiweißlücke“ schließen können ([www.pg.fal.de/versuchsfuehrer2004/305eiweissf.htm](http://www.pg.fal.de/versuchsfuehrer2004/305eiweissf.htm)).
- **Optimierung von Grassaatmischungen für Pferdeweiden.** Hintergrund diese Forschungsvorhaben sind Erkenntnisse, dass die bei Pferden zu massiven gesundheitlichen Problemen führende „Rehe“ u.a. auf erhöhte Fruktangehalte im Weidegras zurückzuführen ist. Im Rahmen der am Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL durchgeführten Untersuchungen wurden daher verschiedene Weidegrasmischungen im Hinblick auf ihre Fruktangehalte unter verschiedenen Standort- und Klimabedingungen überprüft ([www.Pg.fal.de/versuchsfuehrer2004/205grassaat.htm](http://www.Pg.fal.de/versuchsfuehrer2004/205grassaat.htm)).
- **Status Quo-Analyse: Einsatz funktioneller Pflanzeninhaltsstoffe in der Veterinärmedizin.** Mit dem Verbot der Antibiotika als Leistungsförderer auch in der konventionellen Tierhaltung bis 2006 ist zu erwarten, dass dort keine adäquaten Substanzen zur Leistungsförderung in der Tierhaltung mehr zur Verfügung stehen. Gegebenenfalls können funktionelle Pflanzeninhaltsstoffe – bioaktive pflanzliche Sekundärstoffe in Form von Kräutern, Gewürzen, Heilpflanzen oder ätherischen Ölen die Rolle der Leistungsförderer übernehmen. Im Rahmen einer am Institut für Angewandte Botanik der Veterinärmedizinischen Universität Wien durchgeführten und vom BÖL finanzierten Studie (Laufzeit 2003- 2006) wurden alle verfügbaren Informationen zu Einsatz und Wirkung von pflanzlichen Futterzusatzstoffen gesammelt. Als mögliche Alternativen zu antibiotischen Wachstumsförderern wurden am Beispiel Schwein u.a. Oregano, Thymian und Knoblauch oder auch die Ringelblume identifiziert. Beim Rind wurden am häufigsten positive Wirkungen für Kamille, Brennessel, Melisse, Johanniskraut oder schwarzen Holunder beschrieben. Ziel es Projektes war es letztlich, das Feld für den dringend zu realisierenden Forschungsbedarf in diesem Feld konkret aufzuzeigen ([www.fahsinzig.de/projekte/skizze.php?qProjekt\\_ID=27&AK\\_ID=5](http://www.fahsinzig.de/projekte/skizze.php?qProjekt_ID=27&AK_ID=5)).
- **Untersuchungen über die ernährungsphysiologische und gesundheitliche Wirkung von Laubfutter in der Schaf- und Ziegenfütterung.** In extensiven Tierhaltungssystemen haben insbesondere Schafe und Ziegen Zugang zu Gehölzen, die sehr gerne bestäubt werden. Bisher wurde Gehölzfutter jedoch eher als minderwertiges Futter angesehen. Aktuelle Bewertungen als Futtermittel existieren jedoch noch nicht, obwohl zu vermuten ist, dass die in der Rinde von Gehölzen enthaltenen sekundären Pflanzenstoffe gesundheitsfördernd und als Lieferant von Mengen- und

Spurenelementen wertvoll sind. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens am Institut für ökologischen Landbau der FAL (Laufzeit 2002 – 2007) wird nun eine Neubewertung des Futterwertes von Gehölzen durchgeführt ([www.oel.fal.de](http://www.oel.fal.de)).

Ein weiterer Bereich, in dem bereits in der Vergangenheit vor allem unter Federführung des Deutschen Verbandes für Landschaftspflege (DVL) verschiedene Aktivitäten z.T. sehr erfolgreich durchgeführt wurden, ist die spezielle Vermarktung von hochwertigen, oft im Rahmen von Naturschutzprojekten gewonnenem Kräuterheu, insbesondere für die Fütterung von Pferden oder auch anderen Haustieren. Aktuell gibt es eine neue Initiative durch die Regionen Aktiv-Aktionsgruppe Wendland-Elbetal. Dort wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie die bereits vorhandenen Aktivitäten in der Vermarktung von Kräuterheu professionalisiert und neue Absatzwege erschlossen ([www.wendland-elbetal.de/index.php?id=25,66,1,0,1,0](http://www.wendland-elbetal.de/index.php?id=25,66,1,0,1,0)). Ein weiteres Beispiel für ein Futtermittel, das sich in den letzten Jahren bereits in kleinem Umfang am Markt etabliert hat, sind die aus dem Topinamburkraut hergestellten Pellets, die bisher als Futterergänzungsmittel vor allem in der Pferde- und Kleintierfütterung eingesetzt werden, sich aber für alle Tierarten eignen. Aufgrund der begrenzten Produktionskapazitäten ([www.topis.de](http://www.topis.de)) kann der Bedarf derzeit nicht gedeckt werden. Noch in der Entwicklung ist eine Futtermittelkomponente, die auf Basis der stärkehaltigen Lupinen-Hülsen, die bei der Extrahierung von Lupinen-eiweißisolaten zur Nahrungsmittelzwecken anfallenden, produziert werden soll. Hier gibt es erste Kontakte und Versuche von Seiten des Projektträgers in der Modellregion Mecklenburgische Seenplatte mit Unternehmen der Futtermittelindustrie (siehe Kapitel 3).

## 7.2 Tierzucht

Auch in der Tierzucht gibt es zahlreiche Beispiele dafür, wie sich über die Jahrhunderte die Nutzungsansprüche und damit auch die artspezifischen Zuchtziele immer wieder verändert haben. Eindrückliches Beispiel ist die Umorientierung der Schweinezucht vom „Speckschwein“ hin zu Rassen bzw. Hybridlinien mit höchstmöglichem Magerfleischanteil. Aber auch in der Rinderzucht sind aus Dreinutzungsrindern in wenigen Jahrzehnten hochspezialisierte Fleisch- oder Milchrinder geworden. Aufgrund der starken Spezialisierung hat sich in den letzten Jahren die Landschaftspflege immer stärker als eigene Nutzungsrichtung etabliert. Den sich aus dem Einsatz für eine naturschutzgerechte Grünlandpflege ergebenden Ansprüchen und Bedürfnissen wird im Rahmen der Züchtung bisher aber noch nicht systematisch entsprochen. In der Schafhaltung war die Wolle früher eine wichtige Einnahmequelle, heute ist die Schafschur zu einem Kostenfaktor in der Lammfleischproduktion geworden, der durch die Einkreuzung von Haarschafen, die keiner Schafschur bedürfen, vermindert werden soll (vgl. dazu Nolana-Projekt, <http://www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-18.pdf>). Im Geflügelbereich ist die Spezialisierung und Industrialisierung der Produktion wie bei keiner anderen Nutztierart vorangeschritten. So hat die Entwicklung der kommerziellen Zucht mit Hühner-Hybriden

zu einer fast vollständigen Trennung zwischen wenigen auf Leistungskriterien gezüchteten Hybridlinien für die wirtschaftliche Nutzung einerseits und andererseits einer Vielzahl von Rassen, die fast ausschließlich im Hobbybereich gehalten werden, geführt. Dies gilt teilweise auch für anderes Geflügel (vgl. dazu [www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-11.pdf](http://www.genres.de/IGRREIHE/IGRREIHE/DDD/23-11.pdf)).

Um auch in Zukunft Anpassungen an vorhandene Nutzungsansprüche, die von der Eignung als Käfighuhn bis zur Toleranz extremer Futter- oder Klimabedingungen reichen können, leisten zu können, ist die Zucht auf die Existenz einer größt möglichen genetischen Variabilität innerhalb einer Nutztierart, aber auch innerhalb der jeweiligen Rassen angewiesen. Dieser genetische Pool hat sich jedoch in den letzten Jahren im Zuge einer auf wenige Zuchtziele (Kraftfuttermittelverwertung, Mast-, Lege-, Milchleistung) eingegengten Selektionspraxis bei den wirtschaftlich bedeutendsten Tierarten Rind, Schwein sowie Huhn und Pute stark verkleinert. Die unbegrenzte Verfügbarkeit von z.T. importierten Futtermitteln machte die für die Ausprägung von Rassen sehr wichtige Standort- und Futteranpassungsfähigkeit weitgehend überflüssig. Letztlich haben aber die modernen Fortpflanzungstechniken die Verengung der genetischen Pools auf wenige Hochleistungsrasen und -linien in diesem Ausmaß möglich gemacht. So hat beispielsweise bei den weltweit 70 Millionen Holstein-Frisian (davon 10 Mio. in Herdbüchern registriert) der Verwandtschaftsgrad dramatisch zugenommen. Einzelne Spitzenbullen haben bereits über eine Million Nachkommen, hinzu kommen Nachkommen der ebenfalls als Bullen eingesetzten Söhne (vgl. IDEL 2005, S. 6+7). Von Experten wird daher immer wieder auch ein Umdenken bezüglich der Zuchtziele und der Züchtungspraxis gefordert (vgl. z.B. Idel 2005, [www.archives.arte-tv.com/hebdo/archimed/20010529/dtext/sujet2.html](http://www.archives.arte-tv.com/hebdo/archimed/20010529/dtext/sujet2.html) und [www.agrobio-diversitaet.net](http://www.agrobio-diversitaet.net)).

Anforderungen und Ansprüche, denen sich das derzeit vorhandene Rassen- und Genspektrum im Nutztierbereich neben den bereits vorhanden Leistungs- und Qualitätskriterien aktuell und in Zukunft stellen muss, sind dabei u.a. folgende:

- Wachsende Bedeutung einer extensiven und ökologischen Tierhaltung und ihrer speziellen Anforderungen an das Rassenspektrum
- Veränderung der Verbraucherpräferenzen,
- Ethische Anforderungen an die Nutztierhaltung – Tierschutzorientierung der EU-Politik,
- Evt. abnehmende Verfügbarkeit von mit der menschlichen Ernährung konkurrierenden Futtermitteln,
- Höhere Anforderungen an die Tiergesundheit aufgrund einer Begrenzung des Arzneimitteleinsatzes,

- Genetische Diversität als Eintrittsbremse für ökonomisch immer folgenschwerere Tierseuchen,
- Erhöhter Bedarf an großflächiger Landschaftspflege verursacht z.B. durch demographische Entwicklungen.

Auch in extensiveren Haltungssystemen und im ökologischen Landbau stellen die konventionellen Hochleistungsrassen die Basis der Nutzung und der Zucht dar, da die alten Haustierrassen aufgrund der geringen züchterischen Weiterentwicklung in der Regel den herrschenden Wettbewerbsbedingungen und Verbraucheransprüchen nicht genügen. Trotz der eher entgegengesetzt wirkenden Subventionspraxis spielen für die Anpassung des Rassenspektrums an extensivere Haltungssysteme oder die speziellen Haltungs- und Fütterungsbedingungen des ökologischen Landbaus andere oder zusätzliche Zuchtziele eine wichtige Rolle wie z.B. Langlebigkeit, Robustheit und eine gute Grundfutterverwertung. Im Geflügelbereich sind die Probleme besonders groß. Konventionelle Putenrassen sind beispielsweise unter den Bedingungen der Freilandhaltung, ob ökologisch oder konventionell gestaltet, nicht einsetzbar. Hier wird versucht, langsam wachsende Tiere zu züchten. Die im Bereich der Tierzucht zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel für die Integration anderer Ziele und Nutzungsansprüche sind jedoch sehr begrenzt. Flankiert durch das Bundesprogramm Ökologische Landwirtschaft und die langsam aber doch wachsende Öffentlichkeit für diesen Bereich wurden einige Aktivitäten angeschoben, die im wesentlichen dazu dienen, überhaupt Ziele zu definieren und Wege aufzuzeigen, wie die für die Zukunft der Tierhaltung insgesamt notwendige genetische Basis aus der konventionellen Zucht heraus entwickelt werden kann. Parallel dazu werden auch für alte Haustierrassen eigene Nutzungskonzepte entwickelt, da deren in-situ-Erhaltung in eigenen Beständen wesentliche Voraussetzung ist, um gezielt Einkreuzungen zur Verbesserung bestimmter Merkmale auch in den Hochleistungsrassen vornehmen zu können und Gebrauchskreuzungen durchzuführen.

Speziell aus dem BÖL wurden u.a. folgende Projekte zu diesem Thema gefördert:

- **Ökologische Tierzucht: Status quo, Möglichkeiten und Erfordernisse in der Rinder- und Schweinezucht.** Angebunden an das Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Universität Kiel (Laufzeit 2002 – 2003) Durch Befragungen der Ökoverbände sowie der Zuchtverbände- und unternehmen wurde eruiert, auf welche Rassen ökologisch Betriebe zurückgreifen. ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe401.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe401.html)).
- **Netzwerk Tierzucht im ökologischen Landbau** im BÖL: NÖTZ I von Sommer 2002 – Sommer 2003; .NÖTZ II von Sommer 2005 – Anfang 2007). Nachdem der Handlungsbedarf für die einzelnen Tierarten im NÖTZ I bereits teilweise beschrieben wurde und der Aufbau einer eigenständigen Tierzucht für den ökologischen

Landbau nicht als sinnvolle Strategie eingeschätzt wurde, ist Ziel der zweiten Phase innerhalb einer intensiven Netzwerkarbeit Akteure und Organisationen zusammenzuführen, um durch eine Verbesserung der Situation insgesamt auch die Grundlagen für eine ökologische Tierhaltung in den Bereichen Rind, Schwein und Huhn zu verbessern. Administrativer Träger des Netzwerkprojektes ist die Zukunftsstiftung Landwirtschaft in der Gemeinnützigen Treuhandstelle e.V. ([www.zs-l.de](http://www.zs-l.de), [www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe639.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe639.html)).

