

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) E. V.



XXI. Vortragstagung

**Ansprüche an die Pflanzenqualität
im Zusammenhang mit Produktionsalternativen
in Landwirtschaft und Gartenbau**

10. und 11. März 1986

in

Geisenheim/Rheingau

Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung

(Pflanzliche Nahrungsmittel) (DGQ) e.V.

Bachweg 66

D 6222 Geisenheim

	<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
H. Prieu	Pflanzliche Produktionsalternativen für den Agrarbereich - Wunsch oder Wirklichkeit?	7
G. Röbbelen	Möglichkeiten und Probleme züchterischer Veränderungen der Ölqualität von Raps	21
J. Krüger	Schorfresistenzzüchtung beim Apfel: Sinn und heutiger Stand	37
W. Kübler	Bedeutung pflanzlicher Lebensmittel für die Bedarfsdeckung mit essentiellen Mineralstoffen und Vitaminen	41
R. Reimann-Philipp	Entwicklung landwirtschaftlicher Produktionsalternativen: Perennierender Roggen und Süßlupinen - zwei Beispiele aus der Lebensarbeit von Reinhold von Sengbusch	71
P. Römer und R. Marquard	Qualitätseigenschaften und Anbau- eignung von <i>Lupinus mutabilis</i> und <i>Lupinus albus</i>	73
W. Feldheim	Ernährungsphysiologische Bedeutung der Lupine	85
F. Salamini	Gene technology applied to improvement of plant quality	95
U. Böhme	Liegt im Heil- und Gewürzpflanzen- anbau eine Chance für Landwirtschaft und Gartenbau?	117

		<u>Seite</u>
E. Maeder	Die Brennessel, eine zu Unrecht verkannt Pflanze	133
W. Plarre	Die Problematik in der Kombina- tionszüchtung von Ertrags- und Qualitätsmerkmalen	139
H.D. Hartmann	Gemüse in der Landwirtschaft - eine mögliche Alternative	157
H. Jacob	Integrierte biologische und kultur- technische Strategien in der Obst- produktion	173
F.A. Schulz	Auswirkungen unterschiedlich inten- siven Einsatzes von Agrochemikalien auf Qualitätsmerkmale bei Getreide	183
Chr. Ahrens	Neue Wege im Pflanzenschutz	193

Anschriften der Referenten

Referenten

Dr. Christopher Ahrens	Bayer AG Geschäftsbereich Pflanzenschutz Anwendungstechnik Pflanzenschutzzentrum Monheim Alfred-Nobel-Str. 50 5090 Leverkusen - Bayerwerk
IOR Ulrich Bomme	Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Vöttinger Str. 38 8050 Freising
Prof. Dr. Werner Feldheim	Universität Kiel Institut für Humanernährung Düsternbrooker Weg 17-19 2300 Kiel 1
Prof. Dr. H.D. Hartmann	Forschungsanstalt für Weinbau, Gartenbau, Getränketechnologie und Landespflege von Lade-Straße 1 6222 Geisenheim
Prof. Dr. H. Jacob	Forschungsanstalt für Weinbau, Gartenbau, Getränketechnologie und Landespflege von Lade-Straße 1 6222 Geisenheim
Dr. Jutta Krüger	Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung Bornkampsweg 31 2070 Ahrensburg
Prof. Dr. Werner Kübler	Justus-Liebig-Universität Institut für Ernährungswissenschaft Goethestr. 55 6300 Giessen
Ernst Maeder	Kantonale Zentralstelle für Gemüsebau Postfach 17 542 Grangeneuve CH-1725 Posieux -Schweiz
PD Dr. R. Marquard	Justus-Liebig-Universität Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Ludwigstr. 23 6300 Giessen
Prof. Dr. Werner Plarre	Freie Universität Berlin Fachbereich Biologie Institut für Angewandte Genetik (WE 6) Fürstenstr. 28 1000 Berlin 37

- MinDirig. Dr. Herbert Prieu Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten
Postfach 14 02 70
5300 Bonn 1
- Prof. Dr. R. Reimann-Philipp Bundesforschungsanstalt für
gartenbauliche Pflanzenzüchtung
Bornkampsweg 31
2070 Ahrensburg
- Prof. Dr. G. Röbbelen Universität Göttingen
Institut für Pflanzenbau
und Pflanzenzüchtung
von-Siebold-Str. 8
3400 Göttingen
- Dipl.Ing.agr. P. Römer Justus-Liebig-Universität
Institut für Pflanzenbau
und Pflanzenzüchtung
Ludwigstr. 23
6300 Giessen
- Prof. Dr. F. Salamini Max-Planck-Institut
für Züchtungsforschung
Egelspfad
5000 Köln 30
- Prof. Dr. F. A. Schulz Christian-Albrechts-Universität
Institut für Phytopathologie
Olshausenstr. 40 - 60
Haus S. 24 c
2300 Kiel 1

Pflanzliche Produktionsalternativen für den Agrarbereich -
Wunsch oder Wirklichkeit?

H. Priew ¹⁾

Herr Vorsitzender,
meine sehr verehrten Damen,
meine Herren!

Durch die Römischen Verträge von 1958 wurden die Grundlagen für eine Harmonisierung nationaler Agrarpolitiken von damals 6 europäischen Staaten gelegt, gelegt im Rahmen des politischen Willens, nunmehr ein friedliches Näherrücken der europäischen Nationalstaaten zu ermöglichen. Heute gehören der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft 12 Staaten an. Wer die Irrungen und Wirrungen in unserer Geschichte kennt, kann von diesem hier eingeschlagenen Weg nur fasziniert sein, wohlwissend daß dieser langwierig und opfervoll ist, daß hier noch viele Schwierigkeiten vor uns liegen.

Ich stelle dies meinen Ausführungen voran, denn ich muß über Schwierigkeiten in der EG-Agrarpolitik berichten, möchte deswegen aber nicht zu denen gerechnet werden, die vor - meiner Meinung nach - temporären Schwierigkeiten das große Ziel der friedlichen europäischen Einigungsbemühungen kaum noch sehen, ja es vielleicht gar schon übersehen.

¹⁾ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Rochusstr. 1, 5300 Bonn 1

Referat gehalten anlässlich der Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ, März 1986 in Geisenheim

Die derzeitige Situation in der Landwirtschaft möchte ich durch vier Aussagen charakterisieren:

1. Die Einkommenssituation der in der Landwirtschaft tätigen Menschen ist sehr unbefriedigend. Trotz Einkommensverbesserungen um durchschnittlich 15,4 % im Wirtschaftsjahr 1984/85 gegenüber dem Vorjahr weist der Agrarbericht der Bundesrepublik Deutschland nach, daß der Gewinn je landwirtschaftliche Familien-AK in dem Zeitabschnitt 1975/76 bis 1984/85 nur zwischen rd. 21 000 DM und rd. 26 000 DM pendelte, während der nach dem Landwirtschaftsgesetz zu errechnende Vergleichslohn kontinuierlich in dieser Zeit von 23 292 DM auf 35 142 DM je Erwerbstätigen außerhalb der Landwirtschaft anstieg.

2. Bei wichtigen Agrarerzeugnissen bestehen heute hohe Überschüsse. So sind z.B. z.Z. auf Lager
 1,2 Mio t Butter
 davon 210 000 t älter als zwei Jahre
 17 Mio t Getreide
 750 000 t Rindfleisch.

Durch diese Situation haben sich die Finanzierungskosten für die landwirtschaftlichen Marktordnungen in der Zeit von 1974 bis 1984 versechsfacht; im Jahr 1985 betragen sie rd. 45 Mrd. DM.

3. Die Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft - und ich muß hier wiederum sehr verengen - führten, geprägt durch EG-Marktordnungen und basierend auf einem enormen biologisch-technischen Fortschritt, zu ungeahnten Produktionsleistungen bei wenigen bevorzugten Kulturarten wie z.B. Winterweizen, Wintergerste aber auch in der Milchviehhaltung. Man konnte bei garantierten Preisen ohne Berücksichtigung der Nachfrage produzieren, was einzelbetrieblich gesehen sehr vorteilhaft und richtig war, gesamtwirtschaftlich uns aber in die heutige Klemme geführt hat. Die Besserstellung einzelner Kulturarten führte zwangsläufig auch zu einer Vernachlässigung anderer

Kulturarten, so daß die Fruchtfolgen innerhalb der Landwirtschaft immer enger wurden und sich dadurch Probleme mit der Umwelt ergaben.

4. Die feste deutsche Währung, die gute Versorgungslage der Weltmärkte, die relativ - gegenüber dem Weltmarkt - teuren heimischen Agrarprodukte, konnten die gewerbliche Wirtschaft nicht animieren, nach Verwendungsalternativen im Non-food-Bereich für die Überschußprodukte zu suchen.

Doch nach dem Ist, dem Heute, nun zu einigen Bereichen, Faktoren, die für eine Weiterentwicklung der Agrarpolitik von Bedeutung sind, sein können.

Hier ist festzuhalten:

1. Auf Grund des biologisch-technischen Fortschrittes werden - bei heutiger Vorgabe - die Ertragsmöglichkeiten je Einheit der wichtigsten Marktordnungsprodukte in der EG kontinuierlich weiter ansteigen - man spricht im \emptyset von 2 % jährlich. Bei Getreide schätzt z.B. die Kommission bei derzeitigem Trend für 1990 eine Ernte von 154,5 Mio. t, bei geschätztem Verbrauch von 122 Mio. t. Trotz dieser Entwicklung kann auch in Zukunft auf den biologisch-technischen Fortschritt - so meine ich - nicht verzichtet werden.
2. Bis 1990 wird - demgegenüber - nur noch mit einem Bevölkerungszuwachs von 0,2 %/Jahr in der EG gerechnet; in den 60er Jahren waren es 0,8 %, in den 70er Jahren 0,4 %.
3. Die Konsumausgaben der privaten Haushalte der Gemeinschaft lassen bis 1990 nur einen jährlichen Anstieg von etwa 2 % - früherer 3-4 % - erwarten.
4. Die Exportmöglichkeiten sind weitgehend ausgeschöpft, zumal auch neue Exporteure wie die Volksrepublik China und Indien auf den Weltmarkt drängen.

5. Eine Ausdehnung der Nahrungsmittelhilfe ist nicht zweckmäßig, weil der Schwerpunkt unserer Hilfen für die Entwicklungsländer bei der Förderung der landwirtschaftlichen Produktion und dem Aufbau einer eigenen Nahrungsmittelversorgung liegen muß.
6. Eine amtliche Reduzierung der Importe von Getreidesubstitute - ihr Flächenäquivalent betrug 1983 8,2 Mio. ha - ist wegen bestehender Gattverpflichtungen kaum möglich.
7. Der bestehende EG-Finanzierungsrahmen wird immer enger.

Daraus ist leicht der Schluß zu ziehen, daß der derzeitige Faktoreinsatz für die bisher fast ausschließlich auf Ernährungsgüter ausgerichtete Agrarproduktion in dieser Form zu hoch ist und abgebaut werden muß. Will man den Faktoreinsatz den Erfordernissen anpassen, so ergeben sich rein theoretisch zwei Möglichkeiten:

1. ich entziehe diese dem Agrarsektor teilweise bzw. ganz oder
2. ich schaffe für die freiwerdenden Arbeitskräfte und Flächen, für das investierte Kapital neue rentable Produktionsmöglichkeiten.

Nun, wie oft im Leben, so gibt es auch hier nicht ein "Entweder - Oder" sondern eher ein "Sowohl als auch". Dies wird durch einen Blick auf die agrarpolitische Landschaft dadurch bestätigt, daß die EG-Kommission, die Bundesregierung durch ein ganzes Maßnahmenbündel auf verschiedensten Sektoren bemüht ist, die Lösung der Agrarprobleme voranzutreiben. Dazu gehört auch der Bereich Produktionsalternativen. Der Wunsch danach ist heute Allgemeingut. Leider stehen aber - aus jetziger Sicht - noch keine rentablen Produktionsalternativen im pflanzlichen Bereich in umfassendem Umfang zur Verfügung. Zur Überwindung der heutigen Schwierigkeiten und im Interesse der Zukunftssicherung der jungen Generation in der Landwirtschaft muß daher jetzt alles

getan werden, um mehr Alternativen in der pflanzlichen Produktion möglichst schnell zu eröffnen. Programmatische Ansätze hierfür finden Sie auch in den Agrarprogrammen der Parteien.

Die möglichen pflanzenbaulichen Produktionsalternativen habe ich einmal versucht in sechs Bereiche - mit fließenden Grenzen - aufzugliedern, zu denen grundsätzlich zu sagen ist: Es gibt hier keine Selbstläufer mehr, es muß intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit geleistet werden mit öffentlicher Unterstützung, da preisliche Anreize allein kaum zu schnell erzielbaren Entlastungen führen dürften. Die Sorte, der Anbau, der Absatz müssen stimmen. Es wäre z.B. sinnlos, eine gewissermaßen ausgereifte Kulturart der Landwirtschaft anzubieten, ohne entsprechende Absatzmöglichkeiten vorbereitet zu haben. Letzteres trifft sowohl für das Gesamtprodukt als auch auf mögliche Nebenprodukte zu, die die Rentabilität mit beeinflussen können. Forschung und Entwicklung im landwirtschaftlichen Bereich müssen aber - soweit erforderlich - mit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im gewerblichen Bereich konform gehen, und letztendlich müssen die Preise für eine Produktausweitung für beide, den landwirtschaftlichen und den gewerblichen Bereich, attraktiv sein.

Nun zu 1. Ich meine hier Kulturarten, die durch Änderung der preislichen Rahmenbedingungen im Kulturartenspektrum an relativer Vorzüglichkeit gewinnen, und Defizitprodukte in der EG sind.

Nennen möchte ich hier die Ölfrüchte und Eiweißträger speziell die Leguminosen. Für diese haben wir seit 1978 eine Marktordnung und erst seit dieser Zeit wird im größeren Maßstab versucht, den biologisch-technischen Fortschritt für diese Kulturart zu nutzen, sie gewissermaßen auf Getreideniveau zu bringen. Wie schnell bei entsprechender Vorgabe reagiert wird, verdeutlichen folgende Zahlen: In Dänemark wurden 1980 zwischen 3.000 und 4.000 ha Körnerleguminosen angebaut. 1985 waren es 120.000 ha, in 1986 wird mit bis zu 200.000 ha gerechnet. In Frankreich nahm allein der

Erbsenanbau von 35.817 ha in 1980 auf 195.000 ha in 1985 bei gleichzeitiger Steigerung der Erträge von 38 dt auf 49 dt zu. Für 1986 werden - so war zu hören - etwa 250.000 ha Erbsen erwartet. In der Bundesrepublik hatten wir 1985 erst wieder rd. 36.000 ha Leguminosen insgesamt angebaut.

In Frankreich werden die Absatzmöglichkeiten in der EG von Leguminosen auf 12-15 Mio. t allein im Bereich Viehfutter geschätzt. Gleichwohl müssen bei der derzeitigen Flächenausdehnung auch verstärkt die industriellen Verwendungsmöglichkeiten für Körnerleguminosen erforscht, geprüft werden, damit hier bestehende Möglichkeiten mittelfristig auch genutzt werden können und dadurch eine zusätzliche Nachfrage geschaffen wird.

Bei den hier genannten Defizitprodukten - das sei eingeflochten - ist der Preis kein echter Marktpreis, sondern setzt sich zusammen aus Markterlös und Subvention entsprechend der jeweiligen Marktordnung. So beträgt die Subvention z.B. pro ha Leguminosen bei 35 dt/ha rd. 800 DM, bei Raps mit unterstellt 25 dt/ha Ertrag rd. 1.500 DM. Mit zunehmender Anbauausweitung und weiteren Ertragssteigerungen steigen auch die Kosten der Marktordnungen an und die Kommission hat daher auch schon bei Raps eine limitierte Menge von 3,5 Mio. t in ihrem Preispaket vorgeschlagen. Bei Überschreitung dieser werden entsprechende Abzüge vorgenommen. Damit zeichnet sich auch eine Möglichkeit ab, Kostensenkungen durch den biologisch-technischen Fortschritt im Agrarbereich - z.B. auch Ertragssteigerungen - weiterzugeben unter angemessener Berücksichtigung der Einkommenslage der Landwirtschaft. Die Stützung der Defizitprodukte hat den großen Vorteil, daß hier eingesetzte Subventionen im Gegensatz zu "gelagerten Überschußprodukten" direkt der Landwirtschaft zukommen.

2. Kulturarten, die durch qualitative und/oder quantitative Verbesserungen Aussichten auf mehr Absatz in herkömmlichen Bereichen bieten.

Hier möchte ich beispielhaft nennen Öllein, Roggen, Hafer, Feldgemüse und Heil- und Gewürzpflanzen. Gerade letztere wurden züchterisch bisher nicht intensiv bearbeitet, und es werden hier durch zunehmende Nachfrage nach Naturprodukten und Produkten aus kontrolliertem Anbau Absatzchancen gesehen. Der Gemüseanbau könnte ausgeweitet werden, wenn der Gemüsekonsum, was gesundheitlich erwünscht ist, bei uns gesteigert würde, eventuell auch durch neue Züchtungen. Daß diese Kulturarten keine Riesenflächen beanspruchen werden, ist jedem verständlich. Da ich aber davon ausgehe, daß zunehmend regionale Gegebenheiten Berücksichtigung werden finden müssen, sind auch solche Kulturarten, die nur einem kleinen Kreis zugute kommen, zu fördern.

3. Kulturarten, für die Möglichkeiten gesehen werden, den Verwendungsbereich zu erweitern.

Hier seien die Faserpflanzen, speziell Flachs, genannt. Auch für diese Kulturart besteht eine Marktordnung, die Flächensubvention beträgt um 800 DM/ha. Flachs anbau ist in den 50er/60er Jahren in der Bundesrepublik ausgelaufen, wird heute aber noch in Frankreich, Belgien und Holland auf rd. 76.000 ha betrieben. Die Faser Verwendung liegt im Textilbereich und ist heute gegenüber Konkurrenzprodukten in vielen Bereichen zu teuer. Es gilt daher, preiswertere Anbau- und Verarbeitungsverfahren zu finden, um zusätzliche Absatzmöglichkeiten im Textilbereich, im industriellen Bereich, in der Pharmazie zu schaffen. Hier werden gute Chancen gesehen. Zu dieser Gruppe gehören aber auch die stärke-, zucker- und ölhaltigen Kulturarten,

für deren Verarbeitungsprodukte verstärkt Möglichkeiten in industrieller Produktion gefunden werden müssen.

4. Kulturarten, die durch qualitative und/oder quantitative Veränderungen Aussicht auf Absatz in neuen Märkten bieten.

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, daß unsere heutigen Kulturpflanzen auf Grund von Anforderungen aus dem Ernährungsbereich gezüchtet wurden. Da in diesem Sektor - ich verdeutlichte es - zusätzliche Absatzmöglichkeiten sehr beschränkt sind, muß versucht werden, aus unseren Kulturpflanzen auch Sorten zu züchten, die als direkte Rohstofflieferanten mit speziellen Eigenschaften für den Non-food-Bereich in Frage kommen. Ohne entsprechende Vorgaben seitens der Verarbeiter läuft dies aber nicht. Zu dieser Gruppe möchte ich zählen z.B. Ölpflanzen mit bestimmten Fettsäuremustern aber auch Kulturarten, die bisher ungenügend bearbeitet wurden, wie Topinambur, Zuckerhirse oder die Züchtung von "Spritrüben".

5. Kulturarten, die durch Neueinführung bestehende Nachfrage, die bisher anderweitig gedeckt wurde, befriedigen können.

Zu dieser Gruppe gehören z.B. *Euphorbia lathyris*, ein Wolfsmilchgewächs mit ölreichem Samen und Latex sowie *Cuphea*-Arten, deren Bearbeitung aufgenommen wurde.

6. Kulturarten, die nach definierten Anbaumethoden bearbeitet werden und für deren Produkte ein spezieller Markt besteht.

Hierunter fallen z.B. die Erzeugnisse, die nach alternativen Methoden erzeugt wurden und Produkte, für die die Verarbeiter Anbauregeln formulieren.

Es gibt, so sagte ich an anderer Stelle, heute keine Selbstläufer. Selbst wenn sich durch die Preisverhandlungen in Brüssel die Preisrelationen innerhalb des Kulturartenspektrums zu Gunsten bisher benachteiligter Kulturarten verändern sollten, sind diese - will man relativ schnell Veränderungen haben - intensiv durch wissenschaftliche, produktionstechnische und absatzbeeinflussende Maßnahmen zu fördern, da hier ein "Know how" auf "Getreideniveau" fehlt.

Das BML hat bereits seit mehreren Jahren diesbezügliche Forschungsvorhaben initiiert. Besonders sei hier auf das BML-Forschungs- und Entwicklungsprogramm "Nachwachsende Rohstoffe" (1982-85) - das in der Zwischenzeit durch eine "Gesamtkonzeption Nachwachsende Rohstoffe" ergänzt wurde - hingewiesen, aber auch auf die darüber hinausgehenden Aktivitäten im BML-Forschungsbereich. Auch sei hier das "Konzept zur Intensivierung bei Züchtungs- und Entwicklungsarbeiten bei Körnerleguminosen" aus 1984 genannt, das von Bund, Ländern und interessierten Kreisen erarbeitet wurde. Für das Haushaltsjahr 1987 erhofft sich das BML unter der Titelbezeichnung "Produktions- und Verwendungsalternativen" eine Erhöhung der bisher zur Verfügung stehenden Mittel.

Die BML-Aktivitäten im Bereich der Produktionsalternativen sind derzeit - knapp dargestellt - auf folgende Ziele gerichtet:

1. Weitere Verbesserungen bei Raps durch Einführung der OO-Sorten, dies voraussichtlich bis zum Aussaatjahr 1989; laufende Arbeiten gelten der Verringerung des Rohfasergehaltes und der Verbesserung des Futterwertes; interessant dürften auch Arbeiten zur Änderung des Linol- Linolensäuregehaltes sein und Entwicklungen von Verwertungslinien im "Non-food-Bereich" - z.B. als Weichmacher in der PVC-Produktion.
2. Verbesserung der Anbauwürdigkeit von Körnerleguminosen - in erster Linie Ackerbohne und Futtererbse, an zweiter Stelle Lupine und Buschbohne. Hier laufen Forschungsvorhaben zur Verbesserung der Ertragssicherheit, der Frühereife, zur Züchtung von topless-Formen und Winterformen bei Ackerbohne,

von semileafless-Formen bei Futtererbse. Auf die BML-Förderung von Versuchserzeugergemeinschaft für die Praxis sei hingewiesen.

3. Entwicklung zeitgemäßer Aufbereitungsverfahren für Faserlein als Voraussetzung für großflächige Wiedereinführung des Flachsbaus. Daneben auch Entwicklung von Verwendungsmöglichkeiten im geotextilen und technischen Bereich, aber auch Weiterentwicklung von Anbau- und Ernteverfahren.
4. Optimierung der Erzeugung von Bioethanol zur Herbeiführung der Wirtschaftlichkeit u.a. durch Züchtung spezieller Sorten von Kartoffeln, Rüben, Topinambur, Zuckerhirse, Wurzelzichorie sowie Entwicklung preiswerter Anbauverfahren; Optimierung der Konversion. Hier sei auf die Modellvorhaben in Ahausen-Eversen und Ochsenfurt hingewiesen.
5. Erschließung des Potentials "unkonventioneller" Ölpflanzen für die technische Verwendung, z.B. Kreuzblättrige Wolfsmilch, Leindotter, Mohn, Ölräuke, Senf, Ölrettich.

Interessant wären aber auch Vorhaben in Bereichen wie

- Hanf, Entwicklung von THC¹⁾-freien Sorten,
- Heil- und Gewürzpflanzen, hier Verbesserung der wertbestimmenden Inhaltsstoffe; Optimierung von Anbau- und Ernteverfahren; Optimierung der Gewinnung der Inhaltsstoffe, und
- Kultivierung weiterer Wildpflanzen.

Erfreulicherweise - und darauf möchte ich hinweisen - beteiligt sich auch zunehmend die Industrie an der Suche nach Einsatzmöglichkeiten für Agrarprodukte im industriellen Bereich. Es besteht heute beim VCI ein Ausschuß "Nachwachsende Rohstoffe". Auch beteiligen sich Firmen mit namhaften Beiträgen an Pflanzenzuchtvorhaben. Genannt sei auch die Arbeitsgemeinschaft "Nachwachsende Rohstoffe" bei der Verbindungsstelle Industrie-Landwirtschaft. Zunehmend gewinnt aber auch die von der Industrie mitfinanzierte Grundlagenforschung im Bereich Natur-

 1) THC = Tetrahydrocannabinol

stoffe und Biotechnologie an Bedeutung. Der Beschluß des EG-Agrarministerrats, zukünftig der Industrie preiswert Stärke und Zucker zur Verarbeitung im Non-food-Bereich zur Verfügung zu stellen, dürfte hier sicher stimulierend wirken.

Meine sehr verehrten Damen und Herren, Alternativen zur heutigen Überschußproduktion sind, so habe ich versucht aufzuzeigen, möglich, möglich in einem sehr begrenzten Maße auf dem Ernährungssektor, in größerem Umfang aber im Non-food-Bereich. Dabei dürfte auch - und ich möchte nochmals darauf hinweisen - die Entwicklung von Verwendungsalternativen zur herkömmlichen Verwertung heutiger agrarischer Rohstoffe bedeutungsvoll sein. Vielleicht ist es hier durch Biotechnologie möglich, neue industrielle Verfahren zu entwickeln, durch die wesentliche Nachfrageimpulse auf unsere Agrarmärkte ausgehen könnten.

In einem Vortrag "Überlegungen zur Pflanzenproduktion von morgen" anlässlich der konstituierenden Sitzung der Kammerversammlung der Landwirtschaftskammer Hannover im März 1985 habe ich u.a. ausgeführt und möchte dies unter der heutigen Thematik wiederholen:

"Eine gewisse Tragik für die Landwirtschaft liegt letztlich darin - und dies kommt in der heutigen Situation deutlich zum Ausdruck -, daß sie zu wenig Möglichkeiten hat, gewissermaßen aus sich heraus, nach ihren ureigenen Interessen Neues, Markt-gängiges zu entwickeln und die Produktionsmöglichkeiten entsprechend zu gestalten, wie es z.B. großen Industriefirmen möglich ist. Sowohl im Bereich "Produktion" als auch im Bereich "Absatz" ist sie letztendlich auf das Know-how Dritter, ihrer Zulieferer, ihrer Abnehmer im weitesten Sinne angewiesen.

Wir sind ein rohstoffarmes Land, haben aber leistungsfähige Unternehmen in der Pflanzenzüchtung, hervorragende Wissenschaftsstrukturen, eine ausgebaute Industrieforschung, dynamische Unternehmen im gewerblichen Bereich und eine Landwirtschaft auf hohem Niveau. Wir sind doch - von daher gesehen -

eigentlich prädestiniert dafür, die Rohstoffherzeugung im Agrarbereich so zu gestalten, voranzutreiben, daß hierfür auch aufnahmefähige Unternehmen, ein Markt, vorhanden sind. Von der Agrarwissenschaft, von der Industrieforschung, von der Züchtung ist Großes geleistet worden, um die Erträge zu steigern, sicherer zu machen, die Qualitäten zu verbessern, die Arbeit zu erleichtern. Warum wird unser Denken und Handeln - so muß ich einmal fragen - immer noch stark von dieser Richtung her bestimmt und es wird nicht umfassender versucht, gezielt darauf hingearbeitet, Agrarrohstoffe - einmal ganz allgemein gesehen - für unsere gewerbliche Wirtschaft attraktiver, für neue Möglichkeiten verwendungsfähiger zu machen. Daß dies für die Landwirtschaft auch rentabel sein muß, ist Voraussetzung.

Diesen Weg sollte man aber - gerade in Anbetracht neuer, sehr teurer wissenschaftlicher Gegebenheiten - möglichst gemeinsam mit der Wirtschaft gehen. Es erscheint mir mehr als eilbedürftig zu sein, umgehend eine ressourcenschonende Gesamtkonzeption "Produktionsalternativen" unter Einbeziehung von Bund und Ländern, der Wissenschaft, des Berufsstandes, der Wirtschaft zu erarbeiten und finanzielle Möglichkeiten für die Durchführung notwendiger Forschungsvorhaben zu eröffnen. Was das Finanzielle anbetrifft, bin ich der Meinung - es ist dies meine rein persönliche Meinung -, daß darüber nachgedacht, diskutiert werden sollte, ob nicht ein "Fonds zur Förderung von Innovationen im Agrarbereich" (Agrar-Innovationsfonds) eine geeignete Lösung sein könnte, um entsprechende Forschung - ohne die Zwänge der Töpfchenwirtschaft - zu finanzieren, mitzufinanzieren."

Die Entwicklung von Produktions- und Verwendungsalternativen kann nicht ein einmaliger Auftrag sein, sondern hier handelt es sich um einen langfristigen Prozeß, der ständiger Denkanstöße bedarf und auch eine ständige Überprüfung aus ökonomischer und ökologischer Sicht notwendig hat. Hier handelt es sich um eine sehr breit angelegte Aufgabe, da es gilt, alle nur denkbaren Möglichkeiten auszuschöpfen. Es ist bei der Einkommenssituation in der Landwirtschaft verständlich, wenn die Diskussion um Produktionsalternativen heute in der Praxis unter dem Vorzeichen

geführt wird "Was bringt es uns jetzt!". Es wäre unreal, wolle man leugnen, daß durch diese Fragestellung, die nicht sehr positiv zu beantworten ist, der Stellenwert von Produktionsalternativen in der agrarpolitischen Diskussion leidet. Es muß daher Aufgabe derjenigen sein, die für die Landwirtschaft tätig sind, vordenken, immer wieder auf die zwingende Notwendigkeit hinzuweisen, über den zugegebenermaßen beschwerlichen und kostspieligen Weg von pflanzenbaulichen Produktions- und Verwendungsalternativen der bäuerlichen Landwirtschaft Zukunftschancen zu eröffnen.

Unter diesem Aspekt möchte ich dem Veranstalter der heutigen Tagung, der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung, meinen Dank sagen, daß er in Weitsicht ein Thema für seine 21. Veranstaltung gewählt hat, welches noch vielschichtiger Durchleuchtung bedarf. Hierzu gehört auch der ganze Komplex Qualität, Qualitäten. Wichtig für die Entwicklung von pflanzlichen Produktionsalternativen, auch im Non-food-Bereich, ist die Entwicklung von Qualitätsanforderungen, Qualitätsparametern, ohne die z.B. der Pflanzenzüchter nur schwer arbeiten kann. Sie haben zwar unter dem Namen Ihres Vereins in Klammern stehen "Pflanzliche Nahrungsmittel", gleichwohl bin ich der Auffassung, daß von Ihrer Arbeit, von der Arbeit Ihrer Mitglieder wichtige Impulse auf die von mir skizzierte gewünschte Entwicklung ausgehen können.

Pflanzliche Produktionsalternativen für den Agrarbereich -
Wunsch oder Wirklichkeit?

Ein Wunsch, ein dringender Wunsch ist es auf jeden Fall heute schon. Aber Wirklichkeit? Nein, dies kann man mit gutem Gewissen wohl noch nicht sagen, aber tragen wir doch alle intensiv dazu bei, daß diese ehestmöglich Wirklichkeit werden. Unser intensives Tun wird der Landwirtschaft, den jungen Landwirten auch Hoffnung geben und letztendlich - als Zielerfüllung - möglichst vielen Betrieben dann auch eine Sicherung, eine Festigung ihrer Existenz.

Zusammenfassung

Durch die Römischen Verträge von 1958 wurden die Grundlagen für eine Harmonisierung der nationalen Agrarpolitiken der EG-Mitgliedstaaten gelegt. Die heutige Diskussion über eine Reform der EG-Agrarpolitik ist erzwungen durch eine nicht mehr sinnvoll verwertbare Überproduktion verschiedener Agrarprodukte und ein nicht mehr finanzierbares Marktregelungssystem. Darüber hinaus machen auch Daten über die Bevölkerungsentwicklung und Gegebenheiten auf den Weltmärkten deutlich, daß eine sinnvolle Fortführung der bisherigen Produktionslinien nicht mehr möglich ist. Es ist daher erforderlich, der Landwirtschaft neue Möglichkeiten zu eröffnen. Hierfür bedarf es aber Vorarbeiten bei der Landwirtschaft, der Verarbeitungsindustrie und im Absatzbereich. Handlungsbedarf wird in 6 unterschiedlichen Bereichen - mit fließenden Grenzen - gesehen. Alternativen zur heutigen Überschussproduktion liegen dabei nur begrenzt auf dem Ernährungssektor, mehr im Non-food-Bereich. Ausdruck hierfür ist auch das laufende BML-Programm "Grundkonzeption Nachwachsende Rohstoffe". Die Entwicklung von Produktions- und Verwendungsalternativen kann aber nicht ein einmaliger Auftrag sein, sondern stellt einen langfristigen Prozeß dar, der auch eine ständige Überprüfung aus ökonomischer und ökologischer Sicht erfordert. Noch sind Produktionsalternativen im umfassenden Sinne ein Wunsch, es muß daher alles getan werden, daß sie ehestmöglich Wirklichkeit werden.

Möglichkeiten und Probleme züchterischer Veränderungen
der Ölqualität von Raps*

G. Röbbelen

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Universität Göttingen

Pflanzliche Öle sind die Hauptquellen der mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linolsäure (Octadeca-all cis 9,12-dien-) und alpha-Linolensäure (Octadeca-all cis 9,12,15-triensäure). Sie bestimmen deren Wertigkeit, da sie essentielle Vorstufen der C-20 Polyensäuren und der nachfolgend gebildeten verschiedenen Prostaglandine darstellen. Diese wiederum beeinflussen zahlreiche Körperfunktionen; zum Beispiel wirken sie regulierend auf die Funktion der Niere, der Lunge und des Herzens sowie auf Gefäßsystem und Thrombozytenaggregation (vgl. ARENS et al. 1984).

Alpha-Linolensäure erwies sich im biologischen Test als weniger wirksam; sie entfaltete im Mittel nur 9% der Wirkung der Linolsäure (BOLDINGH 1969). Darüber hinaus ergaben Versuche, daß alpha-Linolensäure die Umwandlung von Linol- über Dihomogamma-Linolensäure zu Arachidonsäure kompetitiv hemmt (SEHER et al. 1984). Dasselbe Enzymsystem, welches aus Linolsäure Arachidonsäure bildet, synthetisiert aus alpha-Linolensäure Eicosapentaensäure. Da die alpha-Linolensäure zu diesem Enzymsystem eine höhere Affinität besitzt, jedoch langsamer umgesetzt wird, resultiert eine Hemmung der Arachidonsäurebildung und damit der Prostaglandinsynthese. Untersuchungen über die Wirkung der Polyenfettsäuren auf die Nierenfunktion beim Menschen ergaben, daß eine ausreichende Linolsäurezufuhr erforderlich ist, um Funktionseinbußen durch Fettsäuren des alpha-Linolensäure-Typs zu verhindern (ADAM et al. 1984).

Linolensäure ist auch aus Gründen der technischen Haltbarkeit des Öles unerwünscht. In Folge der drei reaktiven Doppel-

*Vortrag anlässlich der XXI. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V. (DGQ), 10.-11. März 1986 in Geisenheim/Rh.

bindungen kommt es zu Autoxidationsvorgängen und zur Bildung von Aldehyden und Ketonen. Daraus resultiert ein typischer Beigeschmack ("off flavour"), der auch als "grüner" Geschmack bezeichnet wird. Durch den 1902 von NORMAN entwickelten Prozeß der Fetthydrierung wird der Gehalt an Linolensäure auf einen annehmbaren Wert gesenkt. Aber durch eine solche Behandlung wird wegen der nicht sehr spezifischen Wirkungsweise der Katalysatoren auch der Gehalt an der erwünschten Linolsäure erniedrigt (BOLDINGH 1969).

Leider ist bei Raps dieses Problem besonders schwerwiegend. Denn das konventionelle Rapsöl enthält im Vergleich beispielsweise zu Sojaöl bei gleichem Linolensäuregehalt bedeutend weniger Linolsäure. Eine Anhebung des Linolsäuregehalts auf über 30% bei gleichzeitiger Senkung des Linolensäuregehalts auf einen möglichst geringen Wert (unter 3%) würde eine erhebliche Qualitätsverbesserung des Rapsöles bedeuten (JÖNSSON 1977, RÖBBELEN 1984). Die Einführung der ersten erucasäurefreien Rapsorten im Jahre 1974 führte zu einer Anhebung des Ölsäuregehaltes auf über 55% und demzufolge des Linolsäuregehaltes von 13 auf 21%. Aber auch der Linolensäuregehalt stieg in ähnlicher Weise von 7 auf 10%. Diese positive Korrelation zwischen den Gehalten an Linol- und Linolensäure (THIES 1968, RÖBBELEN und THIES 1980) und eine hohe Umweltabhängigkeit (CANVIN 1965, APPELQVIST 1971, JÖNSSON 1975) erschweren die züchterische Auslese auf die erwünschte Fettsäurezusammensetzung. In vielen Fällen erwies sich daher eine einmal gefundene Veränderung in den Polyenfettsäuregehalten im Nachbauversuch als nicht erblich. So war es verständlich, daß in großen Sortimenten verschiedener Brassica-Arten auch ein umfangreiches 'screening' keine genetischen Differenzen im Verhältnis der Polyenfettsäuren zueinander erkennen ließ (THIES 1968).

Identifizierung von Fettsäuremutanten

Die ersten Mutanten mit erblich veränderten Polyenfettsäuregehalten konnten im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Göttingen durch Mutationsauslösung in der Sommerrapsorte

'Oro' gefunden werden (RAKOW 1973, RÖBBELEN und NITSCH 1975). Dazu waren nach Behandlung vorgequollener Samen mit Äthylmethansulfonat (EMS) etwa 15.000 M_2 -Samen im Halbkornverfahren auf die Fettsäurezusammensetzung ihres Samenöls gaschromatographisch (THIES 1971a) untersucht worden. Für die erbliche Überprüfung wurde eine große Anzahl dieser M_2 -Embryonen mit verschiedenen Gehalten an Linolsäure (18:2) und Linolensäure (18:3) ausgewählt. Das Ergebnis war, daß in verschiedenen Fällen M_2 -Samen, die von derselben M_1 -Pflanze abstammten, gleichartige Abweichungen vom Fettsäuremuster der Ausgangssorte erkennen ließen (RAKOW u. MCGREGOR 1973). Aber nur wenige dieser ersten Auslesen erwiesen sich im anschließenden Nachbau als erblich konstant. Die meisten Nachkommenschaften revertierten zum Normalphänotyp der Ausgangssorte 'Oro'. Allerdings konnten aus einzelnen M_2 -Nachkommenschaften in späteren Generationen (M_3 oder M_4) doch noch interessante Mutanten ausgelesen werden; aber deren Fettsäuregehalt war in der Regel völlig anders als das in ursprünglich M_2 -Samen bestimmte Muster (RÖBBELEN u. RAKOW 1970).

Diese enttäuschenden Befunde machten eine mehrfache Anzucht und Überprüfung aller als abweichend ermittelten Formen in mehreren aufeinanderfolgenden Selbstungsgenerationen erforderlich. Nur auf diesem Wege gelang es schließlich, eine erste Mutante mit einem deutlich erniedrigten (M57) und eine andere mit einem erhöhten Gehalt an 18:3 (M364) zu identifizieren (RAKOW 1973). Obgleich der veränderte 18:3-Gehalt in aufeinanderfolgenden Generationen unter verschiedenen Wachstumsbedingungen erhebliche absolute Schwankungen erkennen ließ, blieb die charakteristische Differenz im 18:3-Gehalt dieser beiden ersten Mutanten in jedem Falle, insbesondere bei einer Samenreife im regulären Sommeranbau, deutlich erhalten (Abb. 1).

Ermutigt durch den ersten Erfolg wurde die Auslese zunächst in den gleichen Nachkommenschaften desselben Mutationsversuchs fortgesetzt (RÖBBELEN u. NITSCH 1975). Dabei wurden weitere Mutanten mit niedrigem 18:3-Gehalt (3,5%, bei 18:2 = 24%) sowie solche mit hohem 18:2-Gehalt (37%, bei 18:3 = 8%) nachweisbar (Tabelle 1, Mutantengruppe II). Darüber hinaus wurden Samen unserer

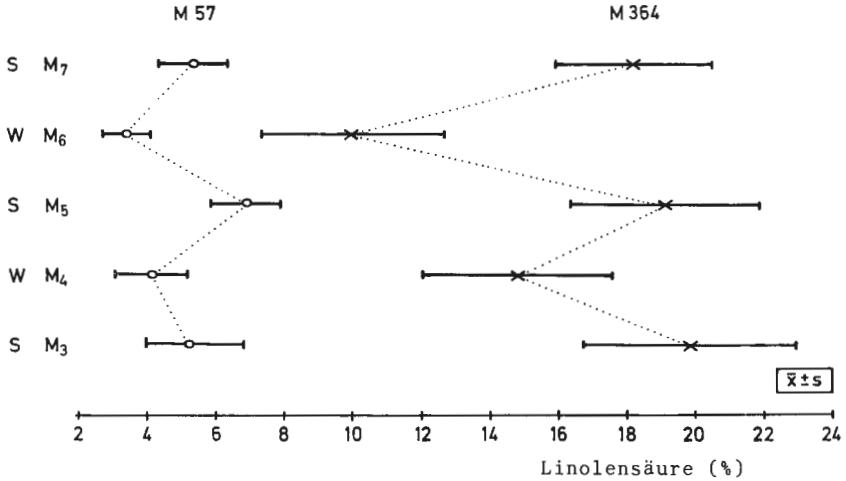


Abb. 1: Linolensäure-Gehalt (in Prozent vom Gesamtgehalt an Fettsäuren) des Samenöls von induzierten Mutanten von Raps in aufeinanderfolgenden Generationen nach der mutagenen Behandlung. S = Sommer; W = Winter (nach RAKOW 1973)

ersten linolensäurearmen Mutante M57 erneut mit EMS behandelt, woraus weiter verbesserte Nachkommen (Tab. 1, Mutantengruppe III), z.B. die Doppelmutante M47 mit 30,1% 18:2 und 3,2% 18:3 in ihrem Samenöl, entstanden. Derselbe Ausleseerfolg in Richtung auf ein 18:3 / 18:2 - Verhältnis von 0,1 wurde durch Kreuzung einzelner Mutanten mit komplementärem Fettsäuremuster erreicht (Tabelle 2). Die spaltenden Nachkommen ergaben für die Fettsäuregehalte eine nahezu kontinuierliche Variation, obwohl aufgrund ihrer mutagenen Entstehung die plausibelste Deutung ein monogenerischer Erbgang einer jeden dieser Mutationen sein sollte (NITSCH 1975). Reziproke Kreuzungen ließen erkennen, daß der Polyenfettsäuregehalt im Samenöl von Raps in erster Linie durch den Genotyp des Embryos bestimmt wird, wenngleich geringfügige reziproke Unterschiede einen gewissen mütterlichen Effekt wahrscheinlich machten (RAKOW u. MCGREGOR 1973).

Tabelle 1: Polyenfettsäure-Mutanten nach einfacher und wiederholter Mutagenese (RÖBBELEN und NITSCH 1975)

Mutanten- gruppe	Genotyp	Fettsäuregehalt (%)			Pflanzen- höhe (cm)	Schoten- länge (cm)	Samen- ansatz
		18:2	18:3	$\frac{18:3}{18:2}$			
O	Tower	22,8	9,7	,42	135	6,0	hoch
	Oro	21,5	9,8	,45	140	5,5	hoch
	Egra	20,3	10,1	,50	160	6,0	hoch
I	M57	22,4	5,6	,25	110	4,0	mittel
II	M3	32,5	7,4	,22	100	3,5	mittel
	M6	23,4	3,5	,15	80	4,0	mittel
	M8	33,8	8,3	,24	70	3,5	mittel
	M11	37,9	8,4	,22	70	3,5	mittel
III	M40	30,5	5,4	,17	95	4,5	hoch
	M41	26,1	3,8	,15	80	3,0	mittel
	M42	24,6	3,5	,15	110	3,5	mittel
	M43	27,7	3,3	,12	90	3,5	niedrig
	M44	29,1	4,5	,15	125	3,0	niedrig
	M45	28,3	4,0	,14	85	4,0	mittel
	M46	32,4	4,5	,14	55	3,5	mittel
	M47	30,1	3,2	,11	70	3,5	mittel

Tabelle 2: Verbesserung des Polyenfettsäure-Musters (Gehalte in Prozent des Gesamtfettsäuregehalts) durch Kreuzung von zwei Mutanten. Anbau im Feld (RÖBBELEN und NITSCH 1975)

Genotyp	Generation	18:2	18:3	$\frac{18:3}{18:2}$
M 11	Elter (P1)	37,9	8,4	,22
M 6	Elter (P2)	23,5	3,5	,15
M 11 x M 6	F ₃ (n = 29)	34,6	5,4	,16
KN 410	Einzel-	36,9	3,9	,10
KN 401	pflanzen	31,9	3,4	,11
KN 431	aus F ₃	39,1	4,3	,11

Auch neuere genetische Untersuchungen an dem inzwischen erstellten Sortiment verschiedener Mutanten (BRUNKLAUS 1985) bestätigten die Tatsache, daß die Synthese der mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Öl des Rapsamens einerseits durch einzelne Genwirkungen drastische Veränderungen erfahren, andererseits insgesamt infolge komplexer genetischer Wechselwirkungen offenbar

von einer Pflanzen-(oder Gewebe-)art zur anderen in sehr verschiedenem Maße reguliert sein kann (vgl. TREMOLIERES et al. 1982).

Physiologische Grenzen der Variabilität

In allen bisherigen Versuchen (RAKOW 1973, RÖBBELEN und NITSCH 1975, BRUNKLAUS 1985) konnte keine Mutante ohne 18:3 im Samenöl nachgewiesen werden. Überdies waren sie alle durch eine mehr oder weniger deutlich verminderte Vitalität bzw. Leistungsfähigkeit gekennzeichnet (Tabelle 1). Neuere Untersuchungen (BRUNKLAUS 1985) ergaben vor allem erheblich verringerte Samengewichte. Das legte nahe, daß die beobachteten Fettsäureveränderungen wenigstens teilweise auch auf andere Ursachen zurückgehen könnten. Beispielsweise wurden erhöhte 18:2-Gehalte auch in Handelspartien festgestellt, die 1981 von Feldern mit einem hohen Sclerotinia-Befall geerntet worden waren. Um den Einfluß solcher Entwicklungsänderungen auf den Polyenfettsäuregehalt in unseren Mutanten zu bestimmen, wurde die Effektivität der Fettsäuresynthese in zwei kontrastierenden Mutanten und der Ausgangssorte 'Oro' durch wöchentliche Analysen der sich entwickelnden Samen untersucht (Abb. 2). Bei M 364 blieb die 18:3-Synthese bis zur Reife auf hohem Niveau, während bei M 11 eine aktive Neubildung von 18:2 bis zum Ende erhalten blieb (NITSCH 1974). Überdies ergab sich aus einer Untersuchung, in der Schoten während ihrer Entwicklung durch ein lichtdichtes Säckchen verdunkelt worden waren (RAKOW 1972), daß die 18:2 / 18:3 Konversion bei M 364 durch Licht stimuliert wird, während Belichtung bei M 57 zu einer Hemmung der 18:1-Desaturierung führt. Auch andere Ergebnisse, wie die verschiedene Reaktion der Ölsäure- und Linolsäure-Desaturierung auf Katalase-Zugabe in-vitro (BROWSE und SLACK 1981), legen nahe, daß beide Schritte durch verschiedene Enzyme bestimmt sind und daher genetischer Differenzierung zugänglich sein sollten.

