



Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel)
e.V.

XXVIII. Vortragstagung

**Qualitätsbeeinflussung pflanzlicher
Nahrungsmittel durch herkömmliche
Pflanzenzüchtung und Gentechnologie**

22./23. März 1993

in

Trier

Geschäftsstelle

Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung

(Pflanzliche Nahrungsmittel) (DGQ) e.V.

c/o Lehrstuhl für Gemüsebau

Technische Universität München

85350 Freising

Tel. 08161-713723

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	
J. Weichmann, Weihenstephan	7
Gentechnologie und Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel	8
J. Grunewaldt, Ahrensburg	
Chancen zur Risikoverminderung beim Einsatz von Agrarchemikalien am Beispiel gentechnisch erzeugter Glufosinolate-toleranter Kulturpflanzen	31
H. Müllner, G. Donn, P. Eckes, E. Dorn, Frankfurt	
Gentechnologie aus der Sicht der Lebensmittelindustrie - Möglichkeit zur Herstellung besserer und sichererer Lebensmittel	44
T. Hatzold, München	
Gentechnik bei Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft - Überblick, Rechtsgrundlagen und Beurteilungskriterien	64
K.-H. Engel, Berlin	
Gentechnologie aus der Sicht des Züchters: Bessere Qualität bei vertretbarem Aufwand?	78
A. Beekman, Enkhuizen, Holland	

Instrumentelle und sensorische Analyse wertgebender Aromastoffe von Gewürzpflanzen W. Grosch, Garching	89
Sensorische Analyse - eine unverzichtbare Methode der Qualitätsbewertung von pflanzlichen Nahrungsmitteln R. Schrödter, Bergholz-Rehbrücke	108
Getreidezüchtung: Ergebnisse - Zukunftsaufgaben W. Flamme, P. Dill, B. Efmert, Groß Lüsewitz	126
Kartoffelqualität: Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung der Kartoffel für Frischverzehr und Industrie B. Putz, Detmold	165
Qualitätszüchtung von Reben G. Alleweldt, Quedlinburg / Geilweilerhof	176
Probleme der Qualitätsbeeinflussung durch Züchtung bei Obst - Beispiel Apfel Ch. Fischer, Dresden	187
Züchterische Beeinflussung wesentlicher Qualitätsmerkmale von Frisch- und Industriegemüse K. Olsson, Svalöv, Schweden	204

Resistenzen und Nahrungsqualität G. Wenzel, Grünbach	220
Züchtung neuer Nahrungspflanzen am Beispiel <i>Brassicaceae</i> - Spielerei oder Möglichkeiten zur qualitativen Verbesserung der menschlichen Ernährung? E. Clauß, Quedlinburg	231
Züchtung für alternativen Landbau - Sinn oder Unsinn B. Elers, Nürtingen	244
<u>Poster</u>	
Streßmetabolite in Pflanzen- produkten H. Bergmann, B. Machelett, Jena	251
Gülzower rezessiver Kurzstroh- roggen mit neuen Qualitäts- eigenschaften P. Dill, W. Flamme, Groß-Lüsewitz	256
Auswuchs und Pilzbefall in der Qualitätszüchtung bei Getreide W. Flamme, B. Efmert, Groß-Lüsewitz	265
Gentechnik im Ernährungsbereich - Chance oder Risiko? K.-D. Jany, R. Greiner, Karlsruhe	282

Der Einfluß von Kulturmaßnahmen auf den Tomatengeschmack J. van der Roest, J. Janse, Ede, Naaldwijk, Holland	289
HPTLC-Methode zur quantitativen Bestimmung von Morphin in <i>Papaver somniferum</i> W. Schütze, P. Straka, Th. Nothnagel, Quedlinburg	293
Möglichkeiten der Nutzung Dihaploider zur Verbesserung von Qualitätsparametern bei der Kartoffel H. Tiemann, Groß Lüsewitz	305
Einfluß der Anbauverfahren auf die Inhaltsstoffe und Verarbeitungs- qualität des Weizens D. Klotz, U. Tietz, Bergholz-Rehbrücke	310

Vorwort

Im Zusammenwirken von Wirtschaft und Wissenschaft hat sich in den letzten Jahren ein immer schneller werdender Wandel vollzogen. Während es rund 100 Jahre dauerte, bis Fotoapparat und Film zu einem Massenprodukt wurden, waren es beim Fernsehen nur noch 12 Jahre. Die Züchtung einer neuen Sorte mit herkömmlicher Methodik kann Jahre, vielleicht sogar Jahrzehnte dauern. Bei der Biotechnik erleben wir heute demgegenüber fast eine Gleichzeitigkeit.

Diese Schnelligkeit der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse hat natürlich eine Reihe von Konsequenzen, mit denen sich auch eine Gesellschaft wie die DGQ beschäftigen muß: Die Bevölkerung wächst innerlich mit der wissenschaftlich technischen Entwicklung nicht mehr mit, es kommt zu Akzeptanzverlusten der Wissenschaft in der Bevölkerung. Aber gerade dieser Gleichzeitigkeit von Entdeckung und wirtschaftlicher Nutzung müssen sich Wissenschaft und Wirtschaft stellen. Nun ist es aber weder das Ziel unserer Tagungen, Akzeptanzprobleme neuer Technologien zu beseitigen, noch, neuere Entwicklungen zu verteufeln. Vielmehr hat sich die DGQ als Aufgabe gestellt, das Wissen über Nahrungspflanzen zu fördern. Und so ist auch das Konzept der Tagung 1993 zu verstehen. Es befaßt sich vor allem mit der Qualitätsbeeinflussung pflanzlicher Nahrungsmittel durch Züchtung. Daß dabei in herkömmliche Pflanzenzüchtung und Gentechnologie unterschieden wird, zeigt, daß die klassische, traditionelle Pflanzenzüchtung, aber auch deren konsequente Fortentwicklung gleichermaßen betrachtet werden sollen, und zwar aus sehr unterschiedlichem Blickwinkel. Wissensvermittlung ist das Ziel der Tagung 1993.

Prof. Dr. J. Weichmann
Präsident der DGQ

Gentechnologie und Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel

J. Grunewaldt
(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Insti-
tut für Zierpflanzenzüchtung, Bornkampsweg 31, W-2070
Ahrensburg)

1. Einleitung

Mein Beitrag ist mit zwei Begriffen übertitelt, die beide sehr individuell verwendet und deshalb auch sehr unterschiedlich interpretiert werden. Dabei wird der Begriff "Gentechnologie" inzwischen weniger sachlich, sondern überwiegend emotional erörtert.

Ich möchte versuchen, Argumente als Diskussionsgrundlage mitzuteilen und mich dabei von den beiden Eckpunkten "Möglichkeiten" und "Grenzen" leiten lassen.

Noch eine Vorbemerkung:

Nach dem ausgedruckten Programm werden Vertreter verschiedener Sparten zur Anwendung der Gentechnologie Stellung nehmen.

So geschieht dieses aus der Sicht

der chemischen Industrie,
der Lebensmittelindustrie,
des Gesetzgebers und
des Pflanzenzüchters.

Der Konsument erscheint als Mandant nicht. Ich werde ihn bei der Erörterung der "Möglichkeiten" im Auge behalten.

Gentechnologie besteht, wie andere Technologien auch, aus einer Anzahl von Prozeßschritten, mit denen jeweils Teile des Gesamtvorhabens realisiert werden. Das Gesamtvorhaben "Gentechnologie" beinhaltet in dem hier zu erörternden Bezug die Herstellung transgener, gentechnisch veränderter Pflanzen. In Tabelle 1 sind die einzelnen Prozeßschritte aufgelistet.

Gentechnologie beinhaltet nach dieser Begriffsbestimmung die Isolierung, Aufbereitung und den Transfer genetischer Information, nachfolgend vereinfacht "Gen" genannt. Bei Bündelung aller Prozeßschritte entsteht genetische Variabilität, die in dem Empfängerorganismus so etabliert ist, daß sie an nachfolgende Generationen weitergegeben wird.

Gentechnologie unterscheidet sich in dem Endergebnis insofern nicht von anderen Bemühungen um Herstellung genetischer Variabilität, von denen ich aus dem pflanzlichen Bereich hier nennen möchte (Tabelle 2):

- Genetische Hybridisation als Vereinigung von Gameten durch Bestäubung, also die eingeführte Kombinationszüchtung mit selektierten Eltern, ohne deren Ergebnisse die Versorgung mit Lebensmitteln nicht denkbar ist,
- Somatische Hybridisation als Vereinigung von somatischen Zellen (Protoplasten) durch Zellfusionen,
- Mutationsinduktion und eben
- Transfer einzelner Gene im Rahmen der Gentechnologie.

In dem geschilderten Sinne bietet die Gentechnologie den Vorteil, erwünschte Gene aus mehr oder weniger entfernt stehenden Verwandten unserer kultivierten Pflanzenarten zu transferieren. Langwierige Rückkreuzungen mit dem Leistungstyp zur Verdrängung der bei üblicher Gametenkombination eintretenden Kombination mit unerwünschten Eigenschaften entfallen weitgehend. Daß mit Hilfe gentechnologischer Methoden auch Nicht-Pflanzengene und auch Konstrukte aus mehreren Organismen in Pflanzen transferiert werden können und die transfe-

rierten Gene innerhalb des Empfänger-genomes relativ frei ihre Position wählen können, ist eine der griffigsten Reibungsflächen, die Befürworter und Gegner der Gentechnologie leidenschaftlich entzweit.

2. Herstellung transgener Pflanzen

Betrachten wir zur Demonstration des Dargelegten folgende Beispiele:

Im Institut von Herrn Kollegen Lörz in der Universität Hamburg wurden von Herrn Düring transgene Kartoffelpflanzen entwickelt, die das Lysozymgen des Bakteriophagen T4 exprimieren und deshalb eine Resistenz gegen *Erwinia carotovora atroseptica*, den Erreger einer Kartoffelnaßfäule, besitzen.

Zur Herstellung dieser transgenen Kartoffeltypen wurde wie folgt vorgegangen (Tabelle 3):

Zur Übertragung des Lysozymgenes wurde ein Konstrukt aus Genomteilen von Gerste, des Bakteriophagen T 4, von *Escherichia coli*, *Agrobacterium tumefaciens* und des Blumenkohlmosaikvirus hergestellt. Die Komponente *Agrobacterium* weist darauf hin, daß die Versuchsansteller den Gentransfer mit Hilfe des Vektors *A.tumefaciens* realisierten und nicht den Weg des direkten Transfers wählten. Die Einzelkomponenten (Tabelle 4) haben dabei folgende Funktion: Neben dem eigentlich gewünschten Lysozymgen aus dem Bakteriophagen T 4, das mit einem Promotor und Terminator aus dem Blumenkohlmosaik ausgestattet wurde, ist das zur Selektion der erwünschten Transformanten erforderliche Selektionssystem durch das NPT II-Gen gegeben, das nur den transformierten Pflanzen Resistenz gegen das Antibiotikum Kanamycin verleiht. Neben versuchstechnisch interessierenden weiteren Funktionen, wie der Möglichkeit der Reisolierung der übertragenen genetischen Information und der Möglichkeit, weitere Gene in das Konstrukt einzubauen, sind zum Transfer der genetischen Information des Vektors, der sogenannten T-DNA, die rechte und linke Bordersequenz aus *A.tumefaciens* angefügt.

Die Abbildung 1 zeigt die räumliche Anordnung der vorgestellten Einzelkomponenten. Es handelt sich bei der Abbildung um eine Reproduktion des Originals in dem von der Universität Hamburg gestellten Antrag auf Freisetzung der *Erwinia* resistenten, transgenen Kartoffeln.

Die Transformation erfolgte mit Hilfe eines binären Vektors, der neben einem Hauptgenom-Chromosom zusätzlich zwei ringförmige Chromosomen (Plasmide) enthält. Dieses sind ein sogenanntes Haferplasmid ohne T-DNA, aber mit der die Virulenz des *Agrobacteriums* kodierenden vir-Region und Genen für Gentamycin und Kanamycin und ein Vektorplasmid, in das die T-DNA eingeführt wurde.

Die Herstellung der transgenen Kartoffelsprosse erfolgte durch Inkubation von Blattstückchen der Kartoffel zusammen mit dem *Agrobacterium*-Vektor in einem flüssigen Kulturmedium. Nach dieser Inkubation werden die Blattstückchen auf ein festes Regenerationsmedium überführt, dem zum Abtöten der Agrobakterien Antibiotika zugesetzt werden. Nach etwa einer Woche erfolgt ein erneuter Wechsel des Kulturmediums, dieses Mal wird auf Regenerationsmedium mit Kanamycinzusatz weiterkultiviert. Theoretisch sollten jetzt nur Sprosse regeneriert werden aus den Blattstückchen, die kanamycinresistent sind und deshalb die gewünschten, transgenen Pflanzen darstellen.

Der Nachweis darüber wurde auch an Hand der Reisolierung der integrierten T-DNA geführt.

Wie unterscheiden sich die transformierten Pflanzen von den nicht transformierten Kontrollpflanzen? Anders gefragt: Wie unterscheidet sich die Qualität der transformierten Kartoffel von der "üblichen"?

- Die transgenen Pflanzen sind gegen *Erwinia* resistenter als die Kontrollpflanzen

- Sie produzieren in allen Teilen der Pflanze Neomycinphosphotransferase, das Enzym, das die Kanamycinresistenz bewirkt
- Sie produzieren in geringsten Mengen Lysozym, das sowohl natürlich in Pflanzen als auch Mensch und Tier produziert wird und auch in Kartoffelsorten nachgewiesen ist
T 4 Lysozym wird durch Erhitzen denaturiert.

Um das für die Herstellung transgener Kartoffeln Dargelegte zu demonstrieren, habe ich aus Arbeiten im eigenen Labor (Dipl. Ing. agr. U. Sander) eine Reihe von Diapositiven vorbereitet: Es geht um die Selektion transgener, glyphosatresistenter Zuckerrübenpflanzen mit Hilfe der beschriebenen Kanamycinresistenz, ergänzt durch den GUS Test, einem histochemischen Test auf Beta-Glucuronidase-Aktivität.

So erstellte Zuckerrüben dürfen z.B. in Dänemark zu Zucker verarbeitet werden. Die Zulässigkeit, das Blattwerk und Futterrüben an Tiere zu verfüttern, wird zur Zeit überprüft.

So weit zu diesem Beispiel, das Ihnen auch generelle Aspekte der Herstellung transgener genetischer Variabilität demonstrieren sollte.

Noch ein weiteres Beispiel möchte ich vorstellen. Es handelt sich dabei um die Tomate, also auch einen Vertreter der *Solanaceae*.

Die Bemühungen, an Tomate Eigenschaften mit gentechnologischen Mitteln zu verändern, zielen derzeit vor allem auf die Reifungssteuerung. Vor dem Hintergrund einer erschreckenden Feststellung, nämlich dem Verderb von etwa der Hälfte aller für den Frischverzehr angebotenen Tomaten während der Vermarktung (und ähnliche Werte gelten auch für andere Frischgemüse und Obst), ist die Beeinflussung des Reifungsprozesses nicht nur ein kommerzielles Anliegen, sondern auch ein zutiefst ökologisches. Zwei Ansätze werden gewählt (Tabelle 5):

Einmal wird versucht, über einen Eingriff in den Ethylenstoffwechsel die Produktion von Ethylen zu verringern. Wenn dieses gelingt, würde die bisher geübte Lagertechnik, nämlich die Ethylenproduktion durch Hilfsstoffe zu begrenzen, entfallen. Gleichzeitig mit dem Wegfall der cancerogen nicht unbedenklichen Hilfsstoffe würde eine längere Vermarktungsfähigkeit der ausgelagerten Tomaten erreicht werden.

Mit dem Gen ACC (1-Aminocyclopropan-1-Carboxylase-Synthase) und einem nicht näher beschriebenen Nicht-Pflanzengen konnten die beschriebenen Eigenschaften in transgenen Tomaten realisiert werden. Das Nicht-Pflanzengen wirkt auch bei der Reifesteuerung von Broccoli und Himbeere, und es ist vorstellbar, daß es auch für eine große Anzahl weiterer Pflanzenarten verwendbar ist.

Der zweite Ansatz, den Reifeverlauf zu steuern, ergibt sich aus der Steuerung des Pektinabbaues, der bei der Tomate mit dem Ausfärben der Frucht heftig einsetzt. Nach Einführen des antisense PG-Genes (Tabelle 5) konnte der Pektinaseabbau um bis zu 50 % gegenüber der Kontrolle reduziert werden. Der sich daraus abzuleitende Vorteil umfaßt einen Anstieg des Gesamttrockenstoffanteiles, der Viskosität, der Konsistenz und vor allem: eine längere Ausreifung der Tomate an der Pflanze.

Das PG-Gen (FLAVR-SAVR-Gen der Fa. Calgen) ist in transgenen Tomaten enthalten, die die Firma Campbell Supp in ihren Produkten verarbeiten wollte.

Neben der Steuerung des Reifungsverlaufes stehen Bemühungen, den Anteil löslicher Substanzen, im wesentlichen den von Zuckern, in der Tomate zu erhöhen. Eine hohe Korrelation zwischen dem in Brix-Einheiten gemessenen Zuckerwert und der Festigkeit der Frucht (Bostwick-Einheiten) hat die "konventionellen" Züchtungsbemühungen bisher scheitern lassen: Mit Erhöhung des Zuckergehaltes steigt die Festigkeit an, und die industrielle Verarbeitung ist erschwert, so daß Brix-

Einheiten zwischen 5° und 7° bisher nicht überschritten werden konnten. Es wird geschätzt, daß eine Anhebung dieses Wertes um 1/2° für die Verarbeitungsindustrie der USA etwa 35 Mio Dollar p.a. Einsparung ergeben würde.

In Wildformen der Tomate werden Brix-Werte bis 13° gefunden und Bemühungen, die dafür zuständigen Genblöcke zu isolieren, werden wahrscheinlich dazu beitragen, die geschilderte, enge Korrelation zwischen Zuckergehalt und Konsistenz abzuschwächen.

Kommen wir jetzt zu einer allgemeineren Betrachtung des Themas mit der Frage: Welche Versuche zur Veränderung der Qualität von pflanzlichen Nahrungsmitteln mit gentechnologischen Methoden wurden bekannt?

Ich stelle Ihnen dazu das Ergebnis einer Literaturrecherche vor.

Mit den Stichwortvorgaben "Qualität/Resistenz" und "Gentechnologie" wurden 35 Gemüsearten, 45 Arten von Heil- und Gewürzpflanzen und 21 landwirtschaftlich genutzte Arten abgefragt (Tabelle 6). Die Verbindung des Suchbegriffes "Qualität" und "Resistenz" schien wegen der engen Verzahnung angezeigt.

Der Rücklauf (Tabelle 7) ergab kein Zitat für Heil- und Gewürzpflanzen, aber Referate bei 9 oder 26 vorgegebenen Gemüsearten (= 26 %) und bei 14 (= 67 %) der landwirtschaftlichen Arten.

Betrachtet man jetzt die Anzahl Referate, bei denen Doppelnennungen in Zeitschriften ausgeschlossen und sachlich inhaltliche Übereinstimmung so gut wie möglich nur einmal gewertet wurde, so ergibt sich ein Hinweis auf die Gesamtforschungsaktivität. Dieser liegt eindeutig bei den landwirtschaftlichen Arten.

Wird die Datei weiter aufgeschlüsselt nach den nachgefragten Arten (Tabelle 8), so ergeben sich dramatische Unterschiede. In beiden Nutzungsgruppen finden sich

Spitzenreiter und Schlußlichter. Die Gründe dafür sind zunächst das forschungsbezogene Interesse, für das einige Pflanzenarten von Natur aus besonders günstige Voraussetzungen mitbringen. Die aufgeführten Prozeßschritte lassen sich bei diesen Arten besonders effizient umsetzen. Dieses trifft z.B. zu für die Tomate und die Kartoffel. In anderen Fällen, wie bei Mais bis zur Zuckerrübe, außer Tabak, gibt allein deren wirtschaftliche Bedeutung den Ausschlag. Ein typisches Beispiel ist die nur mit größtem Forschungsaufwand entwickelte Möglichkeit des Gentransfers bei Mais, Soja und Reis.

3. Begrenzung der Herstellung und Verwendung transgener Pflanzen

Ich möchte mich jetzt dem zweiten Teil meines Vortrages zuwenden: den Grenzen der Qualitätsveränderung mit Hilfe gentechnologischer Methoden. Ich spreche zunächst über die "biologischen" und dann über die "umweltbedingten" Grenzen.

Die "biologischen" (Tabelle 9) Grenzen ergeben sich heute primär aus

- der Nichtverfügbarkeit wirtschaftlich relevanter Gene, also auch der qualitätsbeeinflussenden Gene. Hier wird es neben intensiv betriebener Grundlagenforschung vor allem auf die Unterstützung des Transfers aus der Grundlagenforschung in den Anwendungsbereich ankommen, und
- fehlenden Gentransfersystemen. Auch dabei ist die Grundlagenforschung immer noch gefragt. Es muß zu einer Verzahnung kommen, die z.B. sehr eindrücklich an Beispielen demonstriert werden kann. So gelang es kürzlich, das Gen für die Regeneration von Tomatenpflanzen in vitro, das in *Lycopersicum peruvianum* enthalten ist, zu isolieren und zu charakterisieren. Es ist damit als Schlüssel für die erforderliche Regeneration transgener Tomaten verfügbar.

Der Bundesminister für Forschung und Technologie läßt im Rahmen einer "Delphi-Umfrage" zur Zeit die von ihm im Gesamtrahmen der Biotechnologie geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben von den Auftragnehmern bewerten. Nach der ersten Delphi-Runde zeigt sich, daß neben weltweiter Kooperation vor allem die Intensivierung der Grundlagen- und der Angewandten Forschung die vorhandenen Lücken schließen wird. Die Einschätzung geht von einer Praxisumsetzung in großem Umfang bis zum Jahr 2010 aus.

Auch bei realistischer Einschätzung scheinen die biologischen Grenzen kalkulierbar. Niemand wird aber ernsthaft die Realisierung aller Vorhaben erwarten. Es ist aber davon auszugehen, daß die Gentechnologie zu einer effizienten Methode zur Herstellung genetischer Variabilität entwickelt werden kann. Sie jedoch als eigenständige Zuchtmethod z.B. zur Veränderung der Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel auszuweisen, wird bald einer realistischeren Einschätzung weichen. Gentechnologie wird eingebettet sein in das Gesamtvorhaben Pflanzenzüchtung: Aus den Genlaboratorien allein sind keine neuen Sorten mit den erwünschten Veränderungen zu erwarten.

Die "umweltbedingten Grenzen" sind mit einem Dreiklang zu beschreiben.

- Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen
- Inverkehrbringen von Produkten, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten oder aus solchen bestehen und
- Akzeptanz der potentiellen Nutzer.

Dieser Dreiklang ist heute weitgehend ein schriller Mißklang. Welches sind die möglichen Ursachen dafür?

Dazu zunächst zu den Freisetzungsversuchen. Weltweit wurden bis Ende 1992 von den angezeigten Anträgen zur

Freisetzung transgener Pflanzen etwa 900 genehmigt, davon etwa 300 in den USA und einer in der Bundesrepublik Deutschland. Es wird angenommen, daß bis Ende 1993 zusätzlich etwa 500 Anträge auf Freisetzung gestellt werden, davon etwa 10 in der Bundesrepublik (Tabelle 10).

Das Gentechnikgesetz (GentG) sieht eine Anzeige der beabsichtigten Freisetzung vor, die zu einer Beteiligung der Öffentlichkeit führt. Sie alle konnten die heftigen Diskussionen um, aber auch die Werbung für die in der BRD für 1993 beantragten fünf Freisetzungen verfolgen. Es handelt sich u.a. um

- Beta-Rüben mit einer Resistenz gegen *Rhizomania*, der Wurzelbärtigkeit der Rübe, um
- Kartoffeln mit Resistenz gegen die durch *Erwinia* verursachte Knollenfäule und um
- Kartoffeln mit einer Änderung der Reservestoffeinlagerung und um Mais und Raps mit Resistenz gegen das Herbizid Basta.

Die Zahl der Einwendungen gegen diese Freisetzungen umfaßt insgesamt mehrere tausend. Aus der Teilnahme an Informationsveranstaltungen und einer Analyse der Einwände sind folgende Bedenken, die sich in Hindernissen niederschlagen, abzuleiten

- Aufnahme der Information und Diskussion, erst nachdem ein Freisetzungsantrag gestellt wurde
- Mangelnde oder unverständliche Information über die Ziele des Freisetzungsvorhabens und das wirtschaftliche Interesse der an der Freisetzung Beteiligten
- Unzureichende Information über andere Möglichkeiten, die gewünschte Pflanzeigenschaften zu erzielen
- Unbehagen über die verwendeten Genkonstrukte, Transfersysteme und deren Verbleib im Ökosystem

Welche Abhilfe ist geboten?

- Zunächst eine Beschränkung auf Freisetzungsanträge für solche transgenen Pflanzen, die nur mit Hilfe gentechnologischer Methoden herstellbar sind. Diese Pflanzen sollten wirtschaftlich wichtige Eigenschaften enthalten, im Bereich der Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel etwa die diskutierten "Reifungsgene".
- Durch intensivierte Grundlagenforschung Verzicht auf solche selektierbaren Marker, die im horizontalen Transfer ein Ökosystem stören könnten.
- Verzicht auf den Vektortransfer, wenn dieser nicht natürlichen Systemen entspricht
- Sicherheitsbegleitforschung.

Der Mittelton des Dreiklages umfaßt das Inverkehrbringen. Ich möchte in diesem Zusammenhang nur auf die sich abzeichnende Diskussion um die Kennzeichnungspflicht hinweisen - mich aber jetzt dem Oberton, der Akzeptanz, zuwenden.

Eine Kostprobe davon

- Giftgrüne Woche eröffnet: ReaGENzglas oder BIOacker
- Nahrungsmittel, maßgeschneidert aus dem Genlabor: Food design
- Potatoes and peas make a meal of pests
- Auf dem Weg zur Plastikkartoffel
- Greenpeace plans protest of r-DNA plant patents

Diese Zitate aus der Presse. Der Herr Bundeskanzler appelliert hingegen an die Ethik der Genforscher, und Professor Gassen äußerte sich anlässlich der Biotechnika 1990 in Hannover vor Vertretern und Mitarbeitern

aus der Nahrungsmittelbranche wie folgt: "Im Augenblick kann man jedem nur raten, nicht mit einem Lebensmittel auf den Markt zu kommen, das irgendwie mit Gentechnik zu tun hat. Der Umsatz würde auf Null zurückgehen, und auch der Absatz anderer firmeneigener Produkte würde in Mitleidenschaft gezogen". Prof Gassen leitet den von mehreren Firmen gebildeten Forschungsverbund "Angewandte Gentechnik". Er kann also nicht als Verfechter einer ablehnenden Haltung gegenüber der Einführung gentechnologisch veränderter Produkte eingestuft werden. In diesem Jahr hat die Firma Campbell, die in die Kultur von Tomaten, die mit dem Pektinaseabbau steuernden Gen PG ausgestattet wurden, öffentlich und laut bekanntgemacht, daß ihre Produkte diese Tomate nicht enthielten und zunächst auch nicht an deren Verarbeitung gedacht sei. Die Empfehlung Prof. Gassen's trägt (noch) Früchte.

Ein Vorschlag, der im Vorfeld von Anträgen zum Inverkehrbringen von Produkten bedenkenswert ist, stammt von einem USA Firmenkonsortium. In einem "Entscheidungsbaum" wird zur internen Sicherheitsüberprüfung von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln nachfolgender Fragenkatalog abgefragt (Tabelle 11). Dabei wird der Ist-Zustand mit dem zu erwartenden Zustand verglichen und je nach Grad der Abweichung eine Sicherheitsprüfung gefordert (Tabelle 12). Aus dem Fragenkatalog lassen sich Entscheidungskriterien ableiten. Es sollte sehr hellhörig machen, wenn unter den Entscheidungskriterien die Versorgung der weltweit zunehmenden Zahl hungernder Menschen erscheint. Dieses kann nur Bestand haben, wenn dafür relevante Vorhaben zur Entscheidung anstehen.

Tabelle 1: Herstellung transgener Pflanzen

- Genlokalisierung
- Genisolierung
- Genmultiplikation
- Gentransfer in Pflanzen
- Selektion transgener Pflanzen
- Integration transgener Pflanzen
in Züchtungsprogramme

Tabelle 2: Herstellung genetischer Variabilität bei Pflanzen

Gametische Hybridisation

= Vereinigung von Gameten durch Bestäubung

Somatische Hybridisation

= Vereinigung von somatischen Zellen
durch Zellfusion

Mutationsinduktion

Transfer einzelner Gene mit Hilfe gentechnologischer
Methoden

Tabelle 3: An der Herstellung transgener,
E.carotovora resistenter Kartoffeln betei-
ligte Spenderorganismen

Gerste
Bakteriophage T4
Escherichia coli
Agrobacterium tumefaciens
Blumenkohlmosaikvirus

Tabelle 4: Funktionelle Bereiche der T-DNA in transgenen *E.caratovora* resistenten Kartoffeln

1. Funktionsgen

α Amylase-Signalpeptid aus Gerste plus T4 Lysozymgen aus Bakteriophage T4 mit 35 S Promotor und Terminator aus Blumenkohlmosaikvirus

2. Selektionsgen

NPT II (Neomycinphosphotransferase)-Gen aus *E.coli* mit Nopalinsynthase-Promotor und Octopinsynthase-Terminator aus *A.tumefaciens*. NPT II-Expression beruht auf Kanamycinresistenz

3. Reisolierung der T-DNA aus transgenen Pflanzen

β Lactamase-Gen aus *E.coli* mit eigenem, bakteriellen Promotor und *E.coli* K12 Replikon

4. Integration weiterer Fremdgene in den Vektor

Promotor von Gen 5 aus T₁DNA von *A.tumefaciens*

5. Transfer von T-DNA *Agrobacterium* in die Pflanzenzelle

T-DNA Border (linke und rechte) aus *A.tumefaciens*

Gen	Wirkung	Pflanze
ACC ¹⁾	Eingriff in Ethylenstoffwechsel, Reifesteuerung	Tomate
N.N. USA-Firmen	Eingriff in Ethylenstoffwechsel, Reifesteuerung	Tomate Broccoli Himbeere
PG ²⁾	Steuerung des Pektinabbaues, Reifesteuerung	Tomate
N.N. USA-Firmen	Erhöhung des Brix-Wertes	Tomate

- 1) ACC = 1-Aminocyclopropan-1-Carboxylase-Synthase
- 2) PG = Polygalacturonase. A-PG, "FLAVR-SAVR" Patent
Firma Calgene

Stichworteingabe:	
Qualität / Resistenz	
Gentechnologie	
Pflanze	
Gemüse	35 Arten
Heil- und Gewürzpflanzen	45 Arten
Landwirtschaftliche Arten	21 Arten

Tabelle 7: Ergebnis einer Literaturanalyse 31.12.1992			
Pflanze	Anzahl Arten	% ¹⁾	Anzahl Referate
Gemüse	9	26	83
Heil- und Gewürz- pflanzen	0	0	0
Landw.Arten	14	67	320

1) % von Eingabe

Tabelle 8: Ergebnis einer Literaturanalyse Stand 31.12.1992			
Gemüse		Landwirtschaftliche Arten	
Art	Anzahl Referate	Art	Anzahl Referate
Tomate	52	Kartoffel	83
Kohl	11	Mais	72
Gurke	5	Baumwolle	32
Bohne	4	Soja	27
Paprika	4	Tabak	25
Spargel	3	Raps	18
Erdbeere	2	Reis	17
Kürbis	1	Weizen	14
Melone	1	Zuckerrübe	12
		Gerste	6
		Luzerne	6
		Flachs	4
		Sonnenblume	3
		Zuckerrohr	1
9	83	14	320

Tabelle 9: "Biologische Grenzen" der Gentechnologie	
-	Nichtverfügbarkeit wirtschaftlich wichtiger Gene
-	Fehlende Transfersysteme
"Umweltbedingte Grenzen" der Gentechnologie	
-	Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen
-	Inverkehrbringen von Produkten, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten oder aus solchen bestehen
-	Akzeptanz der potentiellen Nutzer

Tabelle 10: Gentechnisch veränderte Pflanzen		
Freisetzung		
bis Ende 1989	weltweit etwa	110
	BRD	1
bis Ende 1992	weltweit etwa	900
	USA etwa	320
	BRD	1
Anträge auf Freisetzung		
1992/1993	weltweit etwa	500
	BRD etwa	10

Tabelle 11: Sicherheitsüberprüfung gentechnisch veränderter Nahrungsmittel

1. Enthält das Produkt nur Gene von Organismen, die traditionell Nahrungsmittel darstellen und/oder von verwandten non food Arten? Wurden diese bereits früher zur Herstellung oder Verbesserung von Nahrungsmitteln durch traditionelle Methoden der Züchtung verwendet?
2. Sind die wichtigen Bestandteile des Produktes (essentielle Nährstoffe, Nicht-Nährstoffkomponenten incl. toxischer Substanzen) ausschließlich solche, die auch in den Eltern und verwandten Arten gefunden werden?
3. Liegen die wichtigen Bestandteile innerhalb der für die Eltern dokumentierten Variabilität?
4. Ergibt sich aus der Integration neuer Gene bei beabsichtigter oder zu erwartender Nutzung des Produktes kein unakzeptierbares Risiko?
5. Kann die vorgesehene oder zu erwartende Nutzung die Aufnahme individueller Bestandteile gegenüber dem jetzigen Status verändern?
6. Befinden sich die wichtigen Nährstoffe des neuen Produktes innerhalb der Streubreite der direkt vergleichbaren, traditionellen Nahrungsmittel, die ersetzt werden sollen?
7. Reichen die vorhandene Kenntnis und Dokumentation aus, um die eingeführten Gene zu charakterisieren und die Gefährlosigkeit des Nahrungsmittels sicherzustellen?
8. Sind die Genprodukte der eingeführten Gene als solche Bestandteil von Nahrungsmitteln?
9. Entstehen die Genprodukte der eingeführten Gene in Mengen, die auch in Nahrungsmitteln vorkommen?
10. Können die neuen Bestandteile bei der Verarbeitung eliminiert oder auf eine akzeptable Menge reduziert werden?

Tabelle 12: Sicherheitsüberprüfung gentechnisch veränderter Nahrungsmittel			
Frage	Entscheidung		
	ja	Fortsetzung	nein
1	2		7
2	3		4
3	5		5
4	6		10
5	6	Sicherheitsüberprüfung der neuen Bestandteile oder 10	
6	Akzeptiert	Folgen evaluieren	
7	2 und 4		8
8	9	Sicherheitsüberprüfung der neuen Bestandteile	
9	2 und 4	Sicherheitsüberprüfung der neuen Bestandteile	
10	2	Sicherheitsüberprüfung der neuen Bestandteile und/oder des Produktes	

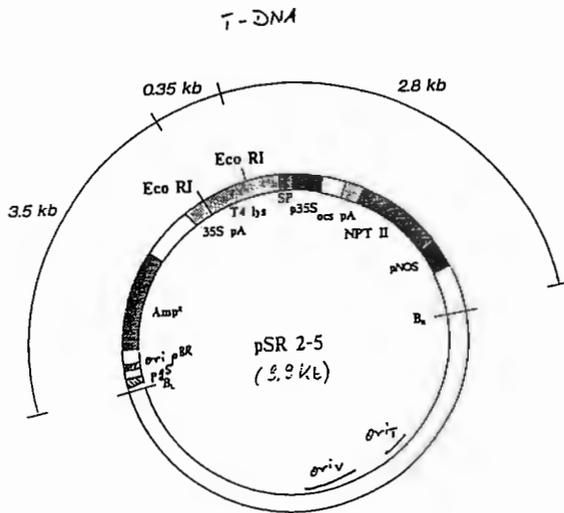


Abb. 1: Funktionelle Bereiche des Vektors P SR 2-5



Abb. 2: Blattstück mit Kallus

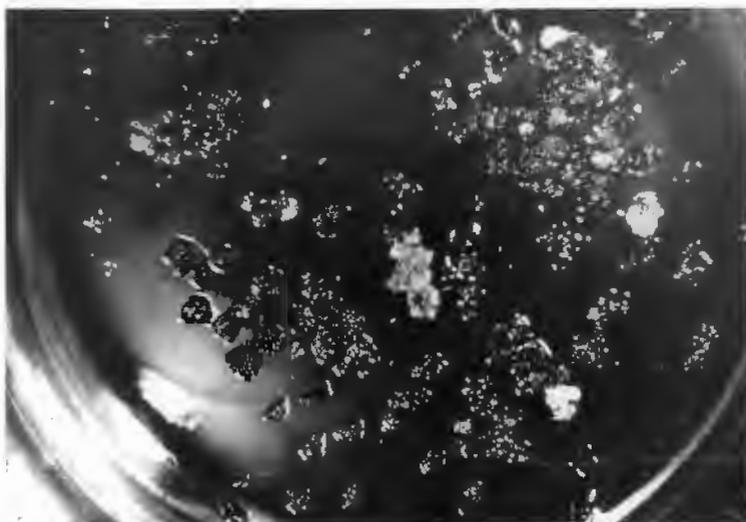


Abb. 3: Selektionsmedium mit 200 mg/l Kanamycin

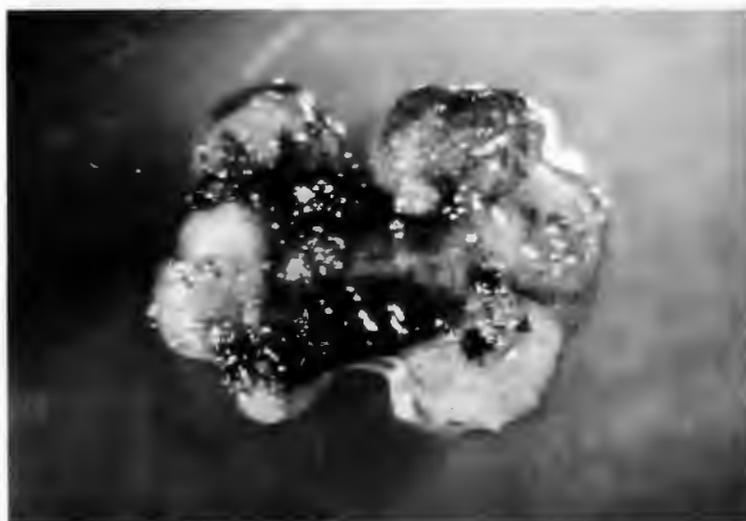


Abb. 4: GUS Test an Kallus; transgene Bereiche blau

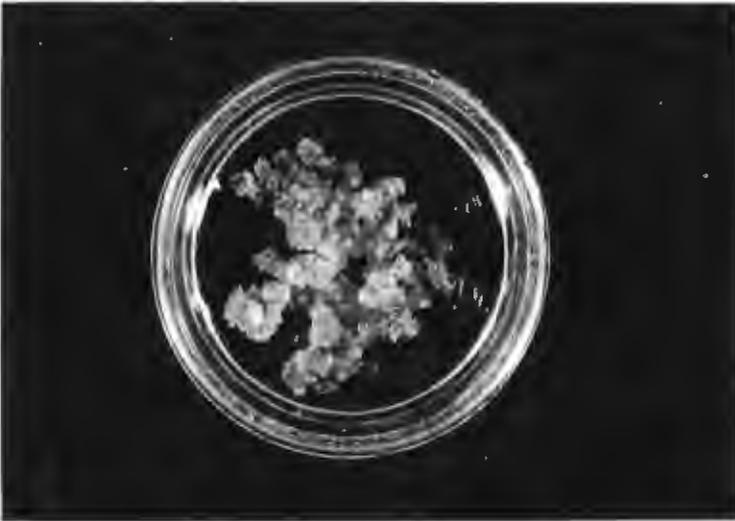


Abb. 5: Regeneration an selektiertem, transgenen Kallus



Abb. 6: Regenerierte Pflanzen

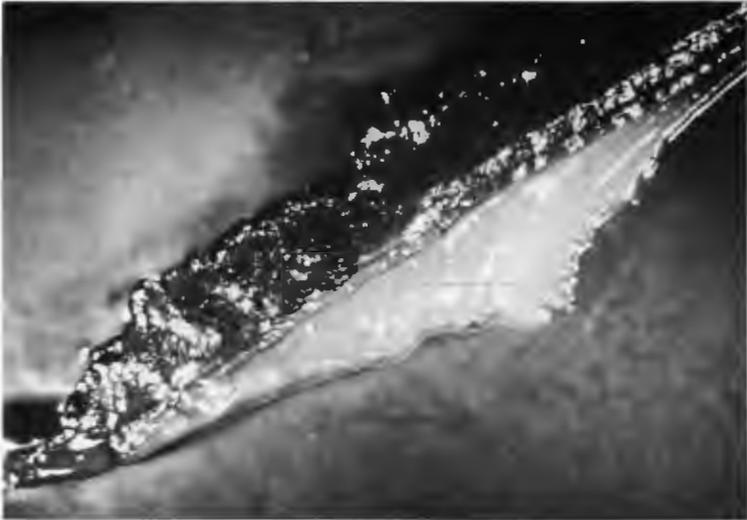


Abb. 7: GUS Test an regeneriertem Blatt



Abb. 8: Wirkung von Glyphosat (round up)

Chancen zur Risikoverminderung beim Einsatz von Agrarchemikalien am Beispiel gentechnisch erzeugter Glufosinate-toleranter Kulturpflanzen

**H. Müllner, G. Donn, P. Eckes und E. Dorn
(Hoechst Aktiengesellschaft, 6230 Frankfurt am Main 80)**

Größere Effizienz in der Landwirtschaft wird vor allem in den Entwicklungsländern gefordert, da dort in vielen Fällen die Bevölkerung rascher wächst als die Produktivität in der Nahrungsmittelerzeugung.

Im Gegensatz dazu ist in den industrialisierten Ländern die Landwirtschaft schon hoch effizient und kann mehr produzieren als notwendig ist, um die Bevölkerung zu ernähren. Dies liegt vor allem an der Verwendung von Dünger, anderen Verbesserungen und der Anwendung von effizienten Pflanzenschutzmitteln, die die Kultur vor der Konkurrenz durch Unkräuter, dem Angriff von Insekten und vor Krankheiten schützen.

Allerdings hat die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in großen Mengen in den Industrieländern zu einem neuen Bewußtsein über die Umweltaspekte der Landwirtschaft geführt.

Tabelle 1: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Tonnen a. i. /Jahr)		
	insgesamt	USA
Herbizide	538.000	(231.000)
Insektizide	350.000	(52.000)
Fungizide	580.000	(66.000)

Es gibt einen immer stärkeren Wunsch nach Maßnahmen, die die unerwünschten Nebeneffekte der intensiven Landwirtschaft reduzieren helfen.

Um aber eine effiziente Produktion von Nahrungsmitteln aufrechtzuerhalten und auf der anderen Seite den Einfluß auf die Umwelt zu reduzieren, versucht die Industrie neue Chemikalien mit besseren ökotoxikologischen Eigenschaften, höherer Aktivität und besserer Selektivität zu entwickeln.

Die Sulfonylharnstoffe sind ein Beispiel für solch eine neue Chemie, die zu einer substantiellen Reduktion der gesamt aufgewendeten Menge von Herbiziden führen wird.

Auf der anderen Seite sind Industrie und wissenschaftliche Institute daran interessiert, alternative Methoden zu entwickeln, die in Kombination mit anderen Mitteln der guten landwirtschaftlichen Praxis eine zusätzliche Reduktion des Einflusses auf die Umwelt ermöglichen können.

Solch ein System, das Rotationen von Kulturen, biologische und chemische Pflanzenschutzmittel genauso wie die Verwendung von resistentem Saatgut beinhaltet, nennt man "Integrierten Pflanzenschutz". Leider ist dieses Konzept noch nicht allgemein akzeptiert.

Als Teil dieses Systems wird die Pflanzenzüchtung mehr und mehr Bedeutung gewinnen, vor allem, weil sich die modernen Techniken der Zell- und Molekularbiologie immer weiter entwickelt haben. Durch diese Methoden ist es jetzt möglich und in vielen Fällen auch schon verwirklicht, Gene verschiedener Organismen in Pflanzen hineinzutransferieren und dadurch Pflanzen gegen Insekten, Pilzpathogene und Viren resistent zu machen. Daneben konnten andere Eigenschaften wie veränderte Inhaltsstoffe oder Verträglichkeit gegenüber Herbiziden mit vorteilhaften Eigenschaften, wie z.B. dem Glufosinate, auf Kulturpflanzen übertragen werden.

Glufosinate-verträgliche Kulturen

Im folgenden soll die mögliche Entwicklung von Glufosinate als ein selektives Herbizid beleuchtet werden, und es soll versucht werden, die Frage zu beantworten:

"Wird der Einsatz von Glufosinate in Glufosinate-toleranten Kulturen zu einer Reduktion in der Umweltbelastung durch die Unkrautkontrolle führen?"

Um diese Frage vernünftig beantworten zu können, ist es notwendig, die Standardverfahren zur Unkrautkontrolle mit dem in Zukunft möglichen Einsatz von Glufosinate in toleranten Kulturen zu vergleichen.

Der Beitrag ist daher in drei Teile unterteilt, wobei im ersten Teil versucht werden soll aufzuzeigen, wie heute in Mais, Raps und Zuckerrübe die Standard-Unkrautkontrollsysteme aussehen und welche Vor- und Nachteile sie haben.

Im zweiten Teil wird Glufosinate und seine Eigenschaften beschrieben. Der dritte Teil beleuchtet, wie Glufosinate-tolerante Kulturen entwickelt worden sind und wie das neue Unkrautkontrollsystem unter Einsatz von Glufosinate in Glufosinate-toleranten Kulturen aussieht. Der Teil 1 wird sich vor allen Dingen auf Mais, Raps und Zuckerrübe konzentrieren. Diese Schlüsselkulturen werden auf substantiellen Flächen in Nordamerika und Europa genutzt.

Tabelle 2: Genutzte Flächen		
Fläche (mio ha)	Nordamerika	Europa
Mais	28,0	13,6
Raps		
Sommerraps	2,6	3,1
Winterraps		
Zuckerrübe	0,5	3,5

Die wichtigsten Pflanzenschutzmittel, die in Mais eingesetzt werden, sind vor allem Bodenherbizide. Die Aufwandmenge rangiert dabei zwischen 1,5 und 5 kg a.i./ha.

Tabelle 3: Unkrautkontrolle in Mais			
Fläche	Vorauflauf	Nachauflauf	kg a.i./ha
5 - 10 %	-	-	-
20 - 50 %	Atrazin, Alachlor und/ oder Mischungen mit Atrazin	-	1,5 - 2,5
40 - 75 %	Atrazin, Alachlor und/ oder Mischungen	Atrazin Cyanazin	3,0 - 5,0

Das Folgen einer Versicherungsphilosophie im Einsatz dieser Residual- oder Bodenherbizide ist sehr populär, aber neben den Grenzen in der Wirksamkeit und der Flexibilität kann die Verwendung dieser Bodenherbizide zur Erosion, Versickerung und Grundwasserkontamination führen.

Auch die Unkrautkontrolle in Raps wird zur Zeit noch von Residual- oder Bodenherbiziden dominiert. So werden in Canola in Canada vor allen Dingen Herbizide der Trifluralin-Gruppe (ca. mehr als 70 %) eingesetzt.

Tabelle 4: Unkrautkontrolle in Canola/Raps (Winterraps)			
	Vorauflauf	Nachauflauf	kg a.i./ha
Canola	Trifluralin Bodeneinar- beitung	Sethoxidim Hoegras Fusilade + Dikotylen- Herbizide	1,0 - 1,8
Raps (Winterraps in Europa)	Trifluralin o. Metazachlor o. Carbetamid u. Dimefuron	Metazachlor o. Carbetamid u. Dimefuron o. Napropamid o. Fluazifop	1,5 - 3,0

In Europa werden in Winterraps die gleichen Herbizide eingesetzt, allerdings durch andere, auch postemergent einsetzbare Herbizide, ergänzt. Die Probleme dieser Unkrautkontrollmaßnahmen sind ähnlich zu denen in Mais.

Die komplizierteste und teuerste Lösung wird in Zuckerrübe praktiziert.

Anzahl der Anwendungen				kg a.i./ha
1	2	3	4	
Triallate o. Pyrazon o. Mischungen u. hacken	Metamitron o. Pyrazon und Mischungen Phenmedipham Ethofumesate u. hacken	Metamitron o. Pyrazon und Mischungen Phenmedipham Ethofumesate Fluazifop	Mischungen Metamitron Phenmedipam Ethofumesate Lencacil Fluazifop	2 - 6
2 %	16 %	43 %	32 %	
behandelte Fläche				

Oft wird mit 4 Anwendungen, in manchen Fällen sogar mit 5, und bis zu 6 unterschiedlichen Herbiziden versucht, die wenig kompetitive Zuckerrübe vor Unkräutern zu schützen. Bis zu 6 kg von Aktivsubstanz werden eingesetzt, um die Felder vollständig von Unkräutern freizuhalten. Trotz der Wirksamkeit des Systems ist auch die Unkrautkontrolle in Zuckerrübe nicht optimal. Nachteile sind z.B. die geringe Flexibilität in der Anwendung, die Erosion, die in der Folge auftreten kann, die Phytotox der eingesetzten Herbizide auf die Zuckerrübe, die Kosten und die Schwierigkeiten in der Anwendung.

Nachdem nun die Standardunkrautkontrollmaßnahmen in diesen drei Kulturen von allen Seiten beleuchtet worden sind stellt sich die Frage:

"Was sind die Eigenschaften eines idealen Unkrautkontrollsystems oder eines idealen Pflanzenschutzmittels?"

Tabelle 6

- voll selektiv, keine Phytotox
- vollständige Kontrolle der Unkräuter (Dikotyle, Monokotyle, Einjährige, Mehrjährige)
- hohe Flexibilität
- leichte Anwendung
- keine Resistenzzeugung
- schneller Abbau
- gute toxikologische und ökotoxikologische Eigenschaften
- paßt gut in das Konzept des Integrierten Pflanzenbaus
- paßt gut in das Direktsaatsystem
- kostengünstig

Das ideale Pflanzenproduktionssystem sollte sicher für die Kultur und Nicht-Zielorganismen sein. Es sollte die Bodenstruktur und die mikrobielle Aktivität nicht stören, Bodenerosion verhindern und die Versickerung von Nitrat vermeiden.

Die heutigen Unkrautkontrollsysteme, insbesondere die, die Boden- oder Residualherbizide einsetzen, sind noch sehr weit von dieser idealen Situation entfernt. Verringerte Bodenbearbeitung, kombiniert mit der Anwendung von selektiven postemergenten Herbiziden, die nur dann eingesetzt werden, wenn die Verunkrautung einen bestimmten Stellenwert überschreitet, wäre hier zu überlegen. Die hier eingesetzten Herbizide sollten aber die folgenden Kriterien erfüllen: Sie sollten ein breites herbizides Wirkungsspektrum besitzen, aber der Kultur gegenüber und anderen Nicht-Zielorganismen vollständig ungiftig sein, in anderen Worten: Es sollte hervorragende Selektivität, hohe Abbaubarkeit, keine Akkumulation von Rückständen in Boden und Wasser, ein gutes toxikologisches und ökotoxikologisches Profil der Verbindung und ihrer Metaboliten besitzen.

"Wird nun Glufosinate in toleranten Kulturen diese Kriterien erfüllen können?"

Hierbei sollte man sich zuerst auf die Verbindung L-Phosphinothricin konzentrieren. Das aktive Prinzip von Glufosinate ist eine natürliche Aminosäure und Teil des Tripeptids Bialaphos, das von den Bodenmikroorganismen *Streptomyces viridochromogenes* und *S. hygroscopicus* produziert wird. Glufosinate wird chemisch synthetisiert und ist ein Racemat von D- und L-Phosphinothricin. Es ist ein potentes, nicht-selektives Herbizid und wird von den Blättern nach Blattapplikation aufgenommen. Es kann alle Unkräuter abhängig von der Dosis kontrollieren. Die oben erwähnten toxikologischen und ökotoxikologischen Kriterien werden erfüllt, d.h. es ist nicht persistent und wird schnell abgebaut.

Die schnelle Wirkung beruht auf der Inhibierung der Glutaminsynthetase, einem essentiellen Enzym in Pflanzen, das den Ammoniak, der aus der Nitratreduktion, dem Aminosäureabbau oder der Photorespiration entsteht, entgiftet.

Im Boden wird Glufosinate schnell durch Transaminierung des Aminostickstoffs inaktiviert.

Tabelle 7: Vergleich Ideales Pflanzenschutzmittel/Glufosinate in Glufosinate-toleranten Kulturen	
Ideales Pflanzenschutzmittel	Glufosinate-System

- voll selektiv, keine Phytotox	ja
- vollständige Kontrolle der Unkräuter (Dikotyle, Monokotyle, Einjährige, Mehrjährige)	ja
- hohe Flexibilität	ja
- leichte Anwendung	ja
- keine Resistenzzeugung	ja
- schneller Abbau	ja
- gute toxikologische und Ökotoxikologische Eigenschaften	ja
- paßt gut in das Konzept des Integrierten Pflanzenbaus	ja
- paßt gut in das Direktsaatsystem	ja
- kostengünstig	ja

Da die Eigenschaften von Glufosinate bemerkenswert sind, wie aus einem Vergleich der Eigenschaften eines idealen Herbizids mit Glufosinate hervorgeht, wäre die Anwendung dieses Herbizids in Kulturpflanzen eigentlich sehr erwünscht.

Der einzige Fehler dieses Herbizids liegt nur darin, daß Unkräuter und Kulturpflanzen gleichermaßen abgetötet werden.

Dieser Fehler kann durch Erzeugung von Glufosinate-verträglichen Pflanzen behoben werden. Denn Glufosinate gehört neben dem nicht-selektiven Herbizid Gluphosate zu den wenigen Wirkstoffen, bei denen die Erzeugung von toleranten Pflanzen Sinn macht.

"Was sind nun die Mechanismen, durch die Kulturen Toleranz gegen Glufosinate erreichen können?"