- **Prüfung von Gewebewachstum, Mast- und Schlachtleistung sowie Produktqualität unterschiedlicher genetischer Herkünfte und deren züchterische Eignung für die ökologische Schweinefleischherzeugung.** Ziel des u.a. vom Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Giessen durchgeführten Forschungsprojektes (Laufzeit: 2004 – 2007) ist es aus den Ergebnissen der Herkunftsvergleiche Empfehlungen für ökologisch orientierte Zuchtprogramme abzuleiten sowie Nutzungskonzepte für bedrohte Schweinerassen zu erarbeiten ([www.zs-l.de](http://www.zs-l.de)); [www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_03oe323.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe323.html)).
- **Konzept und Versuchsplanung für eine zukünftige koordinierte Feldprüfung von Legehennenherkünften auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau** (Laufzeit 2005- -2007). Die Einstufung der Eignung kommerzieller Legehennenherkünfte für die ökologische Legehennenhaltung erfordert eine solide Datengrundlage, um den ökologisch wirtschaftenden Legehennenbetrieben die Möglichkeit zu bieten, gezielt Herkünfte zu wählen, die ruhig und robust sind und gleichzeitig ein ausreichendes Leistungsvermögen aufweisen. Dabei soll auch geklärt werden, inwieweit sich die Eignung einzelner Herkünfte unter Praxisbedingungen anders darstellt als in der Stationsprüfung. Ausführende Stelle ist das Institut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Forschungsbereich Genetik und Biometrie ([www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_04oe005.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_04oe005.html)).
- In einem Projekt, das 2003 beendet wurde, waren unter Federführung des Ökoring Schleswig-Holstein ebenfalls **Legehennenherkünfte** auf ihre Eignung für den ÖL untersucht worden. Dabei waren die üblicherweise in der Freilandhaltung eingesetzten und von den Unternehmen dafür beworbenen Herkünfte geprüft worden: keine der untersuchten Herkünfte konnte alle Anforderungen erfüllen. Als besonders problematisch wurde dabei die durchweg vorhandene Neigung zum Federpicken und Kannibalismus beurteilt ([www.zs-l.de](http://www.zs-l.de)); [www.orgprints.org/2047/](http://www.orgprints.org/2047/)).
- **Ökologischer Gesamtzuchtwert Schwäbisch Hällisches Schwein.** Ergebnis des Projektes soll eine neue Zuchtwertberechnung für Schweinepopulationen anhand ökologischer Kriterien und ökonomischer Gegebenheiten sowie deren praktischer Anwendung in der Zucht sein. Dazu werden zunächst in Zusammenarbeit mit den

Mastprüfungsanstalten geeignete Zuchtparameter festgelegt, um diese im nächsten Schritt entsprechend zu gewichten und einen ökologischen Gesamtzuchtwert zu errechnen. Projektträger ist die Züchtervereinigung Schwäbisch-Hällisches Schwein e.V. in Kooperation mit der Arbeitsgemeinschaft Rinderzucht auf Lebensleistung sowie der Universität Kassel ([www.zs-l.de](http://www.zs-l.de)); [www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt\\_02oe396.html](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_02oe396.html)).

Auch durch den Tierzuchtfonds werden innovative, praxisrelevante Forschungsprojekte gefördert, die dazu beitragen, eine artgemäße Tierzucht zu entwickeln. Geplant ist die Förderung innovativer, praxisrelevanter Forschungsprojekte, die dazu beitragen, eine artgemäße Tierzucht zu entwickeln. Der Tierzuchtfonds ist eine gemeinsame Initiative der Zukunftsstiftung Landwirtschaft, der Schweisfurth-Stiftung, des Deutschen Tierschutzbundes und des Vereins ProVieh (ehemals Verein gegen tierquälerische Massentierhaltung). Folgende Projekte werden derzeit unterstützt ([www.tierzuchtfonds.de](http://www.tierzuchtfonds.de)):

- **Rinderzucht auf Lebensleistung.** Die Arbeitsgemeinschaft für Rinderzucht auf Lebensleistung ist eine seit 20 Jahren bestehende Selbsthilfeeinrichtung sowohl konventionell als auch ökologisch arbeitender Züchter, die in der Rinderzucht Wert auf Vitalität, Gesundheit und Dauerleistung legen. In Linienzucht werden Tiere mit herausragender Lebensleistung systematisch vermehrt. Mittlerweile existiert auch ein Bullenkatalog, in dem nach der Methode des Ökologischen Gesamtzuchtwerts (ÖZW) selektierte Tiere angeboten werden. Dieser wird aufgrund der positiven Leistungsentwicklung in den nach dieser Methode arbeitenden Betriebe immer stärker nachgefragt.
- **Eine Chance für das Schwarzbunte Niederungsrind.** Ebenso wie andere regional angepasste Rinderrassen ist das Schwarzbunte Niederungsrind mit seinem Bestand von etwa noch 1.800 Tieren akut gefährdet. Die Gesamthochschule Kassel hat auf dem Versuchsgut Frankenhausen eine Herde von 70 Kühen aufgebaut, um Reinzucht-Forschung betreiben zu können und die Praxistauglichkeit der Rasse für den ökologischen Landbau zu prüfen. Gemeinsam mit dem Verein zur Erhaltung des Alten Schwarzbunten Niederungsrindes hat sie eine Zuchtstrategie entwickelt und damit die Voraussetzungen für die weitere Züchtung und Verbreitung dieser Rinderart geschaffen.
- **Geschwisterkükenprojekt.** Um Alternativen für die allgemein übliche Tötung der männlichen Küken bei der Produktion von Legehybriden aufzuzeigen – allein in Deutschland jährlich über 40 Millionen –, wurde in einem wissenschaftlich begleiteten Praxisversuch fünf Zuchtlinien ausgewählt, deren männliche Tiere auf Masteiignung untersucht werden sollen. Da die Hähnchen aus Legeli-



nien in für die übliche Vermarktung nicht vollfleischig genug sind, wird im Rahmen des Projekts auch nach Alternativen in Vermarktung und Verarbeitung gesucht.

Folgende weitere Züchtungsprojekte wären zu nennen:

- **Das Kolbecksmoorhuhn und der Erhaltungszuchtring für Vorwerkhühner.** Das Projekt „Kolbecksmoorhuhn“ ist ein Konzept, das zum einen zur Erhaltung einer alten Hühnerrasse, dem Vorwerkhuhn, beitragen soll und zum anderen über Gebrauchskreuzungen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktionsgrundlagen beiträgt. Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierzucht der FAL, der Landwirtschaftskammer Weser-Ems, dem Zuchtunternehmen Lohmann Tierzucht GmbH und der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Kitzingen durchgeführt. So hat sich für die alte Haustierrasse, das Vorwerkhuhn, eine Züchtergemeinschaft gefunden, die in einem Zuchtring eine systematische Erhaltungszucht realisiert. Um diese Zucht wirtschaftlich zu fundieren, wurde die Zusammenarbeit mit „Nutzern“ aufgebaut, die in einer Gebrauchskreuzung, dem „Kolbecksmoorhuhn“ die positiven Eigenschaften der alten Haustierrasse mit dem Leistungspotential moderner Linien kombinieren. Ob diese Rasse allerdings auch außerhalb des Hobbybereiches wirtschaftlich einsetzbar ist, lässt auf Basis der vorhandenen Daten derzeit noch nicht absehen ([www.vieh-ev.de/Zucht/vorwerkhuhn.html](http://www.vieh-ev.de/Zucht/vorwerkhuhn.html); [www.zs-l.de](http://www.zs-l.de)).
- **Kreuzungsversuche von sächsischen Holsteins mit amerikanischen Jerseyrindern.** Die Leistungsfähigkeit des holsteinischen Rindes geht meist einher mit einer sehr kurzen Nutzungsdauer. Eine relativ schnell zu realisierende Weg, um dieses Problem zu lösen, ist die Einkreuzung anderer robusterer Milchrassen. Unterstützt durch die Sächsische Landesanstalt wurde daher ein Kreuzungsversuch auf Basis von Jersey-Embryonen-Importen aus Nordamerika durchgeführt. Anhand der ersten Nachkommenergebnisse lässt sich absehen, dass das Milchleistungsniveau der F1-Tiere in etwa dem der Roten Holsteiner entspricht, aufgrund der geringeren Körpermasse der Jersey-F1-Tiere der Futterenergieaufwand je kg Milcheiweiß bei den Kreuzungstieren aber günstiger ausfällt (Brade 2005, S. 62-64).
- **Pro Tier Förderpreis 2005 für die Freiland Puten Fahrenzhausen GmbH.** Bereits 1997 wurde von Seiten dieser Firma mit dem Aufbau einen ökologischen Putenmast in Deutschland begonnen. Verwendet wird die KellyBronze-Pute, die sich als eine der wenigen Putenrassen für eine extensive Haltung unter Freilandbedingungen eignet. Der Züchter ist selbst Mitgesellschafter der GmbH. Mittlerweile werden etwa 60.000 Tiere pro Jahr in Deutschland und Österreich aufgestellt. Der Einkauf der Küken und später die Verteilung auf die Mastbetriebe erfolgt zentral

über die Freiland Puten Fahrenzhausen GmbH. Die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen dem Zuchtunternehmen und der ökonomisch tragfähig agierenden GmbH hat es möglich gemacht, Putenherden artgerecht in einer Größenordnung von 1000 Tieren im Freiland zu halten ([www.allianz-fuer-tiere.de/index.php?id=679](http://www.allianz-fuer-tiere.de/index.php?id=679)). Anzumerken ist allerdings, dass die Kelly-Pute nur unter Vertrag stehenden Mäster zugänglich ist. Eine Freiland taugliche Putenrasse, steht somit allen Putenhaltern nach wie vor nicht zur Verfügung.

Auch im Bereich der Landschaftspflege werden aktuell einige Projekte zu nennen, die auf speziell für die Landschaftspflege geeignete Rassen zurückgreifen. Folgende Projekte wären beispielhaft zu nennen:

- **Urviecher - Klasse statt Masse**“, heißt ein regionales Projekt, das im Rahmen des niedersachsenweiten Gesamtprojektes „Transparenz schaffen- von der Lantentheke bis zum Erzeuger“ vom Umweltzentrum Emden seit 2001 koordiniert wird. Wichtigste Kooperationspartner im Rahmen des eigentlichen Tierhaltungsprojektes sind zwei Landwirte als Tierhalter, ein Rassegeflügel Zuchtverein, ein Lernbauernhof, das Landwirtschaftliche Museum Campen und der Emdener Landwirtschaftliche Hauptverein. Gehalten werden auf mittlerweile 155 ha aufgelassener Spülflächen am Rande des Stadtgebietes von Emden Gallows, Heckrinder, Moorschnucken, Graue und Weiße Gehörnte Heidschnucken, Emders Gänse und als Hühnerrasse Ostfriesische Möwen. Ausdrücklich im Mittelpunkt dieses Projektes steht neben der Landschaftspflege auch die Erhaltung alter gefährdeter Haustierrassen. Durch entsprechende Informationsarbeit und Kooperation wird dies auch sehr deutlich kommuniziert. ([www.oekowerk-empden.de/aktuelles/urviecher.html](http://www.oekowerk-empden.de/aktuelles/urviecher.html)).
- **Erhalt der landschaftstypischen Flora und Fauna und Steigerung der touristischen Attraktivität** in der Flussmarsch durch den Einsatz ursprünglicher Rinder- und Pferderassen. Auf Ausgleichsflächen im Gebiet der Stadt Leer (ca. 35 ha) soll zur Optimierung der Kompensations- und Naturschutzziele eine naturnahe Weidelandschaft mit Offenlandcharakter und ursprünglichen Rinder- und Pferderassen entwickelt werden. Die hier zum Einsatz kommenden Rassen bzw. Rückzüchtungen, das Heckrind, der Tarpan und der Konik bieten darüber hinaus eine touristische Attraktion, die durch die Einrichtung guter Beobachtungsmöglichkeiten zusätzlich gefördert werden soll. Beginn des Projektes war 2005, Träger des Vorhabens ist die Landschaftspflege und Naturerlebnis Ostfriesland GmbH, die Stadt und der Landkreis Leer sowie das Land Niedersachsen. Die Finanzierung erfolgt anteilig über Leader+, die Stadt Leer, das Land Niedersachsen und die Lotto-Stiftung ([www.fiz-agrar.de](http://www.fiz-agrar.de)).

- **„Land der offenen Fernen“** Großflächige Beweidung der Rhön-Flächen durch Rinder, Schafe, Ziegen und Pferde. 2005 startete im Biosphärenreservat Rhön ein in Zusammenarbeit von Naturschutz, Landwirtschaft und Regionalentwicklung erarbeitetes bundesweit bisher einmaliges Modellprojekt. So werden von der DBU, der ARGE Rhön, dem Freistaat Bayern und der Zoologischen Gesellschaft Frankfurt bis 2009 1,4 Mio. Euro zur Verfügung gestellt, um Grünlandschutz und Landschaftsentwicklung durch eine großflächige Beweidung zu realisieren. Eingesetzt werden sollen neben dem Rhönschaf auch das Gelbe Franckenvieh und das Heckrind. Durch die Einstellung eines „Flächenmanagers“ soll die zur Verfügung stehende Fläche schrittweise erhöht werden ([www.biosphaerenreservat-Rhön.de](http://www.biosphaerenreservat-Rhön.de)).