Nach Kreuzung der beiden normal grünen Mutanten M 11 x M 6 fanden sich in der F₂ und späteren Generationen ziemlich häufig Pflanzen mit hellgrüner Blattfarbe. Zwar konnte keine

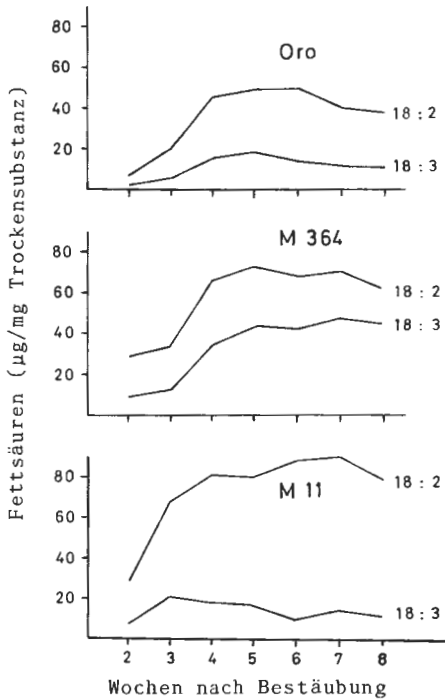


Abb. 2:
Kinetik der Bildung von
Linol- und Linolensäure
(absolute Mengen) in Samen
von 'Oro' und zwei Mutanten
(nach NITSCH 1974)

Korrelation zwischen dem Chlorophyllgehalt des Blattes und der Menge an Polyenfettsäuren im Samen festgestellt werden (RÖBBELEN und NITSCH 1975). Aber in diesem Zusammenhang hatte schon THIES (1971b) auf die Tatsache aufmerksam gemacht, daß 18:3 eine essentielle Komponente der grünen Chloroplastenmembran ist. In der Literatur finden sich dazu viele Hinweise auf essentielle Funktionen der entsprechenden Lipide, die beispielsweise mit einer optimalen Verankerung der Chlorophyllmoleküle in den Thylakoidmembranen zusammenhängen könnten (BENSON 1971). In Chloroplasten von Spinat hemmt 18:3 den Influx von Orthophosphat und den Efflux von 3-Phosphoglycerinaldehyd, womit 18:3 in die Regulation der Photosyntheseaktivität eingreifen könnte. Überdies muß eine optimale Stabilität der Thylakoidmembran auch unter stark wechselnden Temperaturen sichergestellt sein, was wegen der verschiedenen Schmelzpunkte durch

ein wechselndes 18:2 / 18:3-Verhältnis erreicht werden kann (vgl. RÖBBELEN und THIES 1980). Alle diese Befunde unterstreichen, daß 18:3 zu den essentiellen Komponenten der Pflanzenzelle gehört, die offensichtlich nicht ohne entscheidende physiologische Beeinträchtigung der ganzen Pflanze durch Züchtung verändert oder gar eliminiert werden kann.

Entsprechend dieser Hypothese ist der relativ hohe Gehalt von 18:3 im Samenöl aller Brassica-Arten eine Folge der Tatsache, daß in dieser Gattung der junge Embryo zunächst ein grünes Entwicklungsstadium durchläuft. In der Tat weisen unsere Mutanten mit wenig 18:3 im Samenöl auch einen verminderten 18:3-Gehalt in ihren Thylakoiden auf. Wenn Blattstücke im flüssigen Stickstoff schnell gefroren und anschließend wieder aufgetaut werden, resultieren Zellschäden (Dekompartimentierung), durch welche Lipoxydasen freigesetzt werden. Diese oxydieren 18:3 aus den Membranen zu Äthan, das gaschromatographisch gemessen werden kann. Die Ergebnisse (Abb. 3) lassen erkennen,

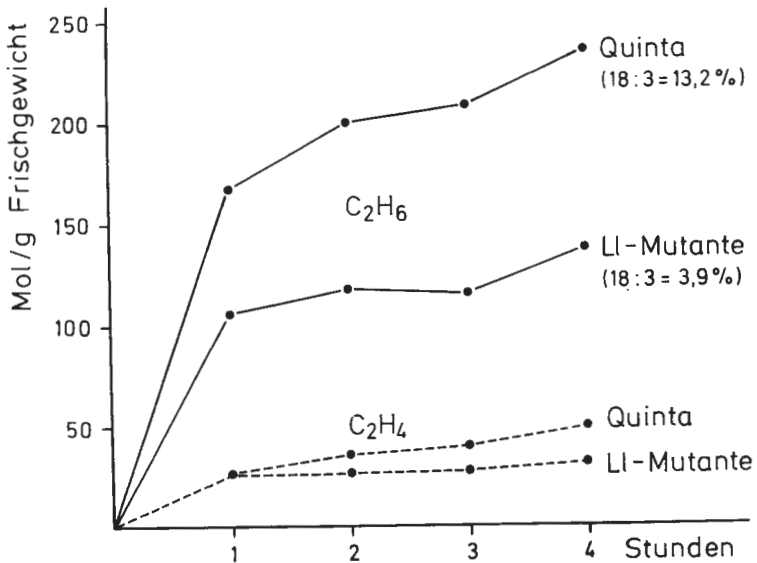


Abb. 3: Äthanbildung nach Frost-Dekompartimentierung in Blättern von Raps; zum Vergleich Äthylenbildung (nach RÖBBELEN 1984)

daß Blätter der Mutante M11 in ihren Thylakoiden viel weniger 18:3 enthalten als die normale Rapssorte 'Quinta'.

Daß mit solchen Veränderungen auch physiologische Leistungsunterschiede der Thylakoide einhergehen können, ließ sich durch Messung des Lumineszenzverlaufs sichtbar machen. Die bei wiederholter Kurzzeitbelichtung nach langer Dunkelheit als Lumineszenz abgestrahlte Energie ist ein Kennzeichen für ineffizienten Elektronentransport. Die Mutante M57 mit niedrigem Linolensäuregehalt zeigte die höchsten Lumineszenzwerte (Abb. 4). Aber auch die Mutante M364 mit einem im Vergleich zur Ausgangsform deutlich höheren Linolensäuregehalt ergab ungünstigere Lumineszenzwerte. Mutative Veränderungen des Linol- und Linolensäureanteils kommen also durchaus als Erklärung für Leistungseinbußen solcher Mutanten infrage.

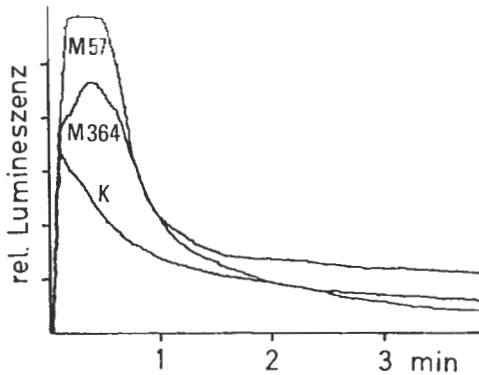


Abb. 4: Lumineszenzverlauf in ausgewachsenen Blättern der Rapssorte 'Oro' (K), der 18:3-armen Mutante M57 und der 18:3-reichen Mutante M364 (nach BRUNKLAUS 1985)

In einem anderen Versuch wurde mit Isotopentechniken geprüft, ob ein verminderter 18:3-Gehalt im grünen Mutantengewebe auch wirklich die Photosynthese beeinflusst (BRAR et al. 1978). In der Tat zeigte sich für die Mutante M11 eine bis zu 25%ige

Reduktion der Photosyntheserate während der vegetativen Entwicklung (Tabelle 3). Allerdings veränderte sich der Wert mit dem Alter der Pflanzen. Im Stadium maximaler Stoffeinlagerung in die Samen wiesen die Blätter von M11-Pflanzen sogar eine um 28% höhere Photosyntheserate auf, während die photosynthetische Aktivität der Schoten in 'Oro' und M11 nahezu gleich war.

Tabelle 3: Netto-Photosynthese und Dunkel-Atmung in mg $\text{CO}_2 \text{ dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ (n = 6) und Gewicht (g) einzelner Organe von zwei Raps-Genotypen (BRAR et al. 1978)

Pflanzenalter	Organ	Oro / M11		
		Photosynthese	Atmung	Frischgewicht
4 Wochen	Blätter	11,7 / 10,3	2,6 / 2,5	2,4 / 2,1
Schotenbildung	Blätter	9,3 / 11,8	- / -	0,5 / 0,4
	Schoten	6,5 / 6,0	4,6 / 3,2	1,0 / 0,7
	Stengel	3,3 / 1,1	1,2 / 2,1	1,4 / 1,3

Auf der anderen Seite ist der Beitrag des sich entwickelnden Embryos zur letztendlich im Samen synthetisierten Gesamt-trockenmasse als gering zu vernachlässigen; er beträgt weniger als 3% im Vergleich zur Aktivität der oberen Blätter, grünen Stengel und Fruchtwände (BRAR und THIES 1977). Somit sind die quantitativen Wechselbeziehungen der Chloroplastenaktivität und Akkumulation spezifischer Fettsäuren im Samenöl insgesamt vorerst nur schwer erklärbar.

Für die Biosynthese der Polyenfettsäuren werden in der Literatur zwei mögliche Wege diskutiert, auf denen 18:3 entweder über 16:3 oder 18:2 entstehen könnte. In Spinatblättern soll 16:3 die einzige Vorstufe von 18:3 sein (KANNANGARA et al. 1973). In anderen Pflanzen ist die Desaturation von 18:2 \rightarrow 18:3 sicher belegt (HARRIS und JAMES 1969). Im Raps scheinen beide Wege gangbar zu sein: Sich entwickelnde Rapssamen und -blätter erzeugen 18:3 aus 16:3 sowie auch aus 18:2, wengleich der letztgenannte Weg ohne Zweifel der wichtigste ist (BRAR und THIES 1978). Dementsprechend könnte man sich einen vitalen Genotyp vorstellen, in dem ein Biogeneseweg (z.B.

18:2 \rightarrow 18:3) vollständig blockiert ist, während der andere (16:3 \rightarrow 18:3) die notwendigen 18:3-Mengen für alle essenziellen Zellfunktionen sicherstellt.

Nicht zuletzt gilt es bei allen Überlegungen zu berücksichtigen, daß sich das Zuchtziel eines bestimmten Polyenfettsäuremusters beim Raps nur auf die Zusammensetzung der Triglyceride in den Öltröpfchen (Oleosomen) des Samen-Speichergewebes und nicht notwendigerweise auch auf die Synthese anderer zellulärer Lipide bezieht. Wie die meisten Stoffwechselreaktionen ist auch die Fettsäurebiogenese in der Pflanzenzelle an spezifische Kompartimente gebunden. Die primäre Fettsäuresynthese erfolgt ausschließlich in den Chloroplasten bzw. in sich entwickelnden Samen in deren Primärform, den Proplastiden (Abb. 5). Weitere

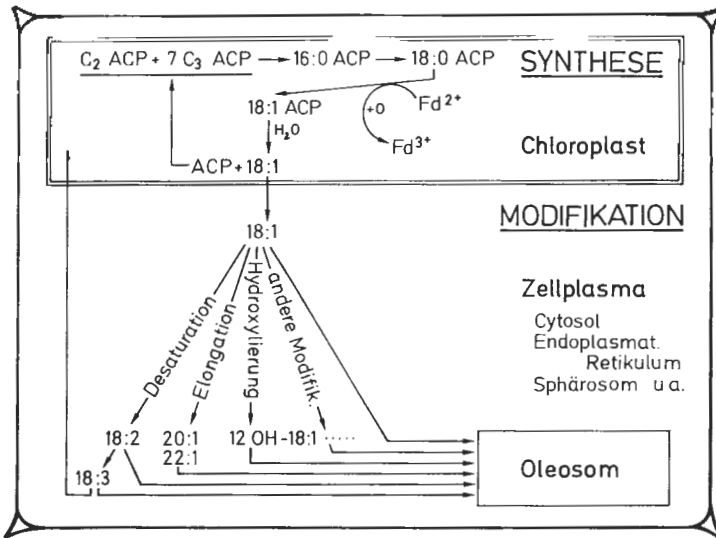


Abb. 5: Schematische Darstellung der Fettsäurebiogenese und ihrer Kompartimentierung; C_2 ACP = Acetyl-ACP; C_3 -ACP = Malonyl-ACP; Fd = Ferredoxin (nach STUMPF u. POLLARD 1983, verändert)

Modifikationen der gebildeten Kohlenwasserstoffkette, beispielsweise die Einfügung zusätzlicher Doppelbindungen, geschehen außerhalb der Chloroplasten an plasmatischen Membranen oder

im Cytosol. Hier erst entstehen schließlich die Neutralfette durch Veresterung der Fettsäuren mit Glycerin sowie auch die anderen in der Zelle benötigten Lipide. Hier geschieht gleichermaßen auch die weitere Desaturation. Linolensäure, die der Chloroplast in seinen Membranen benötigt, wird nicht von ihm selbst, sondern außerhalb gebildet. Aber das hierfür verantwortliche Kompartiment sind sicherlich nicht die Oleosomen. Berechnet man die von den Chloroplasten für die Thylakoidmembranen insgesamt benötigte Linolensäure, so macht diese von der in den Oleosomen einer Ölspeicherzelle akkumulierten Linolensäuremenge kaum ein Prozent aus. Selbst wenn man erwarten könnte, in Mutanten den Linolensäuregehalt im Gesamtsamenöl auf ein Zehntel herabsetzen zu können, so wird trotzdem für den Aufbau eines normalen Thylakoidsystems in den Chloroplasten insgesamt stets mehr als genug Linolensäure von der Zelle gebildet werden. Wenn es also bei unseren Polyenfettsäuremutanten vom Raps darum geht, die erwünschte Fettsäurezusammensetzung in den Oleosomen mit einer funktionell ausreichenden Fettsäureausstattung der Chloroplasten in Übereinstimmung zu bringen, dann handelt es sich dabei nicht, wie es zunächst den Anschein hatte, um ein Problem grundsätzlichen Biosynthesevermögens, sondern um ein solches der Verteilung, um ein typisches Differenzierungsproblem. Von den molekularen Mechanismen, die hieran beteiligt sind, haben wir aber heute praktisch keinerlei Vorstellung.

Züchterische Verbesserung der Mutanten

Angesichts der zahlreichen Fragen, die bislang aus den vorstehend beschriebenen Untersuchungen hinsichtlich möglicher Leistungsbegrenzungen unserer Fettsäuremutanten unbeantwortet blieben, haben wir das Problem der mangelhaften Leistung der Ausgangsmutanten in einem praktisch züchterischen Ansatz anzugehen versucht. Dabei ergab sich, daß schon eine einmalige Rückkreuzung unserer Mutanten mit leistungsfähigen Zuchtsorten zu merklichen Steigerungen der Leistungseigenschaften bei gleich guter Fettsäurezusammensetzung des Samenöls führten (Tabelle 4).

Tabelle 4: Leistung von Winterrapsformen mit verschiedenem Fettsäuregehalt im Samenöl (nach BRUNKLAUS 1985)

Form	Bonitur (Noten 1-9)			Fettsäuregehalt (%)		
	Wuchs	Fertilität	Samenaus- bildung	18:2	18:3	$\frac{18:3}{18:2}$
Sorte 'Jade'	5,0	6,7	9,0	18,0	8,5	0,47
Mutante (W x D x E)	4,3	5,0	6,0	30,0	3,4	0,11
F ₄ -Nachk.	5,2	6,3	7,5	28,2	3,9	0,14

Aus technischen Gründen war für unsere Mutationsversuche als Ausgangsmaterial eine Sommerrapsorte verwendet worden. 1976 wurde begonnen, die mutierten Gene durch Rückkreuzung auch in leistungsfähige Winterrapsorten einzuführen. Daraus ergaben sich Formen, die alljährlich reproduzierbar Samen mit bis zu 35% Linolsäure und gleichzeitig unter 3,5% Linolensäure hervorbringen können. Bis 1979 waren in Göttingen aus solchen Kreuzungsnachkommenschaften einigermaßen winterfeste Linien ausgelesen worden, von denen nach Herbstsaussaat Samen mit einem ähnlich guten Polyenfettsäureverhältnis wie in den ursprünglichen Mutanten-Sommertypen geerntet werden konnten. Wegen des relativ großen Umwelteinflusses war die mehrjährige Prüfung dieses Materials von besonderer Bedeutung. In einer umfangreichen dreierartigen Leistungsprüfung wurden 1984 und 1985 Nachkommen aus zweimaliger Rückkreuzung in einer feldmäßigen Leistungsprüfung mit konventionellen Sorten verglichen. Nach wie vor waren die Mutantennachkommen im Durchschnitt den Vergleichssorten unterlegen. Aber ein BC₄²-Stamm Nr. 6 unterschied sich in seinen agronomischen Leistungen schon nicht mehr von den mitgeprüften Sorten, während sein Polyenfettsäuregehalt dem Zuchtziel, einem 18:3 / 18:2-Verhältnis von 0,1, in etwa entsprach.

Schlußfolgerung

Wegen der Komplexität des pflanzlichen Stoffwechsels bewirken induzierte Mutationen nicht selten Störungen des physiologischen Gleichgewichts, die in erwünschten Mutanten zu Leistungsdepressionen führen können. Versuche, die verminderte Vitalität von Mutanten auf pleiotrope Wirkungen ihrer mutierten Loci oder gar einzelne physiologische Folgereaktionen zurückzuführen, zeigen häufig keine eindeutigen Ergebnisse. Der Pflanzenzüchter ist in solchen Fällen gut beraten, in pragmatischem Ansatz zu versuchen, die interessierende Mutation durch rekurrente Selektion in einen besseren genetischen Hintergrund einzulagern und die Ausprägung des mutierten Gens durch Änderung genischer Wirkungsbeziehungen zu optimieren. Solange ein besseres Verständnis der komplexen genetischen Steuerung physiologischer Mechanismen fehlt, kann nur ein zielstrebigere Einsatz der klassischen, züchterischen Verfahren zu Fortschritten führen. Solche entsprechen, wie das vorliegende Beispiel erkennen läßt, nicht immer der Erwartung, die man aus fragmentarischen stoffwechselphysiologischen Einzelkenntnissen zu folgern verleitet sein könnte. Genetisch physiologische Untersuchungen und empirisch züchterische Arbeitsweisen haben somit als komplementäre Verfahren der Qualitätszüchtung zumindest solange Berechtigung, als sicherere Kausalbeziehungen nicht zureichend erkennbar sind.

Literatur

- ADAM, O., G. WOLFRAM, M. ZÖLLNER, 1984: Fette, Seifen, Anstrichmittel 86, 180-183
- APPELQVIST, L.A., 1971: *Physiol.Plant.* 25, 493-502
- ARENS, M., S. KÖNNER, G. WERNER, U. PETERSEN, 1984: Fette, Seifen, Anstrichmittel 86, 89-92
- BENSON, A.A., 1971: Structure and Function of Chloroplasts, M. Gibbs (ed.), Springer, Berlin, 129-148
- BOLDINGH, J., 1969: Fette, Seifen, Anstrichmittel 71, 1-10
- BRAR, G.S., F. LENZ u. W. THIES, 1978: *Z.Acker- u.Pflanzenbau* 147, 147-153
- BRAR, G.S., u. W. THIES, 1977: *Z.Pflanzenphysiol.* 82, 1-13
- BRAR, G.S., and W. THIES, 1978: *Proc. 5th Int.Rapeseed Conf.*, Vol. 2, Malmö, 27-30

- BROWSE, J.A., and C.R. SLACK, 1981: FEBS Lett. 131, 111-114
- BRUNKLAUS, E., 1985: Diss. FB Agrarwiss., Göttingen, 78 S.
- CANVIN, D.T., 1965: Can.J.Bot. 43, 63-69
- HARRIS, P., and A.T. JAMES, 1969: Biochem.J. 112, 325
- JÖNSSON, R., 1975: Sveriges Utsädesf.Tidskr. 85, 271-278
- JÖNSSON, R., 1977: Hereditas 87, 205-218
- KANNANGARA, C.G., B.S. JACOBSEN and P.K. STUMPF, 1973: Biochem.Biophys.Res.Comm. 52, 648
- NITSCH, A., 1974: Proc. 4th Int.Rapeseed Conf., Gießen, 109-117
- NITSCH, A., 1975: Diss. Landw.Fak. Göttingen, 58 S.
- RAKOW, G., 1972: Diss. Landw.Fak. Göttingen, 67 S.
- RAKOW, G., 1973: Z.Pflanzenzüchtg. 69, 62-82
- RAKOW, G., and D.I. MCGREGOR, 1973: J.Am.Oil Chem.Soc. 50, 400-403
- RÖBBELEN, G., 1973: Qual.Plant.-Pl. Fds.Hum.Nutr. XXIII, 221-238
- RÖBBELEN, G., 1984: Biotechnology for the Oils and Fats Industry, C. Ratledge, P. Dawson, F. Rattray (eds.). American Oil Chemists Society, 97-105
- RÖBBELEN, G., u. G. RAKOW, 1970: Proc.Int.Conf. Rapeseed, St.Adéle, 476-490
- RÖBBELEN, G., u. W. THIES, 1988: Brassica Crops and Wild Allies - Biology and Breeding. S. Tsunoda, K. Hinata und C. Gomez-Campo (eds.). Japan.Sci.Soc.Press, Tokyo, 245-283
- RÖBBELEN, G., u. A. NITSCH, 1975: Z.Pflanzenzüchtg. 75, 93-105
- SEHER, A., L. ELLINGHAUS, G. WERNER u. U. PETERSEN, 1984: Fette, Seifen, Anstrichmittel 86, 47-51
- STUMPF, P.K., and M.R. POLLARD, 1983: High and Low Erucic Acid Rapeseed Oils. J.K. Kramer, F.D. Sauer and W.J. Pigden (eds.), Academic Press Canada, Toronto, 131-141
- TREMOLIERES, A., J.P. DUBACQ, D. DRAPIER, 1982: Phytochemistry 21, 41-45
- THIES, W., 1968: Angew.Bot. XLII, 140-154
- THIES, W., 1971a: Z.Pflanzenzüchtg. 65, 181-202
- THIES, W., 1971b: Fette, Seifen, Anstrichmittel 73, 710-715

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. G. Röbbelen,
 Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
 Georg-August-Universität Göttingen,
 von-Siebold-Str. 8, D-3400 Göttingen

Schorfresistenzzüchtung beim Apfel: Sinn und heutiger Stand

Jutta Krüger*

Der Apfelschorf ist eine weit verbreitete und wirtschaftlich wichtige Pilzkrankheit im Apfelanbau. Da der Marktwert der Früchte bereits bei einem geringen Befall durch den Erreger dieser Krankheit, *Venturia inaequalis* (Cke.) Aderh., erheblich sinkt, werden Erwerbsanlagen normalerweise durch häufige Fungizidspritzungen schorffrei gehalten. Derartige wiederholte Anwendungen bringen jedoch zahlreiche Probleme mit sich. Wegen einer nur kurzen kurativen Wirkung der Mittel ist der Zeitraum für eine effektive Spritzung relativ gering. Da die Infektionszeiten in Nässeperioden liegen, kann es beim Befahren des Feldes zu Schwierigkeiten kommen. Präventives Spritzen ist noch teurer als kurative Anwendungen und bringt durch wiederholten Mitteleinsatz eine noch höhere Umweltbelastung mit sich. Die permanente Verwendung von Fungiziden - bei nicht genügendem Wechsel der Wirkstoffgruppen - kann bei Pilzen zu Resistenzbildung, vor allem gegen systemische Fungizide, führen. Beim Erreger des Apfelschorfes wurde dies bei den Benzimidazolen besonders deutlich.

Von *V. inaequalis* befallene Apfelfrüchte zeigen an den Befallsstellen Wachstumsstörungen. Im Laufe der Vegetationszeit kann es bei befallenen Früchten zur Ribbildung kommen. Derartige Stellen sind für weitere Pilze - vor allem Fäulniserreger - wichtige Eintrittspforten. Faule Früchte sind zum Verkauf nicht geeignet; sie sind i. a. aber auch zum Vermosten untauglich, da ein Teil der Fäulniserreger in der Lage ist, für den Menschen giftige Mykotoxine zu bilden, die auch bei der Verarbeitung nicht abgebaut werden. *V. inaequalis* befällt neben den Früchten auch die Blätter und in geringerem Maße die Zweige. Stark verschorfte Blätter fallen vorzeitig ab. Die Folge sind kleinere Früchte, schlechteres Wachstum des Baumes und für das kommende Jahr ein verringerter Fruchtansatz. Die Steigerung der Apfelproduktion wurde im Laufe der Jahre durch den Anbau in größeren Obstanlagen und durch die Verringerung auf wenige ertragreiche Sorten in den einzelnen Anlagen erreicht. Beide Sachverhalte verstärken die Gefahr eines schweren Befalles durch Schaderreger, und es kann zu einer raschen Ausbreitung einer Krankheit oder eines Schädling kommen. Eine Bekämpfung ist dann häufig nur noch durch massiven Einsatz von chemischen Mitteln möglich.

* Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung, Bornkampsweg, 2070 Ahrensburg

Referat gehalten anlässlich der Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., März 1986 in Geisenheim.

Hoffnung, diesen Problemen zu entgehen bzw. sie erheblich zu reduzieren, besteht in der Anwendung des sogenannten integrierten Pflanzenschutz-Systems. Hierunter versteht man ein Verfahren, bei dem alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden in möglichst guter Abstimmung aufeinander verwendet werden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewußte Ausnutzung aller natürlicher Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht. Ein wichtiger Faktor im integrierten Pflanzenschutz ist die Verwendung von resistenten Sorten. Einige für Schorf nicht anfällige Apfelsorten sind bereits im Ausland vorhanden. Hierzu gehören z. B. "Prima", "Priscilla", "Sir Prize" und "Liberty" aus den USA, "Priam" und "Querina" ("Florina") aus Frankreich, "Macfree" und "Nova Easygrow" aus Kanada, "Gavin" aus England und "Bonza" aus Australien. Für den Erwerbsanbau bei uns hat sich von allen resistenten Sorten bisher noch keine als geeignet erwiesen, obwohl einige davon für den Hausgarten durchaus tauglich sind (Silbereisen, 1985).

In der Bundesrepublik Deutschland wird Resistenzzüchtung beim Apfel z. Z. nur an der Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung in Ahrensburg/Holstein betrieben. Seit 8 Jahren wird hier auf Resistenz gegen die wichtigsten Pilzkrankheiten - Schorf, Mehltau und Obstbaumkrebs - gezüchtet, wobei die Züchtung gegen Schorf am weitesten fortgeschritten ist.

In Tab. 1 sind die bisher in Kreuzungen verwendeten Resistenzquellen für Schorf aufgeführt. Die Resistenz von *Malus floribunda* 821 ist in zahlreichen Resistenzquellen vorhanden. Diese Resistenz ist im Gegensatz zu der polygenen Resistenz in *M. micromalus*, *M. zumi* und den D-Nummern monogen dominant bedingt. Kreuzungen mit *M. floribunda* 821-Abkömmlingen haben daher den Vorteil, daß die Anzahl resistenter Sämlinge und der Resistenzgrad in Nachkommenschaften recht hoch sind. Bei einer monogenen Resistenz besteht jedoch die Möglichkeit der Resistenzbrechung. Da diese Gefahr bei den *M. micromalus*-, *M. zumi*- und D-Nummern-Abkömmlingen kaum gegeben ist, soll in Zukunft auch versucht werden, beide Resistenzen miteinander zu koppeln, um Pflanzen zu erhalten, die dauerhaft widerstandsfähig gegen Schorf sind. Bei den *M. floribunda* 821-Abkömmlingen sind i. a. die Fruchteigenschaften weitaus besser als bei den *M. micromalus*-, *M. zumi*- und D-Nummern-Abkömmlingen. Große Früchte, angenehmer Geschmack und attraktives Aussehen sind Eigenschaften, die vom Konsumenten von einem guten Apfel verlangt werden. Einige der *M. floribunda* 821-Abkömmlinge besitzen diese Eigenschaften bereits in einem annehmbaren Maße, so daß nach Kreuz-

zungen von diesen mit einer guten Sorte evtl. in der ersten Nachkommenschaft schon Sämlinge mit Sortencharakter gefunden werden können. Auch bei den anderen M. floribunda 821-Abkömmlingen sind einzelne Fruchtigenschaften gut ausgeprägt. Die anderen Resistenzquellen sind in ihrer Fruchtqualität i. a. recht ungünstig. Vor allem die Fruchtgröße ist bei den meisten eindeutig zu gering. Dies bedeutet, daß Rückkreuzungen mit großfrüchtigen Sorten notwendig sind, um Nachkommen mit ausreichend großen Früchten zu erhalten. Auch in Aussehen und Geschmack entsprechen diese resistenten Klone größtenteils nicht den Anforderungen.

Von den 1979 durchgeführten Kreuzungen zwischen dem schorffresistenten Klon TSR15T3 - einem M. floribunda 821-Abkömmling - und der Sorte "Elstar" sowie dem Jorker Klon "Astramel" haben bis 1985 gut die Hälfte aller Nachkommen gefruchtet. Zahlreiche Bäume davon haben bereits Früchte mit einer ausreichenden Größe und einem akzeptablen Aussehen, während sie häufig geschmacklich nicht befriedigen. Besonders die Nachkommen von TSR15T3 und "Astramel" sind im Geschmack der Wildform mit ihrem Gerbstoffgehalt noch sehr ähnlich. Einige der Sämlinge haben jedoch schon Früchte, die sowohl in Größe als auch Aussehen und Geschmack als gut zu bewerten sind. Diese wurden auf Unterlagen veredelt, um sie weiterhin auf ihre Eignung als Sorte zu prüfen bzw. um sie für weitere Kreuzungen als schorffresistenter Elternteil zu verwenden.

In den Nachkommenschaften der anderen Kreuzungen sind i. a. erst vereinzelt Sämlinge mit Früchten aufgetreten, so daß bei diesen vorerst in dieser Hinsicht noch keine Bewertung möglich ist. Von den Sämlingen, die 1978 und 1979 aus freier Abblüte von verschiedenen D-Nummern, Klon 19, Klon 29 sowie TSR15T3 gewonnen wurden, hat sich kaum einer als erhaltenswert herausgestellt.

Zusammenfassung

Bei der chemischen Bekämpfung des Apfelschorfes gibt es zahlreiche Probleme, die durch den Anbau von gegen diesen Pilz resistenten Apfelsorten entfallen bzw. erheblich abgeschwächt würden. Von den z. Z. vorhandenen, ausländischen, resistenten Sorten ist für den Erwerbsanbau bei uns keine geeignet.

An der Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung in Ahrensburg werden bei der Züchtung auf Schorffresistenz verschiedene Resistenzquellen verwendet, deren Vor- und Nachteile beschrieben werden. Einige resistente Nachkommen mit guten Fruchtigenschaften sind bereits aus einzelnen Kreuzungen vorhanden.

Tab. 1: An der BFA Ahrensburg für Kreuzungen verwendete Schorf-Resistenzquellen

<u>Malus floribunda 821:</u>	Coop 6, 7, 8, 9, 10 Prima (Coop 2) Priscilla (Coop 4) 5053 (Laxtons Superb x Priam) TSR15T3 HAR13T57 HAR30T106 A163/42 A59/24 0668 ((Lobo x Dg23-35) x Klon 68)
<u>Malus micromalus:</u>	Klon 19 (M. micromalus x Charlamowsky) 0145 (Klon 19 x Klon 98) 0706, 0725, 0774, 0791 (Klon 19 x Klon 68)
<u>Malus zumi:</u>	Klon 29 (M. zumi x Landsberger Renette) 0640 ((Antonowka x Klon 29) x Klon 6)
<u>? :</u>	D 3, 12, 19

Klon 6: Morgenrot

Klon 68: Orangenburg

Klon 98: Oldenburg frei abgeblüht

Literatur

Silbereisen, R., 1985: Schorfwiderstandsfähige Apfelsorten - Zuchtziel und Wirklichkeit. Erwerbsobstbau 27, 5-13.

W. Kübler, Gießen:

Bedeutung pflanzlicher Lebensmittel für die Bedarfsdeckung mit
essentiellen Mineralstoffen und Vitaminen

Bevor ich mich dem speziellen Thema der Bedarfsdeckung durch pflanzliche Lebensmittel zuwende, möchte ich einige Bemerkungen darüber machen, was wir heute über die Bedarfsdeckung mit essentiellen Nährstoffen in der Bundesrepublik wissen. Das ist wesentlich mehr als noch vor einigen Jahren weil sich die Grundkonzeption der Betrachtung geändert hat: Wir sind etwas abgerückt von Bilanzüberlegungen - der Gegenüberstellung eines möglichst gut geschätzten Bedarfes für definierte Personengruppen und der Zufuhr von Nährstoffen durch die verzehrten Lebensmittel. Dies hat sich als ein zu kompliziertes System erwiesen.

Statt dessen stützen wir uns immer mehr auf Messungen an den Personen der Zielgruppen selbst; etwa nach dem Vorbild der klinisch-chemischen Laboratoriumsdiagnostik. Dies wurde vor allem möglich, nachdem uns hier immer mehr und bessere Methoden zur Verfügung stehen, die nicht Momentaufnahmen für die Zufuhr, sondern Funktionsmeßwerte für die Bedarfsdeckung liefern (Tab. 1). Es handelt sich um Messungen von Serum- und Erythrocytenenzymen, die Absättigung spezifischer Transportproteine, die Bestimmung

Tab. 1: Grenzwerte zur Beurteilung der Bedarfsdeckung mit Hilfe chemisch-biochemischer Messungen

		Bedarfsdeckung unsicher (< 2,5-Perzentile)	
Eisen	Serum-Eisen	m \leq 60 w \leq 50	$\mu\text{g/dl}$ $\mu\text{g/dl}$
Vitamin A	Plasma-Retinol	m \leq 35 w \leq 30	$\mu\text{g/dl}$ $\mu\text{g/dl}$
Vitamin E	Plasma-Tocopherole	m \leq 0,5 w \leq 0,6	mg/dl mg/dl
Thiamin	α 1) ETK	\geq 1,25	
Riboflavin	α 2) EGR	\geq 1,30	
Vitamin B ₆	α 3) EGOT	\geq 2,0	
Folat	Erythrocyten-Folat	\leq 12,5	$\mu\text{g/dl}$ *)
Vitamin B ₁₂	Plasma-Vitamin B ₁₂	\leq 15	ng/dl *)
Vitamin C	Plasma-Vitamin C	m \leq 0,5 w \leq 0,55	mg/dl mg/dl

-
- *) Nach Angaben der Kit-Herstellung; Verteilung noch nicht bekannt.
 1) Aktivierung der Erythrocyten-Transketolase durch Zusatz von TPP.
 2) Aktivierung der Erythrocyten-Glutathionreduktase durch Zusatz von FAD.
 3) Aktivierung der Erythrocyten-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (Aspartataminotransferase) durch Zusatz von PALP.

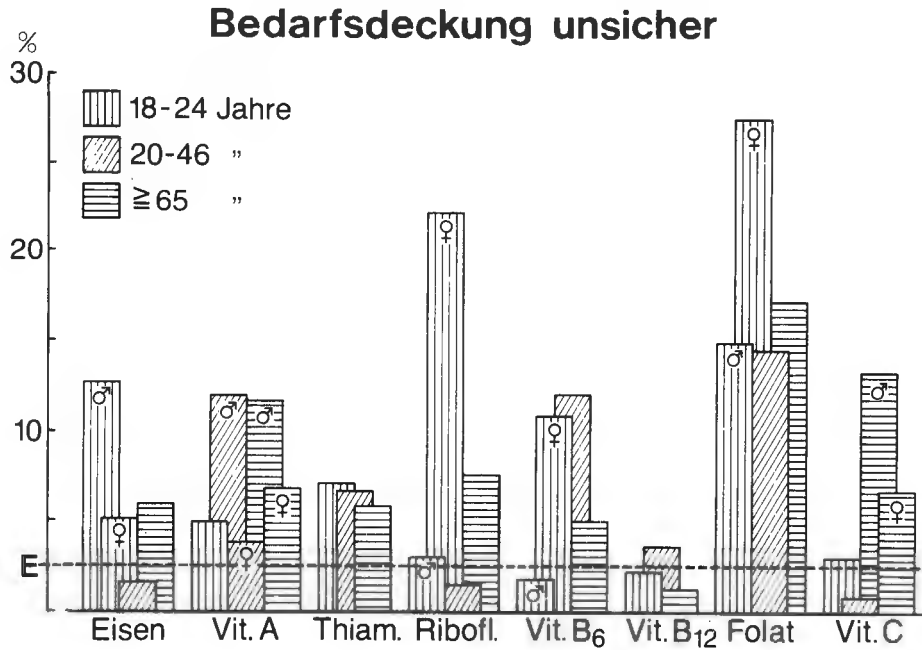


Abb 1: Anteil der Probanden mit unsicherer Bedarfsdeckung aus 8 regionalen Untersuchungen (vgl. Tab. 2; gewogene Mittelwerte). E = Erwartungswert (2,5-Perzentile).

typischer Metaboliten - und nur noch vereinzelt um einfache Messungen von Mineral- und Vitamin-Konzentrationen, die vor allem durch eine kurz vorher erfolgte Nahrungsaufnahme bestimmt werden.

Bedarfsdeckung in der Bundesrepublik Deutschland

Mit solchen Methoden wurden inzwischen reichlich 5 000 Personen in 8 regionalen Stichproben untersucht (Tab. 2). Die Ergebnisse sind also für diese Orte, nicht aber für die ganze Bundesrepublik Deutschland repräsentativ. Eine bundesweite Repräsentativuntersuchung dieser Art ist soeben, mit Förderung des Bundesministers für Forschung und Technologie, angelaufen.

Abbildung 1 faßt die Ergebnisse der regionalen Stichproben als gewogene Mittelwerte zusammen. Der besseren Übersicht wegen wurde nur dort nach Geschlechtern differenziert, wo signifikante Unterschiede nachgewiesen worden sind. Als Grenzwerte für den "kritischen Bereich" - in dem eine unsichere Bedarfsdeckung angenommen werden muß - wurden die 2,5-Perzentilen gut versorgter Kollektive gewählt. Das ist sinnvoll weil die meisten der herangezogenen Parameter (die einzigen Ausnahmen bilden Plasma-Tocopherole und Plasma-Ascorbinsäure) "Funktionsmeßwerte" sind (9); sie erreichen bei ausreichender Nährstoffzufuhr Grenzwerte, die bei einer weiteren Steigerung der Nährstoffaufnahme nicht überschritten werden. Bei solchen Meßgrößen ist also nur noch die individuelle Streuung der Grenzwerte zu berücksichtigen. Eine Erstellung von Normalwerten ist also möglich: Sie sind unabhängig

Tab. 2: Regionale Bedarfsdeckungsuntersuchungen an repräsentativen Bevölkerungsstichproben in der Bundesrepublik Deutschland

Stichprobe		n	Lit.
Wehrpflichtige (19 bis 21 Jahre)* mittelhessische Standorte	1979/80	1050	(11)
Bevölkerungsstichprobe (18 bis 24 Jahre) Heidelberg, Michelstadt/Od., Berlin	1982/83	363	(3)
Studenten, Univ. Bonn	1975	143	(7)
Bevölkerungsstichprobe (20 - 40 Jahre), Heidelberg	1975 - 79	1439	(2)
Industriearbeiter, Großraum Bonn	1978/79	519	(8)
Frauen 1. Schwangerschaftstrimester (18 bis 46 Jahre), BRD **	1970 - 79	210 - 984	(10)
Bevölkerungsstichprobe (65 bis 90 Jahre), Stadt u. Umland Gießen	1981	317	(6)
Bevölkerungsstichprobe (65 bis 74 Jahre), HD,MI,B	1982/83	384	(3)

* Spätestens 10 Tage nach Dienstantritt

** Ohne Vitaminzulagen, Einsendungen aus Kliniken (Freiburg i. Br., Ulm, Tübingen, Gießen, Düsseldorf, Berlin, Hamburg, Kiel)

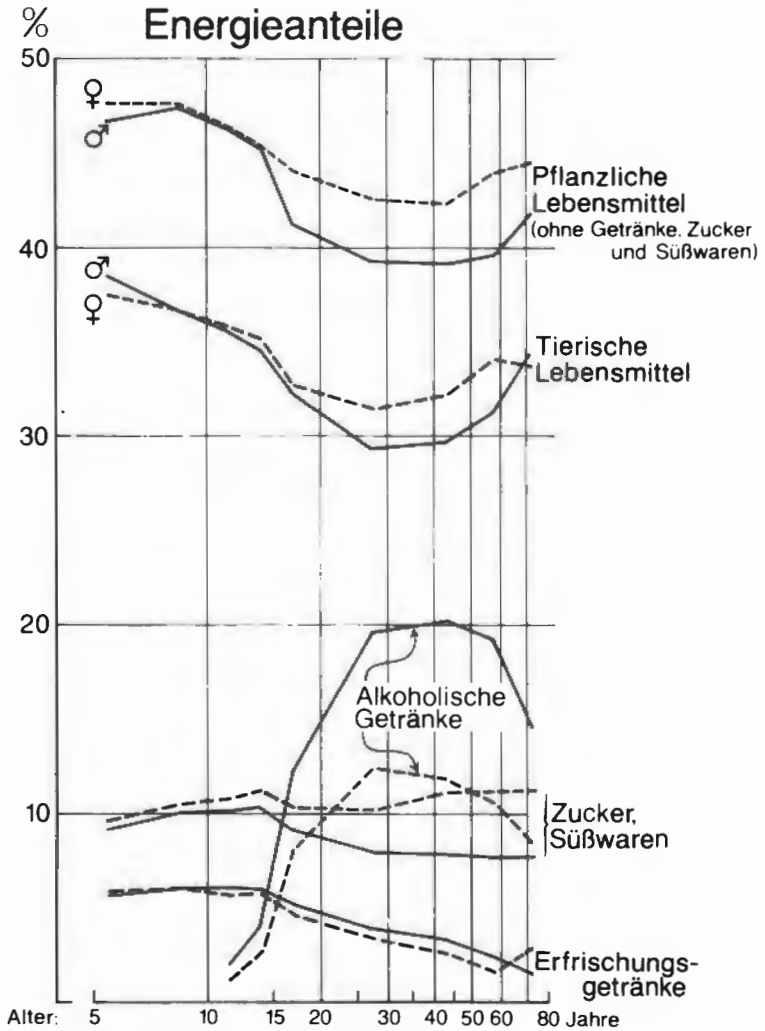


Abb. 2 : Anteil pflanzlicher und tierischer Lebensmittel am Verbrauch von Nahrungsenergie nach Alterklassen (4).

von den Ernährungsgewohnheiten, solange diese eine volle Bedarfsdeckung gewährleisten. Bei der Untersuchung von Kollektiven ist bei einem solchen Vorgehen zu erwarten, daß 2,5 % der Meßwerte im kritischen Bereich liegen. Dieser Erwartungswert (E) ist in Abbildung 1 markiert. Eine kritische Bedarfsdeckung liegt also nur dort vor, wo dieser Erwartungswert statistisch beweisbar überschritten wird.

Bei allen Vorbehalten - vor allem weil wir bisher nur über Befunde aus regionalen Stichproben verfügen - erlauben diese Untersuchungen einige wichtige Folgerungen:

1. Selbst in Gruppen mit besonders häufigen Bedarfsdeckungslücken sind es nie mehr als 30 % der Meßwerte, die in den kritischen Bereich fallen. Mit anderen Worten: Bei mindestens 70 % der Untersuchten gewährleistet unsere gegenwärtige Ernährungsweise eine gesicherte Bedarfsdeckung mit Eisen und Vitaminen ohne besondere Maßnahmen. Daraus ist zu folgern, daß es für eine befriedigende Bedarfsdeckung keiner vollständigen Neuorientierung unserer Ernährung bedarf; vielmehr muß geklärt werden, warum eine Minderheit sich unbefriedigend ernährt. Dies ist das Ziel der zur Zeit laufenden Repräsentativerhebung.

2. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Bedarfsdeckung mit den Vitaminen Thiamin und vor allem Folsäure für alle Altersgruppen. In zweiter Linie sind Vitamin B₆ und Vitamin A wichtig. Vitamin A häufiger bei Männern, Vitamin B₆ mehr bei Frauen.

Anfügen sollte man wahrscheinlich noch die Mineralstoffe Calcium und Jod - aber um dies zu klären, bestehen noch methodische Probleme.

Vitamin E, Niacin (die untersucht wurden, aber nicht aufgeführt sind) und Vitamin B₁₂ sind für gesunde Erwachsene bei uns keine kritischen Nährstoffe. Dasselbe gilt für Vitamin C - wenn man von Senioren absieht.

3. Besonders häufig findet man Bedarfsdeckungslücken bei Senioren - vor allem bei Männern - und bei jungen Frauen. Der letzte Befund hat uns überrascht. Seine Ursachen sind noch nicht sicher geklärt. Hier muß besonders dringend Abhilfe geschaffen werden: Im Falle einer Schwangerschaft kann ein Vitamindefizit vor allem für die Mutter bedenkliche Folgen haben. Beim Stillen gefährdet ein geringerer Vitamingehalt der Muttermilch den Säugling.

Verbrauch pflanzlicher Lebensmittel

Wir haben nun zu prüfen, welchen Beitrag Lebensmittel pflanzlicher Herkunft zur Behebung der erkannten Bedarfsdeckungslücken leisten können. Im wesentlichen halte ich mich dabei an die Durchschnittsdaten über den Lebensmittelverbrauch in der Bundesrepublik, wie sie im Ernährungsbericht 1984 der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (4) ausgewiesen sind.

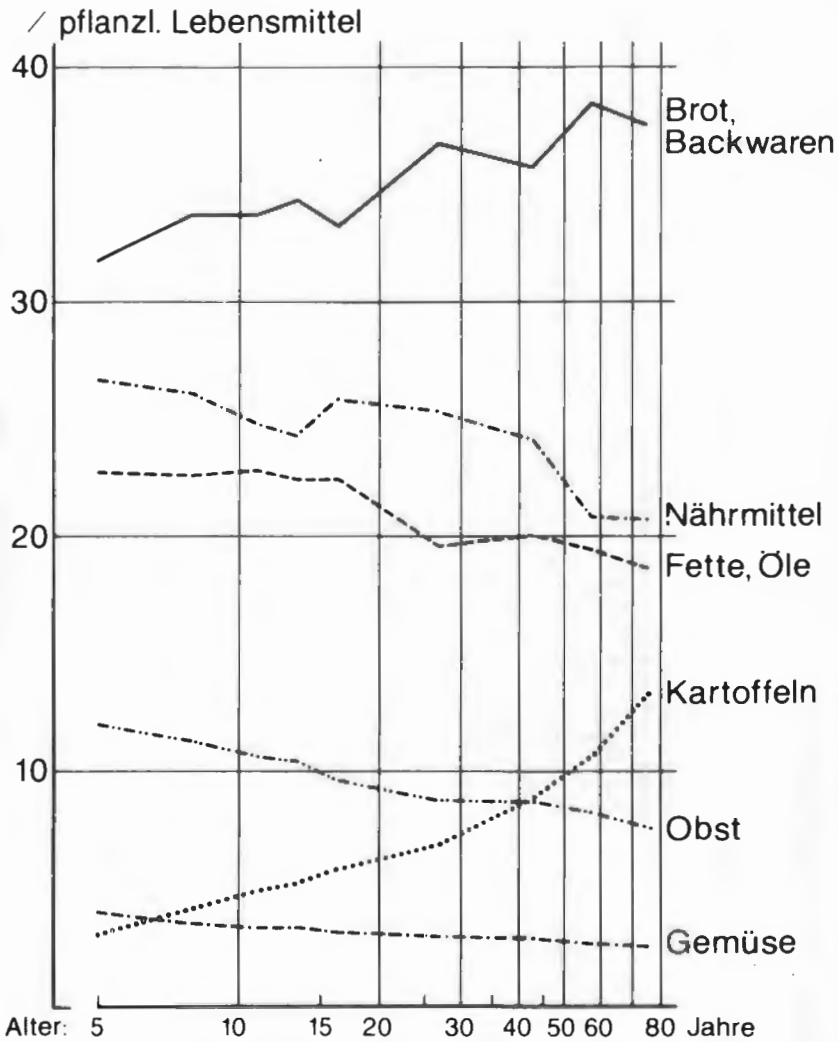
Abbildung 2 vermittelt einen Gesamtüberblick. Sie läßt erkennen, daß der Anteil der Lebensmittel mit geringem Gehalt an essentiellen Nährstoffen - Zucker und Süßwaren, alkoholische und Erfrischungs-Getränke - einen sehr beträchtlichen Anteil am Gesamt-Energieverbrauch ausmacht: Bei Männern im Alter zwischen 19 und 50 Jahren rund 33 %, bei Frauen ca. 28 %. Knapp 60 % der übrigen Nahrungsenergie stammen aus pflanzlichen Lebensmitteln. Bei Frauen etwas mehr als bei Männern.