Viele Jahre von intensiver Selektion auf Zellkulturebene war nicht ausreichend, um Glufosinate-tolerante Zellen oder Pflanzen zu selektieren, deren Toleranz schließlich im Feld ausreichend war.

In gleicher Weise hat die Überexpression des Zielenzym Glutaminsynthetase in Pflanzen ebenfalls nicht zu einem agronomisch interessanten Niveau der Toleranz geführt. In Kooperation mit der Gruppe von Prof. Pühler in Bielefeld war es möglich, ein Gen aus einem der Bialaphosproduzierenden Stämme zu isolieren, das in den Mikroorganismen die Verbindung durch Acetylierung inaktiviert und damit die Mikroorganismen selbst vor ihrem eigenen Wirkstoff schützt.

N-Acetylphosphinothricin bindet dann nicht mehr an die Glutaminsynthetase und hat daher auch keine herbizide Aktivität. Nach Anpassung der DNA-Sequenz des Wildtyp-Gens an die Codon-Benutzung in Pflanzen und nach Einbau dieses Gens in Transformationsvektoren konnten eine Reihe von dikotylen Kulturen mit Hilfe des Agrobacterium tumefaciens Vektorsystems transformiert werden. Weil diese Transformanten das Enzym exprimieren, die die Verbindung durch Acetylierung inaktiviert, kann das Pflanzengewebe und auch die Pflanzen in der Zellkultur mit Hilfe von Glufosinate selektiert werden.

Pflanzenextrakte, die mit radioaktiver Glufosinate inkubiert werden, zeigen schon innerhalb von einer Stunde die Umwandlung von Glufosinate in die inaktive N-Acetyl-Verbindung.

Pflanzen, die dieses Gen tragen und das Enzym exprimieren, können mindestens die 3-fache Menge an Glufosinate tolerieren, die notwendig ist, um normalerweise die Unkräuter in diesen Kulturen zu kontrollieren.

Es ist auch erwähnenswert, daß Gene, die Resistenz gegenüber Glufosinate erzeugen, als Selektionsmarker eingesetzt werden können, weil durch die Anwendung von Glufosinate dann zwischen transgenen und nicht-transge-

nen Individuen auf Zellebene wie auf der Pflanzenebene unterschieden werden kann.

Das Glufosinate-Resistenz-Gen ist daher ein außerordentlich gutes Züchtungsinstrument, um andere Gene von wirtschaftlicher Bedeutung in Pflanzenzellen, in Zuchtlinien und Varietäten einzubringen, wenn diese an das Glufosinate-Resistenz-Gen gebunden sind.

Neben dicotylen Pflanzen konnten in Hoechst auch mit Hilfe eines Protoplastentransformationssystemes Mais transformiert und regeneriert werden.

Auf der Grundlage einer embryogenen Maiszellsuspension konnten Protoplasten mit nackter DNA, die das synthetische PAT-Gen enthielten und unter der Kontrolle eines starken Promoters stand, transformiert werden. Es war möglich, tolerante Kalli zu selektieren und zu Pflänzchen zu regenerieren, die nach dem Eintopfen mit Glufosinate besprüht wurden. Diese Pflanzen tolerierten bis zu 2 kg Aktivsubstanz/ha, das ist dreimal die Menge, die nötig ist, um eine effiziente Unkrautkontrolle ohne Symptome zu erreichen.

Durch Nutzung dieser verlässlichen und effizienten Protoplastentransformationsmethode konnte eine große Zahl von Transformanten erzeugt werden.

Die größte Zahl dieser transgenen Maispflanzen sind fertil und das eingeführte neue Gen wird nun seit schon über 6 Generationen stabil exprimiert.

Mittlerweile konnten mehr als ein Dutzend dikotyle Kulturen und drei wichtige monokotyle Kulturen, wie z.B. Mais, Reis und Weizen erfolgreich durch unterschiedliche Labors transformiert werden. Allerdings ist der Gentransfer selbst nur der Startpunkt für eine Produktentwicklung, die auch die Züchtung von toleranten Varietäten und die agronomische Entwicklung des neuen Unkrautkontrollsystems einschließt.

In den letzten Jahren konnte die Toleranz von Sojabohne, Raps, Mais und anderen Kulturen schon im Feld geprüft werden.

In der Zukunft muß man sich darauf konzentrieren, welche Aufwandmenge an Glufosinate notwendig ist, in einer Reihe von Kulturen die Unkräuter effizient kontrollie-

ren zu können. Auf der Basis vorhandener Erfahrungen erwarten wir folgenden Bereich der Anwendungsdosis:

Tabelle 8: Unkrautkontrollsystem Glufosinate		
mögliche Anwendungsdosis, Standardkontrolle		
	Glufosinate	Standardkontrolle
Mais	0,5 - 1	3 - 5
Raps	0,4 - 0,75	1,5 - 3
Zuckerrübe	1 - 1,5	2 - 6

Selbst wenn höhere Mengen notwendig werden, wird neben anderen Vorteilen des neuen Systems eine beträchtliche Einsparung in der Gesamtmenge an applizierten Herbiziden erreicht werden.

In Sojabohnen konnte gezeigt werden, daß die verträglichen Pflanzen 2 kg a.i./ha problemlos tolerieren, eine Unkrautkontrolle aber schon mit 0,5 kg a.i./ha erreicht werden konnte. In kanadischen Versuchen konnten Glufosinate-verträgliche Sommerrapslinien bis zu 2 kg a.i./ha tolerieren und die Unkrautkontrolle war ausgezeichnet schon unterhalb von 0,75 kg a.i./ha. Es gibt zahlreiche Hinweise, daß die Unkräuter hier ausreichend kontrolliert werden können mit ca. 0,4 kg a.i./ha. In gleicher Weise zeigte sich, daß in Mais die transgenen Pflanzen 2 kg a.i./ha ohne Symptome vertrugen und für die Unkrautkontrolle 0,5 kg a.i./ha sehr gute Ergebnisse erreichte.

In Sommerraps wurden auch schon Ertragsstudien gemacht. Weder das Transformationsereignis selbst noch die Glufosinate-Behandlung der transgenen Kultur führte zu einer Ertragsreduktion dieser Pflanzen.

In den folgenden Jahren sollen alle agronomischen Parameter dieses Unkrautkontrollsystems in Kulturen wie Mais, Raps, Zuckerrübe und anderen sorgfältig untersucht werden.

Ein interessanter Nebeneffekt ist der, ob Erosion dadurch verhindert werden kann, daß sich aus den abgetöteten Unkräutern eine Mulchdecke bildet.

Ein Hinweis darauf ergab sich in einem frühen Tabakversuch. Nachdem die Unkräuter abgetötet wurden, die fast

die Kultur erstickt hatten, bildete sich eine dichte Mulchdecke, die den Boden bedeckte. Dieser Effekt könnte sehr gut in Systemen eingesetzt werden, in denen die Bodenbearbeitung eingeschränkt, oder in denen Zwischenkulturen eingesetzt werden. Nach dem Auflaufen der Kultur werden sie mit einem Herbizid abgesprüht und es bildet sich dann ein schützender Mulch.

Ein anderer Aspekt wird in der Zukunft gleichermaßen wichtig werden, und zwar ist dies der Aspekt der Resistenzentwicklung bei Unkräutern. Durch die Schaffung Herbizid-toleranter Kulturen können Herbizide mit neuartigen Wirkungsweisen in die Landwirtschaft eingebracht und Teil eines Herbizidrotationssystems werden. Dies mag notwendig werden, weil bei einigen der in den letzten 10 Jahren entwickelten und vermarkteten Herbizidklassen wie Sulfonylharnstoffe, Imidazolinone und Grasherbizide gegenüber dem Auftreten von Spontanmutationen, die zur Herbizidresistenz führen, sehr empfindlich sind.

Es ist daher notwendig, Strategien zu entwickeln, die das Auftreten von mehr und mehr resistenten Unkräutern verhindern bzw. deren Ausbreitung verzögern.

Herbizidkombinationen und Herbizidrotation sind zwei effektive Wege, um die Risiken für die betroffenen Herbizidklassen deutlich zu reduzieren.

Glufosinate genauso wie Glyphosate sind Herbizide mit neuen Wirkungsmechanismen und in beiden Fällen konnten bisher keine resistenten mutierten Unkräuter in Flächen beobachtet werden, wo diese Verbindungen regelmäßig eingesetzt werden.

Daher werden diese zwei Herbizide sehr wichtige Bausteine in einem Programm sein, das zum Ziel hat zu vermeiden, daß Herbizid-tolerante Unkräuter in der Zukunft kein Problem darstellen.

Zusammenfassend möchte ich sagen, daß die existierenden Unkrautkontrollmaßnahmen wegen ihrer ökologischen Begrenzungen vernünftiger Alternativen bedürfen.

Diese sollten besonders die Nachauflaufblattherbizide beinhalten, weil diese einen deutlich geringeren Einfluß auf die Umwelt besitzen.

Glufosinate, wegen seiner exzellenten Eigenschaften, wird eines dieser Herbizide sein, und ein System der Anwendung von Glufosinate in Glufosinate-toleranten Kulturen kann den Standardbehandlungen überlegen sein. Mit dem Wechsel zu solch einem System kann die Gesamtmenge von Herbizid, die zur Zeit eingesetzt wird, verringert werden und andere Nachteile, die bisher den Standardbehandlungen anhaften, werden verschwinden.

Gentechnologie aus der Sicht der Lebensmittelindustrie - Möglichkeit zur Herstellung besserer und sichererer Lebensmittel

**T. Hatzold
(Kraft General Food R & D Inc., Unterbibergerstr. 15, 8000
München 83)**

Sicherheit und Unbedenklichkeit unserer Lebensmittel stehen ganz oben in der Zielhierarchie der Lebensmittelindustrie (Abb. 1). Daß die Produkte der Lebensmittelindustrie unbedenklich sind, wird manchmal angezweifelt. Zuweilen wird unterstellt, daß aus Gründen der Kostenreduktion der Zusatz angeblich bedenklicher Zusatzstoffe oder das Vorhandensein von Kontaminanten akzeptiert wird. Man sollte aber bedenken, daß gerade ein großes Unternehmen der Lebensmittelindustrie im Sicherheitsbereich besonders sorgfältig agieren wird, da es - selbst im Fall von relativ geringfügigen, aber öffentlichkeitswirksamen Vorfällen - in besonderem Maße verwundbar ist. Daher sind unsere firmeninternen Sicherheitsstandards, einschließlich der Endproduktspezifizierung, meist schärfer als vom Gesetzgeber formuliert - für alle Fälle. Keine staatliche Regelung schreibt beispielsweise so detaillierte und genaue Hygienerichtlinien vor, wie sie firmenintern praktiziert werden.

In ähnlicher Weise wird jedes Unternehmen der Lebensmittelindustrie mit der Gentechnologie umgehen müssen. Es ist abzusehen, daß mehr und mehr Rohstoffe angeboten werden, die aus gentechnisch modifizierten Organismen hergestellt werden. Nur diejenigen Produkte werden eingesetzt werden, bei denen es keinerlei Zweifel an der Sicherheit und Unbedenklichkeit gibt.

Aus der Notwendigkeit, nur sichere Lebensmittel einzusetzen, kann sich jedoch auch die Verpflichtung ergeben, neue, sicherere Technologien einzusetzen - und

hierzu kann im Einzelfall auch die Gentechnologie gehören.

Laufend strebt die Lebensmittelindustrie umfassende Verbesserungen der Produktqualität, der Umweltfreundlichkeit der Produktion, der Lagerungsstabilität der Produkte und niedrigere Kosten an. Im folgenden wird diskutiert, ob und in welcher Weise die Gentechnologie einen Beitrag zur Erreichung dieser Ziele leisten kann.

Daneben gibt es aber auch andere moderne Techniken. Auf der linken Seite in Abb. 2 sind die Lebensmittel aufgezeichnet, die ohne Berührung mit Gentechnik hergestellt werden können; das sind konventionelle Lebensmittel, aber auch Lebensmittel, die mit anderen neuartigen Verfahren produziert wurden, oder Lebensmittel, die von der Zusammensetzung her neuartig sind. Ein Beispiel hierfür ist Quorn, ein Protein aus Mikroorganismen (*Fusarium graminearum*). Dieses neuartige Lebensmittel ist in England schon einige Zeit auf dem Markt und wird zur Zeit in Deutschland eingeführt.

Bei den aus gentechnisch modifizierten Organismen (GMO) herstellbaren Lebensmitteln kann man unterteilen in Lebensmittel, die noch GMOs enthalten und andererseits in Lebensmittel, die solche nicht enthalten. Man wird aber mit der Gentechnik auch in Bezug auf die Zusammensetzung völlig neuartige Lebensmittel produzieren können, z.B. neuartige Proteine oder Stärken mit bestimmten, gezielt veränderten funktionellen Eigenschaften.

Diejenigen Lebensmittel, die GMOs enthalten, kann man unterteilen in solche, denen Gene aus der gleichen Spezies oder solche, denen Gene aus einer anderen Spezies übertragen wurden.

Die Sicherheitsüberprüfung muß je nach Anwendungsfall unterschiedlich ausfallen, da im Endprodukt noch lebende Mikroorganismen anders zu beurteilen sind als abgetötete, und diese wiederum anders als Pflanzen- oder Tierteile.

Lebensmittel, die aus GMOs herstellbar sind, aber selbst keine GMOs enthalten.

Proteine, insbesondere Enzyme, kommen in der Lebensmittelindustrie in überaus vielfältiger Weise zum Einsatz. Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang modifizierte Enzyme, wie sie in der Natur nicht vorkommen: mit modifiziertem pH-Optimum, erhöhter Thermostabilität oder modifizierter Substratspezifität (1). Enzyme werden heute technologisch in erster Linie aus Mikroorganismen hergestellt. Man denke aber auch an Papain, das aus dem Saft unreifer Papayas gewonnen wird und als Fleischzartmacher sowie in der Lebensmittelindustrie für verschiedene andere proteolytische Zwecke Verwendung finden kann.

Ob es sinnvoll sein kann, höheren Pflanzen die genetische Information zur Produktion bestimmter Enzyme zu übertragen, um auf diesem Wege in Konkurrenz zur Produktion durch Mikroorganismen zu treten, soll hier nicht abschließend beurteilt sein.

Kohlenhydrate können ebenso wie aus konventionellen Rohstoffen auch aus gentechnisch veränderten Pflanzen extrahiert werden. Besonders interessant für die Lebensmittelindustrie sind Stärken oder modifizierte Stärken mit bestimmten funktionellen Eigenschaften. Beispielsweise ist es möglich, bei stärkeproduzierenden Pflanzen das Verhältnis von Amylose zu Amylopektin zu verändern. Auf diese Weise kann man die technologischen Eigenschaften von Stärke im Hinblick auf den jeweiligen technologischen Anwendungsbereich beeinflussen (2).

Andere Lebensmittelzusätze und Zusatzstoffe können aus gentechnisch modifizierten Mikroorganismen extrahiert werden. Aber auch höhere Pflanzen werden heutzutage vielfach als Rohstoff zur Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen eingesetzt. Man denke nur an die Extraktion verschiedener Lebensmittelfarbstoffe wie Carotinoide, Anthocyane oder Verdickungsmittel wie Pektin oder Johannisbrotkernmehl aus Pflanzen. Ein weites Feld ergibt sich bei Aromen, zu deren Produktion grundsätz-

lich auch gentechnisch veränderte Pflanzen in Betracht kommen.

Als Beispiel für den Einsatz von aus GMO hergestellten Enzymen soll auf Chymosin als Labaustauschstoff eingegangen werden (Abb. 3). Traditionellerweise gewinnt man das Lab aus dem Kälbermagen und kann damit einen geschmacklich einwandfreien Käse herstellen. Nachteile dieses Gewinnungsverfahrens sind eine begrenzte Verfügbarkeit des Stoffes und ein niedriger Reinheitsgrad, der bei 4 - 8 % liegt. Der Rest sind Verunreinigungen, nämlich Proteine aus der Magenschleimhaut und Salze. Man kann Labaustauschstoffe aber auch aus Mikroorganismen gewinnen. Diese weisen gegenüber Lab aus Kälbermagen eine erhöhte proteolytische Aktivität auf, die zu Geschmackseinbußen durch ggf. entstehende Bitterpeptide führen kann. Anders ist dies beim Chymosin, das mit Hilfe von gentechnisch veränderten Mikroorganismen hergestellt wird, denn hierbei handelt es sich um ein Enzym, das chemisch mit dem Lab identisch ist, aber einen wesentlich höheren Reinheitsgrad aufweist, nämlich ca. 80 - 90 % aktives Protein. Ein solch hoher Reinheitsgrad ist wünschenswert, da dann andere enzymatische Aktivitäten praktisch keine Rolle spielen und selektiv die Koagulation des Caseins erreicht werden kann. Chymosin, also das aus gentechnisch veränderten Mikroorganismen gewonnene Enzym, wird heute bereits verwendet. Man schätzt, daß in den USA ca. 40 % des auf dem Markt befindlichen Käses mit diesem Stoff hergestellt wird. In Europa allerdings dürfte sich die derzeitige Verwendung aufgrund der geringen Verbraucherakzeptanz sehr stark in Grenzen halten (3, 4).

Auch Fette und Öle können aus GMOs extrahiert werden (Abb. 4). Der Problembereich, der uns in der Lebensmittelindustrie hierbei am meisten interessiert, ist der der Lagerungsstabilität. Einige Fette, besonders wenn sie reich an ungesättigten Fettsäuren wie Linolensäure sind, neigen zu Autooxidation und geschmacklichen Einbußen. Die Reduzierung des Linolensäuregehaltes bei Sojaöl wäre daher ein lohnendes Ziel; andererseits könnte man aber auch den Gehalt an natürlichen Anti-

oxidantien erhöhen, von denen einige eine Vitaminwirkung wie die Tocopherole aufweisen und als Antioxidantien bzw. Radikalfänger im menschlichen Organismus positive Wirkungen ausüben können.

Interessante Möglichkeiten könnten sich bei der Margarineherstellung ergeben. Gelänge es, die Fettsäurezusammensetzung und Triglyzeridstruktur bestimmter pflanzlicher Fette so zu beeinflussen, daß die Konsistenz der einer Margarine nahekomm, könnte man das Herstellungsverfahren vereinfachen und das Vorkommen von unerwünschten trans-Fettsäuren in Margarine vermeiden (5).

Kakaobutter ist ein teureres Erzeugnis und es wäre faszinierend, eine Kakaobutterimitation herzustellen, die die gleichen technologischen Eigenschaften hat und das gleiche Mundgefühl wie Kakaobutter hervorrufen kann (6).

Was die Verbesserung unserer Ernährungssituation betrifft, so könnte auch hierzu die Gentechnologie einen Beitrag leisten und vielleicht durch eine verbesserte Präventionswirkung bezüglich kardiovaskulärer und krebsartiger Krankheiten im positiven Sinn bei weitem mehr bewirken, als von Kritikern im negativen Sinne befürchtet. Denkbare Ziele in diesem Bereich wären die Reduzierung des Gehaltes von gesättigten Fettsäuren in Pflanzenfetten und -ölen oder ein Einbau von 3-polyungesättigten Fettsäuren in bestimmte Öle sowie die Erhöhung des Gehaltes von fettlöslichen Vitaminen und natürlichen Antioxidantien.

Die präventive Bedeutung der o.g. Stoffe wird zwar kontrovers beurteilt. Es deuten aber viele Untersuchungen darauf hin, daß eine erhöhte Zufuhr natürlicher Antioxidantien und als Radikalfänger wirkender Substanzen eine Bedeutung hinsichtlich der Prävention von Krebserkrankungen haben kann.

Lebensmittel, die GMOs enthalten Mikroorganismen

Mikroorganismen bieten eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere im Bereich der Milchwirtschaft und der Fleischtechnologie. So können z.B. Fehlerfermentationen und damit fehlerhafte Produkte, die möglicherweise als Abfall die Umwelt belasten, vermieden werden, indem man Gene in Starterkulturen einbaut, die eine Phagenresistenz bewirken. Schnellere Reifung zum Zwecke der Kostenreduktion sowie eine Verbesserung von Geschmack und Textur zu einer besseren Produktqualität und Verbraucherakzeptanz sind weitere Einsatzmöglichkeiten. Von besonderer Bedeutung ist die Inhibierung des Wachstums pathogener Mikroorganismen wie Listerien und Clostridien. Immer wieder wird von mikrobiell bedingten Lebensmittelintoxikationen berichtet (8), und ein Beitrag zur Lösung dieser Probleme muß der Lebensmittelindustrie wie dem Verbraucher willkommen sein.

Eine solche Inhibierung ist allerdings als Folge der Produktion von antimikrobiellen Substanzen zu betrachten. Milchsäurebakterien produzieren eine ganze Reihe entsprechend wirksamer Stoffe. Einer dieser Stoffe, das Nisin, ein Antibiotikum, ist in einigen europäischen Ländern bereits als Zusatzstoff zur Käseherstellung zugelassen. Auch im Falle einer Produktion bisher nicht verwendeter Stoffe durch gentechnisch veränderte Milchsäurebakterien in Lebensmitteln, sind selbstverständlich Überprüfungen hinsichtlich der gesundheitlichen Unbedenklichkeit dieser Stoffe notwendig.

Auch die Stabilisierung bestimmter Eigenschaften von Mikroorganismen kann durch die Gentechnologie gelingen, was man zur Aufrechterhaltung einer gleichbleibenden Qualität der Endprodukte nutzen kann.

Gentechnologie kann auch einen Beitrag zur Verbesserung des Umweltschutzes leisten, indem man zum Beispiel Hefen oder anderen Mikroorganismen die Gene zur Verwertung von Lactose überträgt und so das Abfallprodukt Molke, das bei der Käseherstellung in großen Mengen

anfällt, besser verwerten kann (9). Aber nicht nur in der Milchwirtschaft und in der Fleischtechnologie, sondern auch in der Backtechnologie und der Brautechnologie gibt es eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten. Chancen bieten sich in der Backtechnologie zur Verkürzung der Gehzeit und in der Brautechnologie zur Vereinfachung des Brauprozesses, zur Verkürzung der Reifezeit, zur Verhinderung des Verstopfens der Filter und zur verbesserten Gewährleistung der Schaumfestigkeit (3).

Höhere Pflanzen

Nicht alles, was natürlich ist, ist auch gesund, und es ist bekannt, daß auch unsere Lebensmittelpflanzen eine Reihe unerwünschter oder sogar toxischer Inhaltsstoffe enthalten können. Enzymatische Reaktionen und damit Stoffwechselwege, die zur Bildung dieser Begleitstoffe führen, können nun mit Hilfe neuer Techniken, z.B. der Antisense-mRNA-Technik unterdrückt werden (3). Beispiele (Abb. 5) solcher unerwünschter Substanzen sind z.B. Proteinase-Inhibitoren oder Hämagglutinine in Leguminosen oder Solanin in Kartoffeln. Denkbar wäre auch eine Reduzierung der Goitrogene in Brassica-Arten, so daß wir eines Tages möglicherweise manche dieser Lebensmittel in größeren Mengen als Rohkost verwenden können.

Intensive Forschung wird im Kaffeebereich betrieben. Es gibt heute "normalen" koffeinhaltigen Kaffee, daneben aber auch "Light"-Formen mit einem reduzierten Gehalt an Koffein, und vollständig koffeinfreien Kaffee. Mit Hilfe der Gentechnologie könnte man ggf. die Produktqualität entkoffeinierter Kaffeeprodukte verbessern und das aufwendige Extraktionsverfahren für Koffein vermeiden.

Sehr weit sind die Versuche inzwischen bei der Herstellung gentechnisch veränderter Tomaten gediehen (Abb. 6). Hier geht es in erster Linie um eine Erhöhung der Lagerungsstabilität. Dies hat man erreicht, indem

man das Enzym Polygalacturonidase abschaltet und so das Matschigwerden verhindern kann. Interessante Aspekte wären aber auch die Inaktivierung der Lipoxygenaseaktivität bei Gemüse, so daß man auf das Blanchieren verzichten könnte, oder aber auch eine Herstellung einer Resistenz verschiedener Pflanzen gegen Mikroorganismen zum Verhindern des Verderbs während der Lagerung.

Für die Lebensmittelindustrie bietet die Erhöhung der Lagerungszeit bei Tomaten spezielle Chancen: man kann z.B. die Produktionsanlagen zur Herstellung von Tomatenkonserven besser ausnutzen, wenn man die geernteten Tomaten über einen längeren Zeitraum lagern könnte, bevor sie endgültig der Verarbeitung zugeführt werden. Selbstverständlich wird sich letzten Endes die Qualität von Tomatenkonserven, einschließlich Tomatenketchup, erhöhen, wenn der Rohstoff in einwandfreiem Zustand ist: nicht matschig und daher nicht minderwertig.

Eine Erhöhung der Trockenmasse der Tomaten könnte die Ausbeute bei der Herstellung von Tomatenkonserven erhöhen und die Kosten senken. Auch die weiteren in Abb. 6 zusammengestellten Möglichkeiten für gentechnische Eingriffe haben eine Bedeutung bei der Erhöhung der Lagerungszeit und können Vorteile wie Qualitätsverbesserungen, bessere Ausnutzung der Anlagen und Senkung der Kosten mit sich bringen. Dies kann einmal erreicht werden durch eine Unterdrückung der Ethylensynthese, so daß man die Tomaten im unreifen Zustand ernten und durch Zufuhr von Ethylen die Reifung zum vorbestimmten Zeitpunkt initiieren kann. Weitere Möglichkeiten sind die Übertragung von Chitinase auf Tomaten, die eine Resistenz gegenüber Pilzbefall verursachen kann und damit die Haltbarkeit verlängert. Zusätzlich arbeitet man auch an der Übertragung von sogenannten Antifrost-Proteinen, die zu einer Verhinderung des Aufplatzens der Zellen, also zur Erhaltung der Textur der Tomate bei niedrigen Temperaturen beitragen können. Ähnliche Überlegungen, die zum Teil auch schon in USA im Versuchsstadium sind, gelten auch für andere Gemüsearten.

Verbesserung diätetischer Lebensmittel

Im Bereich Diätetik ergeben sich Einsatzmöglichkeiten der Gentechnik, die besonders große Vorteile für den Verbraucher bringen könnten.

Ein großer Problembereich ist beispielsweise die Diätetik bei Patienten mit der Krankheit Phenylketonurie. Diese Patienten können Phenylalanin nicht verstoffwechseln und müssen daher eine Diät zu sich nehmen, die einen sehr geringen, individuell zugeschnittenen Gehalt an Phenylalanin aufweist. In der Praxis geschieht das so, daß sie phenylalaninfreie Mischungen aus Aminosäuren zu sich nehmen, die einen sehr unangenehmen Geschmack verursachen. Gelänge es nun, mit Hilfe von Mikroorganismen oder höheren Pflanzen ein phenylalaninfreies Eiweiß herzustellen, könnte man diesen Patienten eine wesentlich wohlschmeckendere Diät anbieten.

Was die Ernährungstherapie von Allergien und deren Prävention betrifft, so gibt es für die Säuglingsernährung heute Produkte auf dem Markt, die aus partiell hydrolysiertem Eiweiß bestehen, Symptome in stark vermindertem Ausmaß auslösen und zur Diättherapie bzw. Prävention eingesetzt werden. Auch diese Produkte weisen aufgrund der Eiweißhydrolyse einen bitteren, zum Teil unangenehmen Geschmack auf. Wenn es gelänge, mit Hilfe der Gentechnik - ggf. durch Einsatz optimierter hydrolytischer Enzyme - geschmacklich einwandfreie hypoallergene Produkte zu erzeugen, wäre ein entscheidender Durchbruch auf diesem Gebiet erzielt. Ein weiteres denkbare Einsatzgebiet wäre die Entwicklung von glutenfreien Lebensmitteln, um so das Angebot für Zöliakie-Patienten geschmacklich zu erweitern.

Produktsicherheit

Im folgenden ist zusammengefaßt, was die FAO bzw. die WHO als Kriterien für die Sicherheitsbeurteilung von

gentechnisch veränderten Lebensmitteln betrachtet (13). Die wichtigsten Punkte hierbei sind, daß das übertragene genetische Material gut charakterisiert sein muß, keine Kodierung für bedenkliche Substanzen enthalten darf und der gentechnisch modifizierte Organismus stabil ist. Außerdem sollten die verwendeten Vektoren modifiziert sein, um so den Transfer auf andere Organismen zu verhindern. Selbstverständlich darf der gentechnisch modifizierte Organismus, wenn er als Lebensmittel eingesetzt wird, im eßbaren Anteil keine potentiell toxischen Substanzen aufweisen; und im übrigen ist eine Beurteilung der ernährungsphysiologischen Qualität erforderlich.

Als Argument gegen die Verwendung von Stoffen, die aus GMOs hergestellt werden, wird immer wieder der sogenannte Tryptophan-Fall herangezogen. Die Verabreichung eines tryptophanhaltigen Medikamentes hatte zu dem sogenannten Eosinophilie-Myalgie-Syndrom (EMS) geführt. Es wurden über 1500 Fälle von EMS bekannt, darunter ca. 40 Todesfälle weltweit. Man geht heute davon aus, daß die Ursache für die Erkrankungen in einer Verunreinigung liegt, und zwar bei dem Stoff EBT, 1,1'Ethyliden-bis(L-Tryptophan). Es deutet nichts darauf hin, daß dieser Stoff von einem gentechnisch modifizierten Organismus selbst produziert wurde. Vielmehr ist EBT sehr wahrscheinlich ein Produkt der Reaktion von L-Tryptophan mit Acetaldehyd, das als Metabolit in vielen biologischen Systemen vorkommt. Man nimmt an, daß EBT in einem frühen Schritt der Reinigung von L-Tryptophan aus der Fermentationsbrühe gebildet wurde und daß es aufgrund einer Änderung im Reinigungsverfahren des Herstellers nicht wie sonst üblich in den nachfolgenden Reinigungsschritten entfernt wurde. Der Hersteller hatte Fehler gemacht: Da ein neu eingeführter, gentechnisch veränderter Stamm ein reineres L-Tryptophan lieferte, wurde der Reinigungsprozeß nach der Produktion vereinfacht, wodurch es zum Carryover der schädlichen Substanz EBT kam (12).

Man kann aus den bisher bekannten Ergebnissen vielerlei Schlußfolgerungen ziehen, z.B. daß es notwendig sein

kann, bei Veränderungen der Herstellungsweise eines Lebensmittelzusatzstoffes oder einer anderen chemischen Substanz, die Lebensmitteln zugesetzt wird, eine erneute toxikologische Prüfung durchzuführen. Mit Sicherheit kann man aber nicht auf ein erhöhtes Risiko von gentechnischen Verfahren per se schließen.

Die Lebensmittelindustrie muß sich selbstverständlich an alle relevanten Sicherheitsregeln halten. Über die derzeit im Gentechnikgesetz festgelegten Regelungen hinaus wird auf europäischer Ebene eine Regelung zu den neuartigen Lebensmitteln, also den "novel foods", diskutiert. Diese "novel foods" beinhalten auch die gentechnisch veränderten Lebensmittel. Die Kommission hat hierzu vor einigen Monaten einen Vorschlag zur Regelung vorgelegt; dieser sieht für Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen entweder ein Notifizierungsverfahren vor, wobei auch externe Gutachter eingeschaltet werden müssen, oder - für Lebensmittel, die lebende gentechnisch veränderte Organismen enthalten - ein Zulassungsverfahren. Hier steht der Vorschlag der Bundesregierung dagegen, der ein Zulassungsverfahren und eine umfassende Kennzeichnung für alle Produkte, die in irgendeiner Weise von gentechnisch veränderten Organismen erzeugt wurden, vorsieht.

Ein solch aufwendiges Zulassungsverfahren für Stoffe vorzuschreiben, die sich von konventionellen Lebensmitteln nicht unterscheiden (z.B. Zucker, der von gentechnisch veränderten Zuckerrüben stammt), erscheint nicht sachgerecht. Die Frage, ob eine wie auch immer geartete Kennzeichnung vorgeschrieben werden soll, muß sich daran orientieren, ob sich das Lebensmittel tatsächlich und in nachvollziehbarer Weise von einem konventionell hergestellten Lebensmittel in wesentlichen Eigenschaften unterscheidet.

Die Wissenschaft ist aufgefordert, Sicherheitsaspekte der Gentechnologie kritisch zu überprüfen, aber andererseits bei der Meinungsbildung so mitzuwirken, daß die Chancen dieser faszinierenden Technik auch in

der Öffentlichkeit und Politik erkannt und sachgerecht diskutiert werden.

Von meiner Firma werden in Europa bei der Herstellung von Lebensmitteln keine gentechnischen Verfahren angewandt. Der Grund hierfür liegt jedoch nicht in grundsätzlichen Bedenken hinsichtlich der gesundheitlichen Einordnung. Vielmehr spielen die mangelnde Akzeptanz beim Verbraucher und die derzeit bestehenden Unsicherheiten bezüglich der künftigen Rechtsentwicklung eine große Rolle. Gelingt es uns, den Verbraucher über die Unbedenklichkeit in bestimmten Anwendungsbereichen zu informieren und ihm zu vermitteln, daß auch er Vorteile daraus ziehen kann, wird er diese Technologie akzeptieren. Dann wird es auch möglich sein, entsprechende Produkte zu vermarkten.

Zusammenfassung

Die Gentechnologie kann zur erhöhten Sicherheit von Lebensmitteln beitragen, indem sie Kontamination durch pathogene Mikroorganismen verhindern hilft oder die Konzentration toxischer Pflanzeninhaltsstoffe herabsetzt. Sie kann die Qualität der Lebensmittel verbessern. Hier sind zu nennen die sensorische Qualität, aber auch die ernährungsphysiologische Qualität. Und sie kann dazu beitragen, daß Lebensmittel eine gleichbleibende Qualität aufweisen. Sie kann die Umweltfreundlichkeit der Produktion erhöhen, indem sie Abfälle aus der Lebensmittelindustrie anderweitig nutzen hilft, etwa durch bisher nicht zugängliche Fermentationsverfahren. Sie kann dazu beitragen, die Lagerungsstabilität durch eine Verhinderung der Fettoxidation oder des mikrobiellen Verderbes zu erhöhen und sie kann mithelfen, die Produktionskosten zu vermindern und die Ausbeute zu erhöhen, z.B., indem die Rohstoffkosten geringer werden oder die Anlagen besser ausgenutzt werden können.

Literatur

- (1) *Mittal, G.S.*, 1922: Food Biotechnology, 133 ff, Ontario
- (2) *Kennedy, J.F., V.M. Cabalda, C.A. White*, 1988: Enzymic starch utilisation and genetic engineering. Trends in Biotechnology, 6, 184 - 189
- (3) *Jany, K.D.*, 1992: Einsatz der Gentechnik in der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung. Ernährungs-Umschau 39, 479 - 487
- (4) *Teuber, M.*, 1990: Herstellung und Anwendung von Chymosin aus genetisch veränderten Mikroorganismen. dmz. Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft 35, 1118 - 1123
- (5) *Hildebrand, D.F.*, 1992. Altering Fatty Acid Metabolism in Plants. Food Technology 46, 71 - 74
- (6) *Scher, M.*, 1993: Biotechnology's evolution spurs food revolution. Food Processing 54 (1), 36 - 44
- (7) *Diplock., A.T.*, 1993: Optimale Aufnahme von antioxidativen Vitaminen und Carotinoiden. Vitaminspur 8: 11 - 17
- (8) *Advisory Committee on the Mikrobiological Safety of Food*, 1993: Report on vacuum packaging and associated processes. London
- (9) *Law, B.A.*, 1986: High-Tech Cheese. Food Manufacture 61 (9), 42 - 44
- (10) *Kushner, G.J.*, 1993: FDA Biotech Polica: No new rules. Food Processing 54 (1), 53 - 55

- (11) *Jones, J.L.*, 1992: Genetic engineering of crops: its relevance to the food industry. Trends in Food Science and Technology 3, 54 - 59
- (12) *Erbersdobler, H.*, 1991: Trendentwicklung im Lebensmittelbereich - eine Herausforderung an die Biotechnologie. Ernährung 15: 270 - 274
- (13) *WHO*, 1991: Strategies for assessing the safety of foods produced by biotechnology. Report of a Joint FAO / WHO Consultation World Health Organization Geneva

Abb. 1

Ziele in der Lebensmittelindustrie

Ziele	Möglicher Beitrag der Gentechnologie
Sicherheit	Unterdrückung des Gehaltes an pathogenen Mikroorganismen Eliminierung des Gehaltes an toxischen Pflanzeninhaltsstoffen
Qualität	Verbesserung der sensorischen Qualität Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität Gewährleistung gleichbleibender Qualität
Umweltfreundlichkeit	Vermeidung von Abfall
Gute Lagerungsstabilität	Unterdrückung der Fettoxidation Vermeidung des mikrobiellen Verderbs
Niedrige Kosten	Erhöhung der Ausbeute Minimierung der Rohstoffkosten Verbesserung der Ausnutzung der Anlagen

Abb. 2

Gentechnik: Klassifizierung von Lebensmitteln (einschl. Inhaltsstoffe, Zusatzstoffe, sowie technische Hilfsstoffe)

Ohne Berührung mit Gentechnik	Aus GMO * herstellbar					
	Enthält keine GMO*	Enthält GMO *				
<ul style="list-style-type: none"> • Konventionell • Konventionell aber neuartige Verfahren (Bestrahlung) • Neuartige Lebensmittel (Quorn-Protein aus <i>Fusarium graminearum</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Konventionell (Zucker, Chymosin) • Neuartig (neuartige Proteine) 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Gene aus gleicher Spezies</th> <th style="width: 50%;">Gene aus anderer Spezies</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - abgetötet (Backwaren) - lebend (Käse) • Pflanzen ("Flavr Savr" Tomaten) • Tiere </td> </tr> </tbody> </table>	Gene aus gleicher Spezies	Gene aus anderer Spezies	<ul style="list-style-type: none"> • Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - abgetötet (Backwaren) - lebend (Käse) • Pflanzen ("Flavr Savr" Tomaten) • Tiere 	
		Gene aus gleicher Spezies	Gene aus anderer Spezies			
<ul style="list-style-type: none"> • Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - abgetötet (Backwaren) - lebend (Käse) • Pflanzen ("Flavr Savr" Tomaten) • Tiere 						

* GMO: Gentechnisch modifizierte Organismen

Abb. 3

Lab und Labaustauschstoffe

Herkunft	Nachteile	Vorteile
Kälbermagen	Begrenzte Verfügbarkeit Niedriger Reinheitsgrad	Geschmacklich einwandfreier Käse
Konventionelle MO *	Geschmackseinbußen bei Käse möglich	vegetarisch
Gentechnisch veränderte MO *	Verbraucherakzeptanz ?	wie Lab aus Kälbermagen hoher Reinheitsgrad

MO * : Mikroorganismen

Lit.: (3); (4)

Abb. 4

Fette / Öle

Denkbare Einsatzmöglichkeiten von Gentechnik

Problembereich	Denkbare Ziele
Lagerungsstabilität	Senkung des Gehalts an Linolensäure Erhöhung des Gehalts an natürlichen Antioxidantien
Margarineherstellung	Prozeßvereinfachung Senkung des Gehaltes an trans-Fettsäuren
Schokoladeherstellung	Imitation von Kakaobutter
Ernährung	Senkung des Gehaltes an gesättigten Fettsäuren Erhöhung des Gehaltes an ω 3-polyungesättigten FS Erhöhung des Gehaltes an fettlöslichen Vitaminen Erhöhung des Gehaltes an Antioxidantien

Lit.: (5), (6)

Abb. 5

Gentechnisch modifizierte Pflanzen

Ziele	Beispiele
Reduktion toxischer / unerwünschter Inhaltsstoffe	Senkung des Gehaltes an Proteaseinhibitoren (Leguminosen)
	Senkung des Gehaltes an Hämagglutininen (Leguminosen)
	Senkung des Solanin Gehaltes (Kartoffeln)
	Senkung des Koffeingehaltes (Kaffee)
Erhöhung der Lagerungsstabilität	Senkung des Gehaltes an Polygalacturonidase (Tomaten)
	Senkung des Gehaltes an Lipoxygenase (Gemüse, ölhaltige Pflanzen)
	Verbesserung der Resistenz gegen Mikroorganismen
Erhöhung des Gehaltes wertbestimmender Bestandteile	Erhöhung der Trockenmasse (Tomaten)

Lit.: (3); (5); (10)

Abb. 6

Gentechnisch modifizierte Pflanzen
Beispiel: Tomaten

Ziel	Chancen
Unterdrückung der Ethylen-Synthese	Reifung zum vorbestimmten Zeitpunkt
Übertragung von Chitinase	Resistenz gegenüber Pilzen => Verbesserung der Haltbarkeit
Übertragung von Antifrost-Proteinen	Erhaltung der Textur bei niedrigen Temperaturen
Unterdrückung der Polygalacturonidase (PG) - Aktivität	Verbesserung der Haltbarkeit Ernte im reifen Zustand
Erhöhung der Trockenmasse	Erhöhung der Ausbeute Senkung der Kosten

Lit.: (11)

**Gentechnik bei Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft - Überblick,
Rechtsgrundlagen und Beurteilungskriterien**

K.-H. Engel

**(Bundesgesundheitsamt, Max von Pettenkofer Institut, Thielallee
88-92, 14195 Berlin)**

Züchterische Maßnahmen, basierend auf der Vermischung von Erbsubstanz durch Kreuzung und nachfolgender Selektion gewünschter Nachkommen, werden vom Menschen seit Jahrhunderten angewandt, um Eigenschaften von Nutzpflanzen, wie Ertrag, Widerstandsfähigkeit oder ihre Eignung zur Verwendung als Lebensmittel, zu beeinflussen. Auch die aus den traditionellen fermentativen Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung von Lebensmitteln bekannten Mikroorganismen sind im Zuge der Anpassung an die Erfordernisse industrieller Lebensmittel-/biotechnologischer Prozesse zu leistungsfähigen Populationen entwickelt worden.

Durch die neuen Methoden der Molekularbiologie, insbesondere die DNA-Rekombinationstechnik (1), ist es möglich geworden, Erbinformationen zu analysieren, zu sequenzieren und gezielt, über Artgrenzen hinweg, in andere Organismen zu übertragen. Durch Einsatz gentechnischer Verfahren können züchterische Prozesse wesentlich verkürzt und insbesondere neue Eigenschaften in Pflanzen, Tiere oder Mikroorganismen eingeführt werden. Aufgrund dieser neuen Dimensionen findet die Gentechnik über die Bereiche Medizin und Pharmazie hinaus auch zunehmend im Nahrungsmittelsektor Anwendung (2-5); in vielen Fällen ist das Forschungsstadium beendet und die Schwelle zur Produktionsreife erreicht worden.

Wie bei jeder anderen neuen Technologie gilt es auch bei dem Einsatz der Gentechnik im Bereich der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln bei den sich bietenden Chancen auf damit verbundene potentielle Risiken zu prüfen und dem Entstehen möglicher Gefahren vorzubeugen.

Der nachfolgende Beitrag gibt zunächst einen kurzen Überblick über die unterschiedlichen Kategorien von Lebensmitteln, die unter Anwendung gentechnischer Verfahren gewonnen werden können. Die rechtlichen Grundlagen für das Inverkehrbringen derartiger Lebensmittel werden vorgestellt und Grundzüge der zur Bewertung der Sicherheit solcher Erzeugnisse entwickelten Kriterien aufgezeigt.

1. Kategorien von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft, die unter Anwendung gentechnischer Verfahren hergestellt wurden.

Der Anbau pflanzlicher Rohstoffe sowie ihre Verarbeitung zu verzehrsfähigen und haltbaren Produkten umfassen eine Vielzahl von Prozessen, bei denen gentechnische Verfahren zur Anwendung gelangen können. Oft verwendete Begriffe wie "gentechnisch veränderte Lebensmittel" können die daraus resultierende Vielfalt und das tatsächliche Ausmaß gentechnischer Eingriffe nicht widerspiegeln. Zumindest zwischen drei Hauptgruppen von Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten, bei deren Herstellung auf gentechnischen Verfahren beruhende Teilschritte von Bedeutung sein können, muß unterschieden werden:

(a) Gentechnisch veränderte Pflanzen

Die Entwicklung geeigneter Transfersysteme hat die gentechnische Veränderung einer Vielzahl von Nutzpflanzen ermöglicht (6,7). Durch selektive Aktivierung bereits vorhandener Stoffwechselwege, durch Inhibierung unerwünschter metabolischer Schritte mittels der Antisense-RNA-Technologie (8) oder durch die Einführung neuer Syntheseleistungen können die Eigenschaften pflanzlicher Rohstoffe gezielt beeinflußt werden. Nutzpflanzen lassen sich so an agronomische, lebensmitteltechnologische und ernährungsphysiologische Erfordernisse anpassen.

Einige Beispiele für solche Zielsetzungen und die dabei angewandten Strategien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Beispiele für gentechnisch veränderte Nutzpflanzen

Pflanze	Zielsetzung	Eingeführtes Gen
Zuckerrübe	Virusresistenz (<i>Rizomania</i>)	Virushüllprotein
Kartoffel	Bakterienresistenz (<i>Erwinia carotovora atroseptica</i>)	T4-Lysozym
Tomate	Insektenresistenz (<i>Lepidoptera spp.</i>)	Endotoxin (<i>Bacillus thuringiensis</i>)
Mais	Herbizidresistenz (BASTA)	Phosphinotricin-Acetyltransferase
Tomate	Verlängerte Haltbarkeit	Anti sense-Polygalacturonase
Kartoffel	Veränderte Stärkezusammensetzung	Anti sense-"Granule bound starch synthetase"
Raps	Veränderte Fettsäureverteilung	Anti sense-Thioesterase/Desaturase
Sonnenblume	Veränderter Proteingehalt	Phaseolin

Um den Erfolg gentechnischer Eingriffe zu überprüfen, also zwischen transgenen und nicht transformierten Organismen unterscheiden zu können, müssen zusätzlich zu dem zur Erzielung der gewünschten Eigenschaft notwendigen Zielgenen auch sogenannte "Marker gene" eingeführt werden. In den meisten Fällen macht man sich dabei den Einbau von Antibiotikaresistenzgenen zunutze (9,10).

Bei der Beurteilung transgener Nutzpflanzen als Quelle für Nahrungsmittel muß unterschieden werden,

- ob sie als "gentechnisch veränderte Organismen" direkt, in noch vermehrungsfähiger Form als Lebensmittel in Verkehr gebracht werden (Bsp.: gentechnisch veränderte Tomaten),

- ob sie erst nach Verarbeitung als Lebensmittel Verwendung finden (Bsp.: Brot, gebacken mit Mehl aus gentechnisch verändertem Getreide) oder
- ob aus ihnen Lebensmittel in Form definierter Einzelsubstanzen isoliert werden (Bsp.: Zucker aus gentechnisch veränderten Zuckerrüben).

(b) *Lebensmittel, die mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen hergestellt wurden*

Eine Vielzahl pflanzlicher Rohstoffe werden erst durch die Einwirkung von Bakterien, Hefen oder Pilzen in verzehrsfähige und haltbare Lebensmittel überführt. Basierend auf den Erfahrungen aus traditionellen Prozessen werden so z.B. Mikroorganismenkulturen zur Gewinnung von Brot, Sauerkraut oder alkoholischen Getränken eingesetzt. Durch gentechnische Verfahren können diese Mikroorganismen gezielter als es bisher durch klassische mikrobiologische und genetische Methoden möglich war, hinsichtlich der gewünschten StoffwechsellLeistungen optimiert werden. Die Erhöhung der Stabilität eingesetzter Starterkulturen (Bsp.: Phagenresistenz), die Optimierung von Prozessabläufen und die Verbesserung von Produktqualität und -vielfalt werden dabei angestrebt.

Beispielhaft sind in Tabelle 2 einige Entwicklungen für *Saccharomyces cerevisiae* aufgezeigt, einem Organismus, der aufgrund seiner Bedeutung sowohl als Modellorganismus in der Grundlagenforschung als auch für die Back- und Brauindustrie, im Mittelpunkt zahlreicher Forschungsaktivitäten steht (5,11). Veränderte Stoffwechselleistungen können dabei, wie bei der in Tabelle 2 aufgeführten und in Großbritannien seit 1990 zugelassenen Backhefe durch Umordnung und Ersatz hefeeigener Promotoren erzielt werden. Sie können aber auch auf Transformation der entsprechenden Gene aus anderen Organismen (z.B. β -Glucanase Gene aus Gerste (12) oder α -Acetolactatdecarboxylase Gene aus *Acetobacter pasteurianus* (13)) beruhen.

Tabelle 2: Gentechnische Veränderungen von *Saccharomyces cerevisiae*

Zielsetzungen	Veränderung
Bäckerhefe: Verkürzung der Gehzeit	Erhöhte Maltase- und Maltasepermeaseaktivitäten
Brauhefe: Bessere Filtrierbarkeit	β -Glucanaseaktivität
Kürzere Reifezeit	α -Acetolactatdecarboxylase
Kalorienarmes Bier	Glucoamylase

Auch bei dieser Produktgruppe muß unterschieden werden, ob die Lebensmittel die zu ihrer Herstellung eingesetzten Mikroorganismen in noch vermehrungsfähiger Form enthalten (Bsp: lose verkaufte, frisches Sauerkraut) oder ob diese prozeßbedingt (Bsp.: Backvorgang, Pasteurisation) abgetötet werden.

(c) *Lebensmittelzusatzstoffe, die mit Hilfe gentechnisch veränderter (Mikro)organismen gewonnen wurden*
Eine Vielzahl von Lebensmittelzusatzstoffen (Aromastoffe, organische Säuren, Aminosäuren, Vitamine) wurden bereits bisher mittels klassischer biotechnologischer Verfahren basierend auf *de-novo*-Synthese oder Biotransformation gewonnen (14,15). Durch gentechnische Veränderungen können entweder die biosynthetischen Leistungen traditionell eingesetzter Produktionsstämme verbessert oder die Fähigkeit zur Synthese gewünschter Substanzen in fermentationstechnisch günstige Mikroorganismen neu eingeführt werden (16). Ein Beispiel für das weitreichende Potential der letztgenannten Strategie ist die Expression des süß schmeckenden Pflanzenproteins Thaumatin in einer gentechnisch modifizierten Starterkultur von *Streptococcus lactis* (17).

Der Einsatz von Enzymen mikrobieller, pflanzlicher oder tierischer Herkunft spielt in der Lebensmittelverarbeitung eine wichtige Rolle (18). Durch gentechnische Verfahren können Enzyme mit Hilfe gut zu handhabender Mi-

kroorganismen in höherer Ausbeute und Reinheit gewonnen werden (19). Es können jedoch auch durch sogenanntes "Protein engineering" neue, an Prozeßbedingungen, wie Temperatur oder pH-Wert angepaßte Biokatalysatoren konstruiert werden.

2. Rechtliche Grundlagen

Für Lebensmittel, die aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen oder solche enthalten, stellen die

- Richtlinie (90/220/EWG) über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt vom 23.4.1990 und das
- Gesetz zur Regelung von Fragen der Gentechnik (Gentechnikgesetz) vom 20.6.1990

die derzeit gültigen Rechtsgrundlagen dar. Zweck des Gentechnikgesetzes ist es,

- Leben und Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen sowie die sonstige Umwelt vor möglichen Gefahren gentechnischer Verfahren und Produkte zu schützen und dem Entstehen solcher Gefahren vorzubeugen sowie
- den rechtlichen Rahmen für die Erforschung, Entwicklung, Nutzung und Förderung der wissenschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Gentechnik zu schaffen.

Der Schutz von Mensch und Umwelt soll vor allem dadurch sichergestellt werden, daß

- die Errichtung und der Betrieb einer gentechnischen Anlage,
- die Durchführung gentechnischer Arbeiten,
- die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt und
- das Inverkehrbringen von Produkten, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten oder aus solchen bestehen,

einer präventiven staatlichen Kontrolle und einer nachgehenden Überwachung unterworfen werden.

Gentechnische Arbeiten werden in vier Sicherheitsstufen eingeteilt; die Zuordnung erfolgt anhand des Risikopotentials der gentechnischen Arbeit, welches bestimmt wird durch die Eigenschaften der Empfänger- und Spen-

derorganismen, der Vektoren sowie des gentechnisch veränderten Organismus. Genehmigungen für die Errichtung gentechnischer Anlagen und die Durchführung gentechnischer Arbeiten werden von den entsprechenden Landesbehörden erteilt. Arbeiten zur gentechnischen Veränderung von Nutzpflanzen oder Mikroorganismen sowie ihr Einsatz z.B. zur Gewinnung von Lebensmittelzusatzstoffen im geschlossenen Containment werden durch diese Vorschriften geregelt.

Eine über diese Arbeiten im geschlossenen System hinausgehende Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt und das Inverkehrbringen von Produkten, die solche Organismen enthalten oder aus ihnen bestehen, bedarf einer Genehmigung des Bundesgesundheitsamtes. Dieses entscheidet im Einvernehmen mit anderen Landes- und Bundesoberbehörden sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen der "Zentralen Kommission für Biologische Sicherheit" über entsprechende Anträge.

Bei Freilandversuchen mit gentechnisch veränderten Pflanzen werden Ort, Umfang und Zeitpunkt derartiger Freisetzungen genau festgelegt. Die Antragsunterlagen müssen eine Bewertung jeglichen Risikos für die menschliche Gesundheit und die Umwelt beinhalten sowie geeignete Schutzmaßnahmen darlegen. Eine Genehmigung wird nur erteilt, wenn nach dem Stand der Wissenschaft im Verhältnis zum Zweck der Freisetzung keine unvermeidbaren schädlichen Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen zu erwarten sind.

Erst auf der Basis der im Rahmen derart kontrollierter und räumlich begrenzter Freilandversuche vorgenommenen Umweltverträglichkeitsprüfung können in einem nachfolgenden Verfahren Genehmigungen zum allgemeinen Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen und daraus hergestellter Produkte beantragt werden.

Um einheitliche Regelungen im EG-Binnenmarkt zu gewährleisten, müssen bei Genehmigungen zur Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen und zum Inverkehrbringen von Produkten, die solche enthalten oder aus ihnen

bestehen, die Kommission der Europäischen Gemeinschaft und die nationalen Behörden der übrigen Mitgliedsstaaten nach einem festgelegten Verfahren beteiligt werden.