Zahlreiche weitere ähnliche Projekte sind unter der Internetadresse [www.weidewelt.de](http://www.weidewelt.de) oder der Linkliste folgender Adresse zu finden: [http://www.weidelandschaft-eidertal.de/deutsch/Links\\_Beweidung.htm](http://www.weidelandschaft-eidertal.de/deutsch/Links_Beweidung.htm). Darunter ist auch ein bis 2002 vom BMBF gefördertes Projekt zur Landschaftspflege mit Schweinen. Informationen des u.a. speziell zum Zwecke der Landschaftspflege ansatzweise rückgezüchteten Deutschen Weideschweins finden sich unter [www.weideschweine.de](http://www.weideschweine.de). Abschließend soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es sich bei diesen Projekten (mit Ausnahme des erstgenannten) nicht um Vorhaben handelt, die eine Zucht dieser Rassen betreiben, vielmehr sind es Beispiele, die zeigen wie wichtig die Verfügbarkeit für solche Zwecke geeigneter Rassen ist. Eine auf entsprechenden Selektionskriterien aufbauende Zucht für diese Zwecke existiert bisher nicht.

## 8 Ausweitung von Aquakulturen

Vor dem Hintergrund des weltweit dramatischen Rückgangs der natürlichen Fischvorkommen, werden immer mehr Fische in Aquakulturen gehalten. So ist der Anteil von Fischen, Schalentieren und Weichtieren aus Farmen von knapp 4% im Jahr 1970 mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5,3% auf fast 28% im Jahr 2000 angestiegen. Die Aquakultur weist damit im weltweiten Maßstab höhere Wachstumsraten auf als alle anderen tierischen Sektoren der Lebensmittelproduktion. Die FAO schätzt, dass der Bedarf an Fisch als Nahrungsmittel bis 2030 von derzeit rund 120 auf 160 Mio. Tonnen pro Jahr steigen wird. Die Prognosen für die Entwicklung der nachhaltig erzielbaren Fangerträge aus der Fischerei liegen bei ca. 100 Mio. Tonnen pro Jahr (vgl. [www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2004/pd04-060.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2004/pd04-060.htm)). Zur Deckung des Eiweißbedarfes der wachsenden Weltbevölkerung kommt damit der Weiterentwicklung der Aquakultur unter der Voraussetzung, dass es gelingt, die enormen ökologischen Belastungen der Gewässer, z.B. durch Exkrememente, Antibiotikaeinsatz oder die Beifangverfütterung zu minimieren, eine hohe Bedeutung zu. Unter dem Begriff der Aquakultur wird dabei die Produktion in Teichwirtschaften und Durchflussanlagen, die Netzgehegehaltung in Seen oder an Küsten und die Fischhaltung in geschlossenen Kreislaufanlagen zusammengefasst.

In Deutschland hat die Haltung von Fischen in Aquakultur eine lange Tradition. Dabei hat die Haltung von Forellen, im wesentlichen Regenbogenforellen, und von Karpfen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Zu den Nebenfischen der Teichwirtschaft zählen Stör, Hecht, Wels, Zander und Aal. Etwa 66% des Gesamtaufkommens der Binnenfischerei stammt aus diesen Haltungen (vgl. [www.genres.de/agr/nationales\\_fachprogramm/](http://www.genres.de/agr/nationales_fachprogramm/), PDF, S.25). Die Zucht von Salzwasserfischen ist derzeit noch von untergeordneter Bedeutung (siehe Beispiele). Angesichts der Wachstumsaussichten dieser Branche und der Notwendigkeit einer verbesserten Zucht ist nach Einschätzung des „Fachprogramms aquatische Ressourcen“ zunächst eine Bestandesaufnahme der überhaupt noch vorhandenen Zuchtstämme und genetischen Ressourcen in den Aquakulturen notwendig (vgl. [www.genres.de/agr/nationales\\_fachprogramm/](http://www.genres.de/agr/nationales_fachprogramm/), PDF, S.25).

Um die ökologischen Nebenwirkungen der Aquakultur zu minimieren, wird bereits seit einigen Jahren die Verwendung von geschlossenen Kreislaufanlagen empfohlen. Eine verbesserte Filtertechnik, an deren Entwicklung deutsche Firmen maßgeblich beteiligt sind (vgl. [www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2004/pd04-060.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2004/pd04-060.htm)) hat hier in den letzten Jahren entscheidende Fortschritte gebracht. In diesen Anlagen werden die Fische in Becken gehalten, deren Wasser täglich nur bis zu 10% ausgetauscht wird und die ortsunabhängig, z.B. in ehemaligen Gewerbehallen installiert werden können. Ohne äußere Einflüsse sind solche Systeme weitgehend unanfällig für Krankheiten, ein Antibiotikaeinsatz nicht nötig und aufgrund der Biofilteranlagen auch nicht möglich. Da diese Anlagen sehr

kapitalintensiv sind, werden bisher nur hochpreisig zu vermarktende Fischarten in dieser Form gehalten.

- Eine Firma, die sich aktuell durch innovative Organisations- und Produktionsformen in diesem Markt zu positionieren versucht, ist die „**Caviar Creator Group**“ eine Aktiengesellschaft mit Stammsitz in Nevada ([www.caviar-creator.de](http://www.caviar-creator.de)). Im Jahr 2005 wurde im vorpommerschen Demmin auf 20.000 qm die weltweit größte geschlossene Aquakulturanlage zur Aufzucht von Stören und zur Herstellung von Stördelikatessen und Caviar errichtet. Zu dem von der Firma selbst gezüchteten Fischbestand gehören der Sibirische Stör (*Acipenser baerii*), Belugas (*Huso Huso*) und Albino-Störe (Sterlets).
- Ein noch im Aufbau befindliches Projekt ist die „**Bremer Garnele**“. In einem vom Land Bremen unterstützten Pilotvorhaben namens Triops haben die Firma Polyplan und das Zentrum für Marine Tropenökologie eine umweltschonende geschlossene Kreislaufanlage entwickelt, in der Garnelen der Gattung „White-shrimp“ ohne Zugabe von Medikamenten und anderen Chemikalien gezüchtet werden. Die Anlage wird mit synthetischem Meerwasser betrieben, das frei von Krankheitserregern ist und nur bei Verdunstung nachgefüllt werden muss. Riesenmuscheln, Algen und Bakterien filtern überschüssige Nährstoffe sowie die Ausscheidungen der Garnelen. Der positive Nebeneffekt- die Filtrierer sind ebenfalls kommerziell verwertbar. So lassen sich mit Riesenmuscheln hohe Preise im Aquariefachhandel erzielen. Die Algen dienen wiederum den jungen Garnelen als Futter und liefern der Pharma- und Kosmetikindustrie wertvolle Grundstoffe. Im Bremer Großmarkt soll auf 1500 qm eine wirtschaftlich arbeitende Pilotanlage errichtet werden. Bisher konnte aber die Finanzierung zur Realisierung des Vorhabens noch nicht aufgebracht werden ([www.polyplan-gmbh.de](http://www.polyplan-gmbh.de), [www.zmt-bremen.de](http://www.zmt-bremen.de)).

Als weiterer Trend ist die zunehmende Nachfrage nach Biofisch zu beobachten. Der Anbauverband Naturland hat als erster Bioverband Richtlinien zu Aquakulturen entwickelt. Diese haben insbesondere Haltung und Fütterung der Tiere zum Inhalt. In den dem Verband angeschlossenen Betrieben wird größtenteils auf traditionelle Arten wie die Bachforelle und den Karpfen zurückgegriffen (vgl. [www.naturland.de](http://www.naturland.de)). Die Fütterung betreffend ist Hauptanliegen ökologischer Verfahren, den Anteil an Eiweiß, das aus mit fragwürdigen Fangmethoden gewonnenem Fischmehl stammt, zu reduzieren. Hier setzt ein Vorhaben an, das ebenfalls bei oben genannten Projektträgern in Bremen angesiedelt ist:

- Unterstützt von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsinstitute in Berlin und in Kooperation verschiedener Partner aus Forschung und Industrie soll ein **neues Garnelenfuttermittel** entwickelt werden, in dem Fischmehl z.T. durch

pflanzliche Eiweißstoffe ersetzt wird. Um den Fischmehlanteil zu reduzieren sollen zum einen durch spezielle Mikroalgenmischungen die Ausgewogenheit der Nährstoffversorgung optimiert werden. Zum anderen sollen Enzymzusätze getestet werden, durch die die Nährstoffverfügbarkeit aus den für Garnelen schwer verdaulichen pflanzlichen Rohstoffen verbessert werden soll. Sollte sich dieser Ansatz realisieren lassen, wäre damit erstmalig ein konkurrenzfähiges Futtermittel mit Fischmehlersatzstoffen auf dem Markt, das den Verbraucherwünschen nach umweltfreundlich erzeugtem seafood gerecht wird (vgl. [www.polyplan-gmbh.de](http://www.polyplan-gmbh.de)).

Auch an der deutschen Nordseeküste gibt es im Zuge der Bemühungen um die Entwicklung der marinen Wirtschaft verschiedene Ansätze für den Aufbau neuer Aquakultursysteme:

- Am Forschungszentrum Terramare wird seit 2001 an Möglichkeiten geforscht an der Nordseeküste Aquakulturen zu installieren. Hauptgründe für die bisher sehr eingeschränkte Entwicklung von Aquakulturen an der deutschen Küste liegen in der starken Gewässerbelastung, der starken Frequentierung der Küsten- und Hoheitsgewässer und den rauen Klimabedingungen begründet. Als mögliche Alternative für die Aquakulturentwicklung wurde daher gesehen, diese im offenen Ocean, in ausreichender Entfernung zu den genannten Problemzonen anzulegen. Daher war es nahe liegend, die evt. mögliche Anbindung von Aquakulturen an offshore-Windparks zu untersuchen. Ziel des Vorhabens war es dabei zunächst die **Zucht von Miesmuscheln sowie von Rot- und Braunalgen** zu prüfen. Zur Ansiedlung der Muscheln verwendet wird dabei die sogenannte Langleine, ein mehrfach verzweigtes Tau, auf dem die Muschellarven sich festsetzen können. Die bisherigen Ergebnisse des Projektes das in den ersten Jahren von der DBU gefördert wurde, sind erfolgsversprechend. In einem Folgeprojekt erfolgt nun der Übergang der experimentellen Langleinen zu einer kommerziellen Pilotfarm. Betreut wird diese u.a. von der im Rahmen des Forschungsvorhabens ausgegründeten Firma Mytilamar. Ein Problem, das vor einer wirtschaftlichen Nutzung noch gelöst werden muss, ist die unvollständige Gesetzeslage im Hinblick auf die Nutzung im Bereich der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) ([www.dbu.de/pro/projekt206.html](http://www.dbu.de/pro/projekt206.html), [www.terramare.de](http://www.terramare.de)).
- Unter dem Titel „**Entwicklung umweltverträglicher Aquakulturverfahren zur nachhaltigen Produktion mariner Organismen in geschlossenen Systemen**“ wird ebenfalls am Forschungszentrum Terramare an der Entwicklung einer wirtschaftlich und ökologisch tragfähigen geschlossenen Aquakulturanlage gearbeitet. Kooperationspartner und Geldgeber sind die Universität Oldenburg, das IFM Geomar der Universität Kiel. Kofinanziert wird das seit 2003 zunächst für drei Jahre bewilligte Vorhaben im Gesamtumfang von 540.000 Euro durch die EU. Idee des

Projektes ist es, in Tanks an Land ein Kreislaufsystem zu erstellen, dem nur minimale Mengen an natürlichem Meerwasser zugefügt werden muss und das sich mit Hilfe von Tangen und Muscheln selber reinigen kann. Dieses System, in dem sowohl Fische von der Larve bis zum marktreifen Tier als auch die notwendigen Futtertiere produziert werden können. Als Fischart für den Probebetrieb wurde die Seeszunge gewählt ([www.innovations-report.de/print/print01.php3?id=20819&ctyp=1](http://www.innovations-report.de/print/print01.php3?id=20819&ctyp=1), [www.terra-mare.de](http://www.terra-mare.de)).

- In Mecklenburg – Vorpommern wurde in Born/Darß und in Hohen Wangelin im März diesen Jahres jeweils eine neue **Versuchsanlagen für Aquakultur** in Betrieb genommen. Durch die beiden Projekte sollen Verfahren entwickelt werden, die eine Produktion hochwertiger Speisefische auch in Kreislaufanlagen ermöglicht. Während in Hohen Wangelin in kaltem Süßwasser die Haltung von lachsartigen Fischen erprobt wird, nützt man in Born erwärmtes Brackwasser, um mit Zander, Wels, Stör und Barschartigen Fischen zu erproben, inwieweit auch die Abwässer von Kraftwerken für den Betrieb von Aquakulturanlagen genutzt werden können. Ein besonderer Markt wird in der Bereitstellung von Zuchtfischen gesehen ([www.agrarnet-mv.de/content/presse/presse\\_06-03.html?PHPSESSID=52aa66fbf9988d437900833\\_e9a551541](http://www.agrarnet-mv.de/content/presse/presse_06-03.html?PHPSESSID=52aa66fbf9988d437900833_e9a551541)). Die Versuchsanlagen werden vom Land gefördert und mit rund 5 Mio. Euro durch die EU kofinanziert. Um diesen Wachstumsmarkt zu fördern wurde in Mecklenburg-Vorpommern weiterhin ein Netzwerk zur Förderung der nachhaltigen Aquakulturentwicklung (NEMO), angebunden an den Innovationsverbund BioconValley, ins Leben gerufen ([www.bcv.org](http://www.bcv.org)). Auch hier wird auf geschlossene Kreislaufanlagen gesetzt, durch die Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette hofft man die Wettbewerbsfähigkeit der sehr kostenintensiven Anlagen zu verbessern.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Gentechnik ist die Fischzucht der einzige Bereich in der Tierhaltung, in dem in dieser Hinsicht bereits umsetzungsrelevante Ergebnisse erzielt werden konnten. So ist die Entwicklung gentechnisch veränderter Fische, vor allem bei den Lachsen international bereits weit vorangeschritten und an der Schwelle zur Markteinführung. In Deutschland hat diese Technologie bisher aber keine Bedeutung ([www.transgen.de](http://www.transgen.de)).