Unterteilt man diese pflanzlichen Lebensmittel in die typischen Gruppen (Abb. 3), so bestehen zwischen Männern und Frauen nur noch geringfügige Unterschiede - Männer verbrauchen etwas weniger Obst und Gemüse, dafür etwas mehr Brot und Backwaren -, die ich im Folgenden vernachlässigen werde. Die Abbildung 3 zeigt indessen einige bemerkenswerte Alterstrends:

Tab. 3: %- Anteile des Verbrauchs von Nahrungsmitteln am Gesamtverbrauch pflanzlicher Lebensmittel in Energieeinheiten

	Alter				
	4 - 6 J.	10 - 12 J.	15 - 18 J.	36 - 50 J.	65 J.
Weizenmehl u. -gries	2,8	5,5	8,6	11,3	12,1
Teigwaren, sonst. Mehlnährm.	17,9	13,4	10,9	7,4	5,5
Kartoffelerzeugnisse, Nährm. i. Fertigger.	2,3	2,2	2,5	2,4	0,6
Reis	2,5	2,3	2,1	1,5	1,2
Hülsenfrüchte	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6

Energieanteile



Nährstoffdichte Weizenvollkornbrot

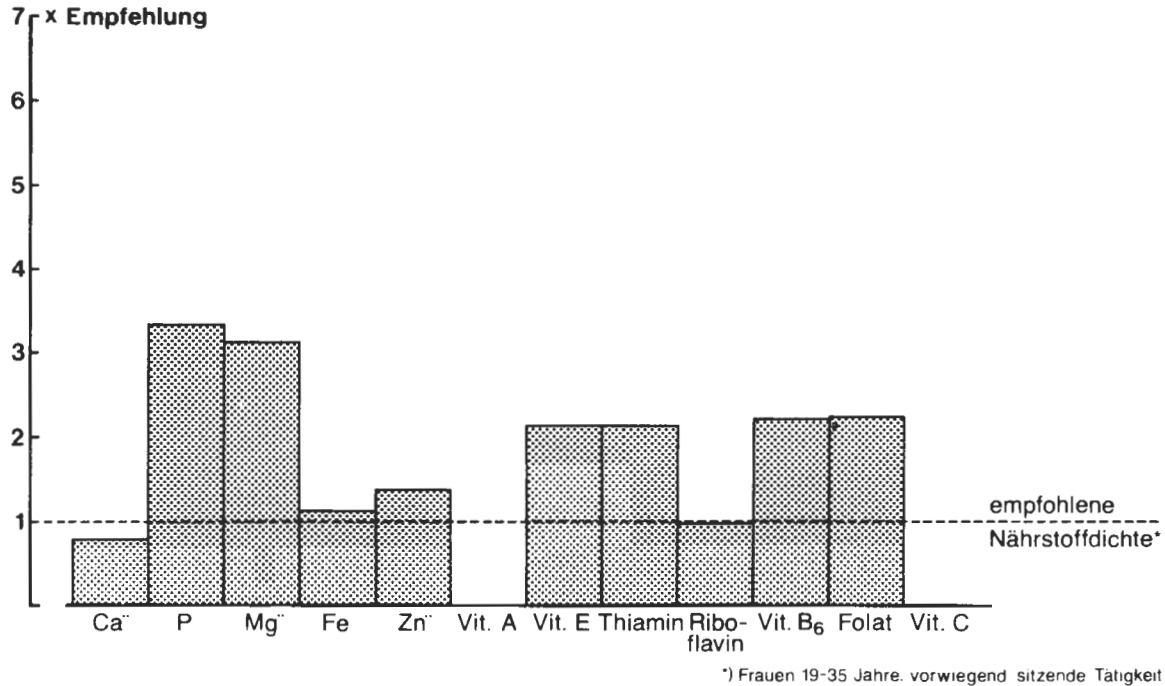
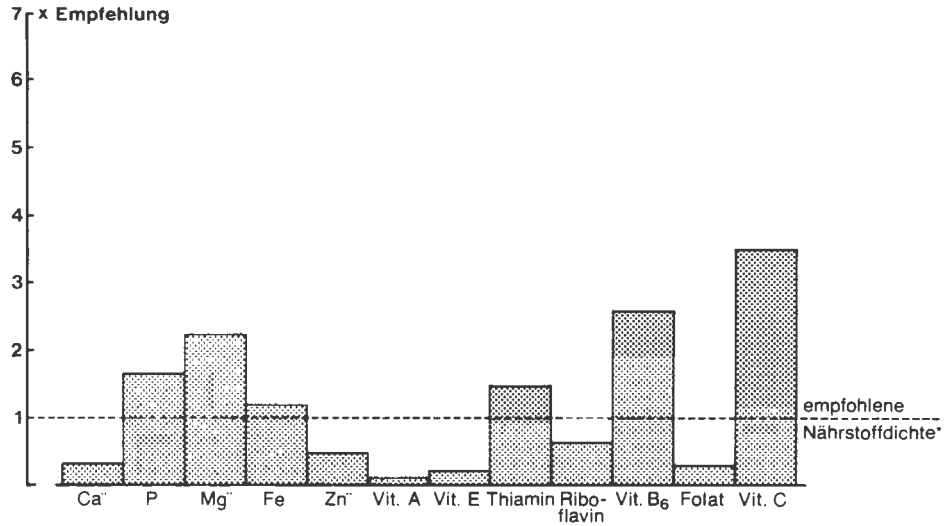


Abb. 4: Nährstoffdichten von Weizenvollkornbrot im Vergleich zu den empfohlenen Nährstoffdichten von Frauen (19-35 Jahre) mit vorwiegend sitzender Tätigkeit.

Nährstoffdichte Kartoffeln (gekocht)



*) Frauen 19-35 Jahre, vorwiegend sitzende Tätigkeit

Abb. 5: Nährstoffdichten von Kartoffeln (gekocht).
Bezug wir Abb. 4.

Nährstoffdichte Apfel

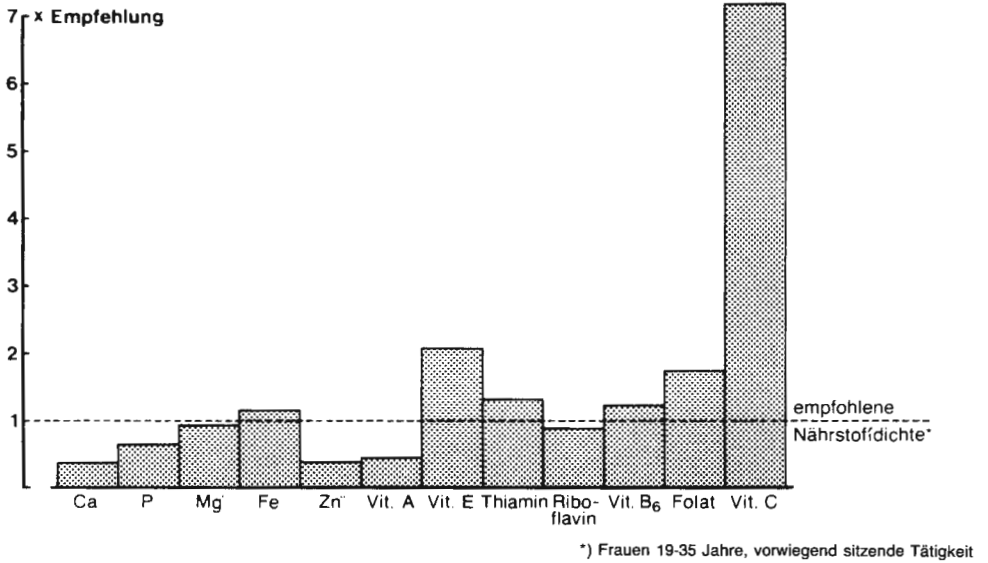
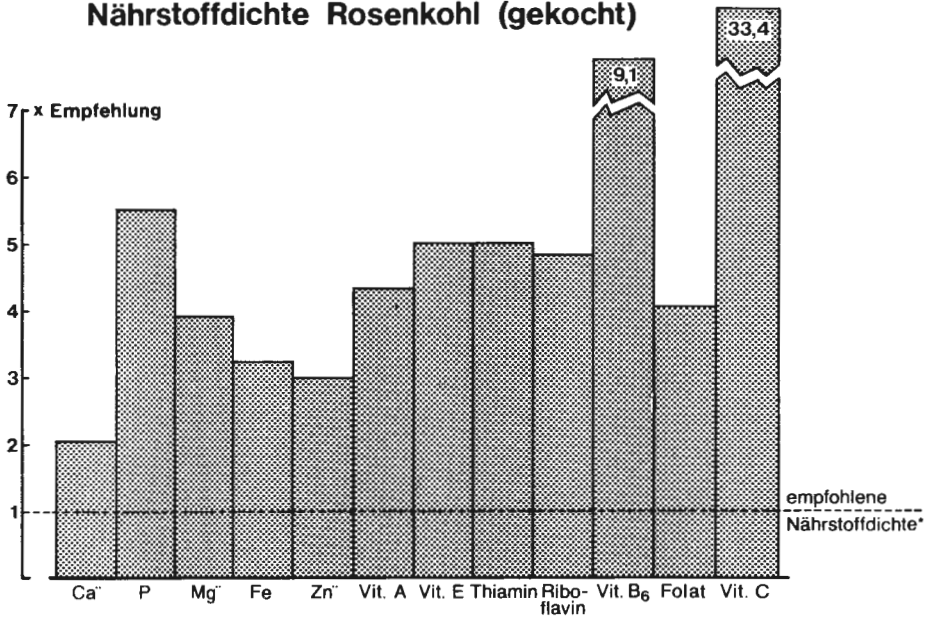


Abb. 6: Nährstoffdichten von Äpfeln, Bezug wie Abb. 4.

Nährstoffdichte Rosenkohl (gekocht)



*) Frauen 19-35 Jahre, vorwiegend sitzende Tätigkeit

Abb. 7 : Nährstoffdichten von Rosenkohl (gekocht).
Bezug wie Abb. 4.

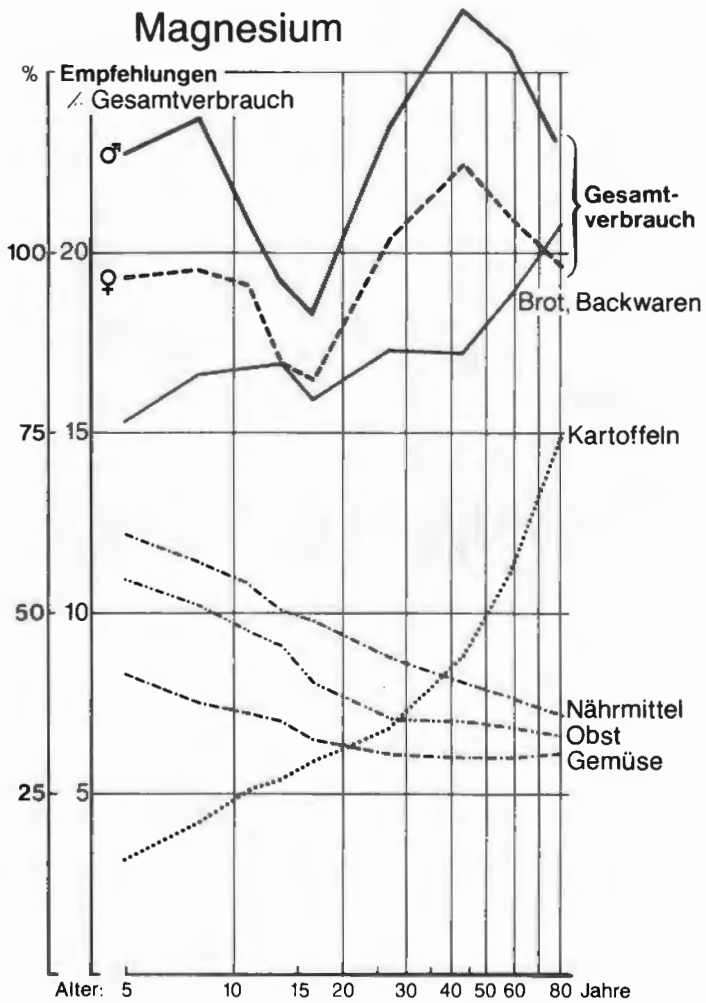


Abb. 8 : Mittlerer Magnesiumverbrauch (4). Anteil einzelner pflanzlicher Lebensmittel.

- Am auffallendsten ist die Veränderung beim Verbrauch von Kartoffeln. Er fällt von rund 13 % bei Verbrauchern über 65 Jahre auf knapp 6 % bei 15 bis 18-jährigen bis auf 3 % bei Vorschulkindern (4 - 6 Jahre).
- Ähnliche Tendenzen, jedoch wesentlich schwächer ausgeprägt, sind bei Brot und Backwaren zu erkennen.
- Dafür nimmt der Verbrauch von Obst, Gemüse und pflanzlichen Fetten und Ölen mit zunehmendem Alter deutlich ab.
- Auch bei Nahrungsmitteln ist eine mit zunehmendem Alter abnehmende Tendenz zu erkennen. In dieser Gruppe sind verschiedene Produkte zusammengefaßt, die verschiedenartige Altersverläufe zeigen. Tabelle 3 gibt eine Übersicht. Sie läßt erkennen, daß Mehl- und Griesverbrauch mit zunehmendem Alter stark zunehmen, während andere Nahrungsmittel - vor allem Fertig- und Halbfertigprodukte - einen deutlich abnehmenden Alterstrend erkennen lassen.

Hier wäre zu prüfen, ob es sich wirklich um altersabhängige Änderungen des Verzehrverhaltens handelt oder ob sich nicht bei den jüngeren Jahrgängen eine Abkehr von überkommenen Ernährungsgewohnheiten abzeichnet. Leider ist diese Frage bis jetzt nicht zu beantworten, weil nach dem Alter aufgegliederte Verbrauchsstatistiken erst seit 1973 - der ersten so ausgewerteten Einkommens- und Verbrauchsstichprobe des Statistischen Bundesamtes

- zur Verfügung stehen.

Unabhängig davon liefert uns die Synopse von Bedarfsdeckungslücken und Verbrauchszahlen schon jetzt wichtige Daten, die zeigen, welche Lebensmittel gefördert und welche zurückgedrängt werden sollten, um eine Verbesserung der Bedarfsdeckung mit Vitaminen und essentiellen Mineralstoffen zu erreichen. Für eine erfolgversprechende, d. h. zielgruppengerechte, Strategie sind allerdings unsere Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Sozialstruktur und Verbraucherverhalten noch zu lückenhaft.

Qualitätsmerkmal Nährstoffdichte

Welche Lebensmittel zur Ergänzung der Mineralstoff- und Vitaminversorgung herangezogen werden sollten, hängt davon ab, ob gleichzeitig eine energetische Unter- oder Überernährung besteht. Ist, wie meist in Mitteleuropa, das zweite der Fall, ist neben dem Nährstoffgehalt der Brennwert der Lebensmittel zu beachten. Dem trägt der Quotient aus Nährstoffgehalt und Brennwert, die "Nährstoffdichte", Rechnung. Die neue Überarbeitung der Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (5) enthält Richtwerte für verschiedene Altersgruppen. Einen Auszug zeigt Tabelle 4.

Ein Vergleich mit den Abbildungen 4 - 7 und Tabelle 5, die nach dem Standardwerk von Souci-Fachmann-Kraut (12) berechnet sind, zeigt die wichtige Rolle der pflanzlichen Lebensmittel im engeren

Tab. 4: Empfohlene Nährstoffdichte für ausgewählte Nährstoffe und Altersgruppen (Auszug aus [5])

		Mg ⁺⁺ (mg/MJ)	Vit. E (mg-Äq./MJ ¹)	Thiamin (mg/MJ)	Vit. B ₆ (mg/MJ)	Folat (µg-fFS-Äq./MJ ²)
Kinder,	4 - 6 J.	31	1,1	0,12	0,20	18
	10 - 12 J., m	29	1,1	0,13	0,17	17
	w	28	1,1	0,11	0,16	18
Jugendl.,	15 - 18 J., m	32	1,0	0,12	0,17	13
	w	35	1,2	0,13	0,18	16
Erw.,	36 - 50 J., m	35	1,2	0,13	0,18	16
	w	35	1,4	0,13	0,19	19
Erw.,	65 J., m	44	1,5	0,16	0,23	20
	w	43	1,7	0,16	0,23	23
Schwangere		39	1,4	0,15	0,25	31

1) mg-α-Tocopheroläquivalente (z.B. 3,3 mg D-α-Tocotrienol = 1 mg-Äq.)

2) freie Folsäureäquivalente (5 µg Folsäure-Polyglutamat = 1 µg-fFS-Äq.)

Tab. 5: Mittlere Nährstoffdichte ausgewählter Lebensmittel
(Berechnet nach [12]).

	Mg ⁺⁺ (mg/MJ)	Vit. E (mg-Äq./MJ)	Thiamin (mg/MJ)	Vit. B ₆ (mg/MJ)	Folat (µg-fFS-Äq./MJ)
Birne	37	2,1	0,16	0,07	67
Pfirsich	53	3,5	0,16	0,15	16
Erdbeere	109	1,6	0,22	0,43	116
Weintraube	34	-	0,17	0,27	20
Banane	96	1,2	0,12	0,99	54
Pampelmuse	64	1,7	0,31	0,18	70
Haselnußkern	49	10,8	0,15	0,17	27
Weißkohl	273	0,3	0,57	1,31	937
Grünkohl	205	26,4	0,66	1,65	396
Blumenkohl	182	1,0	1,18	2,14	588
Spinat	663	28,6	1,26	2,52	892
Möhren	114	4,4	0,44	0,59	50
Spargel	272	-	1,50	0,82	1169
Tomate	303	7,4	0,86	1,51	591
Rote Bete	10	0,7	0,15	0,35	650
Gurke	246	6,1	0,55	1,08	615
Weizenmehl, T.405	5	1,5	0,04	0,12	7
, T.812	17	1,6	0,18	0,19	15
, T.2000	94	3,0	0,24	0,36	38
Weizen, ganz. Korn	129	2,4	0,36	0,33	37
Roggen, ganz. Korn	106	2,9	0,26	0,22	32
Roggenmischbrot	-	2,4	0,17	0,12	-
Weizenmischbrot	-	1,8	0,14	0,09	-
Weißbrot	25	0,4	0,09	0,14	15

Sinne für die Bedarfsdeckung mit dem Mineralstoff Magnesium und den kritischen Vitaminen Thiamin, Vitamin B₆ und Folat. Calcium, Eisen, Zink und andere Spurenelemente sowie Vitamin A sind nicht nur aus Platzersparnis weggelassen: Bei diesen essentiellen Nährstoffen spielt die Bioverfügbarkeit der analytisch ermittelten Nährstoffe eine wesentliche Rolle - sie ist aus tierischen Lebensmitteln wesentlich besser.

Bedarfsdeckung durch pflanzliche Lebensmittel

Um den Beitrag, den pflanzliche Lebensmittel zur Bedarfsdeckung mit essentiellen Nährstoffen leisten, zu beurteilen, müssen die durchschnittlichen Verzehrsmengen berücksichtigt werden. Die Aufstellungen in den Abbildungen 8 bis 12 stützen sich wiederum auf die Daten des Ernährungsberichtes 1984.

Der Magnesiumbedarf ist nach der Verbrauchsstatistik befriedigend gedeckt. Die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung werden zwar, vor allem bei Mädchen und jüngeren Frauen, nicht in allen Altersklassen ganz erreicht. Dies ist jedoch nicht erforderlich weil dort zu den durchschnittlichen Bedarfswerten beträchtliche Sicherheitszuschläge gemacht wurden (1). Aus den Beiträgen, die die einzelnen Lebensmittelgruppen zur Magnesiumversorgung leisten, wird deutlich, daß Getreideprodukte eine dominierende Rolle spielen. Mit zunehmendem Alter tritt jedoch die Kartoffel mehr und mehr in den Vordergrund.

Ganz anders sind die Verhältnisse bei Vitamin E. Hier sind die wichtigsten Quellen pflanzliche Fette (einschließlich Margarine, und Öle. In den höheren Altersgruppen steigt ihr Anteil, weil Vitamin E aus anderen Lebensmitteln (Mayonnaise, Eier, Süßwaren) weniger verbraucht wird.

Bei der Thiaminversorgung wirkt sich der höhere Kartoffelkonsum in den Altersklassen über 50 Jahre sehr deutlich aus. Noch deutlicher wird dies bei Vitamin B₆: Hier scheint eine befriedigende Bedarfsdeckung fraglich, wenn - wie dies in den jüngeren Altersgruppen der Fall ist - der Anteil des Kartoffelverbrauchs nicht wenigstens 3 - 4 % der verbrauchten Nahrungsenergie erreicht hat. Die biochemischen Bedarfsdeckungsdaten (Abb. 1) bestätigen dies. Anzuführen ist, daß chronischer Medikamentenverbrauch (z. B. orale Contraceptiva) und gewohnheitsmäßiger höherer Alkoholkonsum den Vitamin B₆-Stoffwechsel zusätzlich belasten.

Die letzte Abbildung 12 über den Folsäureverbrauch zeige ich unter Vorbehalt: Die der Berechnung zugrunde liegenden Analysendaten sind alles andere als gesichert. Erste Ergebnisse mit moderneren HPLC-Methoden lassen vermuten, daß die Folsäureaufnahme höher anzusetzen ist als die mit mikrobiologischen Methoden gewonnenen Werte. Demgegenüber zeigen die mit Radioimmunassays gewonnenen Meßwerte bei gesunden Probanden eindeutig, daß eine unsichere Bedarfsdeckung mit Folsäure besonders verbreitet ist. Da pflanzliche Lebensmittel die wichtigsten Quellen für dieses

Vitamin E

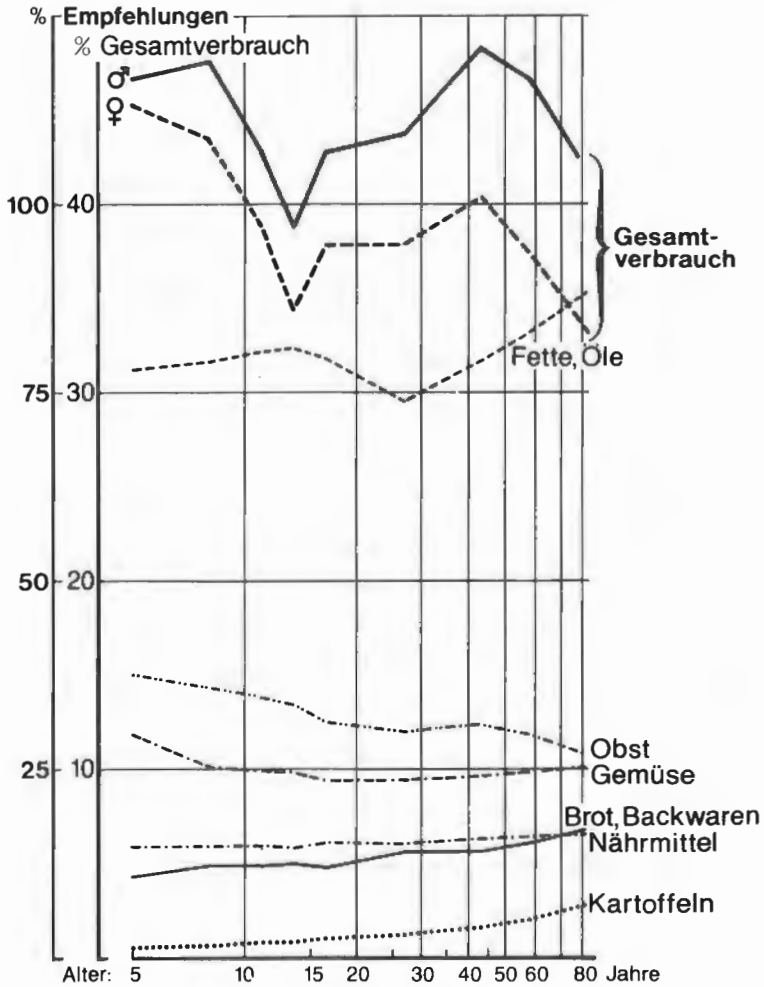


Abb. 9 : Mittlerer Vitamin E-Verbrauch (4). Anteil einzelner pflanzlicher Lebensmittel.

Thiamin

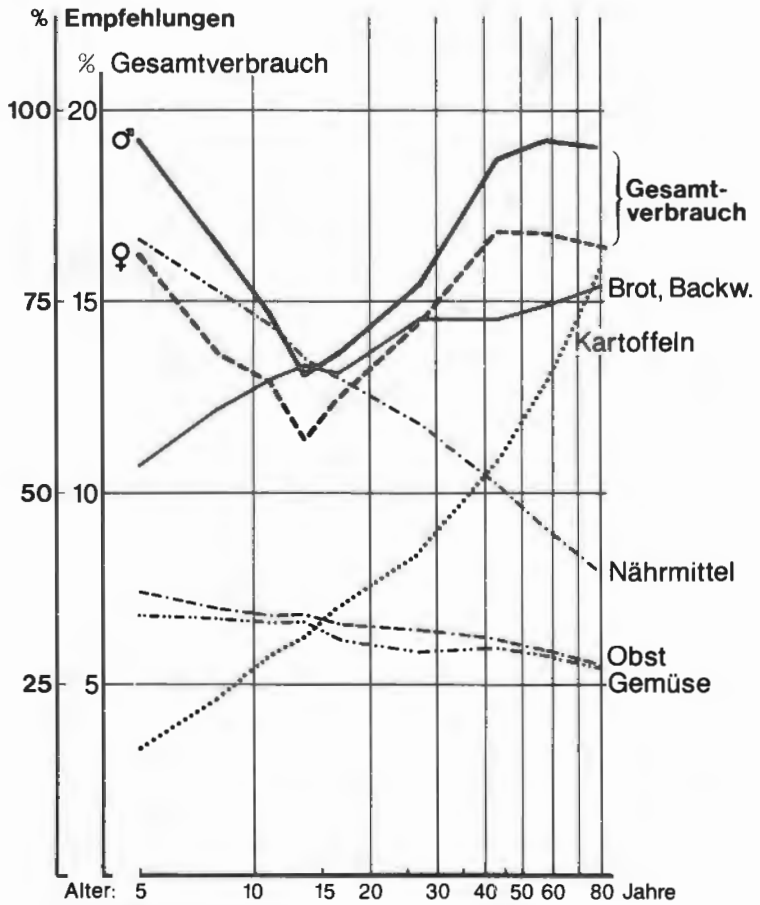


Abb. 10: Mittlerer Thiaminverbrauch (4). Anteil einzelner pflanzlicher Lebensmittel.

Vitamin B₆

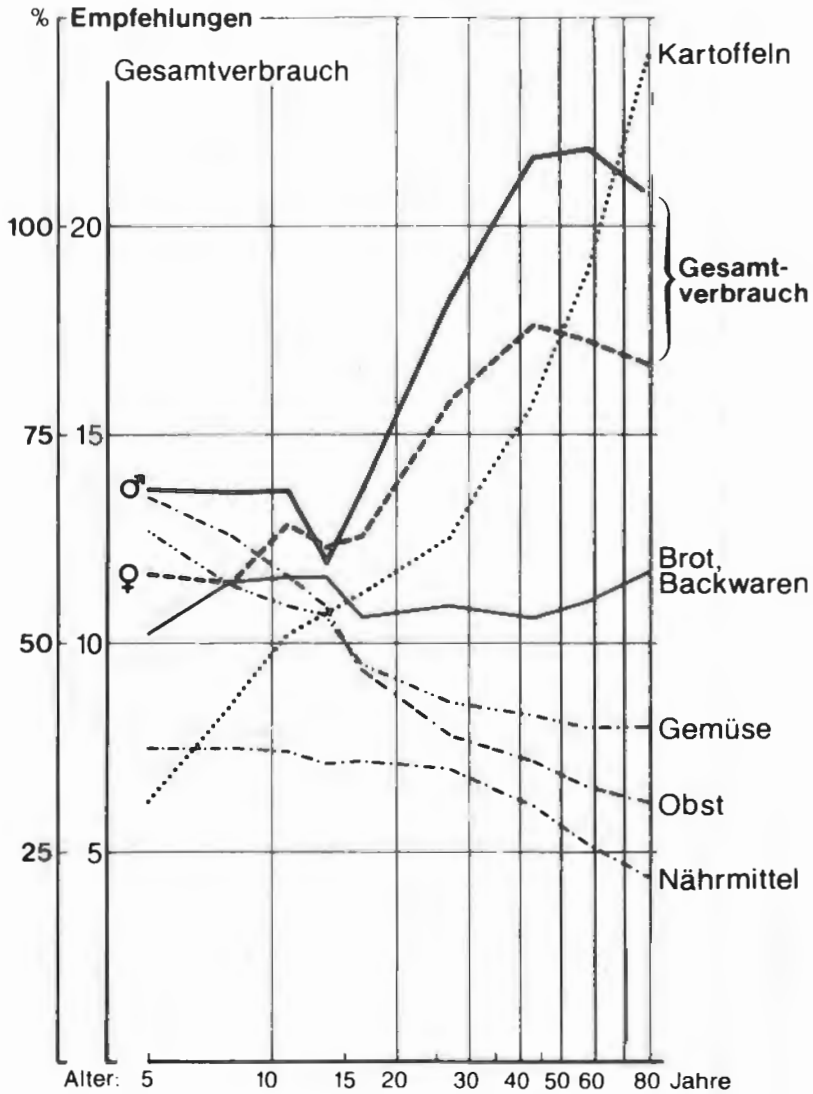


Abb. 11: Mittlerer Vitamin B₆-Verbrauch (4). Anteil einzelner pflanzlicher Lebensmittel.

Folsäure

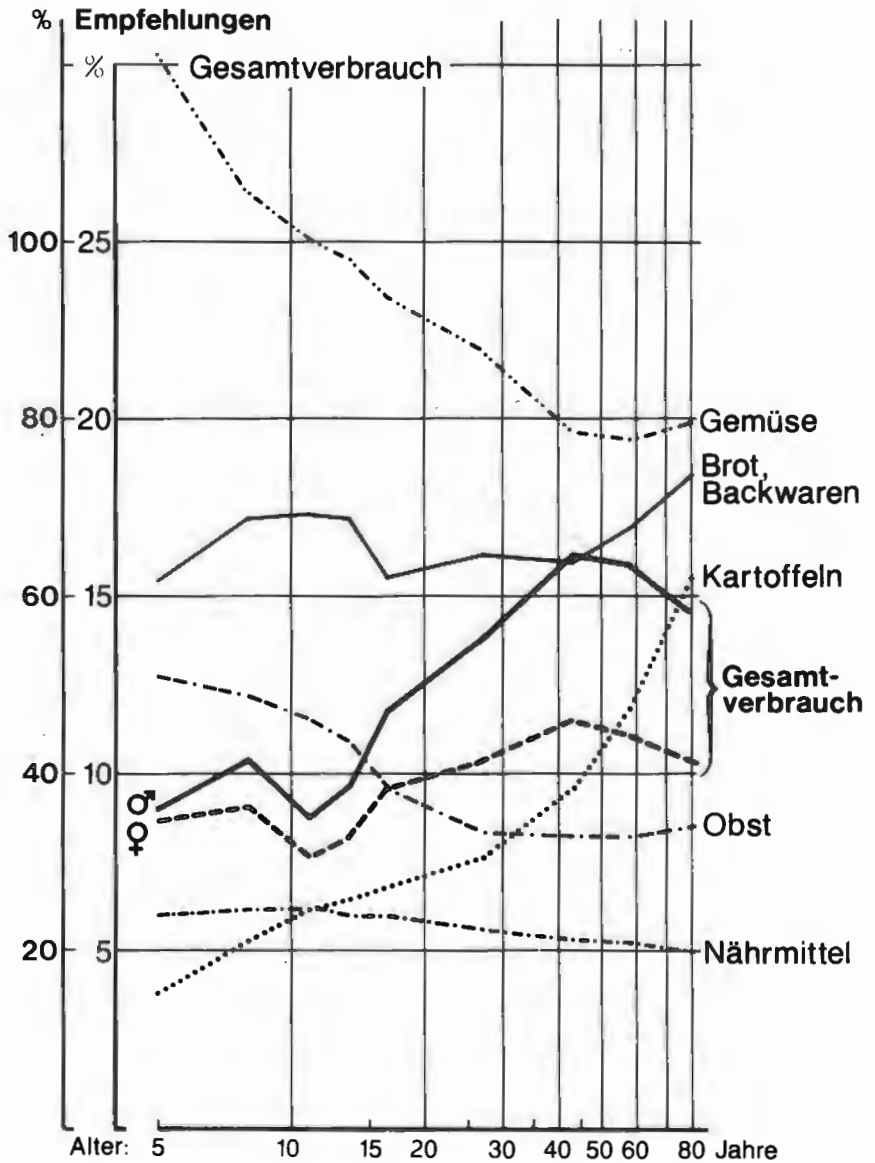


Abb 12: Mittlerer Folsäureverbrauch (4). Anteil einzelner pflanzlicher Lebensmittel.

interessant gewordene B-Vitamin darstellen, benütze ich gern die Gelegenheit, auch an dieser Stelle auf die bedauerliche Lücke in unseren Kenntnissen hinzuweisen.

Über Vitamin C habe ich bewußt nicht gesprochen: Es stammt zu nahezu 85 % aus Obst, Gemüse und Kartoffeln. Die Bedarfsdeckung ist, unter unseren Ernährungsbedingungen, nur bei solchen Personen ein Problem, wo diese Lebensmittel weit unterdurchschnittlich verzehrt werden - z. B. bei einem kleinen Prozentsatz älterer Menschen (Abb. 1).

Schlußfolgerung

An der überragenden Bedeutung pflanzlicher Lebensmittel für eine ausreichende Bedarfsdeckung mit zahlreichen Vitaminen und essentiellen Mineralstoffen besteht kein Zweifel. Dafür sind jedoch alle pflanzlichen Lebensmittel notwendig. Ein Rückgang des Verbrauchs einer so wichtigen Thiamin- und Vitamin B₆-Quelle, wie die Kartoffel, der sich aus dem Altersgang der Verbrauchsdaten abzeichnet, muß uns alarmieren und nach Gegenmaßnahmen Ausschau halten lassen.

Wir müssen uns indessen auch klar darüber sein, daß ein vollständiger oder teilweiser Verzicht auf tierische Lebensmittel zwar möglich ist - aber nur wenn die Lebensmittelauswahl mit Sachkenntnis und großer Sorgfalt erfolgt. Ein Verzicht auf Milch und Milchprodukte macht es unter unseren Lebensbedingungen sehr schwer, den Calcium- und Riboflavinbedarf zu sichern. Ein Verzicht auf Fleisch gefährdet die Eisenversorgung - wenn nicht stark vermehrt Hülsenfrüchte verzehrt werden. Auf den Verzehr von Leber stützt sich zur Zeit nahezu die Hälfte unserer Vitamin A-Versorgung und zwei Drittel der Vitamin B₁₂-Aufnahme.

Die Folgerung kann also nur sein, daß eine ausgewogene und abwechslungsreiche Mischkost der sicherste Weg ist, um eine volle Bedarfsdeckung mit essentiellen Mineralstoffen und Vitaminen zu gewährleisten.

Prof. Dr. Werner Kübler, Justus-Liebig-Universität, Institut für Ernährungswissenschaften, Goethestraße 55, 6300 Giessen

Literatur

1. Aign, W.; Kübler, W.: Zur Neubearbeitung der Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der DGE. Neuerungen und ihre Auswirkungen für die Praxis.
Ernähr.-Umschau 32 (1985), S. 163 - 168.
2. Arab, L., Schellenberg, B.; Schlierf, G.: Ernährung und Gesundheit. Eine Untersuchung bei jungen Frauen und Männern in Heidelberg.
Beiträge zur Infusionsther.u.Klin.Ernähr. 7.
Karger, Basel-München-Paris-London-New York-Sydney 1981.
3. Arab, L. et al., unveröffentlicht, Zit. n. Ernährungsbericht 1984, S. 60 - 61.
4. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE):
Ernährungsbericht 1984
Material zum Ernährungsbericht 1984.
Henrich, Frankfurt a. Main 1984.
5. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE):
Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. 4. erweiterte Überarbeitung.
Umschau, Frankfurt a. Main 1985.
6. Heseker, H.; Kübler, W.: Die Bedarfsdeckung älterer Menschen mit Vitaminen
Ernähr.-Umschau 30 (1983), S. 366 - 369.
7. Hötzel, D. (Berichterstatt.): Ermittlung des Versorgungszustandes von Studenten mit Thiamin, Riboflavin, Folat, Pyridoxin und Pantothenensäure.
Forsch.i.Ber.d.Bundesmin. Jug., Familie u. Gesundh. 48 (1976), S. 428 - 432.
8. Hötzel, D; Bitsch, R.; Klin-Steines, b.; Leinert, J.; Pietrzik, K. zit.n. Material zum Ernährungsbericht 1980, S. 3 - 7.
9. Kübler, W.: Ermittlung des Nahrungsbedarfs. Nährstoffe.
In Cremer, H.-D.; Hötzel, D.; Kühnau, J. (Hrsg.):
Biochemie und Physiologie der Ernährung. Teil 2, S. 585 - 596.
Thieme, Stuttgart-New York 1980

10. Kübler, W.: Nutritional deficiencies in pregnancy.
Biobl. Nutritioet Dieta 30 (1981), S. 17 - 29
11. Kübler, W.; Fink, A.-H.: Untersuchung der Eisen-, Folsäure- und Vitamin B₁₂- sowie der Thiamin- und Vitamin C-Versorgung junger Männer beim Eintritt in die Bundeswehr und unter den Bedingungen der Truppenverpflegung.
BMVg-Forschungsbericht aus der Wehrmedizin 84-1, DOKZENTBw, Bonn 1984
12. Souci/Fachmann/Kraut: Food Composition and Nutrition Tables 1981/82
Herausg.: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching b. München. 2. völlig neubearbeitete u. erweit. Aufl.
Wiss. Verlagsgesellsch., Stuttgart 1981

DGQ**Tagung - Geisenheim****10. — 11. März 1986****Zusammenfassung**

Thema: Entwicklung landwirtschaftlicher Produktionsalternativen:
Perennierender Roggen und Süßlupinen -
zwei Beispiele aus der Lebensarbeit von Reinhold von Sengbusch

Autor(en)
R. Reimann-Philipp

Am 13.6.85 verstarb Prof. Dr. Dr. R. v. Sengbusch. Seine Lebensarbeit galt der Züchtung neuer Kulturpflanzen aus Wildpflanzen und damit dem Ziel, dem Landbau erweiterte, verbesserte Produktionsmöglichkeiten zu schaffen. Er war mit dieser weitsichtigen Programmplanung seiner Zeit weit voraus und sehr nahe den Problemen, die sich heute aus der enormen Überproduktion bei den landwirtschaftlichen Hauptkulturen besonders in den EG-Mitgliedsländern stellen. Wenn auch nicht unter der heute üblichen Bezeichnung "Produktionsalternativen", und wenn auch aus anderen Sachzwängen heraus, schuf oder erstrebte er mit den Mitteln der Pflanzenzüchtung Auswege aus Krisensituationen. In diesem Sinne hat die von v. Sengbusch gezüchtete "Süßlupine" (die praktisch alkaloidfrei ist) ihre Bedeutung schon eindeutig bewiesen in solchen Ländern, die Sojabohnen als eiweißreiche Nahrungs- oder Futterpflanze entweder nicht anbauen oder das Sojaschrot auf dem Weltmarkt nicht kaufen können. Von der reichen Bundesrepublik Deutschland zunächst nicht mehr benötigt und daher züchterisch aufgegeben, in anderen, wie besonders den Ostblockländern, dagegen hoch geschätzt und züchterisch ständig veredelt, wäre sie heute auch hierzulande unter veränderten Rahmenbedingungen wieder anbauwürdig. Das Projekt "perennierender Roggen" dagegen stieß auf zuviel Skepsis, als daß bisher - von einer Grünfutterroggen-Variante abgesehen - der nötige Nachdruck für seine Realisierung aufgebracht werden konnte. Als eine ganz neuartige, anspruchslose Kulturpflanze sollte er auf armen, trockenen Böden Mehrfachnutzungen von Körner- und Grünfutterernten ermöglichen, z. B. Grünschnitt oder Gründüngung im frühen Frühjahr vor Mais nach Roggenkörnerernte im August des Vorjahres. Es sollte mit seiner Hilfe ferner möglich sein, einen von 5-Alkyl-Resorcin freien Körnerfutterroggen oder einen perennierenden Triticale zu züchten. All diese Möglichkeiten fanden kaum Beachtung in einer Zeit, in der beim Roggen nur die mit hohem Kulturaufwand erzielbaren dt/ha zählten. Dabei sind die fundamentalen, züchterischen Probleme (Notwendigkeit einer komplizierten Artkreuzung) im wesentlichen überwunden. Vielleicht ist die Zeit jetzt reif für den Abschluß.

Adresse (des ersten Autors) Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung, Bornkampsweg, 2070 Ahrensburg.
Referat gehalten anlässlich der Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., März 1986 in Geisenheim.

Qualitätseigenschaften und Anbaueignung von *Lupinus mutabilis*
und *Lupinus albus*

P. Römer, W. Jahn-Deesbach und R. Marquard*

Auf der Suche nach Anbau-Alternativen gewinnen die Körnerleguminosen, vor allem Ackerbohnen und Erbsen, verstärkt an Bedeutung. Daneben könnten aber auch Lupinen interessant werden.

Von den fünf Lupinenarten, die weltweit in Kultur stehen, soll hier über die beiden Arten berichtet werden, die ertrags- und qualitätsmäßig das größte Potential besitzen.

Die aus dem Mittelmeergebiet stammende Weiße Lupine (*Lupinus albus*) und die im südamerikanischen Andenhochland beheimatete *Lupinus mutabilis* haben trotz geographisch weit auseinanderliegender Genzentren viele Gemeinsamkeiten.

So liegen erste Zeugnisse für die Existenz beider Arten als Kulturpflanzen schon sehr lange zurück. *Lupinus albus* wird bereits in den Schriften des griechischen Arztes Hippokrates von Kos (400 - 356 v. Chr.) als menschliches Nahrungsmittel erwähnt (HANELT, 1960). Samenreste von *Lupinus mutabilis* wurden in Peru in den Gräbern der Nazca-Kultur gefunden (ANTUNEZ DE MAYOLO, 1980), die in der Zeit von 100 - 900 n. Chr. bestand. Daraus ergibt sich, daß beide schon lange dem züchterischen Wirken des Menschen unterworfen waren. Dies wird einerseits dadurch belegt, daß weder von *L. albus* noch von *L. mutabilis* Wildformen gefunden werden konnten, andererseits durch das Fehlen typischer Wildpflanzenmerkmale wie das Aufplatzen der Hülsen bei der Reife und die Hartschaligkeit der Samen. Auch die jeweils dominierende weiße Samenfarbe ist als typisches Kulturpflanzenmerkmal anzusehen (HANELT, 1960; HACKBARTH u. PAKENDORF, 1970).

Besonderes Interesse finden die beiden Lupinenarten hinsichtlich ihrer Korneigenschaften. Mit einem Tausendkorngewicht von 300 bis 500 g (*L. albus*) bzw. 200 bis 380 g (*L. mutabilis*) zählen sie zu den großkörnigsten Lupinen (KAZIMIERSKI u. NOWACKI, 1961; GROSS, 1983).

*Justus-Liebig-Universität, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Ludwigstraße 23, D-6300 Gießen.

Referat gehalten anlässlich der Vortragsstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., März 1986 in Geisenheim.

Tabelle 1: Eiweiß- und Fettgehalt verschiedener Lupinenarten
in % der Trockensubstanz

Lupinenart	Rohprotein	Rohfett	Protein + Fett	Autoren
L. angustifolius	28 - 38	5 - 7	33 - 45	HILL, 1977
L. luteus	36 - 48	4 - 7	40 - 55	- " -
L. consentinii	28 - 40	3 - 5	31 - 45	- " -
L. albus	34 - 45	10 - 15	44 - 60	- " -
L. mutabilis	32 - 46	13 - 23	45 - 69	- " -
L. albus*	35,2	11,5	46,7	GROSS et al., 1983
L. mutabilis*	43,1	16,4	59,5	- " -

*Mittel aus 4 Standorten (Feru, Frankreich, England, BRD)

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, weisen L. albus und L. mutabilis die höchsten Summen an Protein- und Fettgehalt von den fünf derzeit in Kultur stehenden Lupinenarten auf. Bemerkenswert ist vor allem der hohe Fettgehalt, der bei L. mutabilis ausbeutbare Größenordnungen erreicht.

Das größte Hindernis bei der Entwicklung der Lupinen zu uneingeschränkt nutzbaren Kulturpflanzen ist das Vorkommen von Alkaloiden in der gesamten Pflanze. Diese N-haltigen Verbindungen sind einerseits toxisch bzw. werden in geringeren Dosierungen pharmakologisch als Herzrhythmusmittel und in der Geburtshilfe verwendet. Andererseits verursachen sie einen bitteren Geschmack ("Bitterstoffe"), was dazu führt, daß Lupinen von Mensch und Tier als Nahrungs- bzw. Futtermittel erst gar nicht aufgenommen werden. Allerdings reagieren die einzelnen Tierarten hinsichtlich des bitteren Geschmacks recht unterschiedlich. Stellt man eine Skala bezüglich der geschmacklichen Empfindlichkeit auf, so sind an erster Stelle Schweine, an letzter Schafe zu nennen (von SENGEUSCH, 1934). Bei der Beseitigung der Alkaloide sind bei L. albus und L. mutabilis unterschiedliche Wege beschrritten worden. Während es von SENGEUSCH 1930/31 gelang, alkaloidarme Körner der Weißen Lupine auszulesen (von SENGEUSCH, 1942) - und daraus weltweit zahlreiche bitterstoffarme Sorten entstanden sind, setzt man bei L. mutabilis bis heute in ihrem Ursprungsland mehr auf die technologische Entbitterung. Hierzu werden die

Samen nach einem Kochprozeß mehrere Tage in Bächen und Tümpeln gewässert. Dabei gehen neben den Alkaloiden allerdings noch zahlreiche andere wasserlösliche Inhaltsstoffe verloren (GROSS, 1983). Dieses Vorgehen ist insofern sinnvoll, als bei einer Fremdbestäubungsrate von mindestens 10% und dem verbreiteten Vorkommen alkaloidhaltiger Pflanzen im Andenhochland die Erhaltung der rezessiven Gene alkaloidarmer Pflanzen einen zu großen Aufwand verursachen würde. Dennoch wurde in den 70er Jahren damit begonnen, bitterstoffarme Pflanzen von *L. mutabilis* zu selektieren (von BAER u. GROSS, 1977).