Das Gentechnikgesetz bietet zwar die rechtlichen Grundlagen für das Inverkehrbringen von Produkten, also auch von Lebensmitteln, die aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen (z.B. gentechnisch veränderte Tomate) oder solche enthalten (z.B. frisches, mit gentechnisch veränderten Starterkulturen hergestelltes Sauerkraut). Das Inverkehrbringen eines aus solchen Tomaten hergestellten Ketchups oder eines mit Hilfe gentechnisch veränderter Bäckerhefe hergestellten Brotes fällt jedoch nicht mehr in den Geltungsbereich dieses Gesetzes. Daher wird auf EG-Ebene eine "Verordnung über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten" ("Novel Food-VO") erarbeitet. Von dieser Verordnung werden dann auch solche Erzeugnisse erfaßt werden, die mit Hilfe eines gentechnisch veränderten Organismus oder eines Teils davon hergestellt worden sind, diesen jedoch nicht mehr enthalten.

Der derzeit vorliegende Vorschlag der EG-Kommission vom 7.7.1992 sieht vor, daß solche Erzeugnisse in Anlehnung an das Präventionsprinzip des Gentechnikgesetzes ein EG-einheitliches Anmelde- bzw. Genehmigungsverfahren durchlaufen müssen. Dabei erfolgt zusätzlich zu der durch das Gentechnikgesetz (bzw. die EG-Richtlinie (90/220/EWG) vorgeschriebenen Umweltverträglichkeitsprüfung insbesondere eine Bewertung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit bei Verwendung als Lebensmittel. Eine Genehmigung zum Inverkehrbringen neuartiger Lebensmittel und neuartiger Lebensmittelzutaten wird nur erteilt, wenn sie

- bei Verzehr in den vorgesehenen Verwendungsmengen keine Gefahr für die Gesundheit des Verbrauchers darstellen,
- den Verbraucher nicht irreführen, und
- sich von vergleichbaren Lebensmittel oder Lebensmittelzutaten, die sie in der Ernährung ersetzen könnten, nicht so unterscheiden, daß ihr normaler Verbrauch Ernährungsmängel mit sich brächte.

Nach dem Verordnungsvorschlag kann die Genehmigung zum Inverkehrbringen neuartiger Lebensmittel mit Auflagen hinsichtlich ihrer Kennzeichnung verbunden werde. Detaillierte Vorschriften für eine solche Kenntlichmachung, Modalitäten der Genehmigungsverfahren sowie die genaue Abgrenzung des Anwendungsbereiches der Verordnung werden bei den derzeit laufenden Beratungen des Vorschlages im EG-Ministerrat und im EG-Parlament diskutiert.

3. Kriterien zur Sicherheitsbewertung

Aufgrund der sich abzeichnenden Bedeutung kommerzieller Anwendungen gentechnischer Verfahren bei der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln ist man weltweit mit der Erstellung von Kriterien zur Beurteilung der Sicherheit solcher Produkte beschäftigt. Internationale Organisationen wie FAO/WHO (20) oder die OECD (21), nationale Gesundheitsbehörden wie die Food and Drug Administration der USA (22,23) und Einrichtungen wie das britische Advisory Committee on Novel Foods and Processes (24) oder der International Food Biotechnology Council (25) haben Prinzipien und Empfehlungen zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit solcher Lebensmittel erarbeitet.

Gemeinsam ist diesen Konzepten, daß im Rahmen eines interdisziplinären Ansatzes biologische, molekulare und chemische Daten der eingesetzten Organismen sowie der gebildeten Produkte als Grundlage für solche Bewertungen herangezogen werden. Auf der Basis der daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in einer Fall zu Fall-Entscheidung Notwendigkeit, Art und Umfang toxikologischer, allergologischer und ernährungsphysiologischer Untersuchungen festgelegt.

Die Beurteilung des verwendeten genetischen Materials und die Art der gentechnischen Modifikation beinhaltet u.a.

- die Charakterisierung von Spender- und Wirtsorganismus (Bsp.: sichere Tradition bei der Lebensmittelgewinnung),

- die Beschreibung des verwendeten Vektors (Bsp.: Herkunft, Sequenz, Mobilisierung),
- Informationen über die gentechnische Veränderung (Bsp.: Beschreibung/Reinheit des eingeführten Genkonstrukts) sowie die
- Charakterisierung des gentechnisch modifizierten Organismus (Bsp.: Stabilität, Antibiotikaresistenz).

Vor dem Hintergrund dieser Daten stellt bei Lebensmitteln, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten oder aus solchen bestehen, insbesondere die Überprüfung potentieller Auswirkungen auf die Umwelt (Bsp.: Gentransfer auf andere Mikroorganismen) ein wesentliches Prüfkriterium dar.

Ziel der chemischen Charakterisierung ist die Erstellung des analytischen Profils, die einen Vergleich mit einem Produkt mit akzeptierten Sicherheitsstandards, z.B. mit dem traditionell hergestellten Lebensmittel, ermöglicht ("substantial equivalence"). Derartige Untersuchungen umfassen

- die Überprüfung von Makrokomponenten (Fett, Eiweiß, Kohlenhydrate) auf Veränderungen in Struktur, Zusammensetzung oder Konzentration,
- die Bestimmung von Gehalt und Bioverfügbarkeit von Mikronährstoffen,
- den Nachweis von neuen Inhaltsstoffen, Verunreinigungen oder Nebenprodukten sowie
- ein Screening von produktspezifischen, erwünschten (Bsp.: Vitamine) bzw. unerwünschten (Bsp.: natürlich vorkommende Toxine) Leitsubstanzen.

Umfang und Art dieser Untersuchungen werden dabei davon bestimmt, ob es sich bei dem Endprodukt um eine chemisch definierte Einzelsubstanz (Bsp.: Zucker aus gentechnisch veränderten Zuckerrüben) oder um ein komplexes biologisches System (Bsp.: gentechnisch veränderte Tomate) handelt.

Toxikologische Prüfungen werden vor allem bei Vorliegen neuer Inhaltsstoffe, bei Veränderungen von Gehalt oder Verfügbarkeit natürlicher Toxine oder bei Auftreten von Verunreinigungen gefordert. Auf der Basis der analytischen Daten muß auch die ernährungsphysiologische Bewertung des neuartigen Lebensmittels erfolgen. Insbesondere bei Veränderungen in Gehalt oder Struktur von Proteinen ist eine Überprüfung potentieller Veränderungen der Allergenität erforderlich.

4. Zusammenfassung

Gentechnische Verfahren bieten die Möglichkeit, Lebensmittel pflanzlicher Herkunft gezielter, als es durch konventionelle Verfahren bisher möglich war, an agronomische, lebensmitteltechnologische und ernährungsphysiologische Erfordernisse anzupassen. Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten, mit Hilfe gentechnischer Methoden in den Prozess der Gewinnung und Verarbeitung von Lebensmitteln einzugreifen, muß dabei zwischen verschiedenen Kategorien "gentechnisch veränderter Lebensmittel" unterschieden werden.

Um den Verbraucher vor potentiellen Gefahren gentechnischer Verfahren zu schützen, sehen das Gentechnikgesetz sowie die geplante EG-Verordnung über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten eine präventive staatliche Kontrolle für das Inverkehrbringen entsprechender Produkte vor.

Die zur Sicherheitsbewertung entwickelten Konzepte basieren auf der Erstellung umfassender biologischer, molekularer und chemischer Daten über die beteiligten Organismen und die gebildeten Produkte. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse werden entsprechende toxikologische, allergologische und ernährungsphysiologischen Untersuchungen durchgeführt.

5. Literatur

- (1) *Watson, J.D., Gilman, M., Witkowski, J., Zoller, M., 1993: Rekombinierte DNA. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg*
- (2) *Hammes, W.P., Vogel, R.F., Gaier, W., Knauf, H.J., 1991: Genetic Engineering - Möglichkeiten und Grenzen bei Lebensmitteln (I/II). Lebensmitteltechnik 1-2, 34-42
Lebensmitteltechnik 3, 112-119*
- (3) *Baumgartner, A., Schlatter, J., 1992: Anwendungen der Gentechnik in der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 83, 158-172*
- (4) *Jany, K.D., Tauscher, B., 1992: Biotechnologie im Ernährungsbereich. Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, BFE-R-92-03*
- (5) *Hinrichs, J., Stahl, U., 1992: Gentechnik und Lebensmittel. In: Präve, P., Schlingmann, M., Esser, K., Thauer, R., Wagner, F., 1992: Jahrbuch der Biotechnologie, Bd. 4, 257-280*
- (6) *Gasser, C.S., Fraley, R.T., 1989: Genetically engineering plants for crop improvements. Science 244, 1293-1299*
- (7) *Klein, T.M., Arentzen, R., Lewis, P.A., Fitzpatrick-McElligott, S., 1992: Transformation of microbes, plants and animals by particle bombardment. Bio/Technology 10, 286-291*
- (8) *Eckes, P., 1992: Inhibierung der Fruchtreifung durch Antisense-RNA-Technologie. Angew. Chem. 104, 182-184*
- (9) *Huttner, S.L., Arntzen, C., Beachy, R., Breuning, G., Nester, E., Qualset, C., Vidaver, A., 1992: Revising oversight of genetically modified plants. Bio/Technology 10, 967-971*
- (10) *Flavell, R.B., Dart, E., Fuchs, R.L., Fraley, R.T., 1992: Selectable marker genes: safe for plants? Bio/Technology 10, 141-144*
- (11) *Schulz, R., Beubler, A., 1989: Internationaler Stand der Applikation genetisch manipulierter Hefen in der Brauindustrie. Lebensm.-Biotechnol. 4, 176-181*

- (12) *Berghof, K., Stahl, U., 1991: Verbesserung der Filtrierbarkeit von Bier durch Verwendung β -Glukanase-aktiver Brauhefen". BioEngineering 2, 27-32*
- (13) *Stahl, U., Goelling, D., 1990: Isolation and expression of the α -acetolactate decarboxylase gene of *Acetobacter pasteurianus*. Europ. Brew. Conv. Microbiol. Grp. Copenhagen, 83-94*
- (14) *Klaushofer, H., 1989: Herstellung von Lebensmittelgrund- und -zusatzstoffen mit Hilfe biotechnologischer Methoden. Ernährung 13, 349-357*
- (15) *Quehl, A., Ruttloff, H., 1992: Mikrobielle Produktion von Aromastoffen unter besonderer Berücksichtigung von Fruchtnoten. Die Nahrung 36, 159-169*
- (16) *Leuchtenberger, A., 1992: Application of genetic and genetic-engineering methods to the production of food and food additives. Acta Biotechnol. 12, 57-65*
- (17) *Novak, S.R., Batt, C.A., 1987: Expression of the intensely sweet protein thaumatin in *Streptococcus lactis*. FEMS Microbiol. Rev. 46, 15*
- (18) *Leuchtenberger, A., 1990: Aktuelle Möglichkeiten des Einsatzes von Enzymen bei der Lebensmittelherstellung. Ernährungsforschung 35, 189-192*
- (19) *Stroh, W.H., 1993: Emerging applications in the food industry for recombinant enzymes. Agro-Food-Industry-Hi-Tech, 13-14*
- (20) *Report of a Joint FAO/WHO Consultation, 1991: Strategies for assessing the safety of foods produced by biotechnology. World Health Organization, Geneva*
- (21) *Teso, B., 1993: OECD international principles for biotechnology safety. Agro Food Industry Hi Tech, 27-31*
- (22) *FDA, 1992: Statement of Policy: Foods Derived From New Plant Varieties; Notice, Federal register 57, 22984-23005*

- (23) Kessler, D.A., Taylor, M.R., Maryanski, J.H., Flamm, E.L., Linda, S.K., 1992: The safety of foods developed by biotechnology. *Science*, 256, 1747-1832
- (24) *Advisory Committee on Novel Foods and Processes, 1990-1993: Annual Reports 1989-1992.* Department of Health and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
- (25) *International Food Biotechnology Council (IFBC) Report, 1990: Biotechnologies and Food: Assuring the Safety of Foods Produced by Genetic Modification.* *Regul. Toxicol. and Pharmacol.* 12, 1-190.

Gentechnologie aus der Sicht des Züchters: Bessere Qualität bei vertretbarem Aufwand?

**A.G.B. Beekman
(Royal Sluis, Postbus 22, 1600 AA Enkhuizen, Holland)**

Eine allgemeingültige Definition von Qualität lautet: "Die Totalität von Merkmalen und Eigenschaften eines Produktes, die das Vermögen beeinflussen, ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen" (1). Die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel ist zum Teil genetisch bedingt. Infolgedessen ist es im Prinzip möglich, durch Selektion Sorten mit besseren Qualitätsmerkmalen zu entwickeln. Die Verbesserung der Qualität ist häufig ein wichtiger Bestandteil von Züchtungsprogrammen. Die konventionellen Methoden waren bisher zwar sehr erfolgreich, jedoch nicht immer ausreichend. Das Züchtungsergebnis kann durch folgende Faktoren beeinträchtigt werden:

- unerwünschte, genetische Kopplungen
- polygene Vererbung
- beschränkte Zweckmäßigkeit bei Selektionsverfahren (z.B. durch starken Einfluß von Umweltfaktoren auf die Genexpression)
- beschränkte, genetische Variation
- die benötigte Zeit, um ein Züchtungsziel zu erreichen (oftmals 10 - 15 Jahre für eine neue Sorte)
- Fixierung eines erwünschten Genotyps ist nicht immer möglich

Im Prinzip kann die Gentechnologie für die vorgenannten Probleme eine Lösung anbieten. Unter Gentechnologie versteht man: "diejenigen Verfahren der theoretischen und angewandten Genetik, die auf In-vitro-Experimenten mit und am isolierten Erbmaterial basieren" (2).

Gentechnik kann direkt oder indirekt von großer Bedeutung für die Pflanzenzüchtung sein. Die Gentechnologie hat Forschern z.B. sehr wichtige Hilfsmittel für Untersuchungen genetisch bedingter, pflanzlicher Prozesse an die Hand gegeben. Die Kenntnisse auf dem Gebiet des Erbgutes haben durch gentechnologische Untersuchungen stark zugenommen. Ein gutes Beispiel solcher Untersuchungen, bei denen molekulare Techniken eine wichtige Rolle gespielt haben, ist das Studium der Abreifung von Tomaten. Diese Untersuchungen haben zu einem besseren Verständnis des komplexen Prozesses der Fruchtabreifung geführt. Von praktischer Bedeutung für die Pflanzenzüchtung war die Erkenntnis, daß der Prozeß der Abreifung stark genetisch gesteuert wird.

Die Gentechnik kann auch auf direktere Weise einen Beitrag zur Verbesserung der Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel leisten. Ohne Zweifel stehen Genübertragung oder Gentransfer in sehr starkem öffentlichen Interesse. Mit Genübertragungen können die Grenzen der sexuellen Rekombination zwischen Tieren, Pflanzen oder Bakterien überschritten werden. Neben dem Gentransfer hat die Gentechnologie dem Pflanzenzüchter eine Reihe weiterer Möglichkeiten gegeben, um eine zweckmäßige Selektion durchzuführen. Molekulare Markierungen ermöglichen somit eine Frühdiagnose. Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel für die Pflanzenzüchtung kann die Nutzung monoklonaler Antikörper sein. Ohne die Hybridomtechnik, ermöglicht durch die Gentechnologie, wäre es nicht möglich gewesen, monoklonale Antikörper zu produzieren. Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß die Gentechnologie auf sehr verschiedene Weise Einfluß auf die Pflanzenzüchtung haben kann.

Die Möglichkeiten, die die Gentechnik dem Züchter bietet, um die Qualität pflanzlicher Produkte zu verbessern, werden im folgenden anhand praktischer Beispiele erläutert.

GENÜBERTRAGUNG

Wie bereits erwähnt, kann durch Gentransfer DNA zwischen Arten ausgetauscht werden. Die Überschreitung zwischen Arten ist mit herkömmlicher Pflanzenzüchtung nur inzidentell möglich und dann auch nur zwischen relativ eng verwandten Arten. In dieser Hinsicht unterscheidet sich der Gentransfer radikal von allen herkömmlichen Methoden zur sexuellen Rekombination.

Die erste Phase der Genübertragung ist die Isolierung und Klonierung des zu übertragenden Gens. Dabei spielen Restriktionsenzyme eine wichtige Rolle. In den letzten Jahren sind mehrere, landwirtschaftlich wichtige Gene isoliert worden. Die nächste Phase ist das Einbringen des Gens in die Rezeptorpflanze. Im Prinzip gibt es dafür zwei Möglichkeiten:

- eine indirekte Methode mit Hilfe eines Vektors; *Agrobacterium tumefaciens* ist das am häufigsten genutzte Vektorsystem. Das zu übertragende Gen wird im T. plasmide des Bakterium *A. tumefaciens* eingebaut. Das Bakterium kann über Wundstellen in die Pflanze eindringen. Dort wird dann ein Teil der Erbinformation von dem T. plasmid in die Pflanze eingebaut.
- eine direkte Methode z.B. mit Hilfe von Microinjektionen oder mit einer sogenannten "particle gun", womit man das Erbmaterial buchstäblich in die Pflanze einschießt. Transformierte Zellen müssen zu Pflanzen regeneriert werden. Besonders bei monokotylen Pflanzen stellt die Regeneration noch oft eine Barriere dar.

Sachlage Anno 1993:

- Ungefähr 30 landwirtschaftlich wichtige Arten, darunter Kartoffeln, Weizen und Reis, aber auch Baumarten z.B. Birne und verschiedene Gemüsearten sind transformiert worden.

- Die meisten Genübertragungen sind mit Modellgenen realisiert worden; besonders bei Monokotyledonen, da hier die Regeneration oft noch problematisch ist.
Die meisten Gentransferaktivitäten befinden sich noch in der Untersuchungsphase oder werden in Freilandversuchen durchgeführt.

Es wird erwartet, daß die ersten Sorten, die durch Genübertragung verbessert worden sind, in Kürze kommerziell genutzt werden können.

Durch Gentransfer wird die genetische Variationsbreite, die einem Züchter zur Verfügung steht, enorm erweitert. Dadurch ergeben sich ungekannte Möglichkeiten, die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel zu verbessern. Wichtige Verbesserungen sind durch das Einbringen von Resistenzgenen gegen Pathogene oder Insekten zu erwarten. Man geht davon aus, daß diese Anwendung der Gentechnik einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der Anwendung chemischer Mittel im Anbau leisten wird. Weitere Beispiele, wie Gentechnik eine Rolle in der Verbesserung pflanzlicher Nahrungsmittel spielen kann, sind:

- der Transfer von Genen, welche die Abreifung von Tomaten oder das Einfrieren von Obst und Gemüse beeinflussen können. Als letztes, praktisches Beispiel zur Qualitätsverbesserung durch Genübertragung in Pflanzen darf das Einbringen männlicher Sterilität nicht unerwähnt bleiben. Hierdurch wird es nämlich möglich, Hybriden in Arten zu machen, was vorher nicht möglich war.

* Resistenz gegen Pathogene oder Insekten

Pathogene und Insekten können die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel negativ beeinflussen. Ursache hierfür können unter anderem Beschädigungen, Verformungen oder Verfärbungen des geernteten Produktes oder erhöhte Rückstände von Insektiziden, Fungiziden usw. sein. Demzufolge kann das Einbringen von Resistenzen die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel positiv beeinflussen.

Gute Ergebnisse sind mit dem Transfer von Resistenz gegen gegen Viren oder Insekten erreicht worden. Gentechniker versuchen darüberhinaus, Pilzresistenz in Pflanzen einzubauen. Die bisherigen Ergebnisse indizieren, daß dies möglich sein kann.

Beispiel: Resistenz gegen Viren

Schon im Jahre 1986 wurde ein erster Versuch mit Tabakpflanzen, in die das virale Gen für Hüllprotein von TMV eingebracht worden war, angelegt (3). Die genetisch modifizierten Pflanzen produzieren in allen Zellen das Hüllprotein von TMV. Diese Produktion von Hüllprotein schützt die Pflanzen vor einer Infektion mit TMV. Nach diesen ersten, erfolgreichen Experimenten im Jahr 1986 sind sehr viele Gewächse, darunter z.B. Kartoffeln, Tomaten, Gurken und Kürbis auf diese Weise resistent gegen verschiedene Viren gemacht worden.

Neben der Hüllprotein-Methode gibt es noch andere gentechnologische Methoden, um Resistenzen gegen Viren in die Pflanze einzubringen.

Beispiel: Resistenz gegen Insekten

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, mit Hilfe von Genübertragung Resistenz gegen Insekten einzubringen. Am besten untersucht sind: das Einbringen von pflanzlichen Genen, die für Proteinase-Inhibitoren kodieren und der Transfer von bakteriellen Genen aus *Bacillus thuringiensis* für Endotoxin.

In Tomaten ist das Endotoxin aus *Bacillus thuringiensis* eingebracht worden. In Freilandversuchen produzieren diese Pflanzen das Endotoxin (4). Wenn Schmetterlingslarven an diesen Pflanzen fressen, wird das Endotoxin mit der Nahrung aufgenommen und wirkt auf die Larven toxisch. In Freilandversuchen wiesen diese genetisch modifizierten Pflanzen eine sehr hohe Resistenz gegen verschiedene Schmetterlingslarven auf.

Beispiel: Shelf life von Tomaten

Wie bereits erwähnt, ist die Abreifung von Tomaten ziemlich gut untersucht worden. Ethylen spielt bei der Reife eine Hauptrolle. Das Enzym 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase ist sehr wichtig für die Biosynthese von Ethylen. Es hat sich gezeigt, daß es möglich ist, dieses Enzym durch das Einbringen von einem sogenannten Anti-sense-Gen "auszuschalten". Ein Anti-sense-Gen ist ein Gen, das genau die umgekehrte Reihenfolge der Basen hat, wie ein normales oder Sense-Gen. Wahrscheinlich formen die Genprodukte von Sense- und Anti-Sense Genen einen Komplex, wodurch die normale Genexpression unterdrückt wird. Demzufolge wird die Abreifung von genetisch modifizierten Tomaten (Rotfärbung, Weichwerden usw.) gehemmt. Eine Verabreichung von externem Ethylen veranlaßt wiederum das normale Abreifen.

Anti-sense-Gene sind auch in Tomaten mit dem Ziel eingebaut worden, die Aktivität eines anderen Enzyms, nämlich Polygalacturonase zu verringern (5). Polygalacturonase spielt eine Rolle beim Abbau von Pektin, also dem Weichwerden der Früchte. In der Regel werden Tomaten grün gepflückt, um große Verluste beim Transport zu vermeiden. Dadurch leidet allerdings der Geschmack. Früchte von gentransformierten Tomatenpflanzen können reif gepflückt und trotzdem problemlos transportiert werden. Kommerziell benennt man diese Sorten daher mit Flavr Savr, ein Name, mit dem man den verbesserten Geschmack ausdrücken will.

Beispiel: Qualität von tiefgekühltem Obst und Gemüse

Nicht jede Obst- oder Gemüseart ist für die Tiefkühlung geeignet. Eine Ursache dafür ist u.a. die Bildung von Eiskristallen, welche die Zellen zerstören können. Wissenschaftler haben nun aus einem Fisch, der Winterflunder, ein Gen isoliert, das für ein Protein, welches wie ein Frostschutzmittel wirkt, kodiert ist. Solche Gene sind in Tomaten zur Expression gebracht worden. Es

wird untersucht, ob so die Textur und der Geschmack verbessert werden können.

Beispiel: Männliche Sterilität

Es ist Wissenschaftlern gelungen, Gene zu isolieren, die nur in bestimmten Entwicklungsphasen pflanzlicher Staubfäden zur Expression kommen. Diese Gene wurden von Gentechnikern mit einem Gen kombiniert, das für ein RNA abbauendes Enzym kodiert. In die Pflanze implantiert wirkt dieses Gen wie eine Zeitbombe und resultiert in männlicher Sterilität der Pflanze. Durch dieses Verfahren kann im Prinzip bei jeder Pflanze männliche Sterilität erzeugt werden. Das bedeutet, daß von jeder beliebigen Pflanzenart Hybriden produziert werden können.

Besonders für solche Arten, für die eine Hybridisierung bisher nicht möglich war, eröffnen sich nun im Rahmen der Züchtung völlig neue Perspektiven. Männliche Sterilitätssysteme ermöglichen z.B. die Nutzung von Heterosis, was dem Züchter indirekt gute Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung von Pflanzen bietet. Durch die Hybridsorte ist beispielsweise eine höhere Uniformität der Pflanzen einfacher zu realisieren.

INDIREKTE SELEKTIONSVRFahren MIT HILFE MOLEKULARER MARKIERUNGEN

Vielleicht weniger spektakulär als Gentransfer, aber sicher nicht weniger wichtig für die Pflanzenzüchtung ist die Nutzung von molekularen Markierungen wie RFLP (Restriktionsfragment-Längenpolymorphismus) oder RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). Basisprinzip molekularer Markierungen ist, daß die Differenzen in Basensequenzen in der DNA (also genetische Unterschiede) in Bandierungspatronen direkt sichtbar gemacht werden können. Diese Patronen von Bändchen in einem sogenannten "Southern Blot" geben dem Züchter Auskunft über allgemeine, genetische Variationen in seinem Züchtungsmaterial.

Die Bändchen können auch mit landwirtschaftlich wichtigen Eigenschaften korreliert werden. Dadurch ergeben sich insbesondere in Bezug auf die Selektion von quantitativen Eigenschaften, die von mehreren Genen abhängen, sehr gute Perspektiven. Das ist sicher so, wenn die Expression der Gene stark von Umwelteinflüssen abhängt. Ein großer Vorteil der molekularen Selektion ist die Möglichkeit, störende Umwelteinflüsse ausschließen zu können. Beispiele für pflanzliche Qualitätseigenschaften, die von mehreren Genen abhängen, sind: Proteingehalt in Weizen und Mais und der Ölgehalt in Sojabohnen.

Beispiel: Trockensubstanzgehalt in Tomaten

Es wird geschätzt, daß eine Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes von Tomaten um 1 %, eine Kosteneinsparung für die Industrie von etwa achtzig Mio Dollar bringen wird. Bisherige Forschungen haben gezeigt, daß es möglich ist, mit Hilfe molekularer Markierungstechnik RFLP den Trockensubstanzgehalt in Tomaten zu erhöhen (8).

Die Anwesenheit eines Bändchens kann mit der An- oder Abwesenheit einer monogen bedingten Eigenschaft korreliert werden. Dies ist besonders für monogene Merkmale interessant, die sonst nur mit hohem Aufwand meßbar sind oder erst später in der Entwicklung der Pflanze exprimiert werden.

MONOKLONALE ANTIKÖRPER

Ohne Gentechnik wäre es nicht möglich gewesen, monoklonale Antikörper zu produzieren. Die Nutzung monoklonaler Antikörper kann ein wichtiges Hilfsmittel in der Pflanzenzüchtung sein, um bestimmte Proteine nachzuweisen.

Beispiel: Selektion auf Protein in Gerste

Rasmussen (9) hat ein sehr zweckmäßiges Selektionsverfahren bei Gerste beschrieben, welches es ermöglicht, mit fluoreszierenden, monoklonalen Antikörpern auf Proteine mit Lysin zu selektieren. Das Ausmaß an Fluoreszenz ist ein Maß für den Gehalt an Protein mit Lysin. Schätzungsweise können 2 Personen pro Tag etwa 20.000 Gerstenkörner untersuchen. Im Prinzip kann diese Methode für jedes Protein, für das es einen Antikörper gibt, genutzt werden.

SOZIALE UND JURISTISCHE APSEKTE DER GENTECHNIK

Fast täglich kann man in den Zeitungen über Gentechnik, Genmanipulation oder Biotechnologie lesen: Über neue, technische Erfindungen, ethische Aspekte der Biotechnologie, Freisetzung für Freilandversuche mit genetisch modifizierten Pflanzen oder über die Zerstörung von Versuchsfeldern durch Aktionsgruppen, wie in Holland z.B. die "Wütenden Bintjes".

Auch die juristische Situation im Zusammenhang mit Gentechnik befindet sich in starker Bewegung. Die Möglichkeiten, gentechnologische Erfindungen zu patentieren und darüberhinaus speziell im Bereich der Pflanzen, sind noch nicht überschaubar. Auch die Konsequenzen für die Züchtungsgesetzgebung sind noch nicht abzusehen. In vielen Bereichen muß die Gesetzgebung für Freilandversuche mit genetisch modifizierten Pflanzen erst noch entwickelt werden. Darüberhinaus gelten in den verschiedenen Ländern sehr unterschiedliche Bestimmungen. Auch im Bereich des "in den Markt bringen" von gentechnisch produzierten Produkten fehlen noch häufig gesetzliche Regelungen. In vielen Ländern wird über "Novel Foods" und deren Etikettierung diskutiert.

Blick in die Zukunft:

Gentechnik gehört in Zukunft sicherlich mit zu den Hilfsmitteln, mit denen der Pflanzenzüchter seine Ziele

erreichen kann. Wenn die heutigen Tendenzen auch in Zukunft weiterverfolgt werden, dann ist es ganz sicher, daß durch Grundlagenforschung die Kenntnis der genetischen Prozesse in der Pflanze stark zunehmen wird. Dadurch ergeben sich auch zunehmend Möglichkeiten, diese Prozesse zu manipulieren und in eine vom Menschen gewünschte Richtung zu lenken. Dabei kann man z.B. an die Beeinflussung der Respiration, das Ausschalten von Genen, die sich negativ auf Geschmack, Farbe, Geruch oder die industrielle Verarbeitbarkeit auswirken. Die Änderung der Farbe von Pflanzenteilen könnte, genau wie heute bereits im Zierpflanzenbereich, möglich sein.

In der Einleitung wurde eine allgemeingültige Definition von Qualität gegeben, nämlich: "Die Totalität von Merkmalen und Eigenschaften eines Produktes, die das Vermögen beeinflussen, ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen". Aus dieser Definition ergibt sich, daß in Bezug auf Qualität neben objektiven Aspekten auch subjektive Aspekte eine Rolle spielen. Daß die Gentechnik im Bereich der objektiv festzustellenden Qualitätssteigerung pflanzlicher Nahrungsmittel eine wichtige Funktion haben kann, sollte im vorangegangenen deutlich geworden sein. Ob jedoch eine objektiv zu messende Qualitätssteigerung auch vom Konsumenten als eine Verbesserung des Produktes angesehen wird, bleibt abzuwarten. Daher wird die Anwendung der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung nicht nur von technischen Überlegungen, sondern auch stark von der Akzeptanz der Produkte durch den Konsumenten abhängen.

LITERATUR

- (1) European Organisation for Quality Control, Glossary of Terms Used in Quality Control (4th edn), 1976
- (2) Hess, D., 1992: Biotechnologie der Pflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

- (3) Powell, A.P., R.S. Nelson, N. De B. Hoffmann, S.G. Rogers, R.T. Fraley, R.N. Beachey, 1986: Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene. *Science* 232, 738-743
- (4) Delannay, X., B.J. LaVallee, R.K. Proksch, R.L. Fuchs, S.R. Sims, J.T. Greenplate, P.G. Marrone, R.B. Dodson, J.J. Augustine, J.G. Layton, D.A. Fischhoff, 1989: Field performance of transgenic tomato plants expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* insect control protein. *Biotechnology* 7, 1265-1269
- (5) Jones, J.L., 1992: Genetic engineering of crops: its relevance to the food industry. *Trends in Food Science & Technology* 3, 54-59
- (6) Hightower, R., C. Baden, E. Penzes, P. Lund, P. Dunsmuir, 1991: Expression of antifreeze proteins in transgenic plants. *Plant Molecular Biology* 17, 1013-1021
- (7) Mariani, C., M. De Beuckeleer, J. Truettner, J. Leemans, R.B. Goldberg, 1990: Induction of male sterility in plants by a chimaeric ribonuclease gene. *Nature* 347, 737-741
- (8) Tanksley, S.D., J. Hewitt, 1988: Use of molecular markers in breeding for soluble solids content in tomato - a re-examination. *Theor. Appl. Genet.* 75, 811-823
- (9) Rasmussen, U., 1985: Immunological screening for specific protein content in barley seeds. *Carlsberg Res. Commun.* 50, 83-88

Instrumentelle und sensorische Analyse wertgebender Aromastoffe von Gewürzpflanzen

W. Grosch
(Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie,
Lichtenbergstraße 4, W-8046 Garching)

Es ist unbestritten, daß das Aroma sehr wesentlich zum Genußwert und damit zur Akzeptanz von Lebensmitteln beiträgt. Daraus folgt, daß gezielte züchterische und/oder technologische Maßnahmen zur Verbesserung eines Aromas Methoden erfordern, mit denen man ein Aroma objektivieren kann.

Bei der Züchtung pflanzlicher Lebensmittel wird in vielen Fällen das Aroma als Qualitätsmerkmal nicht besonders beachtet. Eine Ursache ist die Annahme, daß Aromen nur subjektiv beurteilt werden können. Das trifft aber nur insoweit zu, als es um die Beliebtheit oder Unbeliebtheit eines Aroma geht. Objektiv kann dagegen festgestellt werden, welche Stoffe ein bestimmtes Aroma hervorrufen, da die Empfindlichkeit der Sinnesorgane bei der Wahrnehmung von Geruchs- und Geschmacksstoffen nur in relativ engen Grenzen schwankt.

Eine weitere Ursache für die Vernachlässigung des Aromas ist darin zu sehen, daß erst im letzten Jahrzehnt der methodische Fortschritt so weit gediehen ist, daß eine Objektivierung von Aromen in Angriff genommen werden kann. Die folgenden Beispiele sollen zeigen, worin der Fortschritt besteht und welche Methoden zur Objektivierung von Aromen angewandt werden können.

Methodik

Die Aromastoffe gehören zu den flüchtigen Bestandteilen von Lebensmitteln. Analysen mit der Kapillar-Gaschromatographie haben gezeigt, daß die flüchtige Fraktion der

meisten Lebensmittel sehr kompliziert zusammengesetzt ist; mehrere hundert bis tausend Komponenten, meistens in Konzentrationen unter 1 mg pro Kilogramm, sind keine Seltenheit.

Bei vielen Untersuchungen hat man die Analyse von Geruchsstoffen mit einer Analyse der jeweiligen flüchtigen Fraktion gleichgesetzt. Lange Listen von Verbindungen sind erarbeitet worden, die aber keine Auskunft darüber geben, welche Verbindungen bei dem jeweiligen Lebensmittel als Aromastoffe eine Rolle spielen. Am bekanntesten ist die Sammlung, die das TNO-Institut in Zeist herausgibt (1), und deren neueste Auflage 6200 flüchtige Verbindungen bei über 300 Lebensmitteln anführt.

Erste Versuche zur Abgrenzung der Geruchsstoffe von den übrigen flüchtigen Verbindungen unternahm *Rothe* und *Thomas* (2). Sie definierten den Aromawert A.

$$A = \frac{c}{a} \quad (c: \text{Konzentration, } a: \text{Geruchsschwelle})$$

Der Beitrag, den eine Verbindung zum Aroma eines Lebensmittels leistet, ist ihrem Aromawert proportional.

Zur Identifizierung der Geruchsstoffe, deren Aromawert im Lebensmittel hoch ist, werden zwei Methoden angewandt, die sich darin unterscheiden, wann die sensorische Bewertung der flüchtigen Verbindungen erfolgt. Bei der 1. Methode erfolgt sie nach der chemisch-instrumentellen Analyse und bei der 2. Methode schon zu Beginn der Analyse.

Die 1. Methode sieht zunächst eine umfassende qualitative und quantitative Analyse der flüchtigen Fraktion des Lebensmittels vor. Auf der Basis der Geruchsschwellen, die für die gefundenen Verbindungen in einem geeigneten Medium (z.B. in Wasser bei wasserreichen Lebensmitteln) bestimmt worden sind, werden dann die Aromawerte berechnet.

Als Beispiel möchte ich Untersuchungen von *Buttery et al.* (3) über das Aroma von Tomaten und von Tomatenmark anführen. Von diesen und von anderen Autoren sind bei Tomaten über 400 flüchtige Verbindungen identifiziert worden. Davon wurden 62 Verbindungen von den Autoren ausgewählt und quantitativ in Tomatenmark analysiert. Die Berechnung der Aromawerte auf der Basis von Geruchsschwellen in Wasser ergab die höchsten Werte für die in Tabelle 1 aufgeführten 7 Verbindungen.

Aus den sieben Verbindungen wurde dann ein Konzentrat komponiert, das zur Verbesserung des Aromas von erhitzten Tomatenprodukten geeignet ist (4). In Tabelle 2 sind zwei Beispiele einer erfolgreichen Aromatisierung mit dem Konzentrat angegeben, die *Buttery et al.* in einem Patent (4) beschreiben. Insgesamt zeigt diese Untersuchung, daß von den über 400 flüchtigen Verbindungen, die in Tomaten identifiziert worden sind (1), nur eine sehr beschränkte Anzahl für das Aroma wichtig sind.

Das Beispiel verdeutlicht auch, daß die Gewinnung der Daten bei Methode 1, die für eine Berechnung von Aromawerten notwendig sind, sehr aufwendig ist. Methode 1 ist auch nicht ganz zuverlässig, da im Prinzip sämtliche Komponenten der flüchtigen Fraktion identifiziert werden müßten. Außerdem müssen die Schwellenwerte aller identifizierten Verbindungen bekannt sein, um ihre Aromarelevanz abschätzen zu können. Dann müssen alle Aromastoffe quantitativ analysiert werden. Dabei sind schwerwiegende Fehler möglich, da es sich um flüchtige Substanzen handelt, die in Spuren vorkommen, und von denen ein Teil sehr reaktiv ist. Dieser Aufwand wird bei Anwendung der 2. Methode beträchtlich eingeschränkt, da hierbei eine sensorische Beurteilung der flüchtigen Verbindungen schon zu Beginn der Untersuchung erfolgt.

Aromaextraktverdünnungsanalyse (AEVA)

Das nächste Beispiel, die Analyse der Aromastoffe von Petersilie (5), soll die 2. Methode verdeutlichen.

Petersilie der Sorte "*Hamburger Schnitt*" wurde in Methanol zur Inaktivierung der Enzyme homogenisiert. Nach der Filtration wurde der Extrakt mit Ether/Pentan verdünnt und es wurden dann das Methanol und die Säuren herausgewaschen. Die flüchtige Fraktion wurde durch Destillation im Hochvakuum isoliert. Sie roch angenehm nach Petersilie.

Bei der gaschromatographischen Trennung (Abb. 1) wurde der Trägergasstrom nach Verlassen der Kapillare abge-rochen (Gaschromatographie/Olfaktometrie, GCO). An insgesamt 16 Positionen wurde ein Geruch wahrgenommen, z.B. (1) fruchtig, (2) krautig, (4) geranienartig, (5) muffig, (7) blumig, (9) n. Gurke, (13) würzig-muskat-ähnlich.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die 16 Verbindungen, deren Geruch bei der GCO (Abb. 1) wahrgenommen wurde, am Aroma von Petersilie wesentlich beteiligt sind. Dies kann nicht beantwortet werden, wenn, wie häufig in der Literatur beschrieben, nur ein GC-Lauf sensorisch bewertet wird, denn das Ergebnis ist abhängig von der Menge des Lebensmittels, die zur Isolierung der Aromastoffe aufgearbeitet worden ist, vom Grad der Konzentrierung der flüchtigen Fraktion und von der Probenmenge, die gaschromatographisch getrennt worden ist. Diese Einflußgrößen verhindern eine Abschätzung der Beiträge, die die gefundenen Geruchsstoffe zum Aroma leisten. Sie müssen deshalb eliminiert werden, z.B. mit Hilfe einer AEVA, die von Acree et al. (6) in den USA und von uns (7, 8) entwickelt worden ist.

Das Verfahren besteht darin, daß der Extrakt, der die flüchtige Fraktion enthält, schrittweise mit dem Lösungsmittel verdünnt wird und, daß jede Verdünnung durch Abriechen des Trägergasstromes analysiert wird.

Diese Prozedur wird solange fortgesetzt, bis kein Aromastoff mehr wahrgenommen werden kann. Auf diese Weise wird von jedem Aromastoff, der im Gaschromatogramm auftritt, der Verdünnungsfaktor (FD-Faktor) bestimmt. Der FD-Faktor gibt an, mit wievielen Teilen Lösungsmittel der Aromaextrakt verdünnt werden muß, bis der Aromawert auf eins abgesunken ist. Der FD-Faktor erlaubt somit eine Wichtung der Aromastoffe einer Mischung auf der Basis von Aromawerten.

Mit Hilfe einer AEVA wurden die im Extrakt aus Petersilie dominierenden Geruchsstoffe ermittelt.

Als Ergebnis wurde das in Abb. 2 dargestellte FD-Chromatogramm erhalten (FD-Chromatogramm: Auftrag des FD-Faktors über der Retentionszeit in Form des Retentionsindex). Die Verbindung Nr. 13, die würzig-muskatartig riecht, trat mit dem höchsten FD-Faktor hervor. Es folgten 10 weitere Geruchsstoffe im FD-Faktorbereich 16 bis 128.

Die Verbindungen mit den höchsten FD-Faktoren wurden identifiziert (5). Die Strukturen von neun Aromastoffen sind in Abb. 7 dargestellt.

Bei der würzig-muskatähnlich riechenden Substanz handelt es sich um Myristicin. Weitere wichtige Aromastoffe von Petersilie sind: 2-Methylbuttersäuremethylester (Nr. 1, fruchtig), Myrcen (Nr. 2, krautig), (Z)-1,5-Octadien-3-on (Nr. 4, geranienartig), die Pyrazine Nr. 5 und Nr. 8 (muffig, erdig), Linalool (Nr. 7, blumig), (E)-6-Decenal (Nr. 9, gurkenartig) und (E,E)-2,4-Decadienal (Nr. 11, fettig).

Eine vergleichende AEVA kann einen ersten Einblick geben, worauf Aromaunterschiede bei Petersilie beruhen können, z.B. in Abhängigkeit von der Schnittfolge (Tabelle 3).

Die Unterschiede in den FD-Faktoren, die für fünf ausgewählte Indikatoraromastoffe ermittelt wurden, zeigen in Übereinstimmung mit dem sensorischen Befund ein in-

tensiveres Aroma für den 2. Schnitt und ein schwächeres Aroma für den 3. Schnitt. Den FD-Faktoren ist zu entnehmen, daß die Konzentrationen der Aromastoffe Nr. 5, 7 und 13 im 2. Schnitt am höchsten waren.

Bei der Diskussion der Ergebnisse einer AEVA müssen die Grenzen der Methode beachtet werden (10).

So sind z.B. die Geruchsschwellen der Substanzen bei der GCO wesentlich niedriger als in Lösung oder in der Lebensmittelmatrix, da die Aromastoffe im Dampfzustand sensorisch beurteilt werden. Außerdem können bei der GCO synergistische und antagonistische Effekte nicht zur Geltung kommen, weil die Aromastoffe einzeln abgerochen werden. Diese hier skizzierten Vereinfachungen der AEVA können eliminiert werden, wenn man, ausgehend von den Ergebnissen einer AEVA, das betreffende Aroma simuliert. Wir konnten mit dieser Methode die charakteristischen Aromastoffe von Dillkraut ermitteln (11, 12).

Aromastoffe von Dillkraut

Ausgangspunkt für die Untersuchungen war das FD-Chromatogramm der flüchtigen Fraktion von Dillkraut (Abb. 4).

Vier Geruchsstoffe (Nr. 1, 3, 6 und 10) zeigten darin die höchsten FD-Faktoren. Sie wurden als 2-Methylbuttersäuremethylester (Nr. 1), (S)- α -Phellandren (Nr. 3), (3R,4S,8S)-3,9-Epoxy-1-p-menthen (Dillether, Nr. 6) und Myristicin (Nr. 10) identifiziert (Abb. 5).

Zur Vorbereitung der Simulationsversuche wurden die vier Aromastoffe in Dillkraut qualitativ analysiert (Tabelle 4). Außerdem wurden auf der Basis der Geruchsschwellen in Wasser die Aromawerte berechnet. Wie in Tabelle 4 angegeben, hatte Dillether den höchsten Aromawert gefolgt vom (S)- α -Phellandren. Dieses Ergebnis würde die Behauptung von *Belafi-Réthy* u. *Kerényi* (13) bestätigen, wonach es sich beim Dillether um den charakteristischen Aromastoff von Dillkraut handelt.

Die vier Aromastoffe wurden nun in einem Verhältnis gemischt (Tabelle 5), in dem sie in 10 g Dillkraut vorkommen, in 1 l Wasser gelöst und der Geruch dieser Lösung wurde von einer Prüfgruppe bestehend aus acht in der Sensorik erfahrenen Personen beurteilt.

Sie stellten fest, daß das Aroma des Modells weitgehend an das Aroma von Dillkraut angenähert ist. Das Aromaprofil mit dem Hauptmerkmal "dillartig" und den weiteren Attributen "etherisch-terpenig", "krautig" stimmte sehr gut mit dem Aromaprofil von Dillkraut überein.

Zur Prüfung des Beitrags, den jede Komponente zum Gesamtaroma leistet, wurden die Konzentrationen der Aromastoffe variiert z.B. der Ester.

Fehlte der Ester im Gemisch (Tabelle 6), so ergab sich kein Unterschied im Aroma. Erst bei einem Aromawert von 73 in der Mischung brach seine fruchtige Note durch und das Aroma des Modells veränderte sich. Myristicin verhielt sich in gleicher Weise; die Konzentration im Modell war zu gering für einen Beitrag zum Aroma. Ganz anders sind (S)- α -Phellandren und Dillether zu beurteilen, wie die folgenden Versuche zeigen.

Fehlte der Dillether (Tabelle 7), so roch das Modell zwar noch dillartig, doch die krautige Note war schwach ausgeprägt.

Das Modellexperiment mit dem (S)- α -Phellandren (Tabelle 8) zeigte seine besondere Bedeutung für das Aroma von Dillkraut. Die dillartige Note wurde bei Anwesenheit dieses Monoterpens im Konzentrationsbereich 2,2-11,2 mg/kg (A: 11-56, Tabelle 8) wahrgenommen.

Die Prüfung einer Mischung, die nur noch (S)- α -Phellandren und Dillether enthielt (Tabelle 9), bestätigte, daß sie das typische Dillaroma hervorruft. Myristicin und 2-Methylbuttersäuremethylester leisten dagegen keine Beiträge zum Gesamtaroma. Ihre Aromen werden völlig von denen der beiden Monoterpene verdeckt, obwohl ihre Konzentrationen im Modell das 4-

bzw. 18-fache der Geruchsschwelle betragen haben. Aufgrund des entscheidenden Beitrags zum Aroma sollten (S)- α -Phellandren und Dill ether, die gaschromatographisch leicht im Dillkraut zu bestimmen sind, als Indikatoren für die Qualität herangezogen werden, z.B. bei der Bewertung von Trocknungsprozessen.

Untersuchungen, die *Huopalathi* et al. (14) durchgeführt haben, ist zu entnehmen, daß die üblichen Trocknungsverfahren hier versagen. Sowohl bei der Lufttrocknung als auch bei der Gefriertrocknung traten bei beiden Aromastoffen sehr hohe Verluste auf (Tabelle 10).

Schluß

An den Beispielen Petersilie und Dillkraut wurde gezeigt, daß es möglich ist, die wertgebenden Aromastoffe zu erfassen, wenn die chemisch-instrumentelle Analytik mit systematischen sensorischen Untersuchungen kombiniert wird. Das Beispiel Dillkraut zeigt aber auch, daß die Ermittlung von Indikatoraromastoffen, mit denen Aromaveränderungen objektiviert werden können, recht aufwendig ist.

Literatur

- (1) *Maarse, H., C.A. Visscher*, 1991: Volatile compounds in food. Qualitative and quantitative data, 6th edition with supplements 2, TNO-CIVO Food Analysis Institute: Zeist, the Netherlands
- (2) *Rothe, M., B. Thomas*, 1963: Z.Lebensm.Unters. Forsch. 119, 302-310
- (3) *Buttery, R.G., R. Teranishi, R.A. Flath, L.C. Ling*, 1989: in Flavour Chemistry, Trends and Developments. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 213-222
- (4) *Buttery, R.G., R. Teranishi, L.C. Ling, J.G. Turnbaugh*, 1991: US Patent No. 5,064,673

- (5) *Jung, H.-P., A. Sen, W. Grosch, 1992: Lebensm.Wiss.Technol. 25, 55-60*
- (6) *Acree, T.E., J. Barnard, D.G. Cunningham, 1984: Food Chem. 14, 273-286*
- (7) *Schmid, W., W. Grosch, 1986: Z.Lebensm.Unters. Forsch. 182, 407-412*
- (8) *Ullrich, F., W. Grosch, 1987: Z.Lebensm.Unters. Forsch. 184, 277-284*
- (9) *Jung, H.-P., 1992: Dissertation, Technische Universität München*
- (10) *Grosch, W., 1993: Trends Food Sci.Technol., im Druck*
- (11) *Blank, I., W. Grosch, 1991: J.Food Sci. 56, 63-67*
- (12) *Blank, I., A. Sen, W. Grosch, 1992: Food Chem. 43, 337-343*
- (13) *Belafi-Réthy, K., E. Kerényi, 1977: Acta Chim. Acad.Scient.Hungaricae 94, 1-9*
- (14) *Huopalathi, R., E. Kesälahti, R. Linko, 1985: J.Agric.Sci.Finland 57, 133-138*

Tabelle 1: Typische Aromastoffe von Tomatenmark - Zusammensetzung eines Aromakonzentrates (CTF) (3)

Verbindung	Aromawert	DTF (mg/kg)
Dimethylsulfid	$6,7 \times 10^3$	400
β -Damascenon	7×10^3	2,8
3-Methylbutanal	$1,2 \times 10^2$	4,8
1-Nitro-2-phenylethan	33	14
Eugenol	17	20
Methional	15	6,0
3-Methylbuttersäure	8	400

Tabelle 2: Intensivierung des Aromas von Tomatenprodukten aus dem Handel durch Zugabe von CTF (cooked tomato flavor composition) (4)

Trockenprodukt ^a	CTF (mL)	Verbesserung ^b
Tomatensuppe (90 mL)	0,25	100 %
Spaghettisoße (40 mL)	0,2	76 %

^a Die Pulver wurden nach Vorschrift in Wasser suspendiert und erhitzt.

^b Anteil der Prüfer (insgesamt 22), die das Aroma der Probe mit CTF besser beurteilt haben.

Tabelle 3: Einfluß der Schnittfolge auf die FD-Faktoren der Sorte "Hamburger Schnitt" (9)

Nr. Geruchsstoff	Schnittfolge ^a		
	A1	A2	A3
1 2-Methylbuttersäuremethylester	128	128	128
2 Myrcen	256	256	128
5 2-Isopropyl-3-methoxypyrazin	32	512	64
7 Linalool	128	512	64
13 Myristicin	512	2048	256

^a Ernte 1990: A1 am 12.07., A2 am 21.08. und A3 am 18.09.

Tabelle 4: Konzentrationen und Aromawerte von vier Geruchsstoffen in Dillkraut (12)

Verbindung	Konzentration ^a	Aromawert ^b
Dillether	240	77
(S)- α -Phellandren	1050	56
2-Methylbuttersäuremethylester	0,7	18
Myristicin	11	4

^a Angaben in mg/kg
^b Auf der Basis der Geruchsschwelle in Wasser

Tabelle 5: Modell zur Untersuchung der typischen Aromastoffe von Dillkraut

Verbindung	Konzentration ^a	A ^b
Dillether	11,3	77
(S)- α -Phellandren	2,3	56
2-Methylbuttersäuremethylester	0,007	18
Myristicin	0,12	4

^a Die Menge des Aromastoffes (mg), die in 10 g Dillkraut enthalten sind, wurde in 1 kg Wasser gelöst.