## 9 Verbraucherverhalten und Formen der on-farm-Erhaltung

Angesichts der hohen Bedeutung ernährungsbedingter Krankheiten, der massiven Zunahme übergewichtiger Kinder und der wachsenden Zahl älterer Menschen geht es beim Thema Ernährung heute immer auch um den Aspekt der Gesundheit. Bei einem gewissen Prozentsatz der Bevölkerung schlägt sich dies im konkreten Einkaufsverhalten nieder. So boomt beispielsweise der Markt für Nahrungsergänzungsmittel von der Kräutertablette bis zum Verdauungspulver (vgl. [www.aid.de/print/presse/presseinfo.cfm?mode=beitrag&id=2347](http://www.aid.de/print/presse/presseinfo.cfm?mode=beitrag&id=2347)). Auch Lebensmittel mit besonders gesunden Inhaltsstoffen, ob auf natürlicher Basis durch Verwendung entsprechender hochwertiger Rohstoffe oder in Form von so genanntem „Functional food“, gewöhnlichen Lebensmittel, die durch den Zusatz spezieller Stoffe über den reinen Nährwert hinaus gesundheitsfördernd wirken sollen, werden immer stärker nachgefragt. So werden Lebensmitteln, z.B. Probiotika (in der Regel Milchsäurebakterien), Prebiotika (Ballaststoffe), Fettsäuren, Vitamine oder Pflanzenzusätze wie Phytosterole oder Ballaststoffe zugesetzt, um sie zumindest in der Wahrnehmung der Verbraucher zu einem gesundheitsförderlichen Lebensmittel zu machen ([www.medizin.de/gesundheit/deutsch/962.htm](http://www.medizin.de/gesundheit/deutsch/962.htm)). Die rechtlichen Aspekte dieser neuartigen Lebensmittel und Lebensmittelzutaten sind seit 1997 in der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlamentes und des Rates geregelt.

Wer eher auf gesunde Lebensmittel von „Natur aus“ setzt, greift auf die Produkte der Naturkostbranche zurück, die mit einem jährlichen Umsatzzuwachs von 14% (in 2005) z.Zt. einen echten Boom erlebt ([www.boelw.de/oekobranche.html](http://www.boelw.de/oekobranche.html)). Neben der Tatsache weitgehend unbelastete Nahrungsmittel anzubieten, nutzt auch diese Branche zunehmend Wellnessprodukte oder krebshemmende, cholesterinsenkende, etc. Inhaltsstoffen der angebotenen Lebensmittel als Werbeträger. Eine Rolle für die steigende Nachfrage in diesem Segment spielt sicher auch, dass noch immer zwei Drittel der Bevölkerung Gentechnik in Nahrungsmitteln ablehnt. (vgl. auch Tagungsprogramm der Veranstaltung „Zukunftsmarkt Bio,Health,Wellness, [www.Euroforum.de/DATA/pdf/p1100628.pdf](http://www.Euroforum.de/DATA/pdf/p1100628.pdf)).

Als eine dritte Tendenz ist das wachsende Angebot von qualitativ hochwertigen Produkten regionaler, handwerklicher oder rassenspezifischer Herkunft zu nennen., die von Menschen nachgefragt werden, die an einer „guten Küche“ unter Verwendung naturbelassener und geschmacksintensiver Zutaten interessiert ist. Dabei handelt es sich weniger um einen allgemeinen Trend, denn um ein Wachstum in der Nische. Vertreten wird diese eher Genuss- als ausschließlich Gesundheits-orientierte Verbrauchergruppe u.a. von der Organisation „Slow food“. Diese kann kontinuierliche Zuwächse an Mitgliedern verzeichnen. So hat sich sogar in der an Menschen und Kaufkraft armen Mecklenburgischen Seenplatte ein neues Convivium gegründet (vgl. [www.slowfood.de](http://www.slowfood.de)).



Dass die kurz skizzierten Trends durchaus längerfristig wirksam sein könnten und sich in der Tendenz evt. verstärken darauf deuten auch Ergebnisse der im Rahmen des Förderschwerpunktes „Sozial-ökologische Forschung“ vom BMBF finanzierten Forschung hin. So wurde u.a. untersucht, wann Verbraucher ihre Ernährungsgewohnheiten ändern. Als Ergebnis einer Verbraucherbefragung ergab sich, dass sich neben jungen Müttern (im wesentlichen bedingt durch eine Familiengründung) vor allem zahlreiche Senioren mit dem Eintritt in den Ruhestand zu einer radikalen Umstellung ihrer Eßgewohnheiten entscheiden. Dabei sind ältere Menschen nicht nur auf ihre eigene Gesundheit fixiert, vielmehr erkennen viele, dass sie durch ihre Form der Ernährung einen Beitrag zum Zustand unserer Natur und Landschaft leisten und somit die Lebensbedingungen künftiger Generationen mitbestimmen (vgl. BMBF 2005, S.21).

Die im Zuge der genannten Trends entstehende Nachfrage lässt sich nur befriedigen, wenn die Landwirtschaft auch die vielfältigen Rohstoffe, mit ihren zunehmend in ihrer Bedeutung für die Gesundheit erkannten Inhaltsstoffe oder ihrer regionalspezifischen Eigenart liefern kann. Dann ist Weizen nicht mehr nur Weizen oder Kartoffel nicht gleich Kartoffel. In den gängigen auf Ertrag selektierten Sorten, sind die nun verstärkt gewünschten Inhaltsstoffe wie sekundäre Pflanzenstoffe oder spezielle Aminosäuren häufig nur in geringeren Konzentrationen vorhanden als in anderen nicht oder kaum mehr im Anbau vertretenen Varietäten. Der Zugriff und die Nutzung genetischer Ressourcen ist somit Voraussetzung, um diese neuen Wachstumsmärkte in der Nahrungsmittelbranche erschließen zu können. Im folgenden sollen Beispiele genannt werden, die verdeutlichen wo und in welcher Form dies bereits geschieht.

## **9.1 Neuorientierung bei Lebensmitteln auf Inhaltsstoffe und Qualität**

Aktivitäten im Anbau von Rohstoffen mit besonderen Inhaltsstoffen oder in der Herstellung spezieller funktioneller Lebensmittel gibt es sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Segment. Ebenso werden Verfahren erprobt, die gewünschten Inhaltsstoffe über gentechnische Verfahren in herkömmliche Kulturpflanzen einzubringen.

Pflanzen, die „von Natur“ aus ernährungsphysiologisch besonders wertvolle Inhaltsstoffe mitbringen und derzeit wieder in den Blickwinkel einiger landwirtschaftlicher Erzeuger oder auch Vermarkter rücken sind z.B.:

### **Lupine**

Die Lupine bietet wie bereits in Kapitel 3 beschrieben hervorragende Voraussetzungen der Verarbeitung in der Lebensmittelherstellung. Die Verwendung von Lupinenisolaten zur Herstellung von Raps-Lupine-Eis (patentiert), zur Herstellung von Produkten wie Quark, Veganerprodukten, die Zumischung in Brot und Wurst oder die Verwendung als Alternative zum Einsatz von Soja in der Bereitstellung von Vorprodukten der Nahrungsmittelin-

dustrie zeigt das Spektrum an Einsatzmöglichkeiten auf. So wird die Eignung des Lupineisolates im Hinblick auf eine Verwendung in der Nahrungsmittelindustrie derzeit im Rahmen des von Regionen Aktiv geförderten Projektes in der Mecklenburgischen Seenplatte (vgl. Abschnitt 7.1) durch das in Lübeck angesiedelte Unternehmen Hahn Ingredients, das Fertigvormischungen für die internationalen Marktführer der Ernährungswirtschaft (z.B. Unilever, Nestle) herstellt, geprüft ([www.modellregionen.de](http://www.modellregionen.de)).

### **Topinambur**

Topinambur wurde bereits in Kapitel 3 als Pflanze beschrieben, die sich hervorragend für den Anbau auf marginalen Standorten eignet und deren Verwendungspotentiale sehr vielfältig sind (Biogas, Alkoholgewinnung, Lebens- und Futtermittel). Interessant sind dabei u.a. die diätetischen Eigenschaften des Topinambur. Neben sehr hohen Mineralstoffgehalten, wertvollen sekundären Pflanzenstoffen wie Cholin und Betain zeichnet sich der Topinambur vor allem durch seinen Gehalt an Inulin aus (16%). Inulin ist ein Fruktan und wird im Körper zu Zuckern abgebaut, die auch für Diabetiker geeignet sind. Darüber hinaus hat Inulin eine prebiotische Wirkung und wird erfolgreich in der Behandlung von Magen-Darm-Beschwerden eingesetzt. In der Volksmedizin wird Topinambur daher auch als „Geschenk des Himmels“ gepriesen. Ein weiteres Anwendungsfeld ist der Einsatz zur Herstellung kalorienreduzierter Lebensmittel (eine umfassende Beschreibung der Einsatzfelder und Inhaltsstoffe ist unter [www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1164651\\_11/Stolzenburg%20Rohstoffqualit%C3%A4t%20und%20Vermarktungsm%C3%B6glichkeiten.pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1164651_11/Stolzenburg%20Rohstoffqualit%C3%A4t%20und%20Vermarktungsm%C3%B6glichkeiten.pdf)) zu finden. Pionier in der Zucht, Verarbeitung und Vermarktung von Topinambur ist der Landwirt Johann Brunner aus Bayern ([www.topis.de](http://www.topis.de)). Auf Initiative einiger Landwirte, in kleinem Rahmen unterstützt durch Regionen aktiv, wird derzeit auf einigen Betrieben in der Mecklenburgische Seenplatte mit dem Anbau und Verarbeitung von Topinambur experimentiert. Verkaufsfähiges Produkt ist derzeit ein mit Zusatz von anderen Früchten hergestellter Saft. Weitere Verarbeitungsprodukte sind in der Entwicklung ([www.zempow.de](http://www.zempow.de))

### **Getreide und Pseudocerealien mit besonderen Inhaltsstoffen**

- **Gelbweizen:** Als Gelbweizen werden Triticum aestivum – Sorten bezeichnet, die sich durch einen höheren Gelbpigmentgehalt auszeichnen, der aus einem höheren Carotinoid-Gehalt resultiert. Dieser sekundäre Pflanzenstoff ist derzeit in der Ernährung sehr gefragt. An der Bundesforschungsanstalt wird daher bereits seit einiger Zeit zu den Verarbeitungsmöglichkeiten verschiedener Gelbpigment-Weizensorten im Hinblick auf die Verarbeitung zu verschiedenen Teigwaren und der Substitution von Durum-Weizen geforscht (vgl. [www.agfdt.de](http://www.agfdt.de)). Das sächsische Unternehmen C.F.Rolle Mühle hat dieses Jahr als Neuheit eine Backmischung mit Gelbweizen auf den Markt gebracht ([www.rolle-muehle.de](http://www.rolle-muehle.de)).

- **Emmer, Einkorn:** Nachdem der ebenfalls fast vergessene Dinkel in den letzten Jahren eine Renaissance vor allem im ökologischen Anbau erlebt hat, gibt es nun einige Initiativen, die auch das sogenannte Urkorn, das Einkorn (*Triticum monococcum*) und den Emmer (*Triticum dicoccum*) aufgrund ihrer ernährungsphysiologisch wertvollen Inhaltsstoffe (Caritonoide, Rohfaser und Aminosäuren) für den marktfähigen Anbau wieder erschließen wollen. So wurde an der Universität für Bodenkultur in Wien von 1998 bis Ende 2004 ein Forschungsvorhaben durchgeführt, in dem verschiedene Herkünfte von Einkorn, Emmer und Khorassanweizen (*Triticum turgidum*) auf ihre agronomischen und qualitativen Eigenschaften hin überprüft wurden und eine Selektion adaptierter Herkünfte vorgenommen wurde. Dabei wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Analyse der Inhaltsstoffe gelegt, die den Anbau dieser im Ertrag unterlegenen Sorten besonders interessant machen ([www.bokudok.boku.ac.at](http://www.bokudok.boku.ac.at)). Auch Forschungsarbeiten, die an der Universität Göttingen durchgeführt wurden, schätzen Emmer und Einkorn nicht zuletzt aufgrund ihrer günstigen Resistenzeigenschaften als interessante Alternativen zur Erweiterung der Vielfalt im Getreideanbau ein (vgl. dazu [www.vern.de](http://www.vern.de), Tagungsband On-farm-Erhaltung genetischer Ressourcen von Getreide und Ölpflanzen). Für beide Arten gibt es regional begrenzt bereits Anbauaktivitäten z.B. Emmer und Einkorn-Projekt im Klettgau, Lebenswertes Land - Lebenswerte Stadt in Feuchtwangen oder Projekt Emmerbrot in Waiblingen. Darüber hinaus findet Emmer und Einkorn bereits seit einigen Jahren Verwendung im 5-Korn-Urbier des Riedener Brauhauses (vgl. Abschnitt unten) und wird lokal im Bayerischen Jura von Ökolandwirten angebaut. Erfahrungswerte zum Anbau von Emmer und Einkorn werden darüber hinaus im Modellvorhaben „Anbau pflanzengenetischer Ressourcen in NRW“ gesammelt. Ein geringeres allergenes Potential wird auch verschiedenen alten Hofsorten nachgesagt, hier sind aber der Vermarktung dieser besonderen Qualitäten durch das Sortenschutzgesetz enge Grenzen gesetzt (mündliche Auskunft).
- **Amaranth:** auch als Inkakorn (*Amaranthus caudatos*) bekannt wird aufgrund seines hohen Eiweißanteils, der hochwertigen Eiweiß- und Fettsäuremuster sowie des Anteils an wichtigen Mineralstoffen und Spurenelementen in der gesunden Ernährung in den letzten Jahren bereits verstärkt nachgefragt, hat aber in Deutschland bisher keine Anbautradition. Seit einigen Jahren laufen aber an der baden-württembergischen Landesanstalt für Pflanzenbau in Forchheim Versuche zu Anbau und Wirtschaftlichkeit von Amaranth,. Abnahme- und Anbauverträge werden von einer Firma in Österreich angeboten. Auf die Direktvermarktung setzt ein Landwirt, der in der Schwäbischen Alb erfolgreich „Mörsinger Amaranth“ vertreibt ([www.viva-suebia.de/](http://www.viva-suebia.de/)). Auf das steigende Interesse am Thema Amaranth deuten auch die seit einiger Zeit verfügbaren Internetseiten zum Thema Amaranth hin ([www.amaranth.today.net](http://www.amaranth.today.net)).