Zur Frage der Anbaueignung sollen beide Arten nun getrennt betrachtet werden.

Anbaueignung von *Lupinus albus*

Erste Versuche, die Weiße Lupine in Deutschland in Kultur zu nehmen, reichen zurück bis ins 18. Jahrhundert. Während der Jahre 1779 bis 1785 ordnete Friedrich der Große zum ersten Mal die feldmäßige Bestellung an (SCHIEMANN, 1934). Wegen der langen Vegetationszeit dieser Art und der damit verbundenen Spätreife scheiterten diese Versuche jedoch. Auch nach der Züchtung alkaloidarmer Sorten konnte sich *L. albus* gegenüber *L. luteus* und *L. angustifolius* nicht behaupten (HACKBARTH u. TROLL, 1960). Jüngste Züchtungen und Anbauerfahrungen aus Frankreich zeigen jedoch, daß die Weiße Lupine ein hohes Ertragsniveau (30 - 40 dt/ha im Sommeranbau) hat (LOPEZ-BELLIDO, 1984). Im Vergleich zur Gelben und zur Schmalblättrigen Lupine stellt sie aber auch höhere Ansprüche an den Boden. Am besten gedeiht sie auf Lößlehm- und Schwarzerdeböden, aber auch sandige Lehme sind noch geeignet. Für den erfolgreichen Anbau zur Körnergewinnung ist jedoch das Klima von ausschlaggebender Bedeutung (HACKBARTH u. TROLL, 1960).

Um festzustellen, inwieweit die heute vorhandenen alkaloidarmen Formen von *L. albus* für einen Anbau zur Körnerproduktion in Deutschland geeignet sind, wurden vier frühreife Züchtungen beschafft und 1985 auf dem Versuchsfeld in Gießen ausgesät. Es waren dies die französischen Sorten LUBLANC und CAUSSADE sowie die alten deutschen Sorten PFLUGS GELA und BLANCA. Die Aussaat erfolgte am 04.04. bei den deutschen, am 18.04. bei den französischen Sorten, da das Saatgut letzterer erst relativ spät

verfügbar war. Es zeigte sich, daß besonders innerhalb der Sorte PFLUGS GELA eine große Zahl frühreifer Pflanzen vorhanden war. So konnten etwa 75% des Bestandes Anfang September in totreifem Zustand geerntet werden. Aber auch die französischen Sorten, vor allem LUBLANC ließen trotz der verspäteten Aussaat gute Ansätze hinsichtlich der Frühreife erkennen. Genauer wird man aber erst bei der Wiederholung des Experimentes im Anbaujahr 1986 sagen können, zumal der trockene Spätsommer 1985 für die Abreife der Lupinen ideal war.

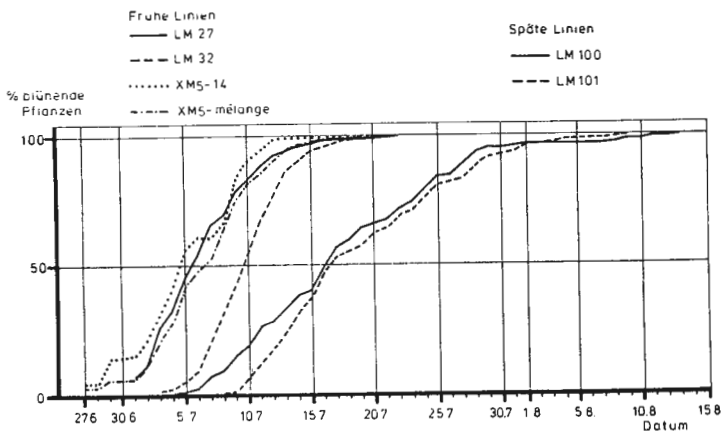
Anbaueignung von *Lupinus mutabilis*

Im Gegensatz zu *L. albus* ist der Versuch, *L. mutabilis* in Deutschland anzubauen, völlig neu. Es stellte sich zunächst die Frage, welche Voraussetzungen *L. mutabilis* für ein solches Unternehmen mitbringt. Da der Anbau im Andenhochland in Höhenlagen zwischen 2500 und 4000 m erfolgt, ist sie als Pflanze des gemäßigten Klimas zu bezeichnen (GROSS, 1983). Sie ist tagneutral (HACKBARTH, 1936) und stellt geringe Ansprüche an den Boden. Im Gegensatz zu *L. albus* verträgt sie zwar während der Reife Frost, nicht jedoch während des Jugendwachstums (von BAER et al., 1977). Deshalb sollte man sie in Deutschland nicht vor Mitte April aussäen.

Im Jahr 1983 wurden auf dem Versuchsfeld Gießen verschiedene Herkünfte angebaut. Bei der Beobachtung des Blühtermins zeigte sich sehr deutlich die Differenzierung in eine frühblühende und eine spätblühende Gruppe (Abbildung 1).

Abbildung 1

Blühverlauf der französischen Linien im Jahr 1983



Diese Unterscheidung entspricht der unterschiedlichen geographischen Herkunft der Pflanzen. Die aus Nordperu stammenden sind wuchsfreudiger und spätreifer, die aus Südperu kleiner und frühereifer. Mit der geographischen Trennung der beiden Ökosubspecies, die entlang dem 10,5° südlicher Breite verläuft, geht interessanterweise eine sprachliche Trennung einher. Im Norden heißt *L. mutabilis* "chocho", im Süden "tarhui" (GROSS, 1983).

Insgesamt mußten wir aber feststellen, daß auch die frühblühenden Pflanzen nur in wenigen Einzelfällen abreiften, während die meisten anderen teilweise noch im November neue Blüten ausbildeten. Für eine Körnernerntung unter mitteleuropäischen Bedingungen wurde deshalb das Zuchtziel "Frühreife" als vordringlich postuliert. Die 1983 erfolgte Auslese der frühesten Pflanzen zeigte bereits 1984 deutliche positive Effekte. Beim Vergleich der Blühtermine der auf Frühreife ausgelesenen Genotypen mit den nicht auf Frühreife ausgelesenen Pflanzen innerhalb einer Herkunft (gleicher Standort, gleiches Jahr) erkennt man eine deutliche Vorverlegung der Blühdaten bei den selektierten Pflanzen (Abbildungen 2 und 3).

Bedingt durch die extrem feuchte Witterung im Spätsommer 1984 war eine Auslese reifer Pflanzen nicht möglich. Dagegen konnten 1985 dank der trockenen Witterung bis Mitte September 45 totreife Pflanzen gefunden werden. Im laufenden Jahr 1986 soll deren Nachkommenschaft geprüft werden. Eventuell ist auch daran zu denken, dieses Zuchtziel mit Hilfe der Mutationszüchtung zu verfolgen.

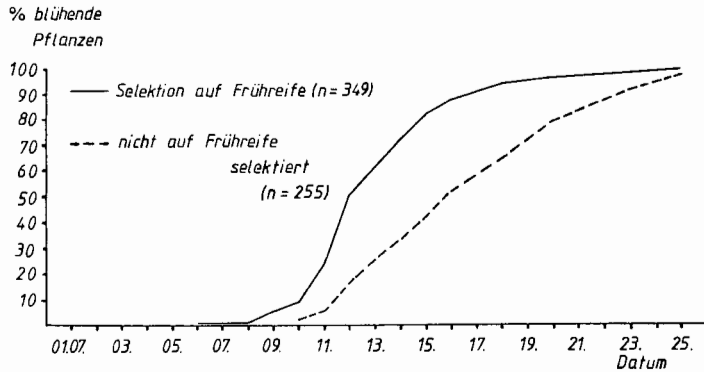
Parallel zu den Anbauversuchen wurden im Labor 246 Ökotypen aus Peru auf ihre wichtigsten Inhaltsstoffe untersucht. Folgende Methoden fanden Verwendung:

- Proteinbestimmung nach DUMAS im Pyrolyse-Gaschromatographen
- Fettbestimmung nach der Methode der kernmagnetischen Resonanz
- Bestimmung des Gesamtalkaloidgehaltes anhand einer photometrischen Schnellmethode nach Anfärbung mit Bromkresolpurpur (von BAER et al., 1979).

Die Ergebnisse gehen aus Tabelle 2 hervor. Neben den hohen Protein- und Fettgehalten fallen die hohen Alkaloidwerte auf. Als zweites Zuchtziel wurde deshalb die Suche nach alkaloidarmen Pflanzen aufgenommen. Die ernährungsphysiologische For-

Abbildung 2

Vergleich des Blühverlaufes 1984 von Pflanzen der Linie LM 27, die 1983 auf Frühreife selektiert wurden bzw. der nicht selektierten Pflanzen

Abbildung 3

Vergleich des Blühverlaufes 1984 von Pflanzen der Linie Potosi, die 1983 auf Frühreife selektiert wurden bzw. der nicht selektierten Pflanzen

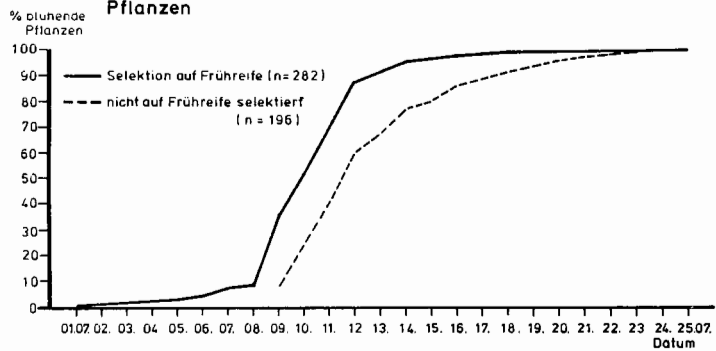


Tabelle 2

Protein-, Fett- und Alkaloidgehalte von
246 Ökotypen von *Lupinus mutabilis* aus
peruanischem Anbau
 (% der Korn-Trockenmasse)

	\bar{x}	Minimum	Maximum
Protein	41,92	34,60	50,20
Fett	19,85	14,30	23,60
Summe Fett+Protein	61,77	55,20	71,80
Alkaloide	2,83	1,66	4,17

derung ist dabei die Reduzierung des Alkaloidgehaltes auf 0,02% (GROSS, 1983). Der züchterische Weg ist in Europa relativ problemlos zu beschreiten, weil es hier im Gegensatz zu Südamerika keine unkontrolliert wachsenden Pflanzen von *L. mutabilis* gibt. Im Jahre 1984 erhielten wir aus dem peruanischen Züchtungsprogramm einen Ramsch alkaloidarmer und alkaloidhaltiger Pflanzen. Folgende Schnellmethoden wurden zur halbquantitativen bis quantitativen Alkaloidbestimmung herangezogen:

- Tüpfeltest an der grünen Pflanze nach PLARRE und SCHEIDEREITER (1975)
- Korntest, modifiziert, nach von SENGBUSCH (1942)
- Photometrische Bestimmung nach von BAER et al. (1979).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt. Es wird deutlich, daß die Pflanzen mit den niedrigsten Gehalten der ernährungsphysiologischen Forderung sehr nahe kommen. Alle ausgelesenen Pflanzen wurden 1985 geselbstet; die Nachkommenschaften werden zur Zeit auf ihren Alkaloidgehalt untersucht.

Ein Teil der 1984 ausgelesenen alkaloidarmen Pflanzen wurde außerdem auf ihren Protein- und Fettgehalt hin untersucht.

Zwei Fragen interessierten dabei vor allem:

Tabelle 3

Alkaloidgehalte eines Ramsches von Lupinus mutabilis mit alkaloidarmen Pflanzen; Ernte 1984, Standort Gießen

- % der Korn-Trockenmasse -

	\bar{x}	Minimum	Maximum	n =
untersuchte Einzelpflanzen	1,20	0,038	4,65	423
daraus ausgelesene Pflanzen	0,198	0,038	0,309	90

Tabelle 4

Protein- und Fettgehalte eines Teils der ausgelesenen alkaloidarmen Pflanzen von Lupinus mutabilis; Ernte 1984, Standort Gießen

- % der Korn-Trockenmasse -

	\bar{x}	Minimum	Maximum	n =
Protein	44,41	37,10	48,91	81
Fett	17,79	13,40	21,90	72
Summe Fett + Protein	62,29	57,50	67,00	72

1. Sind bei der Reduzierung des Alkaloidgehaltes durchgreifende Veränderungen im Gehalt der anderen Inhaltsstoffe erfolgt?
 2. Wie verändern sich Protein- und Fettgehalte beim Anbau im mitteleuropäischen Klima im Vergleich zum Anbau in Südamerika?
- Aus Tabelle 4 geht hervor, daß die Summe Fett + Protein - im Vergleich zu Tabelle 2 - nahezu keine Veränderung erfahren hat. In Übereinstimmung mit GROSS et al. (1983) ergibt sich aber, daß der Fettgehalt unter mitteleuropäischen Bedingungen zugunsten des Proteingehaltes verringert ist, verglichen mit den Körnern aus dem Anbau im Andenhochland. Insgesamt ist aber die Variabilität so groß, daß die züchterische Bearbeitung von *L. mutabilis* sowohl in Richtung Protein- als auch in Richtung Öl-

pflanze Erfolg verspricht.

An je drei alkaloidarmen Pflanzen mit relativ hohen bzw. niedrigen Fettgehalten wurde das Fettsäuren-Muster des Öles untersucht (Tabelle 5).

Tabelle 5

Fettsäurezusammensetzung von 6 alkaloidarmen Pflanzen von Lupinus mutabilis; Ernte 1984, Standort Gießen

% Rohfett	Fettsäurezusammensetzung (% der Gesamtfettsäuren)					n =
	C 16	C 18	C 18:1	C 18:2	C 18:3	
14,23	12,23	2,30	44,81	35,68	4,58	3
21,63	9,61	2,55	50,30	34,12	3,49	3

Es bestätigte sich die aus zahlreichen Untersuchungen bekannte gute Qualität des Öles von *L. mutabilis*. In Übereinstimmung mit ECKARDT und FELDHEIM (1974) ist der erhöhte Fettgehalt in erster Linie durch einen erhöhten Gehalt der Hauptkomponente (Ölsäure) bedingt, wobei der Palmitinsäureanteil entsprechend abnahm.

Schlußfolgerungen

Die zukünftigen Arbeiten mit *Lupinus albus* werden sich weiter auf die vorhandenen alkaloidarmen, frühreifen Typen konzentrieren. Nach den Ergebnissen des letzten Anbaujahres scheint es innerhalb dieser Gruppe Pflanzen zu geben, die für unser Klima geeignet sind.

Bei *Lupinus mutabilis* wurden die Ziele "Frühreife" und "Alkaloidarmut" bisher getrennt verfolgt, da die alkaloidarmen Pflanzen aus spätreifem Material hervorgegangen sind. Die auf beiden Gebieten erzielten Erfolge machen nun eine gezielte Kombinationszüchtung notwendig.

Da es bei beiden Lupinenarten spätreife, sehr wüchsige Formen - bei *L. albus* sogar alkaloidarme Sorten (wie beispielsweise MULTOLUPA) - gibt, sollte man auch die Nutzung der gesamten Pflanze als Grünfütter oder Silage (z. B. als Mischsilage mit Mais) als zusätzliches Zuchtziel mit einbeziehen.

Zusammenfassung

Trotz geographisch weit auseinanderliegender Ursprungsgebiete haben *L. albus* und *L. mutabilis* eine ähnlich lange Geschichte als Kulturpflanzen. Weitere Gemeinsamkeiten sind ein großes Korn, hoher Proteingehalt (40 - 45%) und die Tatsache, daß sie schon seit etwa 2000 Jahren vom Menschen züchterisch bearbeitet werden. Merkmale wie platzfeste Hülsen und weichschalige Samen belegen dies. Demgegenüber konnte der die uneingeschränkte Nutzung störende Gehalt an Bitterstoffen (Alkaloiden) erst im Laufe dieses Jahrhunderts beseitigt werden. Von der aus dem Mittelmeergebiet stammenden Weißen Lupine existieren mittlerweile zahlreiche "süße" Sorten. Bei *L. mutabilis*, deren Heimat das Andenhochland Südamerikas ist, hat dagegen die Züchtung auf Alkaloidarmut erst in den letzten 10 Jahren begonnen. Diese Lupinenart ist vor allem deshalb interessant, weil sie neben dem Protein noch bis zu 23% Öl im Korn enthält. Während mit *L. albus* in Deutschland schon in der Vergangenheit Anbauversuche unternommen wurden, ist der Anbau von *L. mutabilis* bisher noch nicht erprobt worden. Wie sich im Laufe unserer Feldstudien auf dem Versuchsfeld Gießen zeigte, muß dem Merkmal "Frühreife" bei beiden Arten besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Unter den alkaloidarmen Sorten der Weißen Lupine scheint es nach den Erfahrungen des letzten Anbaujahres einige zu geben, die für unser Klima als Körnerleguminosen durchaus geeignet wären.

Bei *Lupinus mutabilis* wurde ein Züchtungsprogramm begonnen, das die Ziele "Alkaloidarmut" und "Frühreife" zunächst getrennt verfolgt. Die dabei bisher erzielten Ergebnisse sind recht vielversprechend.

Nicht zuletzt ist aber für beide Lupinenarten auch eine Nutzung der gesamten Pflanze als Silage oder Grünfutter denkbar.

Literatur

- ANTUNEZ DE MAYOLO, S. (1982): Tarwi in ancient Peru.
in: R. GROSS; E.S. BUNTING: Agricultural and nutritional aspects of Lupins; GTZ-Schriftenreihe Nr. 125, 1 - 11
- von BAER, D.; REIMERDES, E.H.; FELDHEIM, W. (1979): Methoden zur Bestimmung der Chinolizidinalkaloide in *Lupinus mutabilis*. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 169, 27-31
- von BAER, E.; GROSS, R. (1977): Auslese bitterstoffarmer Formen von *Lupinus mutabilis*. Z. Pflanzenzüchtg. 79, 52-58
- von BAER, E.; BLANCO, O.; GROSS, R. (1977): Die Lupine - Eine neue Kulturpflanze in den Anden. I. Der Lupinenanbau in den Anden Perus. - Allgemeine Gesichtspunkte. Z. Acker- u. Pflanzenbau 145, 317-324
- ECKARDT, W.R.; FELDHEIM, W. (1974): Lupinen, eine neue Ölfrucht für Südamerika? Z. Lebensm. Unters. Forsch. 155, 92-93
- GROSS, R. (1983): Untersuchungen über den Einfluß von Genotyp und Umwelt auf die Korninhaltsstoffe von Tarwi (*Lupinus mutabilis*) aus preuanischem Anbau. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- GROSS, R.; von BAER, E.; ROHRMOSER, K. (1983): The Lupin - a new cultivated plant in the Andes. III. The output and quality of Lupins (*Lupinus albus* and *Lupinus mutabilis*) in one South American and three European locations. Z. Acker- u. Pflanzenbau 152, 19-31
- HACKBARTH, J. (1936): Versuche über Photoperiodismus III. Züchter 8, 81-92
- HACKBARTH, J.; PAKENDORF, K. W. (1970): *Lupinus mutabilis* SWEET, eine Kulturpflanze der Zukunft? Z. Pflanzenzüchtg. 63, 237-245
- HACKBARTH, J.; TROLL, H.J. (1960): Anbau und Verwertung von Süßlupinen. DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- HANELT, P. (1960): Die Lupinen. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- HILL, G.D. (1977): The composition and nutritive value of Lupin seed. Nutrition Abstracts and Review, Series B, 47, 511

- KAZIMIERSKI, T.; NOWACKI, E. (1961): Indigenous species of Lupins regarded as initial forms of the cultivated species: *Lupinus albus* L. and *Lupinus mutabilis* SWEET. *Flora* 151, 202-209
- LOFEZ BELLIDO, L. (1984): World report on Lupin. Proceedings of the IIIrd International Lupin Conference, U.N.I.P., Paris
- FLARRE, W.; SCHEIDERREITER, B. (1975): Verbesserte Methodik zur qualitativen bis halbquantitativen Alkaloidbestimmung bei Lupinen. *Z. Pflanzenzüchtg.* 74 (2), 89-96
- SCHIEHMANN, E. (1934): Zur Geschichte der Lupine in Deutschland. *Züchter* 6, 33-39
- von SENGBUSCH, R. (1934): Die Prüfung des Geschmacks und der Giftigkeit von Lupinen und anderen Leguminosen durch Tierversuche unter besonderer Berücksichtigung der züchterisch brauchbaren Methoden. *Züchter* 6, 62-72
- von SENGBUSCH, R. (1942): Süßlupinen und Öllupinen. *Landw. Jahrbücher* 91, H.5, 719-880

Ernährungsphysiologische Bedeutung der Lupine

W. Feldheim[†]

Die Natur bringt die Vielfalt von Arten natürlich nicht zu dem Zweck hervor, daß sie Mensch oder Tier als Nahrungsrohstoff zur Verfügung stehen. Deshalb enthalten die Samen vieler Arten Verbindungen, die den Verzehr verhindern sollen. Der Mensch bezeichnet diese Stoffe als "antinutritive" Faktoren. Dazu gehören die relativ harmlosen Oxalate, Phytate und Saponine, die die Verwertung der Nährstoffe stören; Alkaloide oder Vicin sind dagegen nicht als harmlos anzusehen. Der Mensch hat im Laufe der Entwicklung versucht, die in den Samen vorkommenden, den Verzehr störenden Faktoren zu entfernen. Ein Beispiel aus jüngster Zeit ist die Beseitigung von Vicinen in Bohnenpaste durch Zusatz einer geringen Menge an Mandelmehl, dessen β -Glucosidase den Vicin Gehalt stark reduziert und so die Gefahr des Fabismus vermindert (1). Aus dem alten Peru ist bekannt, daß Tarhui oder Chocho zumindest in der Umgebung von Cuzco in beträchtlichem Ausmaß angebaut wurde (2) (Abb 1). Es gibt verschiedene Angaben über die Entfernung der störenden Alkaloide aus den Lupinen. Einmal wird festgestellt, daß einfaches Garen genügt, um die Alkaloide in das Kochwasser übergehen zu lassen und damit zu entfernen, während nach anderer Ansicht eine längere Wässerung der gekochten Lupinen erforderlich ist, um den bitteren Geschmack zu beseitigen (3). Das die Alkaloide enthaltende Wasser wird genutzt - als wirksames Mittel gegen Insekten und Schädlinge oder als Fischgift. Heute noch umschließt der Kleinbauer in der Sierra sein Mais- oder Kartoffelfeld mit einer mehrfachen Reihe von Lupinenpflanzen. So ist er sicher, daß seine Maiskultur vor Wildfraß geschützt ist. Man hat in den Gräben in Nazca als Grabbeigaben mindestens tausend Jahre alte schwarze Lupinen gefunden, die einen hohen Proteingehalt von 42 % aufwiesen (3). An Hand von Berichten aus

[†] Lehrstuhl für Humanernährung der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 17 - 19, 2300 Kiel 1.

Referat gehalten anläßlich der Vortragsstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e. V., März 1986 in Geisenheim.

Lupine

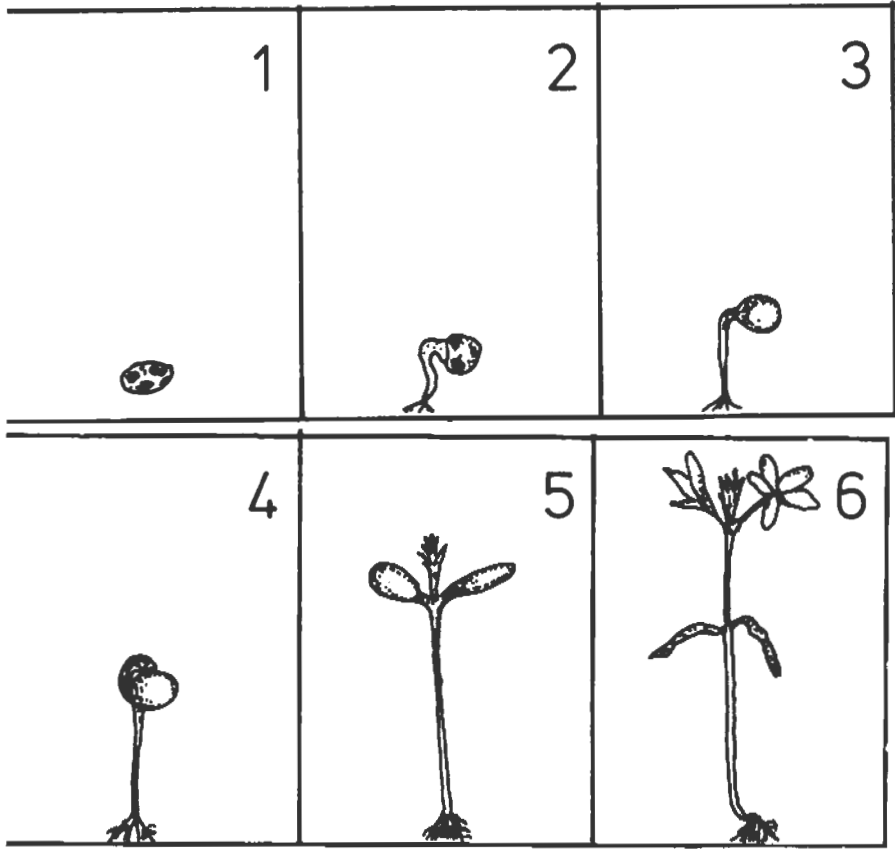


Abb: Untersuchte Größenklassen

der Zeit der Conquista wurde berechnet, daß der Anteil der Lupine an der damaligen Kost etwa 5 % betrug. Die Analyse des Proteinanteils der Lupine zeigt, daß die S-haltigen Aminosäuren die limitierenden darstellen und daß Lys reichlich vorhanden ist. In Kombination mit den Aminosäuren des Maisproteins erhält man durch den Ergänzungseffekt ein hochwertiges Mischprotein, das wahrscheinlich gemeinsam mit den Proteinen von Kartoffeln, Bohnen und Chinao dafür sorgte, daß trotz der meist vegetarischen Kost die Eiweißversorgung im Andenbereich ausreichend war.

Tab 1: Aminosäuremuster von gekochten Lupinen und Maismehl (g/100 g Protein) im Vergleich mit dem FAO-WHO-Standard (4)

	Lupinus mutabilis (gekocht)	Maismehl	FAO-WHO pattern
Ile	4.8	4.1	4.0
Leu	7.0	11.6	7.0
Lys	5.9	2.6	5.5
S-Am	1.6	2.9	3.5
arom Am	7.9	9.6	6.0
Thr	3.8	3.6	4.0
Try	0.7	0.6	1.0
Val	4.2	4.6	5.0

Angaben über den wahren Proteingehalt der Lupine nennen Werte von 33 - 38 g/100 g für L. albus und 40 - 46 g für L. mutabilis. Die Lagerproteine des Samens bestehen zu 80 - 90 % aus Globulinen (α , β , γ -Conglutin) (5). Die Conglutine sind verwandt mit den Glycininen der Sojabohne. Da die Bildung von Strängen von Glycinin und Conglicinin die Basis für die Herstellung von Sojamilch und Quark (Tofu) ist, besteht die Möglichkeit, ähnliche Produkte aus der Lupine herzustellen und als Nahrungsmittel zu verwenden (Abb 2).

In Peru wurden Untersuchungen durchgeführt, um Mehl von entbitterten oder süßen Lupinen zur Anreicherung von Lebensmitteln mit Protein zu verwenden. Problemlos ist die Zugabe von 10 - 15 % Lupinenmehl zu Backwaren oder Nudeln. Die Produkte



Abb: Lupinenmilch in Peru

wurden von der Bevölkerung ohne weiteres akzeptiert (6). Für die Bevölkerung des Hochlandes ist eine Verwendung der Lupinen als Bestandteil von Suppen, Salaten oder Gemüse möglich (3).

Der Fettgehalt der Lupine liegt für *L. albus* bei 10 - 15 g/100 g, für *L. mutabilis* bei 12 - 20 g/100 g (5). Durch Züchtung kann man den Ölgehalt weiter erhöhen, so daß die Lupine auch als Rohstoff für die Speiseölherstellung von Bedeutung sein könnte.

Die Verteilung der Fettsäuren im Öl ist typisch für ein pflanzliches Öl, neben einem geringen Anteil an gesättigten Fettsäuren (Palmitinsäure und Stearinsäure, bis etwa 15 g/100 g) bilden Ölsäure und Linolsäure die Hauptmenge der Fettsäuren, wobei jedoch im Vergleich mit Sojaöl Ölsäure meist dominiert und Linolsäure an zweiter Stelle steht. Der Anteil der die Haltbarkeit verschlechternden Linolensäure liegt bei 6 - 2 g/100 g. Bei einer Vermehrung des Fettgehalts durch Züchtung steigt der Ölsäuregehalt an (7). Erucasäure ist in *L. mutabilis* nicht enthalten.

In einer Versuchsanlage in Peru wurde Speiseöl aus Bitterlupinen hergestellt. Nach der Hexan-Extraktion ist die Entfernung der zum Teil in das Öl übergegangenen Alkaloide erforderlich. Sie erfolgt durch Waschen des Rohöls mit verdünnter Säure und Wasser. Die anderen Verarbeitungsstufen entsprechen denen der Ölgewinnung aus den üblichen pflanzlichen Rohstoffen (8). Die unverseifbare Fraktion des Öls (1.3 %) besteht zu 75 % aus Sterinen, mit β -Sitosterin als dem wichtigsten Vertreter. Außerdem sind Tocopherole enthalten (7).

Wir haben uns mit dem Stoffwechsel der Tocopherole in Lupinensamen beschäftigt (9). Bei den Untersuchungen wurden im Gewächshaus Lupinen bis zum 45. Tag zu einer Pflanzenhöhe bis zu 30 cm herangezogen. Untersucht wurden die Änderungen des Gehalts an Fetten und Tocopherolen während der Keimung. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigt die Tabelle 2.

Tab 2: Entwicklung der Lupinenpflanze und Gehalte an Wasser, Fett, Chlorophyll a und Gesamttocopherol in verschiedenen Stadien

Größenklasse* (cm)	0 (Samen)	0-2	2-4	4-6	6-8	8-18	18-30
Wasser (g/100 g)	11.0	48.3	64.2	85.2	87.4	89.1	93.4
Fett (g/100 g)	15.5	10.1	6.6	2.0	1.3	0.8	0.1
Chlorophyll a (mg/100 g)	0	6.8	10.5	26.9	25.4	42.9	50.1
Gesamttocopherol (mg/100 g)	12.7	11.7	7.9	2.9	2.7	2.1	1.8

* Sproßlänge

Mit dem Wachstum der Pflanze nimmt der Fettanteil des Systems ab; er wird als Energie- und C-Quelle für die heranwachsende Pflanze benötigt. Der Gehalt an Chlorophyll a steigt nach dem Einsetzen der Photosynthese an, dagegen nimmt der Gesamttocopherolgehalt im System ab.

Untersucht man aber den Gehalt an Einzeltocopherolen, so zeigt sich, unter Bezug auf die Trockensubstanz, ein anderer Verlauf. Der Samen enthält fast nur γ -Tocopherol. Verfolgt man den Verlauf der γ -Tocopherolmenge im Verlauf der Keimung, so ist der abnehmende Trend zu erkennen. Das im Samen nur in Spuren vorhandene α -Tocopherol zeigt einen Konzentrationsanstieg im Verlauf der pflanzlichen Entwicklung. Wir haben in einer Reihe von Pflanzen diese Erscheinung beobachtet, daß mit der Keimung und Entwicklung der Pflanze der Gehalt an Nicht- α -Tocopherolen zurückgeht, während der Gehalt an α -Tocopherol ansteigt. Es könnte sein, daß die antioxidativ stärker wirksamen Nicht- α -Tocopherole während der Lagerung des Samens für den Schutz des Fettes sorgen. Bei der Entwicklung der jungen Pflanze werden sie durch Methylierung in α -Tocopherol umgewandelt, dem eine andere Funktion im Pflanzenstoffwechsel zukommt. Weitere Untersuchungen, die hierüber Aufklärung bringen sollen, sind noch nicht beendet (Abb 3).

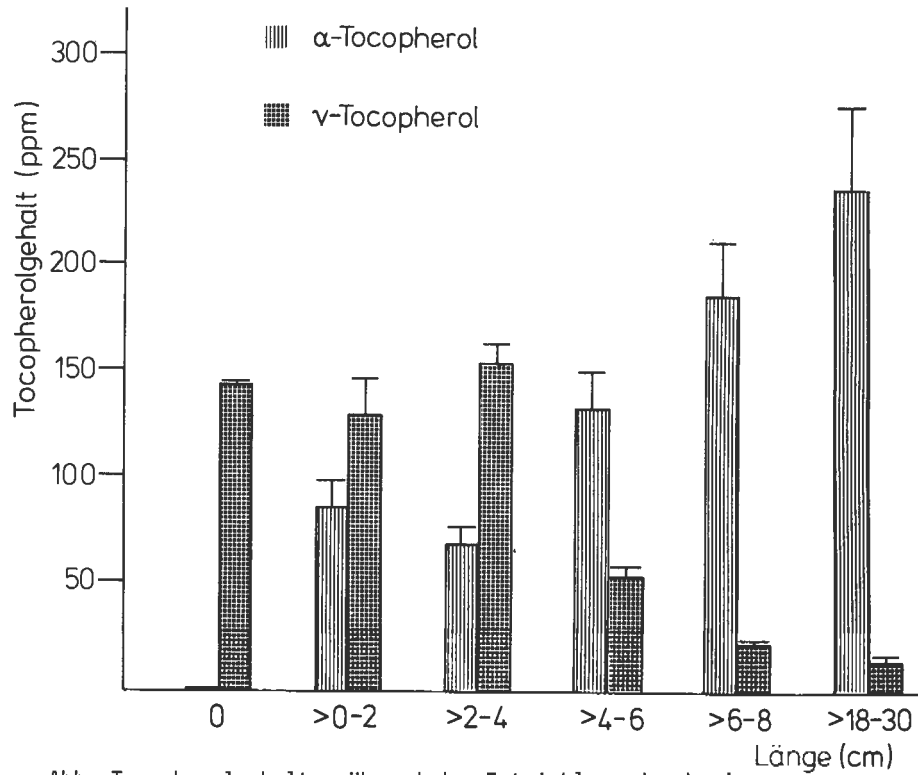


Abb: Tocopherolgehalte während der Entwicklung der Lupine

Mit den Ausführungen über den Protein-, Fett- und Vitamingehalt der Lupine könnten die Ausführungen als abgeschlossen gelten; es gibt aber noch weiteres von der Lupine zu berichten. Im Zusammenhang mit unseren Untersuchungen über Ballaststoffe haben wir Muster von Süßlupinenschalen aus Chile untersucht. Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Analyse (10).

Tab 3: Zusammensetzung von 2 Mustern Süßlupinenschalen (g/100 g Frischsubstanz)

	Wasser	Asche	Protein	Fett	verwertb. KH (als Stärke)
Muster A	6.7	1.9	7.3	2.0	0.8
Muster B	7.6	1.9	9.3	1.5	n.n.
Ballaststoffe					
	lösli.	unlösli.	Gesamt	NDF	RF
Muster A	8.5	73.6	82.1	67.6	44.7
Muster B	4.7	67.9	72.6	66.7	40.0

Nach diesen Untersuchungen haben Süßlupinenschalen einen doppelt so hohen Ballaststoffgehalt wie Weizenkleie; sie sind daher vorzüglich zur Ballaststoffanreicherung von z. B. Brot, Backwaren und Müsli geeignet. Außerdem besitzen diese Schalen einen sehr geringen Cadmiumgehalt, der unter 1/10 des Cd-Gehalts der Weizenkleie liegt. Die geschmackliche Beeinträchtigung durch den Schalenzusatz ist gering und kann durch Toasten weiter gemindert werden.

In Chile werden etwa 6000 ha/Jahr Süßlupinen angebaut; der Ertrag liegt etwa bei 30 dz/ha (11). Das Süßlupinenmehl wird dort für die Herstellung von eiweißreichen Kindernahrungsmitteln verwendet. Im Deutschen Reich wurden 1939 bereits 50.000 ha Süßlupinen für Ernährungs- und Fütterungszwecke angebaut (12,13). Das Stickstoffsammelsystem der Pflanze mindert die Düngekosten. Im Rahmen der vieldiskutierten Umstrukturierungen in der deutschen Landwirtschaft könnte der Anbau frühreifender, ertragssicherer Sorten der Süßlupine mit zur

Lösung dieses Problems beitragen.

Im Verzeichnis der zur Nahrung dienenden Pflanzen von Bryant (14) aus dem Jahre 1785 ist die Lupine angeführt. Es wird festgestellt, daß "diese Pflanze als eine eßbare Hülsenfrucht in einigen Teilen von Italien angebaut wird, allein die Samen haben einen bitteren, unangenehmen Geschmack". Der deutsche Übersetzer macht die Anmerkung, daß "die Feigbohnen diesen herben Geschmack verlieren, wenn man sie in Wasser einweicht, und auf diese Art werden sie von gemeinen Leuten in Florenz und Rom in großer Menge verspeiset. Einige pflegen sie auch zu rösten und dem Koffee beizumischen."

Zusammenfassung:

Seit langer Zeit finden Lupinen Verwendung als Bestandteil der menschlichen Nahrung, wie Samenfunde und Darstellungen von Lupinen auf Grabgefäßen beweisen.

Der hohe Eiweißgehalt und das relativ günstige Aminosäuremuster des Lupinoproteins ermöglichen in Kombination mit Getreideprodukten eine gegenseitige Ergänzung zu einem hochwertigen Proteingemisch. Hiermit läßt sich der Aminosäurebedarf des Menschen ausreichend decken. Im praekolumbianischen Amerika war es beim Verzehr an diesen Grundnahrungsmitteln möglich, das Auftreten von Proteinmangelercheinungen zu verhindern.

Der Fettgehalt der Lupinen läßt sich durch züchterische Maßnahmen erhöhen. Das Öl zeigt das typische Fettsäuremuster pflanzlicher Lipide mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren. Die am häufigsten vorkommende Fettsäure ist die Ölsäure.

Der unverseifbare Teil des Öls besteht zu 75 % aus Sterinen, Vitamin E ist in Form von γ -Tocopherol vertreten. Eine wesentliche Änderung des Tocopherolmusters wurde während der Entwicklung der Pflanze beobachtet.

Schalen von Süßlupinen enthalten viele Ballaststoffe, daher sind sie zur Anreicherung von Backwaren oder als Müsli-Bestandteil gut geeignet. Die durch den Zusatz eintretende Geschmacksbeeinflussung ist gering.

Da sich Bitterlupinen - allerdings unter Verlust eines Teils der löslichen Nährstoffe - mit einfachen Verfahren entbittern lassen, können sie, wie die Süßlupinen, direkt als Proteinträger zur Herstellung von Speiseöl oder als Bestandteil von Kindernahrungsmitteln ohne weiteres verwendet werden.

Literatur:

1. M.S.S. Arbid und R.R. Marquardt: Hydrolysis of the toxic constituents (Vicine and Convicine) in Faba bean (*Vicia faba* L.) food preparations following treatment with β -Glucosidase. *J. Sci. Food. Agric.* 1985, 36, 839-846.
2. H. Horkheimer: Nahrung und Nahrungsgewinnung im vorsepanischen Peru. Colloquium-Verlag, Berlin 1960.
3. S. Antunez de Mayola, Tarwi in ancient Peru. *GTZ-Schriftenreihe* 125, 1, Eschborn 1982.
4. Joint FAO/WHO Ad hoc expert committee, Energy and protein Requirements, FAO Nutrition Meetings Report Series no 52, Rome 1973.
5. R.J. Blagrove und V.P. Agrawal, Lupin seed as a source of Oil and protein in J.N. Hawthorne und D. Lekim, Soya lecithin dietetic application, 55-71, Semmelweis-Verlag, Hoya 1982.
6. J. Reyes, V. Gross, L. Ponce und M. Serpa, Experiments on the use of *L. mutabilis* for human consumption. *GTZ-Schriftenreihe* 125, 707, Eschborn 1982.
7. W. Feldheim, W.R. Eckard, Unsaporifiable Lipids from Lupine oil. *GTZ-Schriftenreihe* 125, 499, Eschborn 1982.
8. M. Bocanegra, J. Elmadfa, R. Gross, T. Hatzold, Use of *L. mutabilis* seeds for edible oil production as an oil crop. *GTZ-Schriftenreihe* 125, 319, Eschborn 1982.
9. W. Feldheim, G. Lausch, H. Schulz und P.H. Cummings, Wirkung der Keimung auf das Tocopherol-Muster der Samenkörner von Weizen, Lupine, Soja und Sonnenblume. *Ernährung* 1986, 10 (im Druck).
10. E. Wisker und W. Feldheim, Verwendung von ballaststoffreichen Rohstoffen zur Anreicherung von Lebensmitteln. *Dtsch. Lbm. Rdsch.* 80, 108-111 (1984).
11. E. v. Baer, pers. Mitteilung
12. W. Ziegelmeier, Rohstoff-Fragen der deutschen Volksernährung. 4. Aufl. Verlag Th. Steinkopf, Dresden 1941.
13. J. Hackbarth und H.J. Troll, Lupinen als Körnerleguminosen und Futterpflanzen in *Hdb. der Pflanzenzüchtung*. Verlag P. Parey, Berlin 1959.
14. C. Bryant, Verzeichnis der zur Nahrung dienenden Pflanzen, S. 484. Verlag Weideman und Reich, Leipzig 1785.

been adapted to improve basic and applied aspects of protein quality in maize seeds.

Improvement of protein quality in hexaploid wheat.

The definition of quality with respect to bread making properties is given. The field is discussed in the light of recent developments at molecular level. Available methods which can help as diagnostic tools are also discussed.

INTRODUCTION .

Adopting a series of technological interventions altogether known under the name of BIOTECHNOLOGY, it is believed that many expectations of the present society will be realized in the near future. These expectations deal with the quality of life, energy production, quality and quantity of food, health of people and management of agriculture. Advanced methodologies which are of direct interest to agricultural plants are micropropagation, the use of haploids, embryoculture, protoplast manipulation and somatic cell fusion, somaclonal variation, selection of mutants in vitro, isolation and manipulation of genes and plant cell transformation. Among these methodologies particular attention has been given to the development of gene vectors based on the T₁-plasmid (An et al., 1985; Horsch et al., 1985; Fraley et al., 1985; Zambryski, et al., 1983; Hain, et al., 1985), to alternative methods of cell transformation (Mayer, et al., 1985; Potrykus, et al., 1985; Paszewski, et al., 1984; Lörz, et al., 1985) and to

the control of the expression in the plant of genes from bacteria, insects, other plants and animals (Potrykus, et al., 1985; Schell, 1984). Also new approaches to gene isolation have been developed recently (O'Reilly et al., 1985; Fedoroff, et al., 1984).

The application to plant breeding of these methodologies will be treated from the point of view of the improvement of the quality of plant products. Comparative efforts developed according to classical breeding strategies will also be presented. Two selected cases are discussed here: maize protein quality and wheat bread-making quality.

PROTEIN QUALITY IN MAIZE

Protein content of maize is low, varying between 9 and 13% (reviewed in Soave and Salamini, 1979; 1984a). Moreover, the utilizable protein content of maize grain for monogastric nutrition is also low (Payne, 1978). The situation can be improved enhancing the total protein content in the maize seed. A negative correlation, however, has been found between protein level and yield. A second breeding intervent deals with the improvement of the protein quality. In fact, maize proteins have a low content of some essential amino acids like lysine and tryptophan. This is due to the very poor content of these amino acids in the zeins, the most abundant endosperm proteins (Mosse et al., 1966).

The zein family

Zeins are storage proteins of the seed soluble in alcoholic solutions in the presence of reducing agents. By using sodium dodecyl sulphate (SDS) polyacrylamide gel electrophoresis of reduced zein proteins up to ten components can be separated with an apparent molecular weight (MW) of 23000, 22000 and 21000 (collectively termed the 22 kDa class), 20000, 19000 and 18000 (20 kDa class), 15000 and 14000 (14 kDa class), and 12000 and 10000 (10 kDa class). The 22 and 20 kDa classes represent together 70-80% of total zeins and show extensive charge heterogeneity on isoelectric focusing (i.e.f) in polyacrylamide gels, while the two lower MW classes give only single i.e.f bands (Lee et al., 1976; Righetti et al., 1977). By two dimensional electrophoretic analysis up to 28 individual polypeptides can be identified (Hagen and Rubenstein, 1980; Vitale et al., 1980; Burr and Burr, 1981). Data from DNA sequencing, dot hybridizations and restriction enzyme maps of complementary DNA (cDNA) or genomic zein DNA clones indicate an overall homology among the higher MW zein components with a sequence of approximately 20 amino acids repeated up to nine times in the polypeptide chain (Pedersen et al., 1982; Marks and Larkins, 1982). The two lower MW classes are similar in amino acid composition to the other zeins although they contain significantly more methionine and cysteine (Gianazza et al., 1977; Melcher, 1979). There is evidence that each zein polypeptide is the product of a

specific structural gene. Since estimates of the number of genes in the zein family indicate more than 100 genes with related sequences (Viotti et al., 1979; Wienand and Feix, 1980; Hagen and Rubenstein, 1981), it is most likely that some of these are silent. Unlike many other eukaryotic genes, zein genes do not contain intervening sequences although the flanking regions contain sequences similar to the putative transcriptional signals present in other eukaryotes (Wienand et al., 1981; Pedersen et al., 1982; Spena et al., 1982). By hybridization of electrophoretically fractionated total maize endosperm RNA with higher MW zein cDNA clones, mature zein mRNA of about 1000 bases (with a 100-120 poly(A)tail) and putative mRNA precursors of about 1800, 2800 and 3800 bases have been identified (Burr et al., 1982; Langridge et al., 1982a). Zein RNAs are translated by ribosomes attached to endoplasmic reticulum (e.r.) into preproteins (about 2000 Da larger than mature zeins, Burr and Burr, 1976; 1981). The signal peptide is cleaved co-translationally and the nascent proteins secreted into the lumen of the e.r. where they form large aggregates producing localized enlargements, the so-called protein bodies. During the development of the maize endosperm, zein synthesis starts around 15 days after pollination and all the polypeptides are accumulated coordinately at the same rate for more than 25 days (Soave and Salamini, 1983).