^b Aromawert

Tabelle 6: Einfluß des 2-Methylbuttersäuremethylesters auf den Geruch des Modells

A ^a Geruch (N) ^b
0 dillartig (8), krautig (3), etherisch, terpenig (5)
18 dillartig (8), krautig (3), etherisch, terpenig (5)
73 dillartig (8), schwach fruchtig (6)
290 fruchtig (8), schwach dillartig (8)

^a Aromawert

^b Anzahl der Prüfer: 8

Tabelle 7: Einfluß des Dillethers auf den Geruch des Modells	
A ^a	Geruch (N) ^b

	0 dillartig (8), schwach krautig
	76 dillartig (8), krautig (3), etherisch-terpenig (5)
	300 etherisch-terpenig (9), schwach dillartig (4)
a	Aromawert
b	Anzahl der Prüfer: 8

Tabelle 8: Einfluß des (S)- α -Phellandrens auf den Geruch des Modells	
A ^a	Geruch (N) ^b

	0 etherisch-terpenig (7), minzig-süß (6)
	11 dillartig (8), etherisch-terpenig (5)
	56 dillartig (8), etherisch-terpenig (5)
	226 terpenig-scharf (7), dillartig (1), krautig (1)
a	Aromawert
b	Anzahl der Prüfer: 8

Tabelle 9: Aroma einer Mischung von (S)- α -Phellandren
(A = 55) und Dillether (A = 76) (12)

Beschreibung (N) ^a	Aroma	
		Intensität ^b
dillartig (8)		3
terpenig-minzig (4)		1
krautig (2)		1

^a N: Anzahl der Prüfer

^b Intensität des Aromas (nasal und retronasal geprüft) auf der Skala: 0 (kein Aroma) bis 3 (starkes Aroma)

Tabelle 10: Trocknung von Dillkraut (4)

Verfahren	Wasser (%)	Verlust (%)	
		(S)- α - Phellandren	Dillether
<u>Lufttrocknung</u>			
25°C/4 h	11	93	99
<u>Gefriertrocknung</u>			
-25°C/59 h	16	79	78
-25°C/65 h	2	93	96

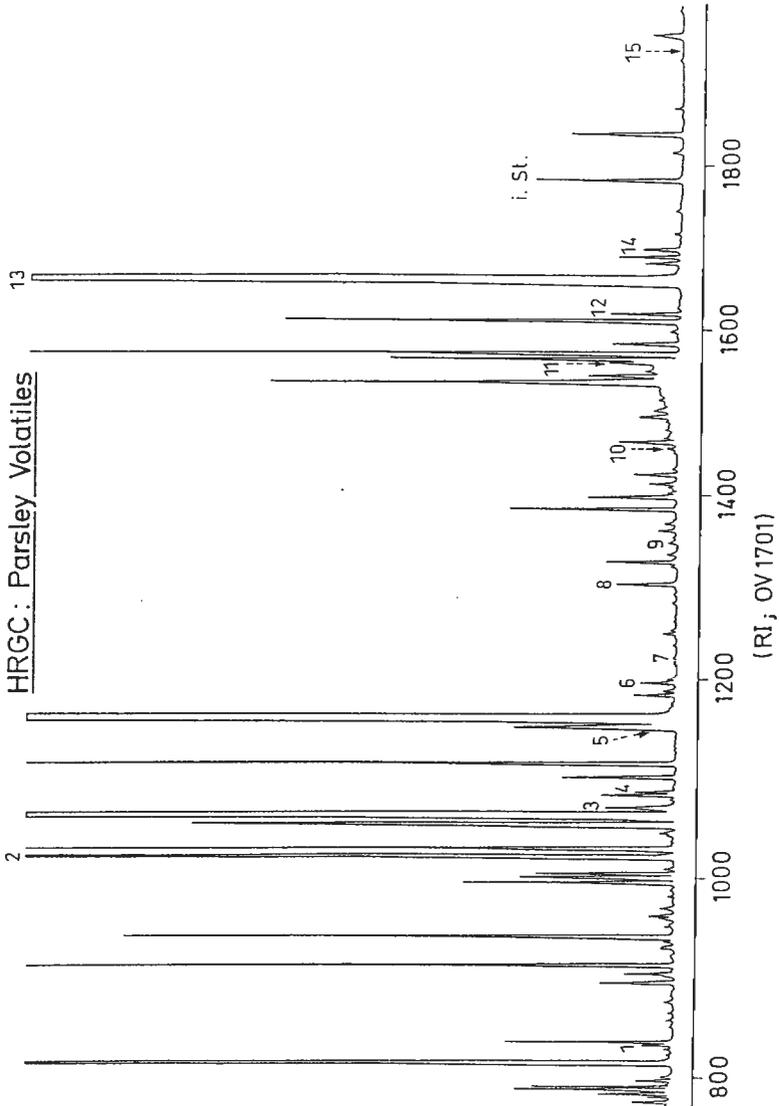


Abb. 1: Kapillargaschromatogramm der flüchtigen Fraktion von Petersilie (Sorte "Hamburger Schnitt") an OV-1701 (5). Die Position, an der ein Geruchstoff auftritt, ist durch eine Zahl markiert. RI: Retentionsindex.

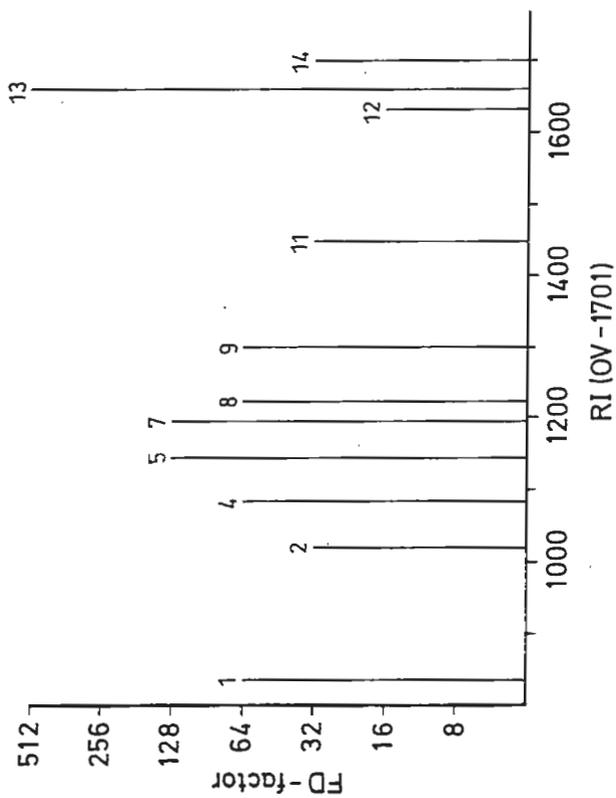


Abb. 2: FD-Chromatogramm der flüchtigen Fraktion von Petersilie (Sorte "Hamburger Schnitt"). Nummerierung wie in Abb. 1.

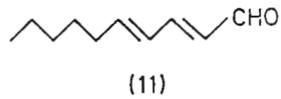
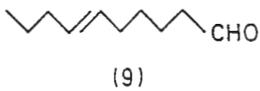
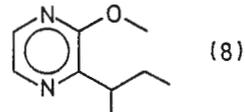
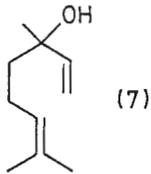
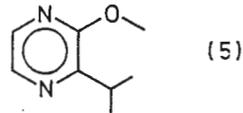
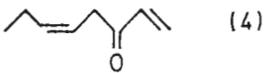
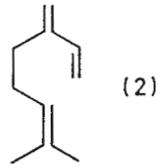
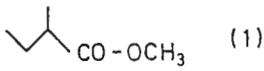
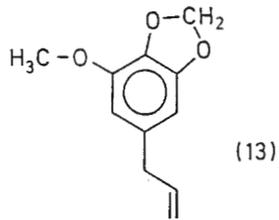


Abb. 3: Potente Aromastoffe von Petersilie

Dill (leaves)

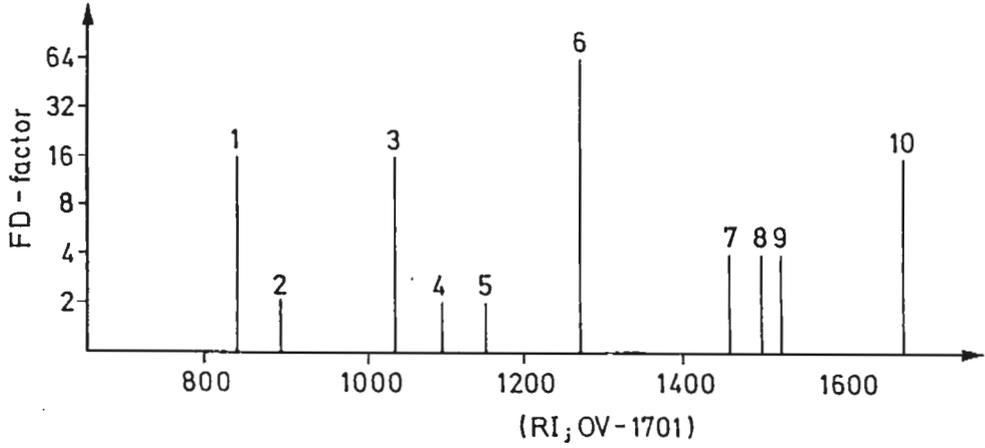


Abb. 4: FD-Chromatogramm der flüchtigen Fraktion von Dillkraut

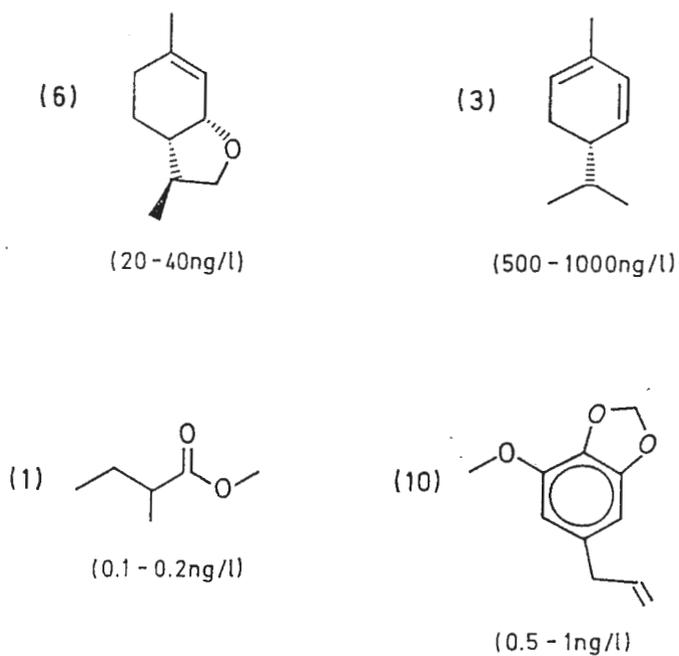


Abb. 5: Potente Aromastoffe von Dillkraut. Werte in ():
Geruchsschwelle in Luft

Sensorische Analyse - eine unverzichtbare Methode der Qualitätsbewertung pflanzlicher Nahrungsmittel

R. Schrödter

**(AG Sensorik/ASAP Riech- und Schmecklabor Potsdam,
Deutsches Institut für Ernährungsforschung,
Arthur-Scheunert-Allee 114-116, O-1505 Bergholz-Rehbrücke)**

Einführung

Die generelle Diskussion der Sensorik setzt zunächst eine semantische Betrachtung voraus. Damit beginnen die Verständigungsschwierigkeiten, da dieser Begriff eigentlich nicht existiert. Dennoch ist man sich in der Fachliteratur darüber einig, darunter alle Vorgänge bzw. Methoden zu verstehen, bei denen die menschlichen Sinne eingesetzt werden. Die Ablösung der mit vielen subjektiven Faktoren behafteten "Organoleptik" durch die sensorische Analyse geht im deutschsprachigen Raum auf die Bemühungen von G. Jellinek zurück (1,2). Sinnesphysiologen und Psychologen sprechen gleichsam schon nicht mehr konkret von Olfaktometrie und Olfaktologie, sondern verwenden den zusammenfassenden Begriff "Olfaktorik". Die parallele Wortschöpfung "Sensorik" wird nun auch in anderen Fachgebieten genutzt (Abb. 1). Die Biotechnologen verstehen darunter die Meßmethodik mit den Biosensoren (3). Die Übergänge zu den technischen Sensoren und Elektroden sind fließend.

In der DIN 10950 (Allgemeine Grundlagen der sensorischen Prüfung) wird klar definiert, daß Sensorik bzw. sensorische Analyse ein 6-Stufenvorgang ist:

- Aufnehmen / Empfangen (1)
- Bewußtwerden / Erkennen (2)
- Behalten / Merken (3)
- Vergleichen / Einordnen (4)

- Wiedergeben / Beschreiben (5)
- Beurteilen / Bewerten (6)

Da das sensorische Gedächtnis zunächst als Ultrakurzzeitgedächtnis vorliegt (4,5), wird gerade hier ab Stufe-(3) in der sensorischen Schulung angesetzt. Der Mensch als Analyseninstrument unterzieht sich einem Eichungsprozeß, um schließlich reproduzierbar zu arbeiten. Die notwendigen Informationen werden im sekundären und tertiären Gedächtnis durch ständige Übung permanent abgespeichert. Wenn er diese Voraussetzungen mitbringt und alle "5 Sinne beisammen hat", die er bei der umfassenden Lebensmittelbeurteilung benötigt, so ist er als sensorischer Experte oder "Sensoriker" einsetzbar. Im Mittelpunkt der Beurteilung stehen Aussehen, Geruch, Geschmack und Nachgeschmack (Abb.2). Die ausgewiesenen 4 % der beim oralen Gesamtsinneseindruck auf die Chemozeptoren entfallenden Informationen (einschließlich trigeminaler Empfindungen) sind für Annahme oder Ablehnung eines Lebensmittels entscheidend. Verkehrs- und Verzehrbarkeit eines Produktes vorausgesetzt (chemisch-physikalische und mikrobielle Merkmale stimmen mit den Anforderungen überein), so sind erst Nase, Mund und Gaumen schrittweise zu überwinden, damit es in der entsprechend festgestellten Qualität der Ernährung des Menschen und seiner Gesunderhaltung dienen kann. Zeigen sich anormale Reaktionen und Aversionen oder ähnliche Rückkopplungen, vielleicht auch abnorme Stimulationen bei zu starker und einseitiger Präferenz, kommt es möglicherweise zu ernährungsbedingten Krankheiten.

Methodenüberblick

Zur Methodik der sinnesphysiologischen Prüfung, Beurteilung oder Bewertung liegen DIN-, EG-, ISO-Vorschriften sowie DLG-Prüfbestimmungen vor (6,7). In der sensorischen Fachliteratur werden diese Methoden unter verschiedenen Aspekten systematisiert. Die von *Burdach* (8) in Anlehnung an *Stone* und *Sidel* (9) vorgenommene Einteilung in Unterschiedsprüfungen, affektive Tests, deskriptive Verfahren und bewertende Prüfungen (Abb.3)

läßt sich dahingehend vereinfacht darstellen, daß man die Methoden allgemein unterteilt in

1. Analytische Verfahren
2. Hedonische Prüfungen

Produktentwickler und Qualitätsprüfer wenden vornehmlich analytische Methoden an, während man in der Konsumentensensorik überwiegend hedonisch arbeitet. Bevorzugungstests und die analytischen Methoden haben einen qualitativen und quantitativen Aspekt. Ersterer bezieht sich auf die sinnesphysiologische Fähigkeit, Geruchs- (max. 10 Tausend) und Geschmacksqualitäten (4 Grundqualitäten) zu unterscheiden (Qualitätsdiskrimination), ein ausgeprägtes sensorisches Gedächtnis zu entwickeln und eine Identifikation vorzunehmen (über Sprech- und/oder Bewegungsmotorik). Der quantitativen Seite liegen Gesetzmäßigkeiten zugrunde, auf die im nachfolgenden Abschnitt eingegangen wird.

Vereinfachte Darstellungen der Unterschiedsprüfungen und der affektiven Tests mit einer Auswahl der zur Verfügung stehenden Skalen sind den Abbildungen 4, 5 und 6 zu entnehmen.

Sensorikforschung

Wahrnehmungspsychologen, Physiologen bzw. Psychophysiker und Wissenschaftler angrenzender Gebiete bemühen sich um die Aufklärung von Zusammenhängen zwischen Reiz und Reizantwort, d.h. Stimuli-Response-Beziehungen. Solche Ursache-Wirkungsmechanismen unterliegen im Geruch und Geschmack gleichen Gesetzmäßigkeiten, wie sie auch visuell, auditiv und haptisch vorhanden sind. In der zu betrachtenden Chemorezeption (10) können folgende Funktionen formuliert werden:

WEBERsche Gesetz $k = S_2 - S_1 / S_1$

WEBER-FECHNER-Gesetz $R = k * \lg S + \text{konst}$

R-Empfindungsgröße
(Response)

S-Reizstärke
(Stimulus)

		k-Konstante	der
		verschiedenen	
		Sinnesqualitäten	
STEVENS-Potenz-	$\log R = a * \log S + \log k$	bzw.	
funktion	$R = k * S \exp.a$		
		a-charakteristische	
		Konstante einer	
		best. Reizqualität	

Die Bedeutung dieser Gesetzmäßigkeiten in der sensorischen Analyse liegt auf der Hand. Ihre Kenntnis ist - vergleichbar zum LAMPERT-BEERSchen Gesetz in der Spektrophotometrie - Voraussetzung für quantitatives Arbeiten. Im Schwellen- und Sättigungsbereich liegen auch hier andere Verhältnisse vor, so daß Linearität in einem vorgegebenen Konzentrationsbereich herrscht, wie in Abbildung 7 am Beispiel einer Schlüsselsubstanz für das frische "Apfelaroma" dargestellt ist. Einzelkomponenten und Substanzmischungen, die sensorische Teilqualitäten repräsentieren, unterliegen Konzentrationschwankungen, die wiederum qualitätsbeeinflussend sein können. Art und Größe der Änderungen ergeben dann wünschenswerte oder unerwünschte Qualitäten. Rohstoffe und Rezepturbestandteile mit ihren sensorisch wirksamen Inhaltsstoffen bestimmen so die Produktqualität. Verfahrensparameter und übrige Herstellungsbedingungen sind dabei wesentliche Einflußfaktoren, deren optimale Einstellung eine gleichbleibend gute Qualität garantiert.

Sensorikforschung ist - wie aus Abbildung 8 ersichtlich - nicht nur im Lebensmittel- und Bedarfsgegenständebereich zu betreiben. Die sensorischen Methoden bieten sich darüberhinaus bei der Lösung epidemiologischer Fragestellungen an, so daß sich die Anwendungsgebiete über die Nahrung auf die Auswirkung derselben und der mitbeeinflussenden Umweltfaktoren erstrecken.

Anwendungsbeispiele

Die produktbezogene Forschung bedient sich im wesentlichen zweier Sensorikgruppen

- einem deskriptiven Panel (Profilanalyse)
- einem Konsumentenpanel

Die Verbindung bei der Sensorikgruppen geht aus der Abbildung 9 hervor. Die eigentliche analytische Tätigkeit beginnt mit der Ursachenforschung unterschiedlicher Präferenzen. Die Profilanalyse gibt hier Aufschluß, weshalb Produkt B besser bewertet wird. Augenscheinlich müssen hauptsächlich zwei Komponenten von Produkt A so verändert werden, daß die eine Teilqualität und ihre verursachenden Faktoren vermindert werden und die andere Komponente intensiver erscheint. Die Kopplung zur Instrumentalanalyse ergibt sich zwangsläufig, denn der Analytiker möchte wissen, welche Substanzen dahinterstehen. Die gewonnenen Erkenntnisse setzt der Züchter und Produzent um.

Die allgemein abzuleitenden Fragen in der Anwendung der Profilanalyse sind in Abbildung 10 zusammengestellt. Das Produktprofil von Kaffee besteht in der Regel aus über 60 Komponenten. Diese Darstellung beschränkt sich auf 12 Teilqualitäten, um den Unterschied zwischen den beiden Produkten hervorzuheben. Der Instantkaffee ist bei weitem nicht deckungsgleich mit einem Qualitätskaffee. Mit Blick auf den Rohstoffeinsatz und Ausklammerung der Kostenfrage könnten sofort Hinweise zum vermehrten Einsatz von Arabica-Varietäten bei der Extrakterstellung kommen. Die Anwendung von statistischen Versuchsplänen mit dem Ziel der Optimierung der sensorischen Qualität (Target=Kaffeeprofil einer guten und vom Konsumenten präferierten Probe) ließe sogar die Einbeziehung des Röstgrades und weiterer Variablen der Rezeptur sowie Extrakterstellung zu.

Neben den Gramineen stehen auch die Cruciferen im Mittelpunkt züchterischen Interesses. Erucasäurearmer Raps und glucosinolatarme Kohlsorten sind u.a. züchterische Zielstellungen. Die Glucosinolate haben - ohne auf andere Wirkungen an dieser Stelle einzugehen - in den Kohlsorten Aromavorläufer-Charakter. Der Katabolismus dieser Substanzen führt zu aromawirksamen Produkten, die wiederum Veränderungen durch Verarbeitungs- und Zubereitungsprozesse unterlegen sind. Im Hinblick auf die Fragestellung, ob züchterische Maßnahmen und

Zubereitungsverfahren einen Einfluß auf das Aromaprofil haben, ist die folgende Abbildung 11 zu interpretieren. Von den 38 Komponenten sind 12 nach Reihenfolge und Intensität der Wahrnehmung in 3 ausgewählten Kohlgemüsen dargestellt. Die sogenannten Fingerprints der einzelnen Produkte zeigen art- bzw. sortenspezifische Merkmale. Der hier verdeutlichte Garprozeß verändert das Profil erheblich. Die schraffierten Flächen können als Target für ein wünschenswertes Kohlaroma angesehen werden. Sollten züchterische oder technologische Einflüsse eine gravierende Veränderung der profilanalytischen Daten herbeiführen und ein abweichendes Profilogramm ergeben, dann sind Grenzwerte gefragt. In diese Diskussion ist der Konsument mit Akzeptanz- und Präferenzmessungen einzubeziehen. Die Frage, ob Kohl dann noch nach Kohl schmeckt, ist letztlich vom Verbraucher zu beantworten.

Zusammenfassung/Ausblick

Die sensorische Analyse beinhaltet im Vergleich zur Organoleptik eine objektivierte Erfassung und Bewertung von Produkteigenschaften. Dem 6-Stufenvorgang der Sensorik liegen Gesetzmäßigkeiten zugrunde, die eine quantitative Analyse ermöglichen. Reproduzierbare Ergebnisse sind durch sensorische Schulung und permanentes Training zu erhalten.

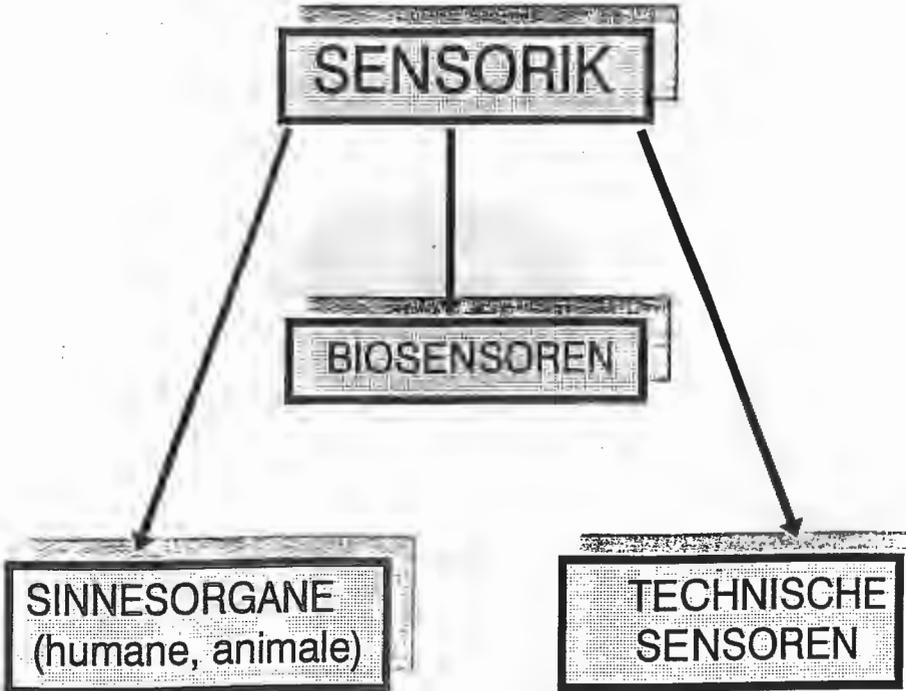
Zur Qualitätsbewertung werden deskriptive Panels und Konsumentenpanels eingesetzt.

Züchterische Maßnahmen (abgesehen von Form und Farbe) und technologische Einflüsse können Konzentrationsänderungen der aromagebenden Inhaltsstoffe bewirken. Die Profilanalyse gibt Aufschluß über die Art und Stärke der sich auf die sensorische Qualität auswirkenden Veränderungen. Die "Fingerprints" der Produkte weisen die Identität sowie die noch tolerierbaren Veränderungen aus. Zur schnelleren Erfassung der Daten und der Datenverarbeitung sind Systeme in Anwendung, die die Sensorik objektivierbarer und der Instrumentalanalyse vergleichbarer gestalten. Insbesondere betrifft das die Nutzung von computerisierten Sensorik-Kabinen mit den dazugehörigen Softwarepaketen, den Scannereinsatz bei der Auswertung von Protokollbögen und die Kopplung der

Geruchs- und Geschmacksmessungen an Elektrogustometer bzw. -olfaktometer.

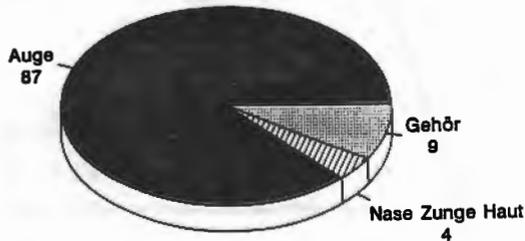
Literatur

- 1) *Jellinek, G.*, 1968: *Gordian* 68, 9 ff
- 2) *Jellinek, G.*, 1985: *Sensory Evaluation of Food-Theory and Practice*. VHC u. Ellis Horwood, Chichester
- 3) *Scheller, F., F. Schubert*, 1989: *Biosensoren*. Akademie-Verlag Berlin, 1989
- 4) *Amerine, M.A., R.M. Pangborn, E.B. Roessler*, 1965: *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Academic Press, New York and London.
- 5) *Ruf, F., K.H. Plattig*, 1989: *Geruch, Geschmack: Wertbestimmende Eigenschaften von Lebensmitteln*. VHC Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim
- 6) *Fliedner, I., F. Wilhelmi*, 1989: *Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik*. B. Behr's Verlag, Hamburg
- 7) *Neumann, R., P. Molnar*, 1991: *Grundlagen und Sensorische Lebensmitteluntersuchung*. Fachbuchverlag Leipzig
- 8) *Burdach, K.J.*, 1987: *Geruch und Geschmack*. Verlag Hans Huber, Stuttgart
- 9) *Stone, H., J.D. Siedel*, 1985: *Sensory Evaluation Practice*. Academic Press, New York and London
- 10) *Moncrieff, R.W.*, 1967: *The Chemical Senses*. Leonard Hill, London.

Abb.1: Systematik der sensorischen Verfahren

**Abb.2: Sinnesphysiologische Erfassung von
Lebensmitteleigenschaften**

Informationen über Sinnesorgane



Prozent

Reiz Sinn Organ Empfindung Qualität

chemisch	olfaktorisch gustatorisch	Nase Zunge	Geruch Geschmack	10000 4
physikalisch	optisch-visuell akustisch	Auge (87%) Gehör (9%)	Helligkeit Laute	Farben Töne
physisch	haptisch	Haut	Gefühl	T,p Schmerz Bewegung

Abb.3: Sensorische Analysenmethoden

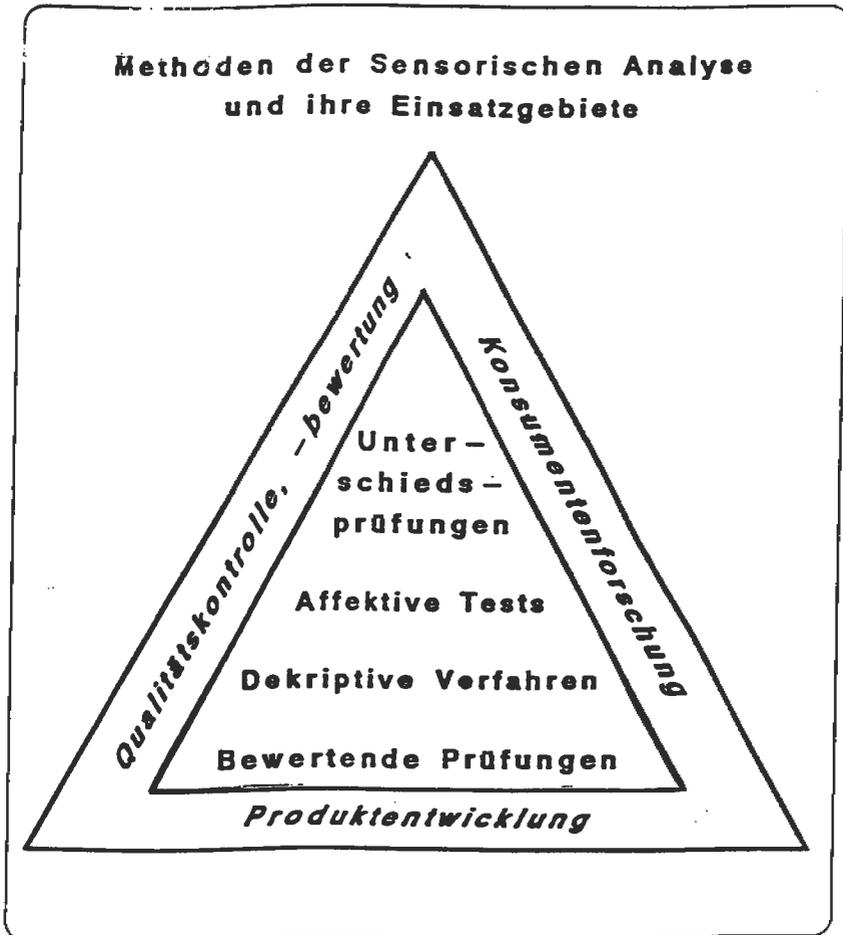


Abb.4: Differenztests

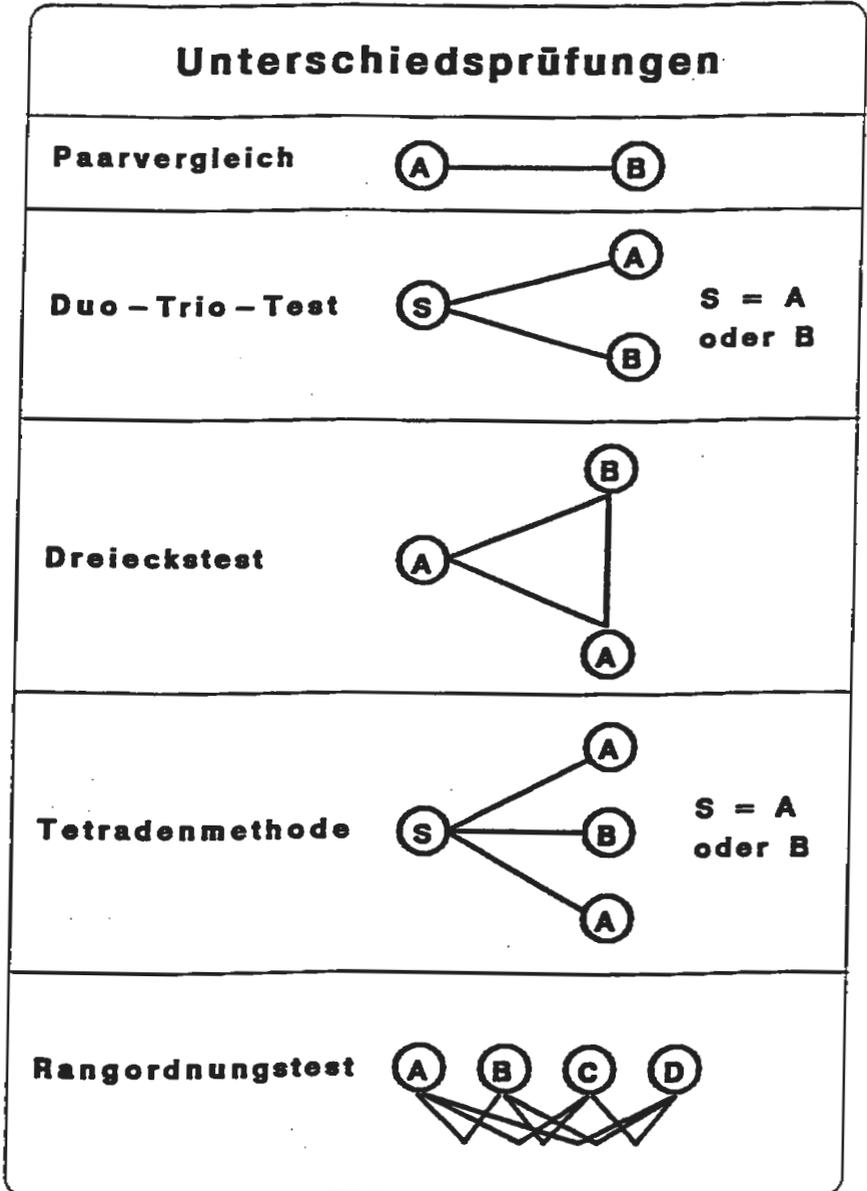


Abb. 5: Hedonische Methodenauswahl

<u>AFFEKTIVE TESTS</u>
Paarvergleich
Rangordnungstest
Hedonische Skalen

Abb.6: Skalierungsmöglichkeiten

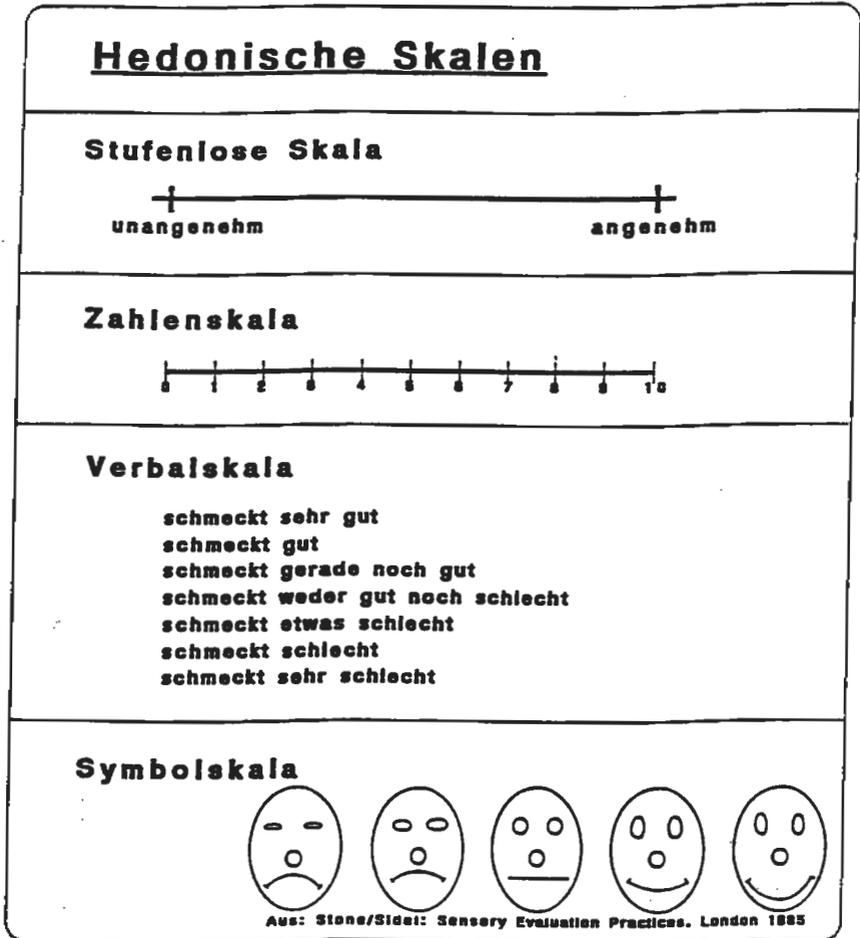


Abb.7: Quantitative Reiz-Antwort-Beziehung

trans-2-Hexenal

(n=18)

Attribute	Intensität	Konzentration (c)
sehr schwach	1	$1,8 \pm 0,6 \cdot 10^{-4}$ ml/100ml H ₂ O
schwach	2	$3,1 \pm 0,8 \cdot 10^{-4}$ ml/100ml H ₂ O
mittelstark	3	$7,0 \pm 2,0 \cdot 10^{-4}$ ml/100ml H ₂ O
stark	4	$12,0 \pm 1,0 \cdot 10^{-4}$ ml/100ml H ₂ O
sehr stark	5	$> 16,0 \cdot 10^{-4}$ ml/100ml H ₂ O

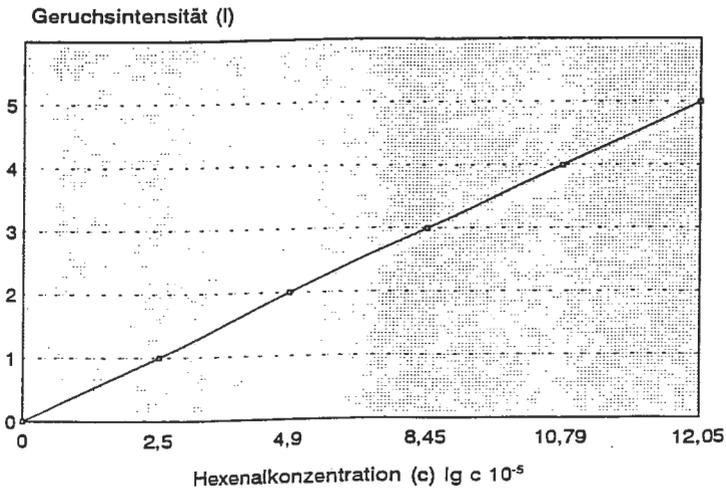


Abb.8: Forschungsgebiete der Sensorik

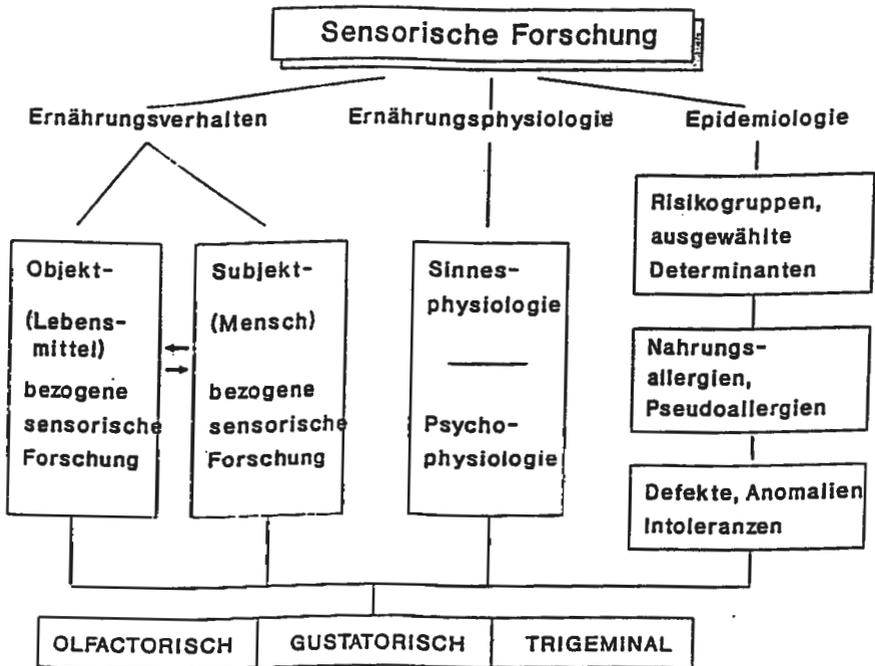
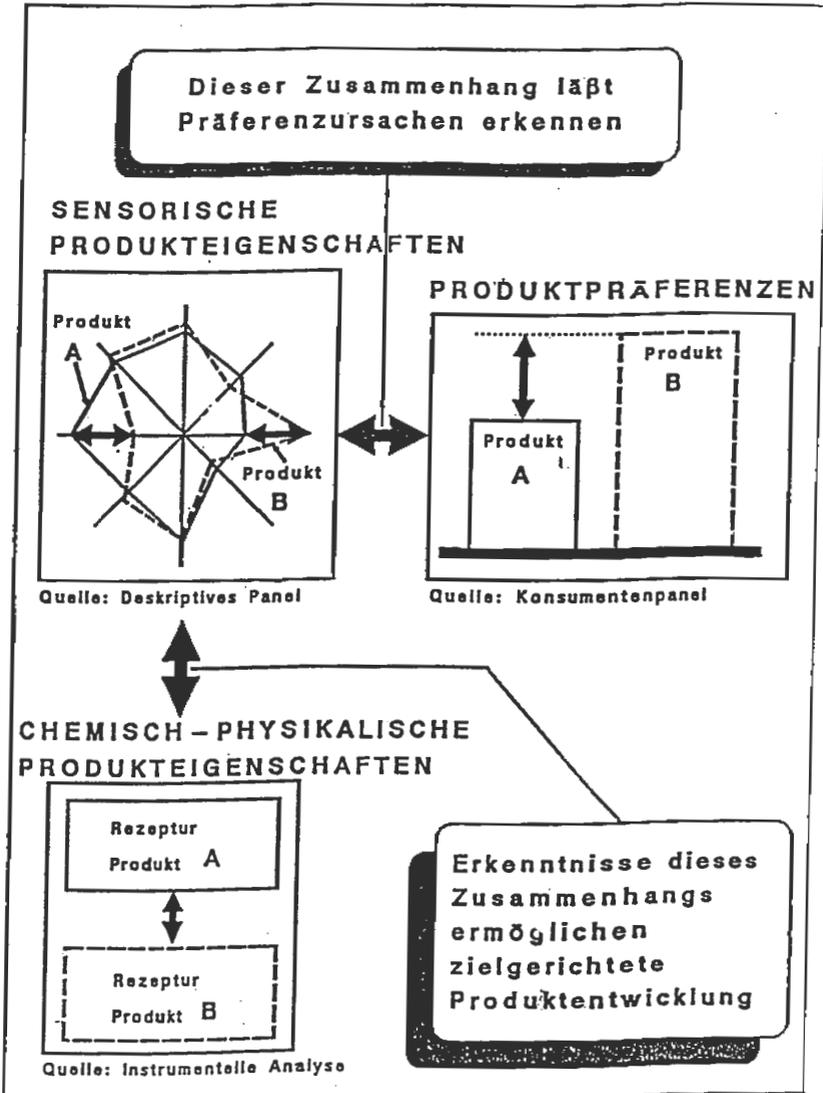


Abb.9: Zusammenhänge in der produktbezogenen Forschung



DESKRIPTIVE VERFAHREN

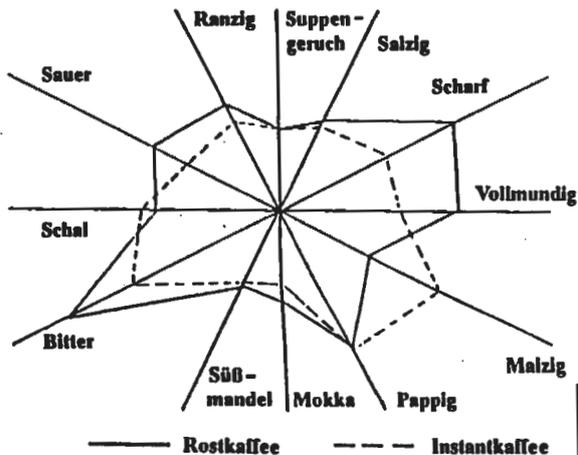
Qualitäts- kontrolle

Gibt es
einen
Unter-
schied?

Wie sieht
der
Unter-
schied
aus?

Wie groß
ist der
Unterschied?

Produktprofil



Produkt- entwicklung

Wie verändert
sich das Pro-
dukt bei unter-
schiedlichen
Rohstoffen?

Wie verändert
sich das Pro-
dukt bei Re-
zeptur- oder
Technologie-
änderung?

Wie paßt man
ein Produkt an
die Qualitäts-
erwartungen der
Konsumenten an?

Abb. 10: Beantwortung eines Fragenkataloges durch die sensorische Profilanalyse

Abb.11: Profilbeispiel für züchterisch relevante Produkte

SENSORISCHE PROFILANALYSE von CRUZIFERENGEMÜSEN

KOMONENTEN

Geruch:

kohlartig(allg.)
 kohltypisch(B,R,W)
 grün-grasig
 schweflig
 süßlich
 säuerlich
 heuartig
 blumig
 stechend
 modrig
 fruchtig
 Kochgeruch
 gummiartig
 Sonstiges

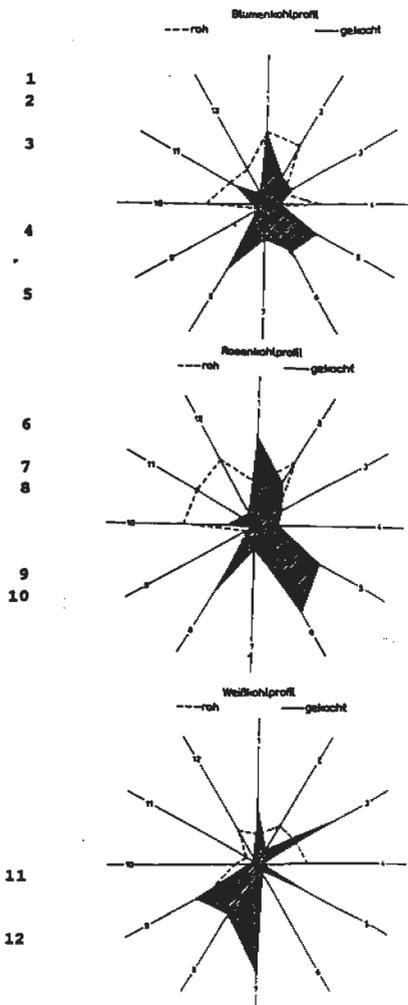
Geschmack:

bitter
 kohlartig(allg.)
 süß
 kohltypisch(B,R,W)
 sauer
 grün-grasig
 salzig
 fruchtig
 scharf
 schweflig
 metallisch
 Kochgeschmack
 adstringierend
 gummiartig
 blumig
 modrig
 heuartig
 Sonstiges

Nachgeschmack:

bitter
 kohlartig
 kratzend
 scharf
 adstringierend
 Sonstiges

PROFILOGRAMME (Ausgew.Komponenten)



Getreidezüchtung: Ergebnisse und Zukunftsaufgaben

W. Flamme, P. Dill, B. Effmert
(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen,
Institutsplatz, 18190 Groß-Lüsewitz)

Die Überproduktion an Getreide und die unaufschiebbaren Maßnahmen zur Reduktion der Umweltbelastung machen eine Extensivierung des Getreidebaus erforderlich.

- Die Qualitätseigenschaften der Arten und Sorten,
- der Einfluß der pflanzenbaulichen Maßnahmen (low input Produktion) auf die Qualität und die
- Nutzung von Getreide als Industrierohstoff unter Berücksichtigung der aktuellen Verarbeitungstechniken und -technologien

sind Schwerpunkte in der Qualitätsforschung und -züchtung bei Getreide.

Der limitierende Faktor bei der Einführung von Qualitätssorten war bisher häufig die reduzierte Ertragsleistung. Über die Extensivierung des Getreideanbaus, mit dem vordergründigen Ziel der Erhaltung der Ertragsfähigkeit der Böden auf lange Sicht, können die Einsatzmöglichkeiten von Getreide als Nahrungs- und Futtermittel und Industrierohstoff erweitert werden.

Qualitätseigenschaften der Arten und Sorten

Der Gebrauchswert von Getreide wird durch das Agroklima, die acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen und durch die Qualitätseigenschaften der Sorten geprägt. Für den Anbau von Nahrungs- und Futtermittelergetreide gibt es in der BRD ein umfangreiches Angebot an Sorten, auch für ausgefallene Produkte.

Weizen

Bei Weizen hat sich in den letzten Jahrzehnten durch intensive Qualitätszüchtung ein stabiles Qualitätssystem, basierend auf der Einteilung in Aufmisch-(A), Back-(B) und Futterweizen (C) entwickelt.

Die in Ostdeutschland zur Qualitätseinstufung verwendeten Methoden und die Boniturskala entsprechen weitgehend dem A-B-C-System, was durch die ab 1990 durchgeführten Sortenwertprüfungen bestätigt werden konnte.

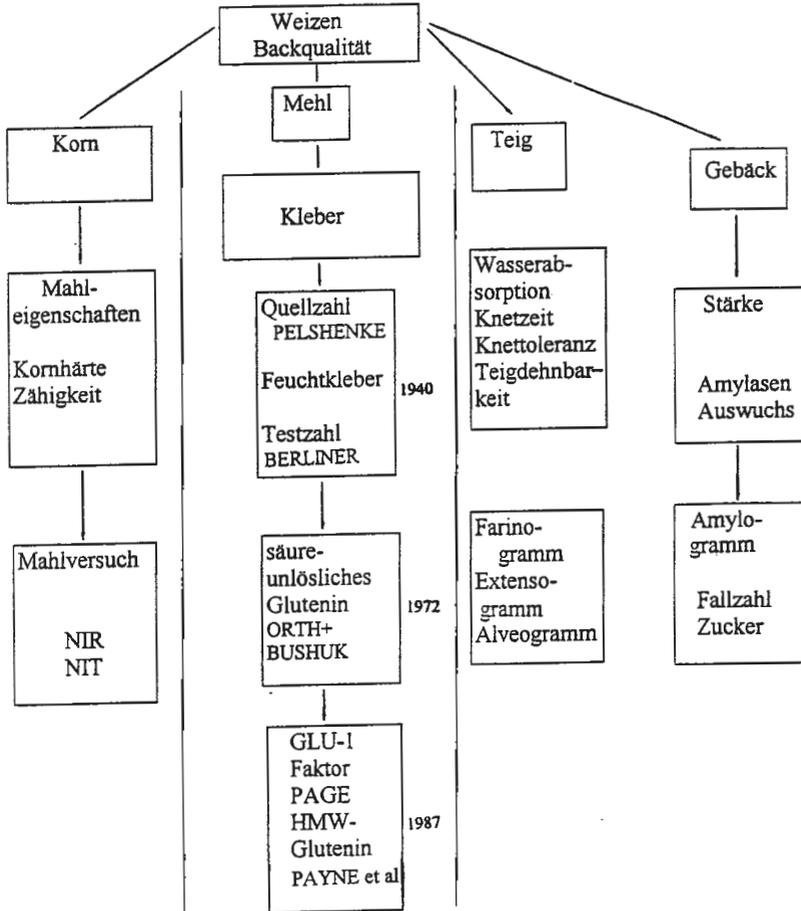
Die Grundlagen für dieses System wurden bereits in den dreißiger Jahren geschaffen (Abb. 1). Feuchtkleber, Quellzahl und Testzahl eignen sich auch zur Selektion von Einzelpflanzen und sind - in modifizierter Form - noch heute aktuell. Die Menge des säureunlöslichen Glutenins im Kleber (Orth und Bushuk, 1972) und der mittels Polyacryl-Gelelektrophorese in hochmolekularen Gluteninen nachweisbare "GLU-1"-Faktor (Payne et al., 1987) korrelieren sehr eng mit der Backqualität des Weizens und lassen in den nächsten Jahren eine weitere Annäherung der europäischen an das Niveau der nordamerikanischen Sorten erwarten (Abb. 2).

Abbildung 1: Aktuelle Weizensorten 1992 (BSA)													
	ABC ge- samt	C	C1	C2	B	B3	B4	B5	A	A6	A7	A8	A9
Winter- weich- weizen	49	1	-	1	17	2	8	7	31	14	7	5	5
Winter- spelz- weizen	2		Bauländer Spelz						Schwabenkorn				
Winter- hart- weizen	1		Windur										
Sommer- weich- weizen	12								12	3	4	3	2
Sommer- hart weizen	4		DUR-Reihe										
A-Weizen:	Sorten, die wegen ihrer besonderen Kleberqualität als Aufmischweizen für Sorten schlechter Backeigenschaften geeignet sind												
B-Weizen:	Sorten mit Klebereigenschaften mittlerer Güte, die ausreichende Backeigenschaften besitzen												
C-Weizen:	Sorten mit so geringen Klebereigenschaften, daß sie, allein verarbeitet, unzureichend Qualität aufweisen, also mit A-Sorten aufgemischt werden müssen												
T(-)-Weizen:	Sorten mit negativen Teigeigenschaften (Weizen-Roggen-Substitutions- bzw. Translokationsformen) - mit schmierig bis feuchter Oberfläche des Teiges - mit nachlassenden Teigeigenschaften - ungeeignet als Backweizen												

Roggen

Der Roggen hat in den letzten 40 Jahren an Bedeutung verloren. Der Trend zu helleren Weizengebäcken und die vergleichsweise schlechten Futtereigenschaften sind da-

Abb. 2: Teilkomponenten der Weizenqualität -
Mahl-, Kleber-, Teig- und Gebäckeigenschaften und ihre
Bestimmung



Anzahl der Sorten

		auswuchsfest	Aufmischroggen
Winterroggen Populationssorten	12	2	
Winterroggen Hybridsorten	5	2	1 erhöhter Pentosengehalt
Wintertriticale	9	Futterkörnerformen	
		Futtergerste (Boniturnote)	Braugerste
Wintergerste mehrzeilig	33	33	
Wintergerste zweizeilig	24	22	2 Malzextrakt(> 6)
Sommergerste zweizeilig	40	12 Malzextrakt (< 8)	28 Malzextrakt (8 o. 9)
Nacktgerste	2	1	1
Spelzhafer	16		
Nackthafer	2	Kornertrag	(1)
Hafer für Winter- aussaat	2	Auswinterung	(9)

Boniturnote 1 sehr niedrig
Boniturnote 9 sehr hoch

Abb. 3: Aktuelle Getreidesorten 1992 nach der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes

für die Ursachen. Dabei ist es unverkennbar, daß unsere Roggenbrote und Kleingebäcke mit dem roggentypischen Geruch und Geschmack, dem guten Frischhaltevermögen und dem hohen Ballaststoffgehalt zu einer einmaligen Breite des Gebäcksortimentes in unserem Lande beitragen.

17 Winterroggensorten, darunter 5 leistungsfähige Hybridsorten, sind in der aktuellen Sortenliste aufgeführt (Abb. 3).

Mit der Einführung von Hybridsorten Anfang der achtziger Jahre wurden das Ertragsniveau und die Gleichmäßigkeit der Produktqualität deutlich verbessert. In relativ kurzer Zeit wurden durch die Hybriden hohe und höchste Boniturnoten bei fast allen Merkmalen erreicht, die Neuzulassungen bei Zugrundelegung althergebrachter landeskultureller Werte zunehmend schwieriger gestalten. Die anfangs aufgetretenen Mängel besonders im TKG und im Vollkornanteil im Vergleich zu den konventionellen Sorten wurden inzwischen beseitigt (Abb. 4).

Charakteristisch für Roggen war und ist seine Auswuchsanfälligkeit. In der Verarbeitungsindustrie ist die Roggenqualität identisch mit dem Auswuchsgrad.

In den vergangenen 30 Jahren wurden Modelle entwickelt, die auf der Basis leistungsfähiger Systeme zur Erzeugung von Feuchtestreß in Klimakammern mit Rotationsgestell oder im Freiland mit Regnerbrücke und Überständigkeit in Verbindung mit züchtungsrelevanten Analysemethoden zur Verbesserung der Auswuchsfestigkeit geführt haben.

Mit der schwedischen Sorte 'Otello' Ende der sechziger Jahre wurde die Zulassung auswuchsfester Sorten eingeleitet (Persson, 1976). Noch heute werden die Fortschritte in der Züchtung auf Auswuchsfestigkeit an den Leistungen der schwedischen Sorte 'Otello' gemessen, auch wenn der Ertrag mehr als 25 % unter dem der Standardsorten liegt.