- **Produktbeispiel „Lignanreiches Brot“:** Im Rahmen der EU Studie „PhytoPrevent“ wurde von der Firma Kampfmeyer FOOD Service GmbH ein lignanreiches Brot entwickelt. Der angestrebte hohe Lignangehalt wird dabei entweder durch eine besondere Leinsamenvariante oder durch die Verwendung besonders lignanhaltiger Roggensorten erzielt. Lignan zählt zu Phytoöstrogenen und wird z.B. in Form von Nahrungsergänzungsmitteln angeboten. Neben der Entwicklung dieses Produktes ist die Kampfmeyer Gruppe immer wieder an Innovationen im Back- und Lebensmittelgewerbe beteiligt. Aktuell wird z.B. ein Brot angeboten, das statt möglicherweise GMO-belastetem Soja Schrot von gelben Backerbsen enthält ([www.kampffmeyer.de](http://www.kampffmeyer.de)) Weitere Produktentwicklungen auf Basis seltener Getreidesorten sollen in Vorbereitung sein.

### Wildfrüchte

Aufgrund ihrer Inhaltsstoffe gibt es auch für Produkte aus Wildobst einen wachsenden Markt in der Nische. Unter dem Begriff Wildfrüchte werden dabei Früchte tragende Pflanzene zusammengefasst, die bisher kaum züchterisch für den Anbau bearbeitet worden sind. Dazu zählen u.a. der Holunder, Sanddorn, Apfelbeere, Heidel-, und Preiselbeeren, Kornelkirsche, Elsbeere, Scheinquitte, Edeleberesche und verschiedene Wildrosensorten (vgl. dazu [www.wildobst.de](http://www.wildobst.de) und diverse Links). Im erwerbsmäßigen Anbau spielen z.Zt. nur der Sanddorn, der Holunder, die Aronia sowie der Hagebuttenanbau eine Rolle. Die Heidelbeere hat als Kulturheidelbeere bereits den Sprung vom Status des „Seltene Obstes“ zur marktgängigen Frucht geschafft. Während für Sanddorn und Holunder in Deutschland in kleinem Umfang vor allem im ökologischen Anbau wettbewerbsfähige Plantagen aufgebaut werden konnten, existieren für die stark nachgefragte Apfelbeere (Aronia) in osteuropäischen Ländern große Anbaukapazitäten, so dass sich ein heimischer Anbau nicht etabliert. Holunder und Wildrosen werden auf einigen Betrieben als ackerbegleitende Hecke bereits erwerbsmäßig angebaut. Insbesondere Hersteller von ökologisch produzierten Säften haben Interesse an einheimischer Ware. In der „Regionen aktiv“ Modellregion Wendland-Elbtal wurde daher in Zusammenarbeit mit der Firma Voelkel, eine Machbarkeitsstudie zum Thema Wildobst durchgeführt. Konkrete Anbauverträge mit einigen interessierten Landwirten werden vorbereitet ([www.wendland-elbetal.de](http://www.wendland-elbetal.de)). Einige Landesanstalten sowie die Humboldt-Universität Berlin bieten ebenfalls Informationen zu dieser Nische.

### Heil- und Gewürzpflanzen

Unter den Heil- und Gewürzpflanzen gibt es naturgemäß ebenfalls einige die aufgrund ihrer Inhaltsstoffe besonders interessant für den Markt der Gesundheitsprodukte sind. Stellvertretend, da bereits im Anbau erprobt, soll an dieser Stelle die Nachtkerze (*Oenothera biennis* L.) genannt werden, die sich durch einen hohen Gehalt an Gammalinolen-

säure auszeichnet. Das Samenöl wird als Nahrungsergänzungsmittel sowie als Rohstoff für die Kosmetikerstellung eingesetzt. Aber auch die Restpflanze, sogar die Wurzeln finden Verwendung als Futtermittelzusatz oder Delikatesse im Salat. Vergleichsweise unkompliziert im Anbau wird z.B. in Brandenburg von einigen Landwirten in Betreuung der brandenburgischen Landesanstalt der Anbau von Nachtkerzen betrieben (<http://www.tll.de/ainfo/pdf/n8ke0199.pdf> und [www.fnr.de](http://www.fnr.de))

### Milchprodukte

- **Schweizer Alpkäse:** Auch bei Milchprodukten wird den sekundären Inhaltsstoffen zunehmend mehr Bedeutung zugemessen. So konnte beispielsweise für den Schweizer Alpkäse nachgewiesen werden, dass er deutlich mehr wertvolle Omega-3-Fettsäuren und alpha-Linolensäure enthält als herkömmlicher Käse. Die Forscher betrachten diese Spezialität daher als ein functional Food „von Natur aus“ (vgl. aid infodienst, aid-PressInfo Nr.09/2006)

Auch mit Hilfe gentechnischer Verfahren wird (noch im Forschungsstadium) versucht, die Nahrung mit bestimmten biologisch aktiven Inhaltsstoffen anzureichern. So soll als Prävention gegen ernährungsabhängige Krankheiten wie bestimmte Krebsarten oder Herz-, Kreislauferkrankungen bei Beibehaltung der normalen Verzehr- und Essgewohnheiten die ernährungsphysiologische Qualität der Nahrungsmittel verbessert werden. Das BMBF hat hierzu von 1999 bis Ende 2004 die Leitprojektinitiative: „Ernährung – moderne Verfahren der LM-Erzeugung“ eingerichtet und mit 24 Mio. Euro gefördert ([www.bmbf.de/de/1033.php](http://www.bmbf.de/de/1033.php)). Zahlreiche Partner waren national und international beteiligt. Drei Forschungsschwerpunkte wurden umgesetzt:

- **NAPUS 2000- Gesunde Lebensmittel aus transgener Rapssaat**, vollständige Nutzung des Rapskorns durch Identifikation der für die Bitterstoffe im Raps verantwortlichen Gene, Verbesserung der Qualitätseigenschaften für die menschliche Ernährung durch die Anreicherung mit omega3-Fettsäuren, Antioxidantien, Lecithin und hochwertigen Eiweißen (siehe dazu [www.ipb-halle.de/deutsch/oeffentlichkeitsarbeit/presse/pressemitteilungen-2006/transgener-raps/](http://www.ipb-halle.de/deutsch/oeffentlichkeitsarbeit/presse/pressemitteilungen-2006/transgener-raps/)),
- Entwicklung **Zölliakie-verträglichen Getreides** (Weizen, Roggen, Gerste) sowie Transfer von Klebereigenschaften an glutenfreien Mais ([www.vvgvg.org](http://www.vvgvg.org)),
- Erhöhung und Erweiterung des **Carotinoid-Gehaltes** in Möhren und Kartoffeln.

Eine Verlängerung der drei Projekte erfolgte nicht. Von einzelnen Projektpartnern werden aber einzelne Teilergebnisse weiterverfolgt. Im Rapsprojekt soll in einer Kooperation mit Kanada eine Weiterentwicklung des bitterstofffreien Raps und dessen Freisetzung in Ka-

nada erfolgen ([www.wgl.de:8080/wgl/servlet/wgl.mainServlet?Action=OutputDetail&Bereich=Object&Kategorie=46&ID=626&Gruppe=1](http://www.wgl.de:8080/wgl/servlet/wgl.mainServlet?Action=OutputDetail&Bereich=Object&Kategorie=46&ID=626&Gruppe=1)).

Weitere Beispiele für Forschungsvorhaben in diesem Bereich sind der Transfer von Omega-3 Fettsäuren in Lein und Raps, die Entwicklung einer Fruktan-haltigen Kartoffel am Max-Planck-Institut in Golm, die Entwicklung cholesterinsenkender Sojabohnen oder die Entwicklung weiterer allergenfreier Nahrungspflanzen (Sojabohnen, Nüsse, Reis), (vgl. dazu [www.transgen.de](http://www.transgen.de)).

- Konkrete Fortschritte wurden aktuell aus einem Projekt zum Thema Gentransfer bei **Tomaten** gemeldet, das Wissenschaftler des Max-Planck-Institutes für molekulare Pflanzenphysiologie in Golm gemeinsam mit israelischen Forschern durchführen. Wildtomaten enthalten in besonders hohen Konzentrationen Inhaltsstoffe, die sowohl für deren geschmackliche Qualität als auch für ihre gesundheitsfördernde Wirkung verantwortlich sind (z.B. Vitamin C, E oder das herzstärkende Lycopin). Mittlerweile ist es den Forschern gelungen, die für die Bildung dieser Inhaltsstoffe verantwortlichen DNA-Abschnitte in Wildtomaten zu identifizieren. Damit eröffnen sich Möglichkeiten, diese Inhaltsstoffe auch in die herkömmlichen meist eher geschmacksarmen Tomaten einzupflanzen ([www.mpg.de/bilderBerichte\\_Dokumente/dokumentation/pressemitteilungen/2006/pressemitteilung20060314/genPDF.pdf](http://www.mpg.de/bilderBerichte_Dokumente/dokumentation/pressemitteilungen/2006/pressemitteilung20060314/genPDF.pdf)).

## 9.2 Weiter wachsende Bedeutung ökologisch produzierter Lebensmittel in der Ernährungsbranche

In der Bio-Branche erreicht der Umsatz z.Zt. etwa: 4 Mrd. Euro bei 14% jährlichem Wachstum. Damit sind in vielen Bereichen die inländischen Rohstoffe bereits knapp geworden. Welche speziellen Anforderungen ökologische Produktionsverfahren an die Verfügbarkeit genetischer Ressourcen, z.B. in Form von geeigneten Sorten und Arten stellen, ist bereits in vorangegangenen Abschnitten erläutert worden. Am dieser Stelle soll nur noch einmal darauf hin gewiesen werden, dass hinter diesen Zahlen eine Vielzahl neuer und auch innovativer Vermarktungsformen, neuer Produktentwicklungen oder auch Informationssysteme, etc. stehen, die dazu führen, dass z.B. über die ständig zunehmende Präsenz von Ökoprodukten im Lebensmitteleinzelhandel und Discountbereich, indirekt auch eine innovative Nutzung der im Gesamtsystem ökologische Landwirtschaft notwendigen genetischen Ressourcen erfolgt.

## 9.3 Wachstum in der Nische: Lebensmittel mit besonderem Charakter und besonderer Herkunft

In diesem Segment, das sich vielleicht am treffendsten durch dort beheimatete Slogans wie „Arche des Geschmacks“ - „Erhalten durch Aufessen“ oder „Mit Genuß erhalten“, charak-

terisieren lässt, sind viele Akteure mit sehr unterschiedlichen Motivationen aktiv. Die Slow food-Bewegung steht stellvertretend für die Personen, für die der Genuß, die Lebenskultur und die Qualität der Produkte (z.B. für eine Verwendung in der Spitzengastronomie) im Vordergrund stehen. Eine weitere in diesem Segment anbietende und nachfragende Gruppe ist eher interessiert, einen Beitrag zur Erhaltung der Agrarbioidiversität durch die Erhaltung spezieller Rassen oder Arten (z.B. VERN, VEN, GEH oder VIEH) zu leisten. Für eine weitere Gruppe steht der Naturschutz und die Landschaftspflege im Vordergrund (z.B. DVL, oder Trägervereine der Biosphärenreservate, etc.) oder sie sehen in diesen Produkten ganz einfach eine interessante wirtschaftliche Nische bzw. einen Beitrag zur Entwicklung der jeweiligen (ländlichen) Region (Betriebe, EZGs, etc.). Im Ergebnis wird durch alle in diesem Umfeld angesiedelten Aktivitäten ein wichtiger Beitrag zur on-farm-Erhaltung geleistet, für die es vor allem bei den tiergenetischen Ressourcen keine echte Alternative gibt.