Genetics of zein polypeptides

After an extensive analysis of zeins from several inbred lines of maize, a great variability in the i.e.f. and SDS polyacrylamide gel banding pattern was observed. The genetical bases of this variability was inferred from inheritance studies of crosses between inbreds differing in the presence or absence of some zein i.e.f. bands (Soave et al., 1982a). A search for the linkage relations and the chromosomal location of the zein structural genes encoding for some zein polypeptides was undertaken. Up to now 20 loci have been identified and mapped. Ten are on chromosome 4 (eight on the short arm and two on the long arm); nine on the short arm of chromosome 7 and one on the long arm of chromosome 10 (Valentini et al., 1979; Soave et al., 1981a; 1982). This genetic organization is of interest from several points of view. First, in each chromosome segment hosting zein genes individual genes are not contiguous, but slightly dispersed. An exception is the Zp20/1, Zp20/2, Zp20/3 cluster on chromosome 7 whose members are strictly linked and the corresponding i.e.f. zein components are always expressed or completely silent. Second, in each chromosomal segment genes coding for zein polypeptides of different MW coexist. For example on chromosome 4, near the Floury-2 (F12) locus there are genes encoding for 23, 22 and 20 kDa polypeptides, and on chromosome 7, besides a majority of genes encoding 20 kDa zeins, there is one gene present coding for a 18 kDa zein polypeptide and another gene

encoding a 10 kDa zein polypeptide. It is interesting that two alleles of the latter gene were found coding for two polypeptides of slightly different MW (Harting et al., 1984). It could be that the interspersion of zein genes of different MW in the same chromosomal region is the consequence of a generation of MW variants due to the occurrence of nonsense mutations resulting in premature termination of translation (Spena et al., 1982). Third, in the same chromosomal regions there are loci present such as F12, o2, De-B30, o7 which control the rate of zein accumulation. In at least one case they are duplicated, i.e. the o2 and De-B30 loci on chromosome 7.

Molecular genetics

By in situ hybridization using zein cDNA sequences, sequences related to cDNAs corresponding to 20 kDa zeins were found on the short arm of chromosome 7, on the long arm of chromosome 10 and on the proximal part of the long arm of chromosome 4, while sequences homologous to 22 kDa zeins were located on the distal end of the long arm of chromosome 4 (Viotti et al., 1982). Experiments with zein cDNA clones have up to now identified at least five different groups, or families, of zein sequences consisting of two to three more homologous groups for the 22 kDa zeins, two to three related groups for the 20 kDa zeins and one for the 14 kDa zeins (Burr et al., 1982; Marks and Larkins, 1982; Geraghty et al., 1982; Viotti et al., 1982).

On the whole it is evident that all zein sequences have a certain degree of homology, based on similarities between the signal peptide region, on the periodic structure of the 20 amino acid repetitive blocks and on the C-terminal tail region. The homology suggests that zein genes originated by duplication and subsequent divergence of an ancestral gene, itself arising by duplication from a gene containing only one repeat unit (Spena et al., 1982). As far as the spatial arrangement of zein genes along the DNA molecule is concerned, either dispersed or clustered zein genes exist. In one case, for example, a genomic clone, about 15 kilobases long, contains four zein genes coding for polypeptides of 20 kDa (Di Fonzo and Larkins, unpublished).

Regulation of zein synthesis

Zein synthesis starts around 15 d after pollination and afterwards zeins are accumulated at a constant rate (about 300 µg d⁻¹ per endosperm) for more than 20 days. A particular feature is that all the individual components of the zein family are simultaneously and synchronously synthesized.

Mutants altering the timing of zein synthesis have been reported (Manzocchi et al., 1980). These exhibit a more or less defective endosperm and have a lower than normal zein content at maturity. Three recessive mutants de-B6, de-B18 and de-B22 delay the onset of deposition of the 22 kDa zein class for at least 10 days. It is interesting that de-B18

shows, in addition, very low levels of auxins in the endosperm during development (Torti et al., 1986).

Several loci positively control the rate of zein deposition during endosperm development. The mutant alleles at these loci reduce the zein level to a different extent and affect the deposition of all the zein polypeptides or of some groups preferentially (Soave and Salamini, 1983). All mutants confer an opaque phenotype to the endosperm. Table 1 summarizes the available data related to the mutants so far studied. As far as the level of zein polypeptides is concerned, the o2 and De-B30 mutants preferentially reduce the level of the 22 kDa zeins, o7 preferentially reduces the 20 kDa zeins, while F12, Mc and o6 suppress the synthesis of all zeins to the same extent. The lack of production of the zein polypeptides is reflected by a lower zein mRNA level in the mRNA population of o2, o7 and F12 endosperms and at least a lower level of translatable zein mRNAs in o6, Mc, De-B30 and in the double mutant o2Mc (Langridge et al., 1982b; Burr and Burr, 1982; Salamini et al., 1983). The interactions between some of these mutant alleles have been investigated and the effects on zein production determined in double mutants with pairs of alleles in all possible combinations; o2 and o7 were epistatic to F12 but the action of o2 was independent of o7 or Mc (Di Fonzo et al., 1979; Fornasari et al., 1982; Salamini et al., 1983). These results suggest that multiple regulatory pathways are active in zein synthesis; at least one is related to the 22

kDa zein class and the other to the 20 kDa zein class with 02 and 07 involved in the first and second pathways respectively. If the Mc action is found to be independent of 07, a third pathway involving Mc should be expected. Up to now two proteins have been associated to zein regulatory genes: one (b-32 protein) related to the 02 and 06 loci, the other (b-70 protein) related to the F12, Mc and De-B30 loci (Soave et al., 1981b; Galante et al., 1983).

b-32 is a protein of MW 32 kDa present in wild type endosperms and absent in o2 and 06 mutant alleles. Both the mutations are associated with the loss of immunologically cross reacting material and translatable mRNA for the b-32 protein. The protein is located, in a monomeric form, in the cytosol (or perhaps in nuclei) and, apparently, it does not interact with other proteins. Its biological function is still unknown even if the b-32 level appears to be correlated to the zein level. In particular b-32 is devoid of any inhibitory activity against endospermic ribonucleases, an interesting possibility raised by the higher than normal level of ribonuclease activity in o2 endosperms. By genetical experiments it was demonstrated that b-32 is encoded by the 06 locus and then a hierarchy between the 02 and 06 loci was proposed: 02 activates the 06 locus, which, by producing b-32 protein, positively controls the expression of zein genes. b-70 is a protein that is present in wild type endosperms but overproduced in F12, Mc or De-B30 mutants. In agreement with the dominant

nature of the three mutants, the b-70 level increases progressively with the doses of the mutant allele present. At early stages of endosperm development b-70 is located essentially in the zein protein bodies where it is easily hydrolysable with proteolytic enzymes (suggesting a likely location on the membrane of the protein body rather than inside the granule). Later, b-70 could also be revealed in those parts of the e.r. devoid of zeins and in the soluble cytoplasm. On the basis of the data available it is possible that b-70 is a type of storage protein different from zeins, repressed in normal endosperm and derepressed in the dominant mutant alleles F12, Mc and De-B30.

Classical breeding approach by the use of the opaque-2 allele

A wide acceptance of the opaque-2 high lysine maize for cultivation is hindered by several agronomical restraints. Compared with their normal counterparts, o2 inbreds and hybrids do not only yield less grain, but are also more susceptible to ear rot and insect injury (Ortega et al., 1975; Loesch et al., 1976; Warren, 1978), and suffer more mechanical damage at harvest (Lambert et al., 1969; Sreeramulu and Bauman, 1970; Paez and Zuber, 1973). The mutant seed, moreover, are deficient in emergence and are delayed in germination, particularly at low temperatures (Nass and Crane, 1970; Gupta and Kovacs, 1974; 1975; Loesch et al., 1978).

These liabilities may be partially overcome by the use of modifier genes, which alter positively the phenotypic expression of o2 (Dudley et al., 1971; Vasal, 1975; Gentinetta et al., 1975; Motto et al., 1978; Motto and Perenzin, 1982; Motto et al., 1986). A collection of 562 maize inbred lines with normal phenotypes was converted by repeated backcrosses to a o2 state. Out of these o2 converted inbreds several were individuated with high protein quality (Martiniello et al., 1978; Fornasari et al., 1975). Among these lines few with modified kernel texture were selected and used to establish an o2-synthetic population. The synthetic variety was bred according to a selection index which considered several important seed characters. The results of 4 consecutive cycles of recurrent selection indicate that the restraints which interfere with the agronomic acceptance of opaque-2 maize can be removed (table 2).

A second approach to opaque-2 breeding was based on the use and improvement of synthetic populations already available and converted to the o2 state. Out of such programs, several o2 inbred lines have been bred and released by the Maize section of the Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Bergamo, Italy (Lo876o2, Lo892o2, Lo894o2, Lo848o2, Lo908o2, Lo888o2, Lo968o2, Lo970o2). Yield levels of the hybrids from one of such o2 lines (Lo876o2) are given in table 3 altogether with the performance of some o2 hybrids already available on the

market. These results demonstrate that under the environmental and agrotechnical conditions prevailing in the Po valley of Italy both experimental and commercial o2 hybrids are able to produce between 10 and 11 t/ha of maize grains with a superior protein quality (Lorenzoni et al., 1983; Bertolini et al., 1983). Understanding the structure and function of the opaque-2 may in the future reveal decisive for adopting appropriate and efficient strategies in breeding maize for protein quality (see also Salamini et al., 1985).

Opaque-2 tagging

Transposon mutagenesis has been used to isolate mutable alleles at the Opaque-2 locus of maize (Motto et al., 1986). Plants with the Activator-Dissociation (Ac-Ds) system of transposable elements and O2 were crossed as males to a stable o2 tester line. Among a population of 200000 kernels, 198 exceptional kernels with somatic instability were recovered. In four cases, designated O2-m1, o2-m2, O2-m3 and O2-m4, variegated phenotypes appeared in F2 and subsequent generations. Genetic analyses indicated that the presence of Ds near or within the O2 gene was responsible for the observed somatic instability at the O2 locus. The phenotypes of the newly induced alleles were of two types. Alleles O2-m1, O2-m3 and O2-m4, in the absence of Ac, were characterized by kernel phenotypes indistinguishable from the wild type; in the presence of Ac they generated kernels with opaque sectors interspersed within a vitreous

background. In contrast, the mutable allele o2-m2, in the absence of Ac, was characterized by kernels with a recessive phenotype similar to o2 recessive mutants. In the presence of Ac, it reverted somatically to wild-type producing kernels with vitreous spots in an o2 background. The association of the Ds element with the O2 locus may prove a valuable tool directed to the isolation of DNA fragments bearing the O2 gene.

The induction of insertion mutations at the Sh and Wx loci was studied in an o2-m(r)-Bg strain (Marotta et al., 1986). In such a strain the o2-m(r) allele hosts a presumptive movable element. This element was intended to be trapped into the loci Wx or Sh. A mutation frequency approaching 10^{-4} has been observed at the two loci. The induced sh alleles behaved as stable recessives and molecular data indicated deletions of the Sh DNA. The majority of the new alleles of the Wx locus showed a wild type phenotype, they were inherited with abnormal segregation ratios and generated a consistent fraction of variegated kernels in the following generations. No differences were detected by Southern analysis between these alleles and their wild type progenitors. Out of four stable recessive wx alleles one was due to an insertion inactivation of the Wx transcription unit. This inserted DNA unit is being studied to reveal if it originated from a Bg element (or receptor), excised from the O2 locus. This will offer a possibility of cloning the O2 gene.

BREAD MAKING QUALITY OF WHEAT

The wheat flour mixed with water forms a dough with particular elastic properties (Paredes-Lopez and Bushuk, 1983). These properties effect the bread making quality of the bread and they depend on type and amount of proteins present in the flour. This is why the improvement of wheat quality, besides on total protein content, can, to some extent, be directed towards the substitution of poor quality proteins with better ones.

The proteins of wheat are glutenins and gliadins (reviewed in Payne et al., 1983). Gliadins are a complex mixture of polypeptides with Mw of 35-70 kDa. Glutenins consist of low and high MW subunits (LMW, 35-50 kDa; HMW, 90-140 kDa). They form large aggregates which can break down into their subunits after a treatment with a reducing agent. Chromosomes 1 (A,B,D) and 6 (A,B,D) host respectively the 2 loci Glu-1, and Gli-1 and the locus Gli-2. Glu-1 codes for ^{HMW glutenins, Gli-1 for} γ and ω gliadins and LMW glutenins, Gli-2 for α and β gliadins. Each genetic locus consists, in turn, of blocks of tightly linked genes. An extensive number of allelic variants of these genes confer to any wheat variety a specific electrophoretic pattern (Sozinov and Popereya, 1980; Payne et al., 1981).

Visco-elasticity, which is important in bread-making, is mainly due to HMW glutenins whose subunits are linked together by disulfide bonds (reviewed by Mifflin et al.,

1983). The mean molecular weight of these glutenin aggregates, in fact, correlates directly with bread-quality (Huebner and Wall, 1976). Available molecular data have contributed to clarify the repeat-unit structure of the glutenin genes together with their amino acid composition; both properties help to understand the visco-elasticity of HMW glutenin.

At the molecular level intervarietal differences among HMW glutenin electrophoretic patterns probably result from deletion or duplication of part of the sequences of these genes. More interesting, the presence of specific HMW glutenin subunits in a particular wheat variety can be correlated to gluten quality (Payne et al., 1983). The incorporation of such superior HMW glutenin genes in wheat breeding programs is feasible following standard breeding procedures. HMW glutenins with high visco-elasticity can be found both in land races and adopted varieties, as well as in other Triticums and Aegilops species (Law and Payne, 1983).

Plant molecular biology can offer an alternative approach. Cloned genes coding for superior HMW glutenins can be modified in their regulatory regions as to enhance their expression in transformed tissues. Their copy number per nucleus can also be increased by transformation. The final positive effect on dough quality of this genetic engineering intervention should be even more evident if the HMW gene can be manipulated in vitro as to increase further the

quality of the coded protein. The implantation of such improved genes into a wheat variety is, however, still hindered by the lack of a suitable transformation system for monocotyledonous species.

CONCLUSIONS

The informations available from plant molecular biology studies indicate that plant genes can be easily isolated and characterized and their expression, in homologous or heterologous systems, tested. Still problems exist in transforming the most important agricultural plants and, above all, in isolating genes affecting yield, disease resistance or quality of the product. To facilitate the adoption of molecular approaches in plant breeding it is then necessary to incentivate studies on the physiological pathways leading to yield, stress, disease susceptibility and to final quality of the produce.

REFERENCES

- An, G., et al. 1985, *EMBO J.* 4: 277
- Bertolini, M., et al. 1983, *Sementi Elette* 24: 21
- Burr, B., and Burr, F.A. 1976, *PNAS USA* 73: 115
- Burr, F.A., and Burr, B. 1981, *Cell Biol.* 90: 427
- Burr, F.A., and Burr, B. 1982, *Cell Biol.* 94: 201
- Burr, B., et al. 1982, *J. Mol. Biol.* 154: 33
- Di Fonzo, N., et al. 1979, *J. Hered.* 71: 397
- Dudley, J.W. et al. 1971L, *Crop Sci.* 11: 512
- Fedoroff, N., et al. 1984, *Ac. Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 81: 3825
- Fornasari, E., et al. 1975, *Maydica* 20: 185
- Fornasari, E., et al. 1982, *Maydica* 27: 185
- Fraleley, R.T. et al. 1985, *Biotechnology* 1: 262
- Galante, E., et al. 1983, *Mol. Gen. Genet.* 192: 316
- Gentinetta, E., et al. 1975, *Maydica* 20: 145
- Geraghty, D.E. et al. 1982, *EMBO J.* 1: 1329
- Gianazza, E., et al. 1977, *Phytochemistry* 16: 315
- Gupta, D., and I. Kovacs, 1974, *J. Agr. Sci. Camb.* 83: 551
- Gupta, D., and I. Kovacs, 1975, *Euphytica* 24: 245
- Hagen, G., and I. Rubenstein, 1980, *Pl. Sci. Lett.* 19: 217
- Hagen, G., and I. Rubenstein, 1981, *Gene* 13: 239
- Hain, R., et al. 1985, *Mol. Gen. Genet.* 199: 161
- Hartings, H., et al., 1984, *Genetica Agraria* 38: 447
- Horsch, R.B., et al. 1985, *Science* 227: 1229
- Huebner, F.R., and Wall, J.S., 1976, *Cereal Chem.* 53: 258
- Lambert, R.J., et al. 1969, *Crop Sci* 9: 242
- Langridge, P., et al. 1982a, *Mol. Gen. Genet.* 187: 432
- Langridge, P., et al. 1982b, *Planta* 156: 166
- Law, C.N. and Payne, P.J., 1983, *J. Cereal Sci.* 1: 79
- Lee, K.H., et al. 1976, *Biochem. Genet.* 14: 641
- Loesch, P.J. et al. 1976, *Crop Sci.* 16: 841
- Loesch, P.J. et al., 1978, *Crop Sci.* 18: 802
- Loerz, H., et al. 1985, *Mol. Gen. Genet.* 199: 178
- Lorenzoni, C., et al. 1983, *Inform. Agr.* 39: 24561
- Manzocchi, L.A., et al., 1980, *Maydica* 25: 199
- Marotta, R., et al. 1986, *Maydica*, in press
- Marks, M.D. and B.A. Larkins, 1982, *J. Biol. Chem.* 257: 9976
- Martiniello, P., et al. 1978, *Euphytica* 27: 411
- Mayer, P., et al. 1985, *Mol. Gen. Genet.*, in press
- Melcher, U., 1979, *Plant Physiol.* 63: 354
- Mifflin, B., et al. 1983, In: *Phytochemical Soc. of Europ. Symp. Vol. 20: Seed Proteins.* (J. Daussant, J. Mosse, J. Vaughan, eds.) pp 255
- Acad. Press, New York.
- Motto, M., et al. 1978, *Maydica* 23: 35
- Motto, M., et al. 1986, *Genetics* 112: 121
- Motto, M., and Perenzin, 1982, *Z. Pflanzenzuecht.* 89: 47
- Mosse, J., et al. 1966, *C. Red. Acad. Sci.* 263: 788
- Nass, H.G., and Crane, P.L., 1970, *Crop Sci.* 10: 139
- O'Reilly, C., et al. 1985, *EMBO J.* 4: 877
- Ortega, A., et al. 1975, In: *High quality protein maize.* Downden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, pp. 178
- Paez, A.V. and Zuber, M.S., 1973, *Can. J. Plant Sci.* 53: 515

- Pani, F., et al. 1985, *Euphytica* 34: 857
- Paredes-Lopez, O. and Bushuk, W., 1983, *Cereal Chemistry* 60: 19
- Paszewski, J., et al. 1984, *EMBO J.* 3: 2717
- Payne, P.J., et al. 1981, *TAG* 60: 229
- Payne, P.J., et al. 1983, *Philosoph. Transact. Royal Soc.* 304: 359
- Pedersen, K., et al. 1982, *Cell* 29: 1015
- Potrykus, I., et al. 1985, *Mol. Gen. Genet.* 199: 183
- Righetti, P.G., et al. 1977, *Planta* 136: 115
- Salamini, F., et al. 1983, *TAG* 65: 123
- Salamini, F., et al. 1985, *Mol. Form and Function of the Plant Genome V.* Vloten-Doting, Groot, Hall, eds. Plenum Publ. Corp. pp. 543-553
- Schell, J., 1984, *Pontifica Acad. Sci. Vatican City*, pp. 107
- Soave, C., and Salamini, F. 1979, *Gen. Agr. Mon.* 4: 107
- Soave, C., and Salamini, F. 1983, *Dev. Gen.* 5: 1
- Soave, C., and Salamini, F. 1984a, *Phil. Trans. A. Soc. Lond.* B, 304: 341
- Soave, C., et al. 1981a, *Genetics* 97: 363
- Soave, C., et al. 1981b, *Cell* 27: 407
- Soave, C., et al. 1982, *Qual. Pl. Pl. Fds Hum. Nutr.* 31: 191
- Soave, C., et al. 1982a, *Biochem. Gen.* 11: 1027
- Sozinov, A.A., and Poperelya, F.A. 1980, *Ann. Techn. Agricole* 23: 229
- Spena, A., et al. 1982, *EMBO J.* 1: 1589
- Sreeramulu, C., and Bauman, C.F. 1970, *Crop Sci.* 10: 262
- Torti, G., et al. 1986, submitted to *TAG*
- Valentini, G., et al. 1979, *Heredity* 42: 33
- Vasal, S.K., 1975, In: L.F. Bauman et al. (eds.) *High quality maize*, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stoudsburg, Pa. pp. 197.
- Viotti, A., et al. 1979, *Eur. J. Biochem.* 102: 211
- Viotti, A., et al. 1982, *EMBO J.* 1: 53
- Wienand, U., and Feix, G. 1980, *FEBS Lett.* 116: 14
- Wienand, U., et al. 1981, *Mol. Gen. Genet.* 182: 440
- Zambryski, P., et al. 1983, *EMBO J.* 2: 2143

TABLE 1. PROPERTIES OF MUTANT ALLELES AT LOCI CONTROLLING ZEIN DEPOSITION

locus	chromosomal location	inheritance	zein inhibition, %	specificity on zein subunits	other properties
<i>Opaque-6 (O6)</i>	unknown	recessive	88.5	aspecific	absence of b-32 protein
<i>Opaque-7 (O7)</i>	chromosome 10 long arm	recessive	77.5	mainly 22 kDa subunits	—
<i>Opaque-2 (O2)</i>	chromosome 7 short arm	recessive	47.0	mainly 20 kDa subunits	absence of b-32 protein high RNAase level
<i>Floury-2 (F12)</i>	chromosome 4 short arm	semidominant	34.6	aspecific	increased level of b-70 protein altered protein bodies morphology
<i>Mucronate (Mc)</i>	unknown	dominant	29.0	aspecific	increased level of b-70 protein
<i>Defective endosperm-B30 (De-B30)</i>	chromosome 7 short arm	dominant	12.0	only 22 kDa subunits	increased level of b-70 protein

Table 2 Mean values (combined over years) of seed quality traits for the original (C0) and successive cycles of selection of MOD2 synthetic population (from Pani et al., 1985)

Entries	Protein content (%)	DBC value*	Tryptophan content (‰)	Specific weight (g/cm ³)	Yield (g/ha)
C0	11.3	54	1.05	1.22	63.8
C1	12.4	64	1.13	1.23	48.6
C2	12.8	65	1.16	1.23	43.5
C3	13.2	68	1.18	1.25	39.1
C4	13.7	72	1.20	1.26	31.4
C0 x Mo17o2o2	10.5	49	0.96	1.18	74.5
C2 x Mo17o2o2	10.9	52	0.98	1.19	66.3
C3 x Mo17o2o2	11.1	52	0.97	1.20	76.5
C4 x Mo17o2o2	11.4	55	1.2	1.20	70.4
L.S.D.(0.05)	0.3	3	0.05	0.02	7.6

*DBC: Dye-binding capacity.

Table 3 Breeding behaviour of the inbred line Lo87602 in different hybrid combinations and locations (partially from Lorenzoni et al., 1983)

Location	Year	Hybrid	Yield (q/ha)	Yield of the best commercial <u>o</u> 2 hybrid (q/ha)
Montagnana	1975	Lo876 <u>o</u> 2 x Oh43 <u>o</u> 2	117	83
Bergamo	1975	Lo876 <u>o</u> 2 x Oh43 <u>o</u> 2	99	99
Bergamo	1979	Lo876 <u>o</u> 2 x 33-16 <u>o</u> 2	130	124
Fiorenzuola	1979	Lo876 <u>o</u> 2 x 33-16 <u>o</u> 2	126	117
Bergamo	1981	Lo876 <u>o</u> 2 x 11599 <u>o</u> 2	115	100
Fiorenzuola	1981	Lo876 <u>o</u> 2 x 11595 <u>o</u> 2	125	114
Fiorenzuola	1981	Lo876 <u>o</u> 2 x Mo17 <u>o</u> 2	127	119
Bergamo + Udine	1982	Lo876 <u>o</u> 2 x Mo17 <u>o</u> 2	110 (53;11.6) ⁽¹⁾	111 (37;9.1) ⁽¹⁾
Bergamo + Udine	1982	Lo876 <u>o</u> 2 x B3 <u>o</u> 2	111 (46;10.7) ⁽¹⁾	111 (37;9.1) ⁽¹⁾

(1) In brackets DBC value and percent of protein

Deutsche Übersetzung der Zusammenfassung des Vortrages
von Prof. F. Salamini:

Die Anwendung der Gentechnologie zur Verbesserung der
Pflanzenqualität. - Ausgewählte Beispiele.

Es wird über neuere Methoden und Verfahren berichtet, die zur Verbesserung der Qualität pflanzlicher Produkte eingesetzt werden können. Diese umfassen in Vitro-Kultur von Zellen und Protoplasten, somaclonale Veränderungen, in Vitro-Sektion, Gen-Isolierung und Pflanzen-Transformation. Ausgesuchte Beispiele der Anwendung dieser neuen Technologien werden dargestellt.

Verbesserung der Proteinqualität von Mais.

Bemühungen, den Gesamtproteingehalt in Maissamen zu verbessern, werden diskutiert. Hierbei wird die Rolle der Prolaminfraktion hervorgehoben und es werden die Methoden zur Beeinflussung der letztendlichen Höhe im Endosperm erläutert. Die verfügbaren Daten über Mutanten, bei denen der Prolamingehalt des Endosperms stark reduziert ist, werden zusammengefaßt. Besondere Aufmerksamkeit wird den Untersuchungsmethoden gewidmet, die von der Arbeitsgruppe am Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura in Bergamo, Italien, entwickelt wurden. Hier wurden die klassische Pflanzenzüchtung und die Molekular-Methoden einander angepaßt, um Grundlagenwissen und Anwendungsmöglichkeiten in Bezug auf die Proteinqualität von Maissamen zu verbessern.

Verbesserung der Proteinqualität in hexaploidem Weizen.

Es wird die Definition der Qualität im Hinblick auf die Brotbereitung gegeben. Dieses Gebiet wird im Lichte der in letzter Zeit stattgefundenen Entwicklung auf dem Molekular-sektor diskutiert. Verfügbare Methoden, die zu diagnostischen Zwecken verwendet werden können, werden ebenfalls diskutiert.

Liegt im Heil- und Gewürzpflanzenanbau eine Chance für Landwirtschaft und Gartenbau?

U. Bomme *)

Landwirtschaft und Feldgemüsebau haben in einer Zeit, die von Agrarüberschüssen und nachgebenden Erzeugerpreisen geprägt ist, einen schweren Stand und blicken mit Sorge in die Zukunft. Können hier die Heil- und Gewürzpflanzen nach dem Motto "nomen est omen" helfen?

In dem nachfolgenden Bericht wird versucht, die Möglichkeiten und Grenzen eines inländischen feldmäßigen Anbaues von Heil- und Gewürzpflanzen am Beispiel Bayern darzustellen, da in diesem traditionellen Anbauland für diese Arten die Verhältnisse noch am ehesten durchschaubar sind, und weil dort in den letzten 15-20 Jahren stärkere Aktivitäten entwickelt worden sind.

Als Heil- und Gewürzpflanzen werden alle Pflanzen bezeichnet, die durch ihre sekundären Pflanzeninhaltsstoffe (z.B. ätherisches Öl, Saponine, Flavonoide, Bitterstoffe, Alkaloide) Krankheiten bei Mensch und Tier lindern oder heilen können, bzw. die Geschmackseigenschaften von Speisen und Getränken positiv beeinflussen und die Verdaulichkeit verbessern.

Eine feldmäßige Kultivierung dieser Arten stellt in Deutschland keine Neuigkeit dar, da bereits Ende des 19. Jahrhunderts von über 600 ha Anbaufläche berichtet wurde, und 1941 im damaligen Deutschen Reich sogar über 10 000 ha mit diesen Pflanzen bestellt wurden. Nach dem 2. Weltkrieg erwiesen sich dann aber andere landwirtschaftliche Arten als wesentlich günstiger für den Anbau, und die chemischen Produkte begannen ihren Siegeszug, so daß der Heil- und Gewürzpflanzenanbau schnell in Vergessenheit geriet. Ende der sechziger Jahre wurden daher von der offiziellen Statistik nur noch 549 ha im Bundesgebiet registriert, die knappe Hälfte davon allein in Bayern.

*) Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Vöttlingerstr. 38, D-8050 Freising-Weihenstephan

Seit der zweiten Hälfte der siebziger Jahre wurde dann aber ein Umschwung dieser Entwicklung erkennbar, der folgende Gründe hat:

Seit 1978 ist ein neues Arzneimittelrecht gültig, das u.a. auch zur Herstellung von Phytotherapeutika eine standardisierte und qualitativ hochwertige Rohware bindend vorschreibt. Nach einer Übergangsfrist muß ab 1990 für alle Phytopharmaka ebenfalls ein Wirksamkeits-, Unbedenklichkeits- und Qualitätsnachweis erbracht werden. Wegen dieses Standardisierungszwanges dürfte die Rohware streng genommen eigentlich nur noch aus einem gezielten, kontrollierten und planmäßigen Anbau gewonnen werden, obwohl immer noch die knappe Hälfte aus Wildsammlung stammt. Sammelware dagegen ist als sehr heterogen zu betrachten im Hinblick auf Identität, Reinheit, Wirkstoffgehalt und unbekannte Kontaminationen in Abhängigkeit von Standort, Ökotyp und Pflanzenalter.

Bei bisher nur wild gesammelten Pflanzen wie Johanniskraut, Arnika oder Frauenmantel wird es darüber hinaus zumindest im Inland immer schwieriger, ergiebige Standorte und eine ausreichende Zahl von fachkundigen Sammlern zu finden. Das geht Hand in Hand mit einer strengeren Naturschutzgesetzgebung, die viele typische Heilpflanzen wie z.B. Arnika, Schlüsselblume oder Enzian vor dem Sammeln schützt. Mit Sicherheit ist davon auszugehen, daß sich dieser Schutz bald auch auf die aus Wildsammlung stammenden Importe erstrecken wird.

Firmen aus dem Würzmittel- oder Pharmabereich klagen teilweise - zwar nicht öffentlich, aber im Gespräch unter vier Augen - über Schwierigkeiten bei den Importen, insbesondere über mangelnde Liefertreue, unzureichenden Reinigungsgrad, Lieferausfälle infolge politischer Unruhen oder Witterungskatastrophen.

Da im Ausland teilweise ganz legal Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, die bei uns überhaupt nicht auf dem Markt sind, ist der Kontrollaufwand für die Firmen wegen der Vielzahl der theoretisch möglichen Wirkstoffe enorm hoch, zumal auch die Gesetzestreue im Ausland in diesem Bereich sehr weitherzig gesehen wird.

Auf der anderen Seite erfreut sich die Phytotherapie im In- und Ausland einer immer stärkeren Wertschätzung, so daß es nicht

verwundert, wenn bereits 25% aller in der Roten Liste der pharmazeutischen Industrie aufgeführten Präparate reine Phytopharmaka darstellen und 40% der Wirkstoffe der angebotenen Arzneimittel biogenen Ursprunges sind. Ebenfalls sehr stark zugenommen haben der Kräuterteeverbrauch und die positive Einstellung der Bevölkerung zur Selbstmedikation.

Da leider keine genauen Zahlen über Verbrauch, Im- und Export von Heil- und Gewürzpflanzen existieren, ist man hier auf Schätzungen angewiesen. Danach werden trotz des allgemein zunehmenden Interesses von den ca. 130 000 t Heil- und Gewürzpflanzendrogen (Droge = getrocknete Pflanzenteile) im Wert von 380 Millionen DM immer noch über 90% importiert! Dabei sind neben rein klimatischen Gründen vor allem das niedrige Weltmarktpreinsniveau, aber auch die traditionellen ausländischen Geschäftsverbindungen, die Unkenntnis über die hiesigen Anbaumöglichkeiten sowie die Kurzsichtigkeit bei der Beurteilung der Preissituation auf dem Weltmarkt unter Mißachtung einer kontinuierlichen, sicheren Inlandsproduktion maßgeblich. Manches Mal sind allerdings auch die gewünschten großen Mengen einheitlich aufbereiteter Ware oder die Vielzahl der benötigten Arten zumindest kurzfristig im Inland nicht erhältlich. Nicht verschwiegen werden darf in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, daß mangels Erfahrung oder wegen der im Anfangsstadium noch unzureichenden Aufbereitungsmöglichkeiten die Qualität manches Mal nicht entspricht, bzw. der Standort für die betreffende Pflanze falsch gewählt ist.

Der aufgrund der oben dargestellten Entwicklung einsetzende Umdenkprozess zumindest in Teilbereichen der Abnehmerseite gibt aber wenigstens zu einem vorsichtigen Optimismus Anlaß. So haben neben den schon traditionell auf den heimischen Anbau hin orientierten Firmen auch manche andere inzwischen die Vorteile eingesehen, die die heimische Produktion durchaus besitzt. So bietet sich hier für die Firmen ohne zu großen Aufwand die Möglichkeit, sich jederzeit über den Anbau, den Kulturstand, die zu erwartende Erntemenge und auch die Art der Aufbereitung zu informieren, bzw. diese sogar in ihrem Sinne zu steuern und zu beeinflussen. Ein eventuell notwendiger chemischer Pflanzenschutz wird im Bereich einer äußerst strengen Gesetzgebung transparent und gezielt durchgeführt, Rückstandsunter-

suchungen können auf diese Art kosten- und zeitsparend vorgenommen werden. Durch die Anbauverteilung auf In- und Ausland sind Risiko- streuung und Sicherheit der Versorgung im gewünschten Maße unter einem vernünftigen Preisniveau leichter möglich. Leider sind die hier genannten Gründe, die manches Mal durchaus einen höheren Preis für die Inlandware rechtfertigen würden, bisher nur für eine Minderheit der abnehmenden Hand ausschlaggebend, in der Mehrzahl ist es dagegen noch der niedrigste Preis!

Die Probleme für den Kultivateur bei Anbau und Aufbereitung sind sehr zahlreich. So gibt es ca. 40-50 verschiedene Arten aus der Gruppe der Wurzel-, Blatt-, Blüten- oder Körnerfrüchte mit den unterschiedlichsten Ansprüchen, die unter unseren Klimabedingungen kultiviert werden könnten. Gegenüber stehen aber nur sehr geringe Forschungs-, Züchtungs- und Beratungskapazitäten. Neben der Universität Gießen und der TU München-Weihenstephan ist nur noch unsere Landes- anstalt mit der Forschung im feldmäßigen Anbau bei Heil- und Gewürz- pflanzen in stärkerem Maße befaßt. Seit kurzer Zeit werden aller- dings auch in anderen Bundesländern erste Tastversuche mit diesen Arten unternommen. Eine staatliche Beratung gibt es bisher nur in sehr wenigen Ausnahmefällen.

Während bei einigen Gewürzarten wie Dill, Petersilie oder Schnitt- lauch bereits verschiedene Sorten im Handel sind, befassen sich bei Heilpflanzen bzw. bei "unüblichen" Gewürzpflanzen nur einige wenige Hochschulinstitute mit der Züchtung oder treffender ausgedrückt mit der Selektion, wobei dieses Material nicht der Allgemeinheit zur Verfügung steht. Die anbauwillige Praxis ist daher nach wie vor darauf angewiesen, heterogenes Wildsaatgut mit oftmals schlechter Keimfähigkeit und noch schlechterer Triebkraft zu sehr hohen Preisen, teilweise in ungenügenden Mengen und schlechtem Reinigungsgrad bei wenigen Spezialfirmen zu beziehen. In vielen Fällen ist daher unbed- ingt zu einer eigenen Saatguterzeugung zu raten.

Da gute neuere deutschsprachige Fachliteratur fehlt, die Offizial- beratung im allgemeinen keine Kenntnisse über diese Pflanzen besitzt, und aus Konkurrenzdenken heraus nur selten Anbauerfahrungen unter- einander ausgetauscht werden, sind die Kulturverfahren meist veraltet,

oder es fehlen überhaupt Anbauanleitungen bei bisher nur wild gesammelten Arten. Aus diesem Grunde ist der Handarbeitsaufwand bei diesen Kulturen sehr hoch, zumal es für die Drillsaat von Feinsämereien und besonders für die Ernte nur betriebseigene Prototypen oder wegen der geringen Stückzahlen nur sehr teure bzw. schwer zu beschaffende ausländische Maschinen und Geräte gibt. Der Akh-Bedarf liegt daher je nach Kultur, Betriebsstruktur und Absatzweg auch zwischen 300 und 1 800 pro Hektar.

Chemische Pflanzenschutzmittel sind nur ganz selten direkt für einzelne Arten zugelassen, so daß ihr Einsatz in Einzelfällen nur unter Einschaltung der amtlichen Pflanzenschutzberatung bzw. nach Rücksprache mit der Abnehmerfirma und unter Durchführung von Rückstandsuntersuchungen in Frage kommt. Da es kaum systematische Untersuchungen zum Einsatz von diesen Mitteln im Inland gibt, kennt der Praktiker weder Aufwandstärke noch Verträglichkeit, geschweige denn Abbau-, Rückstandsverhalten und Wartezeiten der Mittel bei den einzelnen Arten. Dies gilt natürlich genauso für die Herbizide, so daß hier allein schon ein hoher Arbeitsaufwand für Hacken und Jäten notwendig ist.

Als besonders schwierig, arbeitsaufwendig und teuer ist die Aufbereitung zu bezeichnen, die vor allem bei Wurzelfrüchten das Waschen (großer Wasserbedarf, Abwasserprobleme!) und allgemein je nach Absatzweg das Zerkleinern, Trocknen auf Spezialanlagen zwischen 40 und 60°C zur Wirkstoffschonung, ggf. auch noch das Sieben, Sortieren und Absacken umfaßt, wobei der Investitionsbedarf erst bei mehreren hunderttausend DM mit nach oben offener Grenze beginnt.

Der potentielle Anbauer von diesen Arten muß also nicht nur ein guter Kultivateur sein, sondern darüber hinaus noch über Risikobereitschaft, "Pioniergeist", Findigkeit, Eigeninitiative und technisches "Know how" verfügen.

Zu guter letzt darf über diesen vielen Problemen das wichtigste, nämlich der Absatz, nicht vergessen werden. Da es bei diesen Arten praktisch keinen freien Markt gibt, muß der Absatz bereits vor dem Anbau über entsprechende Anbau- und Lieferverträge gesichert werden. Eine bedarfsgerechte Produktion ist gerade in dieser Sparte äußerst wichtig, um den Markt nicht sehr schnell zusammenbrechen zu lassen!

Zur Förderung des inländischen Anbaues und zur Unterstützung der Anbaupraxis wurden speziell in Bayern, aber auch in Zusammenarbeit mit anderen Stellen verschiedene Anstrengungen unternommen. So entwickelte sich aus der bereits 1967 gegründeten Arbeitsgemeinschaft "Pfefferminze" über die "Bayerische Arbeitsgemeinschaft Arzneipflanzen" im Jahr 1985 der "Verein zur Förderung des Heil- und Gewürzpflanzenanbaues in Bayern". Die Zielsetzung dieses Vereines, dessen Mitglieder sich aus Landwirten, Gärtnern, Handels- und Verarbeitungsfirmen aus dem Würzmittel- und Pharmabereich, Forschung, Beratung und Bayerischem Bauernverband zusammensetzen, ist darauf gerichtet, den heimischen, am Bedarf orientierten Qualitätsanbau zu fördern, eine Mittlerrolle zwischen Anbau, Abnehmer, Forschung und Beratung zu übernehmen, die Versuchstätigkeit zu unterstützen, als offizielles Sprachrohr nach außen aufzutreten, sowie beratend und empfehlend auf eine befriedigende Entwicklung des Marktgeschehens einzuwirken.

Der Sicherung und Verbesserung des Qualitätsanbaues soll der 1984 gegründete Erzeugerring "Heil- und Gewürzpflanzen" dienen, der nach den Richtlinien des Bayerischen Landwirtschaftsförderungsgesetzes aus öffentlichen Mitteln gefördert wird.

Der Lehrstuhl für Gemüsebau der TU München-Weihenstephan beschäftigt sich seit Ende der sechziger Jahre mit der Grundlagenforschung im Heil- und Gewürzpflanzenanbau sowie mit den vielseitigen Einflüssen auf die Qualität durch den Standort und während der Pflanzenentwicklung. Verschiedene Forschungsvorhaben laufen dabei gemeinsam im Rahmen der "Deutschen Arbeitsgemeinschaft Arzneipflanzenanbau", der weiterhin das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Gießen (Leitung) sowie das Institut für pharmazeutische Biologie der Universität Marburg angehören. Bei einigen wenigen Arten wurde auch Selektionszüchtung betrieben.

Die Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau in Freising ist seit Ende der siebziger Jahre erneut in einem eigenen Sachgebiet "Heil- und Gewürzpflanzen, Freilandgemüse" als einzige staatliche Stelle im Bundesgebietⁱⁿ der praxisorientierten Anbauforschung tätig. Ziel ist hierbei, bei möglichst vielen Arten

wenigstens die pflanzenbaulichen Grundlagen für ein modernes Kultivierverfahren zu erarbeiten, wobei keimungsphysiologische Fragen, Wahl des richtigen Anbau- und Erntetermines, Jungpflanzenanzucht oder Direktsaat, Aussaatstärken, Reihenabstände, Folien- und Vlieseinsatz, Nährstoffversorgung, Ertragsverhalten, Wirkstoffgehalt und Nährstoffentzug im Vordergrund stehen. Durch eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für pharmazeutische Biologie in Marburg ist dabei gewährleistet, daß der bei diesen Arten überaus wichtige Inhaltsstoffgehalt entsprechend berücksichtigt werden kann. Die daraus gewonnenen Ergebnisse werden in Form von ausführlichen jährlichen Versuchsberichten, in Fachveröffentlichungen oder Vortragsveranstaltungen Beratung und Praxis weitervermittelt.

Bei Johanniskraut, einer bisher nur aus Wildsammlung stammenden Heilpflanze, schlugen z.B. zunächst alle Direktsaatversuche im Freiland trotz einer hohen Laborkeimfähigkeit fehl. Erst nach verschiedenen Versuchen im Labor mit unterschiedlichen Keimtemperaturen wurde festgestellt, daß für eine gute Keimung hohe Temperaturen notwendig sind (Tab. 1). Die deshalb dann erst in der zweiten Maihälfte unter gelochter Folienabdeckung durchgeführten Direktsaaten ins Feld verliefen ab diesem Zeitpunkt erfolgreich. Ähnlich verhielt es sich mit der Kleinen Brennessel (*Urtica urens* L.) und vor allem mit der Großen Brennessel (*Urtica dioica* L.), deren Kraut als Diuretikum Verwendung finden (Tab. 2).

Bei Baldrian (*Valeriana officinalis* L.), der Anfang September auf das Feld gedrillt wurde, konnte in einem mehrjährigen Erntezeitenversuch u.a. festgestellt werden, daß bereits im darauffolgenden Jahr Ende August hohe Drogenerträge zu erzielen sind und somit die Erntekampagne gegenüber der bisher gebräuchlichen Praxis von Ende Oktober auf eine witterungsmäßig günstigere Zeit vorverlegt und Arbeitsspitzen entzerrt werden können. Zu diesem Zeitpunkt ist der ätherische Ölgehalt außerdem noch relativ hoch, während der wegen seiner befürchteten kanzerogenen Wirkung nicht mehr erwünschte Valepotriategehalt noch nicht die höchste Konzentration erreicht hat (Tab. 3).

Bei Meerrettich existieren keine echten Sorten, sondern nur Herkünfte. Deshalb wurden acht ausgewählte Herkünfte, die jeweils aus einer einzigen Stange weitervermehrt wurden, in einem dreijährigen Feldversuch auf ihr Ertragsverhalten, in Zusammenarbeit

Tab. 1: Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Johanniskrautsamen
 (Hypericum perforatum L.) nach 21 Tagen - Durchschnitt aus 3
 Versuchsserien

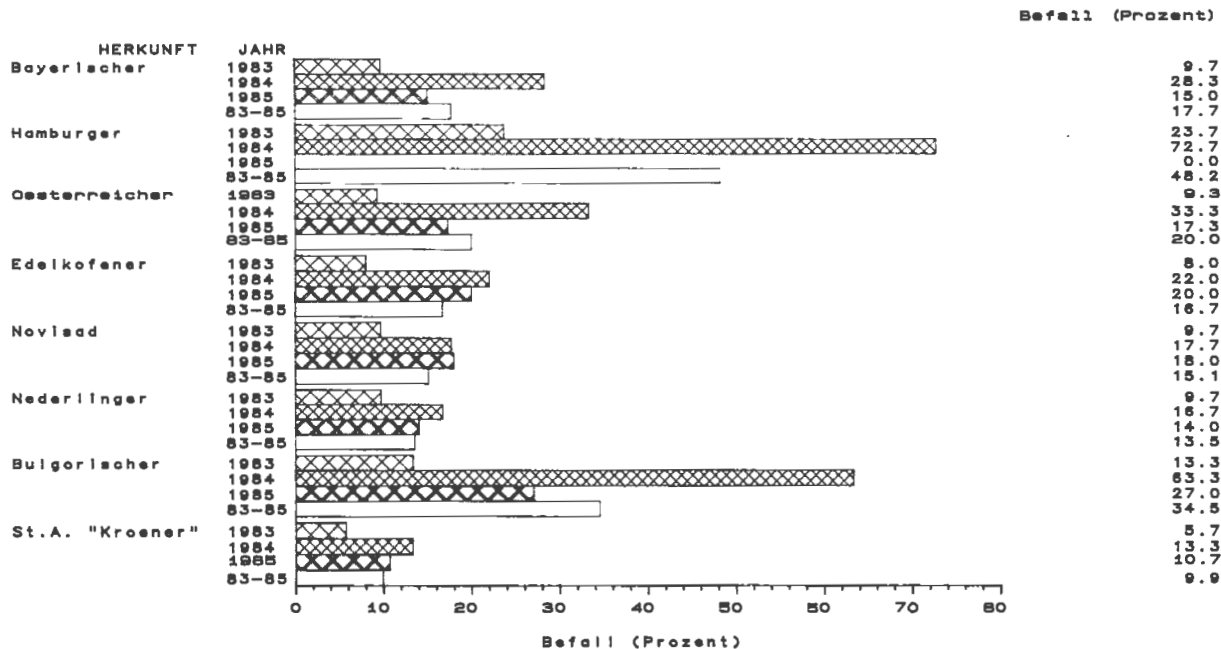
Keimtemperatur	aufgelaufene Keimlinge (%)
20°C	74
15°C	43
10°C	1
Durchschnitt	39

Tab. 2: Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Brennesselsamen

Keimtemperatur	Aufgelaufene Keimlinge (%) nach:			
	6 Tagen		21 Tagen	
	kl.Brennessel (Urtica urens L.)	gr.Brennessel (Urtica dioica L.)	kl.Brennessel (Urtica urens L.)	gr.Brennessel (Urtica dioica L.)
25°C	61	4	88	42
20°C	65	0	77	1
15°C	18	0	66	2
Durchschnitt	48	1	77	15

Abb. 1

Befall mit Weissrost (% Blattflaeche) bei Meerrettich in Abhaengigkeit von der Herkunft



1983: 100 = 11.1 %
 1985: 100 = 17.4 %

1984: 100 = 33.4 %
 83-85: 100 = 20.6 %

mit der TU-Weihenstephan auch auf ihren Inhaltsstoffgehalt und weiterhin auf den Befall mit Weißrost untersucht. Dabei zeigte vor allem die Herkunft "Steirische Auslese (St.A.) Kröner" den geringsten Befall, während die Herkunft "Hamburger" wegen ihres starken Weißrostbefalles und wegen anderer Qualitätsmängel am Erntegut bereits nach zwei Prüffahren eliminiert wurde (Abb.1).