Seit 1979 werden die aktuellen Sorten und Stämme in einem Versuch mit gestaffelten Ernteterminen geprüft (Abb. 5,6). Von den konventionellen Sorten demonstriert

konvent. Roggen

niedrig-normal
normal

normal
normal
59,5

28,4
75,1

1,9
10,7
1,74

Fallzahl
Pentosengehalt
Teigausbeute
Quellkurve
Mutterkorn
Siebsortierung (%)
>2,2 mm
TKG (g)
Hektolitergewicht
(kg/hl)
Schmactkorn (%)
Protein (%)
Asche (%)
Ganzkorn

Hybridroggen

niedrig-sehr hoch ↑
niedrig-sehr hoch

niedrig-sehr hoch
normal-hoch
50,3 ↑

28,3 ↑
75,7

2,6 ↓
10,7
1,74

Tendenz: steigend ↑, fallend ↓

Abb. 4: Vergleich der Qualitätsparameter von konventionellen und Hybridroggen (WEIPERT und ZWINGELBERG, 1989)

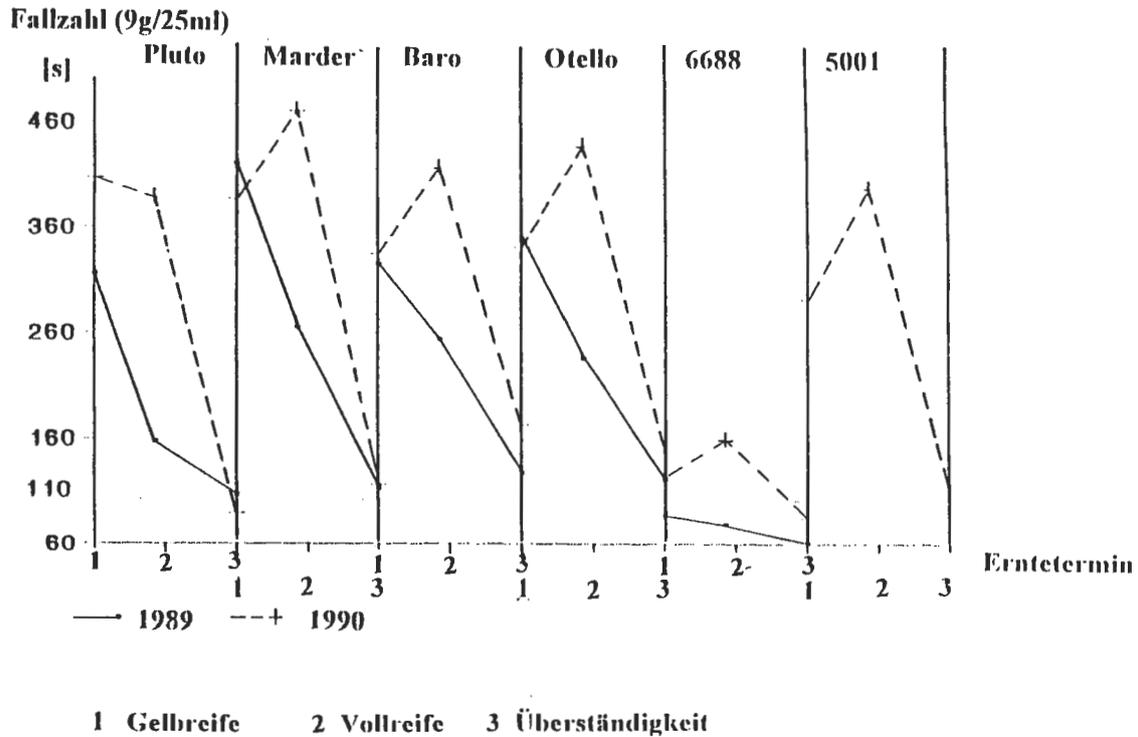


Abb. 5: Entwicklung der Fallzahlen bei Roggensorten und -stämmen im Versuch mit gestaffelten Ernteterminen 1989 und 1990 Gülzow

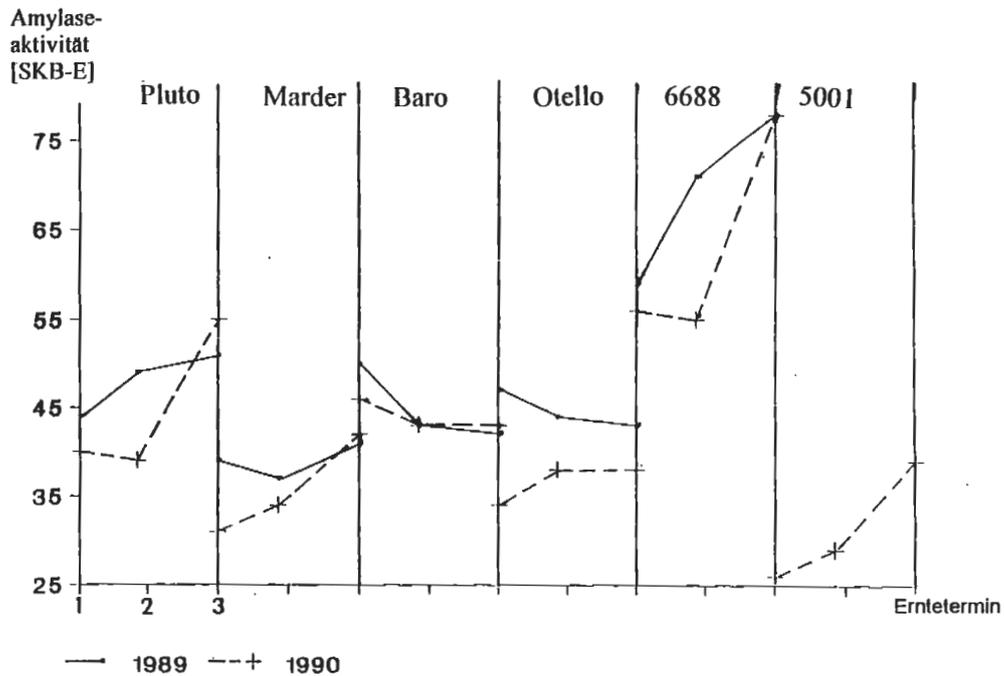


Abb. 6: Entwicklung der Amylaseaktivität von Roggensorten und -stämmen im Versuch mit gestaffelten Ernteterminen 1989 und 1990 Gülzow (siehe auch Abb. 4)

'Pluto' im Ertrag und im Auswuchsverhalten den vielbeschriebenen Roggentyp. Niederschläge im Erntezeitraum bringen Fallzahlen (9 g/25 ml) unter 100 s und damit auch eine schnelle Verschlechterung der Backqualität.

Die Sorten 'Baro' und 'Amilo' entsprechen in ihrem Auswuchsverhalten der Sorte 'Otello', bringen aber den Standardsorten vergleichbare Erträge. Die Hybridsorten 'Amando' und 'Marder' zeichnen sich in Jahren ohne Niederschläge im Erntezeitraum durch extrem hohe Fallzahlen zur Vollreife aus.

Der Stamm 5001 (*Krüger*, unveröffentlicht) wurde durch Freilandselektion in der Überständigkeit erhalten. 1989 und 1990 hatte der Stamm zur Vollreife eine dem Weizen entsprechende Amylaseaktivität, während die Fallzahlen sowohl zur Vollreife als auch in der Überständigkeit der Sorte 'Pluto' entsprachen.

Seit 1984 wurde an einer rezessiven Kurzstrohpopulation mit Auswuchsneigung (*Dill*, 1990) neben der Verbesserung der Auswuchsfestigkeit auf hohe Alpha-Amylase-Aktivität selektiert. Bereits nach 3 Jahren war Material vom Stamm 6688 mit hoher Amylaseaktivität und Fallzahlen unter 100 s im vollreifen Korn vorhanden, das sich gut zur Produktion von Ethanol im Kaltmaisverfahren eignet. Auf der Basis dreier Versuche über sechs Jahre mit 6 Sorten wurde die Heritabilität der für die Züchtung relevanten Auswuchsparameter ermittelt. Eine mehrstufige Provokation in der Feuchtkammer oder im Anbauversuch mit gestaffelten Ernteterminen in Verbindung mit der Bewertung über Komplexzahlen (Dormanz-Index) ermöglicht eine sichere Einschätzung des Auswuchsverhaltens von Einzelpflanzen, Stämmen und Sorten (Tab. 1).

Die Selektionsarbeiten auf Auswuchsfestigkeit besonders im Freiland haben gezeigt, daß neben den biochemischen Größen der Enzymaktivierung und des Stärkeabbaus auch die Morphologie der Pflanzen mit Standfestigkeit, Ährentyp und Ährenhaltung und der Aufbau der wasserabweisenden Außenschichten des Korns - mit Regenschirm und Regenmantel - maßgeblich am Zuchtfortschritt "Auswuchsfestigkeit" beteiligt sind (Abb. 7). Diese

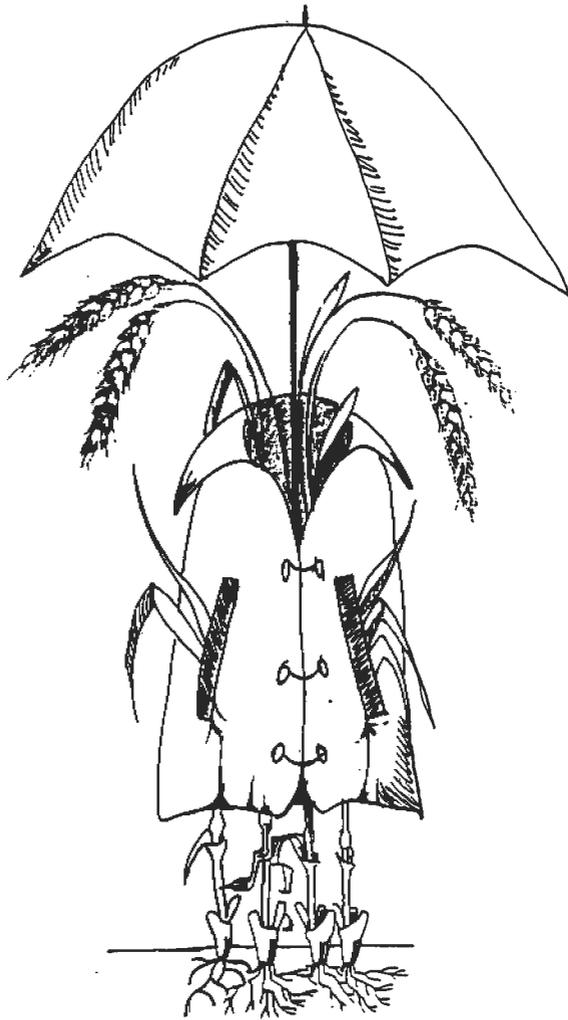


Abb. 7: Standfestigkeit, Ährentyp und Ährenhaltung und die wasserabweisenden Schichten des Kornes (Regenschirm und Regenmantel) als wichtige Bestandteile des Auswuchsverhaltens von Getreide

Aussagen wurden auf dem Auswuchssymposium in Loen/Norwegen 1989 mehrfach unterstrichen (Weipert, 1989).

Erwartungsgemäß wurde bei den Züchtungsarbeiten nicht nur die Auswuchsfestigkeit, sondern bei einer Hybrid-sortenart auch der Gehalt an Pentosanen erhöht. Der Pentosangehalt ist für das Wasserbindungsvermögen, die Teigausbeute und letztlich für das Brotvolumen verantwortlich (Abb. 8). Diese Doppelqualität kann sehr gut zum Aufmischen qualitätsschwacher Roggen verwendet werden.

Heute ist die serienmäßige Bestimmung von Phytohormonen (Atzorn und Weiler, 1983) und proteinogenen Enzyminhibitoren (Täufel et al., 1991) in züchtungsrelevanten Größenordnungen möglich. Damit sollten auch tiefergehende Veränderungen im (Keimungs-) Auswuchsgeschehen möglich sein.

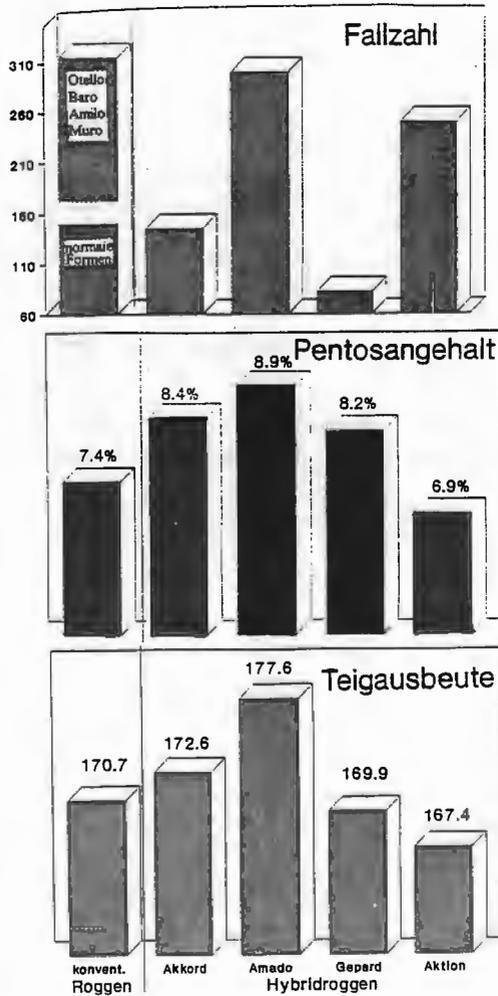


Abb. 8: Fallzahl, Pentosengehalt und Teigausbeute der Sorte Amado (Aufmischqualität) mit anderen Roggensorten und -stämmen (WEPERT und ZWINGELBERG, 1989, leicht verändert)

Getreidearten/Ploidiestufe	Qualitätsklassen	Verwendung	Klebergehalt und -qualität	Pentosangehalt (%)	Auswuchsfallzahl 7 g/25 ml > 200 s	
Weizen						
Triticum monococcum 2x						
Hartweizen	4x A6 - A9	Teigwaren		4		
Weichweizen	6x B3 - A9 C2	Backwaren Stärke Futter		6		
Weizen-Roggen-Bastarde	C1 (T-)	Futter Stärke?		4		
Translokation Substitution	T (-!)	Futter		↓		
Triticale 6x (4x; 8x) weizenähnliche				0 %	7	
↓						
roggenähnlich	amylasereich	(Ethanol)		0		
Roggen 2x (4x)						> 80 s
Populationsorten	auswuchsfest	Brot Futter			6	
Hybridsorten	auswuchsfest	Brot Futter			↓	
	Aufmischqualität	Brot Futter		9		

Abb. 9: Weizen - Triticale - Roggen
Qualität - Inhaltsstoffe und Eigenschaften

Tabelle 1: Ermittlung der Auswuchsfestigkeit von Roggensorten und -stämmen im Versuch mit gestaffelten Ernteterminen in Bornhof, Gülzow und Petkus über die Dormanzindizes ($\times 10^{-2}$) (Flamme, 1985; Flamme et al., 1988)

Stamm/Sorte	D _{FZ}	D _{AA}	D _I
Gü 6688	-48	-93	-40
Pet Pollux	-16	-10	- 7
Gü Janos	00	00	00
Pet Peros	4	4	2
Bo 0269/Borellus	23	7	12
Pet Pluto	30	9	12
Bo Motto	37	28	14
Pet Dank. Zlote	29	12	16
Muro	97	13	33
Donar	106	2	34
Gü 5001	72	74	42
Pet 1661/Baro	151	32	53
Bo Amilo	140	56	64
Gü Otello	183	45	68
			Heritabilitätskoeff.
D _{FZ} : Dormanzindex Fallzahl			0,71
D _{AA} : Dormanzindex amylo. Aktiv.			0,62
D _I : Komplexer Dormanzindex			

Triticale

Die zugelassenen Wintertriticalesorten - meist polnischer Herkunft - zeichnen sich durch hohe Erträge und eine im Vergleich zum Roggen gute Futterqualität aus. Erwartungsgemäß liegt Triticale als Artkreuzung von Roggen und Weizen in allen Qualitätseigenschaften zwischen den Eltern. Marktanteile an den getreidetypischen Produkten, den Futtersektor ausgenommen, hat diese erste vom Menschen geschaffene Art bisher nicht erringen können.

Mit dem **Steigen der Erträge** reduziert sich der Proteingehalt, der bei den ersten Sorten über Weizen lag, fast auf das Niveau des Roggens. Triticale reagiert besonders in der Aktivität der Amylasen auf das Agroklima. Von extrem trockenen Sommern abgesehen, realisieren einige zugelassene Triticalesorten ein Enzympotential, das eine Nutzung von Triticale als Malzsubstitut, z.B. in Brennereien und Bäckereien, ermöglicht (*Flamme u.a., 1985; Flamme und Stölken, 1988*). Proteingehalt, Klebergehalt und -qualität, Pentosangehalt und Auswuchsverhalten der Arten Weizen, Triticale und Roggen lassen deutliche Graduierungen erkennen, aus denen sich die Eignung für den Nahrungs-, Futter- und Industriebereich unter den gegenwärtigen Verwendungsmöglichkeiten und Verarbeitungstechnologien ableiten lassen (Abb. 9).

Gerste

Bei den **Gerstensorten** spielt die sortenbedingte Qualität unter den erschwerten Markt- und Absatzbedingungen eine immer größere Rolle. Für die Brauqualität werden der Proteingehalt des Kornes, der in jedem Fall unter 12 % liegen sollte, und die Extraktausbeute des Malzes als Entscheidungskriterien herangezogen. Malzextrakte der Boniturnote >6 werden von Wintergersten, 8 und 9 von Sommergersten verlangt. Nur durch die Wahl geeigneter Sorten, ausgedehnter Standorte (Ackerzahl >45) und spezifischer acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen können große Partien mit niedrigem Proteingehalt erzielt werden. Kurze Vegetationsperioden und Niederschläge im Erntezeitraum führen zu kleinkörnigen, proteinreichen, mit Schwärzepilzen besetzten und ausgewachsenen Partien.

Bei den Futtergersten sind der Marktwarenanteil, der Proteingehalt und das Hektolitergewicht für die Vermarktung entscheidend. Außer im Kornertrag haben die zweizeiligen Gersten in allen wichtigen Qualitätskriterien deutliche Vorteile.

Hafer

Die Schäl­müh­len, mit einem jährlichen Bedarf von ca. 200.000 t liegen in den nördlichen Bundesländern, wo **Hafer** zu den marktfähigen Getreidearten gehört. Gesundheitszustand, Größe, Form, Gewicht (TKG und Hektolitergewicht) der Körner bilden das komplexe "Korngrößengewicht" (erwünscht >100) und Ausbeute, TKG, Farbe, Schäleigenschaft und Nährstoffgehalt (Rohprotein und Rohfett) der Haferkerne die Grundlage der Qualitätseinstufung (Meyer und Zwingelberg, 1992). Mit dem wachsenden Interesse an einer gesunden Ernährung erfreuen sich Haferprodukte wegen ihres Nährwertes, ihrer Bekömmlichkeit, der diätetischen und cholesterinsenkenden Wirkung wieder zunehmender Beliebtheit. Neue leistungsfähige Schäl­müh­len wurden gebaut, in denen alle Forderungen an den meist als Vollkornprodukt verzehrten Hafer erfüllt werden.

Die Befreiung des Hafers von Verunreinigungen - auch der gesundheitlich unbedenklichen - ist unumgänglich, da sie störend auf das Aussehen und den Verzehr (z.B. Spelzen) der Hafergerichte wirken. Zur Vermeidung eines bitteren Geschmacks und ranzigen Geruchs müssen Hafer und Haferkerne zur Unterdrückung der Autoxydation der Lipide gedarrt werden.

Aus der Bilanz der erwünschten Ballaststoffe, der nicht funktionellen und der störenden Inhaltsstoffe lassen sich Kriterien für eine züchterische Verbesserung der Haferqualität ableiten.

Futterkörnergetreide

Trotz großer Anstrengungen in den siebziger Jahren ist es nicht gelungen, die Futterqualität der heimischen Getreidearten zu verbessern. Das betrifft sowohl den Proteingehalt als auch die Aminosäurezusammensetzung. Bei den im Ertrag verbesserten Sorten ist mit einem Abfall des Proteingehaltes zu rechnen. Landsorten mit hohem Proteingehalt zeigen häufig eine reduzierte Verwertbarkeit des Proteins. Zusätze von hochwertigen **Proteinkonzentraten** sind nicht zu umgehen.

Für den schnellen Abbau der europäischen Getreideüberschüsse wäre der Zusatz von synthetischem **Lysin**, das in seiner Wirkung den Proteinkonzentraten gleichkommt, zu überdenken.

Von den bei uns im Anbau befindlichen Getreidearten verursacht nur Roggen eine merkliche **Inhibierung des tierischen Wachstums** durch verminderte Futteraufnahme, geringere Lebendmassezunahme und besonders bei Geflügel einen starken laxogenen Effekt (Abb. 10).

Als Schadstoff wurde die lösliche verdauliche Rohfaser, auch als Schleimstoffe oder lösliche Pentosane bezeichnet, ermittelt (Abb. 11). Die hohe Viskosität dieser Stoffgruppe stört die Resorption der Nährstoffe und fördert mikrobielle Reaktionen im Darm, zu erkennen an den dafür typischen Metaboliten Ammoniak und Milchsäure und der starken Laxation. Es gibt Möglichkeiten, dieser Schädigung zu begegnen (Abb. 12).

Einfluß der Extensivierung des Getreidebaus auf die Qualitätseigenschaften

Es ist nicht zu übersehen, daß gegenwärtig Intensivsorten mit erhöhter Krankheitsresistenz und Standfestigkeit in Verbindung mit verbesserten acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen auch bei reduzierter Anbaufläche eine Steigerung des Ernteaufkommens ermöglichen.

Auf eine verminderte Mineraldüngung, besonders auf reduzierte N-Gaben, reagiert Weizen sortenspezifisch: Eine Reduzierung des **Rohproteingehaltes um 1 %** bewirkt eine durchschnittliche Senkung

des Feuchtklebergehaltes um 2 - 3 %

des Sedimentationswertes um 5 - 7 Einheiten

und des Brotvolumens (100 g Mehl, Type 550) um 40 - 70 ml (Tab. 2)

Kornhärte, Mehlausbeute, Proteingehalt und -qualität, Teigausbeuten und das Backvolumen werden deutlich vermindert (Brümmer und Seibel, 1991).

- . verminderte Futterraufnahme
- . geringere Lebendmassezunahme
- . kleinerer Futterverwertungskoeffizient
- . Diarrhöe bei Geflügel

Abb. 10: Schädigung des Roggens in der Tierernährung

agrobiologische und klimatische Faktoren



Schadfaktoren

Konzentration

Aktivität

Verfügbarkeit

- 5-n- Alkylresorcinole
 - 5-n-Alkenylresorcinole
 - Trypsininhibitoren
 - Nichtstärkepolysaccharide
 - Komponenten der verdaulichen Rohfaser
 - Mykotoxine
- } Pentosane

Abb. 11: Schadfaktoren des Roggens in der Fütterung (FLAMME, 1985)

- * **Autoklavieren, Pelletieren und Mälzen** von Roggen bringen bei Geflügel und Schwein keine gesicherte Verbesserung
- * **Ankeimen** über 5 Tage unterdrückt bei Geflügel Diarrhöe.
Nachteile: Hohe Energie- und Masseverluste
- * **Extraktion mit Wasser** beseitigt die Schädwirkung.
Nachteile: Hohe Prozeßkosten und geringe Ausbeuten an verwertbaren Extraktückständen
- * **Zusatz von Antibiotika, Vitaminen und Mineralstoffen**
- * **Zusatz von Proteinkonzentraten und Lysin** zum Ausgleich der geringen Verwertbarkeit des Roggenproteins

* **Vorteil der Roggenmast: Senkung des Cholesterinspiegels im Blutplasma**
Roggen: 67,7 mg %
Weizen: 83,8 mg %

- * **Zusatz von mikrobiellen zellwandabbauenden Enzymen**
oder von
- * **Getreide mit hoher Hydrolaseaktivität** und geringer Neigung zur Kaltquellung
- * **Optimierung des Anbauverfahrens hinsichtlich Schadstoffgehalt**
- * **Züchtung schadstoffarmer Roggensorten**

Abb. 12: Maßnahmen zur besseren Verwertung von Roggen als Mischfutterkomponente

Die besten Qualitäts-(Aufmisch-)Weizen (A8 und A9) aus dem extensiven Anbau zeigen im Unterschied zu Backweizen keine Qualitätsveränderungen. Der **Proteingehalt** und die **Kenntnis der Sorte** sind deshalb von größte Bedeutung für die Einordnung der Partien.

Für den **Export von deutschen Qualitätsweizen** sind, wenn das Exportvolumen aufrechterhalten werden soll, geeignete Sorten und Anbauggebiete zu ermitteln.

Roggen zeigt erwartungsgemäß keinen Qualitätsabfall beim Übergang vom konventionellen zum ökologischen Anbau. Aus dem verminderten Proteingehalt resultieren, bedingt durch die Abnahme der Zähigkeit des Roggenkorns, sogar Verbesserungen in der Mahl- und Backqualität.

Voraussetzungen für Erfolge auf dem Qualitätssektor sind gleichlaufende oder vorgelagerte Verbesserung der **Toleranz gegen abiotischen Streß** und **Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge** (Abb. 13).

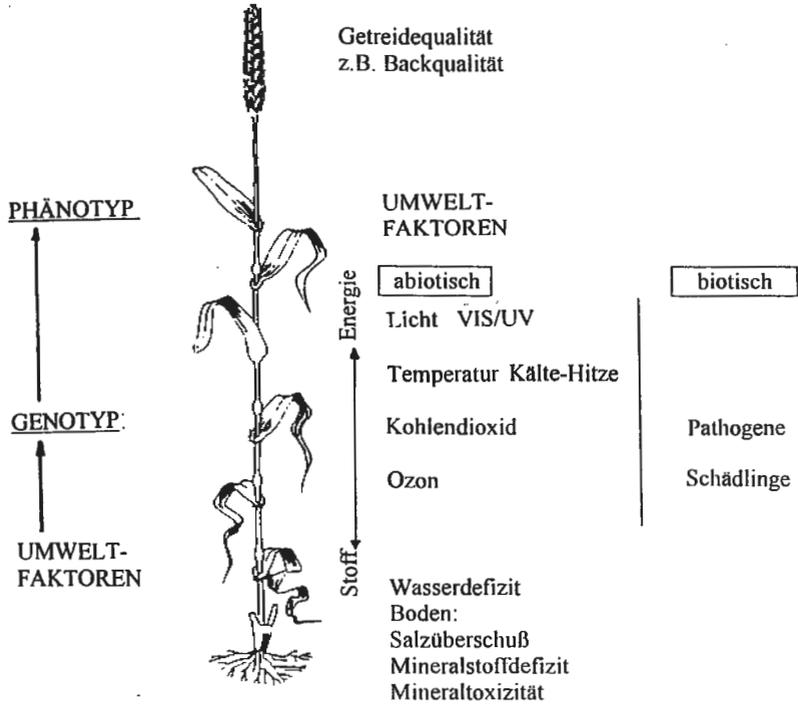


Abb. 13: Faktoren der Qualitätsbildung und -beeinflussung

Tabelle 2: Vergleich der Qualitäten von Weizen und Roggen aus dem konventionellen mit dem ökologischen Anbau (Brümmer und Seibel, 1991)

Mittelwerte aus ökologischem Anbau bei Weizen					
	Mehl- aus- beute Type 550	Pro- tein- gehalt % i.Tr.	Sedi- menta- tions- wert	Fall- zahl S	Volu- men- aus- beute ml/ 100g
ökologisch	75	10,5	18	290	560
konventionell	78	13,0	32	310	640
Mittelwerte aus ökologischem Anbau bei Roggen					
	Mehl- aus- beute Type 997	Pro- tein- gehalt % i.Tr.	Amylo- gramm AE °C	Fall- zahl s	Volu- men- aus- beute ml/ 100 g
ökologisch	79	9	540 66	170	315
konventionell	78	11	480 60	170	300

Getreide als Industriepflanze

Traditionell wird Getreide als Nahrungs- und Futtermittel verwendet. Mit der starken Ausweitung der Getreideproduktion wurden Getreide, Mehl und Mühlenbeiprodukte als Industrierohstoff eingesetzt, auch mit dem Ziel, den Absatz von Getreide zu sichern (Abb. 14).

Stärke und Kleber

Bei der Verwendung von Getreide als Industrierohstoff kommt, entsprechend der Zusammensetzung der Getreidekörner, der Stärke mit einem Anteil über 60 % die

Getreide als Industriepflanze

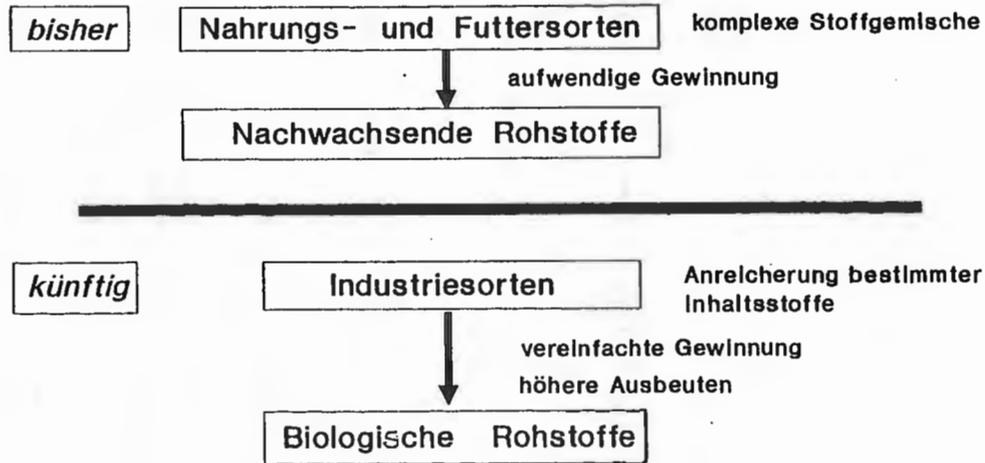


Abb. 14: Veränderung der Prioritäten in der Forschung zur Ausweitung des Einsatzes von Getreide im Industriesektor

entscheidende Rolle zu (Tab. 3). Durch **Modifizierung und Derivatisierung** wurde für Stärke eine breite Palette von Anwendungsmöglichkeiten erschlossen. Dazu gehören Leime und Beschichtungsmittel für Papier, Wellpappen, Furniere und Sperrholz, Schlichte für Textilfasern, Latex-Farben, Pfropfpolymerisate unterschiedlicher Löslichkeit, Verdaulichkeit und biologischer Abbaubarkeit.

Bisher haben nur Weizen und Mais für die Produktion von Stärke und Kleber wirtschaftliche Bedeutung. Neben dem **Flächenertrag** sind der **Gehalt**, die **realisierbaren Ausbeuten** und die **Qualität der Stärke** maßgebliche Verwertungskriterien.

Bei **keiner Getreideart** gibt es bisher **spezielle Sorten** für die Stärkeproduktion.

Da beim Weizen der **Kleber** entscheidend die Ökonomie des Gesamtverfahrens beeinflusst, bilden neben den obengenannten Stärkeparametern der Klebergehalt und die -qualität die Kenngrößen der Weizenqualität für die Stärkegewinnung.

Aus Back- oder Aufmischweizen lassen sich Mehle herstellen, die den Anforderungen der Stärkefabriken entsprechen.

Bei Verwendung von Getreide als Stärkerohstoff ist eine Abnahme der Stärkeausbeuten durch Auswuchs zu erwarten (Tab. 4).

Tabelle 3: Stärkegehalt, Stärkeausbeute und Korngröße der heimischen Getreidearten (Wilhelm und Kempf, 1987)

	Stärkegehalt (%)	Stärkeausbeute (%)	Stärkekorngöße μm
Weizen	69	74	20 - 35
Triticale	68	75	19
Roggen	63	66	28
Gerste	62	67	20 - 25
Hafer	50	87	3 - 10

Tabelle 4: Mehl- und Stärkeausbeuten bei Winterroggen (Reinigung mittels Flutrinne)

Erntejahr	Anbauort	Sorten/ Stämme Anzahl	Schrot- Amylo- gramm AE/°C	Mehl- aus- beute (g/kg Roggen)	Stärke- ausbeu- te (200 g Mehl) (%)
1976	Gülzow	5	440/70,6	595	41,7
1977	Gülzow	5	180/61,0	627	24,1
1979	Gülzow	9	170/61,0	535	33,2
1979	Bornhof	9	190/62,0	500	27,4
1979	Petkus	9	130/61,5	567	32,0
1992	Gülzow	5	510/72,2	517	48,5
Mittelwerte			270/64,7	557	34,5

Hafer, Triticale und im besonderen Maße Gerste und Roggen liefern in der angegebenen Reihenfolge abnehmende Stärkeausbeuten und in keinem Fall mit Weizen vergleichbare Mengen Kleber. Nachteilig wirken sich bei diesen Getreidearten die erhöhten Gehalte an Nichtstärkepolysacchariden aus (Abb. 9), die durch ihre hohe Viskosität ein weites Wasser-Rohstoffverhältnis und damit einen erhöhten Aufwand bei der Prozeßwasserbehandlung erfordern.

Technisch möglich wird die Stärkegewinnung aus diesen Getreidearten erst durch den Abbau der hohen Viskositäten der Nichtstärkekohlenhydrate mit geeigneten Hydrolysen oder deren Extraktion mit Wasser als erste Verfahrensstufe (Abb. 15). So können z.B. negative Pentosane, die sich gut als Dickungsmittel und Schaumbildner eignen, gewonnen werden.

Daß es sich durchaus lohnt, mit den "nichtklassischen" Stärketrägern wirtschaftlich gute Erfolge zu erzielen, zeigt die Verwendung von Gerste und Hafer in Finnland.

Neben der Stärke werden β -Glucane als wertvolle diätetische Zusätze für Lebensmittel gewonnen.

Für die Züchtung ergeben sich gute Ansatzpunkte, Formen mit geringer Zellwandstärke zu selektieren, ein Vorhaben, das sich in vielen Punkten an die Züchtung von Braugersten anlehnen kann (Abb. 16) (Flamme, 1991).

Amylose und Amylopektin

Amylopektin mit seiner stark verzweigten Struktur und der damit verbundenen hohen Viskosität in wäßriger Lösung wird vielfach als Dickungsmittel eingesetzt. Die linearen Ketten der Amylose eignen sich gut zur Herstellung von Folien. Diese sind farb-, geruch- und geschmacklos, nicht toxisch und biologisch abbaubar. Wird in der Filmbildung in hochamylosehaltigen Stärken ein Weichmacher, z.B. Glycerin, zugegeben, dann werden die Folien erhalten, die resistent gegen Sauerstoff und Öle

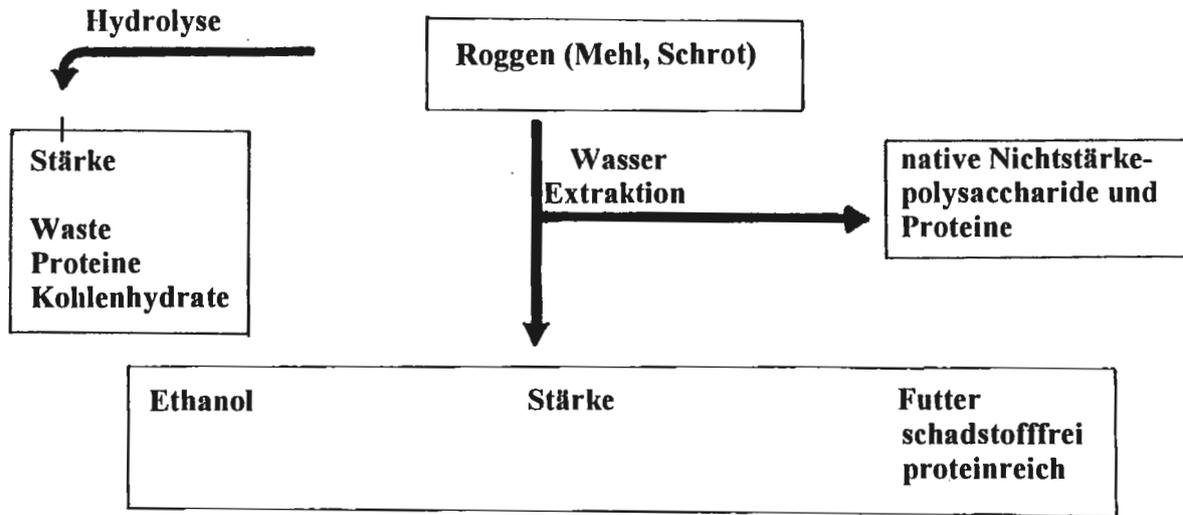


Abb. 15: Komplexe Verwertung von Roggen (Triticale, Gerste, Hafer) durch Extraktion der Nichtstärkepolysaccharide als einleitenden Prozeßschritt

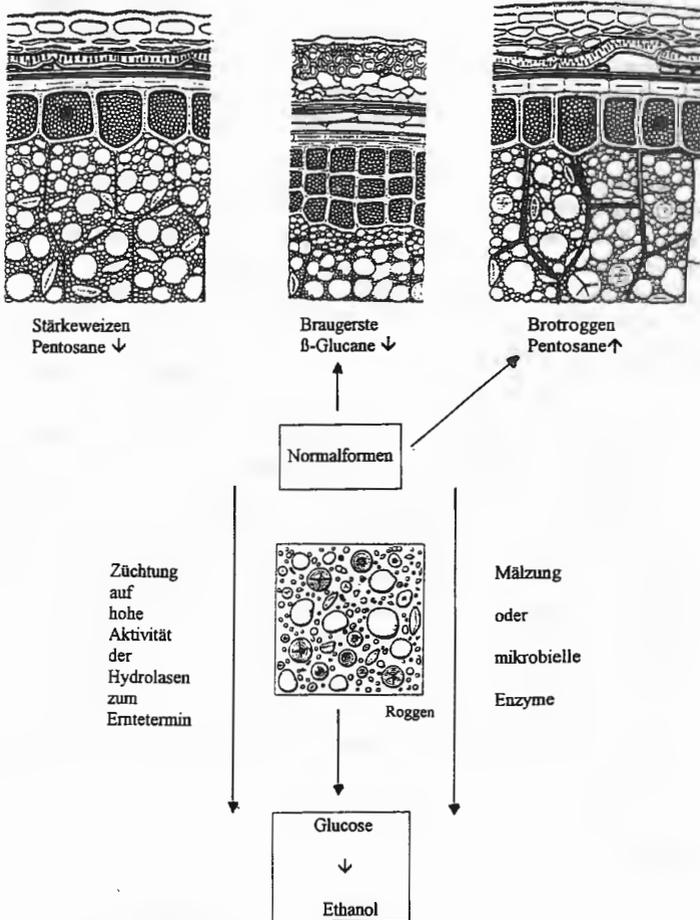


Abb. 16. Veränderung der Quantität der Zellwandsubstanzen durch Züchtung
 Braugerste : Senkung des β-Glucangehaltes ↓
 Brotroggen : Erhöhung des Pentosangehaltes ↑
 Stärkegetreide : Senkung des Pentosangehaltes ↓

sind und als Verpackungsmaterial für Nahrungsmittel verwendet werden.

Die Stärkeforschung beschäftigt sich gegenwärtig mit der Verrottbarkeit der Folien, der Suche nach der Stärke mit dem optimalen Verhältnis von Amylose und Amylopektin für die Folien- und Faserherstellung und der dauerhaften Beschriftung von Stärkefolien, eine Voraussetzung für die Verwendung als Verpackungsmaterial.

Die Gewinnung von reiner Amylose aus konventionellen Getreidesorten ist aufwendig, da nur etwa ein Viertel der Stärke aus Amylose besteht. Bei Reis und Mais sind Formen mit 50-80 % Amylose vorhanden. Von den für unsere Region bedeutenden Getreidearten konnte bisher nur eine Mutante der Sommergerste 'Glacier' mit verminderter Stärkekorngröße (Abb. 17) und einem Amylosegehalt von 43 % bis 49 % gefunden werden (Walker und Merritt, 1969), was sich beim Nachbau bestätigte.

Mittels Haploidentechnik konnte der hohe Amylosegehalt der Glacier-Mutante in wichtige Wintergerstensorten eingelagert werden (Wenzel, 1990), (Jacobi und Fischbeck, 1990). Das ist eine Möglichkeit, den Anteil von Getreide für den Industriebereich beträchtlich zu erweitern, da mit den vorhandenen Maschinen und Technologien Stärken mit gleichen Anteilen Amylose und Amylopektin gut zur Folienherstellung geeignet sind (Radosta, 1992).

Insgesamt stehen Gerstenformen für die Züchtung mit einer hohen Variabilität des Amylose/Amylopektin-gehaltes zur Verfügung (Abb. 18), die bei einer Verbesserung der Resistenzeigenschaften und des Ertrages ein breites Anwendungsfeld finden dürften.

Ethanol

Im Anschluß an die Hydrolyse der Stärken zu Glucose sind auf fermentativem Wege Ethanol, Isopropanol, n-Butan-diol-2,3 und Polyalkohole zu gewinnen. Die Fermentationsprozesse, bei denen die Ethanolproduktion den größten Teil ausmacht, bieten für die regionale Verwertung von Getreide einige Vorteile:

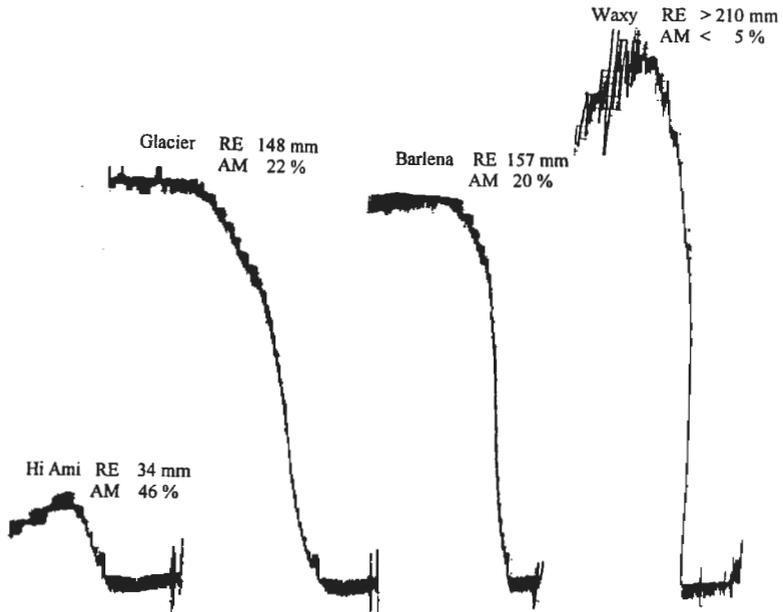


Abb. 17: Verkleisterungskurven (Rheogramme; 1 RE = 1 mm), aufgenommen mit einem modifizierten Rotationsviskosimeter (FLAMME, 1985) und die zugehörigen Amylosegehalte der Gersten
 Glacier : Sommergerste mit 22 % Amylose in der Stärke
 Hi Ami : amylosereiche Mutante von Glacier
 Waxy-Form: Sommergerste mit einem Amylopektingehalt über 90 %
 Barlena : zweizeilige Wintergerstensorte (siehe beschreibende Sortenliste 1992 des BSA)

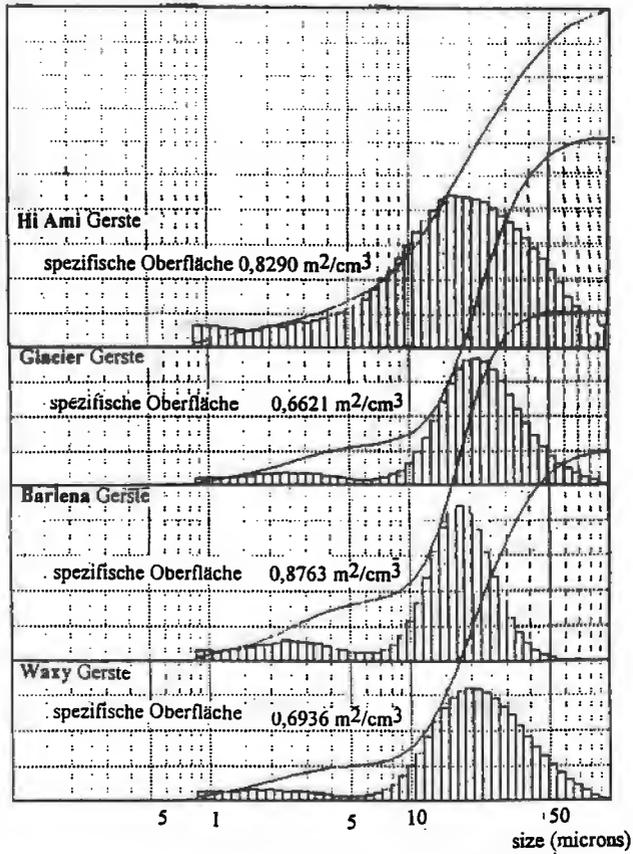


Abb. 18: Korngrößenverteilung und spezifische Oberfläche der Stärkekörner, gemessen mit dem Laser-Partikel-Sizer "Analysette 22" der Fa. Fritsch an wässrigen Suspensionen der Stärken

- Mit einer einfachen Technologie kann in kleinen Anlagen ökonomisch und umweltfreundlich produziert werden.
- Die anfallenden Abprodukte werden als Futter oder Dünger eingesetzt.

Auch die **Energiebilanz** ist befriedigend. So ergibt sich bei der Konversion von Zucker zu Ethanol eine Reduzierung der Masse um 50 %, aber ein Energieverlust von weniger als 10 %.

Nachteilig gegenüber anderen Rohstoffen (Zuckerrohr, Zuckerrüben, Kartoffeln) ist der gegenwärtig relativ hohe Preis von Getreide.

Bei der Ethanolproduktion aus Stärketrägern (Kartoffeln, Getreide) wird häufig das Röhrenaufschlußverfahren zur Verkleisterung und Lösung der Stärke, einer Voraussetzung für die Hydrolyse zu Glucose, angewendet. Mit dem Aufschluß werden nicht nur die getreideeigenen Enzyme zerstört, sondern auch hoher Energieaufwand zur Erreichung von 160°C benötigt. Beim Kaltmaisverfahren wird unter Nutzung der getreideeigenen Enzyme im Abwärmebereich bei Verzuckerungstemperaturen um 60°C gearbeitet.

Für die Ethanolproduktion bietet der Einsatz von Getreide mit hohen Enzymaktivitäten im vollreifen Korn beträchtliche Vorteile, wie

- Verkürzung des Maischprozesses
- Senkung der Zusätze an mikrobiellen Enzymen bzw. Malz und der Energiekosten
- sowie gute Ethanolausbeuten (Tab. 5),

was in Pilot- und großtechnischen Versuchen bestätigt werden konnte (Echtermann et al., 1988).

Tabelle 5: Enzymatische Stärkehydrolyse mit korneigenen Amylasen bei der Ethanolproduktion

Roggen:	100 %		80 %
Triticale enzymreich:		100 %	20 %

Fallzahl (s)	468	-	-
Amylase (ICC-U)	0,66	40,4	-
Stärkegehalt (%)	55,0	48,3	-
Ethanol (l/dt Stärke)	61,2	61,1	66,1
* druckloser Aufschluß bei 58°C im Kaltmaisverfahren nach Standardvorschrift			

Zusammenfassung

Der gegenwärtigen Überproduktion an Getreide kann durch gezielte acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen, die eine Erhaltung der Ertragsfähigkeit der Böden auf lange Sicht gewährleisten und durch die Erschließung neuer Einsatzgebiete von Getreide im Industriebereich begegnet werden.

Ein umfangreiches Angebot an Sorten auch für spezielle Verwendungszwecke steht bei allen Getreidearten zur Verfügung.

Neue Erkenntnisse in der Qualitätsforschung sichern, daß

- Klebergehalt und -qualität der europäischen an die nordamerikanischen Weizenqualitäten herangeführt werden können,
- Auswuchsfestigkeit und Backqualität des Roggens und speziell der neuen Hybridsorten stabile Erntequalitäten sichern,
- geringe Proteingehalte und hohe Malzextraktausbeuten bei den Sommer- und Winterbraugersten erzielt werden

- und die diätische Wirkung des Hafers in der Nahrung verbessert werden kann.

Für die erweiterte Nutzung von Getreide als Industrierohstoff sind der Gehalt der funktionellen Inhaltsstoffe und deren chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften so zu verändern, daß sie gegenüber anderen Rohstoffen konkurrenzfähig sind.

Die Reduktion der Masse, des Molekulargewichtes und der Viskosität und Wasserbindungskapazität der Zellwandsubstanzen (Nichtstärkepolysaccharide),

die Veränderung des Verhältnisses von Amylose/Amylopektin

und die Erhöhung der Aktivität der Amylasen

ermöglichen erhöhte Ausbeuten und Vorteile im Verarbeitungsprozeß bei der Gewinnung von Stärke, Amylose, Amylopektin, Zuckern und Ethanol aus Getreide.

Literatur

- Atzorn, R., E.W. Weiler, 1983: The immunoassay of gibberellins. I. Radioimmunoassay for the gibberellins A₁, A₃, A₄, A₇, A₉ and A₂₀. II. Quantitation of GA₃, GA₂ and GA₇ by ultrasensitive solid-phase enzyme immunoassays. In: *Planta - Berlin (West)* 159, 1-11
- Brümmer, J.-M., W. Seibel, 1991: Verarbeitungseigenschaften von Weizen aus dem extensiven Anbau. *Getreide, Mehl und Brot* 45, 11, 336-341
- Dill, P. 1990: Ergebnisse von Drillprüfungen. *Arch. Züchtforsch.* 20, 337-345

- Echtermann, K.-W., U. Zimare, K. Kirste, P. Lietz, J. Wesenberg, S. Nowak, K. Göck, W. Flamme, B. Stölken, A. Winkel, 1987: The use of triticale at grain alcohol plants. In: Tag.-Ber.Akad. Landwirtschaft.-Wiss. DDR: Triticale - Proceedings of the Eucarpia Cereal Section Meeting, Schwerin Juni - Berlin (1988) 266, 625-633*
- Flamme, W., 1985: Beiträge zur Chemie des Roggens*
Teil I: Auswuchsverhalten
Teil II: Proteingehalt und -qualität
Teil III: 5-n-Alkulresorcinole
Berlin, Akad. Landwirtschaft.-Wiss. DDR, Promotion B
- Flamme, W., 1991: Getreide als Rohstoff für den Non-food-Bereich aus der Sicht der Qualitätsforschung und -züchtung. Feldwirtschaft 32, 4, 172-175*
- Flamme, W. u.a., 1985b: Verfahren zur Verspritzung von Triticale. Wirtschaftspatent 274 451 (DDR)*
- Flamme, W., B. Stölken, U. Neumann, A. Winkel, 1988: Problems in Breeding and Processing of Cereals. In: Proc. XI EUCARPIA-Congr. Warszawa 1986, Hodowla Rosl. Aklimat. i Nasiennictwo, Poznan 32 1/2, 215-219*
- Flamme, W., B. Stölken, 1988: Methods for quality estimation in the breeding of triticale. In: Tag.-Ber. Akad. Landwirtschaft.-Wiss. DDR: Triticale - Proceedings of the Eucarpia Cereal Section Meeting, Schwerin Juni 1987 - Berlin 266, 625-633*
- Jacobi, A., D. Fischbeck, 1990: Change of starch composition with cereals (wheat, oats, rhy, barley) by plant breeding. Schriftenreihe Bundesminister Ernähr. Landwirtschaft. Forsten. Serie A: Angew. Wiss.: Stärke im Nichtnahrungsbereich. 380, 161-164*
- Krüger, H., 1991: unveröffentlicht*

- Meyer, D., H. Zwingelberg, 1992: Hafer-Produktion, Vermarktung und Verarbeitungsqualität. Mühle und Mischfüttertechnik 126, 37, 535-537
- Orth, R.A., W. Bushuk, 1972: A comparative study of proteins of wheats of diverse baking quality (milchsäureunlösliches Glutenin - enge Korrelation zum Brotvolumen) Cereal Chem. 49, 268-275
- Payne, P.I. et al., 1987: The relationship between HMW glutenin submit composition and the bread making quality of British-grown wheat varieties. J. Sci Food Agric. 40, 51-56
- Persson, E., 1976: Otello - a result of amylase selection for sprouting resistance. In: Cereal Res. Commun. - Szeged 4, 2, 101-110
- Radosta, S., 1992: mündliche Mitteilung
- Täufel, A. et al., 1991: Studies on the germination specific α -amylase and its inhibitor of rye (*secale cereale*). 2: Isolation and characterization of the inhibitor. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 193, 9-14
- Walker, J.T., N.R. Merritt, 1969: Genetic control of abnormal starch granules and high amylose content of "Glacier-barley". Nature 221, 482-483
- Weipert, D., 1989: Zwei Internationale Symposien in Skandinavien. 5. Internationales Symposium über Vorernteausschuss. 5.-9.6.1989 Loen/Norwegen. M+M 126, 39, 555
- Weipert, D., H. Zwingelberg, 1989: Verarbeitungseigenschaften von Hybridroggen. Ber. 14. Getreide-Tagung, Granum Verl. Detmold, 75-84

Wenzel, G., 1990: Synoptic presentation of breeding potentials on the quality improvement of plants for starch production. Schriftenreihe Bundesminister Ernähr. Landwirtsch. Forsten. Serie A: Angew. Wiss.: Stärke im Nichtnahrungsbereich. 380, 174-178

Wilhelm, E., W. Kempf, 1987: Hafer, Gerste und Triticale-Eigenschaften und Chancen für die technische Stärkegewinnung. Stärke 39, 153-157

Kartoffelqualität: Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung der Kartoffel für Frischverzehr und Industrie

B. Putz
**(Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung,
Schützenberg 12, 32703 Detmold)**

I. Einleitung

Grundlage jeglicher Qualität bei Kartoffeln ist die Sorte. Dieses gilt für alle Verwertungsrichtungen. In der Sorte sind die einzelnen Qualitätsfaktoren sowie deren durch Anbaumethode, Witterung, Düngung usw. mögliche Schwankungsbreite genetisch verankert. Das aber bedeutet, daß für jede Verwertungsrichtung eine spezielle, gezielte Züchtung von Sorten mit den geforderten Qualitätskriterien erfolgen muß. In einer Sorte, die genetisch bestimmte Eigenschaften nicht enthält, können diese weder durch Anbaumaßnahmen, noch durch andere Manipulationen eingebracht werden.