U.a. aus der Präsenz dieses Bereiches im Internet (besonders stark auch in Österreich und der Schweiz) sowie auf Basis verschiedener Expertengesprächen leitet sich die These ab, dass regionaltypische Produkte u.a. auch von bedrohten Haustierrassen oder in Vergessenheit geratenen Kulturen zunehmend an Image und Zustimmung in der Gesellschaft hinzugewinnen und eine neue Ernährungskultur entsteht, die von wachsender Bedeutung für die Erhaltung land(wirt)schaftlicher und biologischer Vielfalt wird. So wird „Eating locally“ von bestimmten Verbrauchergruppen immer stärker als genussreicher Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung wahrgenommen. Inwieweit sich dieses tatsächlich in einer Erhöhung der Nachfrage und des Umsatzes in diesem Bereich niederschlägt, kann im Rahmen dieser Recherche nicht beantwortet werden. Vor allem die Vermarktung von Fleischprodukten aus der on-farm-Erhaltung gestaltet sich im konkreten nach wie vor schwierig (mündliche Auskunft VIEH), das Umfeld für Produkte mit speziellem Charakter und besonderer (regionaler) Herkunft hat sich in den letzten Jahren verbessert. Darauf deuten folgende jeweils durch einige Beispiele zu illustrierende Entwicklungen hin:

#### **Etablierung innovativer Unternehmenskonzepte, z.B.:**

- **„(Un-) Kraut für Gourmets“** Ökonomische Inwertsetzung heimischer Wildkräuter durch das Unternehmen „Essbare Landschaften“ aus Boltenhagen in Mecklenburg-Vorpommern. Anbau einer breiten Palette von Wildkräutern (5 ha) und Frischversand u.a an Häuser der gehobenen Gastronomie in ganz Deutschland, etwa 2500 Kunden werden insgesamt beliefert. Das Unternehmen wurde 2000 von einem Gartenbauingenieur und einem Gastronom gegründet und macht mit dem Verkauf von Bärlauch, Brennesseln, Speisechrysanthenen, Giersch, etc. einen Jahresumsatz von ca. 350.000 Euro ([www.foerderland.de/603+M5de9d361840.0.html](http://www.foerderland.de/603+M5de9d361840.0.html)).

- **„die richtigen Produkte“** (in tierschützerischer, ökologischer, landschaftsästhetischer, wirtschaftlicher und geschmacklicher Hinsicht). „Produkte für den guten Geschmack und das gute Gewissen“ werden seit einigen Jahren vertrieben durch **Brot und Butter** von **Manufactum**. Das im Versandgeschäft hochpreisiger qualitativ hochwertiger Haushalts- und Ausstattungsartikel beheimatete Unternehmen Manufactum betreibt seit einigen Jahren auch den Versand und Vor – Ort-Verkauf von Spezialitäten mit regionalem, handwerklichem oder rassespezifischen Hintergrund. Während das Versandgeschäft mit Frischeprodukten aufgrund wirtschaftlicher Probleme (Buntes Bentheimer Schwein) mittlerweile eingestellt wurde, hat sich der Vor-Ort-Verkauf in Düsseldorf, Waltrop und Berlin etabliert. Durch eine sehr professionelle Öffentlichkeitsarbeit für die Produkte aus dem Lebensmittelbereich und die Verknüpfung mit Qualitätsprodukten aus dem non-food-Bereich hat aber mit Sicherheit dazu beigetragen, bei einer breiten kaufkräftigen Verbraucherschicht das Bewusstsein für diese Lebensmittel zu schärfen. Von der gleichen Firma werden auch bereits seit Jahren in einem Gartenkatalog alte und seltene Kulturpflanzen und Sorten professionell vertrieben ([www.manufactum.de](http://www.manufactum.de))
- Ein erst neu in Deutschland im Internetversand tätiger Anbieter ist das Unternehmen **„promangi - Essen und Trinken Regional“**, über das auch einzelne Produkte der im „VIEH“ und seiner Nutztier-Arche zusammengeschlossenen Betriebe vermarktet werden ([www.promangi.de](http://www.promangi.de)).
- **„Kartoffelvielfalt“**: Die von dem wendländischen Landwirt Carsten Ellenberg ausgehenden Aktivitäten zu Anbau, Vermehrung und Vermarktung alter Kartoffelsorten haben entscheidend dazu beigetragen, dass Sorten wie Bamberger Hörnchen, Blaue Schweden, oder Rosa Tannenzapfen wieder angebaut und gekauft werden können. ([www.kartoffelvielfalt.de](http://www.kartoffelvielfalt.de)). Mittlerweile ist der Betrieb Ellenberg auch intensiv in der Weiter- oder Neuentwicklung von Sorten engagiert. Auch andere landwirtschaftliche Betriebe sind in ihrer Region mittlerweile Vorreiter für den Anbau einer neuen Sortenvielfalt und vermitteln Gastronomie und Verbraucher eine neue Idee von der geschmacklichen und phänotypischen Vielfalt der Kartoffel.
- **Regional delikART**: Auf Initiative einer Regionalagentur wird in Vorpommern bereits seit 2002 sehr erfolgreich eine Messe regionaler Produkte veranstaltet. Veranstaltungsorte war z.B. das Greifswalder Kunstmuseen. Das Konzept Kunst und Genuss gemeinsam zu präsentieren, wurde sowohl von Ausstellern als auch Kunden sehr gut angenommen ([www.delikart-gbr.de](http://www.delikart-gbr.de)).

**Verbreiterung des Geschmacks- und Produktangebotes durch neue (alte) Arten und Sorten in Verbindung mit einer erhöhten Präsenz von Informationen über die spezielle Zubereitung dieser Produkte:**



Viele alte Sorten und Arten vor allem im Gemüsebereich haben sich in den letzten Jahren auf einem bestimmten Niveau wieder etabliert. Als Beispiele zu nennen, wären der Kürbis, der in allen Formen und Farben wieder präsent ist, auch Pastinake oder Petersilienwurzel sind zumindest in der Direktvermarktung wieder gängige Gemüse, ebenso Kräuter wie der Pastelein, der Portulak, die Rauke oder verschiedene Blattsalate. Spezielle Kohl- und Rübarten scheinen in ihrer Bedeutung stärker an den regionalen Hintergrund gebunden zu sein. Beispiele hierfür sind die Teltower Rübchen, das auch in Konserven verfügbare Filderspitzkraut oder die Stoppelrübe, die als Krautrübe in Österreich wieder Eingang in die Küche gefunden hat ([www.seminal.at](http://www.seminal.at)). Bei Tomaten gibt es aufgrund der mangelnden Qualität des derzeit verfügbaren Angebots eine große Nachfrage nach geschmacklich interessanten Sorten. Die immer gut besuchten Tomatentage des VERN in Greiffenberg sind ein Hinweis hierfür. Aufgrund der geringen Haltbarkeit der Tomate sind der Etablierung der breiten Palette alter Sorten hier aber enge Grenzen gesetzt. Hier ist eher zu beobachten, dass sich das Saatgutangebot für den Eigenanbau in den letzten Jahren deutlich verbreitert hat.

Noch reichhaltiger als das tatsächliche Angebot regionaler Gemüse, scheint das Angebot an Literatur über ihre Zubereitung zu sein. Eine Vielzahl attraktiv aufgemachter Kochbücher informiert über regionale Spezialitäten und auch ihren rasse- und sortenspezifischen Hintergrund, z. T. auch ihren Bedrohungszustand (vgl. z.B. [www.urchuchi.ch](http://www.urchuchi.ch) oder die Neuerscheinung von Klett-Cotta: „Flusskrebse, Rübchen und Moorschnucken, Deutschlands regionale Spezialitäten“, [www.klett-cotta.de](http://www.klett-cotta.de)). Unzählige Internetseiten machen darüber hinaus Lust auf den mit diesen Produkten verbundenen Genuss (und das gute Gewissen). U. a. aufgrund der geringen Verfügbarkeit der notwendigen Zutaten wird dieser häufig wohl eher durch den Besuch der entsprechenden Gastronomie, denn in der eigenen Küche realisiert. Nach Qualitäts- und Preissegment unterschiedlich ausgeprägt stellt sich diese oft unterstützt durch regionale Bündnisse langsam auf diese Nachfrage ein.

### **Die In-Wertsetzung der genetischen Vielfalt durch die Entwicklung neuartiger Produkte**

Für die Verbraucher muss Vielfalt und Regionalität in Form konkreter qualitativ hochwertiger Produkte auch real verfügbar und genießbar sein. Eine Reihe neuer Produktentwicklungen deutet daraufhin, dass die Erzeuger (und ihre oft gemeinnützig orientierten Unterstützer) in dieser Nische zunehmend kreativer und professioneller werden und sich auf die Bedürfnisse ihrer sich verändernden Klientel einstellen. Einige Beispiele:

- **Bratbirnen-Schaumwein, Manufaktur Jörg Geiger GmbH:** Die Champagner-Bratbirne ist eine in Baden-Württemberg beheimatete sehr landschaftsprägende alte Birnensorte. Obstschaumweine haben in der Region Tradition und so lag es nahe, diese gefährdete Streuobstsorte zu einem Sekt zu verarbeiten. Durch dieses ge-

schmacklich sehr hochwertige Produkt bekannt geworden, wird die Champagner-Bratbirne nun auch u.a. vom Slow-food-Convivium Stuttgart betreut und gefördert ([www.slowfood.de](http://www.slowfood.de)).

- **Blütensekt, Deutsche Blütensekt Manufaktur:** Ebenfalls auf die Produktion hochwertiger Schaumweine hat sich eine junge Biologin aus Hessen spezialisiert und 2004 eine Unternehmen gegründet. Seitdem entwickelt, produziert und vertreibt sie „weltweit einzigartige Produkte von herausragender Qualität, die dem anspruchsvollen Genießer neue Geschmackserlebnisse garantieren“. Ernte und Verarbeitung der Wildblüten erfolgen von Hand. Umsatz und Erträge entwickeln sich positiv (vgl. Laudatio bei der Verleihung des Gründerpreises Hessen 2005, erste Preisträgerin in der Kategorie „Intelligente Geschäftsidee“ [www.exzept.de/pdf/GTH-2005-Doku.pdf](http://www.exzept.de/pdf/GTH-2005-Doku.pdf)).
- **Emmer- Einkorn-, Dinkel- Bier, Riedenburger Brauhaus:** Schon etwas etablierter in der Entwicklung regionaler Spezialitäten ist das Riedenburger Brauhaus, das 2003 den vom BMVEL ausgeschriebenen Innovationspreis für die Entwicklung der Bierspezialitäten Einkorn-Edelbier sowie das 5-Korn-Urbier erhielt. So mussten für die Verarbeitung dieser Getreidesorten spezielle Brauverfahren entwickelt, um ein Bier in entsprechender Qualität anbieten zu können. Über die reine Bierproduktion hinaus leistet die Riedenburger Brauerei über Informationstage und Feldbegehungen darüber hinaus wichtige Lobbyarbeit für die verwendeten Urgetreidearten ([www.riedenburger.de](http://www.riedenburger.de)).
- **Champagnerbrot:** Dieses Brot repräsentiert eine Initiative, die vom VERN bereits 2001 begonnen wurde und zum Ziel hat, alte Getreidesorten wieder im Bäckerhandwerk zu etablieren. Champagnerroggen und Kuwerts Ostpreußischer Dickkopf (Winterweizen) waren bis zur Einführung des Kurzhalmgetreides in Deutschland, speziell auch Brandenburg weit verbreitete Getreidesorten. Im so genannten Champagnerbrot wurden beide zu einem wohlschmeckenden Brot verbacken. Da mittlerweile im nördlichen Brandenburg wieder auf etwa 200 ha diese und andere alte Getreidesorten angebaut werden, ist ausreichend Getreide für eine Weiterverarbeitung vorhanden. Durch verschiedene Aktivitäten (z.B. Bäckerworkshop 2005, Markteinführungsstudie, Zusammenarbeit mit Mühlen (Kampffmeyer)) versucht der VERN, Bäcker für den Einstieg in die Verarbeitung dieser Getreidesorten zu gewinnen ([www.vern.de](http://www.vern.de)).
- **Spreewälder Rispenhirse, Spreewälder Hirsemühle:** Dieses seit 2004 auf dem Markt (vor allem Naturkostläden) verfügbare Produkt soll obwohl es sich um die unverarbeitete Hirse handelt an dieser Stelle erwähnt werden, da das neuartige in diesem Fall die Verfügbarkeit Hirse brandenburgischer Herkunft selbst ist. Von ei-

nem engagierten Landwirt ins Leben gerufen, versucht die Spreewälder Hirsemühle die in dieser Region viele Jahrhunderte lang heimische Rispenhirse wieder ins Blickfeld zumindest der Verbraucher im Großraum Berlin-Brandenburg zurückzuführen. Dabei stehen anders als bei den oben bereits genannten wiederentdeckten alten Kulturpflanzen nicht so stark die (ebenfalls vorhandenen) gesundheitlichen Vorzüge des Hirseverzehr als vielmehr die traditionellen und regionalen Hintergründe im Zentrum der gewählten Vermarktungsstrategie ([www.hirsemuehle.de](http://www.hirsemuehle.de))

### **Weitere Professionalisierung der Vermarktungsformen landwirtschaftlicher Betriebe:**

Unterstützt durch die verschiedenen Förderprogramme für den ländlichen Raum, u.a. LEADER+ oder der Bundeswettbewerb Regionen aktiv und zahlreiche in diesem Bereich engagierte Institutionen und Akteure hat sich die Vermarktung regionaler Produkte auf einem deutlich professionelleren Niveau stabilisiert. Die Produktpalette und auch die Auswahlkriterien dieser Erzeugerzusammenschlüsse, Dachmarkenverbände oder auch Einzelunternehmer sind sehr unterschiedlich und reichen von streng ökologisch produzierten Produkten bis zu konventioneller Ware, die sich nur durch das regionale Herkunftszeichen von herkömmlicher Ware abhebt. Funktionierende Vermarktungssysteme bieten aber auch - vor allem im Bereich der tierischen Erzeugung - für Produkte aus der on-farm-Erhaltung neue Absatzchancen. Die als eines der folgenden Beispiele kurz beschriebene Erzeugergemeinschaft Hohenlohe ist hierfür der derzeit wohl populärste Beleg:

- **Erzeugergemeinschaft Hohenlohe:** Die bis 1984 auf einen Bestand von sieben Sauen und einem Eber zusammenschmolzene Population des in Württemberg beheimateten Schwäbisch-Hällischen Landschweins wurde durch die engagierte Arbeit einer 1986 gegründeten Züchtervereinigung mit mittlerweile über 100 Mitgliedern vor dem Verschwinden gerettet. Ca. 160 Herdbuchsaunen bilden heute das Fundament für das Schwäbisch-Hällische Qualitätsfleischprogramm, dessen Träger die 1988 zusätzlich gegründete Erzeugergemeinschaft ist. Auf Basis eines gut organisierten Vermarktungssystems (eigener Schlachthof, Markthallen, Fleischereifachgeschäfte, Gastronomie) ist das Fleisch dieser alten Haustierrasse im gesamten Großraum Stuttgart und der Region Hohenlohe mittlerweile so gut platziert, dass die Nachfrage aus dem vorhandenen Bestand nicht mehr gedeckt werden kann ([www.besh.de](http://www.besh.de)). Von der ebenfalls in der Region angesiedelten Erzeugergemeinschaft „Bouf de Hohenlohe“ wird eine vergleichbare Qualität auch im Rindfleischbereich angeboten. Anknüpfend an der Tradition vergangener Jahrhunderte als Hohenloher Rinder als Spezialitäten bis nach Paris verkauft wurden, werden heute Rinder der Rassen Fränkisches Gelbvieh, Fleckvieh und des Limpurger Rindes unter der Bezeichnung „Bouf de Hohenlohe“ als Premiumfleisch im gesamten süddeutschen Raum vermarktet ([www.spezialitaeten-baden-wuerttemberg.de](http://www.spezialitaeten-baden-wuerttemberg.de)). Das

Limpurger Rind als spezifische Rinderrasse der Region Hohenlohe genießt dabei besondere Aufmerksamkeit. Unterstützt durch einen Förderverein ist diese Rasse derzeit auf dem Weg zu einem ähnlichen Come back wie das Schwäbisch-Hällische Schwein (mündliche Auskunft). Im Zusammenhang mit der Erfolgsgeschichte des schwäbisch-hällischen Schweines hat sich in der gesamten Region insbesondere auch in der Gastronomie ein neues Bewusstsein für regionale Produkte und qualitativ hochwertiges Fleisch herausgebildet. In Verbindung mit dem regional vorhandenen Weinanbau sind auch andere Regionen in Baden-Württemberg mittlerweile vergleichbar den auch in Österreich und der Schweiz erkennbaren Tendenzen Vorreiter einer neuen Genußkultur auf Basis regionaler Produkte mit besonderer Herkunft.

- **Regionale Marken neu aufgestellt:** Unterstützt durch Regionen Aktiv wurden z.B. 2004 bzw. 2005 die Regionalmarken „Regionalmarke Eifel“ und die Marke „Weserklasse“ gestartet. Beide Marken haben in kurzer Zeit ein breites Produktangebot auf die Beine gestellt und einen hohen Zuspruch in den jeweiligen Regionen erzielt. Das dahinter stehende professionelle Marketing hat bereits den regionalen Einzelhandel (SPAR-Märkte) ermutigt, eine Zusammenarbeit aufzubauen und Regionale Theken einzurichten ([www.weserklasse.de](http://www.weserklasse.de), [www.regionalmarke-eifel.de](http://www.regionalmarke-eifel.de)). Während die beiden genannten Regionalmarken durch einen Verein, bzw. eine darin eingebundene GmbH getragen werden, ist das Beispiel der q-regio-Läden in Brandenburg die Initiative eines Einzelunternehmers, der aber zunehmend auch durch regionale Vereine unterstützt wird. So hat der Landwirt und Inhaber der Bauernkäserei Wolters im uckermärkischen Bandelow ein Franchisesystem unter dem Namen q-Regio aufgebaut. In bisher vier Läden werden Qualitätsprodukte aus den Regionen angeboten, wobei sich das jeweilige Produktangebot gegenseitig ergänzt. Für seinen Ansatz hat der Unternehmer 2005 den Zukunftspreis Ostbrandenburg der Industrie- und Handelskammer Frankfurt (Oder) und der Märkischen Oderzeitung erhalten ([www.q-regio.de](http://www.q-regio.de)). Ein weiterer neuer Ansatz ist mit dem „Läden der Regionen“ in Vorbereitung. So beabsichtigen die 18 am Bundeswettbewerb Regionen aktiv beteiligten Regionen in Zusammenarbeit mit anderen Partnern ein gemeinsames Ladennetz aufzubauen. Als Pilotprojekt ist ein erster Laden in Berlin in Vorbereitung.
- **Nutztier Arche (VIEH):** Um Züchter alter Nutzierrassen in ihren Bemühungen zur Vermarktung ihrer Produkte zu unterstützen hat sich vor drei Jahren die Initiative „VIEH“ gegründet. Unter dem Motto „Mit Genuss erhalten“ wird ein System von sogenannten „Nutztier-Archen“ aufgebaut. Darunter sind Erzeuger zu verstehen, die mindestens eine alte und gefährdete Nutzierrasse züchten. Damit hat diese Initiative einen deutlich pragmatischeren Ansatz gewählt als die GEH mit ihrem anspruchsvollen Archehof-Konzept. So steht für die Initiatoren des VIEH, neben

der Erhaltung der genetischen Ressourcen und der artgerechten Tierhaltung vor allem der Aufbau einer funktionierenden Vermarktung und die fachliche Betreuung der angeschlossenen Betriebe im Vordergrund. Mittel hierzu ist u.a. ein sehr informativer Newsletter und ein gut gepflegter Internetauftritt ([www.vieh-ev.de](http://www.vieh-ev.de)).

### **Vermarktung mit Koppelprodukten:**

Auch die Erhaltung gefährdeter Arten, Sorten oder Rassen in Verbindung mit Koppelprodukten wie z.B. der Landschaftspflege, dem Naturschutz, der Freizeitgestaltung oder der Bildung hat in den letzten Jahren zugenommen und zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit im Hinblick auf das Thema Biodiversität beigetragen. Beispiele hierfür sind die vielen Schaugärten, die als Lehrgärten oft auch einen Schwerpunkt im Bereich der Umweltbildung haben. Auch die Zahl der Schulbauernhöfe, die meist auch Aktivitäten und Aufklärung im Feld der Agrarbioidiversität realisieren, wächst weiter. Unterstützt durch die vor einigen Jahren gegründete Bundesarbeitsgemeinschaft haben sich auch hier die Konzepte professionalisiert. Auch in den zahlreichen Landschaftspflegeprojekten wird u. a. unterstützt durch den DVL, die örtlichen Landschaftspflegeverbände oder die Verwaltungen etwaiger Großschutzgebiete (Rhön, Bliesgau, etc.) viel Informationsarbeit und auch Vermarktungsaktivität geleistet. Als herausragend und beispielhaft ist in diesem Zusammenhang sicherlich die in Abschnitt 7.2 bereits kurz beschriebene Arbeit des Ökowerk Emden einzuschätzen.

Wenig organisiert ist z. Zt. noch die große Zahl an Einrichtungen und auch Betrieben, die im wesentlichen im Bereich der Tierhaltung an verschiedene Formen von Freizeitangeboten gekoppelt haben. Während Haustierparks, Zoos, Freilichtmuseen oder als Archehöfe organisierte Urlaubsbetriebe explizit on-farm-Erhaltung mit der entsprechenden fachlichen Begleitung betreiben, gibt es eine Vielzahl von Streichelzoos oder Tierhaltungen, die oft gekoppelt an Hofcafes, Freizeitparks oder Landurlaubsangebote, etc. ohne eigene Zielsetzungen oder Konzepte im Hinblick auf Erhaltung oder Vermarktung betrieben werden. Hier gibt es sowohl auf Seiten der Konzepte für die in-situ-Erhaltung und eine daran gekoppelte Öffentlichkeitsarbeit als auch im Hinblick auf die Attraktivität der gekoppelten Freizeitangebote noch zahlreiche unerschlossene Potentiale. Durch Regionen aktiv und LEADER+ gefördert, wurden hier im Rahmen von Machbarkeitsstudien einige neue Ansätze und Wege aufgezeigt (vgl. dazu Holst 2004). Ein bereits in der Realisierung begriffener Ansatz in dieser Richtung ist die Initiative „Dorf der Tiere e.V.“

- **„Dorf der Tiere“:** Hinter diesem Namen verbirgt sich die im lippischen Bergland gelegene Gemeinde Dörentrup. Hier haben sich verschiedene Landurlaubsanbieter, der regionale Verkehrsverein und auch die Regionalvermarktungsinitiative zusammengetan, um im Interesse der stark touristisch orientierten Gemeinde alte Haustierrassen wieder in das Dorfbild zu integrieren und damit neben den positiven

Effekten für den Tourismus auch ein Stück kulturelle Identität in das Dorfleben zurückzuholen. Träger ist ein Verein, der auch in einem von der Gemeinde ausgebauten Infozentrum, Aufklärungs- und Informationsangebote zum Thema alte Haustierrassen u.a. für Schulklassen anbietet ([www.dorf-der-Tiere.de](http://www.dorf-der-Tiere.de)).

## 10 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Ziel der Studie war es, im Rahmen einer Projekt-Recherche, Informationen über laufende und unlängst abgeschlossene Forschungs-, Entwicklungs-, und Modellvorhaben, von denen Beiträge zur innovativen Nutzung von Agrarbiodiversität ausgehen können, zusammenzustellen und im Hinblick auf evt. vorhandene Schwerpunkte, Defizite und Realisierungsmöglichkeiten auszuwerten. Verschiedene Themenfelder wurden dabei im Hinblick auf die Bedeutung und das Vorhandensein solcher Vorhaben berücksichtigt:

Im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe wurde im letzten Jahrzehnt eine Vielzahl von Züchtungsprojekten und Pilotvorhaben durchgeführt, mit dem Ziel, für die Landwirtschaft neue Märkte zu erschließen. Aktuell sind die Rahmenbedingungen für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe vor allem im Energiesektor besonders günstig. Voraussetzung für die Realisierung dieser Potentiale ist, dass es gelingt, entsprechend produktive Energiepflanzen zu züchten und in wettbewerbsfähige Anbausysteme einzubinden. Im Rahmen zahlreicher u.a. öffentlich geförderter Forschungsvorhaben wird derzeit in dieser Richtung gearbeitet. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei z.Zt. die Umnutzung etablierter Kulturpflanzen zur Energienutzung oder die Wiederinkultur von in Vergessenheit geratenen hochproduktiven Arten wie dem Topinambur oder der Hirse.

Auch im sogenannten Cluster Holz herrscht Aufbruchstimmung. Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise, einer verbesserten Brennlagentechnik und der Aussicht auf die Praxisreife der BtL-Technologie deutet sich eine neue Wertschätzung des Rohstoffs Holz an. Die bisher in der Praxis wenig etablierten Energieholzplantagen mit ihrem noch hohen Forschungsbedarf könnten vor diesem Hintergrund schon bald an Wettbewerbsfähigkeit gewinnen.

Ein Bereich, der sich auf niedrigem Niveau, aber stabil etabliert, sind die Faserpflanzen. In der technischen Verwertung ist dies der Hanf, in der textilen Verarbeitung könnte die Fasernessel einen unerwarteten Durchbruch erzielen. Als Wachstumsmärkte gelten auch die Verwendung von Faserverbundstoffen in der Automobilindustrie sowie die neu entwickelten Biowerkstoffe als Ersatz für herkömmliche Kunststoffe.

Auch bei den Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen gibt es einige Entdeckungen und neue Markttendenzen. Ein wirtschaftlicher Anbau von Gewürzen oder Arzneipflanzen (AGP) spielt sich dabei meist in festen Vertragsbeziehungen ab. Begrenzend wirken dabei die meist günstigeren Produktionsbedingungen vor allem in osteuropäischen Ländern und die aufwendige und kostenintensive Trocknung und Lagerung der Rohstoffe. Potentiale werden aber dennoch bei einzelnen Pflanzen, z.B. der neu in Kultur genommenen Kugeldistel oder auch dem stark nachgefragten bisher nur in Wildvor-

kommen vorhandenen Weißdorn gesehen. Besonders stark ist derzeit die Nachfrage nach Arznei- und Gewürzpflanzen im ökologischen Landbau, u.a. da hier der heimische Anbau eine höhere Priorität hat. Wachstumspotentiale für den AGP-Anbau werden insgesamt vor allem in der Verarbeitung zu Nahrungsergänzungsmitteln und zu Futterzusatzstoffen gesehen. Auch im Bereich der Pflanzenstärkungsmittel gibt es nach wie vor steigende Umsätze und hohen Forschungsbedarf.

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft insgesamt vor neue Herausforderungen. Ein voraussichtlich erhöhter und veränderter Krankheits- und Schädlingsdruck sowie die Marginalisierung landwirtschaftlicher Produktionsstandorte erfordern neue Lösungen. Neben klassischen Züchtungsprojekten, in deren Rahmen unter Ausnutzung der genetischen Variabilität trockenolerante oder krankheitsresistente Sorten entwickelt werden, gibt es in diesem Bereich eine Vielzahl grundlagenorientierter Projekte mit dem Ziel z.B. die unterschiedlichen genetischen Dispositionen für Resistenzen bzw. die Trocken-, Salz- oder Frosttoleranz von Pflanzen zu entschlüsseln und damit die Voraussetzungen für die Züchtung entsprechender Sorten oder auch die gentechnische Verwendung dieser Eigenschaften zu verbessern. Eine weitere Anpassung erfolgt über die Wiederinkulturnahme von alten Kulturpflanzen oder auch Sorten, die speziell für marginale Standorte geeignet sind. Zu nennen wären hier u.a. die Lupine oder der Topinambur, beides auch in ihrer Verwertung sehr vielseitig einsetzbare Pflanzen.