Aufgrund solcher Versuche konnten bisher acht Kulturaneleitungen in Merkblattform über Engelwurz, Baldrian, Eibisch, Kleine Bibernelle, Gelben Enzian, Liebstöckel, Zitronenmelisse und Pfefferminze herausgebracht werden. Vier weitere über Deutschen Estragon, Alant, Johanniskraut und Sonnenhut befinden sich in Druck. Gegenwärtig laufen Versuche mit 20 verschiedenen Arten.

Zu dieser Forschungstätigkeit gesellt sich eine laufend zunehmende Beratungsarbeit für Landwirte über Anbau, Aufbereitung und Vermarktung sowie zusammen mit dem Bayerischen Bauernverband die Kontakthaltung zur Abnehmerseite unter ständigem Hinweis auf die inländischen Anbaumöglichkeiten. Zusammen mit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Freising wird außerdem versucht, für Aussaat und Ernte praxisnahe, technische Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln.

Aufgrund dieser Aktivitäten und unter Ausnutzung des allgemein gestiegenen Interesses an allem "Pflanzlichen" konnten in Bayern neben den bereits existierenden Verbindungen weitere Anbauverträge mit namhaften Pharma- und Würzmittelfirmen untergebracht werden, die neben den traditionellen Anbauschwerpunkten auch zu neuen Anbaugebieten führten. Die gegenwärtige Anbaufläche im Bundesgebiet wird auf rund 1 100 ha geschätzt, wovon 700 ha allein in Bayern liegen. Ein weiterer Schwerpunkt ist in Niedersachsen angesiedelt. Amtliche statistische Erhebungen existieren nicht.

Gegenüber dem Ausland sind diese Flächen allerdings noch verschwindend klein, wenn man die Anbaufläche von ca. 5 000 ha in der DDR, 4 500 ha in den Niederlanden oder gar 20 000 ha in Polen betrachtet, wo allerdings auch größere Anstrengungen im Bereich der Forschung, vor allem bei der Züchtung, unternommen werden!

Über die für den Einzelbetrieb so überaus wichtige Frage des betriebswirtschaftlichen Aspektes Aussagen zu machen, ist sehr schwierig. Wegen der großen Artenzahl, der verhältnismäßig geringen

Tab. 3: Einfluß des Erntetermins auf Wirkstoffgehalt^{*)} und Drogenenertrag bei gesättem Baldrian (*Valeriana officinalis* L.) - 3-jähriger Durchschnitt

Erntetermin	ätherisches Öl (ml/100 g)	Valtrat (%)	Gesamtvale- potriate(%)	Droge (dt/ha)
Ende Juni	0.21	0.52	1.16	21.0
Ende Juli	0.34	0.51	1.15	50.2
Ende August	0.28	0.64	1.27	61.4
Ende September	0.27	0.67	1.18	61.4
Ende Oktober	0.23	0.85	1.55	61.0
Durchschnitt	0.27	0.64	1.26	50.9

*) Untersuchungen durch Prof.Dr.Hölzl, Institut für pharm.Biologie,
Marburg

Betriebszahl bei einzelnen Arten, der äußerst unterschiedlichen Betriebs- und Absatzstrukturen, wegen der stark schwankenden Preise und nicht zuletzt wegen des Fehlens veröffentlichter Untersuchungen sind kaum allgemein verbindliche Aussagen zu treffen. So kann der Deckungsbeitrag pro Hektar bereits bei einer einzigen Art um einige 1 000 DM schwanken, was sich zwischen den Arten natürlich noch stärker fortsetzt. Grob vereinfacht liegen die Deckungsbeiträge pro Hektar - bei zuvor unbedingt gesichertem Absatz (!) - bei einem Mehrfachen des Getreidedeckungsbeitrages, nämlich zwischen DM 4.000,-- und DM 18.000,--, wobei selbstverständlich auch Ausreißer nach unten oder oben möglich sind. Wegen des enorm hohen Arbeitsaufwandes liegen die Deckungsbeiträge pro Akh allerdings nur noch zwischen DM 6,-- und DM 33,-- und damit deutlich niedriger als bei Getreide! Besonders zu beachten sind auch die je nach Erntegut und Trocknungsanlage zu veranschlagenden Trocknungskosten von DM 1,-- bis 3,50 pro kg Droge.

Insgesamt dürfte damit klar werden, daß für diese Art des Anbaues im Regelfall der Zusammenschluß bei Anbau, Aufbereitung und Vermarktung eine grundlegende Voraussetzung ist. Neben der besseren Ausnutzung teurer Spezialmaschinen für Anbau und Aufbereitung, deren Anschaffung oft erst durch eine Kostenverteilung auf mehrere ermöglicht wird, sind vor allem die Vereinheitlichung und Verbesserung der Qualität zu sehen, der gegenseitige Erfahrungs- und Informationsaustausch, die Zusammenfassung des Angebotes auch kleinerer Anbauflächen in der Anfangsphase und die Möglichkeit, verschiedenartige Kulturen anbauen zu können. Im Normalfall benötigen die Abnehmer nämlich größere Posten einheitlicher Qualität sowie eine breit gestreute Produktpalette, die sie bei möglichst wenigen Partnern beziehen wollen. Hier ist der Einzelne überfordert, während eine Genossenschaft, wie ein praktisches Beispiel in Niederbayern deutlich zeigt, diese Aufgaben wahrnehmen, sich effektiver um eine Absatzausweitung und um eine angemessene Preisgestaltung bemühen kann. Bei entsprechender Marktnähe kann darüber hinaus natürlich auch ein vielseitiger Kleinanbau mit Direktabsatz an Drogerien, Apotheken, Wurstfabriken, Großbäckereien, Schnapsbrennereien, Großküchen oder Bioläden in Frage kommen.

Die Schwierigkeiten und Probleme im Heil- und Gewürzpflanzenanbau sind also vielfältig und durch die wenigen vorhandenen Institutionen nur unzureichend zu lösen. Zur weiteren Förderung des inländischen Anbaues sind daher folgende Maßnahmen notwendig:

Die Abnehmerseite muß noch stärker auf die heimischen Produktionsmöglichkeiten hingewiesen und "eingeschworen" werden. Dazu muß allerdings auch die Qualität der Inlandserzeugung weiter verbessert werden durch die entsprechende Aufbereitung, durch Qualitätsnormen und Markenzeichen sowie durch die entsprechenden Kontrollen.

Der Verbraucher muß besser über die gravierenden Qualitätsunterschiede z.B. bei Teebeuteln aufgeklärt werden.

Zur Verbesserung der Ernte- und Aufbereitungstechnik im Sinne einer Qualitätsverbesserung müssen bessere staatliche Förderungsmöglichkeiten entwickelt werden.

Durch züchterische Maßnahmen muß überhaupt erst die Grundlage für einen sicheren Anbau im Hinblick auf Krankheitstoleranz, maschinelle Pflege und Ernte, Ertragssicherheit und Wirkstoffgehalt geschaffen werden.

Die konsequente Erarbeitung der pflanzenbaulichen Grundlagen für die Kultivierung möglichst vieler Arten im Sinne einer Ertrags- und Qualitätssicherung muß fortgesetzt und erweitert werden.

Die technischen Voraussetzungen bei Aussaat, Ernte und Aufbereitung müssen verbessert bzw. erst geschaffen werden. Diese Maschinen müssen dann auch auf dem Markt zu erschwinglichen Preisen erhältlich sein.

Wechselseitige Information, Erfahrungsaustausch und Beratung müssen intensiviert werden.

Ein langfristiger, partnerschaftlicher Vertragsanbau mit einem mittleren, von starken Preisschwankungen des Weltmarktes unabhängigen Preisniveau muß die Grundlage der Produktion von Qualitätsware bilden.

Abschließend bleibt daher festzustellen, daß es bei den Heil- und Gewürzpflanzen sicherlich nicht zu einem Massenanbau kommen wird. Bei Erfüllung der genannten Voraussetzungen wird sich aber künftig einzelnen überdurchschnittlichen Betrieben mit dem entsprechenden Durchsetzungsvermögen, insbesondere aus dem Bereich der kleinen bis mittleren Familienbetriebe, durch diese Anbaumöglichkeit eine sichere Existenzgrundlage bieten. In der gegenwärtigen schwierigen Situation müssen auch kleinste Marktlücken genutzt werden, wobei eine Anbaufläche von rd. 5 000 ha ähnlich wie in den Niederlanden durchaus keine utopische Vorstellung bleiben muß.

Als letzter Gedanke sei noch darauf verwiesen, daß typische Heil- und Gewürzpflanzen wie Arzneifenchel, Koriander oder Ringelblume für die Öl- und Fettstoffindustrie interessant werden könnten und damit den "nachwachsenden Rohstoffen" zuzurechnen sind.

Zusammenfassung

Der gesamte feldmäßige Heil- und Gewürzpflanzenanbau im Bundesgebiet wird auf 1 100 ha geschätzt, wovon durch die positive Entwicklung in den letzten Jahren allein in Bayern etwa 700 ha liegen. Die Probleme bei Anbau, Aufbereitung und Absatz sind sehr vielseitig, so daß erst viele Voraussetzungen vor einem Anbau erfüllt sein müssen. Für einzelne überdurchschnittliche Betriebe wird aber auch künftig eine Existenzsicherung durch diese Fruchtarten möglich sein.

Können die bisher entwickelten Aktivitäten, besonders im Bereich Pflanzenbau, Technik und Züchtung verstärkt werden, so erscheint eine Ausdehnung auf ca. 5 000 ha Anbaufläche keine Utopie zu sein.

Literatur:

- Anonym: Mündliche Mitteilungen von Praktikern, 1984
- Anonym: Lieferengpässe bei Heilkräutern, DAZ 50, 2619 (1984)
- Bomme, U.: Neuer Erzeugerring für Heilpflanzen.
Deutscher Gartenbau 20, 895 (1984)
- Bomme, U. u. Ph. Herrmann: Versuchsergebnisse Heil- und
Gewürzpflanzen, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur
und Pflanzenbau Freising (1982-1984)
- Bomme, U.: Erweiterung der Produktpalette der Landwirtschaft
durch den Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen, Schriftenreihe
agrarspectrum, Band 10, Existenzsicherung in der Landwirtschaft,
BLV-Verlagsgesellschaft München (1985)
- Bomme, U.: Bayerischer Heil- und Gewürzpflanzenanbau-Verein,
Deutscher Gartenbau 30, 1446-1447 (1985)
- Braun, R. et. al.: Valepotriate mit Epoxidstruktur - beachtliche
Alkylantien. Deutsche Apothekerzeitung 21, 1109 (1982)
- Franz, Ch.: Arznei- und Gewürzpflanzen - eine Chance?
Taspo-Magazin, 1, 18-19 (1984)
- Franz, Ch. u. Krumrey: Aufwand- und Ertragsrechnung zum Anbau
von gelbem Enzian. 1981, unveröffentlicht.
- Heeger, E.F.: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues.
Deutscher Bauernverlag, Berlin (1956)
- Regierung von Unterfranken, Sachgebiet Gartenbau: Deckungsbeiträge
von Pfefferminze, Angelika, Baldrian, Dill, 1979, unveröffentlicht
- Schilcher, H.: Die Phytotherapie von morgen, Zeitschrift für
Phytotherapie 4, 1-8 (1984)
- Statistisches Bundesamt: Bodennutzung und Ernte 1968, Reihe 1,
Fachserie B, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wiesbaden
(1968)
- Statistisches Bundesamt: Außenhandel, Fachserie 7, Reihe 2,
Außenhandel nach Waren und Ländern (Spezialhandel), Wiesbaden
(1984)
- Vömel, A.: Arzneipflanzen anbauen, auch zum Schutz der Wildflora,
Taspo-Magazin 1, 11-13 (1984)
- Weinzierl, F.: Ökonomik des Anbaues von Heil- und Gewürzpflanzen,
Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues an
der TU München-Weihenstephan (1984)

DIE BRENNESSEL, EINE ZU UNRECHT VERKANNT PFLANZE

ERNST MAEDER

WER DAS WORT BRENNESSEL HÖRT, DENKT GANZ BESTIMMT UND OHNE UMSCHWEIFE AN EINE WILDWACHSENDE PFLANZE, DIE MAN NICHT EINFACH BERÜHRT, DA SIE EINEM BRENNT, DESHALB WOHL MAG DIE BEZEICHNUNG, ER HAT SICH IN DIE NESSELN GESETZT, ANGEBRACHT SEIN, WENN SICH JEMAND IN EINER HEIKLEN UND AUSWEGSLOSEN SITUATION BEFINDET.

IM LATEINISCHEN NENNT SICH DIE BRENNESSEL "URTICA", DIE FRANZOSEN SAGEN ORTIE, DIE ITALIENER NENNEN SIE ORTICA.

WIR UNTERSCHIEDEN GRUNDSÄTZLICH ZWEI ARTEN: DIE GROSSE BRENNESSEL (URTICA DIOICA) UND DIE KLEINE BRENNESSEL (URTICA URENS). ERSTERE IST MEHRJÄHRIG UND WIRD ÜBER 1 M LANG, LETZTERE DAGEGEN HAT EINEN EINJÄHRIGEN ZYKLUS UND WIRD NUR ZIRKA 40 CM HOCH, BEIDE ARTEN SEHEN SICH ÄUSSERLICH SEHR ÄHNLICH, SIE KOMMEN AUF DER GANZEN ERDE BIS AUF EINE HÖHE VON UNGEFÄHR 2'500 M Ü.M. VOR, AUSGENOMMEN IN ARKTISCHEN UND TROPISCHEN GEBIETEN.

DIE BRENNESSEL MUSS SCHON SEHR ALT SEIN, HEISST ES DOCH IN FACHBÜCHERN, DASS SIE IM ALTERTUM IN HÖCHSTEN EHREN GEHALTEN WURDE. SO HAT AUCH DER BEKANNTE MALER ALBRECHT DÜRER (1471 - 1528) EIN BILD GEMALT, AUF DEM EIN ENGEL MIT EINER BRENNESSEL IN DER HAND ZUM THRONE DES ALLERHÖCHSTEN EMPORFLIEGT, DER SCHWEIZER PFARRER KÜNZLE WEIST IN SEINEN SCHRIFTEN DARAUF HIN, DASS DIE BRENNESSEL SCHON LÄNGST AUSGEROTTET WÄRE, WENN SIE NICHT DURCH IHR BRENNEN GESCHÜTZT WÜRDE.

DIE GROSSE BRENNESSEL VERMEHRT SICH VORWIEGEND ÜBER IHREN AUSDAUERNDEN, KRIECHENDEN WURZELSTOCK, DIE KLEINE DAGEGEN NUR ÜBER

DEN SAMEN. DIESE SIND BEI BEIDEN ARTEN SEHR KLEIN, MAN KANN MIT UMGEFÄHR 2'000 SAMENKORN PRO GRAMM RECHNEN.

DER LITERATUR ZUFOLGE KÖNNEN VON DER BRENNESSEL ALLE TEILE IN FRISCHEM ODER GETROCKNETEM ZUSTAND BENUTZT WERDEN, ES SIND DIES DER PRESSSAFT AUS DEN GANZEN OBERIRDISCHEN PFLANZENTEILEN (JUNGE PFLANZEN VERWENDEN), DIE SAMEN, DIE JUNGEN, FRISCHEN BLÄTTER, DIE BLÄTTER IN GETROCKNETER FORM, DIE STENDEL ÄLTERER PFLANZEN ODER AUCH DIE GETROCKNETEN WURZELN DER GROSSEN BRENNESSEL.

DIE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN SIND UNERHÖRT VIELFÄLTIG UND KÖNNEN, KURZ ZUSAMMENGEFASST, WIE FOLGT UMSCHRIEBEN WERDEN:

NESSELTEE: GEGEN MÜDIGKEIT. ER WIRKT ZUDEM HARNTREIBEND, HILFT GEGEN EKZEME UND HARNGRIESBILDUNG. IST BLUTBILDEND UND SOLL DEN BLUTZUCKERGEHALT SENKEN.

NESSELEXTRAKT: GEGEN HAARAUSSFALL UND FLECHTEN. GEGEN INSEKTEN UND SCHÄDLINGE IM HAUSGARTEN. ALS PFLANZENNÄHRSTOFF ODER FLÜSSIGDÜNGER.

FRISCHE BRENNESSELBLÄTTER IN DER KÜCHE ZUR MENSCHLICHEN ERNÄHRUNG IN GRENZENLOSER ART ZUBEREITET, ALS SUPPE, SALAT, KUCHEN, ANSTELLE VON GEMÜSE ODER ALS BEIGABE ZU TEIGWAREN UND KARTOFFELN, USW.

GETROCKNETE BRENNESSELBLÄTTER IN DER KÜCHE ALS MANNIGFACH VERWENDBARES GEWÜRZ.

ZERRIEBENE SAMEN: BRENNESSELWEIN

DASS SIE AUCH IN DER TIERERNÄHRUNG VERWENDET WERDEN KÖNNEN, IST EINLEUCHTEND. SO SAGTEN UNSERE VORFAHREN GERNE, DASS EIN KLEINES WÄGELCHEN GEDÖRRTER BRENNESSELN GUT UND GERNE EINEN GROSSEN WAGEN VOLL HEU ERSETZEN KÖNNE.

DER BRENNESSEL WERDEN INHALTLICH DIE FOLGENDEN STOFFE ZUGESPROCHEN:

CHLOROPHYLL
 VITAMIN A + C
 GERBSÄURE
 SEKRETIN
 KALIUM
 CALCIUMCARBONAT
 KIESELSÄURE
 EISEN
 HISTAMIN
 AMEISENSÄURE
 ESSIGSÄURE
 ACETHYLCHOLIN

QUELLEN: "GOTTES SEGEN IN DER NATUR", BRUNO VONARBURG
 "BESSER ALS TAUSEND PILLEN", DR. H. WALLNÖFER
 "GEHEIMNISSE UND HEILKRÄFTE DER PFLANZEN", DAS BESTE
 "GESUNDHEIT AUS DER APOTHEKE GOTTES" MARIA TREBEN
 "CHRUT UND UCHRUT", KRÄUTERPFARRER KÜNZLE
 "NATURGEMÄSSER GARTENBAU", MARIO HOWARD

DA IHR BEVORZUGTER STANDORT NÄHRSTOFF-, BESONDERS STICKSTOFFREICHE BÖDEN SIND, WURDE DEM NITRAT, EIN FÜR PFLANZEN LEBENSNOTWENDIGER STOFF, DER NICHT NUR IN DEUTSCHLAND, SONDERN AUCH IN DER SCHWEIZ VON SICH REDEN MACHT, BESONDERE AUFMERKSAMKEIT GESCHENKT. WIR HABEN MEHRERE, ZU VERSCHIEDENEN ZEITPUNKTEN AUSGESÄTE KULTUREN DAHIN UNTERSUCHEN LASSEN. ANBEI EIN PAAR RESULTATE AUS DEM JAHR 1983:

NITRATGEHALT DER BRENNESSEL (VERGLEICH MIT KOPFSALAT)

PROBE NR.:	BRENNESSEL	KOPFSALAT
1	2622 MG/KG	1739 MG/KG
2	2231 MG/KG	2655 MG/KG
3	2930 MG/KG	2580 MG/KG
4	1900 MG/KG	2906 MG/KG

WIE KÖNNEN BRENNESSELN VERKAUFT WERDEN ? UNSERE ZWEIJÄHRIGEN VERSUCHE LASSEN FOLGENDE SCHLUSSFOLGERUNG ZU:

ZUM VERKAUF IN DETAILLÄDEN GIBT ES ZWEI MÖGLICHKEITEN. WIR VERWENDEN AUSSCHLIESSLICH DIE KLEINE, EINJÄHRIGE BRENNESSEL, UM NICHT ANSCHLIESSEND UNLIEBSAME SCHWIERIGKEITEN ZU HABEN.

- A) DEN ANBAU IN SAATSCHALEN AUF SUBSTRAT, WIE ES FÜR DIE HERSTELLUNG VON PRESSTÖPFEN BENUTZT WIRD. EIN SATZWEISER ANBAU IST EMPFEHLENSWERT. IN GEHEIZTEN TREIBHÄUSERN BEI TEMPERATUREN VON 17 - 18 ° AM TAG UND 6 ° IN DER NACHT IST VON DER AUSSAAT BIS ZUM PIKIEREN MIT 20 TAGEN ZU RECHNEN, PRO SCHALE STECKEN WIR 8 - 10 JUNGPFANZEN. BIS ZUM VERKAUFSFERTIGEN PRODUKT, HÖHE DER BRENNESSEL ZIRKA 20 CM, SIND NOCHMALS 7 - 8 WOCHEN ZU RECHNEN.

PRODUKTIONSKOSTEN BETRAGEN, INKLUSIVE DER PACKUNG (PLASTIKTASCHE) UND EINER REZEPTBROSCHÜRE AN DIE VERTEILZENTRALE GELIEFERT ETWA FR. 1,90 PRO SCHALE. DAS ERGIBT IN DER SCHWEIZ EINEN DETAILVERKAUFSPREIS VON ZIRKA FR. 2,80.

- B) DER ANBAU IM GEWÄCHSHAUS WIE FELDSALAT, VERPACKUNG IN EINER PLISTERSCHALE. FÜLLGEWICHT ZIRKA 100 - 150 G UND PREISAUSGEZEICHNET. HIER BELAUFEN SICH DIE PRODUKTIONSKOSTEN AUF ETWA FR. 8.-- - 10.-- PER KILO FRANKO, EINGESCHLOSSEN SIND DIE VERPACKUNGSKOSTEN, DAS PREISAUSZEICHNEN SO WIE EINE REZEPTBROSCHÜRE.

BEIDE SYSTEME BRINGEN VOR UND NACHTEILE:

- DER KONSUMENT HAT STETS ERNTEFRISCHES GRÜN ZUR HAND. DIE BRENNESSELN SCHIESSEN NACH, SOFERN SIE NICHT ZU TIEF GESCHNITTEN WERDEN.
- DAS PRODUKT IST SOFORT WIE SCHNITTSALAT VERWENDBAR UND MUSS NICHT VORHER NOCH GEERNTET WERDEN.
- ES MUSS RASCH KONSUMIERT WERDEN, DA SEINE FRISCHE NICHT EWIG ANHÄLT.

DER GROSSFLÄCHIGE, FELDMÄSSIGE ANBAU:

WIR HABEN BISHER NUR EINEN SOLCHEN VERSUCH DURCHFÜHRT, DER ERFOLG WAR NICHT ÜBERZEUGEND, DA BEI DER KEIMUNG SCHWIERIGKEITEN AUFTRATEN. WIR SÄTEN MITTE APRIL EINJÄHRIGE BRENNESSELN AUF EINEM MIT NÄHRSTOFFEN GUT VERSORGTEN, HUMUSREICHEN, MITTELSCHWEREN, LEICHT ALKALISCHEN LEHMBODEN. ZUR SAAT VERWENDETEN WIR EIN SEMBDER SÄGERÄT. PRO 100 M² WURDEN 40 G SAMEN AUSGEDRILLT. DIES IM BEETVERFAHREN, 6 REIHEN AUF 1,50 M BEETBREITE.

GEDÜNGT WURDE VOR DER SAAT 70 G/M² EINES N-BETONTEN VOLLDÜNGERS (12-6 - 18) !

DEM ANBAU DER BRENNESSEL STEHT DIE ZUKUNFT OFFEN. ES MUSS ABER GLEICHZEITIG AUCH DAS RENOMMÉ DIESER PFLANZE IM VOLK GEHOBEN WERDEN, DASS AUCH DIES MÖGLICH IST, BEWEIST DIE TATSACHE, DASS DIE BRENNESSEL AUCH OHNE HANDSCHUHE ANGEFASST NICHT BRENNT, WENN MAN ES RICHTIG MACHT.

DEM INITIATIVEN, AUFGESCHLOSSENEN ERZEUGER BLEIBT HIER ALSO NOCH EIN OFFENES, IN VIELEN TEILEN UNERSCHLOSSENENES BETÄTIGUNGSFELD.

KANT, ZENTRALSTELLE FÜR GEMÜSEBAU

ERNST MAEDER

CH - 1725 POSIEUX

Die Problematik in der Kombinationszüchtung von
Ertrags- und Qualitätsmerkmalen
W. Plarre⁺

Einleitung

Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Fortpflanzungsbiologie und Genetik sowie besondere zuchttechnische Maßnahmen in der Erhaltungszüchtung und bei der Vermehrung bzw. Saatgutgewinnung bestimmter Sorten haben zu einer Neufassung im Gliederungssystem der Zuchtmethoden geführt (Schnell 1982). Danach unterscheiden wir zwischen Linien-, Populations-, Hybrid- und Klonzüchtung. Wenn in der Überschrift zum vorliegenden Thema von der Kombinationszüchtung die Rede ist, dann ist darunter keine Extramethode zu verstehen, sondern ein züchterisches Verfahren, um bei der Entwicklung von Sorten Ertrags- und Qualitätsmerkmale optimal - wenn möglich sogar maximal - zu kombinieren. Hierbei treten sehr oft - ganz gleich, ob es sich um Linien-, Populations-, Hybrid- oder Klonsorten handelt -, erhebliche Probleme auf. Einmal gibt es natur- bzw. objektbedingte Schwierigkeiten, wofür physiologische und genetische Parameter verantwortlich sind. Der Züchter muß dann Kompromisse eingehen. Zum anderen verlangen sozial- und marktpolitische Gesichtspunkte bei Änderung des Konsumverhaltens und die weitere technische Entwicklung, daß ständig wechselnde Zuchtziele zu verfolgen sind. Da auch in Zukunft dem Ertragspotential hohe Priorität zukommt, werden bei neu aufkommenden technologischen Anforderungen, Sorten mit einem hohen Ertragsniveau und der gewünschten Qualität in ausreichender Anzahl erst nach einer gewissen Zeit zur Verfügung stehen. Die Marktforderungen lassen sich nicht immer ad hoc spontan erfüllen, auch wenn ein Züchter weit vorausschauend plant.

+ Freie Universität Berlin, Institut für Angewandte Genetik,
Albrecht-Thaer-Weg 6, D-1000 Berlin 33

Referat gehalten anläßlich der Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., März 1986 in Geisenheim.

Kombination Ertrag/Qualität

Welche Zuchtziele sich gegenseitig ausschließen, welche Ursachen hierfür vorliegen und wie man dennoch versuchen kann, zu optimalen Kombinationen in der Ertrags- und Qualitätszüchtung zu gelangen, soll nachstehend näher abgehandelt werden. Dabei wird der Qualitätsbegriff spezifisch darzustellen sein. Bei wechselnder Definition, was wir alles unter Qualität zusammenfassen können und welche kausalen Zusammenhänge sich jeweils zu den Ertragsparametern ergeben, ist es notwendig, auf sehr unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten von Zuchtzielen bei den verschiedenartigsten Kulturpflanzen einzugehen. Dabei läßt sich auch die universelle Bedeutung der Problematik am besten herausstellen.

1. Ertrag / innere Qualitätsmerkmale

Die Inhaltsstoffe eines Produktes, die den Nahrungs- oder Futterwert bestimmen, werden unter der Bezeichnung innere Qualitätsmerkmale zusammengefaßt. Neben der quantitativ bestimm- baren Menge an Eiweiß, Fett, Zucker, Mineralien, Vitaminen u.a. Inhaltsstoffen spielen aber auch- wie z.B. bei Eiweiß und Fett - deren Zusammensetzung eine wichtige Rolle (essentielle Amino- und Fettsäuren). Es bestehen innerhalb dieser Stoffgruppen qua- litative Unterschiede. Wenden wir uns dem Getreide zu, dessen Arten weltweit als Hauptnahrungspflanzen in erster Linie für unsere Kalorienversorgung angebaut werden, wird leicht vergessen, daß die meisten Menschen in der Dritten Welt mehr als 50% ihres Eiweißbedarfes vom Getreide decken. Da auch nicht angenähert bio- logisch vollwertiges Eiweiß in den Getreidearten ursprünglich vor- handen ist, sucht man seit langem nach abweichenden Mutanten. Be- kannt geworden sind vor allem die Eiweißmutanten beim Mais mit höherem Tryptophan - und Lysingehalt sowie die Hiprolygerste (high protein lysin). Die Gene opaque 2 und floury 2 bedingen beim Mais jeweils eine Erhöhung des Lysingehaltes im Endosperm- eiweiß um das doppelte von 2 auf 4%. Da die Mutanten im Korn- ertrag etwa nur 50% im Vergleich zu anderen Sorten liefern,

kommt eine direkte Nutzung nicht in Betracht. Wie die züchterische Bearbeitung erfolgt und welche Ziele bisher erreicht worden sind, wird durch die Tabellen 1 bis 2 und die Graphiken bzw. Abbildungen 1 bis 3 (im Anhang) verdeutlicht.

Die Maismutanten sind seit 30 Jahren hinsichtlich ihrer Eiweißzusammensetzung analysiert. Seit dieser Zeit laufen die Arbeiten in der Kombinationszüchtung Ertrag/Qualität. Nach ersten Erfolgen einschließlich von Fütterungsversuchen zeigte sich danach, daß die mehlig weichen Körner der Sorten mit diesen Genkombinationen von der lateinamerikanischen Bevölkerung nicht für die Herstellung von Nahrungsmitteln akzeptiert werden. Aus dem Zentralforschungsinstitut CIMMYT (1985) wird jetzt berichtet, daß bei Anwendung der Konvergenzzüchtung nach mehreren Zyklen Mais ausgelesen werden konnten, die ein glasig hartes Endosperm aufweisen und dennoch ein qualitativ hochwertiges Eiweiß besitzen. Wie Abb. 1 zeigt, ist dieses Zuchtziel: glasige Struktur - nach 8 Auslesezyklen nicht vollkommen realisiert, auch unterschiedlich bei tropischen und subtropischen Maisen erreicht, aber doch zufriedenstellend, da jeweils mehr als 50% Körner die gewünschte Konsistenz haben (Abb.1). Eine andere Eigenschaft der mehligten Körner, große Anfälligkeit gegenüber Fäulnisserregern während der Kolbenreife konnte - was auf einem physiologisch bedingten Zusammenhang beruht, - gleichfalls mit der Auslese auf Glasigkeit reduziert werden (Tab.1), und die Erträge reichen an die anderer Maissorten heran.

Bei der Hiprolygerste (Abb.2, 3), die als ein völlig von der Norm abweichender Genotyp innerhalb der Gersten - was den Metabolismus der Eiweißsynthese bei der Kornfüllung betrifft - anzusehen ist, finden wir die Kombination hoher Gesamtproteingehalt/hoher Lysingehalt verwirklicht (Hagberg & Karlsson 1969). Mit diesen wertvollen inneren Qualitätsmerkmalen schien aber physiologisch korreliert und genetisch pleiotrop bedingt, eine Endospermbildung einherzugehen, die zu Schrumpfkörnern führt. Seit beinahe 20 Jahren wird an verschiedenen Instituten daran gearbeitet, hohen Lysingehalt bei gleichzeitiger Erhöhung des Gesamt-

eiweißgehaltenes mit guter Kornausbildung und hohem Kornertrag zu kombinieren. Wenn auch bekannt ist, daß hoher Lysingehalt durch eine qualitative Genwirkung bestimmt wird, - neben dem lys - Gen auf Chromosom 7 sind einige andere entdeckt worden - so spielen doch viele andere Gene (modifiers) bei der Merkmalsexpression eine große Rolle. Uns ist es geglückt, den Pleiotropieeffekt genetisch "aufzubrechen", d.h., neue vollkörnige Rekombinationen konnten mit relativ hohem Lysin- und Gesamteiweißgehalt ausgelesen werden (Abb.3). Die Ertragsleistung befriedigt allerdings nicht ganz (Tab.2). Züchterisch sind wir dabei so vorgegangen, daß wir versucht haben, einen Kopplungsbruch des Komplexmerkmals Lysingehalt/Schrumpfendosperm durch Einkreuzung mit genetisch verschiedenen F₁-Kombinationen zu erreichen (Plarre 1981).

Auf welchem Ertragsniveau ein Lysinmais oder eine -gerste für den Anbauer attraktiv ist, hängt letztlich davon ab, ob ein solches ernährungsphysiologisch verbessertes Getreide auch entsprechend bezahlt wird, um Ertragseinbußen auszugleichen. Wie in Tab.2 angegeben, sollte neben dem Kornertrag auch der Eiweißertrag/ha berücksichtigt werden. Schließlich haben Nacktgersten wegen ihrer fehlenden Spelzen (Anteil am Korn etwa 10%) eine höhere Verdaulichkeit. Bei Spelzformen ist diese gegenüber Nacktgersten um 15% reduziert.

Bei einem anderen Inhaltsstoff, dem Fett, wäre gleichfalls wie beim Eiweiß der Flächenertrag für eine Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer fettliefernden Pflanzenart oder Sorte zu Grunde zu legen. Da wir unter den Körnerleguminosen Arten kennen (Soja, Lupinen), die hohe Gehalte an den beiden Stoffgruppen aufzuweisen haben, liegt die Versuchung nahe, einen Kombinationsstyp mit hohem Eiweiß- und Fettertrag zu züchten. Bei Soja variiert der Rohproteingehalt in den Samen zwischen 36 und 40%, der Fettgehalt zwischen 17 und 22%; bei *Lupinus mutabilis* schwanken diese Werte etwa in der gleichen Größenordnung. Über eine physiologisch bedingte negative Korrelation sollte man sich dabei aber immer im klaren sein. Allerdings - wenn ein Kombinationstyp vom

Markt verlangt wird - kann man mit guter Aussicht auf Erfolg versuchen, die Regressionsgerade in ihrer Steilheit zu verschieben. Man stellt sehr verschiedenartige Kreuzungspopulationen her und sucht nach Rekombinanten mit verbesserter Kombination im Eiweiß- und Fettgehalt. Die jeweils in einzelnen Linien gefundenen Maximalgehalte lassen sich aber nicht kombinieren. Gross et al. (1983) haben bei *Lupinus mutabilis* an 650 Herkünften einen Korrelationskoeffizienten von $r = -0.70$ ermittelt.

Für eine weitere ganz andersartige Merkmalskorrelation, die zwischen Ertrag und einem Inhaltsstoff gegeben ist, können die Süßlupinen als Demonstrationsobjekte sehr gut herangezogen werden. Sie bereichern als Nahrungs- und Futterpflanze unser Kulturpflanzensortiment. Samen und Grünmasse haben einen hohen Nutzungswert. Immer wieder ist die Frage nach der stoffwechselphysiologischen Bedeutung der Alkaloide aufgeworfen worden, und in ertragsphysiologischen Untersuchungen ist man ihr nachgegangen. Hierbei zeigte sich durchweg, auch wenn äußere Einwirkungen durch Schadfaktoren bei bitterstoffarmen Formen (Tierfraß) ausgeschaltet werden konnten, daß das Ertragspotential der Süßlupinen geringer ist. Wie Karlsson-Strese (1981) in ihren Untersuchungen über die Grünmasseproduktion alkaloidarmer Klone bei *Lupinus polyphyllus* feststellen konnte, besteht sogar innerhalb eines solchen Sortimentes von 121 Genotypen eine hoch signifikante Korrelation ($\alpha = 0.01$) zwischen Gesamtalkaloidgehalt und Grünmasseproduktion. Die Variationsbreite des Alkaloidgehaltes dieser Klone lag zwischen 0.012 und 0.021% der Trockenmasse. Bei einer Gruppierung in 9 Ertragsklassen wurde ein Rangkorrelationskoeffizient von 0.929 ermittelt. Dadurch kommt deutlich zum Ausdruck, daß alkaloidreiche Genotypen üppiger gedeihen. Der Züchter wird demnach am ehesten unter denjenigen Süßlupinen die ertragreichsten finden, die mit ihrem Alkaloidgehalt gerade noch unter dem zulässigen Grenzwert von 0.05% in der Trockenmasse liegen.

Ein weiteres Beispiel zur Verdeutlichung einer negativ physiologisch bedingten Wechselbeziehung zwischen Ertrags- und Quali-

tätsmerkmalen sei aus der Zuckerrübenzüchtung angeführt. Der Wurzelertrag und der Zuckergehalt einer Rübe bestimmen den Zuckerertrag. Wie Barocka (1985) eingehend erläutert, kann der Wurzelertrag als eine Funktion vom Zuckergehalt angesehen werden. Die Gewichtszunahme der Rübe und die Zunahme ihres Zuckergehaltes sind am Ende der Vegetationszeit physiologisch negativ miteinander korreliert. Der Züchter sollte demnach einen Kombinationstyp züchten, der bei höchst möglichem Rübenenertrag einen höchstmöglichen Zuckergehalt besitzt, um von der Flächeneinheit den höchstmöglichen Zuckerertrag zu erhalten, wie aus der Abb.4 zu ersehen, gehört dieser Typus zu den Gehalts- aber nicht zu den eigentlichen Zuckerrüben! Hier taucht eine technologische Frage auf, wie sich Rüben mit hohem Wurzelertrag aber mit einem geringen Zuckergehalt (Polarisationswert) in der Fabrik verarbeiten lassen. An diesem Beispiel wird deutlich, was unter technologischer Qualität zu verstehen ist: ein Rohprodukt läßt sich entweder leicht und gut oder schwer und schlecht maschinell verarbeiten. Für die Preiskalkulation des Endproduktes ist dies sehr ausschlaggebend. Ausführlicher soll auf die Bedeutung der technologischen Qualität unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten später eingegangen werden.

2. Ertrag / äußere / innere Qualitätsmerkmale

Zunächst sollen einige Parameter herausgestellt werden, die generell für eine hohe Ertragsleistung eines Genotyps oder einer Sorte sehr entscheidend sind. Hierbei lassen sich Abhängigkeiten von bestimmten äußeren Qualitätsmerkmalen feststellen. Wie diese wiederum in Beziehung zu inneren Qualitätskriterien zu beurteilen sind, soll dabei mit berücksichtigt werden.

Für das Ertragspotential sind eine Reihe von Komponenten verantwortlich zu machen, die ihrerseits von einer größeren oder kleineren Anzahl von Genen und deren Interaktionen kontrolliert werden. Wir haben es mit Beispielen aus der quantitativen Genetik (Polygenie) zu tun. Dies gilt für den Frucht - wie für den Wurzel - oder Blattertrag. Beim Getreide lassen sich die für den

Kornertrag maßgeblichen Komponenten, die hinsichtlich ihrer Expression auch wiederum polygen kontrolliert werden, sehr leicht bestimmen: Korngewicht, Kornzahl/Ähre (Rispe), Bestockungsfähigkeit.

Die äußeren Qualitätsmerkmale können generell für Früchte, Wurzeln, Knollen, Sprosse/Blätter mit einer näheren Angabe der Größe, Form, Farbe und Beschaffenheit (Konsistenz) ermittelt werden. Diese Merkmale können je nach ihrem Wert für die verarbeitende Industrie, aber auch je nach Konsumtrend von großer wirtschaftlicher Bedeutung sein. Wir beobachten sehr oft, wie es die Werbung versteht, die Größe oder Farbe eines Produktes besonders attraktiv herauszustellen, wie es z.B. bei Obst- und Gemüseerzeugnissen der Fall ist.

Greifen wir aus der Fülle der Beispiele züchterischer Arbeiten einige heraus, an denen sich demonstrieren läßt, wie es mit wünschenswerten Kombinationsmöglichkeiten bestellt ist. Die Auslese auf Großsamigkeit (Körnerleguminosen, Iein), große Karyopsen (Getreide), Großfrüchtigkeit (Tomaten, Obst) trägt sehr entscheidend zu einer guten Ertragsstruktur einer Sorte bei: Bei hohen Heritabilitätswerten dieser Merkmalsbildungen tritt der Züchtungserfolg sicher und augenfällig zu Tage. Wie sieht es aber mit der Nebenwirkung auf die Ausbildung innerer Qualitätsmerkmale aus? Zwei Beispiele aus der Tomaten- und Heidelbeerzüchtung zeigen, daß beim Vitamin C-gehalt in großen Früchten mit niedrigeren Werten auf 100-g Frischsubstanz gegenüber kleinfrüchtigen Formen gerechnet werden muß. Der Wassergehalt liegt dabei in großen Früchten eher höher als in kleinen (Tab.3 und 4). Es bleibt die Frage, ob durch den Mehrertrag an Fruchtmasse ein Ausgleich für den Vitamin C-gehalt erzielt wird. Für den Konsumenten würde dies aber bedeuten, daß er dann auch entsprechend größere Mengen verzehren müßte, um seinen Bedarf zu decken. Zur Tab.3 ist anzumerken, daß es trotz einer aufwendigen Konvergenzzüchtung mit dreimaliger Rückkreuzung des großfrüchtigen Elters und nach jeweiliger Selektion auf hohen Ascorbinsäuregehalt nicht gelungen ist, eine maximale Kombination,

möglicherweise aber eine optimale, erhalten zu haben.

In der Heidelbeerzüchtung ist man - soweit Wert auf hohen Vitamin C-gehalt in großfrüchtigen Kulturformen gelegt wird, von einer Kombination weit entfernt (Tab.4). Einräumen könnte man, daß die Heidelbeerzüchtung in USA erst 100 Jahre und in Deutschland 60 Jahre alt ist. Vielleicht ist aber auch niemand an einer vitaminreichen Heidelbeere interessiert, eher wohl schon an einer aromatischen. Da ist aber die kleinfrüchtige Wildform der Kulturform eindeutig überlegen. Aroma- und Geschmacksstoffe lassen sich leider noch immer nicht eindeutig identifizieren und sind bei einer Selektion kaum objektiv zu erfassen. Inwieweit die Kulturheidelbeere, von der z.Z. 500 ha in der Bundesrepublik angebaut werden, eine Ausbreitung erfährt, hängt sicher auch vom Züchtungsfortschritt bei der Verbesserung der genannten inneren Qualitätsmerkmale ab. Dies wird sicherlich aber nur auf Kosten der Beerengröße möglich sein. Geschmacksprüfungen, auch wenn sie subjektiv durchgeführt werden, bestätigen immer wieder, zumindest bei einigen Obstarten wie bei Bananen und beim Beerenobst, Erdbeeren eingeschlossen, daß kleine Früchte aromatischer sind als große, daß also eine enge Wechselbeziehung zwischen diesen Merkmalskomplexen besteht.

Da wir auch in der Tierernährung darum bemüht sind, Qualitätseigenschaften eines Futters zu ermitteln, sei angeführt, daß ähnliche Wertmerkmale wie bei unseren Nahrungspflanzen zu Grunde gelegt werden. Das Tier sagt uns aber nicht, wie sein Futter schmeckt. Man wiegt die Menge des Futters bei der Aufnahme, um damit eine Qualitätskomponente zu erfassen. Weiter kommt dann noch der Grad der Verdaulichkeit hinzu. Für bestimmte Qualitätskriterien, wie z.B. für die Struktur (Konsistenz) einer Futterpflanze, die über einen Mahlwiderstand ermittelt wird, ergibt sich eine negative Korrelation zur Verdaulichkeit (Nitzsche 1985). Sehr deutlich ist bei Futtergräsern auch eine negative Wechselbeziehung zwischen dem Rohfaser- und dem Eiweißgehalt festzustellen. Für den Züchter, der immer auch die Menge an Futtermasse einer Art oder Sorte im Auge haben muß, ergeben sich unter

Beachtung solcher Korrelationen vor allem dann große Probleme, wenn er einen hohen bzw. ausreichenden Samenertrag berücksichtigen muß (Simon 1985). Bei der Züchtung vieler Arten muß hier ein Kompromiß zwischen Blatt- und Stengeltypen (rohfaserreich) gefunden werden.

Wie sich Farbmerkmale als qualitätsbestimmend auswirken können, sei am Beispiel der Roggenzüchtung dargestellt. Ein weitblickender Züchter, Franz Vettel, hatte nach dem 1. Weltkrieg die Konsumänderungswünsche, die mit einer mehr städtischen Lebensart "korreliert" sind, nämlich feines helles Gebäck zu bevorzugen, richtig erkannt. Um aber ein gehaltvolles Mehl und kein so sehr stark ausgemahlenes hierfür - auch für die Brotbäckerei - zur Verfügung zu stellen, begann er, einen hellkörnigen Roggen zu züchten. Als er diesen während des 2. Weltkrieges als fertige Sorte anbieten konnte, war ein solcher nicht gefragt. Der Trend zum Verzehr eines hellen Brotes kam zwar mit dem steigenden Lebensstandard zu Beginn der 50iger Jahre wieder in Mode, doch Ende der 60iger Jahre setzte eine Trendwende zum Verzehr von Graubrot ein, die weiterhin anhält. Da ich Hellkornroggen bei Vettel gezüchtet habe, weiß ich, wie schwierig es war, die Kombination Ertrag/Hellkörnigkeit zu realisieren (Plarre 1960). Der Züchtungserfolg war nur von kurzer Dauer. Der Markt fragt heute nicht mehr nach Hellkornroggen.

An dieser Stelle ist auch ein Beispiel vom Mais zu erwähnen. In Westafrika bevorzugt die Bevölkerung weißkörnige Mais. Das internationale Forschungsinstitut IITA ist diesem Verlangen (1984) nachgekommen und hat ertragreiche weißkörnige Sorten für Nahrungszwecke gezüchtet. Daß dieser Mais aber einen wichtigen Inhaltsstoff wie das Provitamin A (Carotinoide) nicht enthält, nimmt man derzeit als unbedenklich in Kauf. Eine Konsumänderung, doch lieber gelbkörnige Mais zu nutzen, ist nicht in Sicht.

3. Ertrag / technologische Qualität

Bei der Züchtung auf Rübenenertrag und hohen Zuckergehalt ist bereits auf die Bedeutung einer technologischen Qualität hinge-

wiesen worden. Diese begegnet uns überall dort, wo bei der industriellen Verarbeitung von pflanzlichem Rohmaterial Eigenschaften eine Rolle spielen, die einen maschinellen Arbeitsprozeß erleichtern, vereinfachen oder überhaupt erst ermöglichen. Werden neue Verfahren eingeführt, sind neue Zuchtziele zu verfolgen.

In der Gemüsezüchtung (Erbsen, Bohnen, Gurken, Tomaten u.a.) haben heute die Sorten, die sich von der Saat bis zur Ernte und Konservierung mechanisiert bearbeiten lassen, einen erhöhten Marktwert. Ausschlaggebend ist dann nicht mehr die Kombination Ertrag / innere Qualitätsmerkmale, sondern allein die technologische Qualität, wenn damit das Erntegut gewinnbringend verarbeitet werden kann. Für Tomaten, die sich wie Gummibälle behandeln lassen, trifft dies genau so zu wie für Einleggurken, die mit Pflückmaschinen geerntet werden.

Am Beispiel der Zuckerrübe war erwähnt worden, daß sich die technologische Qualität mit zunehmender Ertragssteigerung über das Wurzelgewicht verschlechtert. Da sich der Zuckerertrag, auf den es letztlich ankommt, auch über eine Erhöhung des Zuckergehaltes in der Rübe steigern läßt, ist zu fragen, inwieweit dies überhaupt möglich ist und wo die Grenzen liegen. Damit bei der Speicherung von Zucker im Zellgewebe die lebensnotwendigen osmoregulatorischen Prozesse noch gesteuert werden können, kann nur eine Menge bis zu 25% der Zellgewebsmasse eingelagert werden. Solche Genotypen, die diese Grenzwerte erreichen, sind bei Rübe und Rohr gefunden worden. Ihr züchterischer Wert ist zweifelhaft. In derzeitigen Zuckerrübensorten liegt der Saccharosegehalt bei 16 bis 18%.