Mit im Durchschnitt über 130 in der Bundesrepublik zugelassenen Kartoffelsorten ist eine große Eigenschaftsbreite gegeben. Diese hohe Zahl an Sorten unterliegt einer starken Kritik in der Öffentlichkeit. Wird jedoch berücksichtigt, welchen unterschiedlichsten Anforderungen die Kartoffel genügen muß, so hat diese Vielfalt ihre Berechtigung. So werden bei der Speisekartoffel je nach Region verschiedene Kochtypen, je nach Verwendungszweck verschiedene Texturen und Geschmacksrichtungen verlangt, für die Verarbeitung zu höherwertigen Nahrungsmitteln dagegen gibt es wieder von der Speisekartoffel abweichende Qualitätskriterien und die Stärke- und Alkoholgewinnung aus Kartoffeln hat ebenfalls eigene Vorstellungen über ihren Rohstoff. Schon alleine diese vielfältigen Verwertungsmöglichkeiten verlangen eine große Anzahl verschiedenster Sorten.

Daneben darf aber auch die sehr aktuelle Aufgabe der Resistenzzüchtung nicht vergessen werden. In den vergangenen Jahren erfolgte z.B. eine weitgehende Umstellung des Sortensortiments auf nematodenresistente Sorten. Dieses wäre in einem Sortiment mit nur wenigen Sorten nicht möglich gewesen, da unter derartigen Bedingungen eine neue Sorten wesentlich schärfer beurteilt werden müßte, als es zur Zeit der Fall ist. Will man auch in Zukunft den züchterischen Fortschritt nutzen, kann dieses nur über eine große Anzahl von Sorten erfolgen.

Die derzeitige Situation auf dem Kartoffelmarkt verlangt ein totales Umschwenken vom Ertrags- zum Qualitätsdenken. Das gilt vor allem für die Züchtung, da hier schon viele Jahre vorab die Qualität der in etwa 10 Jahren auf dem Markt befindlichen Kartoffeln vorbestimmt wird.

II. Kartoffelqualität

Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der Kartoffel lassen keine einheitliche Definition des Begriffes "Qualität" für alle Verwertungsrichtungen zu. Je nach Verwendungszweck müssen unterschiedliche Qualitätskriterien berücksichtigt werden. Eine qualitativ hochwertige Speisekartoffel ist nicht unbedingt auch eine Kartoffel mit guter Verarbeitungseignung. Für eine gezielte Züchtung nach Verwendungszweck ist eine genaue Kenntnis der in dem entsprechenden Bereich relevanten Qualitätskriterien unumgänglich.

Für alle Verwertungsrichtungen wird zwischen einer äußeren und inneren Qualität unterschieden. Dabei ist die äußere Qualität am leichtesten feststellbar, da sie mit dem Auge erfaßt werden kann. Faktoren der äußeren Qualität sind Knollenform, Sortierung, Augentiefe, Schalenbeschaffenheit sowie äußerlich sichtbare Krankheiten und Mängel.

Die innere Qualität der Kartoffel wird vorwiegend in ihrer inhaltsstofflichen Zusammensetzung bestimmt. Sie ist nur über chemische Analysen oder Verarbeitungstests feststellbar und wird deshalb leider viel zu wenig beachtet. Die inhaltsstoffliche Zusammensetzung ist maßgeblich für den Verwendungszweck oder den Speisewert der Kartoffel. Weitere Faktoren der inneren Qualität sind innere Schäden wie Hohlherzigkeit, Schwarzherzigkeit oder Eisenfleckigkeit, sowie die Neigung der Knolle zu enzymatischen und nichtenzymatischen Verfärbungen.

II. Speisekartoffelqualität

Die Definition des Begriffes Speisekartoffelqualität ist äußerst schwierig, da regional unterschiedliche Verzehrsgewohnheiten zu einer unterschiedlichen Auslegung des Begriffes führen. Der Qualitätsbegriff enthält zunächst die beiden Aspekte Nährwert und Beliebtheitswert beim Verbraucher. Beide Qualitätsbegriffe müssen nicht unbedingt miteinander verknüpft sein. Ein hoher Nährwert bedeutet nicht auch gleichzeitig einen hohen Beliebtheitswert beim Verbraucher.

Wesentliche Merkmale der äußeren Qualität von Speisefrüh- und Speisekartoffeln werden durch die am 1.6.1985 in einer Neufassung in Kraft getretene Handelsklassenverordnung festgelegt. Diese Qualitätsdefinition der Handelsklassenverordnung ist umfassend und bildet die Grundlage für Aufbereitung und Handel, und dürfte in ihren Einzelheiten wohl jedem bekannt sein. Sie ist ein Maßstab für die äußere Qualität, sagt aber, abgesehen vom Kochtyp, nur wenig über den Speisewert aus. Für den Verbraucher ist der Geschmack, der zwischen fade bis derb und kräftig ausgebildet sein kann, eines der wichtigsten Kriterien des Speisewertes. Daneben spielen die Fleischfarbe, Körnigkeit, Mehligkeit und Feuchtigkeit eine wesentliche Rolle. Auch die Neigung der gekochten Knolle zu Verfärbungen ist ein bedeutendes Merkmal des Speisewertes.

Für die Züchtung sind dieses alles bereits bekannte Zuchtziele, an denen seit Jahrzehnten gearbeitet wird. Bei der Züchtung von Speisekartoffelsorten sollte jedoch in der Zukunft mehr beachtet werden, was der Verbraucher wünscht. Für die Zukunft ist auch zu bedenken, daß der Verbraucher nach einer gesunden Ernährung strebt. Diesem Trend kommt die Kartoffel sehr entgegen, und es ist durchaus möglich, daß zukünftig auch einzelne Inhaltsstoffe der Kartoffel, wie z.B. bestimmte Vitamine, züchterisch bearbeitet werden müssen. Erschwerend für die Speisekartoffelzüchtung ist allerdings, daß es kaum Selektionsmethoden für eine Massenselektion auf Faktoren der inneren Qualität von Speisekartoffeln gibt. Hier sollte die Forschung für die Zukunft verstärkt tätig werden.

III. Verarbeitungskartoffelqualität

Die Qualität von Kartoffelverarbeitungsprodukten ist in erster Linie von der Qualität der zu ihrer Herstellung benutzten Rohkartoffel abhängig. Deshalb stellt die Industrie besonders hohe Qualitätsanforderungen an ihren Rohstoff, wobei sich die einzelnen Qualitätsfaktoren nach dem herzustellenden Produkt richten.

In der äußeren Qualität wird zunächst für alle Verarbeitungsrichtungen eine gute mechanische Schälbarkeit der Knollen gefordert, die vorwiegend von Knollenform, Augenlage, Schalenbeschaffenheit, Beschädigungen usw. abhängig ist. Daneben wird eine je nach Produkt unterschiedliche und gleichmäßige Sortierung verlangt. Die äußere Qualität wirkt sich vor allem auf die anfallende Menge an Schäl- und Schneideabfall aus.

Im Rahmen der inneren Qualität kommt bei der Verarbeitung besonders dem Trockensubstanzgehalt der Kartoffel Bedeutung zu. Er wird je nach herzustellendem Produkt unterschiedlich hoch gefordert, und bestimmt die Ausbeute an Fertigprodukt, deren Textur, Fettgehalt, Form-erhaltung usw., ist also maßgeblich für Betriebserfolg und Produktqualität. Die geforderten Trockensubstanzge-

halte liegen außer bei Kartoffelkonserven zwischen 22 und 24 %.

Ein züchterischer Fortschritt bezüglich der Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes wurde bisher, so seltsam es klingt, durch die EG-Stärkemarktregelung verhindert. Es ist bekannt, daß der Trockensubstanzgehalt der Kartoffel sehr eng mit dem Stärkegehalt korreliert. Hoher Trockensubstanzgehalt bedeutet also auch gleichzeitig hoher Stärkegehalt. Hohe Stärkegehalte aber werden bisher von der EG-Stärkemarktregelung nicht honoriert, sondern ab einer bestimmten Höhe sogar noch mit Abschlägen bestraft. Warum, weiß heute niemand mehr. Da aber z.B. viele Chipssorten gleichzeitig gute Stärkesorten sind, hat man sich wenig Mühe gegeben, hier den Trockensubstanzgehalt zu erhöhen. Vielmehr strebte man höhere Knollenerträge an, um einen hohen Stärkeertrag je ha zu erzielen. Das neuerliche Bestreben, diese Regelung im Stärkemarkt zu beseitigen, hat nun auch die Züchtung wieder aktiviert, so daß in den letzten Jahren Sorten zugelassen werden konnten, die auch für die verarbeitende Industrie ausreichende Trockensubstanzgehalte garantieren. Dieses Bestreben sollte unbedingt fortgesetzt werden, da in Zukunft Sorten unter 22 % Trockensubstanz in der Industrie keine Chancen mehr haben werden.

Als vor allem wesentlich für die Qualität von Fritierprodukten hat sich der Gehalt der Kartoffel an reduzierenden Zuckern (Glucose und Fructose) erwiesen. Diese Zucker führen durch die sogenannte "Maillard-Reaktion" zu einer nichtenzymatischen Bräunung der Produkte und zu einem bitteren Geschmack. Nach älteren Vorstellungen sollte der Gehalt an reduzierenden Zuckern für die Herstellung von Chips 0,25 % und für Pommes frites und Kartoffeltrockenprodukte 0,50 % in der Frischsubstanz nicht übersteigen. In der Praxis haben sich jedoch eher Werte um 0,15 % für Chips und 0,25 % für Pommes frites und Kartoffeltrockenprodukte bewährt. Werden aus der Rohkartoffel Trockenprodukte für die Weiterverarbeitung zu Extruderprodukten hergestellt, sind auch hier Gehalte wie bei der Chipsherstellung einzuhalten.

Die Zucker in der Kartoffel sind Stoffwechselprodukte, die sowohl auf die Physiologie der Kartoffel (z.B. Reife), als auch auf die Umwelt sehr stark reagieren können. Da z.B. eine Lagerung der Kartoffel bei niedrigen Temperaturen zu einer starken Anhäufung der reduzierenden Zucker führt, ist es üblich, Kartoffeln für die Verarbeitung bei 8 - 10°C zu lagern. Das geht jedoch nicht ohne den Einsatz von chemischen Keimhemmungsmitteln. Natürlich möchte auch die Kartoffelverarbeitende Industrie dem Bestreben des Verbrauchers entgegenkommen, und so wenig wie möglich Chemie für die Herstellung ihrer Produkte einsetzen. Aus diesem Grunde wird angestrebt, den Rohstoff Kartoffel wie die Speisekartoffel bei 4°C zu lagern, ohne daß es zur Keimung und Zuckeranhäufung kommt. Hier spielen jedoch unsere derzeitigen Sorten nicht mit, so daß erneut die Züchtung gefragt ist. Wie ernst die Industrie das Problem nimmt, wird daran deutlich, daß die europäische Chipsindustrie gemeinsam ein Projekt finanziert, in dem in verschiedenen Instituten versucht werden soll, durch Genmanipulation in vorhandenen Sorten zu erreichen, daß diese Sorten auch bei niedrigen Temperaturen keine übermäßige Zuckeranhäufung durchmachen. Dieses Projekt läuft nun schon mehrere Jahre, und der Erfolg läßt noch auf sich warten.

In unserem Hause streben wir an, parallel zu diesen Projekten auch die konventionelle Züchtung in diese Aufgabenstellung zu integrieren, da zwei verschiedene Wege eher zum Ziele führen als nur einer. Der konventionellen Züchtung fehlen für diese Aufgabe jedoch die entsprechenden Kreuzungspartner. Um hier Abhilfe zu schaffen, haben wir zunächst drei Jahre lang knollentragende Wildsorten der Genbank in Braunschweig auf den Faktor Kaltlagerfähigkeit hin getestet, und dabei auch einige Typen gefunden, die bei einer Lagerung bei 4°C nur geringfügig reduzierende Zucker bilden. Diese sollen nun in einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit der Bundesanstalt für Züchtungsforschung in Groß Lüsewitz mit vorhandenen Verarbeitungssorten gekreuzt werden, um so langsam ein Basismaterial für die Züchter zu

schaffen, mit dem diese dann weiterarbeiten können. Hier kommt also auf die Züchtung noch ein großes Aufgabengebiet zu, das diese auch ernst nehmen sollte. Sind erst einmal die ersten derartigen Sorten auf dem Markt, haben alle Sorten ohne diese Eigenschaft keine Chance mehr.

Entgegen bisher vertretener Meinung konnte nachgewiesen werden, daß die sogenannte Rohbreiverfärbung der Kartoffel in modernen Produktionsanlagen keinen Einfluß auf die Produktqualität hat. Demgegenüber muß von Verarbeitungskartoffeln jedoch eine sehr geringe Neigung zur Kochdunklung verlangt werden, da diese sich in der Produktfarbe niederschlägt. Hier scheint zukünftig noch sehr viel züchterische Arbeit notwendig zu sein. Bei unseren Selektionsarbeiten an Neuzuchten für die Pommes frites- oder Trockenproduktherstellung konnten wir feststellen, daß ungefähr 80 % aller geprüften Muster wegen Grauverfärbung für die Produktion ungeeignet sind. Dieses ist der Grund, warum z.Z. so wenige spezielle Sorten für diese Produktionsrichtungen vorhanden sind.

IV. Stärkekartoffelqualität

Das wichtigste Qualitätskriterium für die Stärke- und Alkoholgewinnung aus Kartoffeln ist ein hoher Stärkegehalt, der bei beiden Produkten die Ausbeute bestimmt. Da der Anbauer nach gelieferter Menge und nach Stärkegehalt bezahlt wird, ist für ihn neben dem Stärkegehalt auch der Stärkeertrag pro Flächeneinheit von Bedeutung. Kartoffeln für die Alkoholgewinnung haben keine weiteren Qualitätsforderungen, während für Stärkekartoffeln darüberhinaus eine glatte Knollenoberfläche, ein möglichst hoher Proteingehalt (bei Proteinrückgewinnung) und ein möglichst geringer Anteil an Kleinkornstärke gefordert werden. Spezielle Anforderungen an die Viskosität der Stärke bzw. das Amylose/Amylopektinverhältnis werden z.Z. noch nicht gestellt.

Die Stärkekartoffel hat sich in den vergangenen Jahren zu einem wichtigen Stützpfeiler der Kartoffelwirtschaft entwickelt, und wesentlich dazu beigetragen, daß die Kartoffelanbaufläche nicht noch weiter zurückgegangen ist. Die spezifischen Eigenschaften der Kartoffelstärke machen diese für bestimmte Industriezweige sehr interessant. Allerdings unterliegt auch die Kartoffelstärke gewissen Qualitätsunterschieden, auf die die Industrie sich einzustellen hat. Es wäre nun denkbar, daß der Kartoffelstärkeabsatz noch weiter zu steigern wäre, wenn die Stärken mit ganz speziellen Qualitätskriterien angeboten werden könnten. So wäre z.B. eine spezielle Kleinkornstärke für die Beschichtung bestimmter Papiersorten mit Sicherheit für die Industrie interessanter, als das derzeit auf dem Markt befindliche Korngrößengemisch, und bestimmte Viskositäten könnten völlig neue Anwendungsgebiete der Industrie eröffnen.

Diesem Gedanken wird in unserem Hause seit einigen Jahren nachgegangen. Um zunächst herauszufinden, ob es überhaupt züchterische Möglichkeiten zu einer Einflußnahme auf die Stärkequalität gibt, wurde seit einigen Jahren ein Screening mit bekannten Stärkesorten, Neuzuchten und auch Wildkartoffeln durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß es sowohl bei der Stärkekorngröße als auch bei der Viskosität, nicht jedoch beim Verhältnis Amylose zu Amylopektin, große genetische Schwankungsbreiten gibt, die ausreichen würden, züchterisch bearbeitet zu werden. Es besteht also durchaus die Möglichkeit, Kartoffelsorten mit ganz bestimmter Stärkequalität zu erzeugen. Bedingung wäre dann aber, daß die Stärkefabriken diese Sorten dann auch getrennt verarbeiten.

Dieser Gedanke wurde mittlerweile auch von einigen Kartoffelzüchtern aufgegriffen. Um das Screening zu vertiefen, und damit den Züchtern eine entsprechende Unterstützung zu geben, werden wir noch in diesem Jahr mit einem entsprechenden Forschungsvorhaben beginnen. Auf der anderen Seite wird jedoch auch, wie die Diskussion in der Öffentlichkeit der letzten Wochen

zeigte, gentechnisch an diesem Problem gearbeitet. Sinnvollerweise erfolgen diese Arbeiten jedoch vorwiegend am Amylose/Amylopektinverhältnis, das über konventionelle Züchtung kaum zu verändern ist.

V. Diskussion

Wird im Thema zu diesem Vortrag nun nach den züchterischen Möglichkeiten einer Qualitätsverbesserung von Kartoffeln gefragt, so konnte wohl deutlich gemacht werden, daß eine Qualitätsverbesserung zunächst nur über die Züchtung möglich ist. Die Züchtung muß über die Eigenschaften der Sorten zunächst eine Grundlage schaffen, auf der der Anbau aufbauen kann. Was dieser dann daraus macht, und inwieweit er das genetische Potential einer Sorten auszuschöpfen versteht, ist wiederum eine andere Frage. Daraus kann zusammengefaßt abgeleitet werden, daß die Qualität beim Züchter gemacht wird, und daß dieser somit eine recht große, aber leider nur sehr wenig anerkannte, Verantwortung gegenüber dem gesamten Kartoffelmarktgeschehen trägt.

Wie daneben aus diesen Ausführungen zu ersehen ist, befaßt sich auch die Gentechnologie mit der Kartoffel. Die oft gestellte Frage aus Züchterkreisen ist dazu, ob die konventionelle Kartoffelzüchtung dabei überhaupt noch eine Zukunftschance hat. Diese Frage kann man wohl mit gutem Gewissen bejahen. Die Vielzahl der in der Kartoffelzüchtung zu bearbeitenden Kriterien wird dazu führen, daß es neben der Gentechnologie immer eine konventionelle Züchtung gibt, da gentechnisch doch meist immer nur ein Faktor bearbeitet werden kann. Hinzu kommt, daß Probleme, wie etwa der 4°C-Typ, auch gentechnologisch nicht so einfach zu lösen sind. Schafft man es aber, so kommen als weitere Probleme die Diskussion um die Freisetzung usw. hinzu. Noch sind die Rahmenbedingungen nicht gegeben, die einen großflächigen Anbau genmanipulierter Kartoffelsorten ermöglichen würden. Aus diesen Gründen wäre es sinnvoll, in der Kartoffelzüchtung sowohl die eine wie die andere Seite zu fördern, denn zwei Wege führen meist schneller zum Ziel als nur einer.

VI. Zusammenfassung

Grundlage jeglicher Qualität bei Kartoffeln aller Verwertungsrichtungen ist die Sorte. Die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Kartoffel läßt jedoch keine einheitliche Definition des Begriffes Qualität zu, sondern diese richtet sich nach dem Verwendungszweck. Die Qualitätsverbesserung der Speisekartoffel ist von jeher Ziel der Kartoffelzüchtung gewesen. Zukünftig ist es jedoch angebracht, bei Aufstellung der Zuchtziele mehr auf die Verbraucherwünsche einzugehen. Allerdings fehlen hierfür oft geeignete Selektionsmethoden. Bei der Verarbeitungskartoffel sollten in zukünftigen Zuchtprogrammen vor allem die gezielte Züchtung auf bestimmte Produkte aufgenommen werden. Eine Anhebung des Trockensubstanzgehaltes ist generell für alle Verarbeitungsrichtungen wichtig. Vor allem für die Fritierprodukte wünscht sich die Verarbeitungsindustrie Sorten mit "Kaltlagerfähigkeit" bei 4°C, um auf Keimhemmungsmittel verzichten zu können. Auch eine verstärkte Selektion auf geringe Neigung zur Grauverfärbung bei der Produktion wäre wünschenswert. In der Stärkekartoffelzüchtung muß in Zukunft mit einer sortenreinen Stärkegewinnung zur Produktion spezieller Kartoffelstärkequalitäten gerechnet werden. Hier liegt für die Züchtung noch ein großes Aufgabengebiet. Es sollte versucht werden, bei der Lösung aller bei der Kartoffel anstehenden Probleme sowohl die konventionelle Züchtung als auch die Gentechnologie als gleichberechtigte und sich ergänzende Partner einzubeziehen.

VII. Literatur

- Grassert, V., F. Papenhagen, C. Pfeffer, 1990: Kaltlagerfähigkeit - ein aktuelles Zuchtziel bei Veredlungskartoffeln. Kartoffelbau 41, 262-265
- Grassert, V., K. Schüler, 1993: Merkmal "Kaltlagerfähigkeit". Kartoffelbau 44, 73-75

- Haase, N.U., B. Putz, 1991: Sortenspezifische Einflüsse auf die Qualität der Kartoffelstärke. VDLUFA-Kongreßberichte 103, 575-580
- Haase, N.U., 1993: Auswirkungen einer Knollensortierung auf die Qualität der Kartoffelstärke. Agribiolog. Res. 46, 20-27
- Heyer, A.G., 1992: Erste Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Kartoffeln in Deutschland, Kartoffelbau 43, 500-503
- Putz, B., 1985: Derzeitige Möglichkeiten zur Selektion von Verarbeitungssorten für den Züchter. Kartoffelbau 36, 427-431
- Putz, B., 1986: Bedeutung chemischer Keimhemmungsmittel bei der Kartoffelverarbeitung. Landw. Forschung, 20. Kongreßband 1986 (1987), 779-795
- Putz, B., 1987: Neue Unterwassergewichtswaage für die Züchter. Kartoffelbau 38, 355-356
- Putz, B., 1989: Kartoffeln - Züchtung, Anbau, Verwertung. Behr's-Verlag, Hamburg
- Rasor, I., B. Putz, 1990: Orientierende Untersuchungen über die Bedeutung des Rohaschegehaltes auf den Geschmack von Speisekartoffeln. Bericht zur 12. Kartoffeltagung der Arbeitsgemeinschaft Kartoffelforschung in Detmold, 1990, 31-47
- Putz, B., 1990: Methode zur Frühselektion neuer Kartoffelsorten für die Verarbeitung über den Trockensubstanzgehalt. Kartoffelbau 41, 390-393
- Putz, B., Lydia Weber, 1991: Schnellmethode zur Bestimmung der reduzierenden Zucker in Kartoffeln für die Züchtung und Verarbeitung. Kartoffelbau 42, 120-125

Die Qualitätszüchtung von Reben

G. Alleweldt

(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, 6741 Siebeldingen)

Einleitung

Die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der Rebe als Tafeltraube, als Keltertraube oder zur Produktion von Rosinen, Traubensaft oder von Grundweinen zur Herstellung von Weinbränden, Gewürzweinen und Schaumweinen bestimmen nicht nur die einzusetzenden Züchtungsmethoden zur Entwicklung neuer Rebsorten, sondern auch den Qualitätsbegriff. Insbesondere bei der Entwicklung von neuen Keltertrauben wird die Weinqualität in erheblichem Maße von traditionellen Gewohnheiten überlagert, die sowohl vom Produzenten als auch vom Weinkonsumenten geprägt werden. Die Rebenzüchtung hat sich diesen konservativen Elementen ein- und unterzuordnen, auch wenn die Weinqualität durch technologische Veränderungen, wie z.B. die Einführung des sog. "reduktiven Weinausbaues" in den 50er Jahren oder heute den "Barriquewein", weit mehr beeinflusst worden ist oder wird als es die Züchtung vermag. Nur in seltenen Fällen gelingt es der Züchtung, die Akzeptanz von Produzenten und Konsumenten für Weine zu erreichen, die vom bisherigen Geschmacksbild abweichen, wie z.B. bei der Scheurebe oder dem Morio-Muskat.

Mithin ist, erstens, festzuhalten, daß sich die Züchtung von Keltertraubensorten am Weinbukett bereits existierender Rebsorten zu orientieren hat.

Zum Verständnis des Zuchtzieles "Weinqualität" sei noch eine weitere Vorbemerkung angebracht. Die Rebe zeichnet sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an Boden, Klima und Kulturbedingungen aus. Nur so ist es ver-

ständig, daß die gleichen Rebsorten, die noch vor wenigen Jahrzehnten einen Ertrag von 15-30 hl/ha aufwiesen, allein durch eine intensive Gesundheitsselektion, durch einen verbesserten Pflanzenschutz und eine hohe Mineralstoffdüngung Erträge von 150 hl/ha und mehr zu leisten vermögen.

Mit dieser Feststellung ist, zweitens, festzuhalten, daß das Zuchtziel "Ertragssteigerung" nicht im Mittelpunkt züchterischer Bemühungen steht, sondern die von Sartorius (1927) erstmals formulierte Güte:Menge-Regel, die besagt, daß die Produktqualität mit steigendem Ertrag fällt (Abb. 1).

Diese Menge:Güte-Regel hat den Gesetzgeber veranlaßt, den Flächenertrag von Qualitätswein produzierenden Flächen zu begrenzen, um die Weinqualität anzuheben. Für die Züchtung aber bedeutet die Menge:Güte-Regel den Versuch, den Qualitätsabfall bei hohen Erträgen zu minimieren und möglichst unabhängig von den Witterungsabläufen eines Jahres einsetzen zu lassen.

Das Zuchtziel ist also, drittens, eine hohe Qualitätsleistung bei ökonomisch interessanten Erträgen.

Während die Definition der Produktqualität bei Tafeltrauben und Rosinen unschwer möglich ist, ist die Definition der Weinqualität außerordentlich schwierig und sehr komplex. Hier spielt die Individualität des Weingeschmackes eine entscheidende Rolle, die ihrerseits vom Traditionsbewußtsein und dem Beharrungsvermögen des Konsumenten bestimmt wird. Ob ein Rot- oder Weißwein, ein trockener oder süßer, ein neutral-fruchtiger oder bukettierter Wein oder ob ein milder oder säurebetonter Wein bevorzugt wird, bestimmt der Konsument. Diese Auflistung macht deutlich, daß eine hierarchische Zuordnung der Weinqualität mit einer wertneutralen, horizontal gegliederten Betrachtungsweise verknüpft ist. Diese Feststellung bedarf einer näheren Erklärung.

Der Rebenzüchter hat sich zunächst an den vom Gesetzgeber aufgelisteten Parametern der Weinqualität zu orien-

tieren (Abb.2). Sie sind vorrangig durch den Zuckergehalt der Beere bei der Lese determiniert.

Mit der EG-Weinmarktverordnung von 1970 werden alle deutschen Weine drei Klassen zugeordnet. Es sind dies die Tafelweine, die Qualitätsweine aus bestimmten Anbaugebieten und die Qualitätsweine mit Prädikat, wie z.B. Kabinett, Spätlese, Auslese, usw. Alleiniges Kriterium für die Zuordnung ist zunächst nur der Zuckergehalt der Weinbeeren bei der Weinlese. Es ist einleuchtend, daß der Zuckergehalt allein nicht ausreicht, um die Weinqualität zu definieren (Alleweldt 1992). Deshalb wurde in Deutschland die Qualitätsweinkontrolle eingeführt, deren Kernstück die sensorische Prüfung der angestellten Weine darstellt, umschrieben mit dem Begriff von der "Qualität im Glase". In diesen Qualitätsbegriff fließen die Parameter Säure, Aroma- und Geschmacksstoffe sowie Körperreichtum und Harmonie ein. Obgleich die Umschreibung der Weinqualität stofflich nicht zu definieren ist, muß sie vom Züchter beachtet werden. Doch ist dies nicht das züchterische Problem, sondern die hierarchische Ordnung der Klasseneinteilung. Denn diese impliziert, daß ein Prädikatswein besser sei als ein Qualitätswein und dieser wiederum besser als ein Tafelwein. Würde er, wie bei Kanzler und Optima, Rebsorten entwickeln, die stets hochwertige Spät- oder Auslesen liefern, dann hätte er, wie die Praxis lehrt, das Zuchtziel der Qualität überzogen. Denn derartige Qualitätsrebsorten finden nur eine geringe Verbreitung.

Aufgabe der Rebenzüchtung ist es also, viertens, Rebsorten zu entwickeln, die auch in weniger guten Jahren einen Qualitätswein liefern und zugleich die Möglichkeit bieten, den Bedarf an Prädikatsweinen abzudecken. Letzteres ist dann eine kulturtechnische Möglichkeit, aber kein Zuchtziel.

Vitis vinifera-Züchtung

Das Zuchtziel der Qualitätsverbesserung bei gleichzeitiger Erhöhung der genetischen Diversität an Geschmack

und Ertragsleistung ist der Rebenzüchtung im Bereich der europäischen Kulturrebe hinlänglich gelungen (Tabelle 1). Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, sind 54 % der Weißweinanbaufläche mit neuen Rebsorten bestockt, indessen erst 8 % der Rotweinanbaufläche. In anderen Worten: Nahezu die Hälfte der deutschen Rebfläche wird von neuen Rebsorten eingenommen, die in unterschiedlicher Weise die Weinqualität mitbestimmen.

Die züchterische Verbesserung der europäischen Kulturrebe, wie sie von Müller-Thurgau vor 100 Jahren eingeleitet worden ist, dürfte sich weitgehend erschöpft haben. Heute steht der Weinbau vor einer seiner größten Herausforderungen in seiner langjährigen Geschichte. Gemeint ist die unabdingbare Notwendigkeit, alle Mittel einzusetzen, die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln zu minimieren und die Prinzipien eines integrierten Pflanzenschutzes im Weinbau einzuführen. Die Ära eines uneingeschränkten Einsatzes von Fungiziden, Insektiziden, Akariziden, Herbiziden und anderen Mitteln neigt sich ihrem Ende zu. In diesem Konzert zur Etablierung eines umweltgerechten Weinbaues, namentlich am Steilhang, darf die Züchtung nicht unbeteiligt zusehen. Im Gegenteil, sie hat ihren Beitrag zu liefern.

In der Diskussion um die Einführung integrierter Anbausysteme ist erkennbar, daß biologische Verfahren zur Bekämpfung von tierischen Schaderregern, wie Spinnmilben und Traubenwickler, möglich sind. Über ein gesundes Pflanzgut kann der Ertrags- und Qualitätsausfall durch Viren und Mauke weitgehend zurückgedrängt werden. In der Pilzbekämpfung aber zeichnen sich noch keine durchgreifenden und sicheren Verfahren ab, die als biologisch und damit umweltfreundlich zu bezeichnen sind. Hier kann die Züchtung helfen.

Resistenzzüchtung

Die Züchtung von pilzresistenten Reben, die bereits im 19. Jahrhundert in Nordamerika, später auch in Frankreich eingeleitet worden ist, wird seit 60 Jahren auch in Deutschland betrieben. Die besondere Problema-

tik der Resistenzzüchtung liegt in der Eliminierung von unerwünschten Geschmacksstoffen, die mit den Resistenzdonoren in die Nachkommenschaft von Kreuzungsprodukten mit der europäischen Kultursorte übertragen werden. Lange schien es so, als bestünde eine Kopplung zwischen Resistenz und schlechter Weinqualität (Breider et al. 1959).

Wiederholte Rückkreuzungen resistenter Reben mit V. vinifera-Sorten unter Ausnutzung der spezifischen Kombinationsfähigkeit führten letztendlich zu Rebsorten, die vom ursprünglichen Hybridgeschmack befreit sind und sich gut in die bestehende Geschmacksvielfalt einordnen lassen (Tabelle 2). Als neuestes Beispiel für den Erfolg einer konsequenten Züchtungsarbeit soll die im letzten Jahr eingetragene Rebsorte "Phoenix" angeführt werden. Die vom Bundessortenamt gewonnenen Daten lassen die ausreichende Pilzresistenz (Tabelle 3), den guten Ertrag und die gute Weinqualität (Tabelle 4) der Rebsorte "Phoenix" erkennen. Die Weinqualität dieser Rebsorte, und dies ist entscheidend, ist von der der europäischen Kultursorten nicht mehr zu unterscheiden. Der Wein der Rebsorte Phoenix ist oftmals selbst für Kenner nicht von dem der Rebsorte Bacchus zu unterscheiden.

Mit der Rebsorte Phoenix ist eine neue Rebsortengeneration geboren, die künftighin einen umweltgerechten Weinbau ermöglicht. Sie ist die erste einer Reihe von Rebsorten, die eine hohe Pilzresistenz, ein unterschiedliches Geschmacksbild der Weine und eine befriedigende Ertragsleistung besitzt. In dieser neuen Sortengeneration sind auch Rotweinsorten vertreten. Die Weinqualität all dieser Sorten ist mit der herkömmlicher Sorten vergleichbar!

Die Frage nach der Stabilität der Pilzresistenz kann nicht abschließend beantwortet werden. Doch alle Anzeichen sprechen für eine langanhaltende Resistenz, so daß diese Sorten einen essentiellen Beitrag zu einem umweltgerechten Weinbau zu liefern vermögen. Hinsichtlich ihrer Weinqualität ist darauf hinzuweisen, daß ihre

hohe Botrytis-Resistenz die Produktion von Weinen, die aus edelfaulen Trauben gewonnen werden, unmöglich macht. In anderen Worten: Pilzresistente Sorten können Qualitätsweine bis zur Ausleseklasse liefern, nicht aber Beeren- oder Trockenbeerenauslesen, die eine Kombination von Sorten- oder Botrytisaroma darstellen. Ob diese neue Definition der Qualitätsweinproduktion auch vom Weinbau und vom Konsumenten akzeptiert wird, bleibt abzuwarten.

Literatur

Alleweldt, G., 1992: Die Qualität des Weines aus der Sicht des Weinbaus. Önologische Forum 1991, Trier, 17.9.1991 "Die Qualität des Weines aus der Sicht von Experten". Industrie- und Handelskammer Trier

Anonym, 1993: Dt. Weinbau, Heft 2, S. 13

Breider, H., Reuther, G., E. Wolf, 1960: Untersuchungen zum Qualitätsproblem der Reben-Hybriden. Züchter 29, 148-194

Sartorius, O., 1927: Zur Rebenselektion unter besonderer Berücksichtigung der Methodik und Ziele auf Grund von 6-14jährigen Beobachtungen an einem Klon. Z. Pflanzenzüchtung 12, 31-74

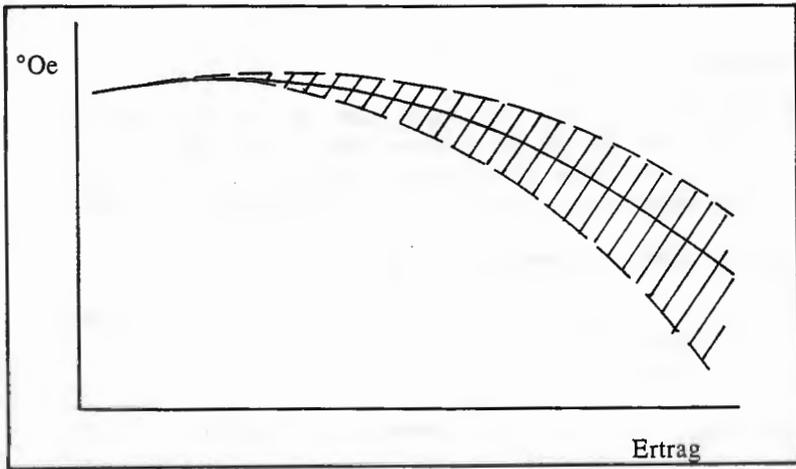
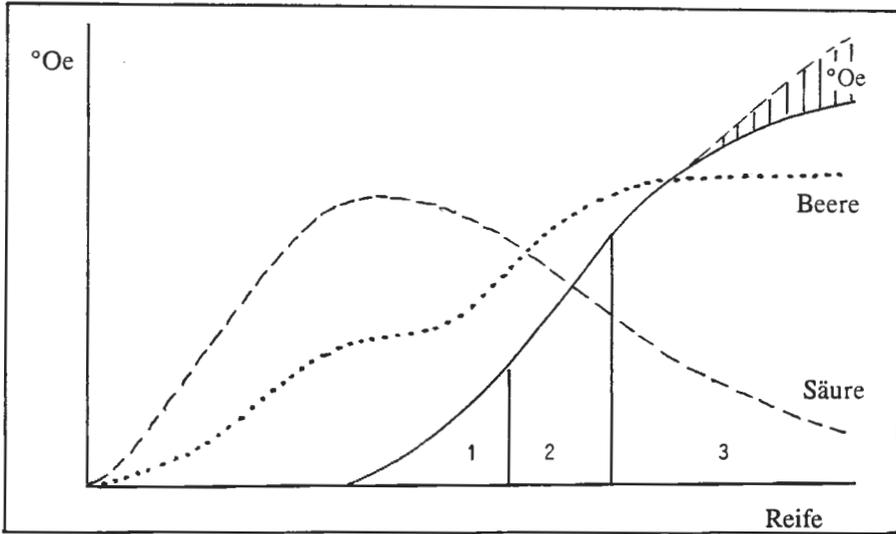


Abb. 1: Die Menge:Güte-Regel der Rebe



- 1: Tafelwein, Landwein
- 2: Qualitätswein b.A.
- 3: Prädikatswein

Abb. 2: Beziehungen zwischen Beerenreife und Weinqualität

Tabelle 1: Die neuen Rebsorten der deutschen Weinbau- gebiete Stand 1991*)	
Weißer Rebsorten	ha
<i>Baccus</i>	3.490
<i>Ehrenfelser</i>	426
<i>Faberrebe</i>	1.951
<i>Huxelrebe</i>	1.511
<i>Kerner</i>	7.667
<i>Morio-Muskat</i>	1.701
<i>Müller-Thurgau</i>	24.600
<i>Optima</i>	386
<i>Ortega</i>	1.219
<i>Scheurebe</i>	3.781

zusammen	46.732
sonstige Sorten	38.660

Rote Rebsorten	
<i>Dornfelder</i>	1.509

sonstige Sorten	16.876
Insgesamt	103.777

*) Anon. 1993

Jahr	Sorte	Resistenz	Ertrag	Qualität
um 1870	<i>Jacquez N</i>	+ + +	+ +	- - -
	<i>Othello N</i>	+ + +	+ + +	- - -
um 1900	<i>Oberlin noir</i>	+ + +	+ + +	-
	<i>Baco 22AB</i>	+ + +	+ + +	+
um 1950	<i>Siegfried- rebe B</i>	+ +	+ +	+
	<i>Aris B</i>	+ + +	-	+ + +
um 1970	<i>Pollux B</i>	+ +	+ +	+
	<i>Castor B</i>	+ +	+	-
um 1990	<i>Orion B</i>	+ +	+ + +	+ +
	<i>Regent N</i>	+ + +	+ +	+ + +

Sorte	Oidium	Phenospora	Botrytis
<i>Kerner</i>	7	3	6
<i>Baccus</i>	4	3	4
<i>Optima</i>	4	3	6
<i>Silvaner</i>	5	4	4
<i>Müller-Thurgau</i>	5	7	5
<i>Riesling</i>	4	3	4
<i>Phoenix</i>	4	2	6

Nach Angaben des Bundessortenamtes 1992:

1 = sehr geringe Anfälligkeit

9 = sehr hohe Anfälligkeit

- *) *Phoenix* wurde in der Regel nicht mit Fungiziden behandelt; Ausprägungsstufen mit den Vergleichssorten (mit Fungiziden behandelt) nicht vergleichbar.

Tabelle 4: Ertrag und Weinqualität der Rebsorte <i>Phoenix</i>					
Versuche (n)	Ertrag in kg/ar		Weinqualität in °Oe Qualitäts- zahl ²⁾		
			VS	Phoenix	VS
87	169	198	72	67	2,2 2,2

nach Angaben des Bundessortenamtes

- 1) VS = Vergleichssorten (*Kerner, Bacchus, Optima, Sivaner, Riesling, Müller-Thurgau*)
- 2) Anzahl der Weinproben: n = 74; Amplitude
VS: 1,94 - 2,38
Phoenix: 1,93 - 2,32

Probleme der Qualitätsbeeinflussung durch Züchtung bei Obst - Beispiel Apfel

Christa Fischer
**(Institut für Obstzüchtung Dresden-Pillnitz der Bundesanstalt für
 Züchtungsforschung an Kulturpflanzen,
 Pillnitzer Platz 2, O-8054 Dresden)**

In der Obstzüchtung stand zu jeder Zeit die Verbesserung der Fruchtqualität im Vordergrund der Selektion. Die meisten Obstarten sind aus der gesunden menschlichen Ernährung nicht mehr wegzudenken. Ihre Bedeutung besteht in ihrem hohen ernährungsphysiologischen und diätetischen Wert der Früchte. Das trifft besonders für den Apfel zu auf Grund der günstigen Zusammensetzung seiner Inhaltsstoffe (Tabelle 1). Außerdem stellt der Apfel eine der Hauptobstarten im Produktionsumfang, an 3. Stelle der Weltproduktion hinter Zitrus und Bananen, sowie im Verzehr dar. Diese Bedeutung konnte der Apfel erlangen, weil er durch eine intensive züchterische Bearbeitung, besonders in Bezug auf seine Fruchtqualität, stetig den Wünschen der Verbraucher angepaßt wurde.

Fruchtqualität als Beschaffenheit bzw. Güte der Frucht ist ein komplexes Merkmal und setzt sich zusammen aus vielen einzelnen Merkmalen. Züchterisch lassen sich nur diese einfachen Merkmale beeinflussen und verändern. Im allgemeinen wird in der Apfelzüchtung auf folgende Fruchtmerkmale selektiert:

äußere Qualität - Größe, Form, Farbe, Berostung, Wachsbelaag

innere Qualität - Zucker, Säure, Aromastoffe, Pektine, phenolische Verbindungen, Saftigkeit, Textur, Fleischfarbe

Zeit und Dauer der Genußreife

Lagerfähigkeit der Früchte unter verschiedenen Lagerungsbedingungen

Krankheiten der Früchte - Stippigkeit, Glasigkeit, Fleischbräune, Schalenbräune, Schorf, Fruchtfäulen.

Nach der genetischen Veränderung kann die Frucht modifikativ beeinflusst werden. Wesentliche Einflußfaktoren sind Kulturmaßnahmen, Witterungsbedingungen oder auch die Verwendung verschieden stark wachsender Unterlagen, auf die die Apfelsorten veredelt werden. Die Sorten reagieren darauf mehr oder weniger stark sortenspezifisch.

Betrachten wir das Apfelsortiment im Verlaufe dieses Jahrhunderts, so unterlag es durch eine stetige Verbesserung der Fruchtqualität großen Veränderungen. Die von verschiedenen Pomologen und Obstzüchtern in "Deutschlands Obstsorten" (vor 1945) beschriebenen Apfelsorten (Abbildung 1) haben zumeist Lokal- bzw. Landsortencharakter, lokal begrenzt im Anbau. Nur wenige Sorten besitzen heute noch ihre Bedeutung im Erwerbsanbau, wie u.a. die Sorten James Grieve, Gravensteiner, Goldparmäne, Cox Orangen, Schöner aus Boskoop, Berlepsch, Ontario. Viele Sorten sind verschwunden, einige haben ihren Liebhaberwert behalten.

Mit der zunehmenden Intensivierung des Apfelanbaus im Haupt- und Nebenerwerb wurden an die Sorten immer höhere Anforderungen gestellt. Das Sortiment unterlag ständigen Veränderungen. Eine Reihe neuer Sorten hat sich in den verschiedenen Anbauregionen bewährt und durchgesetzt (Tabelle 2). Die Sorten zeichnen sich aus:

- durch eine sehr hohe Geschmacksqualität - u.a. Cox Orangen, Elstar, Jonagold, Rubinette, Pinova, Pilot
- durch Großfrüchtigkeit mit einem Fruchtdurchmesser zwischen 70 und 85 mm - u.a. Jonagold, Granny Smith, Fuji, Pikant
- durch ein hervorragendes Aussehen der Früchte - u.a. Golden Delicious mit der angenehmen gelben Grundfarbe
u.a. Elstar, Jonagold, Pirus, Pinova mit leuchtend roter Deckfarbe auf gelbem Grund
- durch stabile hohe Erträge - u.a. Golden Delicious, Pinova.

Weitere Veränderungen zeichnen sich im Sortiment mit der Ergänzung von resistenten Apfelsorten für den integrierten und umweltschonenden Apfelanbau ab. Neben resistenten ausländischen Sorten, wie u.a. Florina, Prima, Jonafree, mit einer Produktqualität, die sowohl vom Anbauer als auch vom Verbraucher akzeptiert wird, finden auch deutsche resistente Apfelsorten wie Retina, Reglindis, Reanda, Rewena im Anbau ihre Verbreitung. Aus der Kenntnis der Probleme um die Erhaltung und Verbesserung der Qualität beim Apfel erheben sich die Fragen:

1. Reicht die Fruchtqualität aus?
2. Läßt sich die Fruchtqualität durch Züchtung überhaupt verbessern?

Frage 1 "Reicht die Fruchtqualität aus?" muß klar mit "Nein" beantwortet werden. Von der Vielzahl der Qualitätseigenschaften sind nur einzelne Merkmale sehr differenziert in einigen wenigen Sorten positiv manifestiert. Das betrifft immer wieder die gleichen Sorten wie Jonagold, Elstar, Golden Delicious, Pinova. Die Fruchtqualität muß also weiter verbessert werden, vor allem muß ein größeres Sortenspektrum mehrere Qualitätsmerkmale in sich vereinigen.

Frage 2 stellt sich den Züchtern bei der Selektion immer wieder neu. Am Beispiel von 6 Kreuzungsnachkommenschaften beim Apfel (Tabelle 3) möchte ich die Frage beantworten. Die Analyse dieses Zuchtmaterials ergab eine deutliche positive Beeinflussung der Qualitätsmerkmale durch Züchtung zum gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse.

Ein wesentlicher Faktor ist die Elternwahl für die Kombinationszüchtung. Kreuzungen von Elternsorten mit hoher Fruchtqualität prägen in den Nachkommenschaften einen erheblichen Anteil Nachkommen mit sehr guten Qualitätseigenschaften aus. Die Abstammung (Abbildung 2) geht in der Parentalgeneration auf Cox Orangen, Jonathan und Golden Delicious mit sehr guter Fruchtqualität zurück. Die nächste Generation enthält durchgängig Sorten mit hoher Fruchtqualität (Jonagold, Clivia, Alkmene, Helios, Apollo). Daraus entstanden in einer

weiteren Generation die Sorten Pilot, Pinova, Pi-A-16,97, Piros mit sehr hoher Fruchtqualität.

Wichtige Inhaltsstoffe dieser Sorten und einiger Vergleichssorten sind in Tabelle 4 formuliert. Die meisten Sorten zeichnet ein harmonisches Zucker/Säure-Verhältnis und ein guter Geschmack aus. Nur bei Gala überwiegt der Zuckergehalt und der Säuregehalt ist äußerst gering. Die resistenten Apfelsorten (Tabelle 5) unterscheiden sich im Gehalt ihrer Inhaltsstoffe nicht signifikant von den konventionellen Apfelsorten. Die Zuckeranteile tendieren zu etwas niedrigeren Werten, die Säureanteile zu etwas höheren Werten. Sie besitzen einen abgerundeten Geschmack im Zucker/Säure-Verhältnis und im Aroma. Die gute Fruchtqualität der resistenten Sorten wurde u.a. von James Grieve, Cox Orangen, Jonathan, Clivia als Elternsorten vererbt.

Bei der Analyse der 6 genannten Kreuzungsnachkommen-schaften wurden die Qualitätseigenschaften Fruchtgröße, Deckfarbe der Frucht, Zucker/Säure-Verhältnis, Aussehen und Geschmack der Frucht auf ihre Ausprägung und Vererbung untersucht. Der statistische Nachweis wurde mit dem χ^2 -Test nach *Brandt-Snedecor* (*Sachs*, 1969) geführt. Zur Beurteilung der Fruchtqualität in den Populationen wurden Häufigkeiten und Rangfolgen herangezogen.

1. Fruchtgröße

Das Merkmal hat eine hohe Variationsbreite und ist durch Umwelteinflüsse modifizierbar. In den 6 Populationen wird von den großfrüchtigen Elternsorten ein höherer Anteil großfrüchtiger Nachkommen ausgeprägt (Tabelle 6), so von "16,97 x Idared" und "Piros x Idared". Von nur mittelgroßfrüchtigen Sorten "Pinova x Pilot" liegt der überwiegende Anteil der Nachkommen im Bereich kleiner bis mittlerer Fruchtgröße. Die Populationen unterscheiden sich signifikant. Aus den Ergebnissen kann auf eine Dominanz für Kleinfrüchtigkeit geschlossen werden. Großfrüchtigkeit scheint durch multiple Faktoren polygen bedingt zu sein. Die Züchtung auf eine gewünschte Fruchtgröße ist durch gezielte Elternwahl möglich.

2. Deckfarbe der Frucht

Das Merkmal unterliegt einer außerordentlich hohen Variabilität und wird durch Umwelteinflüsse modifiziert. Die Aufspaltung in Nachkommenschaften weist auf einen sehr komplizierten Erbgang hin. In Nachkommenschaften der verschieden gefärbten Elternsorten entstehen die vielfältigsten Farbvarianten, Formen mit und ohne Deckfarbe; grüne, gelbe, rote Früchte; gestreifte, flächig rote Früchte; helle und dunkle Rottöne, verschieden rote Farben. Rote Deckfarbe scheint dominant über grün und gelb zu sein. Zwei Populationen, "Piros x Idared" und "Idared x Pilot" bildeten nur Früchte mit Deckfarbe aus (Tabelle 7). Zwei Populationen "Pinova x Pilot" und "Pinova x Jonagold" prägten 23 bzw. 20 % Früchte ohne Deckfarbe aus. Angenehm werden die roten Farben Scharlach und Zinnober empfunden, im Vergleich zu braunroten und blauroten Farbtönen. Die höchsten Anteile mit angenehmer Deckfarbe entstehen in den Nachkommenschaften "16,97 x Idared", "Idared x Pilot" und "Pinova x Idared". Die Populationen unterschieden sich signifikant voneinander. Die Deckfarbe kann durch Züchtung in vielfältiger Weise verändert und verbessert werden.

3. Zucker/Säure-Verhältnis

Das Zucker-Säure-Verhältnis unterliegt in den Nachkommenschaften einer kontinuierlichen Variation, wird also polygen bedingt. Im Beispiel der 6 Kreuzungsnachkommenschaften (Tabelle 8) prägen "Pinova x Jonagold", "Pinova x Pilot" und "Pinova x Idared" die höchsten Anteile Sämlinge mit einem ausgeglichenen, harmonischen Zucker-Säure-Verhältnis aus. In der Aufspaltung dominiert süß über sauer. Die Anteile Nachkommen mit süßen Früchten liegen wesentlich über denen mit sauren Früchten. Zwischen den Populationen bestehen keine signifikanten Unterschiede. Bei gezielter Elternwahl ist eine Auslese von Formen mit unterschiedlichem Gehalt an Zucker und Säure möglich. Daraus ergibt sich die Verwendung der verschiedenen Formen für unterschiedliche Nutzungsrichtungen, sowohl als Tafelapfel für den

Frischverzehr als auch als "Säureträger" für die Verarbeitung.

Eine quantitative Beurteilung der Zucker-Säure-Verhältnisse einiger wichtiger Apfelsorten des Standardsortiments sowie einiger Neuzüchtungen ermöglicht Abbildung 3. Sorten mit einem angenehmen, harmonischen Zucker-Säure-Verhältnis können wenig Zucker und wenig Säure, aber auch viel Zucker und viel Säure enthalten. Dieser Bereich variiert von etwa 11 % Zucker mit 0,6 % Säure bis 16 % Zucker mit 1,2 % Säure. Die meisten guten Apfelsorten und eine Reihe Neuzüchtungen liegen in diesem Bereich. Deutlich weicht die Sorte Gala mit sehr niedrigem Säuregehalt ab. Gala zeichnet sich durch sehr süßen Geschmack aus, wesentlich süßer als Golden Delicious. Mehr säuerlich betont mit ausreichender Süße erwiesen sich die Sorten Elstar und Ingol.

In diesem Zusammenhang soll noch auf die Problematik "Resistenz und Fruchtqualität" eingegangen werden. Die allgemeine Meinung, daß resistente Sorten nicht gut schmecken und sauer sind, kann mit den Analysenwerten in Abbildung 3 widerlegt werden. Sowohl die resistenten ausländischen wie Jonafree, Liberty, Gavin, Prima, Redfree, als auch die deutschen "Re-Sorten" wie Resi, Retina, Releika, Reglindis, Rewena, Reanda, Renora weisen ein annehmbares, z.T. ausgeglichenes Zucker-Säure-Verhältnis auf und besitzen einen harmonischen vollmundigen Geschmack. Diese Werte beweisen, daß auch bei den resistenten Apfelsorten die Fruchtqualität durch Züchtung weiter verbessert werden kann. Die züchterische Zielstellung der Kombination hoher Tafelapfelqualität mit Resistenzeigenschaften läßt sich realisieren.

Wichtig erscheint aber auch für die Züchtung resistenter Apfelsorten eine weitere Nutzungsrichtung, Sorten für die Verarbeitung als "Säureträger" zu selektieren. Diese Sorten gewinnen im integrierten Apfelanbau mit stark reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz ihre Bedeutung als Verarbeitungssorten. Zwei Sorten, Remo und Relinda (mit je 3 Analysenterminen) sind in Abbildung 3 dargestellt. Neben hohen Säurewerten weisen sie gleichzeitig höhere Zuckerwerte auf, sind also nicht einseitig sauer, im Gegensatz zu den alten Lokalsorten Trierscher Weinapfel, Hauxapfel und Gehrers Rambour,

die durch ihren extrem hohen Säuregehalt typische "Säureträger" sind.

4. Aussehen der Frucht

Das Äußere der Frucht ist ein kombiniertes Merkmal von Größe, Form, Farbe, Berostung. Das Aussehen wurde mit Bonitierungsnoten bewertet (1 sehr schlecht, 9 sehr gut). Die Ausprägung in den 6 Kreuzungsnachkommenschaften unterliegt einer kontinuierlichen Variation. Die höchsten Anteile Sämlinge mit gutem Aussehen wurden in den Populationen "Piros x Idared" und "Pinova x Idared" ausgebildet. Die Populationen unterscheiden sich signifikant. Die Variation ist ausreichend hoch für die Selektion.