Auch die ökologische Wirtschaftsweise stellt spezielle Anforderungen an die Kulturarvielfalt und die Standorteignung der jeweiligen Sorten, da externe Inputs nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. Aufgrund der stark wachsenden Nachfrage nach ökologisch erzeugten Nahrungsmitteln, sind auch in diesem Bereich erhebliche Anstrengungen notwendig, um diese Märkte auf Basis einheimischer Rohstoffe sichern oder erschließen zu können. Unterstützt durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau wurden hier in den letzten Jahren eine Reihe von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben angestoßen und durchgeführt. Besonders drängend ist dabei, die züchterische Verbesserung von Öl- und Eiweißpflanzen mit Eignung für den ökologischen Landbau.

Neben dem System der ökologischen Wirtschaftsweise sind auch der Einsatz biologischer Verfahren sowie die Resistenzzüchtung gegen Schädlinge und Krankheiten Wege, um den Aufwand an Pflanzenschutzmitteln, insbesondere auch vor dem Hintergrund klimabedingt wachsender Probleme, zu senken. Besonders im Obst- und Weinanbau aber auch in der Bekämpfung bodenbürtiger Pilzkrankheiten hat die Anwendung biologischer Pflanzenschutzmittel auf Basis von Antagonisten erheblich zugenommen. Insbesondere bei Schadbildern, für deren Bekämpfung keine unbedenklichen chemischen Mittel zur Verfügung stehen oder angewendet werden dürfen, wie z.B. beim Feuerbrand, kommt der Entwicklung alternativer Verfahren eine hohe Bedeutung zu, die sich z.T. auch in einer entsprechenden Forschungs- und Entwicklungstätigkeit nie-



derschlägt. Stark begrenzend wirkt hier aber der hohe Kosten- und Zeitaufwand, ohne den die Entwicklung eines neuen zugelassenen Verfahrens nicht möglich ist. Viele Ansätze werden daher auch zunächst als Pflanzenstärkungsmittel vermarktet. Besonders viel versprechend ist hier der Einsatz von Mykorrhiza, deren Bedeutung für das Pflanzenwachstum, insbesondere das Nährstoffaneignungsvermögen und die Stresstoleranz erst in den letzten Jahren mit Hilfe der heute zur Verfügung stehenden molekularen Methoden erkannt worden ist. Voraussetzung für einen wirksamen Einsatz ist u.a., dass die jeweils pflanzenspezifische Mykorrhiza bekannt ist und verwendet werden kann.

In der Resistenzzüchtung gelingt es zunehmend auf Basis der Kenntnis der pflanzeigenen Abwehrgene oder durch Eingriffe in die Steuerungsprozesse zur genetisch fixierten Krankheitsresistenz zu gelangen. Für diese neuen Verfahren ist der Rückgriff auf mit Resistenzgenen ausgestattete Wildformen oder Zuchtlinien besonders wichtig. Vor allem das Auffinden von Genen, die für Pilzresistenzen z.B. im Getreide- oder auch Sonderkulturanbau verantwortlich sind, steht dabei im Mittelpunkt zahlreicher F&E-Vorhaben.

Die Belastung von Böden und Wasser mit Schwermetallen oder schwer abbaubaren organischen Verbindungen ist in Ballungsräumen, aufgelassen Industriestandorten oder im Tagebau weltweit ein drängendes Problem. Der Einsatz spezieller Pflanzen, Bakterien oder Pilze bietet hier verschiedene Ansatzpunkte zur Entwicklung neuer Verfahren, die einen kostengünstigen und effektiven Beitrag zur Lösung dieser Probleme versprechen.

Im Bereich der Tierernährung führt u.a. die Änderung gesetzlicher Regelungen wie z.B. das Verbot der Anwendung vorbeugender Antibiotika zu neuen Anforderungen an die Zusammensetzung der Futtermittel. Für die Wirtschaftlichkeit der Tierhaltung von entscheidender Bedeutung ist auch die Verfügbarkeit hochwertiger pflanzlicher Eiweißfuttermittel. Diese sind aus heimischem Anbau derzeit nicht in ausreichender Menge und Qualität zu beziehen. Der Einsatz von importiertem gentechnisch verändertem Soja stößt aber z.Zt. aufgrund der mangelnden Akzeptanz in der Bevölkerung auch in der konventionellen Fütterung an Grenzen. Ein weiteres Forschungsfeld mit hoher Relevanz für die Praxis ist darüber hinaus der Einsatz funktioneller Pflanzeninhaltsstoffe in der Veterinärmedizin.

In der Tierzucht selbst hat die Verengung der Zuchtlinien bei den Hauptnutztierarten dazu geführt, dass Eigenschaften wie die Eignung für eine Freilandhaltung, eine gute Grundfutterverwertung und Fruchtbarkeit oft nicht mehr im gewünschten Umfang vorhanden sind. Nicht nur ökologisch wirtschaftende Tierproduzenten haben daher Schwierigkeiten an ihre jeweiligen Haltungs- und Standortbedingungen angepasste Tiere zu finden. Der Rückgriff auf alte Haustierrassen bietet hier nur in beschränktem

Umfang, z.B. im Rahmen von Gebrauchskreuzungen, Lösungen, da diese im Hinblick auf ihre Produkteigenschaften den Ansprüchen der Verbraucher oft nicht genügen und einer eigenen Vermarktungslinie bedürfen. Besonders im ökologischen Segment befassen sich daher eine Reihe von Vorhaben mit der Evaluierung von Herkünften im gängigen Rassenspektrum sowie der Entwicklung neuer Strategien und Ziele für die Tierzucht.

Die Aquakulturen sind das Segment der tierischen Erzeugung, in dem aktuell und auch in den nächsten Jahrzehnten das höchste Wachstum zu erwarten ist. Um den weltweit wachsenden Bedarf an Fisch und Meeresfrüchten auf Basis von Aquakulturen decken zu können, müssen verstärkt umweltfreundliche Verfahren der Erzeugung entwickelt werden. Hier setzen eine Reihe von Entwicklungsvorhaben an. Die Zucht in geschlossenen Kreislaufanlagen ist dabei die Haltungsform, die für die Zukunft favorisiert wird, da sie ohne die Verursachung erkennbarer Umweltbeeinträchtigungen zu realisieren ist. Im Zusammenhang mit der wachsenden Bedeutung von Farmfisch gewinnt auch die Suche nach neuen für diese Haltung geeigneten Arten sowie die gezielte Zucht von geeigneten Stämmen an Bedeutung. Dies war in der Vergangenheit nur in einem Teil der traditionellen Teichwirtschaften der Fall. In Deutschland werden derzeit vor allem an der Nordseeküste neue Verfahren der Marikultur im Zusammenhang mit der Errichtung von off-shore Windanlagen entwickelt, andere Projekte haben die Erhöhung des Anteils pflanzlicher Eiweißträger im Fischfutter oder die Weiterentwicklung der Kreislaufanlagen z.B. durch den Einsatz von Algen oder Muscheln als Biofiltrierer zum Inhalt.

Als letzter Bereich wurde untersucht, inwieweit sich aus den Entwicklungen im Verbraucherverhalten neue Ansprüche an die Verfügbarkeit und innovative Nutzung genetischer Ressourcen ergeben. Aufgrund der Zunahme ernährungsbedingter Probleme und der sich verschiebenden Alterszusammensetzung ändern sich auch die Ansprüche an das Nahrungsmittelangebot. So boomt der Markt für Nahrungsergänzungsmittel. So genannte funktionelle Lebensmittel versprechen einen Zuwachs an Gesundheit durch spezielle Inhaltsstoffe. Auch ökologisch erzeugte Lebensmittel werden verstärkt nachgefragt, weil sich Verbraucher davon u.a. positive Effekte für die Gesundheit versprechen. Eine weitere Verbrauchergruppe verbindet mit dem Essen wieder stärker den Genuss und schätzt Lebensmittel mit klarer regionaler Herkunft aus umweltverträglicher und artgerechter Erzeugung. Diesen Trends wird zum Teil bereits durch ein deutlich vielfältiger werdendes Produktangebot und eine professionalisierte Vermarktung in bisherigen Nischenbereichen entsprochen. Neben diesen konkreten unternehmerischen Initiativen, wird auch in zahlreichen Forschungsvorhaben daran gearbeitet auf gentechnischem oder auf konventionellem Weg Rohstoffe mit hohen Anteilen wertvoller Inhaltsstoffe zu identifizieren oder zu entwickeln. Vor dem Hintergrund dieser Marktentwicklungen und einem sich bei vielen Verbrauchern verändernden Bewusst-

sein ergeben sich auch für die on-farm-Erhaltung verbesserte Rahmenbedingungen und ermutigende Perspektiven, die es durch die Weiterentwicklung entsprechender Konzepte, z.B. der Aufklärung und Information zu nutzen gilt.

Aus den beschriebenen Entwicklungen und Aktivitäten wird abschließend die Einschätzung abgeleitet, dass der Zugriff auf genetische Ressourcen im Agrarsektor z.Zt. von besonders hoher Bedeutung ist und besonders intensiv genutzt wird, um auf Basis innovativer Lösungen zum einen neue wirtschaftliche Perspektiven zu eröffnen und zum anderen den z.T. existentiellen Herausforderungen in der Landwirtschaft zu begegnen. Dies ist u.a. auf folgende Entwicklungen zurückzuführen:

- Grundlegende Änderungen der Rahmenbedingungen im Agrarsektor (z.B. Agrarreform, Energiepreise, Agrarumweltprogramme),
- Fortschritte in der Wissenschaft (z.B. Bio- und Gentechnik, Züchtungsmethoden, Verfahrenstechnik),
- Änderungen des Verbraucherverhaltens und der –präferenzen,
- Zunahme partizipatorischer Ansätze in der ländlichen Entwicklung, durch die im Rahmen neuer Bündnisse verstärkt innovative Lösungen entwickelt werden,
- Klimawandel, weltweite Umweltprobleme, Ressourcenverknappung.

Die Bereiche, in denen im Rahmen der Recherche entsprechend besonders viele Forschungs-, Entwicklungs- und Modellvorhaben zu finden waren, sind oben zusammenfassend bereits erwähnt.

Zu unterscheiden sind dabei auf der einen Seite Vorhaben, durch die gezielt Lösungen für bestimmte Problemkonstellationen entwickelt werden (z.B. in der Resistenzzüchtung oder in den Verfahren der Umweltsanierung). Und auf der anderen Seite gibt es aber auch Entdeckungen, Ideen und Projekte, die aus der Vielfalt der vorhandenen genetischen Ressourcen selbst entstehen wie z.B. die Verwendung des Pappelflaums und der Fasernessel oder Unternehmensgründungen wie die „Essbaren Landschaften“. Bei beiden Arten von Innovationen spielt der Stand der Technik eine entscheidende Rolle. Innovative Ideen auf Basis genetischer Ressourcen erfordern meist auch innovative technische Lösungen für ihre Realisierung. Die Überwindung technologischer Flaschenhälse eröffnet ihrerseits auch wieder neue Felder für die Nutzung genetischer Ressourcen. Hervorzuheben ist dabei vor dem Hintergrund der recherchierten Projekte, wie viele verschiedene innovative Wege dabei ausgehend von der gleichen Ressourcenbasis realisiert werden, um z.T. vergleichbare Ziele zu erreichen. Auch diese Vielfalt an innovativen Lösungen würde es ohne eine breite biologische Vielfalt nicht geben.

## **Literaturverzeichnis:**

Balko, C. (2005): Trockentoleranz bei Kartoffeln und Ackerbohnen. In: ForschungsReport. 1/2005, S.10ff..

Biologische Bundesanstalt (2002): Berichte der Biologischen Bundesanstalt. Nr. 104, S. 45-53, Braunschweig.

Biologische Bundesanstalt (2004): Jahresbericht 2004 des Institutes für biologischen Pflanzenschutz Darmstadt, Darmstadt.

BMBF (2005): So schmeckt die Zukunft. Sozial-ökologische Agrar- und Ernährungsforschung, Berlin.

Brade, E., Klunker, M. & Brade, W. (2005): Frische Gene für ein langes Leben. In: Neue Landwirtschaft - Nr. 11.

Fritz, P. (2006): Ökologischer Waldumbau in Deutschland, München

Holst, H, et al. (2004): Machbarkeitsstudie zur Einrichtung eines ländlichen Freizeit- und Erlebnis zentrums am Beispiel des Biolandhof Diemitz, (unveröffentlichte Studie).

Idel, A. 2005: Biodiversität - Herausforderung Tierzucht. In (Hrsg): Freiland Journal 3-05., Freilandverband, Wien, S. 6+7.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2003): Innovationspolitik: Anpassung des Ansatzes der Union im Rahmen der Lissabon-Strategie. Mitteilung der Kommission an den Rat, das europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss der europäischen Gemeinschaft und den Ausschuss der Regionen. KOM(2003)112, Brüssel.

Schumpeter, J. (1961): Konjunkturzyklen, Göttingen.

Senatsarbeitsgruppe Biodiversität der Bundesforschungsanstalten des BMVEL: Zusammenstellung von Forschungsarbeiten zum Thema Biodiversität aus den Forschungseinrichtungen des BMVEL, Manuskript.

Weigel, H.-J. (2004): Fluch oder Segen – wie verändert der Klimawandel die Pflanzenproduktion global und hierzulande? In: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 274, S.15-34.

Wenzel, G. (2004/2005): Ein effizienter Weg zur besseren Pflanze. mensch+umwelt-Magazin des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in der Helmholtz-Gemeinschaft, 17.Ausgabe, S.17ff..