Bei einer ganz anderen Kulturpflanze, dem Hanf, der noch immer als wertvolle Faserpflanze gilt, ist vor einigen Jahrzehnten eine Ertragssteigerung im Faserertrag über die Selektion faserreicher Einzelpflanzen erreicht worden. Der Reinfasergehalt in Einzelpflanzen konnte auf 35 bis 37% Stengelanteil erhöht werden. Damit dürften Grenzwerte erreicht sein. Bei solchen ertragreichen Typen ist allerdings die technologische Qualität verschlechtert,

weil Schwierigkeiten bei der Aufschließbarkeit und -teilbarkeit der Faserbündel auftreten.

Zu einem bereits klassischen Beispiel für die Problematik, Ertrag mit Qualität zu kombinieren, ist die Züchtung von Winterweizensorten in Deutschland geworden. Vor einigen Jahrzehnten waren die hochertragreichen Sorten oft durch mangelnde Klebermenge und -güte gekennzeichnet, und seitens des verarbeitenden Gewerbes konnte man den Vorwurf hören, daß die Züchter am Markt vorbei züchten. Anfang der 70iger Jahre tauchte ein ganz anderes, ein rein technologisches Problem auf. Für den vollmechanisch ablaufenden Backprozeß mußten Weizen mit Mehlen verfügbar sein, deren Teige nicht an den Knetmaschinen kleben bleiben. Dies aber war bei den damaligen Ertragssorten durchweg nicht der Fall. Wie aus der Tab.5 hervorgeht, konnten entsprechende Sorten, die auch im Ertrag befriedigen, erst nach und nach in größerer Anzahl zur Verfügung gestellt werden. Die Sorten mit mangelnden rheologischen Teigeigenschaften erhielten zur Kennzeichnung - gleichsam als Makel - den Vermerk "T-", d.h. ein solcher Weizen ist hinsichtlich seiner technologischen Qualität negativ zu bewerten. Die Brotfabriken können ihn nicht verwenden. Aus der Tab.5 ist zu ersehen, daß sich seit 1984 unter den 49 in der Bundesrepublik zugelassenen Sorten nur noch eine "T"-Sorte befindet (Bundessortenamt 1984). Wenn man die 49 Weizen unter Beachtung weiterer Qualitätskriterien (Aufmisch-effekt, Volumenausbeute) in 3 Qualitätsgruppen A,B,C mit einer weiteren Abstufung in 9 Klassen einteilt (Abb. 5), muß man allerdings feststellen, daß bei diesen Sorten eine negative Korrelation zwischen ihrer Qualitäts- und Ertragsklasse vorliegt. Nimmt man die "T"-Sorte "Maris Huntsman" und "Jubilar", die beide bei ungenügender Qualität nicht zu den hochertragreichen Sorten zählen und sicher bald gestrichen werden, aus der Betrachtung heraus, zeichnet sich die negative Korrelation noch deutlicher ab. Die Umweltbedingungen, unter denen in der Bundesrepublik hohe Qualitäten erreicht werden können, wirken sich zudem noch negativ aus. Der Züchtungsfortschritt bleibt dennoch sehr beachtlich, wenn wir heute mit den neuen Sorten 10t/ha Körner ernten können. - An

unserer wichtigsten Kulturpflanze läßt sich wohl am besten demonstrieren, mit welchen Problemen die Kombinationszüchtung Ertrag/Qualität "korreliert" ist.

Zusammenfassung

Bei dem Bemühen des Züchters, einen hohen Ertrag an Körnern, Wurzeln, Obstfrüchten, Blattmasse u.a. mit hoher Qualität des Produktes zu kombinieren, stellen sich verschiedenartige Probleme ein. Die Gründe hierfür sind unterschiedlich. Der Qualitätsbegriff ist nie einheitlich zu fassen, und er ist dem Wandel durch Konsumänderungen und technische Entwicklung unterworfen. Bei der Definition ist er aufzugliedern in innere, äußere und technologische Qualität. An Hand von Beispielen aus der Getreidezüchtung (Weizen, Roggen, Gerste, Mais), aber auch aus der Züchtung von Zuckerrüben, Tomaten, Heidelbeeren u.a. Kulturpflanzen wird gezeigt, welche Zuchtziele sich aus physiologisch-genetischen Gründen ausschließen bzw. nur angenähert in einem Kombinationstyp erreicht werden können. Ausführlicher wird eingegangen auf die historische Entwicklung des Backbegriffes beim Weizen in Kombination mit Ertrag und technischer Verarbeitung der Mehle, auf Kornertrag und Eiweißgehalt bzw. -qualität bei Mais und Gerste, auf Wurzelgewicht und Zuckergehalt bei Rüben, auf Fruchtgröße und Vitamin C-gehalt bei Tomaten und Heidelbeeren sowie auf einige andere Qualitätskriterien und Objekte. Die entsprechenden Zuchtverfahren werden erwähnt.

Da neben diesen anzustrebenden Kombinationstypen von Ertrag mit hoher technologischer Qualität unter Einschuß besonderer innerer und äußerer Qualitätsmerkmale auch solche vom Markt bzw. von der Gesellschaft verlangt werden, die sehr unterschiedliche Inhaltsstoffe in Höchstkonzentration aufweisen sollen, wie z.B. hohen Eiweiß- und Fettertrag in einer Sorte, wird zur Frage der Korrelationen solcher Merkmale Stellung genommen (Soja, Lupinen). Auf Grenzen der Einlagerung bestimmter Stoffe (Zucker, Fasern) wird hingewiesen. Die Frage toxischer Substanzen in Beziehung zum Ertrag wird aufgegriffen (Lupinen). Auch schwer definierbare Geschmacks- und Aromastoffe werden angesprochen und erörtert, inwieweit diese in Ertragstypen zu finden sind (Bananen, Mais, Futterpflanzen).

Literatur

1. BAROCKA, K.-H., 1985: Zucker- und Futterrüben (*Beta vulgaris* L.)
In Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen,
Bd. 2, 2. Aufl., 245 - 287, Herausgeber G. Fischbeck,
W. Plarre, W. Schuster, Verlag P. Parey, Berlin u. Hamburg
2. BUNDESSORTENAMT, 1984: Beschreibende Sortenliste Getreide.
Verlag A. Strothe, Hannover
3. CIMMYT, 1985: Research Highlights 1984. Int. Maize and Wheat
Improvement Center, Mexico, DF., Mexico
4. FRANKE, W., 1976: Nutzpflanzenkunde, Verl. G. Thieme, Stuttgart
5. GROSS, R., T. HATZOID, I. EJ-MADFA & O. RUIZ, 1983: Genetically
and environmentally dependent variability of protein and
fat content in the seeds of *Lupinus mutabilis* of Peruvian
origin. Z. Pflanzenzüchtg. 90, 324 - 330
6. HAGBERG, A. & K.-E. KARLSSON, 1969: Breeding for high protein
and quality in barley. In New Approaches to Breeding for
Improved Plant Protein, 17 - 22, IAEA/FAO 1968, Vienna,
Austria
7. IITA, 1984: Research Highlights 1983. Intern. Institute of
Tropical Agriculture, Ibandan, Nigeria
8. KARLSSON-STRESE, E.-M., 1981: Quantitative und qualitative
Darstellung des Alkaloidmusters bei *Lupinus polyphyllus*
(Lindl.) in Verbindung mit Untersuchungen über Merkmals-
korrelationen. FU Berlin: Inaug.-Diss., Fachber. Biologie
9. NITZSCHE, W., 1985: Gräser. In Lehrbuch der Züchtung land-
wirtschaftlicher Kulturpflanzen, Bd. 2, 2. Aufl.,
358 - 365. Herausgeber G. Fischbeck, W. Plarre, W. Schuster,
Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg
10. PLARRE, W., 1960: Die Verbesserung der Qualität des Roggens
durch Züchtung. Züchter 30, 343 - 349
11. PLARRE, W., 1981: Developing new recombinants by crossing
Hiproly x complicated composite genotypes. Proc. of
the 4th Intern. Barley Genetic Symp., 278 - 286.
Edinburgh, Schottland
12. POOLE, C.F., 1956: Improvement in tomato ascorbic acid con-
tent. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 68, 443 - 451
13. SCHNELLI, F.W., 1982: A synoptic study of the methods and
categories of plant breeding. Z. Pflanzenzüchtung 89,
1 - 18
14. SIMON, U., 1985: Kleeartige Futterpflanzen. In Lehrbuch der
Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Bd. 2,
2. Aufl., 351 - 358, Herausgeber G. Fischbeck, W. Plarre,
W. Schuster, Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg

Tab.1 Prozentanteil Fäulniskörner (ear rot) in Maissorten und -neuzüchtungen mit hoher Eiweißqualität aus 2 Versuchen 1983 von JIMMYT (1985)

Versuch an 22 Sorten	Ear rot (%)	Versuch an 7 Sorten	Ear rot (%)
Poza Rica 8140	15.2	Tlaltizápan 8141	1.5
San Jeronimo (1) 8140	12.8	Across 8141	1.4
Across 7940 QPM	13.5	La Platina 7941	2.3
normale Lokalsorten \bar{x}	13.1	normale Lokalsorten \bar{x}	1.2

Tab.2 Kornertrag, Proteingehalt und -ertrag bei 2-zeiligen Wintergersten, Spelz- und Nacktformen. Sortenvergleich mit Dahlemer Hiprolyzuchtstämmen; nach Daten von von der Schulenberg (Eckendorf), Sponheuer und Diederichsen (Westerholz)

Eckendorf 1983

	Korn dt/ha	rel.	Proteingehalt	Protein dt/ha	rel.
Igri	31.3	100	12.85	4.03	100
Sonja	28.6		12.0	3.42	
679 sp	23.8	79.3	15.85	3.78	101.3
682 sp	23.4	78.0	15.44	3.61	96.8
683 n	23.5	78.3	14.42	3.38	90.6
685 n	23.9	79.7	12.75	3.04	81.5
686 n	23.1	77.0	16.64	3.38	90.6

Westerholz II 1984 (Schl.-Holst.)

Malta	35.3		14.1	4.28	
Sonja	40.1		14.1	4.78	
Igri	28.4	100	13.7	3.28	100
Irla	36.9		14.8	4.70	
685 n	25.9	73.6	15.8	3.46	81.2
686 n	27.3	79.0	16.1	3.86	90.6

Tab.3 Erhöhung des Vitamin C-gehaltes (Ascorbinsre.) in großfrüchtigen Tomaten über Konvergenzzüchtung (nach Poole 1956)

	Vit. C mg/100g	Fruchtgröße g
Elter A, 2 Pflanzen	47.20 ± 1.69	34.0 ± 1.8
Elter B, 2 Pflanzen	28.42 ± 0.80	73.4 ± 3.6
Auslese nach dem 3. Zyklus, 5 Pflanzen	39.31 ± 0.98	69.8 ± 3.6

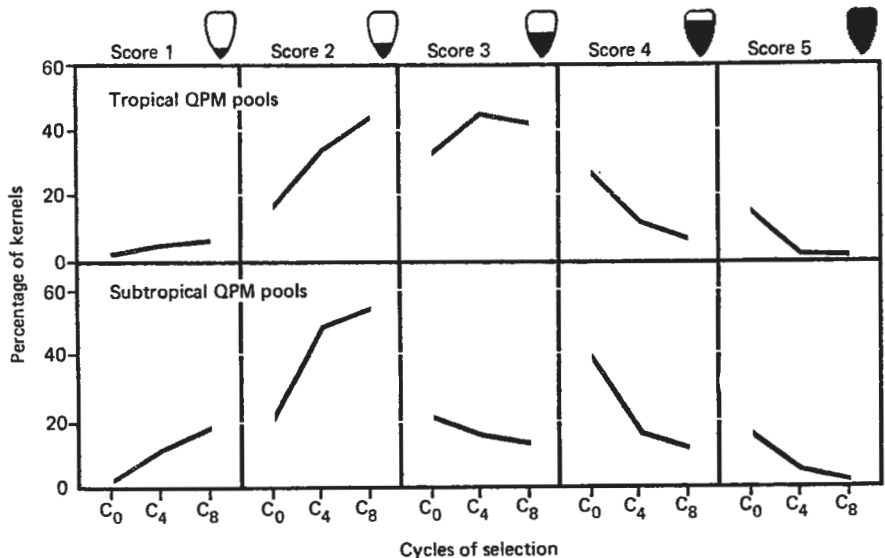
Tab.4 Inhaltsstoffe (innere Qualitätsmerkmale) bei kleinfrüchtigen Wild- und großfrüchtigen Kulturheidelbeeren (aus Franke 1976). Bezugsgröße 100 g eßbare Früchte

Bestandteile	Wilde Heidelbeere	Kulturheidelbeere
Wasser	84.9 g	84.7 g
Eiweiß	0.60	0.80
Fett	0.6	-
Kohlenhydrate	13.6	13.4
Rohfaser	-	0.89
Mineralstoffe	0.30	0.19
Vitamine		
Vitamin B ₁	0.020 mg	-
Vitamin B ₂	0.020	-
Nicotinamid	0.40	-
Vitamin C	22.0	2.0 mg

Tab.5 Anzahl der in der Bundesrepublik zugelassenen Winterweizensorten im Zuge der Verbesserung hinsichtlich der technologischen Qualität (nach den "Beschreibenden Sortenlisten" vom Bundessortenamt)

Jahr	Gesamtanzahl	Anzahl T-	% Anteil T-
1976	38	8	21.1
1978	35	5	14.3
1979	37	5	13.5
1980	45	4	8.9
1983	46	1	2.2
1984	49	1	2.0

Abb.1 Zunahme glasiger Körner mit hoher Proteinqualität beim Mais = QPM in Genpools von "composite-crosses" nach 8 Selektionszyklen. Score 1 und 2 sind die Klassen für fast vollkommene Glasigkeit, Score 5 enthält die mehligten Körner (GIMMYT 1985)



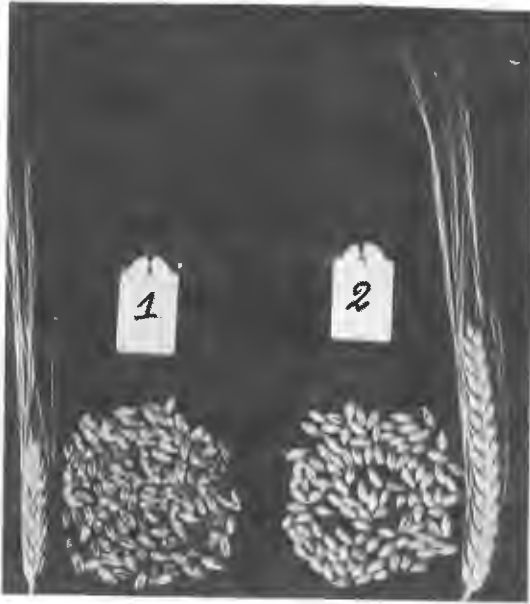


Abb.2 Li. Hiproly Ähre und Körner, re. Dahlemer Zuchtstamm 686 (Original), vgl. Tab.2

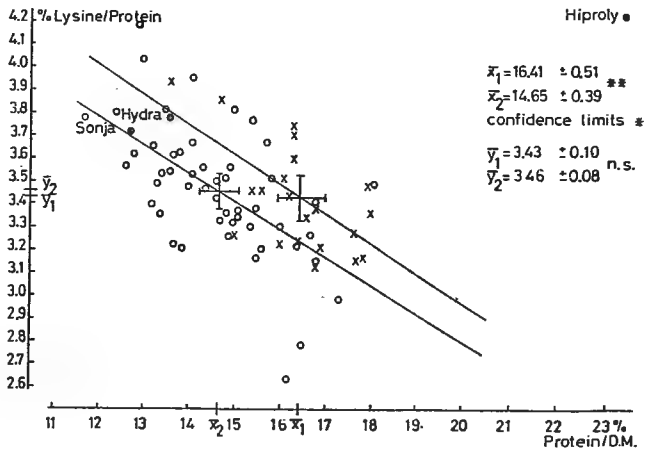


Abb.3 Korrelation zwischen Eiweiß- und Lysingehalt in der Trockensubstanz bei verschiedenen Gersten, x= 21 auf Lysin selektierte Linien, o = 50 unselektierte Linien, M nicht in die Regression einbezogene Standards, * signifikanter Unterschied zwischen x und o. (Original)

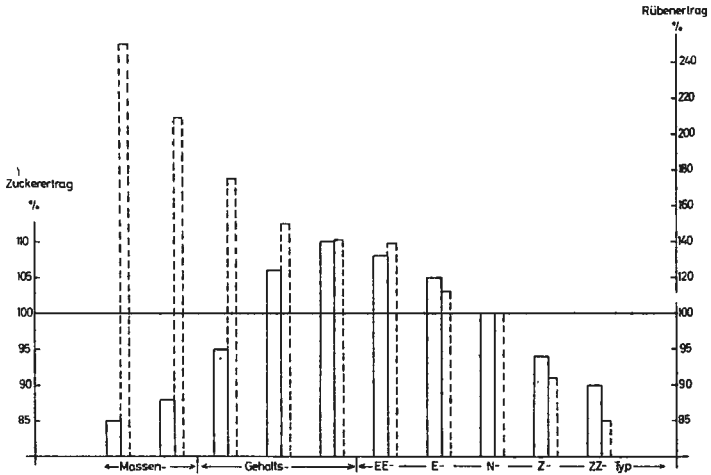


Abb. 4 Die Beziehung Zuckerertrag (Trockensubstanzertrag) und Rübenenertrag in Abhängigkeit vom Rübenotypus bei Zucker- und Futterrüben (aus Barocka 1985)

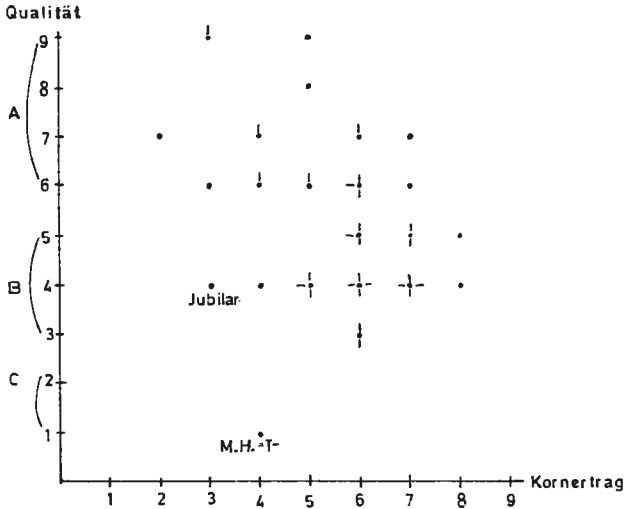


Abb. 5 Negative Korrelation zwischen Kornertrags- und Qualitätsklassen bei 49 Winterweizensorten, zugelassen Bundesrepublik 1984. Jeder Punkt bzw. Strich gibt die jeweiligen Koordinaten einer Sorte wieder.

Gemüse in der Landwirtschaft eine mögliche Alternative

Von H.D. Hartmann*

Seit 1960 werden im Raum der EG landwirtschaftliche Produkte im Überschuß produziert. Im Augenblick befinden sich ca. 1,2 Mio t Butter, 25 Mio t Getreide, 740 000 t Rindfleisch, 20 - 30 Mio hl Wein und 3 Mio t Zucker in entsprechenden Lägern und können nicht oder nur mit Subventionen auf dem Weltmarkt abgesetzt werden, da das Preisniveau in den Grenzen der Gemeinschaft über dem des Weltmarktes liegt. Erst der Umstand einer drohenden Zahlungsunfähigkeit der Gemeinschaft führte zur Erstellung des sog. "Grünbuches" der EG-Kommission als Diskussionspapier. Bringt man den Inhalt dieser Ausarbeitung auf einen Nenner, soll in den einzelnen Produktionszweigen durch Preissenkung die Erzeugung vermindert werden. Die freiwerdenden Anbauflächen sollen an Stelle von z.B. Weizen mit anderen Produkten bestellt werden. So diskutiert in diesen Tagen die CDU/CSU ein analoges Papier zum Grünbuch, wobei die Landwirtschaft nachwachsende Rohstoffe erzeugen soll. Auch der Anbau von Defizitprodukten soll forciert werden. Zu den möglichen Alternativen wird Gemüse gerechnet. In Fachkreisen wird die Information der Abteilung Planungscoordination und Wirtschaftsbeobachtung des Bundesernährungsministeriums, die Mitte 1985 erschien, mit Erstaunen registriert, da sie ein gewisses Maß an Realitätsferne erkennen läßt. Sie lautet auszugsweise: .. der Selbstversorgungsgrad mit Gemüse im abgelaufenen Wirtschaftsjahr 1984/85 betrug nur noch 36,9 Prozent .. und ... Besonders hoch war der Einfuhrüberschuß 1984/85 bei Tomaten mit 872 000 t, Zwiebeln mit 403 000 t und Schälgurken mit 275 000 t. Da die meisten Gemüsearten auch in der Bundesrepublik Deutschland angebaut werden

* Institut für Gemüsebau der FA Geisenheim
Postfach 1154, D-6222 Geisenheim

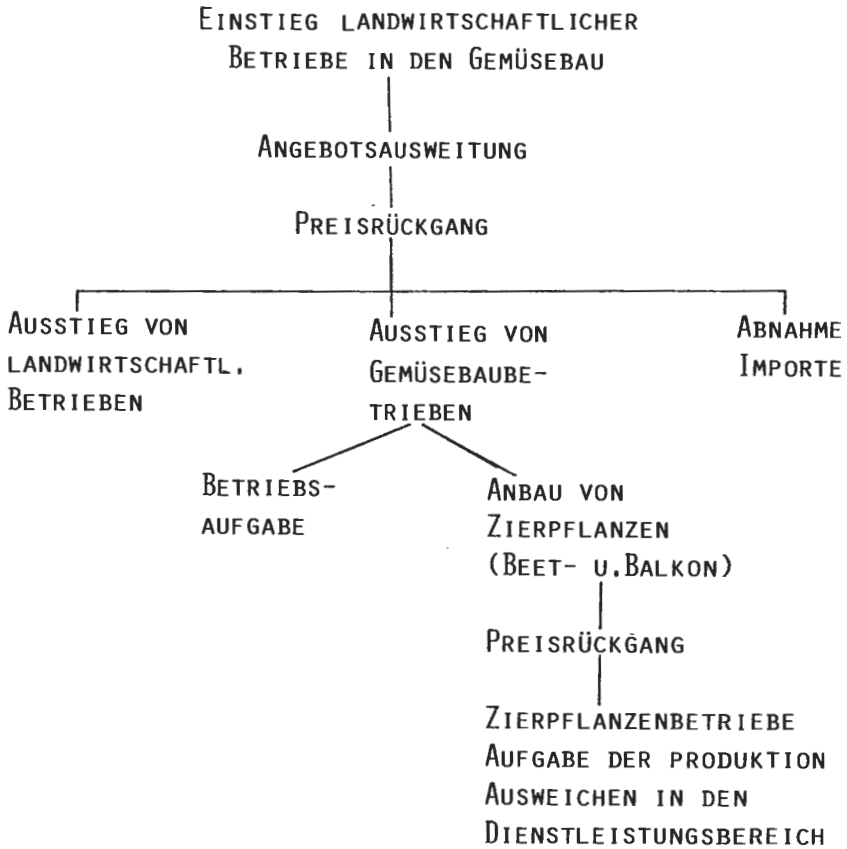
Referat gehalten anlässlich der Vortragsstagung der
Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V.,
März 1986 in Geisenheim

können, besteht nach Ansicht des Ministeriums in diesem Bereich für die deutsche Landwirtschaft ein beträchtliches, bisher ungenutztes Produktpotential".

In diesem Zusammenhang dürfte die Frage zu diskutieren sein, warum die deutschen Landwirte bisher so wenig Gemüse angebaut haben und ein ungenutztes Produktionspotential brach lag.

HEYLAND hat vor kurzem in einem Vortrag in Gießen nachgewiesen, daß kleinere und mittlere landwirtschaftliche Betriebe ihre Intensität durch indirekte Flächenvergrößerung, gemeint ist der Zukauf von z.B. Futtermitteln, oder durch den Anbau von Pflanzen mit einer höheren Flächenproduktivität, wie z.B. Gemüse, steigern können. Wenn Gemüse bisher nicht mit ins Kalkül der Landwirte einbezogen wurde, hat das zwei Gründe 1. Die kalkulierbaren, relativ hohen Festpreise und die geringe Arbeitsbelastung bei landwirtschaftlichen Produkten 2. schwankende Preise bei Gemüse, höhere Arbeitsbelastung, für die Erzeugung von Qualitätsgemüse notwendige Spezialinvestitionen u.ä. Bei Vertragsgemüse, z.B. bei der Rohware für die Verarbeitungsindustrie waren keine ausreichenden Abschlußmöglichkeiten vorhanden.

In diesem Rahmen sei daran erinnert, daß der Anbau von Gemüse 1969 mit 66 000 ha eine relativ bedeutende Fläche inne hatte, 1982 umfaßte sie nur noch 49 000 ha. Diese Differenz von 17000 ha dürfte weitgehend auf eine Reduktion des Rohwarenanbaues für die Verarbeitungsindustrie zurückzuführen sein. 1971 veröffentlichte der Vorstand der Fachgruppe Gemüse eine Adresse an die Bundesregierung wegen der schwierigen Lage der Konservenindustrie, die in ihrer schwersten Krise stecke. In den sechs Jahren 1968 bis 1973 ist die Eigenversorgung mit Naßkonserven von 55 % auf 21 % und die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe mit Anbau von Gemüse um 20 % abgesunken, ein Zeichen, daß die erbetenen Maßnahmen der Bundesregierung sich nicht gegen die vor allem französischen und belgischen Aktivitäten auf den deutschen



Märkten hatten durchsetzen können. Die französische Regierung hatte die Schlagkraft der exportorientierten französischen Erzeugerorganisationen durch die sogenannte Allgemeinverbindlichkeit, ein von den deutschen Erzeugern strikt abgelehntes Verfahren, erheblich gestärkt. Allgemein verbindlich werden nach dieser Strategie alle Abkommen, die zwischen Rohwarenproduzenten und Konservenherstellern getroffen werden. Ein britischer Exporteur stellte 1978 fest; "Weit zurück liegt die Bundesrepublik mit 33 % Eigenversorgung, bedingt durch eine Politik, die seit Jahren eine Abhängigkeit von Importen für den größten Teil des Gemüsemarktes mit sich brachte". In der Zeitschrift GEMÜSE steht zur gleichen Zeit: "Es wäre einmal interessant zu analysieren, welchen Ländern in der EG die bundesdeutsche Agrarpolitik am meisten genutzt hat, den sog. Agrarländern oder den sogenannten Industrieländern". Vor diesem Hintergrund ist die eingangs zitierte Veröffentlichung nicht ohne Delikatesse.

Stellen wir die Frage: Welches Gemüse kann in der Landwirtschaft angebaut werden?

So ist als erstes festzustellen, daß eine Rückgewinnung von Marktanteilen oder ein Einstieg in den Gemüsemarkt nur über eine Marktverdrängung ausländischer aber auch einheimischer Erzeuger möglich ist. Da unsere Märkte als ausreichend oder überversorgt zu gelten haben, dürfte Gemüse kaum zu den Defizitprodukten gehören. Insofern ist es auch müßig, anhand von Anbau-statistiken nach zeitlich bedingten oder artbedingten Lücken zu suchen. Wenn man nach den in der Landwirtschaft zur Disposition stehenden Flächen fragt, so ist festzustellen, daß die freiwerdenden Flächen nach allen Berechnungen ein Vielfaches der auch bei optimistischer Einstellung mit Gemüse zu bebauenden Flächen übersteigen. Wird gar der in Zukunft in Europa zu erwartende Fortschritt im Agrarbereich, der gleichfalls zu Freisetzung von Flächen führen wird, bei sinkender Bevölkerungszahl mit in die Berechnung einbezogen, kann vom Gemüsebau nur ein Bruchteil übernommen werden. Rechnen wir zusätzlich 30 bis 40 0000 ha dürften wir ein sehr optimistisches Bild gezeichnet haben.

Folgende Ansprüche müssen von den landwirtschaftlichen Betrieben für den Anbau von Gemüse erfüllt werden:

- 1) Flächen ohne Bewässerung sind in keinem Fall geeignet. Es ist davon auszugehen, daß in der Vegetationszeit 550 - 600 mm Wasser zur Verfügung stehen müssen. Anderenfalls sind Ertragsschwankungen bis zu 400 % zu erwarten, die einer gleichmäßigen Marktversorgung entgegenstehen. Es kommt sonst zu extremen Preisschwankungen und als Folge davon zu einem unerwünschten Konjunkturanbau.
- 2) Die Bodenverhältnisse und Kultur müssen zusammenpassen. Dies gilt auch für die Durchwurzelungstiefe. Es muß weiter bedacht werden, daß der Anbau von Gemüse die Böden stärker strapaziert als landwirtschaftliche Kulturen. Das bedeutet, daß der Struktur, der Humusversorgung, der Bodenbearbeitung etc. vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.
- 3) Eine große Anzahl von Flächen fallen auch aus klimatischen Gründen aus der Betrachtung heraus. Mittelgebirgslagen und ähnliche Gebiete eignen sich nicht für den Anbau von Gemüse, obwohl gerade hier Betriebe und Betriebsgrößen vorhanden sind, die eine Intensivierung dringend benötigen.

Wahl der Gemüsearten

a. Arbeitsbelastung

Die meisten landwirtschaftlichen Betriebe besitzen eine ihrer bisherigen extensiven Kulturfolge entsprechende Arbeitsverfassung. Welche Arbeitsbelastungen als eine der wichtigsten Größen bisher für die Kulturen aufzubringen waren, ist aus der Tabelle 1 zu entnehmen. Getreide steht mit 12 Akh/ha am unteren, Zuckerrüben mit 66 Akh/ha am oberen Ende der Aufreihung. Gemüsearten, die eine vergleichbare Belastung erfordern, sind mit aufgeführt. Es sind fast ausschließlich direktsäbare Gemüsearten, die als Rohware für die Verarbeitungsindustrie zu gelten haben. Eine Ausnahme macht die Zwiebel, die über das Lager an

Tabelle 1

Arbeitsbedarf von landwirtschaftlichen und gemüsebaulichen Produkten mit niedrigem Arbeitsanspruch (Fläche 1 ha)

Getreide	12 Akh/ha	Buschbohnen	20 Akh/ha
Mais	17 "	Dicke Bohnen	22 "
Ölfrüchte	10 "	Erbsen	22 "
Kartoffeln	55 "	Grünkohl	23 "
Zuckerrüben	66 "	Kohlrabi Ind.	38 "
		Möhren	41 "
		Rote Bete	64 "
		Spinat	49 "
		Zwiebel	57 "

Tabelle 2

Arbeitsbedarf direkt gesäter Gemüsearten (Fäche 2 ha)
Mit hoher Arbeitsbelastung

Blumenkohl	150 Akh/ha
Chinakohl	629 "
Einlegegurken	1051 "
Kopfkohl	178 "
Kopfsalat*	234 "
Lauch	332 "
Rosenkohl	383 "

* pro 0,5 ha

den Endverbraucher gelangt. Die Anbautechnik ist mit keinen großen Investitionen belastet. Bei der Ernte sind jedoch teilweise sehr teure Spezialmaschinen notwendig. Viele Landwirte scheinen in diesem Jahr, wie Gespräche mit Kollegen aus dem Rheinland oder aus Norddeutschland zeigen, mit den Gemüsearten aus Tabelle 1 Lücken stopfen zu wollen. Die außerordentlich große Anbaubereitschaft der Landwirte führt zu einem Überangebot an Flächen. Noch nie hat die Industrie so spät ihre Verträge abgeschlossen wie in diesem Jahr. Bemerkenswert ist hierzu folgende Meldung: "Die Zahl der Landwirte, die ohne Vertragsabschlüsse Industriegemüse anbauen bzw. Konditionen mit Firmen abschließen, die erheblich unter den Preisvorstellungen der organisierten Landwirte liegen, nimmt ständig zu". Die Unzufriedenheit ist in dem Bereich vorprogrammiert.

In Tabelle 2 sind die Gemüsearten zu finden, die zwar einfach auszusäen und auch einigermaßen unkompliziert zu kultivieren sind, die aber bei der Ernte einen hohen Handarbeitsaufwand benötigen. Bei diesen Kulturen ist also eine erhebliche Belastung mit in die Planung einzukalkulieren. Wer die Arbeitskräfte für die Ernte nicht zusammenbekommt, hat Gründung erzeugt. Im übrigen gilt für die Qualität und Erntemenge des auf diese Weise erzeugten Gemüses, daß Spitzenwerte nicht erreicht werden.

Nicht umsonst hat sich für die Erfüllung höchster Ansprüche bei den Produzenten die Pflanzung von getopften Jungpflanzen durchgesetzt. Diese Methode erfordert zum einen billiges Jungpflanzenmaterial, wie es teilweise schon angeboten wird, und zum anderen Spezialmaschinen für den Pflanzvorgang. Diese Anbaumethode führt insgesamt zu höheren Arbeitsbelastungen.

b. Deckungsbeiträge

Einen anderen Maßstab für die Vorzüglichkeit einer Kultur stellt der sogenannte Deckungsbeitrag dar, der den Anteil des Erlöses

Tabelle 3

Arbeitsbedarf gepflanzter Gemüsearten (Fläche 2 ha)

Blumenkohl	200 Akh/ha
Chinakohl	701 "
Knollensellerie	274 "
Kohlrabi	651 "
Kopfkohl	462 "
Kopfsalat	456 "
Lauch	840 "
Rosenkohl	435 "

Tabelle 4

Vergleich von Deckungsbeiträgen zwischen landwirtschaftlichen und gemüsebaulichen Kulturen

	Ø Erlös DM/ha	Ø Spezial- kosten DM/ha	Ø Deckungs- beitrag DM/ha
Wi.-Weizen	3570	1300	2270
Wi.-Gerste	3290	1100	2190
Zu.-Rüben	6100	1900	4200
Buschbohnen	5400	2200	3200
Einlegegurken	27900	25000	2900
Möhren	16100	13600	2500
Spinat	11180	9000	2180
Zwiebeln	24850	16400	8450
Blumenkohl	20200	14100	6100
Chinakohl	32000	19070	12930
Kopfkohl	16000	13500	2500
Kopfsalat	30000	20300	9700
Lauch	25200	18500	6700
Sellerie	25000	19800	5200

Ergänzung nach Wiese 1985 und Wagner 1983

angibt, der für die Bestreitung der Fixkosten zur Verfügung steht (Tab. 4). Landwirtschaftliche Kulturen und direkt gesäte Gemüsearten unterscheiden sich bis auf die Zwiebel nur unwesentlich voneinander. Bei Zwiebeln wird die Bundesrepublik mit 400 000 t aus dem Ausland beliefert, so daß ein zukünftiger Einstieg in den Markt nur über den Preis, d.h. mit einer Senkung des Deckungsbeitrages möglich ist.

Gepflanzte Gemüsearten können, bis auf Kopfkohl, Umsätze zwischen 20 000 und 30 000,- DM/ha erreichen. Nach Abzug der Spezialkosten verbleiben durchweg höhere Deckungsbeiträge als bei den eben behandelten Sägemüsearten. Die Frage ist, ob diese Beträge für die anfallenden Fixkosten ausreichen.

Vorab ist die Belastung zu kalkulieren, die durch die zwingend zu beschaffenden Spezialgeräte für die einzelnen Kulturen entstehen. H.BOSKAMP hat 1984 für einen Betrieb mit 5 ha Gemüse einige Beispiele berechnet, die aus der Tabelle 5 zu entnehmen sind. Rosenkohl benötigt die geringsten, Kopfkohl und Zwiebeln die höchsten Investitionen. 5 ha einer Gemüseart ist als eine bedeutende, nicht häufig anzutreffende Fläche anzusehen. Das heißt, daß die ha-Belastung durch geringere Ausnutzung der Spezialmaschinen steigt. Die Grundbelastung, d.h. die Fixkosten für einen gärtnerisch arbeitenden Gemüsebaubetrieb und einen landwirtschaftlichen Betrieb wurden in Tabelle 6 zusammengetragen. Die Fixkosten für die beiden Betriebe differieren erheblich. Die hohe Belastung des Gemüsebaubetriebes beruht einmal auf der Flächengröße und zum anderen liegt es an einer aufwendigen Ausstattung wie z.B. Gewächshäuser. Der Betrag von 1864,- DM/ha wird durch die in Tabelle 4 aufgeführten Sägemüse mit geringer Arbeitsbelastung gedeckt. Die notwendigen Investitionen aus der Tabelle 5, z.B. für Möhren oder Zwiebeln, sind auch noch bezahlbar, vor allem wenn die eine oder andere Maschine bereits im Betrieb vorhanden ist. Schwieriger wird die Angelegenheit bei Kopfkohl, wenn ein eigenes Lager gebaut werden muß, weil keine andere Möglichkeit vorhanden ist. Dann muß der höhere Preis im Frühjahr die zusätzliche Belastung durch einen höheren Deckungsbeitrag hereinbringen.

Die höheren Deckungsbeiträge der Pflanzgemüsearten werden natürlich für einen bäuerlichen Betrieb in der vorgestellten Größenordnung besonders reizvoll sein. Hier sind jedoch zwei sehr wichtige Faktoren zu beachten. Der erste Faktor ist der Erwerb des fachlichen Könnens. Wir haben Beispiele in der Pfalz, wie dies vonstatten geht. Die Ackerbaubetriebe, mit Folien im Frühkartoffelanbau vertraut, nahmen als erstes Möhren in ihr Anbauprogramm auf, bauten im 2. Schritt Kopfsalat, z.B. nach Wintergerste, um im 3. Schritt andere Arten wie Frühlkohl unter Folien, Kopfsalat etc. zu kultivieren. Dieser Vorgang lief über mehrere bis zu 10 Jahren. Die Betriebe haben gute Erfolge, u.a. weil Gemüse noch in einer sehr weiten Fruchtfolge steht und damit wenig unter bestimmten Krankheiten leidet. Die Betriebsleiter sind meist jung, risikofreudig und für Neuigkeiten wie BTX aufgeschlossen.

Der zweite, man möchte sagen wichtigste Faktor ist der Absatz. Jede Selbstvermarktung dürfte illusorisch sein. Der Absatz muß über den Handel laufen oder durch Verträge mit der Industrie abgesichert sein. Gebiete mit Absatzeinrichtungen wie Genossenschaften scheinen, wie wieder das Beispiel Pfalz lehrt, besser in den Markt zu kommen als genossenschaftsfreie Landstriche. Ob aber die deutschen Genossenschaften gegen die unvorstellbare Marktmacht der Niederländer ankommen, wird die Zeit zeigen. Unsere Nachbarn verkaufen nicht nur ihre eigenen Erzeugnisse, sondern verteilen auch israelische und spanische Ware, um ihre Handelsmacht fest in der Hand zu behalten. Diesen Organisationen, die bis zu einer Milliarde Gulden umsetzen und die damit zehnmal so groß sind wie die größte Versteigerung in der Bundesrepublik, stehen Einzelhandelsunternehmen gegenüber, die nur noch mit dem Telefon ordern und gleichfalls eine für Außenstehende unvorstellbare Marktmacht besitzen. In dieses Geflecht wollen neue Betriebe eindringen. Es ist deshalb nicht schwer vorauszusagen, daß die Gemüsepreise, so wie man es in diesem Jahr schon beim Industriegemüse sehen kann, stagnieren oder sinken werden.

Tabelle 5 Notwendige Investitionen bei 5 ha Feldgemüse

	Art der Investitionen	Gesamt- kosten/DM	Belastung pro ha
Kopfkohl	Kühlhaus, Palettenkisten Tieflader, Gabelstapler	200 000	4 680,-
Rosenkohl	Pflückmaschine, Sortierer, Abpackautomat	25 000	500,-
Möhren	Feldhäcksler, Vollernter, Wasch- u. Sortieranlage, Abpackautomat	65 000	1 300,-
Sellerie	Kühlhaus, Palettenkisten Feldhäcksler, Roder, Gabelstapler	65 000	1 460,-
Zwiebeln	Lager, Großkisten, Gabel- stapler, Roder, Putz- und Sortiermaschine, Abpack- automat	228 000	4 910,-

Nach Boskamp

Tabelle 6

Durchschnittliche Fixkosten eines gärtnerischen Gemüsebaubetriebes
und eines landwirtschaftlichen Getreide-Hackfruchtbetriebes

	Betriebsgr. 5,5 ha		Betriebsgr. 25,6 ha	
	DM/Betr.	DM/ha	DM/Betr.	DM/ha
Unterhaltung und Abschreibung von Gebäuden	11799	2133	7424	290
Unterhaltung und Abschreibung Maschinen, Geräte, Fuhrpark	24561	4441	16588	648
Versicherung, Steuern, Abgaben	6742	1219	2995	117
Werbung, Strom, Treibstoffe, Pacht etc.	21190	3832	10778	421
Dispositiver Lohnansatz des Betriebsleiters (30 %)	9930	1796	9930	388
Summe der Fixkosten	74222	13421	47715	1864

Aus diesem Geschehen ergeben sich Konsequenzen, wie sie in der nachstehenden Abbildung beispielhaft skizziert sind. Der Einstieg landwirtschaftlicher Betriebe in den Gemüsebau führt zu einer Angebotsausweitung und damit zu einem Preisrückgang. Das kann zu einer Abnahme der Importe führen mit einer sofortigen Rückkoppelung zum Preis. Erfolglose Landwirte werden wieder aussteigen. Gemüsebaubetriebe, die in der Bundesrepublik zu hunderten in einer Größe zwischen 2 - 5 ha liegen, werden gleichfalls unter Druck geraten. Einige werden aufgeben, andere versuchen ihren Anbau zu intensivieren. In den letzten Jahren sind viele dieser Gärtnereien in die Anzucht von Kräutern oder von Beet- und Balkonpflanzen eingestiegen. Die Kultur von Stiefmütterchen läuft mit entsprechenden Maschinen morgenweise in Gemüsebaubetrieben. Auch hier sind die Preise zurückgegangen, so daß z.B. Friedhofsbetriebe diesen Produktionszweig aufgegeben haben und sich letztlich nur noch im Dienstleistungsreich betätigen.

Zusammenfassung

Die Probleme der Landwirtschaft durch den Anbau von Gemüse auch nur näherungsweise zu lösen, ist illusorisch. Dennoch werden eine Reihe von Betrieben den Anbau von Gemüse aufnehmen. Da es in der Versorgung der Bundesrepublik keine Lücken gibt, ist ein Einstieg in den Markt nur über einen Verdrängungswettbewerb möglich. Dieser Wettbewerb wird zunächst auf dem Sektor Industriegemüse stattfinden und sich erst später auf dem anspruchsvolleren Frischmarkt fortsetzen. Gemüsebaubetriebe mit kleineren Flächen werden entweder weichen oder intensivieren müssen, wenn sie den nötigen Umsatz von 120 000,- DM/Betrieb sichern wollen. Geht dieser Weg über den Anbau von Zierpflanzen, wird auch dort eine Wirkung zu spüren sein.

Literatur

- Wiese, G., 1985, Die Kosten drücken. GEMÜSE, 21., 266-269
- Spier, P., 1981, Gemüsebau im landwirtschaftlichen Betrieb. GEMÜSE, 17., 317-380
- Wagern, H., 1983, Feldgemüsebau im Landwirtschaftsbetrieb. GEMÜSE, 19., 379-380
- Boskamp, H., 1984, Betriebstypische Produktion von Gemüse. GEMÜSE, 20., 190-195
- N.N., 1985, Datensammlung Feldgemüsebau, KTBL Schriftenvertrieb, Münster-Hiltrup

Integrierte biologische und kulturtechnische Strategien
in der Obstproduktion
H. Jacob *

Ziel der integrierten Obstproduktion sind nicht Höchsterträge, sondern langfristig ausgeglichene Ernten mit guter innerer und äußerer Fruchtqualität sowie bei Lagerobst hoher Lagerstabilität. Durch bestmögliche Ausnutzung der vorhandenen natürlichen Gegebenheiten wie Klima, Boden, Obstart, Sorte, Unterlage, Verwendungszweck der Früchte und den spezifischen Sorteneigenschaften, natürlichen Abwehrmechanismen und anbautechnischen Maßnahmen soll die Verwendung von Agrarchemikalien und Hilfsstoffen vermindert werden, die Boden- und Pflanzengesundheit der Obst-Dauer-Kulturen langfristig erhalten und die Umwelt weniger belastet werden.

Dem Konsumenten letztlich soll ein gesundes, rückstandsfreies Produkt angeboten und dem Produzenten ein angemessenes Arbeitseinkommen gewährleistet werden.

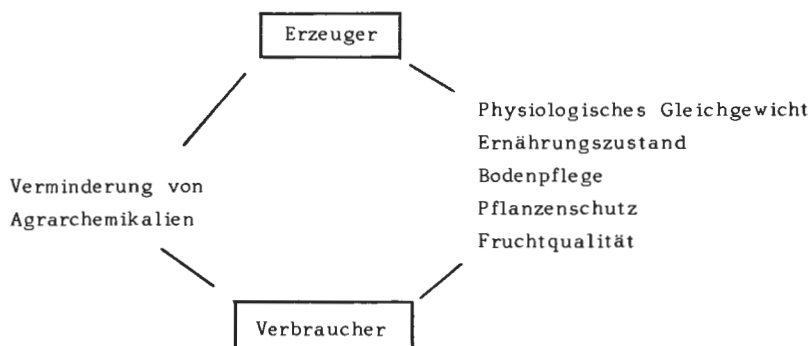


Abb.1: Prinzip der integrierten Obstproduktion

* Institut für Obstbau der Forschungsanstalt Geisenheim,
Von-Lade-Str. 1, D-6222 Geisenheim

Referat gehalten anlässlich der Vortragsstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., März 1986 in Geisenheim.

1. Physiologisches Gleichgewicht

Die Produktion von Qualitätsfrüchten ist nur möglich, wenn zwischen dem Triebwachstum und der Fruchtbildung ein Gleichgewicht, auch als "physiologisches Gleichgewicht" bezeichnet, besteht. Zur Erhaltung eines solchen Baumzustandes sind Regulierungen des Fruchtansatzes, in der Regel Fruchtzahlbegrenzungen durch Ausdünnungsmaßnahmen, jährlich erforderlich. Der moderne Plantagen-Apfelbaum auf schwachwachsender Unterlage mit einer maximalen Höhe von drei Metern, einem Standraum von etwa sechs Quadratmetern und rotierender Fruchtholz-erneuerung im dreijährigen Rhythmus produziert im Durchschnitt der Jahre etwa 25 kg Früchte. Orientierungshilfe für den anzustrebenden Gleichgewichtszustand gibt das Blatt- : Fruchtverhältnis, wobei je nach klimatischen Verhältnissen 15 - 25 Blätter zur Ernährung einer qualitativ guten Frucht notwendig sind. Die für die Entwicklung der Früchte notwendigen pflanzlichen Hormone werden in den Samenanlagen gebildet. Die gleichen Stoffe wirken hemmend auf die Blütenknospenbildung. Bei zu großem Fruchtansatz werden deshalb zu wenig oder keine Blütenanlagen für das folgende Jahr entwickelt. Die Bäume befinden sich somit im Zustand der Alternanz. Soll ein Baum ausgeglichene Erträge bringen, ist eine Fruchtausdünnung erforderlich. Diese Maßnahme beeinflusst aber die Blütenknospenbildung nur dann, wenn sie beim Abblühen oder kurz danach ausgeführt wird. 60 % aller deutschen Obstbaubetriebe verwenden beim Apfel das Ausdünnungspräparat Amidthin (Alpha-Naphthyllessigsäureamid) als einzigem zugelassenem und für den Konsumenten unbedenklichem Hormonpräparat. Begleitet werden diese Fruchtregulierungen durch Handausdünnung nach dem Junifruchtfall und Sommerschnittmaßnahmen. Die chemische Fruchtausdünnung bleibt für die Zukunft gerade bei den Betrieben, die nach den Grundsätzen der integrierten Produktion Früchte erzeugen, eine der wichtigsten Kulturmaßnahmen, zumal nachweislich Fruchtqualität und Lagerstabilität verbessert werden (Schumacher und Frankhauser, (1985).