5. Geschmack

Die Variation des Geschmackes erweist sich im Apfelsortiment als außerordentlich mannigfaltig. Der Geschmack ist ein komplexes Merkmal und ergibt sich aus den einzelnen Eigenschaften wie u.a. Zucker, Säure, Aromastoffe, Pektine, phenolische Verbindungen, auch Fleischbeschaffenheit, Saftigkeit. Der Geschmack wird in der Selektion am sichersten organoleptisch bewertet nach einer Bonitierungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 9 (sehr gut). Die Ausprägung des Geschmacks unterliegt in den 6 Populationen einer kontinuierlichen Variation. Die höchsten Anteile Sämlinge mit gutem Geschmack wurden in den Nachkommenschaften "Pi-A-16,97 x Idared", "Pinova x Jonagold" und "Pinova x Idared" ausgeprägt (Tabelle 9). Die Populationen unterscheiden sich signifikant voneinander. Die hohe Variation ermöglicht eine Verbesserung der Geschmacksqualität durch Züchtung bei gezielter Elternwahl.

Probleme können sich bei der Ausprägung des Geschmacks im resistenten Zuchtmaterial durch phenolische Verbindungen ergeben. Besonders die Gerbstoffe können in stärkerem Maße den Geschmack beeinträchtigen. Feucht (1991) wies in der Fruchtschale schorfresistenter Sorten dreimal mehr Gerbstoffe nach als in schorfanfälligen Apfelsorten. Bei der organoleptischen Bewertung resistenten Zuchtmaterials werden Formen mit hohem Gerbstoffgehalt, die herb schmecken, eliminiert.

6. Vitamin C

Einen ernährungsphysiologisch wichtigen Inhaltsstoff stellt Vitamin C dar. In unseren Untersuchungen wurde Vitamin C nicht analysiert. Eine Zusammenstellung des Gehaltes in Apfelsorten wurde von Schulz (1986) vorgenommen (Tabelle 10). Der Gehalt unterliegt in den Apfelsorten einer hohen Variabilität. Bei Notwendigkeit kann auch durch Züchtung der Vitamin-C-Gehalt in Apfelfrüchten verbessert werden. Das zeigt sich beispielsweise bei den Apfelsorten Undine und Herma. Sie entstanden aus freier Abblüte der Sorte Jonathan, die mit einem Vitamin C-Gehalt von 9,1 mg/100 g Frischmasse wesentlich unter dem Gehalt der Sorten Undine und Herma bleibt.

Bei der abschließenden Betrachtung der genannten Qualitätseigenschaften erweisen sich die Kreuzungsnachkommenschaften in folgender Rangfolge als die besten mit der höchsten Selektionsrate qualitativ guter Nachkommen:

Pi-A-16,97	x Idared,
Piros	x Idared,
Pinova	x Idared,
Pinova	x Jonagold,
Idared	x Pilot.

Die Elternsorten können bei gezielter Kombinationszüchtung eine weitere Verbesserung der Fruchtqualität bewirken. Die Selektion gewünschter Formen wird durch die mannigfaltige Variation ermöglicht. Mit gezielter Elternwahl lassen sich Sorten für die verschiedenen Nutzungsrichtungen als Tafelapfel oder Verarbeitungs-sorte herstellen. Die hohe Variation der Merkmalsausprägung erfordert allerdings ein umfangreiches Zuchtmaterial für die Selektion gewünschter Formen. Die erreichte Fruchtqualität der resistenten Apfelsorten gestattet den Schluß, daß künftige Sortengenerationen stets Qualität und Resistenz auf sich vereinigen werden.

Literatur

Anonym: Deutschlands Obstsorten. Vor 1945

Feucht, W., 1991: Natürliche Resistenz des Apfels gegen Schorf. Obstbau 1, S. 23-25

Fischer, C, G. Sandke, 1992/1993: Analyse von Inhaltsstoffen von Apfel Früchten verschiedener Sorten. Unveröffentlicht

Friedrich, G., D. Neumann, M. Vogel, 1986: Physiologie der Obstgehölze. Akademie-Verlag Berlin, S. 327

Sachs, L., 1969: Statistische Auswertungsmethoden. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York

Winter, F. und Autorenkollektiv, 1992: Lucas' Anleitung zum Obstbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

Tabelle 1: Zusammensetzung der Apfelfrucht mit wichtigen Inhaltsstoffen (Mittelwerte)
(Herrmann 1966, zitiert bei Lucas 1992)

Inhaltsstoffe	Gehalt
Trockensubstanz (%)	16
Gesamtzucker (%)	11
titrierbare Säure (%)	0,6
Pektin (%)	0,6
Vitamin C (mg/100 g)	1 ... 30
Mineralstoffe (%) (überwiegend Kalium)	0,4

Tabelle 2: Gegenwärtiges Standardsortiment beim Apfel

Alkmene	James Grieve
Auralia (Tumanga)	Jonagold
Berlepsch	Jonathan
Boskoop	Klarapfel
Cox Orangen	McIntosh
Elstar	Melrose
Goldparmäne	Ontario
Glockenapfel	Pilot
Gloster	Pinova
Golden Delicious	Piros
Granny Smith	Undine
Idared	Zabergäu

Tabelle 3: Apfel-Kreuzungsnachkommenschaften für die Analyse zur Qualitätsverbesserung durch Züchtung			
Lfd. Nr.	Kreuzungsnachkommenschaften		Anzahl Pflanzen
	O	O	
1	Pinova	Pilot	186
2	Pinova	Jonagold	63
3	Pinova	Idared	200
4	Pi-A-16,97	Idared	121
5	Piros	Idared	121
6	Idared	Pilot	145

Tabelle 4: Auswahl von Sorten mit einigen Inhaltsstoffen, untersucht zum Zeitpunkt der vollen Genußreife (nach Fischer und Sandke 1992/93)				
	Trocken- substanz	Zucker	Säure	°Oechsle
	%	%	%	
Gold.Delicious	13	12	0,7	54
Idared	14	13	0,6	61
Jonagold	16	15	0,6	67
Pi-A-16,97	16	15	0,5	68
Pinova	15	14	0,5	63
Pilot	16	15	1,1	70
Elstar	17	16	1,1	72
Gloster	16	15	0,7	68
Gala	14	13	0,3	59
Kent	15	14	0,8	64

Tabelle 5: Auswahl resistenter Apfelsorten mit einigen wesentlichen Inhaltsstoffen, untersucht zum Zeitpunkt der vollen Genußreife (nach Fischer und Sandke 1992/93)

	Trocken- substanz %	Zucker %	Säure %	°Oechsle
Retina	13	12	0,6	57
Reglindis	14	13	0,7	59
Releika	15	14	0,6	64
Resi	12	11	0,6	52
Reanda	15	13	0,8	62
Prima	13	12	0,8	55
Florina	14	13	0,7	60
Remo	14	13	0,9	59
Rewena	14	13	0,8	61
Renora	15	13	0,8	62

Tabelle 6: Ausprägung der Fruchtgröße in Kreuzungsnachkommenschaften beim Apfel

Lfd. Nr.	Nachkommenschaft	Anteil Sämlinge (%)	
		Fruchtgröße	
		mittel (ca. 130 g, 60-65 mm Durchmesser)	groß-sehr groß (>140 g, >70 mm Durchmesser)
1	Pinova x Pilot	48	8
2	Pinova x Jonagold	59	25
3	Pinova x Idared	41	37
4	16,97 x Idared	40	49
5	Piros x Idared	38	58
6	Idared x Pilot	48	32

Tabelle 7: Ausprägung der Deckfarbe in Kreuzungsnachkommenschaften beim Apfel (Anteil Sämlinge %)

Lfd. Nr.	Nachkommenschaft	ohne Deckfarbe	braunrot karmin/blaurot	scharlach zinnoberrrot
1	Pinova x Pilot	23	25	52
2	Pinova x Jonagold	20	42	38
3	Pinova x Idared	1	40	59
4	16,97 x Idared	5	27	68
5	Piros x Idared	0	56	44
6	Idared x Pilot	0	34	66

Tabelle 8: Ausprägung des Zucker/Säure-Verhältnisses in Kreuzungsnachkommenschaften beim Apfel (Anteil Sämlinge in %)

Lfd. Nr.	Nachkommenschaft	sehr gut ausgeglichen	gut süßl.	säuerl.	Σ	unangenehm ex-süß	unangenehm ex-sauer	Σ
1	Pinova x Pilot	29	33	17	50	20	1	21
2	Pinova x Jonagold	34	21	23	44	22	0	22
3	Pinova x Idared	29	39	12	51	20	0	20
4	16,97 x Idared	16	40	38	78	5	1	6
5	Piros x Idared	24	41	29	70	6	0	6
6	Idared x Pilot	27	32	26	58	12	3	15

Tabelle 9: Ausprägung des Geschmacks in Kreuzungsnachkommenschaften beim Apfel (Anteil Sämlinge in %)

Lfd.Nr.	Nachkommenschaft	schlecht	mittel	gut
1	Pinova x Pilot	57	23	10
2	Pinova x Jonagold	56	19	25
3	Pinova x Idared	62	15	23
4	16,97 x Idared	36	34	31
5	Piros x Idared	50	31	20
6	Idared x Pilot	79	12	9

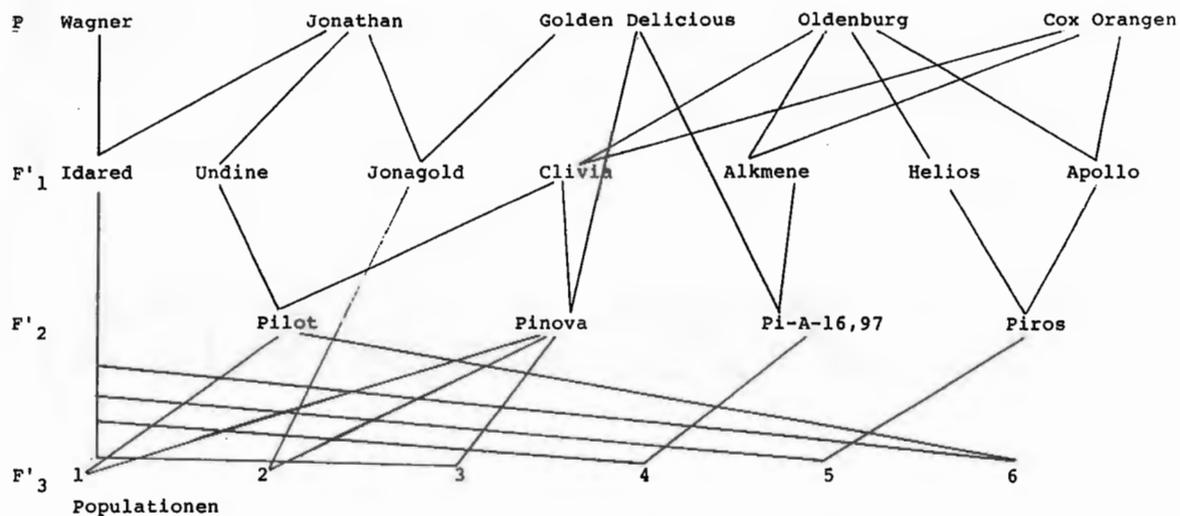
Tabelle 10: Gehalt an Vitamin C (L-Ascorbinsäure in mg/100 g Frischmasse) in Apfelsorten (Schulz, Herrmann, Schubert, Hansen, zitiert bei Friedrich, 1986)

Sorte	Vitamin C
Undinde	36,0
Herma	24,0
Berlepsch	23,5
Idared	23,0
Ontario	20,6
Goldparmäne	18,1
Baumann	16,2
Wilhelm	14,9
Golden Delicious	14,3
Mutsu	14,0
Roter Boskoop	11,2
Jonagold	11,0
Clivia	9,2
Jonathan	9,1
Cox Orangen	8,1
Melrose	8,0
Gloster	8,0
Gravensteiner	7,8
James Grieve	6,8
Erwin Baur	6,5
Carola	5,5
Rome Beauty	3,6
Oldenburg	3,1

Apfel		Jul	Aug	Sept	Ok	Nov	Dez	Jan	Febr	März	April	Mai	Juni	Juli
Klarapfel	Ohm Paul													
	Roter Astirapfel													
	Schöner aus Bala													
	Pflirschroter Sommerapfel													
	Virgilscher Rosenapfel													
	Charlamowsky													
	Lord Grosvenor													
	Croncis													
	James Grieve													
	Lord Suffield													
	Großherzog Friedrich													
	Cellini													
	Gravensteiner													
	Roter Gravensteiner													
	Roter Herbstkalvil													
	Graue Herbstrenette													
	Cox Pomona													
	Kaiser Alexander													
	Muska Apfel													
	Jakob Lebel													
	Rheinische Schalmase													
	Gelbemint Odenburg													
	Luikensapfel													
	Gelber Herbststettiner													
	Pfeizenapfel													
	Königsapfel													
	Hinglonsapfel													
	Signe Tilleck													
	Edelroter													
	Gelber Richard													
	Düssiger Kantapfel													
	Maatapfel													
	Landinberger Renette													
	Orban aus Jülich													
	Gelber Edelapfel													
	Gelbsamer Kandi													
	Peasgoode Goldrenette													
	Roter Jungfernapfel													
	Goldparadies													
	Köstlichster													
	Anisapfel													
	Weißer Rosmarin													
	Halberstädter Jungfernapfel													
	Kalterer Böhmer													
	Pommerscher Krummnapfel													
	Atlantapfel													
	Gelber Bellefleur													
	Rote Sternrenette													
	Zarcalamunglous Renette													
	Ananasrenette													
	Lance Prinz Albert													
	Edelherzfelder													
	Schöner aus Pontoise													
	Weißliche Tielotte													
	Kanadarenette													
	Bienheimer Goldrenette													
	Kaiser Wilhelm													
	Muskrenette													
	Bismarckapfel													
	Adericher Kalvil													
	Nathusius Teubenapfel													
	Cox Orangenrenette													
	Schöner aus Nordhausen													
	Schöner aus Boskoop													
	Harberts Renette													
	Neuer Berner Rosenapfel													
	Lusower Apfel													
	Gewürznapfel													
	Adams Paradies													
	Hildesheimer Goldrenette													
	Milster v. Hammerstein													
	Weißer Winkarkabell													
	Ribstoner Pepping													
	Baumans Renette													
	Roter Bellehour													
	Roter Trierischer Weinsapfel													
	Spitzleinsapfel													
	Freiherr von Berlepsch													
	Seelger Orangenpepping													
	Comlous Renette													
	Graue Französische Renette													
	Olinda Munde													
	Königlicher Korstiel													
	Kuhländer Guldering													
	Londoner Pepping													
	Parkers Pepping													
	Winterfallapfel													
	Deutscher Goldpepping													
	Orlaer Winterstettler													
	Oberlecke Renette													
	Pensapfel													
	Brauner Matapfel													
	Sieftischer Mischenker													
	Winterreuehauer													
	Oberstter Behnerling													
	Ochrlinger Blütrell													
	Schlesischer Löbnapfel													
	Schwabheimer Rambur													
	Roter Anbacher													
	Welschliner													
	Gelber Winterstettler													
	Roter Winterstettler													
	Lusger Oräner Guldering													
	Ontarioapfel													
	Papayroter Comisat													
	Champagner Renette													
	Bolkrenapfel													
	Kaiser Renette													
	Eisapfel													
	Bohnapfel													

Abb.1 Apfelsortiment alter Land- und Lokalsorten mit ihren Reifezeiten (aus "Deutschlands Obstsorten, vor 1945)

Abb.2 Stammbaum qualitativ hochwertiger Apfelsorten und Kreuzungsnachkommenschaften



		Säure (%)										
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	
16							31,25 5,17					Relinda 3 1,4
15					Jonagold Gavin	Gloster	24,132	44,31		Elster	3,163	Undine 1,5
14					Pinova Releika Pikkolo		Kent Pilot Renora 3,129 25,294	Pikant				
13			Shampion Florina Macfree		Idared 18,12 Liberty Remura	2,209 Redfree	Reanda Revena	Remo 1 Renora	Rene		Remo 5	
12	Gala				16,97 Jonafree Retina 1,156	Reglindis	Sawa Remo 4 25,286					Relinda 2
11					Resi	Golden Del. Prima	Reka			Relinda 4 Ingol		
10											Trier. Wein apfel	Hauxa pfel 1,6 Gehrsers R. 1,8
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	

Abb. 3 Zucker-/Säureverhältnisse von Apfelsorten und Zuchtstämmen im Zeitraum ihrer vollen Genußreife

Züchterische Beeinflussung wesentlicher Qualitätsmerkmale von Frisch- und Industriegemüse

Kerstin Olsson
(Nilsson-Ehle Laboratorium, Svalöf Weibull AB,
S-268 81 Svalöv, Schweden)

Als Konsument kommen wir alle in direkten Kontakt mit Gemüserohware und stellen Ansprüche an hohe Qualität der Eigenschaften wie Aussehen, Geschmack, Textur und Nahrungswert. Qualität ist eine Kombination mehrerer Faktoren, und nicht nur der Konsument, sondern auch der Erzeuger hat Forderungen. Der Hobbyanbauer freut sich über wohlschmeckende Möhren aus dem eigenen Garten, aber er interessiert sich weniger für Sorten mit gleichmäßiger Reife oder Widerstandskraft gegen mechanische Beschädigung, wie es der kommerzielle Anbauer hat. Sehr viele Gemüseprodukte werden industriell hergestellt, die hierfür notwendige Rohware muß für unterschiedliche Produkte oder technische Prozesse meist spezielle Qualitätseigenschaften besitzen.

Qualität ist das Ergebnis eines Zusammenspieles von Sorte und einem oder mehreren Umweltfaktoren. Viele Eigenschaften sind sehr von der Sorte abhängig, und daher kann Pflanzenzüchtung zu einer verbesserten Qualität beitragen. Hier werden Möglichkeiten für eine züchterische Beeinflussung wesentlicher Qualitätsmerkmale von Frisch- und Industriegemüse besprochen, und als Beispiele wurden fünf verschiedene Gemüsearten ausgewählt.

Möhre

Äußere Qualität

Die Möhre ist unser meist angebautes und beliebtestes Wurzelgemüse. Äußere Qualitätseigenschaften wie *Form*, *Größe* und *Abschluß* der Rübe können durch die Pflanzen-

züchtung beeinflußt werden. In der Praxis werden Möhren in verschiedene Sortengruppen eingeteilt, innerhalb derer diese Eigenschaften relativ festgesetzt sind. Im Allgemeinen sollten die Rüben eine abgestumpfte Form und eine möglichst glatte Rinde haben. Die *Blattansatz* darf nicht zu grob oder eingesunken sein, da dies viel Putzabfall bringt.

Die Gefahr von *Verletzungen* durch eine mechanisierte Ernte ist für Möhren ebenso groß wie für Kartoffeln. Die Entwicklung neuer technischer Methoden, um Beschädigungen zu verringern, ist notwendig. Eventuelle Sortenunterschiede auf Verletzungsneigung sind auch wenig untersucht. Mechanische Schäden bei der Ernte verursachen die größten ökonomischen Verluste, wenn die Möhren gelagert werden. Die Verletzungen sind Angriffsstellen für verschiedene Pathogene. Krankheiten wie Sklerotiniafäule, Grauschimmel und andere Lagerfäulen können zu bedeutenden Verlusten führen (*Lapwood*, 1981).

Unzureichendes Häufeln der Erde rund um die Rüben kann *Verfärbung* des Rübenkopfes verursachen. Die Anthocyanfarbe liegt aber ziemlich oberflächlich, und wird beim Schälen oder beim Kochen entfernt. Grüngefärbte Rübenköpfe sind ein ernsterer Qualitätsfehler. Die Chlorophyllbildung geht auch noch ins Innere der Rübenköpfe, die dann für eine Verwertung in der Küche oder in der Konservenindustrie ausgeschieden werden.

Es gibt große Sortenunterschiede in der *inneren Färbung* der Rübe, sowohl in der Farbintensität als auch in der Durchfärbung. Die Lebensmittelindustrie stellt hohe Ansprüche an die Einheitlichkeit der Färbung von Rinde und Mark für Produkte wie geschnittene und gewürfelte Möhren.

Innere Qualität

Die Möhre ist eine gute Provitamin-A-Quelle. Ca. 90 % der Carotinoide sind *Alpha- und Beta-Carotin*. Große Sortenunterschiede bestehen. Möhrensorten, die eine gelbe Herzfarbe aufweisen, enthalten einen geringeren Carotingehalt als Sorten mit einem roten Herz. Durch

visuelle Selektion auf Farbtintensität ist es gelungen, neue Sorten mit verdoppelter Provitamin-A-Aktivität zu schaffen. Die Selektion auf Gehalte, größer als 120 mg/kg Frischgewicht sollte aber mit Hilfe der chemischen Analyse vorgenommen werden. Das Interesse der Konsumenten an hohem Ernährungswert ist gestiegen, und die Möglichkeit, den Carotingehalt noch zu verbessern, ist gut (*Simon & Wolff, 1987*).

Viele Komponenten beeinflussen den Geschmack. Süßigkeit kann weder mit dem gesamten Gehalt an Zucker noch mit dem Gehalt an einzelnen Zuckerfraktionen korreliert werden. Herb schmeckende Substanzen, wie Terpene, verdecken nämlich leicht einen süßen Geschmack (*Simon et al., 1980 und 1982*). Die zuverlässigste Auswahlmethode für guten Geschmack ist deshalb ein sensorischer Test.

Die Bedeutung von Ballaststoffen für unser Wohlbefinden wird immer mehr hervorgehoben (*Blackholly, 1989*). Der Ballaststoffgehalt unserer Nahrung beeinflusst die Darmfunktion und kann gewissen Darmkrankheiten vorbeugen. Eine Senkung von Serumglukose und Cholesterolgehalt ist auch mit Ballaststoffverzehr verknüpft. Unsere Rohfaseraufnahme sollte verdoppelt werden, und eine mögliche Variation zwischen verschiedenen Möhrensorten ist darum interessant. Bis jetzt wurden keine großen Sortenunterschiede festgestellt. Ballaststoffanalysen sind auch teuer und zeitraubend, und eine Selektion auf diese Eigenschaften ist deshalb in einem großen Züchtungsmaterial zur Zeit undenkbar.

In mehreren Ländern sind Grenzwerte für Nitratgehalte bei bestimmten Blatt- und Wurzelgemüsearten festgelegt. In Deutschland wurde viel Arbeit in die Entwicklung nitratarmer Sorten investiert (*Behr, 1988; Junge & Handke, 1989*). Grenzwerte für Nitrat sind in Schweden noch nicht fixiert, aber die Lebensmittelbehörde empfiehlt, daß kleine Kinder keine nitratreichen Gemüse oder Produkte essen sollten. Die Kindernährmittelindustrie hat strenge Forderungen an Rohwaren bezüglich des Nitratgehaltes. Die Möhre hat einen geringen Nitratge-

halt im Vergleich mit Roter Rübe, mit Spinat und mit Kopfsalat. Aber der Anbau von Möhren für die Herstellung von Brei wird sorgfältig kontrolliert, die Stickstoffdüngung ist streng geregelt. Falls deutliche Sortenunterschiede in der Nitratanreicherung festgestellt werden, kann der Züchter ein Selektieren auf nitratararme Möhren einfach mit einer ionenselektiven Elektrode machen.

Weißkohl

Der Verbrauch von Weißkohl ist in Schweden angestiegen, heutzutage wird in jedem Speiserestaurant Weißkohl als Salat serviert. Kohlrouladen werden bei der schwedischen Industrie hergestellt, aber Sauerkraut wird importiert.

Äußere Qualität

Die Züchtung ist nunmehr auf Hybridsorten mit *gleichmäßiger Reife* konzentriert.

Die äußeren Qualitätseigenschaften von Weißkohl sind vor allem genetisch bedingt und leicht zu beurteilen. Die *Form* des Weißkohlkopfes kann von plattrund bis ballonförmig variieren und selektiert wird vor allem auf runde Typen. Die *Blätter* sollten glatt sein, um das Putzen zu erleichtern. Der *innere Strunk* sollte kurz sein und auch nicht zu grob. Der Strunk sollte außerdem gerade sein, damit man ihn leicht ausbohren kann.

Die Forderungen an die *innere Struktur* des Kopfes sind vom Verwendungszweck abhängig. Der frühreife Sommerkohl hat normalerweise einen Kopf mit kräftig gefalteten und brüchigen Blättern. Kompakte, feste Köpfe sind für Salat und Sauerkraut wünschenswert. Lockere Köpfe eignen sich besser für die Herstellung von Kohlrouladen, teils weil die Kochzeit vermindert werden kann, teils weil die Blätter solcher Typen leichter voneinander getrennt werden können. Genotypen mit groben Nerven und dicken, harten Blättern werden abgelehnt.

Innere Qualität und Lagerfähigkeit

Weißkohl ist eine wichtige einheimische *Vitamin-C-Quelle*. Es gibt deutliche Sortenunterschiede und mit

Hilfe von Teststreifen, die man in den ausgepreßten Saft eintaucht, kann der Züchter auf vitaminreiche Sorten selektieren.

Die Lagerfähigkeit spätreifer Sorten sollte verbessert werden, damit die Lagersaison bis Mai des folgenden Jahres verlängert werden kann. Es gibt zwar sehr große Sortenunterschiede, aber es erfordert sowohl viel Platz als auch viel Zeit, solche Lagerversuche durchzuführen. Eine chemische Analyse von Inhaltsstoffen, die als Indikator für Lagerfähigkeit verwertet werden kann, ist erwünscht. Vielleicht ist der Zuckergehalt ein solches Kriterium.

Glucosinolate

Der Zuckergehalt hat bis zu einem bestimmten Grade einen Einfluß auf den Geschmack, aber sowohl Geschmack als auch Aroma sind hauptsächlich von Glucosinolaten abhängig. Diese schwefelhaltigen Glukoside wurden in allen Cruciferen nachgewiesen, aber der Anteil an den verschiedenen Einzelsubstanzen variiert bedeutend, ebenso deren relative Menge (Fenwick et al., 1983). Beim Streifenschneiden oder beim Einfrieren des Kohls werden Glucosinolate mit Hilfe des Enzyms Myrosinase gespalten und es werden Glukose, Bisulfate und eine Mischung von flüchtigen Substanzen gebildet. Das Isothiocyanat von Glukonasturtiin trägt positiv zum Weißkohlgeschmack bei. Mehrere Untersuchungen deuten darauf hin, daß Spaltprodukte gewisser Glucosinolate die positive Eigenschaft besitzen, die Entwicklung bestimmter Krebsformen hemmen zu können (McDaneil et al., 1988; Otte, 1991). Das Spaltprodukt einiger anderer Glukosinolate besitzt aber unerwünschte sensorische oder physiologische Eigenschaften.

Sinigrin (2-Propenyl-glucosinolat) und sein Hydrolyseprodukt (2-Propenyl-isothiocanat) sind beides Substanzen, die einen bitteren Geschmack im Weißkohl und in anderen Kohlarten verursachen können. Auch bei eingefrorenen Produkten, wie zum Beispiel beim Rosenkohl, kann das Problem eines bitteren Geschmackes auftreten, falls das Blanchieren unzureichend war. Das Isothiocya-

nat hat auch einen mutagenen Effekt und dazu mehrere negative physiologische Effekte. Der Sinigringehalt im Weißkohl ist ziemlich hoch, aber es gibt große genetische Unterschiede.

Progoitrin (2-Hydroxy-3-butenyl-glucosinolat) ist geschmacklos, aber dessen Spaltprodukt (5-Vinyl-2-oxazolidintion) ist sehr bitter. Es beeinflusst auch die Tyroxinsynthese, was zu goitrogenen Effekten (Kropf) führen kann, auch wenn die Kost genügend Jod enthält. Gewöhnlich ist im Weißkohl der Gehalt an Progoitrin niedrig, aber in Züchtungsmaterial mit breitem genetischen Hintergrund können hohe Gehalte vorkommen.

Das Vorkommen von sowohl erwünschten als auch unerwünschten Glucosinolaten fordert, daß der Züchter Veränderungen in der individuellen Glucosinolatzusammensetzung verursachen sollte, anstatt den totalen Gehalt herabzusetzen. Vor allem sollen die Sinigrin- und Progoitrinergehalte niedrig sein. Der Gehalt in Weißkohl wird teilweise durch Anbaubedingungen beeinflusst, aber die Rangordnung der Sorten hat sowohl zwischen Jahren als auch Anbauorten eine gute Übereinstimmung. HPLC-Analysen sind für die Selektionsarbeit notwendig.

Sinigrinarme Sorten sind aber für einen Befall mit Schädlingsschmetterlingslarven mehr anfällig (Olsson & Jonasson, 1992). Hier besteht also ein Konflikt zwischen Qualitäts- und Resistenzzüchtung. Vielleicht wird das Problem mit der Hilfe der Gentechnik gelöst.

Tomate

Die Tomate ist ohne Zweifel eines der beliebtesten Frischgemüse, und der Konsument stellt daher hohe Ansprüche an die Qualität, Da wir ja nach dem Aussehen kaufen und gerade die Tomate gerne als einen Farbfleck auf dem Teller sehen wollen, bedeuten die äußeren Qualitätseigenschaften wie Farbe und Form sehr viel und werden deshalb in der Züchtung beachtet.

Farbe und Nahrungswert

Das *Lycopin* ist für deren schöne rote Färbung verantwortlich. *Lycopin* wird normalerweise zu 90 % aus den Carotinoiden in der Tomate gebildet, ist aber aus dem Gesichtspunkt des Nahrungswertes ganz wertlos. Um den Nahrungswert zu verbessern, sollte der Anteil von *Carotin* erhöht werden. In USA ist es den Züchtern gelungen, Sorten mit 90 % Carotin herzustellen. Dabei ist das dominante Gen B von *Lycopersicon hirsutum* in die Tomate eingeführt worden. Die Früchte sind aber bei Genußreife gelb-orange, und werden von den Verbrauchern abgelehnt (Tigchelaar, 1988).

Die Tomate enthält ca. 20 mg Vitamin C pro 100 g Frischgewicht. Der Gehalt variiert aber stark innerhalb der Erntesaison und mit dem Reifestadium. Schon früh fand man Sortenunterschiede, und Vitamin-C-reiche Stämme sind entwickelt worden (Tigchelaar, 1988; Stein, 1992).

Qualitätsfehler

Die einzelnen Sorten sind gegenüber verschiedenen Qualitätsfehlern mehr oder weniger anfällig. Die Symptome werden bei schlechten Anbauverhältnissen sichtbar. *Korkrisse* erscheinen, wenn sich das Kondenswasser in der Nackenregion der Tomate ansammelt. Dies kann entstehen, wenn der Temperaturunterschied zwischen Nacht und Tag sehr groß ist. Bei zu hoher Luftfeuchtigkeit kann die *Fruchthaut* infolge zu großer Saftspannung aufreißen. Bei Mangel an Kalium können gelbe Zonen an der sonst roten Tomatenfrucht auftreten, sogenannte *Wachsflecken*. *Blütenendfäule* hängt von einem lokalen Kalziummangel ab, dem Störungen im Wasserhaushalt der Pflanzen zugrunde liegt. Am Blütenansatz entsteht ein schwarzer Fleck, der die Frucht marktunfähig macht. Es gibt aber auch große Sortenunterschiede (Kretchman, 1990). Um die Anfälligkeit gegenüber solchen Qualitätsfehlern mit Sicherheit zu entdecken, muß der Züchter die Pflanzen unter Streß von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wasser oder Düngung anbauen. Solche Spezialversuche sind aber sehr teuer.

Auch das innere Aussehen der Tomate ist teilweise ein züchterisches Problem. Früh in der Saison treten oft Tomaten mit *Hohlräumen* auf, und die Früchte bekommen eine unregelmäßige Form. Der Zuwachs der Früchte blieb in einem früheren Entwicklungsstadium stehen. Sobald der Zuwachs wieder in Gang kommt, wachsen die Fruchtwände schneller als die inneren Teile. Dadurch entstehen Hohlräumen, die die gallertartige Pulpe nicht ausfüllen kann. Die Ursachen dieser schweren Qualitätsfehler sind unklar, aber sie hängen mit Faktoren zusammen, die eine gute Bestäubung verhindern (Kedar & Palewitch, 1970).

Festigkeit und Geschmack

Die *Festigkeit* der Tomate ist ein wichtiges Qualitätskriterium, da sie mit der Frische verbunden ist. Es ist zum Teil eine genetische Eigenschaft, aber die Unterschiede zwischen verschiedenen Anbauern sind sehr groß. Die Festigkeit kann durch Wahl von Sorten mit drei oder mehr Kammern verbessert werden. Diese Typen sind außerdem leichter in Scheiben zu schneiden, weil die Pulpe nicht ausläuft.

Die Selektion auf Sorten mit dicken Fruchtwänden, damit verbesserter Festigkeit und geringerem Risiko gegenüber Beschädigung beim Sortieren, Verpacken, Transportieren etc. verursacht einen schlechten *Geschmack*, der sogar ins Fade gehen kann. Die wichtigsten Geschmacksbestandteile sind Zucker (Fruktose und Glukose) und organische Säuren (Zitronensäure und Apfelsäure). Der Zuckergehalt ist normalerweise in den Fruchtwänden höher als in der Pulpe, während der Säuregehalt in der Pulpe höher ist. In Typen mit dicken Fruchtwänden ist der Säuregehalt für einen guten Geschmack zu niedrig.

Im allgemeinen wünscht man einen hohen Zuckergehalt. Die Zuckerbildung hängt vor allem von Lichteinstrahlungsbedingungen ab, und differiert ziemlich wenig zwischen verschiedenen Sorten. Normalerweise liegt der Gehalt bei 3-4 %. Kreuzungen zwischen der Wildtomate, *Solanum lycopersicoidum*, und der gewöhnlichen Tomate ha-

ben aber Früchte mit einem Zuckergehalt von 10-12 % ergeben (Lundin, persönliche Mitteilung). Leider sind die Früchte sehr klein. Der Säuregehalt muß dem Zuckergehalt angepaßt werden. Die Sortenunterschiede im Säuregehalt sind größer als im Zuckergehalt (Davies & Windsor, 1969), aber der Säuregehalt wird auch von der Kaliumdüngung beeinflusst.

In schwedischen Tomatensorten, wie 'Ida' und 'Elin' hat man eine Toleranz für einen Anbau bei tiefer Gewächshaus-temperatur (16-18°C) eingebaut. Die gute Qualität von Geschmack und Textur ist dabei erhalten geblieben (Anonym, 1990; Lundin, persönliche Mitteilung).

Haltbarkeit

In Amerika haben Pflanzenzüchter Mutantensorten mit gehemmtem oder verlangsamtem Reifeprozess hergestellt. Sie werden geerntet, wenn sie noch nicht ganz reif sind, können aber dann über weite Entfernungen transportiert werden, ohne überreif zu werden. Diese *rin* und *nor*-mutanten haben aber einen faden Geschmack und eine schlechte Textur. Außerdem ist die Farbe schmutzig rot. Um die Farbe zu verbessern, wurde das *hp*-Gen (hohes Pigment) inkorporiert (Stevens, 1979). Dieses Verfahren hatte aber ein schlechtes Wurzelsystem zur Folge, was vertrocknete Gefäßbündel in der Fruchtwand verursachte. Dieses Beispiel zeigt, wie schwer es sein kann, die Qualität zu verbessern, ohne andere Eigenschaften zu beeinflussen.

Einlegegurke

Der Freilandanbau von Gurken geht hauptsächlich in die Konservenindustrie. Die Einlegegurken werden als ganze Früchte, in Scheiben oder als Würfel, sogenannte "Bostongurke" verkauft. Heute überwiegt in Schweden die Züchtung von Hybridsorten und die größte Bedeutung haben parthenokarpe Sorten. Bei diesem Typ ist der Fruchtansatz ohne Insektenbefruchtung möglich und damit wird die Anbausicherheit, besonders bei kaltem Wetter, verstärkt.

Äußere Qualität

Viele äußere Eigenschaften sind wichtige Qualitätskriterien. Die Gurkenfrüchte sollten eine gerade *Form* und stumpfe Enden haben, um hohen verarbeitungsfähigen Ertrag zu sichern. Auch wird so das Risiko gegenüber mechanischer Beschädigung an den Enden vermindert.

Die Früchte sollten möglichst glatt sein, weil eine warzige *Oberfläche* leicht verletzt wird, und dadurch braune Flecken entstehen. Außerdem sind keine längslaufenden *Rippen* der Gurke erlaubt. Solche Rippen haben zur Folge, daß mehr Schmutz bei der Ernte hängenbleibt, aber auch, daß die konservierte Gurke zusammenschrumpft. Diese äußeren Eigenschaften sind genetisch bedingt, und eine Auslese kann beim Züchter sehr schnell gemacht werden.

Auch die *Farbe* ist ein Qualitätskriterium. Die Schale darf nicht zu dunkel sein, weil dies eine schmutzig graue Farbe bei konservierten Produkten verursacht. Die Früchte sollten gleichmäßig grün gefärbt sein ohne weiße Enden, was sortenbedingt ist. Das Fruchtfleisch sollte schwach grün sein, um der geschnittenen Gurke ein appetitanregendes Aussehen zu geben. Auch hier gibt es Sortenunterschiede.

Textur und Geschmack

Das *Samengehäuse* sollte so klein wie möglich sein, da hier oft Schäden auftreten. Der Mangel von Samen in den parthenokarpen Sorten bringt oft kleine innere Hohlräume und eine schlechte Textur mit sich. Dadurch fällt die Pulpe ein, und die Gurke schrumpft bei dem industriellen Prozeß ein. Diese Eigenschaft ist eines der wichtigsten Zuchtziele bei parthenokarpen Gurken. Auch Umweltfaktoren spielen aber eine Rolle.

Die *Textur* sollte fest und spröde sein, "crispy". Diese gewünschte Textur der Gurke kann mit der einer unreifen grünen Weintraube verglichen werden. Die Schale darf nicht zäh sein, sondern sollte beim Anbeißen leicht brechen, die Fruchtwand dagegen sollte einen gewissen

Kauwiderstand leisten. Hier muß der Pflanzenzüchter unbedingt mit der Konservenindustrie zusammenarbeiten. Die Auswahl von guten Einlegegurken wird mit Hilfe von sensorischer Texturanalyse (Schmidt, 1989) oder mit Instrumenten gemacht. Die Textureigenschaften frischer und verarbeiteter Einlegegurken stehen in enger Beziehung zueinander (Weichmann, 1989). Dies ermöglicht es dem Züchter, eine Selektionsarbeit auf gute Einlegequalität schon an der Rohware durchzuführen.

Gurkenpflanzen enthalten normalerweise *Bitterstoffe*, die sogenannten Cucurbitacine. Der Züchter hat keine Schwierigkeit, ganz bitterfreie Sorten zu erzeugen.

Gemüseerbse

Der Anbau von Erbsen für Naß- und Tiefgefrierkonserven erfolgt in Schweden im Vertrag mit der Industrie. Diese strebt nach einer langen Saison mit einer gleichmäßigen Produktion von hoher Qualität. Eine Art, die Saison zu verlängern, ist die Wahl von Sorten mit verschiedener *Frühreife*. Eine andere Weise ist die Aussaat zu verschiedenen Zeitpunkten oder die Wahl von Anbauorten mit unterschiedlichem Vegetationsbeginn. Sorten mit einer konzentrierten Blütezeit und einer *gleichmäßigen Reife* sind wünschenswert. Um ein Niederlegen zu verhindern, haben die Züchter sogenannte *blattlose* Erbsentypen hergestellt. Alle Kleinblätter sind in Winkelranken verwandelt, so daß eine bessere Standfestigkeit erreicht wird.

Äußere Qualität

Weniger Blätter beeinflussen auch die äußere Qualität positiv. Eine reichliche Blattmasse beschattet nämlich die Erbsenhüllen und verursacht bleiche, sogenannte *blonde* Erbsen. Die "lachende" grüne Farbe wird von den Verbrauchern als Frischekriterium angesehen. Blonde Erbsen oder Fehlfarben senken die Qualität des Tiefgefrierproduktes und müssen daher aussortiert werden.

Eine Verfärbung kann verschiedene Ursachen haben. Von Vögeln geöffnete Hülsen oder eine Infektion mit Grauschimmel (*Botrytis*) verursachen dunkelgefärbte Erbsen. Die häufigste Ursache ist aber der Falsche Mehltau (*Peronospora pisi*). Diese Infektion gibt gelbe Flecken an den Hülsenwänden, vermindert die Erbsengröße, abortiert Erbsen und verursacht eine braune Verfärbung. Die Erbsensorten haben verschiedene Resistenzgrade gegen Falschen Mehltau, und die Tiefkühlindustrie verlangt eine verbesserte Resistenz bei ihren Sorten. Eine Erbsenlinie mit hoher partieller Resistenz gegen alle getesteten Mehltausolate wurde in Schweden von Stegmark (1992) hergestellt.

Innere Qualität

Die gefrorene Erbse hat im Vergleich mit anderen Gemüsen einen hohen Protein- und Ballaststoffgehalt. Sie ist auch vitaminreich, vor allem reich an B-Vitaminen. Daher sind keine speziellen Züchtungsprojekte für einen erhöhten Nahrungswert erforderlich (Stegmark, 1992).

Die Erbse erreicht den besten Geschmack bei Ernte bevor sie vollreif ist. Zu diesem Zeitpunkt wächst die Erbse noch, und die chemische Zusammensetzung verändert sich. Zucker (Saccharose) wird schnell zu Stärke umgebildet. Schon ein paar Tage nach der optimalen Reife ist die Erbse zu hart, um zum Einfrieren geeignet zu sein (Ottosson, 1958). Eine gleichmäßige Reife ist daher auch für den Geschmack und die Konsistenz wichtig. Durch Züchtung können die obersten Internodien der Pflanze verkürzt werden. Dadurch können die Blüten und die Hülsen am oberen Ende der Pflanze konzentriert werden, und die Reife wird einheitlicher.

Tannine oder Gerbsäuren, die hauptsächlich in der Schale konzentriert sind, haben einen scharfen Geschmack. Eine enge genetische Beziehung wurde zwischen Gehalt an Tanninen sowie Blüten- und Schalenfarbe der Erbse festgestellt. Nur weißblühende Erbsensorten, mit niedrigem Gehalt an Tanninen, werden als Gemüseerbsen verwendet.

Schlußwort

Zusammenfassend können wir feststellen, daß Qualität ein sehr komplexer Begriff ist. Eine verbesserte Technik beim Anbauer und in der Industrie erhöht die Qualität. Die Pflanzenzüchter können aber viele Qualitätsmerkmale beeinflussen, sofern der Anbauer, der Konsument und die Industrie die Anforderungen definieren können. Die Züchter müssen die verschiedenen Qualitätsforderungen gewichten, müssen auch guten Ertrag und verbesserte Resistenz gegen verschiedene Krankheiten und Schädlinge berücksichtigen. Die Bedeutung der verschiedenen Qualitätsfaktoren (ökonomisch, technisch, ernährungsphysiologisch usw.) und die Größe des Marktanteiles müssen mit den Kosten der Züchtung verglichen werden. Die Möglichkeiten des Pflanzenzüchters schließlich bestimmen, welchen Eigenschaften man den Vorrang gibt.

Dank

Dr. Udda Lundqvist sei für ihre große Hilfe bei der Übersetzung ins Deutsche bestens gedankt.

Literatur

- Anonym*, 1990: Sorter af vaeksthustomat (Sorten von Gemüschshaustomaten). Gron viden, Havebrug, 55, 2-8 (in dänisch)
- Behr, U.*, 1988: Sortenvergleich zum Gehalt an Nitrat und anderen qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen in Kopfsalat (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) und Spinat (*Spinacia oleracea* L.). Dissertation, Universität Hannover
- Blackholly, H.*, 1989: Fruits and vegetables: Implications for health. Acta Hortic., 244, 217-226

- Davis, J.N., G.W. Winsor*, 1969: Some effects of variety on the composition and quality of tomato fruit. *J. hort. Sci.*, 44, 331-342
- Fenwick, G.R., R.K. Heaney, W.J. Mullin*, 1983: Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 18, 123-201
- Junge, H., S. Handke*, 1989: Züchtung auf Nitratarmut - ein Beitrag zur Verbesserung der Qualität von Gemüse. XXIV. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V. 13./14.3.1989. Ahrensburg, pp. 33-45
- Kedar, N., D. Palevitch*, 1970: Structural changes in hollow tomato fruits. *Israel J. agric. Res.*, 20, 87-90
- Kretchman, D.*, 1990: Tomato disorders are preventable. *American Vegetable Grower*, pp. 14-16
- Lapwood, D.H.*, 1981: Disease in relation to quality and storage life, with special reference to root-crops. In: *Quality in stored and processed vegetable and fruit*, ed. by *Goodenough, P.W. & Atkin, R.K.*, Academic Press, London, pp. 129-139
- Lundin, M.* (persönliche Mitteilung). Svalöf Weibull AB, S-26881 Svalöv, Schweden
- McDanell, R., A.E.M. McLean, A.B. Hanley, R.K. Heaney, G.R. Fenwick*, 1988: Chemical and biological properties of indole glucosinolates (glucobrassicins): A review. *Fd. Chem. Toxic.*, 26, 59-70

- Olsson, K., T. Jonasson*, 1992: Werden Weißkohlsorten mit niedrigen Glucosinolatgehalten von Schadinsekten mehr angegriffen? XXVII. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V. 30./31.3.1992, Bergholz-Rehbrücke, pp. 240-241
- Otte, J.*, 1991: Indolylglucosinolater kal: Forekomst, nedbrytning or relation til cancer. (Indolylglucosinolate im Kohl: Vorkommen, Abbau und Verhältnis zum Krebs) Licentiaatafhandling i biokemi, Kemisk Institut, Den Kgl. Veterinaer- og Landbohojskole, Kobenhavn (in dänisch)
- Ottosson, J.*, 1958: Growth and maturity of peas for canning and freezing. Växtodling 9, 1-112
- Schmidt, K.*, 1989: Sensorische Texturprofilanalyse (TPA) am Beispiel der Sortenprüfung für die Herstellung von pasteurisierten Einlegegurken. XXIV. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V. 13./14.3.1989, Ahrensburg, pp. 205-226
- Simon, P.W., C.E. Peterson, R.C. Lindsay*, 1980: Genetic and environmental influences on carrot flavor. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 105, 416-420
- Simon, P.W., C.E. Peterson, R.C. Lindsay*, 1982: Genotype, soil, and climate effects on carrot flavor. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 105, 644-648
- Simon, P.W., X.Y. Wolff*, 1987: Carotenes in typical and dark orange carrots. J. Agric. Fd. Chem., 35, 1017-1022
- Stegmark, R.*, 1992: Breeding for partial resistance to downy mildew in peas. Dissertation. The Swedish University of Agricultural Sciences. Svalöv, Schweden. ISBN 91-576-4559-0

- Stein, M.*, 1992: Stand und Perspektiven der Züchtungsforschung und Züchtung zur Verbesserung der Qualität bei Gemüse. XXVII. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V. 30./31.3.1992, Bergholz-Rehbrücke, pp. 151-163
- Stevens, M.A.*, 1979: Tomato quality: Potential for developing cultivars with improved flavor. *Acta Hort.*, 93, 443-455
- Tigchelaar, E.C.*, 1988: Genetic improvement of tomato nutritional quality. In: *Horticulture and Human Health. Contributions of Fruits and Vegetables*, ed. by *Quebedaux, B. & Bliss, F.A.*, Prentice-Hall, ASHS Symposium Series No. 1, pp. 185-190
- Weichmann, J.* 1989: Maschinelle Texturverfahren zur Voraussage der Verarbeitungseignung frischer Einlegegurkenfrüchte. XXIV. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., 13./14.3.1989, Ahrensburg, pp. 245-252

Resistenzen und Nahrungsqualität

G. Wenzel

(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen
Institut für Resistenzgenetik, 8059 Grünbach)

1. Einführung

Resistenzen und Nahrungsqualität sind immer dann gleichwertige Ziele, wenn es um die gesunde Pflanze geht. Soll die Pflanze als direktes Nahrungsmittel einen Käufer finden, so muß sie äußerlich gesund aussehen und sie sollte auch bezüglich der inneren Qualität keine Fehler, wie z.B. virusbedingte Eisenflecken oder pilzbedingte Aflatoxine, aufweisen. Da genetisch verankerte Krankheitsresistenz immer auch eine ertrags-sichernde Maßnahme ist, wurde neben dem Ertrag- und heute bei abnehmender Verfügbarkeit von chemischem Pflanzenschutz z.T. bereits mit höherer Priorität - vor allem auf Krankheitsresistenz gezüchtet. Die züchterischen Bemühungen in Richtung Ertrag, Resistenz und Qualität können als ein Komplex gesehen werden, bei dem erfolgreiche Resistenzzüchtung die beiden anderen Forderungen sichert. Gesunde Pflanzen lassen sich natürlich nicht nur durch Züchtung, sondern vorrangig derzeit durch den Einsatz chemischen Pflanzenschutzes erzielen. Sofern es heute um ein Nahrungsprodukt geht, das möglichst wenig mit Chemie in Kontakt gekommen ist, wird die genetisch verankerte Krankheitsresistenz zunehmend helfen, diese Qualitätsform zu erzeugen.

2. Einige Grundregeln der Züchtung

Züchtung gliedert sich in die Erhaltungs- und die Neuzüchtung. Vor allem bei vegetativ vermehrten Fruchtarten wie der Kartoffel, aber auch Obst und Reben, hat die Bereitstellung von gesundem Pflanzgut große Bedeutung. Hierzu wird heute in großem Maßstab eine in vitro

Technik eingesetzt, bei der etwa 1 cm lange Sproßstücke auf künstlichen Nährböden im Reagensglas vermehrt werden. Mit dieser einfachen schnellen Vermehrung können phytosanitäre Maßnahmen zur Virus- und Viroideliminierung z.B. durch Meristemkultur in vitro gekoppelt werden. Um aber zu dauerhaft gesunden Pflanzen zu kommen, muß die Resistenz über Neuzüchtung im Genom verankert werden.

Für die Neuzüchtung gilt, daß zunächst Variabilität z.B. durch Kreuzung erzeugt werden muß, aus der dann während der Selektion die erwünschten Genotypen ausgesiebt werden. Dabei steht in der Priorität nach dem Ertrag die Krankheitsresistenz, erst dann wird in der Regel auf Qualität gezüchtet. In diesem Züchtungsbereich konkurrieren folglich Resistenz und Qualität in der Rangfolge. Bei Fruchtarten, die vor der Verwendung als Nahrungsmittel die Verarbeitung durchlaufen, verschiebt sich diese Wertung aber wieder in Richtung Qualität. So ist beim Weizen die Backqualität z.B. ein so bestimmender Faktor, daß sich Sorten auf dem Markt hielten, die sehr wenig Resistenz besaßen und damit nur mit hohem chemischen Mittelaufwand zu ernten waren. Ähnliches gilt für die Kartoffel, wo oft die Farbe und Länge der Pommes Frites die Sortenwahl bestimmt. Schließlich bestehen die Mälzer auf Sommergerstesorten, obwohl aus Sicht der Ertragszüchtung der Wintergerstenanbau wesentlich vielversprechender ist. Wie weit bei diesen Beispielen die Verarbeitungsqualität wirklich mit der Nahrungsqualität identisch ist, muß wohl im Einzelfall entschieden werden. Der Gedanke, Gerste zu züchten, aus der sich vitaminreicheres Bier herstellen läßt, dürfte bisher wohl noch nicht verfolgt worden sein.

3. Abwehrmechanismen der Pflanze

Wenn man sich die Reaktionsabläufe ansieht (Abb. 1), mit denen die Pflanze einen Schädling abwehrt und der durch züchterische Maßnahmen verbessert werden kann, so haben sicherlich viele Resistenzmechanismen keinen direkten Einfluß auf die Nahrungsqualität. Dies gilt vor allem für die enzymatisch stofflichen Reaktionen. Eine

bekannte Ausnahme ist die Kartoffelkäferresistente Kartoffel, die durch ihren hohen Solaninanteil für den Käfer - leider auch für den Menschen - giftig ist. Auch bei der Infektionsresistenz zeigte sich, daß bestimmte leicht bearbeitbare morphologische Resistenzmechanismen, wie z.B. verdickte Zellwände, für Nahrungsmittel nur bedingt nutzbar sind. Die Forderungen der Nahrungsqualität schließen den Einsatz dieser Resistenzmechanismen aus. Dies gilt auch dann, wenn der Erbgang solcher einfacher Abwehrreaktionen aufgeklärt ist und schneller züchterischer Erfolg sicher wäre. Die Mehrzahl der Resistenzmechanismen haben aber nach heutigem Wissen keinen negativen Einfluß auf die Nahrungsqualität.

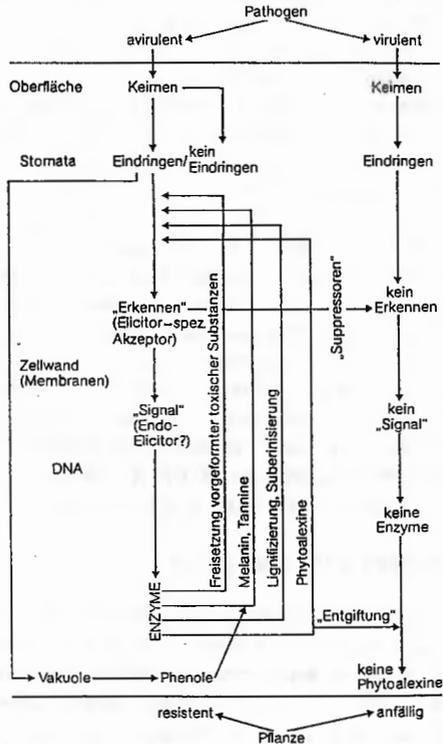


Abb. 1: Abwehrmechanismen der Pflanzen (Oßwald und Elstner, 1984)

Generell nachteilig für das Zuchtziel Nahrungsqualität ist ihr oft komplexer Erbgang und die nicht immer einfache Testmethodik. Hinzu kommt, daß sich Verbraucherverwünsche ändern, wie es z.B. der Wein belegt, bei dem es heute zum guten Ton gehört, trockene Weine zu bevorzugen.