2. Ernährungszustand

Die kontinuierliche Nährstoffversorgung ist für die Produktivität der Bäume und die Qualität des Erntegutes ein wesentliches Kriterium. Dem Nachlieferungsvermögen des Bodens ist hierbei der Nährstoffentzug durch die Pflanze, durch das Ernteprodukt und der Verlust durch

Auswaschung oder Festlegung im Boden entgegenzusetzen. Wichtig ist nicht nur die Menge, sondern auch das ausgewogene Verhältnis der Nährstoffe zueinander. Boden-, Blatt- und Fruchtanalysen ergänzen den visuellen Gesamteindruck für eine optimale Baum-Frucht-Ernährung.

Dauerbegrünte Obstanlagen mit intensiver Mulchwirtschaft weisen neben hoher biologischer Aktivität des Bodens hohe Anteile an organischer Substanz auf. Die Humusgehalte liegen je nach klimatischer Gegebenheit und Bodenpflegesystem zwischen 3 und 8 Prozent. Hohe Remineralisierungsraten bei beginnender Bodenerwärmung im Frühjahr und Frühsommer sind daher charakteristisch für Obststandorte. Nach unseren Erfahrungen sind Nitratstickstoffgehalte des Bodens im Bereich 50 - 70 kg/ha bei Vegetationsbeginn ausreichend für eine optimale Baum- und Fruchternährung, wenn die Humusgehalte des Oberbodens im Bereich von 3 - 4 % liegen. Bei mittlerer Grundversorgung der Böden erfolgt die Feinregulierung sehr häufig über das Blatt. In Abb. 2 werden anzustrebende Optimalwerte und aktuelle Meßergebnisse blattanalytischer Untersuchungen bei verschiedenen Apfelsorten gezeigt (Lang, 1985).

Gerade in der Düngungsbemessung hat sich in den deutschen Obstbaubetrieben in den vergangenen zehn Jahren eine sehr realistische und vernünftige Grundhaltung gebildet. Stickstoffbemessungen beim Apfel über 100 kg/ha/Jahr gehören heute zur Ausnahme, mittlere Bodenapplikationen im Bereich 50 - 80 kg/ha sind die Regel. Da 85 % aller modernen Obstanlagen dauerbegrünt sind, können Auswaschungsverluste und Nitrataustrag fast vernachlässigt werden und liegen weit unter den natürlichen Stickstoffzufuhren aus der Atmosphäre (25 - 45 kg/ha/Jahr).

3. Bodenpflege

Der ökonomische Zwang zu kleinen Baumformen bei hoher Bepflanzungsdichte und ausgeglichenen jährlichen Erträgen erfordert ein Ausschalten von pflanzlichen Konkurrenten unter den Bäumen. Standard der Bodenpflege im Obstbau ist schon seit Jahren eine Begrünung der Fahrgassen mit häufigeren Mulchschnitten und ein mit Herbiziden pflanzenfrei gehaltener Streifen längs der Baumreihen. Vorteile ergaben sich im problemlosen Mulchen, besserem Wachstum der Bäume besonders in der Jugendphase, Schutz vor Mäusefraß, keine Beschädigung der Baumstämme.

Im Sinne einer integrierten Produktion werden in letzter Zeit Bedenken gegen den Einsatz chemischer Unkrautbekämpfungsmittel geäußert. Es wird befürchtet, daß nach langjährigem Einsatz solcher Produkte eine Zerstörung der Bodenstruktur und eine Verminderung der biologischen Bodenaktivität eintreten könne. Allerdings fehlen für solche Behauptungen noch exakte Versuchsergebnisse. Andererseits gibt es aber Hinweise dafür, daß in Anlagen, wo Gras und Kräuter auch im Bereich der unmittelbaren Baumstämme wachsen, weniger ernährungsbedingte Störungen auftreten (Stippe, Kernhausglasigkeit) als wenn Gras und Kräuter um die Bäume vernichtet werden (Mantinger und Gasser, 1986).

Ein weiteres Argument, das Alternativen zum Herbizideinsatz dringend notwendig macht, ist die flächenhafte Ausweitung von Wasserschutzzonen in der Bundesrepublik Deutschland. Gerade in den traditionellen Obstbauregionen werden ständig Anlagen von diesen Schutzvorschriften erfaßt.

Aus vielfältigen Versuchen lassen sich folgende Alternativen ableiten: Eine Verminderung des Herbizidaufwandes durch schmalere Baumstreifen ist grundsätzlich möglich, hängt aber wesentlich von der Verunkrautung des seitlichen Grasstreifens ab. Ein schmalere unkrautfreier Streifen bedeutet für den Jungbaum eine stärkere Konkurrenz. Zusätzliche Wassergaben und Blattdüngung werden notwendig.

Die mechanische Streifenbehandlung mit dem Rotorkrümler bietet noch keine schlagkräftige Alternative und Lösung: erstens sind die Geräte technisch noch nicht ausgereift, da sie die Unkräuter im unmittelbaren Umkreis der Baumstämme nur schlecht erfassen, in den Baumzwischenräumen einen ständigen Erdabtrag bis zum Freilegen der Wurzeln bewirken und am Baum einen Erdwall hinterlassen, der zum Überdecken der Veredlungsstelle führt und zum "Freimachen" der Sorte führt, wodurch der positive Unterlageneinfluß aufgehoben wird. Andererseits arbeiten die bisherigen Geräte zu langsam, auf unkrautwüchsigem Boden muß alle 14 Tage nachgearbeitet werden. Bei 8 bis 10maligem Befahren während der Saison ist die Bodenbelastung sehr hoch und die Struktur des bearbeiteten Bodens wird sehr negativ beeinflußt.

Das Abdecken des Bodens mit frischer Rinde (Fichte, Eiche), Rindenkompost oder Rapsstroh, Auflagehöhe mindestens 10 cm, ist noch am ehesten dort geeignet, wo diese Mulchmaterialien preiswert zur Verfügung stehen. Samenunkräuter werden etwa zwei Jahre gut zurückgehalten, Wurzelkräuter müssen vor der Auflage vollständig entfernt sein. Die zeitliche "Stickstoffsperre" bei der Verrottung des Materials ist

durch eine erhöhte N-Düngung über Boden und Blatt auszugleichen. Deckeinsaaten mit Kapuzinerkresse (*Tropaeolum* sp.), Gemeiner Rispe (*Poa trivialis*), Weißklee (*Trifolium repens*), Bodenbürtigem Klee (*Trifolium subterraneum*), Kriechendem Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) und Gänsefingerkraut (*Potentilla anserina*) haben bisher nicht die gewünschten Erfolge gezeigt. Jede verwendete Pflanze zeigte spezifische Probleme wie: zu große Konkurrenzverträglichkeit, jährliche Neueinsaat erforderlich usw. Das Problem "Feld- und Wühlmäuse" wird im bewachsenen Streifen bedeutend stärker; ständige Befallskontrollen und Bekämpfungsmaßnahmen werden notwendig.

Das Abflammen wird von den ökologischen Vertretern als umweltfreundliche Alternative zur chemischen Unkrautbekämpfung häufig genannt. Das Verfahren ist energieaufwendig und damit teuer, technisch noch nicht ausgereift; Behandlungen alle 10 bis 14 Tage werden notwendig. Besonders nachteilig ist, daß angesengtes älteres Gras nicht schnell genug verrottet, abtrocknet und beim nächsten Arbeitsgang brennt, wodurch schwere Stammschäden auftreten.

4. Pflanzenschutz

Der "integrierte Pflanzenschutz" (IP) hat sich zum Ziel gesetzt, alle Methoden, die wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbar sind, anzuwenden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten.

Die Anwendung des Prinzips der wirtschaftlichen Schadensschwelle erlaubt Verzicht auf unnötige chemische Behandlungsmaßnahmen, weil subökonomische Schädlings- und Krankheitsdichten toleriert werden können. Der IP trägt daher nicht nur wirtschaftlichen, sondern vor allem auch biologischen und umwelttoxikologischen Forderungen Rechnung. Die Strategie des IP fußt überwiegend auf der praktischen Anwendung dieses Prinzips.

Ständige Überwachung, Prognose und Diagnose der Obstanlagen durch den Praktiker sind notwendig und erfordern einen hohen Bildungs- und Schulungsstand. Etwa 25 % aller Intensivobstanlagen der Bundesrepublik dürften z.Zt. nach dem IP bewirtschaftet werden. Der Vergleich konventionell und integriert behandelter Anlagen im Obstbau (Apfel) zeigt, daß Einsparungen an Mitteln bis zu 40 % erzielt werden können (Steiner, 1976).

Neben den pflanzenschutztechnischen und chemischen Aspekten, die wegen ihres Umfanges und ihrer Komplexität in diesem Vortrag nicht

vertieft werden sollen, kommt besonders der Krankheitsdisposition von Unterlagen-Sorten-Kombinationen eine besondere Bedeutung zu. Äußere und innere Qualitätsfaktoren entscheiden über die Marktgängigkeit einer Obstsorte. Die Ausnutzung genetischer Toleranzen und Resistenzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen bei Markt- und Individualsorten muß begleitendes Ziel zum IP sein.

Im praktischen Betrieb lassen sich die meisten tierischen Schädlinge zuverlässig überwachen. Diese Überwachung ist nicht gratis. Pheromon-, Gelb- und Lichtfallen, Klopfrichter und andere prognostische Hilfsmittel gehören heute zum festen Bestandteil moderner Obstanlagen.

In Zukunft wird man versuchen, die Tätigkeit der natürlichen Feinde der Schädlinge vermehrt auszunützen. Nützlingschonende Pflanzenschutzmittel, in allen Fällen noch nicht ausreichend vorhanden, sind verstärkt zu wählen. Raubmilben, Kugelkäfer u.a. Räuber gegen Spinnmilben, dem bevorzugten Schädling "gepflegter Obstanlagen", müssen neu angesiedelt werden. Kurzfristig wird man damit u.U. eine Zunahme von Insektizidspritzungen in Kauf nehmen müssen, denn das Wirkungsspektrum selektiver Mittel ist naturgemäß schmal. Langfristig sind aber bessere Gleichgewichte und weniger Probleme mit Spinnmilben Wicklern und Blattläusen zu erwarten.

Schwachpunkt des IP ist nach wie vor die pilzliche Krankheitskomponente. Schorf, Mehltau, Fruchtfäulen und holzparasitierende Krankheiten verursachen bisher die größten gezielten Aufwendungen. Sortenresistenzen beschränken sich z.Zt. meist nur gegen Schorf oder Mehltau, die gleichen Sorten weisen sehr häufig gegen die übrigen Krankheiten große Anfälligkeiten auf.

Obwohl die Grundlage der gezielten Schorfbekämpfung schon vor mehr als 30 Jahren erarbeitet wurde (Mills-Tabelle mit den Parametern Blattbenetzung und Temperatur auf Keimbereitschaft und -geschwindigkeit der Schorfsporen), konnte sich dieses Verfahren erst in den letzten Jahren in der Praxis durchsetzen. Elektronische Schorfwarngeräte (Blattschreiber mit Temperaturregistrierung) werden nur in geschlossenen Obstbauregionen verstärkten Eingang finden. Für den Einzelbetrieb sind Geräteinvestitionen und laufende Kontrollen zu aufwendig.

5. Fruchtqualität

Der ideale Apfel ist saftig, knackig und voll im Geschmack. Der Konsument mißt der inneren Qualität eine große Bedeutung zu. Dies gilt vor allem für die Langzeitlagerung von Äpfeln, da auch bei sehr

Anzustrebende Optimalwerte

N = 2,2-2,6 %
 P = 0,13-0,2 %
 K = 1,4 -1,8 %
 Mg = 0,25-0,35 %
 Ca = 1,3 -1,7 %
 Fe = 40 ppm
 Zu = 9-10 ppm
 Cu = 3-12 ppm
 Mn = 40-60 ppm

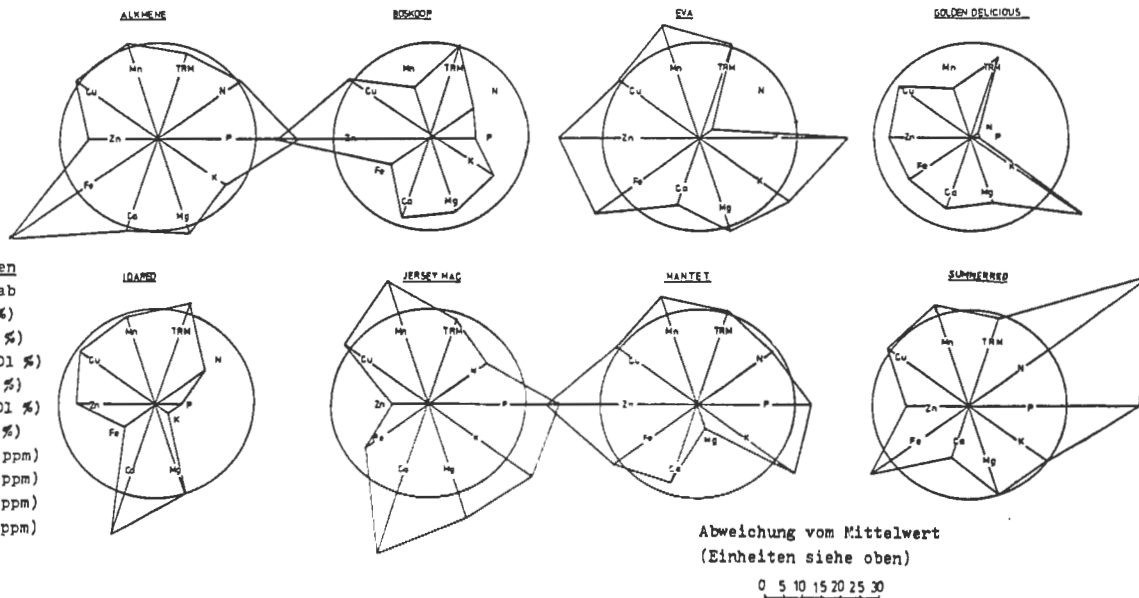


Abb. 2: Abweichung der Blattnährstoffgehalte verschiedener Apfelsorten vom Gesamtdurchschnitt (Probeentnahme am 18.6.1985)

guter Einlagerungsqualität während der Lagerungsperiode Substanzverluste in der Frucht auftreten. Eine ausreichende Kalziumausstattung der Frucht erhöht die Lagerstabilität ($> 6\text{mg}/100\text{g FS}$). Messungen des Zucker- und Säuregehaltes sowie der Fruchtfleischfestigkeit sind unter praktischen Bedingungen ausreichend für die Beurteilung der inneren Qualität.

Es ist bekannt, daß ein Mindestgehalt an Zucker eine Voraussetzung für eine gute Geschmacksqualität ist. Diese Werte sind sortenabhängig und sollten beispielsweise für 'Golden Delicious' und 'Gloster' mindestens 13 % betragen, für 'Boskoop' und 'Jonathan' 12 %. Ein sortentypisch hoher Säuregehalt sowie ausreichend hohe Fruchtfleischfestigkeit sind im Hinblick auf die Lagersicherheit der Früchte gleichfalls erforderlich.

Die vermehrte Messung der inneren Qualitätsfaktoren ist eine mögliche Maßnahme, dem Konsumenten ein qualitativ hochwertiges Produkt anzubieten. Handelsklassenregelungen, die im wesentlichen die äußere Qualität beurteilen (Größe, Färbung, Schalenfehler) ergänzen die inneren Qualitätsstandards.

Zusammenfassung

Ziel der integrierten Obstproduktion sind nicht Höchstserträge, sondern langfristig ausgeglichene Ernten mit guter innerer und äußerer Fruchtqualität. Durch optimale Ausnützung natürlicher Gegebenheiten, spezifischer Sorteneigenschaften und anbautechnischer Maßnahmen soll die Verwendung von Agrarchemikalien vermindert werden, die Boden- und Pflanzengesundheit langfristig erhalten und die Umwelt weniger belastet werden. Dem Produzenten muß ein angemessenes Arbeitseinkommen gewährleistet und dem Konsumenten letztlich ein gesundes und kostengünstiges Produkt angeboten werden.

Literatur

- Lang, B.: Blattanalytische Untersuchungen zur Nährstoffversorgung verschiedener Apfelsorten bei unterschiedlicher Behangdichte.
Diplomarbeit Fachhochschule Wiesbaden-Geisenheim,
Institut für Obstbau, 1985
- Mantinger, H. und H. Gasser: Einfluß von Alternativmethoden zur chemischen Streifenbehandlung in Obst-Junganlagen.

Erwerbsobstbau 28; 34-38, 1986

Schumacher, R.; Frankhauser, F. und T. Meli: Integrierte Obstproduktion in der Praxis.

Schw. Z. Obst- und Weinbau 121; 673-687, 1985

Steiner, H.: Weitere Senkung der Produktionskosten durch den integrierten Pflanzenschutz in Apfelanlagen Baden-Württembergs.

Gesunde Pflanze 1976: 177-178

Auswirkungen unterschiedlich intensiven Einsatzes von
Agrochemikalien auf Qualitätsmerkmale bei Getreide

Anwendung der NIR-Analytik

F.A.SCHULZ¹

Die Qualität eines pflanzlichen Ernteprodukts bzw. Lebensmittels ist eine komplexe und immer noch schwer zu definierende Eigenschaft. Es ist vielfach nicht mehr ausreichend, nur nach äußeren Kriterien wie Ausfärbung oder Oberflächenbeschaffenheit einer Partie zu urteilen oder beim Getreide beispielsweise die Qualität u.a. nach der Größe des Tausend-Korn- bzw. des Hekto-Liter-Gewichts zu bestimmen. Vielmehr beinhaltet die Qualität neben der mikrobiologisch-hygienischen Gesamtsituation vor allem auch Angaben über Menge, Zusammensetzung sowie Kondition der wertgebenden Inhaltsstoffe. Somit werden Erzeuger, Verarbeiter und Verbraucher meist voneinander abweichende Kriterien für die Qualitätsbeurteilung in den Vordergrund stellen.

Diese innere Qualität eines Ernteprodukts ist keine feststehende Größe; sie ist vielmehr in bestimmten, genetisch vorgegebenen Grenzen variabel. Verschiedene exogene Einflußgrößen können auf die stoffliche Zusammensetzung prägend wirken. Dazu zählen Angriffe von Krankheitserregern und Schädlingen, aber auch der Einsatz von Agrochemikalien. Von den letzteren spielen die in den Stoffwechsel eingreifenden, gezielt eingesetzten Wirkstoffe (mineralische Düngemittel, Wachstumsregulatoren, Herbizide, systemische Pflanzenschutzmittel) eine besondere Rolle. Protektiv wirksame Fungizide und Insektizide dürften demgegenüber nur indirekt über die Eliminierung von Schadorganismen Einfluß nehmen können. Die Zahl der wissenschaftlichen Untersuchungen, die die über den Ertrag hinausgehende Beeinflussbarkeit der Qualität der Ernte zum Ziel hat, ist recht begrenzt.

¹ Institut für Phytopathologie, Arbeitsgruppe Vorrat, Universität, Olshausenstr. 40, D-23 Kiel 1

Die NIR-Analytik

Ausschlaggebend für die quantitative Bestimmung wertgebender Inhaltsstoffe von Getreide ist die Verfügbarkeit geeigneter Methoden. Nach den verschiedenen ICC-Standards liegen diese in hinreichend erprobter Form vor. Nachteilig wirkt sich in Einzelfällen jedoch immer noch aus, daß die Methoden zeitaufwendig und kostenintensiv in der Anwendung sind; dadurch ist häufig ein großer Probenanfall, wie etwa z.Z. der Einlagerung, nur schwer zu bewältigen.

Es kann daher als sehr hilfreich angesehen werden, daß mit der Spektralanalyse im Nahen Infrarotbereich (NIR) (750 - 2500 nm) heute eine physikalische Methode verfügbar ist, die jetzt bereits einzelnen Ansprüchen gerecht wird, allerdings auch noch einer weiteren Bearbeitung bedarf. Eine Verbesserung kann bezüglich Probenumfang und -aufarbeitung in der NIT-Technik (Transmission statt Reflexion) gesehen werden (Glattes et al. 1983).

Ausgehend von den grundlegenden spektroskopischen Arbeiten von Colblentz zu Anfang dieses Jahrhunderts hat die Arbeitsgruppe um K.H. Norris in den USA entscheidenden Einfluß auf den Einsatz elektro-optischer Verfahren zur Qualitätsanalyse von Nahrungsmitteln ausgeübt und sie besonders durch den Verbund mit computergesteuerten Korrelationstechniken attraktiv gemacht (Butler 1983). Inzwischen ist außer für Getreide eine Vielzahl von Einsatzgebieten der Inhaltsstoffbestimmung von Lebens-, Genuß- und Futtermitteln beschrieben und kann u.a. in Prozeßkontrolle oder Züchtung Anwendung finden (vgl. Black et al. 1985; Bolling und Zwingelberg 1984; Ikegaya et al. 1985; Iwamoto et al. 1984; Marten et al. 1984; Williams et al. 1985). Zunehmend zeichnet sich auch ab, daß eng mit einzelnen Inhaltsstoffen korrelierte, abgeleitete Eigenschaften ebenfalls erfaßt werden können wie u.a. Kornhärte (Zwingelberg 1983), Verdaulichkeit (Allison 1983), Reife (Czabaffy 1984).

Das Prinzip der Methode geht aus der Strahlengangführung des Lichtes in Abb.1 hervor. Das durch die Verwendung von Filtern bestimmter Wellenlänge ausgefilterte Licht wird über einen Spiegel auf die gemahlene Produktprobe geleitet. Das von dort diffus reflektierte Licht wird von NIR-strahlenempfindliche Detektorsystemen innerhalb der Goldkugel aufgenommen. Die Auswertung der gemessenen Impulse erfolgt über ein spezielles Rechnerprogramm. Für die Untersuchungen stand ein 19 Filter Technicon InfraAlyzer 400 R

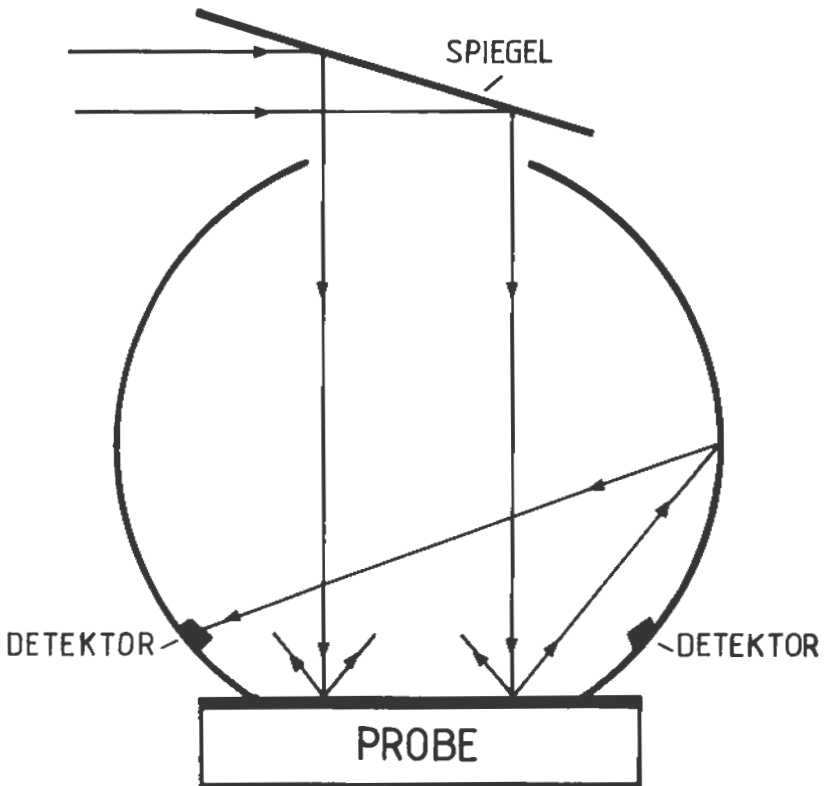


Abbildung 1: Verlauf des gefilterten Lichtstrahls bei der Messung

mit angeschlossenem Hewlett-Packard HP 85 Rechner zur Verfügung. In Abb.2 sind Beispiele für NIR-Spektren von Getreideinhaltsstoffen dargestellt.

Entscheidend für die spätere Exaktheit der quantitativen Schätzbestimmungen einzelner Stoffe, Stoffgruppen oder Eigenschaften ist die Präzision der Kalibrierung des Analysesystems. Diese beruht auf den Daten der Standardanalyse einer hinreichend großen Anzahl artgleicher Proben unterschiedlicher Herkunft (Jahr, Standort etc.) für den betreffenden Inhaltsstoff. Die Routinebestimmungen wurden durchgeführt für Protein nach Kjeldahl, für Stärke und Rohfett nach ICC-Methoden.

Inhaltsstoff-Untersuchungen

Die ertrags- und qualitätssteigernde Wirkung einer N-Düngung ist hinreichend belegt. Nur verschwindend wenig Angaben liegen dagegen bezüglich des Einflusses von Wachstumsreglern und Pflanzenschutzmitteln auf mögliche Veränderungen der Inhaltsstoffzusammensetzung bei Getreide vor. So zeigt sich nach Angaben von Zwatz und Walzl (1974), daß systemische Fungizide auf unterschiedlicher Wirkstoffbasis zur Mehltau- und Septoria-Bekämpfung tendenziell oder gesichert höhere Feuchtkleberwerte erbrachten. Barnett und Luke (1976) weisen aber auch nach, daß sich bei Fungizidkombinationen die einzelnen Komponenten trotz Bekämpfungserfolg offensichtlich gegenseitig beeinflussen und keinen qualitätsverbessernden Effekt auslösen. Die verfügbaren Ergebnisse zur Wirkung von Insektiziden auf Gehalt und Verhalten der Korninhaltsstoffe lassen keine Abhängigkeiten erkennen.

Mit Hilfe der beschriebenen NIR-Technik wurde 1985 erstmals an einem größeren Getreidekontingent aus verschiedenen Anbauversuchen in Schleswig-Holstein die Einflüsse auf einzelne Qualitätskomponenten untersucht. Damit wurde das Analyseverfahren erstmals in der Phytopathologie eingesetzt. Aus dem in Tab.1 dargestellten Ergebnis eines Kleinparzellenversuchs auf sandigem Lehm ist ersichtlich, daß durch steigende N-Gaben unabhängig von der sonstigen Anbauintensität ein Anstieg des Proteingehaltes im Korn zu

Das für die Untersuchungen eingesetzte Gerät wurde dankenswerterweise von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, bereitgestellt.

Ein besonderer Dank gilt meiner Assistentin, Frau A.Klinke, für die präzisen Kalibrierungsarbeiten.

Tabelle 1: Einfluß unterschiedlich intensiver mineralischer Düngung und Pflanzenschutzmittel-Behandlung auf den Gehalt von Korninhaltsstoffen von Winterweizen

N kg/ha	CCC	F	I	Protein %	Stärke %	Rohfett %
150	-	-	-	12.25	72.59	1.97
200	-	-	-	13.06	71.39	1.73
250	-	-	-	13.24	71.33	1.82
150	+	+	+	11.08	73.91	2.00
200	+	+	+	11.89	72.78	2.02
250	+	+	+	12.52	72.70	1.79

Kleinparzellen-Versuch auf sandigem Lehm; Sorte Kanzler; Ernte 1985

F: Fungizid-Programm(Calixin, Cercobin; Corbel, Ortho-Difolatan)

I: Insektizid-Programm (Pirimor)

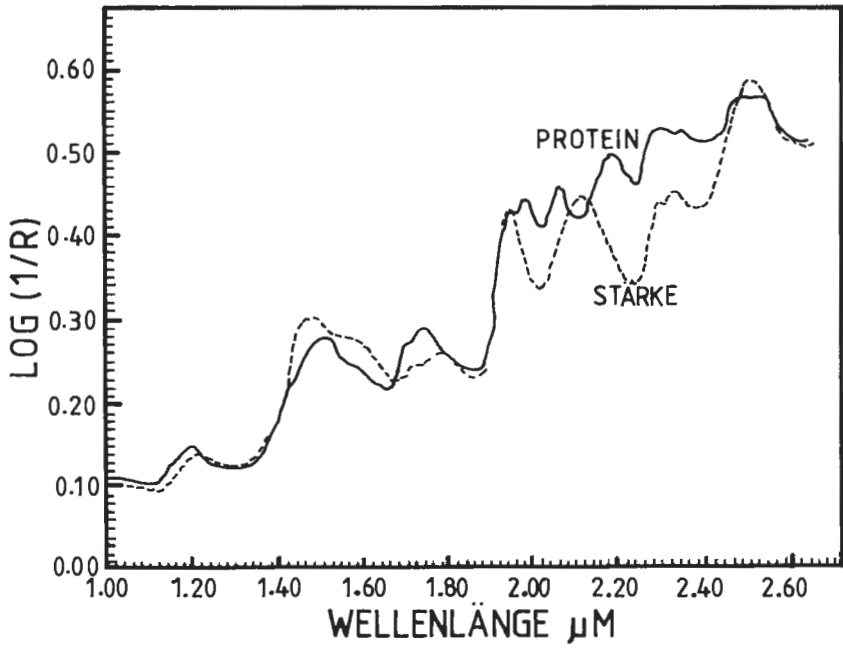


Abbildung 2: Spektren von Protein und Stärke aus Weizen im Nahen Infrarotbereich

erzielen ist. Demgegenüber nimmt der Stärkegehalt mit steigender N-Düngung bei sonst gleichbleibenden Bedingungen leicht ab. Der Rohfettgehalt läßt keine derart eindeutigen Beziehungen erkennen. Die zusätzliche Behandlung der wachsenden Weizenpflanze mit einem Wachstumsregulator, einer Blatt- sowie Ähren-Fungizidbehandlung und einer einmaligen Insektizidapplikation führt in den jeweiligen Düngungsstufen zu reduzierten Gesamt-Proteingehalten, während für Stärke umgekehrt eine leichte Zunahme festgestellt werden kann.

Die in Tab.2 zusammengestellten Resultate zeigen, daß der Einfluß von Bodenart, Standort und Behandlungsintensität auf den Protein- und Stärkegehalt unterschiedlich ausfällt. Während auf 3 Standorten durch die Intensitätssteigerung auch eine Zunahme des Proteingehaltes meßbar wird, nimmt auf dem Elbmarsch-Standort der Proteingehalt um nahezu 10 % ab und der Stärkegehalt steigt umgekehrt um etwa 5 %. Ähnlich uneinheitlich Reaktionsmuster sind für die Standort auf sandigem Lehm feststellbar.

Aus den dargelegten Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß die Auswirkungen der verschiedenen ertragssichernden und -steigernden Produktionsfaktoren bei der zukünftig zu erwartenden stärkeren qualitätsorientierten Beurteilung von Getreide für jeden Standort unmittelbarer ins Bewußtsein gerückt werden müssen. Dies betrifft nicht nur den Proteingehalt im Hinblick auf die Backeigenschaften sondern auch den Stärkegehalt unter Berücksichtigung des Getreide als nachwachsender Rohstoff. Allerdings dürfen die Qualitätskriterien nicht losgelöst von der Ertragssituation gesehen werden (Schulz und Al-Najjar 1986). Die Methode ist für die quantitativ analytischen Fragestellungen einsetzbar.

Tabelle 2: Einfluß von Bodenart, Standort und Behandlungsintensität auf den Gehalt an Korninhaltsstoffen von Winterweizen

Bodenart	Standort	N kg/ha	F	Protein %	Stärke %	Rohfett %
Schluffiger Lehm	Westküste	16o	-	11.62	71.67	1.19
		24o	+	12.89	7o.73	0.85
	Elbmarsch	16o	-	14.43	7o.14	1.55
		24o	+	13.3o	73.61	2.23
Sandiger Lehm	Ostholstein	16o	-	12.o8	73.63	1.84
		24o	+	13.38	71.82	2.19
	Niedere Geest	16o	-	13.13	7o.39	1.67
		24o	+	13.46	71.22	2.29

Kleinparzellenversuche; Sorte Kanzler; Ernte 1985

F: Fungizid-Programm

Literatur

- Allison, M.J.: A rapid screening method for determining the digestibility of kale using near infrared reflectance. *J.Sci.Food Agric.*34, 175-180, 1983.
- Barnett, R.R. and Luke, H.H.: The effects of fungicides on disease development, seed contamination and grain yield of wheat. *Pl.Dis.Rep.*60, 117-119, 1976.
- Black, L.T.; Eldridge, A.C.; Hockridge, M.E. and Kwolek, W.F.: Determination of texturized soybean flour in ground beef by near infrared reflectance spectroscopy. *J.Agric.Food Chem.*33, 823-826, 1985.
- Bolling, H. und Zwingelberg, H.: Kontinuierliche Erfassung von Mehlinhaltsstoffen durch NIR. *Getreide, Mehl, Brot* 38, 3-5, 1984.
- Butler, L.A.: The history and background of NIR. *Cer.Food World* 28, 238-240, 1983.
- Czabaffy, A.: Attempts to elaborate a non-destructive optical method for measuring cherry-ripeness. *Acta Aliment.*13, 83-95, 1984.
- Glattes, H.; Schöggel, G. und Haschke, H.: NIT (near-infrared transmission), Grundlagen und erste praktische Erfahrungen bei der Getreideuntersuchung. *Getreide, Mehl, Brot* 39, 99-102, 1985.
- ICC-Standards: Standard-Methoden der Int.Gesellschaft für Getreidechemie (ICC). *Verl.Moritz Schäfer, Detmold* (ohne Jahr).
- Ikegaya, K.; Hino, A.; Uozumi, J.; Takayanagi, H.; Anan, T. and Iwamoto, M.: Near infrared spectrophotometric analysis of total nitrogen content in green tea. *Nippon Shoku.Kogyo Gakk.*32, 553-559, 1985 (jap.).
- Iwamoto, M.; Cho, R.K.; Uozumi, J. and Iino, K.: Near infrared reflectance spectrum of red pepper and its applicability to determination of capsaicin content. *Nippon Shok.Kogyo Gakk.*31, 120-125, 1984.
- Marten, G.C.; Brink, G.E.; Buxton, D.R.; Halgerson, J.L. and Hornstein, J.S.: Near infrared reflectance spectroscopy analysis of forage quality in four legume species. *Crop Sci.*24, 1179-1182, 1984.
- Schulz, F.A. und Al-Najjar, A.: unveröffentlicht. 1986.
- Williams, P.C.; Mackenzie, S.L. and Starkey, P.M.: Determination of methionine in peas by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *J.Agric.Food Chem.*33, 811-815, 1985.
- Zwatz, B. und Walzl, K.: Untersuchungen über die Beeinflussung der Qualität von Winterweizen durch Anwendung von Fungiziden und Herbiziden. *Pflanzenschutzberichte* 44, 69-86, 1974.
- Zwingelberg, H.: Infrarotspektroskopie - Bedeutung und Messung der Kornhärte. *Getreide, Mehl, Brot* 37, 25-28, 1983.

Neue Wege im Pflanzenschutz

C. Ahrens*

Einleitung

Die beeindruckenden Ertragssteigerungen in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion beruhen in erster Linie auf den Forschungserfolgen und deren Umsetzung in Anwendungstechnologien im Bereich der Pflanzenzüchtung, der Pflanzenernährung und des Pflanzenschutzes, wobei es müßig ist, über ihre jeweiligen Erfolgsanteile zu streiten.

Zur Zeit werden allerdings zum einen aus ökonomischen Gründen, zum anderen aus ökologischen Erwägungen heraus, die variablen Produktionsfaktoren Düngung und Pflanzenschutz einer sehr kritischen Prüfung unterzogen. Da gerade der Pflanzenschutz sehr forschungsintensiv ist und zur Umsetzung in praxisingerechte Technologien sehr lange Vorlaufzeiten benötigt - die Entwicklung eines Pflanzenschutzwirkstoffes nimmt heute etwa 10 Jahre bis zur amtlichen Zulassung in Anspruch -, muß die Forschung sich ändernden Rahmenbedingungen so früh wie möglich Rechnung tragen und Problemlösungen aufzeigen.

Integrierter Pflanzenbau

Die Konzeption des modernen Pflanzenschutzes wird in steigendem Maße im "Integrierten Pflanzenschutz", oder, in einem übergeordneten Rahmen, im "Integrierten Pflanzenbau" gesehen (DIERKS, 1984). Nach dieser Konzeption bemüht sich der Landwirt, unter

*Bayer AG, Pflanzenschutzzentrum Monheim

Referat gehalten anlässlich der Vortragsstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., März 1986 in Geisenheim.

- 2 -

möglichst umfassender Berücksichtigung der Standortfaktoren seines Betriebes die Produktionsfaktoren so optimal miteinander zu kombinieren, daß die ökonomischen Betriebsziele - letzten Endes das Einkommen - unter weitgehender Schonung des Agrar-Ökosystems erreicht werden können (AHRENS et al., 1984). Letzten Endes soll hier wieder das uralte bäuerliche Prinzip der "nachhaltigen" Bewirtschaftung zum Tragen kommen, aber nicht mehr nur auf der Empirie beruhend, sondern auf wissenschaftlicher Erkenntnis und technischem Fortschritt.

Pflanzenschutzforschung

Für den Pflanzenschutz können heute die folgenden großen Forschungsbereiche dargestellt werden:

- Die klassische Synthesechemie:

Nach wie vor bietet die klassische Synthesechemie die größten Möglichkeiten, neue Wirkstoffe zu finden, die sich in integrierten Systemen verwenden lassen. Eigenschaften, die dazu prädestinieren, können ganz unterschiedlicher Natur sein: Geringe Warmblütertoxizität, günstiges Umweltverhalten, spezifische Wirkung gegen Zielorganismen, niedrige Aufwandmengen.

Ein Trend, der sich durch die letzte Dekade der Pflanzenschutzforschung zieht, verdient große Beachtung: Viele neue Wirkstoffgruppen entfalten eine hohe biologische Wirksamkeit bei sehr geringen Aufwandmengen (KREMER, 1983). Das gilt sowohl für die Insektizide, wie Fungizide und sogar Herbizide, wie die nachfolgende Tabelle zeigt:

Tab. 1: Aufwandmengen von älteren und neuen Pflanzenschutz-
Wirkstoffen (nach KREMER, 1983)

<u>Insektizide:</u> Bleiarsenat 2000-5000 g AS/ha DDT 1000-2000 g/ha	Diflubenzuron 125-250 g AS/ha Deltamethrin 10-25 g/ha
<u>Fungizide:</u> Schwefel 2000-5000 g/ha Dithiocarbamate 1500-2500 g/ha	Triadimefon 50-125 g/ha Metalaxyl 125-250 g/ha
<u>Herbizide:</u> Natriumarsenit 1500-3000 g/ha DNOC 2000-3000 g/ha	Metribuzin 250-500 g/ha Chlorsulfuron 15-20 g/ha

Abgesehen davon, daß derart niedrige Aufwandmengen per se Vorteile in Bezug auf die Ökonomie wie auf das ökologische Verhalten bedeutet, zeichnen sich die meisten dieser neuen Substanzen durch eine günstige Warmblütertoxizität aus.

- Biochemie:

Neben der klassischen Synthesechemie gewinnt die biochemische Forschung eine immer größere Bedeutung. Allerdings spielt sie aber bis heute in der Pflanzenschutzpraxis eine eher untergeordnete Rolle und deckt eher Rand- als Hauptindikationen ab. Nichtsdestoweniger sehen wir am Beispiel der Pheromone, daß sie in ganz bestimmten Situationen, wie z. B. der Borkenkäfer-Abwehr im Forst, oder innerhalb von Warn- oder Prognosessystemen eine ganz entscheidende Rolle spielen können.

Dasselbe gilt oder wird gelten für eine Reihe anderer Stoffe, wie Insektenwachstumsregulatoren (IGRs), Endo- oder Exotoxine von Mikroorganismen, sekundäre Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen, Resistenz-Induktionsmechanismen bei Pflanzen oder auch das große Gebiet der Pflanzen-Wuchsregulatoren. Häufig genug ist dabei die Grenzlinie zwischen synthetisch hergestellten Wirkstoffen und biogenen Substanzen unscharf, denn in der Regel müssen chemische Konstitutionen und Eigenschaften der biogenen Substanzen genauso bekannt und gut definiert sein wie die der "Retorteprodukte". Auch die Natursubstanzen müssen die langen Testjahre auf Toxikologie, Ökotoxikologie, Abbau und Rückstandsverhalten sowie ihre biologische Wirksamkeit und Selektivität durchlaufen, denn a priori unbedenklicher sind biogene Substanzen keineswegs. Im Gegenteil: Eine ganze Reihe biologisch interessanter Pflanzen-Inhaltsstoffe schied bisher wegen bedenklicher toxikologischer Eigenschaften frühzeitig aus der Entwicklung aus.

- Biotechnologie:

Biotechnologie kann wie folgt definiert werden (nach Prof. Schneidermann, Monsanto):

1. Die Anwendung von Mikroorganismen, von pflanzlichen oder tierischen Zellen oder Zellbestandteilen, wie beispielsweise Enzymen, zur technischen Herstellung von Nutstoffen.

2. Gezielte Veränderung von Mikroorganismen, Pflanzen oder Tieren durch Einbau von gewünschten Eigenschaften mit Hilfe von rekombinierten DNA-Techniken, von Zellfusion und anderen Methoden, die nicht auf traditionellen züchterischen Techniken beruhen.
3. Die Anwendung der Molekularbiologie zum besseren Verständnis von Vorgängen in Zelle und Organismus zum Zwecke der Veränderung oder Wiederherstellung von Funktionen.

Eine der Hauptrichtungen der Biotechnologieforschung für den Pflanzenschutz wird in den Bereich der Mikrobiologie führen. Der Einsatz von Mikroorganismen oder Teile davon wird schon seit langem bearbeitet, hat aber mit der Entwicklung gentechnologischer Methoden einen neuen Aufschwung erfahren. Vielleicht noch entscheidender als der Einsatz lebender Mikroorganismen - bei denen die Fragen der Formulierung und der Haltbarkeit ein großes Problem darstellen - ist die Suche nach geeigneten sekundären Metaboliten von Mikroorganismen. Auch hier wird die Gentechnologie eine große Rolle spielen, wenn es darum geht, die Produktion des gewünschten Wirkstoffes in größeren Mengen mit genetischen Mitteln zu steuern.

In der Pflanzenzüchtung werden gentechnologische Methoden dazu beitragen, präziser und schneller als in der klassischen Züchtung gewünschte Eigenschaften wie Krankheitsresistenz oder -toleranz zu übertragen, oder auch die Toleranz von Kulturpflanzen gegenüber bestimmten Wirkstoffen zu erhöhen.

Bei der Entwicklung neuer Diagnostikverfahren im Pflanzenschutz, z. B. zur Früherkennung eines Krankheitsbefalls, werden biotechnologische Verfahren wie der Einsatz von DNA-Probes entscheidende Verbesserungen bringen. Fortschritte in dieser Richtung sind wesentlich zur Verbesserung von Warnsystemen und Prognosediensten, die zur Realisierung des Schadschwellenprinzips im Pflanzenschutz von grundlegender Bedeutung sind.

- Formulierung und Anwendung:

Nicht minder wichtig als die Suche nach neuen Wirkstoffen ist die Forschung auf dem Gebiet der Formulierung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Ein Beispiel zur Formulierung: Die Beizung von Saatgut ist zweifellos eine der ökonomisch und vor allem auch ökologisch vorteilhaftesten Formen der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Gleichzeitig stellt aber ein Beizmittel höchste Anforderungen an die Eigenschaften des Wirkstoffes selbst und seiner Formulierung, da einerseits in keinem Falle die empfindliche keimende Pflanze geschädigt werden darf, und andererseits der Schutz so lange vorhalten muß, bis diese empfindliche Keim- und Wachstumsphase abgeschlossen ist. Oberdies dürfen Qualität und Eigenschaften des Saatgutes auch bei längerer Lagerung nicht negativ beeinflußt werden.

Viele große Indikationen auf fungizidem und insektizidem Gebiet können heute mit moderner Beiztechnologie abgedeckt werden, und selbst die Anwendung von Herbiziden als Beizmittel ist nicht mehr undenkbar, wenn mit gentechnologischen Mitteln oder mit Antidots die Unempfindlichkeit der Kulturpflanze gegenüber dem Beiz-Wirkstoff gewährleistet wird.

In der Anwendungstechnologie, seien es die klassischen Spritzverfahren, die Ausbringung von Mikrogranulaten oder von Slow-Release-Formulierungen, Beizverfahren oder LV- und ULV-Systeme, werden in zunehmendem Maße Mikroprozessoren die Steuerung und Kontrolle des Applikationsprogramms übernehmen, um menschliches Versagen weitgehend auszuschalten.

Generell wird die Mikroelektronik in allen hier beschriebenen Bereichen, in der Forschung und in der Entwicklung, in Prognose- und Warndiensten bis hin zur Anwendung der Mittel in der Landwirtschaft eine tragende Rolle spielen. Denn nur mit ihrer Hilfe wird es möglich sein, in einem offenen Produktionssystem wie dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau alle Faktoren so opti-

mal zu kombinieren, daß die Zielsetzung des Konzepts des Integrierten Pflanzenbaus annähernd erreicht wird (BOCHEL, 1983).

Zusammenfassung

Der Einsatz des variablen Produktionsfaktors Pflanzenschutz richtet sich in zunehmendem Maße nach den Anforderungen des Konzepts des Integrierten Pflanzenbaus. Diesen Anforderungen muß auch die Forschung auf dem Gebiet neuer Pflanzenschutz-Wirkstoffe Rechnung tragen. Neben der klassischen Synthese-Chemie gewinnen Bereiche der Biochemie und Biotechnologie schnell an Bedeutung. Aber nicht nur neue Wirkstoffe, sondern auch deren Formulierung und Anwendung stehen unter dem Primat des Integrierten Pflanzenbaus. Ziel aller Forschungs- und Entwicklungsbemühungen ist die Erfüllung hoher und weiter steigender Anforderungen an Pflanzenschutzmaßnahmen in Bezug auf die Sicherheit von Anwender und Verbraucher, auf die Verträglichkeit in belebter und unbelebter Umwelt, sowie in Bezug auf die Rentabilität für den Landwirt.

Literatur:

AHRENS, C. und CRAMER, H. H. (1984):

Improvement of Agricultural Production by Pesticides. Environment and Chemicals in Agriculture, Proceed. of a Symp. held in Dublin, Oct. 1984, pp. 151-162.

BOCHEL, K. H. (1983):

Die Zukunft der Chemie in der Landwirtschaft. Ber. über Landwirtschaft, 61, 382-399.

DIERKS, R. (1984):

Integrierter Pflanzenschutz: Ein Weg zur ökologisch und ökonomisch sinnvolleren Nutzung der Pestizide. Environment and Chemicals in Agriculture, Proceed. of a Symp. held in Dublin, Oct. 1984, pp. 243-259.

KREMER, F.-W. (1983):

Moderner Pflanzenschutz - Sicherung der Ernährung der Weltbevölkerung. Schriftenreihe des Fonds der Chemischen Industrie 21, 7-15.