Die Resistenzzüchtung war meist dann besonders erfolgreich, wenn bei einfachem Erbgang schneller züchterischer Erfolg zu erzielen war. Zunehmend gilt aber, daß heute die Verankerung dauerhafter Resistenz ähnlich komplexen Erbgängen wie die der Qualität folgt, so daß für beide Ziele die aktuelle Forderung besteht, Merkmalskomplexe in einer neuen Sorte effizient zu kombinieren (Wenzel, 1990).

4. Züchtung zur Kombination komplexer Eigenschaften

In den vorangegangenen Kapiteln wurden neue Züchtungsmethoden vorgestellt, die es erlauben, schneller auch komplexe Zuchtziele zu erreichen. Hier sollen für Gerste und Kartoffel noch einmal Wege hervorgehoben werden, die speziell auf die Kombination quantitativ vererbter Eigenschaften abzielen (Graner et al., 1993). Dies ist bei der Kartoffel die Protoplastenfusion und bei der Gerste der Einsatz Haploider. Sobald gute Testverfahren für Qualität vorliegen, kann mit der gleichen Methodik auch auf Nahrungsqualität selektiert werden. Ist es gelungen, zunächst eine für die jeweilige Eigenschaft spaltende Population zu erzeugen, so erlauben es die Verfahren der markergestützten Selektion, auch komplexe Merkmale - wie eben die Qualität - sicher zu beurteilen.

4.1 Protoplastenfusion bei der Kartoffel

Pflanzen können mit Pektinase enzymatisch in einzelne Zellen zerlegt werden. Befreit man die Zellen mit Cellulase von ihrer festen Wand, so erhält man Protoplasten, die sich bei einer Anzahl Fruchtarten zu funktionsfähigen Pflanzen regenerieren lassen. Die regene-

rierten Pflanzen sind mit der Ausgangspflanze genetisch und phänotypisch identisch. Protoplasten können vor der Regeneration auch miteinander verschmolzen werden, was zu somatischen Hybriden führt (Abb. 2). Auf dem Fusionsweg lassen sich komplexe Eigenschaften zusammenführen. Bei der Kartoffel wurden inzwischen in größerem Umfang somatische Hybriden erstellt (Möllers und Wenzel, 1992; Thach et al., 1993). Die Verfahren sind jetzt so allgemein anwendbar, daß Genomkombinationen mit praktisch-züchterischem Wert gelingen. Für vegetativ vermehrte Fruchtarten liegt damit eine Technik vor, die auch die Qualitätskombination sicherstellen kann.

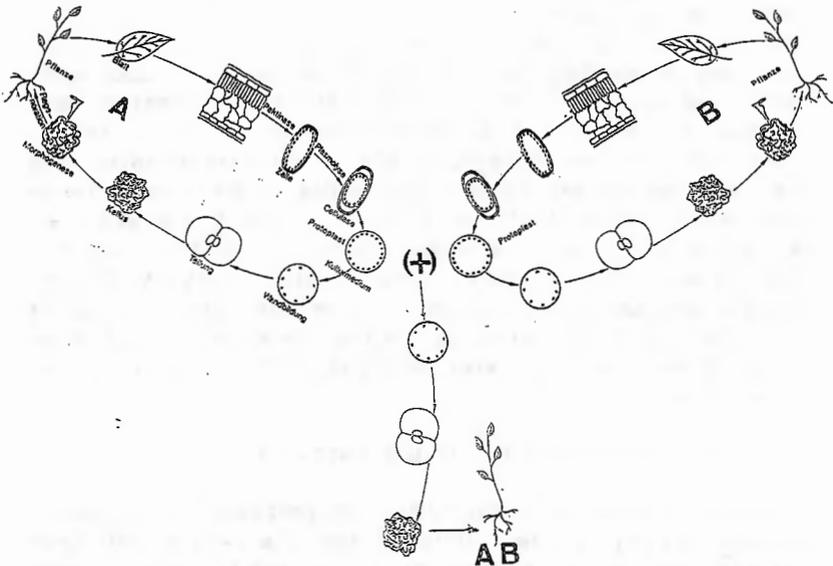


Abb. 2: Isolierung und Fusion pflanzlicher Protoplasten

4.2 Haploide bei Gerste

Große Bedeutung haben für die Kombination komplexer Merkmale die Techniken erlangt, bei denen Pflanzen nicht aus den diploiden Körperzellen regeneriert werden, sondern aus den haploiden Gameten. Aus Pollen großgezogene haploide Pflanzen besitzen nur das väterliche Genom und nicht die übliche Mischung aus väterlicher und mütterlicher Erbinformation und erlauben es folglich, gezielter und schneller erwünschte Eigenschaften einzulagern. Als Beispiel die Arbeiten an der Gerste: Die Ährenvielfalt nach der Regeneration von Mikrosporen zeigt, wie leicht dem Züchter die morphologische Selektion gemacht wird (ABB. 3). Dies gilt natürlich auch für alle anderen Eigenschaften.



Abb. 3: Erleichterung bei der Selektion am Beispiel der Ähren morphologie durch Einsatz von Doppelhaploiden. Alle Eigenschaften - auch die komplexen - liegen homozygot und damit phänotypisch sichtbar vor

Entscheidend ist bei der Arbeit mit Hapliden und daraus erstellten homozygoten Diploiden, daß sich nicht nur monogen vererbte Eigenschaften nach Genomverdopplung homozygot verankern lassen, sondern auch polygen bestimmte Merkmale. Damit wird es möglich, Eigenschaften, die quantitativen Gesetzmäßigkeiten folgen, in die nächste Generation qualitativ weiterzugeben (Foroughi-Wehr und Wenzel, 1990).

4.3 Markergestützte Selektion

Das wachsende molekulargenetische Wissen ist nicht nur eine Grundlage für gentechnisches Arbeiten mit dem Ziel der Transformation (Grunewaldt, dieses Buch), sondern ermöglicht auch eine wesentlich bessere Genomcharakterisierung, eine gezieltere Züchtung und eine noch frühere Selektion als die klassische Züchtung und Zellkulturtechniken. Restriktionsenzyme und DNA-Sonden sind hier die Schlagwörter. Die Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismen (RFLP) Technik erlaubt es, ein genaueres Bild des Genoms zu erhalten, als es die klassische Morgan Genkarte bietet (Graner und Wenzel, 1992). Die pflanzliche DNA wird dazu mit Restriktionsenzymen in Fragmente zerschnitten; aus der unüberschaubaren Vielzahl solcher Fragmente werden von Gensonden spezifische Fragmente festgehalten. Abbildung 4 gibt ein entsprechendes Muster für verschiedene Gerstensorten wieder. Der unterschiedlichen Anzahl und Länge der mit der Sonde hybridisierenden Fragmente können phänotypische Eigenschaften zugeordnet werden (Graner und Bauer, 1993). Hier wird schnell weiterer Fortschritt einsetzen, denn es ist einfacher, eine Eigenschaft, die in heritabler Form im Genpool vorhanden ist, klassisch einzukreuzen und dann den möglicherweise sehr seltenen Genotyp mit einer entsprechenden DNA Sonde in der Population zu suchen als sie mit Transformationssystemen zu übertragen. Dabei kann die Frage, wie ein fremdes Gen im Restgenom wirkt, genauso außer acht gelassen werden wie die Frage, ob es sich um eine monogene oder poly-

gene Eigenschaft handelt. So erhält die praktische Züchtung die Möglichkeit zur effizienteren Elternselektion und zum Screening in frühen Entwicklungsstadien, bevor die Resistenz oder Qualität sichtbar wird.

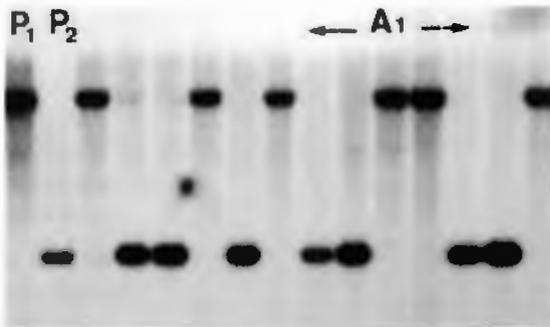


Abb. 4: Markergestützte Selektion am Beispiel des RFLP-Musters für die Gelbmosaikvirus-Resistenz. P₁ anfällig, P₂ resistent, A₁ doppelhaploide, die entweder die Bande für resistent oder anfällig zeigen (Graner und Bauer, 1993)

5. Schlußbemerkung

Nahrungsqualität und Resistenz sind nur in Einzelfällen antagonistische Ziele. In der Regel wird in einem guten Züchtungsprogramm auf beide Zuchtziele intensiv hingearbeitet. Die Mehrzahl der erwünschten Eigenschaften folgt allerdings komplexen Erbgängen und erfordert folglich einen hohen Züchtungsaufwand. So müssen sicherlich Prioritäten gesetzt werden, und zwar sowohl

bei den zu bearbeitenden Fruchtarten als auch bei den speziellen Qualitätswünschen.

Bezüglich der Züchtungsstrategien zeigt sich, daß im Bereich der Qualitäts- und Resistenzzüchtung zunehmend Methoden gefordert sind, die klassische Züchtung und biotechnologische Schritte kombinieren. In Abbildung 5 ist ein Züchtungsschema dargestellt, das klassische Kombinationszüchtung, Haploidmethodik und markergestützte Selektion verbindet. Mit einer derartigen Kombination sollte die Vereinigung komplexer Qualitäts- und Resistenzeigenschaften in recht kurzen Zeiträumen gelingen.

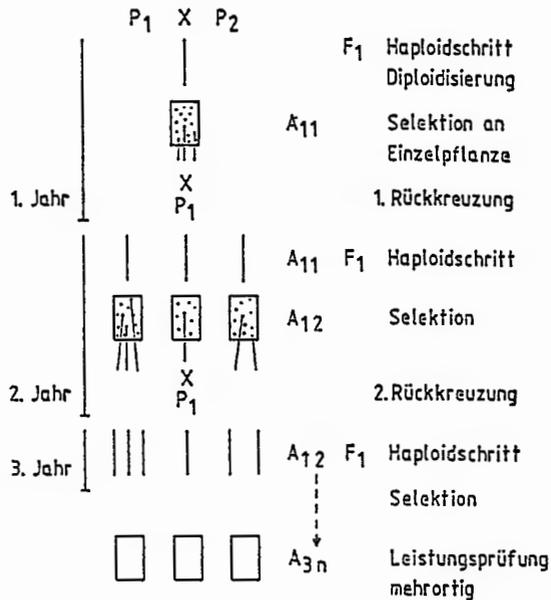


Abb. 5: Optimiertes Züchtungsschema für die schnelle Kombination auch quantitativ vererbter Eigenschaften (Foroughi-Wehr und Wenzel, 1990)

Je mehr die biochemischen Grundlagen der Qualität verstanden werden, desto erfolgversprechender läßt sich dieser Weg für die Züchtung ausarbeiten; es wird jetzt vor allem darum gehen, der Qualität in der Züchtung einen noch höheren Stellenwert einzuräumen. Die qualitätsorientierte Forschung kostet allerdings zusätzlich Geld. Die gesunde Pflanze wird bereits durch Projektförderung unterstützt, da man sich gute Auswirkungen auf eine umweltverträglichere Landwirtschaft ausrechnet. Bezüglich der Qualität wird das Verbraucherverhalten eine wesentliche Rolle spielen. Es ist allerdings zu befürchten, daß der Verbraucher eine genauso schlechte monetäre Lobby darstellt, wie die Umwelt.

6. Literatur

- Foroughi-Wehr, B., G. Wenzel, 1990: Recurrent selection alternating with haploid steps - a rapid breeding procedure for combining agronomic traits in in-breeders. Theor.Appl.Genet. 80, 564-568*
- Graner, A., E. Bauer: RFLP mapping of the ym4 virus resistance gene in barley. Theor.Appl.Genet. (in press)*
- Graner, A., B. Foroughi-Wehr, U. Frei, G. Wenzel: Züchtungswege zur Kombination quantitativ vererbter Resistenzgene unter Einsatz von Zellkulturen und molekularen Markern. Ber. 43. Arbeitstag. Saatzucht1. Gumpenstein (in press)*
- Graner, A., G. Wenzel, 1992: Towards an understanding of the genome - New molecular markers increase the efficiency of plant breeding. Agro Industry 3, 18-23*
- Möllers, C., G. Wenzel, 1992: Somatic hybridization of dihaploid potato protoplasts as a tool for potato breeding. Botanica Acta 105, 133-139*

Osswald, W., E.F. Elstner, 1984: Die Wirt Parasit Beziehung. In: Pflanzentoxikologie (B. Hock, E.F. Elstner, Hrsg.), pp 241-267. Bibliographisches Institut, Mannheim

Thach, N.Q., U. Frei, G. Wenzel, 1993: Somatic fusion for combining virus resistances in *Solanum tuberosum* L. Theor. Appl. Genet. 85, 863-867

Wenzel, G., 1990: Resistenzen haben viele Gesichter. DLG Mitteilungen 105, 65-68

**Züchtung neuer Nahrungspflanzen am Beispiel Brassicaceae -
Spielerei oder Möglichkeiten zur qualitativen Verbesserung der
menschlichen Ernährung?**

Erhard Clauß

**(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Insti-
tut für Züchtungsmethodik bei Gemüse, Neuer Weg 22/23, O-
4300 Quedlinburg)**

Die zu den Gattungen *Brassica* und *Raphanus* gehörenden Kulturpflanzenarten sind überwiegend erstaunlich formenreich und leistungsfähig. Besonders bei den hier im Vordergrund stehenden Gemüseformen ist die Vielfalt hinsichtlich der Morphologie und der Nutzbarkeit für die menschliche Ernährung sehr augenfällig (*Gladis* und *Hammer*, 1990). Zur Entwicklung dieser Eigenschaften haben neben der züchterischen Auslese auch spontane und anthropogen bedingte, zu Polyploidie bzw. Introgression führende Artbastardierungen wesentlich beitragen. So sind über spontan auftretende Artkreuzungen als stabile Bastarde die allopolyploiden Arten *Brassica napus* (Raps, Kohlrübe; Genome AACC) aus der Kombination *B. rapa* (Rübsen, Herbstrübe; Genome AA) mit *B. oleracea* (Kohl; Genome CC), *B. juncea* (Sareptasenf; Genome AABB) aus *B. rapa* mit *B. nigra* (Schwarzer Senf; Genome BB) und *B. carinata* (Abessinischer Senf; Genome BBCC) aus *B. nigra* und *B. oleracea* entstanden. Eine ebenso bedeutende Rolle spielte die Introgression, d.h. Übertragung neuer genetischer Information über Bastardierung und Rückkreuzung zwischen Kulturformen und verwandten Wildarten. Die ungewöhnliche Formenvielfalt der wichtigsten Gemüsearten *B. oleracea* entwickelte sich z.B. nicht, wie früher angenommen, monophyletisch aus der im atlantischen Küstengebiet vorkommenden Wildart *B. oleracea* s.str. sondern polyphyletisch durch Bastardierungen unter Beteiligung der im mediterranen Küstengebiet vorkommenden ca. 14 zur sog. *B. oleracea*-Gruppe gehörenden Wildarten (*Gustafsson* 1979, 1981). Dieser

Evolutionsprozeß wurde durch die Aufhebung der ursprünglichen geographischen Isolation der Kreuzungspartner infolge der Verbreitung der entstehenden Kulturformen durch den Menschen bereits im Altertum begünstigt.

Obwohl innerhalb der Kulturpflanzengruppe der *Brassicaceae* heute bereits ein vielfältiges Sortiment an Gemüseformen existiert, besteht durchaus die ernstzunehmende und demnach nicht als Spielerei gemeinte Möglichkeit, weitere neue, über Art- und Gattungsbastardierungen erzeugte Formen mit wertvollen Eigenschaften hinzuzufügen.

Unter diesem Aspekt werden in Quedlinburg seit einer Reihe von Jahren synthetische, sog. Gemüserapsformen (Genome AACC) durch Artkreuzung von *B. pekinensis* (Chinakohl), *B. chinensis* (Pak choi), *B. narinosa* und *B. rapa* mit allen wichtigen Gemüsevarietäten von *B. oleracea* sowie Raphanobrassica-Bastarde (Genome RRCC und RRAA) durch Gattungskreuzung zwischen zahlreichen Varietäten von *R. sativus* (Rettich, Radies; Genome RR) und *B. oleracea* bzw. *B. pekinensis* und anderen A-Genom-Arten hergestellt und weiterbearbeitet. Bei einer Reihe dieser Bastarde handelt es sich zweifellos um diskutabile neue Nahrungspflanzen, die aber in Bezug auf ihre inhaltsstofflichen Qualitätseigenschaften z.Z. noch weitgehend unbekannt sind. Sie eröffnen daher interessante zukünftige analytische Untersuchungen z.B. des Glucosinolat-, Protein-, Vitamingehaltes usw. Aus der Sicht der praktischen Züchtung kann nach den Erfahrungen mit allopolyploiden Kulturpflanzenarten als allgemeiner Vorteil auch von diesen allotetraploiden Gemüseraps- und Raphanobrassica-Formen erwartet werden, daß sie z.B. der Übertragung von Resistenzeigenschaften wesentlich zugänglicher sind, als die im diploiden Status befindlichen *Brassica*- und *Raphanus*-Arten.

Als Voraussetzung für den Erfolg dieser Bastardisierungsversuche mußten Kreuzungsverfahren gefunden werden, die 1. für die Überwindung der interspezifischen Kreuzungsinkompatibilität und 2. für die Erzeugung

einer möglichst großen Anzahl genetisch unterschiedlicher Bastarde geeignet sind, um auf Populationsebene züchterisch selektieren zu können. Das Hauptproblem bei der Herstellung der Gemüserapsformen war die Überwindung der ausgeprägten Inkompatibilitätsbarriere und bei den Raphanobrassica-Formen die Überwindung der hohen Bastardsterilität und die anschließende Selektion auf zufriedenstellende Fertilität.

Synthetische Gemüserapsformen:

Bastarde zwischen *B. pekinensis* bzw. anderen A-Genom-Arten und *B. oleracea* konnten in großer Zahl auf folgendem Wege erzeugt werden: In Valenzkreuzungen *B. pekinensis* (AA) x *B. oleracea* (CCC) entstanden in guter Ausbeute triploide Bastarde der Genomkombination ACC, die nach der Polyploidisierung (AACCC), z.B. mit *B. pekinensis* (AA) rückgekreuzt zu synthetischem Raps (AACC) führten; andere versuchte Kreuzungskombinationen blieben erfolglos (Abb. 1). Der Genomrelation entsprechend, dominierten bei den triploiden ACC-Bastarden die morphologischen Merkmale von *B. oleracea*, bei den Allotetraploiden verstärkten sich die Merkmale des eingekreuzten A-Genom-Genotyps. Die primären Allotetraploiden wiesen z.T. starke, kombinationsabhängige Störungen der Fertilität bei den F₁-Allotetraploiden aus Chinakohl mit Wirsing und Weißkohl, in der genannten Reihenfolge zunehmend besser mit Grünkohl, Rotkohl und Rosenkohl und vergleichsweise hoch bei F₁-Allotetraploiden mit Blumenkohl, vermutlich mit der hohen Selbstfertilität des Blumenkohls im Zusammenhang stehend (Clauss 1975).

Abb. 1: Synthetischer Raps

♀	♂	Bastarde (Genome)	Nutzungs- aspekte
<i>B. pekin.</i> (2x)	<i>B. oler.</i> (4x) Weißkohl	2n=3x=28 ACC	
<i>B. rapa</i> (2x)	Rotkohl Wirsing Rosenkohl Kohlrabi Futterkohl Grünkohl Blumenkohl	↓ Kolch.	
		2n=6x=56 AACCCC	
<i>B. pekin.</i> (2x) <i>B. rapa</i> (2x) AACCCC	AACCCC <i>B. pekin.</i> (2x) <i>B. narin.</i> (2x) <i>B. rapa</i> (2x)	AACC	neue Gemüserapse, Einkreuzung in Futter-/ Ölraps (u.a. 00-Quali- tät) → 'Masora' 'Malfura' 'Malwira'
<i>B. pekin.</i> (2x) (4x) (4x)	<i>B. oler.</i> (2x) (2x) (4x)	- - -	
<i>B. oler.</i> (2x,4x)	<i>B. pekin.</i> (2x,4x)	-	

Für die synthetischen Gemüserapse ist sowohl die direkte Nutzung als neue stabile Bastardformen denkbar, sie sind aber auch, da sie die gleiche Genomkombination AACC wie der natürliche Raps besitzen, mit diesem beliebig kreuzbar. Die Einkreuzung solcher Gemüserapsformen in Raps führte im ehemaligen Institut für Futterpflanzenzüchtung in Malchow bereits zur erfolgreichen Züchtung neuer Futterrapsorten ("Marosa", "Malfura", "Malwira").

Als neue Rohkost- oder Diätgemüseformen mit +/- intermediärer Geschmacksqualität sind von den synthetischen Gemüseapsen vor allem Bastarde von Chinakohl mit Wirsing bzw. Grünkohl, aber auch mit Weißkohl und Kohlrabi empfehlenswert. Habituell stellen die Bastarde Zwischenformen im Vergleich zu den verkreuzten elterlichen Genotypen dar. Die Bastarde mit Wirsing und Weißkohl bilden z.B. Köpfe mit relativ lockerer Innenstruktur; sie entsprechen in dieser Hinsicht dem gegenwärtigen internationalen Trend u.a. zur Rohkostsalatnutzung. Die Eigenschaften des Chinakohls, wie milder Geschmack, gute Verdaulichkeit, zarte Blattkonsistenz und Raschwüchsigkeit wirken sich positiv auf die obengenannten Nutzungsmöglichkeiten der Bastarde aus. Auch die besonders hohen Werte z.B. hinsichtlich der Eiweißqualität und des Provitamin-A-Gehaltes bei Chinakohl und Grünkohl (siehe Tab. 1) machen Bastarde aus diesen beiden Elternformen ernährungsphysiologisch interessant. In Japan erlangten schon vor einigen Jahren Chinakohl-Weißkohl-Bastarde unter dem Namen Hakuran-Kohl Bedeutung (*Nishi* 1980).

In gegenwärtig laufenden Bastardisierungsversuchen wird u.a. die Auswirkung der Einkreuzung von *B.narinos*a mit spinatartig dunkelgrüner Blattfärbung auf die Merkmale der daraus resultierenden synthetischen Rapsformen geprüft. Es ist denkbar, daß sich eine relativ dunkelgrüne Blattfärbung reduzierend auf Blattlausbefall und damit auch auf Virusinfektionen auswirkt.

Raphanobrassica-Bastarde (Genome RRCC):

RRCC-Raphanobrassica-Bastarde und ihre Wüchsigkeit sind schon aus den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts vor allem aus den Kreuzungsexperimenten von *Karpechenko* (1929) bekannt. Die geringe Fertilität und der damit unzureichende Samenansatz bewirkten zunächst jedoch ein rasches Nachlassen des Interesses an solchen Gattungsbastarden. Nach unseren heutigen Kenntnissen ist dieses Problem aber durch konsequente und geduldige Bearbei-

tung eines ausreichend variablen Bastardbestandes überwindbar. In neuerer Zeit fanden Raphanobrassica-Bastarde wegen ihrer enormen Wüchsigkeit - sie produzieren oft mehr als das doppelte Gewicht Pflanzenmasse als die Elternformen (Moskov u. Makarova 1969) - wieder zunehmendes Interesse besonders in der Futterpflanzenzüchtung (McNaughton 1973, 1979). Dafür bieten sich z.B. die hochwachsenden und damit maschinell erntefähigen Öl- bzw. Futterrettich-Futterkohl-Bastarde an (Clauss 1979).

In den eigenen Versuchen führten die Kreuzungen zwischen *R.sativus* und *B.oleracea* auf tetraploidem Niveau zu den besten Ergebnissen (Abb. 2) sowohl in Bezug auf Anzahl als auch Fertilität der Bastarde.

Abb. 2:

RRCC-Raphanobrassica

♀	♂	Bastarde (Genome)	Nutzungs- aspekte
<i>R.sativ.</i> (4x) Radies Winterrettich Futterrettich Ölrettich	<i>B.oler.</i> (4x) Weißkohl Rotkohl Wirsing Rosenkohl Kohlrabi Futterkohl Grünkohl Blumenkohl	2n=4x=36 RRCC	neue Futterpflanzen (Sommer-/Winterfor- men, u.a. glucosinolat- arm) Zwischenfrucht-/ Gemüseformen, Nematoden-/ <i>Plasmodiophora</i> - Resistenz, <i>Raphanus</i> -Cytoplasma

Von den Raphanobrassica-Formen bieten sich insbesondere Rettich/Radies-Grünkohl-Bastarde mit guten Geschmackseigenschaften, auch als Sommergemüse anbaufähig, desweiteren entsprechende Bastarde mit Wirsing und Kohlrabi als neue Blatt- bzw. Blattstielgemüse an. In ersten Verkostungsversuchen wurden z.B. Rettich-Grünkohl-Bastarde als geschmacklich besser als Grünkohl eingestuft. Diese Bastarde besitzen ebenfalls in guter Ausprägung die charakteristische Krausblättrigkeit des Grünkohls. Bei der Synthese von Raphanobrassica wurden u.a. Elternformen mit einem niedrigen Glucosinolatgehalt in der Grünmasse, was sich auf die Verdaulichkeit positiv auswirkt, sowie nematodenresistente Formen eingekreuzt. Diese Merkmale sind gleichfalls für die Züchtung ertragreicher neuer Futterpflanzentypen wichtig. Formen mit der eingekreuzten Nematodenresistenz von *R.sativus* sind auch für Versuche zur Übertragung der Resistenzeigenschaft auf Raps von Interesse. Außerdem scheint die Platzfestigkeit der Schoten von *R.sativus* auf Raps über Kreuzungen mit Raphanobrassica übertragbar zu sein (Agnihotri u.a. 1990). Ein weiteres positives Merkmal der RRCC-Raphanobrassica-Formen sowohl für die Gemüse- als auch für die Futterpflanzennutzung ist der Wegfall der nachteiligen Blattbehaarung von *R.sativus* infolge der Bastardierung mit *B.oleracea*.

Raphanobrassica-Bastarde (Genome RRAA):

Als einzige praktikable Bastardierungsmethode für die Herstellung dieses Raphanobrassica-Typs erwies sich die Valenzkreuzung *R.sativus* (RRRR) x *B.pekinensis* bzw. *B.rapa* (AA), Polyploidisierung der RRA-Bastarde und Rückkreuzung der RRRRAA-Hexaploiden durch Bestäubung von *B.pekinensis* bzw. *B.rapa* (Abb. 3). Von den erhaltenen raschwüchsigen, morphologisch intermediären RRAA-Allotetraploiden sind die *R.sativus*-Chinakohl-Bastarde im Vergleich zu den *R.sativus*-Rübsen-Bastarden auffallend blattreicher (Clauss und Garve 1988).

Für diesen international bisher noch relativ wenig bekannten Bastardtyp ist vor allem die Nutzung als neue Zwischenfrucht-/Stoppelfrucht-Futterpflanze (Lange u.a.

1989) bzw. als Gründungsformen denkbar. Eine neue Gemüseform ist möglicherweise aus gegenwärtig laufenden analogen Kreuzungen zwischen Rettich- und Herbstrüben-Genotypen zu erwarten. In diesen Versuchen wird der Effekt der Bastardisierung auf die Kombination des für beide Elternformen typischen Merkmals der Wurzel-/Hypokotylrübenbildung geprüft.

Die RRAA-Raphanobrassica-Bastarde bieten sich darüberhinaus für Kreuzungsversuche mit RRCC-Raphanobrassica an, die nur in der Richtung RRAA x RRCC realisierbar sind (Abb. 3). Die dabei entstehenden RRAC-Bastarde sind interessantes Experimentiermaterial besonders unter dem Gesichtspunkt eines intergenomatischen Chromosomen- bzw. Merkmalsaustausches, der auf Grund der partiellen Homologie zwischen den Genomen von *Brassica* und *Raphanus* (Mizushima 1980) erwartet werden kann. Dafür sprechen z.B. spontan aufgetretene Abänderungen der Blütenfarbe bei den erhaltenen RRAA-Raphanobrassica-Bastarden. Während die F_1 -Nachkommen wie die Primärbastarde ausnahmslos weiß blühten, traten z.T. bereits in der F_2 -, vor allem aber in der F_3 -Generation gelbblühende Pflanzen auf, verursacht durch intergenomatische Translokation des Blütenfarbgens Y (yellow) von *Brassica* in das teilhomologe *Raphanus*-Chromosom; Gen Y und Gen W (white) von *Raphanus* sind auf korrespondierenden Loci lokalisiert. Interessanterweise konnte bei den gelbblühenden Pflanzen in den meisten Fällen ein deutlich höherer Ansatz keimfähiger Samen (bis zu 2,7 fach) gefunden werden als bei den weißblühenden der gleichen Kombination und Generation (Clauss u. Garve 1990).

Abb. 3: RRAA-Raphanobrassica

♀	♂	Bastarde (Genome)	Nutzungs- aspekte
<i>R. sativ.</i> (4x) Radies Futterrettich Ölrettich	<i>B. pekin.</i> (2x) <i>B. rapa</i> (2x)	2n=3x=28 RRA ↓ Kolch. 2n=6x=56 RRRRAA	
RRRRAA (<i>R. sat.</i> x <i>B. pek.</i>) (<i>R. sat.</i> x <i>B. rapa</i>)	<i>B. pekin.</i> (2x) <i>B. rapa</i> (2x)	2n=4x=38 RRAA	Stoppel-/Zwi- schenfruchtformen Blattgemüse ?, Nematodenresistenz
Kreuzung von RRAA- mit RRCC-Raphanobrassica			
RRAA	RRCC	2n=4x=37 RRAC	A/C-Mischgenome aus Selbst-/ Kreuzbestäubungen
RRCC	RRAA	-	

Abschließend ist noch zu bemerken, daß in neue Bastardierungsversuche z.Z. auch nematodenresistente Herkünfte von *Sinapis alba* (Weißer Senf) einbezogen werden. Die weitere Bearbeitung des vorhandenen Bastardmaterials richtet sich auf die zytologische und biochemisch-molekulargenetische Charakterisierung u.a. des genetischen Hintergrundes züchterisch interessanter Merkmale insbesondere unter dem Aspekt der Entwicklung neuer Gemüseformen. Innerhalb der BAZ an Kulturpflanzen werden an dem Bastardmaterial in Zusammenarbeit mit dem Institut für Qualitätsanalytik in Quedlinburg chemische Analysen zunächst zum Glucosinolat- und Fettsäuregehalt

begonnen sowie mit dem Institut für Gemüse-, Heil- und Gewürzpflanzenzüchtung in Quedlinburg und dem Institut für Epidemiologie in Aschersleben Turnip Mosaic Virus- und Blattlaus-Resistenzuntersuchungen durchgeführt.

Zusammenfassung:

Obwohl innerhalb der Gruppe der zu den Gattungen *Brassica* und *Raphanus* gehörenden Kulturpflanzenarten heute bereits ein vielfältiges Sortiment an Gemüseformen existiert, besteht durchaus die Möglichkeit, weitere neue, aus Art- und Gattungsbastardierungen erhaltene Formen mit wertvollen Eigenschaften hinzuzufügen.

Unter diesem Aspekt werden synthetische Gemüserapsformen (Genome AACC), die aus Artkreuzungen insbesondere zwischen Chinakohl (*Brassica pekinensis*) und allen wichtigen Gemüsevarietäten von *B.oleracea* entstanden, sowie Raphanobrassica-Bastarde (Genome RRCC und RRAA) vorgestellt, die aus Gattungskreuzungen zwischen Varietäten von *Raphanus sativus* und *B.oleracea* bzw. *B.pekinensis* erhalten wurden. Es wird über den Einfluß der gekreuzten Elternformen auf den Habitus, die Raschwüchsigkeit, Ertragsleistung und über andere Eigenschaften der Bastarde berichtet.

Von den synthetischen Rapsformen sind vor allem Bastarde von Chinakohl mit Wirsing bzw. Grünkohl, aber auch mit Weißkohl und Kohlrabi, als neue Rohkost- oder Diätgemüseformen mit +/- intermediärer Geschmacksqualität empfehlenswert. Von den robusten, sehr wüchsigen Raphanobrassica-Formen bieten sich insbesondere Rettich-/Radies-Grünkohl-Bastarde mit guten Geschmackseigenschaften, auch als Sommergemüse anbaufähig, des weiteren entsprechende Bastarde mit Wirsing und Kohlrabi als neue Blatt- bzw. Blattstielgemüse an. In ersten Verkostungsversuchen wurden z.B. Rettich-Grünkohl-Bastarde als geschmacklich besser als Grünkohl eingestuft. Bei der Synthese von Raphanobrassica wurden u.a. Elternformen mit niedrigem Glucosinolatgehalt in der Grünmasse sowie Nematodenresistenz eingekreuzt.

In die weitere Bearbeitung des Bastardmaterials innerhalb der BAZ sind neben der zytologischen und biochemisch-molekulargenetischen Charakterisierung auch Qualitätsanalysen, zunächst zum Glucosinolat- und Fettsäuregehalt, sowie Turnip Mosaic Virus- und Blattlaus-Resistenzuntersuchungen einbezogen.

Literatur:

- Agnihotri, A., K.R. Shivanna, S.N. Raina, M. Lakshmikumaran, S. Prakash, V. Jagannathan, 1990: Production of *Brassica napus* x *Raphanobrassica* hybrids by embryo rescue: an attempt to introduce shattering resistance into *B.napus*. Plant Breeding 105, 292-299
- Clauss, E., 1975: Methoden der Artbastardierung innerhalb der Gattung *Brassica* zur Schaffung neuen Ausgangsmaterials für die Züchtung. Tag.-ber., Akad.Landwirtsch.-Wiss. DDR 145, 83-98
- Clauss, E., 1979: Ergebnisse der Art- und Gattungsbastardierung bei Brassicaceen. Wiss. Konf. ADL der DDR, 4.-6. Juli 1979, Symp. 3 (Leipzig), 140-141
- Clauss, E., A. Garve, 1988: *Raphanobrassica*-Bastarde der Genomkombination RRCC ($2n=4x=36$) und RRAA ($2n=4x=38$). Jahresbericht IfZ Quedlinburg 1988, 6
- Clauss, E., A. Garve, 1990: Weitere Ergebnisse der Art- und Gattungsbastardierung bei Brassicaceen. Jahresbericht IfZ Quedlinburg 1990, 14
- Gladis, T., K. Hammer, 1990: Die Gaterslebener *Brassica*-Kollektion - eine Einführung. Kulturpflanze 38, 121-156
- Gustafsson, M., 1979: Biosystematics of the *Brassica oleracea* group. Proc. EUCARPIA-Conf. on the breeding of Cruciferous crops, Wageningen, 1/3 Oct. 1979, 11-12

- Gustafsson, M., 1981: Biosystematic studies of the *Brassica oleracea* group. Proc. of Brassica Conf. 1981, Aas, Norway, 112-116
- Karpechenko, G.D., 1929: Konstantwerden von Art- und Gattungsbastarden durch Verdoppelung der Chromosomensätze. Züchter 1, 133-140
- Lange, W., H. Thoxopeus, J.H. Lubberts, O. Dolstra, J.L. Harrewijn, 1989: The development of Raparadish (\times *Brassicoraphanus*, $2n = 38$), a new crop in agriculture. Euphytica 40, 1-4
- McNaughton, I.H., 1973: Synthesis and sterility of *Raphanobrassica*. Euphytica 22, 70-88
- McNaughton, I.H., 1979: The current position and problems in the breeding of *Raphanobrassica* (Radicole) as a forage crop. Proc. Eucarpia-Conference, Cruciferae 1979, Wageningen, 22-28
- Mizushima, U., 1980: Genome analysis in *Brassica* and allied genera. In: Tsunoda, S., K. Hinata, C. Gomez-Campo (eds), *Brassica Crops and Wild Allies*. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo, p. 89-106
- Moskov, B.S., G.A. Makarova, 1969: (High yielding intergeneric hybrids in the *Cruciferae*). Trudy prikl. bot. genet. Selskc., Ser. 2, 8, 92-102
- Nishi, S., 1980: Differentiation of *Brassica* crops in Asia and the breeding of "Hakuran", a newly synthesized leafy vegetable. In: Tsunoda, S., K. Hinata, C. Gomez-Campo (eds.), *Brassica Crops and Wild Allies*. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo, p. 133-150
- Schuphan, W., 1955: La valeur nutritive des differents legumes feuilles et sa variation en fonction des varietes et des conditions ecologiques. Ann. Nutrit I'Aliment, Paris 9, 67-93.

Tabelle 1: Ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe einiger Gemüsekohlformen (n. Schuphan, 1955, gekürzt)

Gemüse- kohlform	markt- fertiges Nutzungs- organ dt/ha	Reineiweiß		Eiweiß- qualität EAA- Index	Vitamin C		Provitamin A	
		g/100g frisch	kg/ha		mg/100g frisch	kg/ha	mg/100g frisch	kg/ha
Rosen- kohl	60	2,4	144	55	104	6	0,60	0,03
Grün- kohl	140	2,4	336	64	101	14	2,20	0,30
Blumen- kohl	240	1,5	360	62	91	22	0,05	0,01
Rotkohl	450	0,4	180	45	81	36	---	---
Wirsing- kohl	500	0,6	300	50	54	27	---	---
Weiß- kohl	750	0,4	300	41	43	32	Spuren	---
China- kohl	400	1,3	520	76	80	32	0,70	0,28

Züchtung für Alternativen Landbau - Sinn oder Unsinn -

B. Elers

(FH Nürtingen, Postfach 13 49, W-7440 Nürtingen)

Züchtung für den Bereich des Ökologischen Landbaus bedeutet Selektion unter anderen Umwelten sprich Anbaubedingungen als dieses bisher üblich gewesen ist. Betrachtet man die Flächen, die von Betrieben des Ökologischen Landbaus in der Bundesrepublik bewirtschaftet werden, so sieht man, daß diese (ca. 130000 ha, siehe Abb. 1; AGÖL 1993) etwas weniger als 1 % LN der Bundesrepublik umfassen, nimmt man noch ca. 200000 ha (Dreyer 1993) der Betriebe dazu, die ihren Betrieb im Rahmen der Produktionstechnischen Methode des Extensivierungsprogramms umgestellt haben, ohne sich einem Anbauverband anzuschließen, gibt es etwas mehr als eine Verdopplung der Fläche. Hiervon wird etwa die Hälfte mit Getreide und etwa ein Drittel mit Leguminosengemengen bestellt. Der Rest der Fläche wird mit einer Vielzahl an Kulturen bestellt, angefangen bei Kartoffeln bis hin zu Feldgemüse. Bei einem durchschnittlichen Saatgutbedarf von 45 dt/ha ergibt sich für die Saatguterzeugung angenähert ein Flächenbedarf von 10 ha. Hieraus ist zu ersehen, daß eine Züchtung für diesen Bereich nicht lukrativ ist.

Trotzdem gibt es im Bereich des Ökologischen Land- und Gartenbaus eine eigenständige Züchtungsarbeit. Etwa 10-15 Initiativen (SÖL 1993) bemühen sich um den Erhalt alter Arten, Sorten und Rassen und die Neuzüchtung von Sorten. Aus der Arbeit dieser Initiativen sind bisher 4 Gemüsesorten beim Bundessortenamt zur Sortenprüfung angemeldet.

Um erkennen zu können, ob es sinnvoll ist, in diesem Bereich Zuchtprogramme aufzubauen oder ob in dem bisher vorhandenen Sortenspektrum genug Sorten vorhanden sind,

die für den Ökologischen Landbau geeignet sind, ist es notwendig, sich zuerst mit den Bedingungen der Anbaumethode bekannt zu machen. Hieraus ist zu ersehen, ob andere Zuchtziele notwendig und sinnvoll sind. Das System des Ökologischen Landbaus ist seit 70 Jahren von biologisch-dynamischen und organisch-biologischen Landwirten und privaten Forschungsinitiativen aufgebaut und entwickelt worden. Staatliche Forschung in dem Bereich gibt es erst seit ca. 10 Jahren. Welche Grundvorstellungen liegen diesem Anbau zugrunde? Modern würde man sagen, der einzelne landwirtschaftliche Betrieb wird als Ökosystem betrachtet, mit dem Ziel eines möglichst hohen Anteils an Regulation und eines möglichst geringen Anteils an Steuerung unter Gesunderhaltung des Kreislaufes zwischen Boden, Pflanzen, Tieren und Menschen.

Es wird bewußt auf den Einsatz leichtlöslicher Düngemittel, chemisch-synthetischer Pflanzenbehandlungsmittel, Wachststoffe, Hormone und die Verwendung von Importfuttermitteln verzichtet. Ein Teil der Zielsetzungen des Ökologischen Landbaus findet sich in Tab. 1. Die Zielsetzung des Erhalts alter Sorten und Rassen führt zu einigen Initiativen, die sich besonders dieser Aufgabe verschrieben haben. Hierauf wird im weiteren genauso wenig eingegangen, wie auf spezielle Zielsetzungen in der Tierzucht, die bei Rindern beispielsweise Zuchtziele wie das der hohen Lebensleistung verfolgen.

Das Folgende befaßt sich ausschließlich mit dem Bereich der Pflanzenzüchtung. Zuchtziele für die Pflanzenzüchtung ergeben sich aus einigen Eigenschaften des Anbausystems. Wir haben es mit einem System zu tun, welches sich um möglichst geringe Einfuhr von Betriebsmitteln bemüht. Es handelt sich also um ein sog. "low-external-input" System (Jannsen et al. 1986). Das gleiche gilt für jede einzelne Fläche. Da die Tierhaltung an die Futtergrundlage des Betriebes gebunden ist und der Futterzukauf richtliniengemäß stark eingeschränkt ist, ist auch die Menge zur Verfügung stehenden organischen Düngers pro Fläche begrenzt. Es handelt sich also auch um ein "low-input" System (Jannsen et al. 1986). Die

Umsetzung der org. Düngung hängt von ihrer Qualität, die durch Fütterung, Einstreu und Tierart bestimmt wird, ihrer Aufbereitung und Ausbringung und natürlich von Bodenart, Witterung und Pflanzenbewuchs ab.

Die Kulturpflanzen haben hier einen aktiven Anteil an Umsetzung, Aufschluß und Mobilisierung der Nährstoffe (Scheller 1992). Daraus ergeben sich Forderungen an das Wurzelsystem der Pflanzenarten, die mit diesen Bedingungen optimal zurecht kommen sollen (Tab. 2). Weitere Beiträge zum Pflanzenwachstum leisten Symbiosen z.B. mit Rhizobien und Mykorrhizen. Je optimaler die symbiotischen Eigenschaften einer Kulturpflanze sind, desto besser ist sie für dieses System geeignet. Weitere Forderungen an Sorteneigenschaften, die sich aus der Anbaumethode ergeben, sind in Tab. 2 zusammengefaßt.

Ist es jetzt notwendig, speziell auf diese Kriterien hin zu selektieren oder bringen die aus der konventionellen Züchtung entstandenen Sorten diese Eigenschaften mit und sind daher für das Anbausystem des Ökologischen Landbaus geeignet?

Zu dieser Frage gibt es bisher nur wenige Untersuchungen von Stöppler 1988 zu Winterweizen und Kartoffeln, Karpenstein et al. 1986 zu Winterweizen, Pommer 1985, 1993 zu Winterweizen und Sommergerste. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß der Ökologische Landbau auch vom allgemeinen Züchtungsfortschritt profitiert, daß dieser sich aber nicht so deutlich etabliert, wie unter anderen Anbaubedingungen. Außerdem zeigt sich, daß es in dem vorhandenen Sortenspektrum Sorten gibt, die für das Anbausystem des Ökologischen Landbaus besser geeignet sind und solche, die hierfür weniger gut geeignet sind, so daß in jedem Fall eine Eignungsprüfung notwendig ist.

Eine gezielte Züchtung unter den Selektionsbedingungen des Ökologischen Landbaus wird bisher nur von sehr wenigen privaten Initiativen versucht. Daß dafür auch das Züchtungskonzept anders aussehen sollte, als bei

dem herkömmlicher Zuchtverfahren, wird von Kunz 1993 dargestellt.

Literaturverzeichnis

- Dreyer, W., 1993: Ökologischer Landbau, ab gehts. Ökoring 1, S. 1-2
- Janssen, M.; J. Neumann; R. Froideveau, 1986: Ideotypen, die einen geringen Aufwand erfordern. in: Alternative Konzepte Bd. 50, C.F. Müller Karlsruhe, S. 220-236
- Karpenstein, M.; K. Scheffer, R. Stülpnagel, 1986: Anbauvergleich zwischen alten und neuen Winterweizensorten bei unterschiedlicher Anbauintensität. II. Der Ertragsaufbau einzelner ausgewählter Sorten. Kali-Briefe 18, 3, S. 219-226
- Kunz, P., 1993: Weizen- und Dinkelzüchtung für die speziellen Bedingungen des biologischen Landbaus. in: Forschung im Ökologischen Landbau SÖL Sonderausgabe Nr. 42, S. 91-97
- Lünzer, I., 1992: Ökologische Landwirtschaft - eine Einführung. Stiftung Ökologie und Landbau, Selbstverlag
- Pommer, G., 1985: Winterweizen - Sortenversuche auf alternativ bewirtschafteten Betrieben. Kali-Briefe 17, 8, S. 619-626
- Pommer, G.; M. Baumer, R. Beck, 1993: Braugerstenanbau im ökologischen Landbau - Sorteneignung und Qualitätseigenschaften. in: Forschung im Ökologischen Landbau, SÖL Sonderausgabe Nr. 42, S. 71-75
- Scheller, E., 1992: Aktive Nährstoffmobilisierung der Pflanzen. Vortrag auf der VDLUFA Jahrestagung

SÖL, 1993: Adressen für den Bezug von ökologisch erzeugtem Saatgut. Ökologie und Landbau Heft 85, 1, S. 60

Stöppler, H., 1988: Zur Eignung von Winterweizensorten hinsichtlich des Anbaus und der Qualität der Produkte in einem System mit geringer Betriebsmittelzufuhr von außen. Diss. Witzenhausen

Tabelle 1: Zielsetzungen des Ökologischen Landbaus
(Lünzer 1992 S. 2)

Betriebskreislauf mit geringem Verbrauch nicht erneuerbarer Energie- und Rohstoffvorräte

Hofgestaltung als lebendiger Organismus

Anbindung der Tierhaltung an die Betriebsfläche

Beachtung tierartsspezifischer Bedürfnisse und ethischer Gesichtspunkte bei Haltung und Nutzung von Tieren

Förderung bewährter Kultursorten und Zuchtrassen

Erzeugung von Lebensmitteln für eine vollwertige Ernährung in ausreichender Menge zu angemessenen Preisen

Schaffung einer sicheren Existenz auf der Basis befriedigender Lebensbedingungen und angemessener Einkommen für die Landwirte

Verzicht auf leichtlösliche Düngemittel

Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenbehandlungs-, Lagerschutz- und Nachreifemittel, Hormone und Wachstostoffe

Tabelle 2: Zuchtziele für eine Pflanzenzüchtung auf Eignung für den Ökologischen Anbau

Wurzelsystem

- weitverzweigt
- gut ausgebildet
- große Wurzeloberfläche

Interspezifische Konkurrenzkraft

- horizontale Blattstellung
- große Wuchshöhe
- hohe Bestockungsfähigkeit

Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Schaderregern

hohe spezifische Standorteignung

hohe ernährungsphysiologische Qualität unter Systembedingungen

Abb. 1: Anbauflächen und Anzahl der Betriebe der Verbände des Ökologischen Anbaus in der BRD Stand 1. 1. 1993 (AGÖL 1993)

Gründungs- jahr	Warenname und Schutzzeichen	Anbau- fläche (ha)*	Anzahl der Betriebe	Zeitschrift	Adresse
1924	 biologisch-dynamisch	30875	1234	"Lebendige Erde", mit Gartenrund- brief "Demeter Blätter	Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V. Baumschulenweg 11 6100 Darmstadt Tel. 061 55/26 74 Fax 061 55/ 57 74
1971	Bioland [®] organisch-biologisch	60313	2146	"bio-land"	Bioland - Verband für organisch-biologischen Landbau e.V. Barbarossastraße 14 7336 Uhingen Tel. 071 61/3 10 12 Fax 071.61/3 78 19
1979	 BIO KREIS e.V.	2414	141	"Bio-Nach- richten"	BioKreis Ostbayern e.V. Teresienstraße 36 8390 Passau Tel. 08 51/3 16 96 Fax.08 51/3 23 32
1978	 naturland	20270	544	"Naturland"	Naturland Verband für natur- gemäßen Landbau e.V. Kleinhadamer Weg 1 8032 Gräfelfing Tel. 089/8 54 30 71 Fax 089/85 59 74
1962	 ANOG	3032	74	"ANOG infor- mationen"	ANOG - AG für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feld- fruchtanbau e.V. Josef-Schell-Straße 17 5300 Bonn Tel. 02 28/62 75 91 Fax 02 28/61 61 70
1985	 ECO VIN	669	162	Mitteilungen in "Ökologie und Landbau"	Bundesverband Ökologischer Weinbau e.V. Obergasse 9 6719 Otterheim Tel. 0 63 55/12 85 Fax 0 63 55/15 29
1989	 Gla	9667	84	"Gla Infoblatt"	Gla e.V. Vereinigung ökologischer Landbau Plauenscher Ring 40 O-8027 Dresden Tel. und Fax: 03 51/4 01 23 8 9

Streßmetabolite in Pflanzenprodukten

H. Bergmann

**(Universität Jena, Biologisch-Pharmazeutische Fakultät,
Naumburger Str. 98, O-6909 Jena)**

B. Machelett

(KAI e.V. Jena, Naumburger Str. 98, O-6909 Jena)

1. Problemstellung

Pflanzen reagieren auf Belastungssituationen mit einer Zunahme des Gehaltes an Streßmetaboliten wie: Betainen und nichtproteinogenen Aminosäuren, Di- und Polyaminen, Phenolen, Terpenoiden, Alkaloiden sowie den entsprechenden Glycosiden. Demzufolge ist durch prognostizierte Klimaveränderungen und weitere Stressoren eine Beeinflussung der Qualität primärer Pflanzenprodukte zu erwarten.

Das Ziel der vorliegenden Arbeiten besteht daher darin, den Einfluß von Wassermangel und weiteren Belastungsfaktoren auf den Gehalt der Streßmetabolite Glycinebetain und Trigonellin zu untersuchen sowie durch Eingriffe in pflanzliche Streßreaktionen qualitätserhöhende Toleranzmechanismen zu induzieren. Hierfür werden naturstoffidentische Aminoalkohole eingesetzt, die zugleich praxisrelevante Werkstoffeigenschaften für die Streßtoleranzhöhung aufweisen.

2. Material und Methoden

Sommergerste (Sorte *Alexis*) wurde in Mitscherlich-Gefäßen bei ertragsbezogenen harmonischem Nährstoffangebot kultiviert. Als Stressoren wurden geprüft:

- Trockenstreß während der Produktbildung
4 x 5 Tage bei <30 % der nutzbaren Wasserkapazität des Bodensubstrates (nWK) (Referenzvarianten bei 60 % der nWK)
- Schwermetallstreß
Erhöhung des Cd-Gehaltes um 3 mg/kg Boden

Die Pflanzen wurden mit folgenden streßabschwächenden Mitteln vor Beginn der ersten Trockenstreßphase besprüht:

- 2-Aminoethanol (AE) als sekundäres Phosphat (AE)₂P
9 mg (AE)₂P in 6 ml Wasser je Gefäß
- Cholinchlorid (CC)
10 mg CC in 6 ml Wasser je Gefäß
Bodenapplikation: 10 mg CC/Gef. mit der 2. N-Gabe
- Benzylaminopurin (BAP)
3 mg BAP in 6 ml Wasser je Gefäß
- Hydroxyethylpiperazin (HEP)
2 mg HEP in 6 ml Wasser je Gefäß

Analytische Bestimmung der Streßmetabolite Glycinbetain und Trigonellin erfolgte nach Müller und Eckert (1989).

3. Ergebnisse

3.1 Gehalt an Streßmetaboliten

Durch Wassermangel steigt der Gehalt des Streßmetaboliten in Gerstenpflanzen um 48 %, der Trigonellingehalt um 22 % an. Zusätzlich appliziertes Cd verstärkt die Streßmetabolitenanreicherung. In diesem Falle erhöht sich der Glycinbetaingehalt um 81 % und der Trigonellingehalt um 25 %. Die eingesetzten naturstoffidentischen Wirksubstanzen senken (auf der biochemischen Stufe) den Gehalt an Streßmetaboliten in Pflanzenprodukten.

Tabelle 1: Wirkung von Trockenstreß und Cadmium allein und in Kombination mit Cholinchlorid auf die Bildung von Streßmetaboliten				
Variante			Glycinbetain-Gehalt	Trigonellin-Gehalt
Stressoren		Wirkstoff		
H ₂ O-Mangel	Cd-Gabe		mg/kg	mg/kg
ohne	ohne	ohne	1647	32
mit	ohne	ohne	2437*	39
mit	ohne	CC	2180	35
mit	mit	ohne	2984**	40
mit	mit	CC	2655*	39

** = Signifikanz bei $\alpha < 0,05$

* = Signifikanz bei $\alpha < 0,01$

Analoge Ergebnisse werden mit (AE)₂P erhalten.

3.2. Produktwachstum

Analog zur Streßantwort der Pflanze auf der biochemischen Stufe reagiert auch die komplexe biologische Größe "Wachstum" auf Umweltbelastungen und streßabschwächende Mittel (Tab. 2).

Tabelle 2: Einfluß von Trockenstreß sowie von Kombinationen Trockenstreß / Wirkstoff auf Kornbiomasse, Bestockungseffizienz und Nachschosserbildung				
Variante		Kornbiomasse (relativ)	Bestockungseffizienz (relativ)	Nachschosserbildung (relativ)
Streß	Wirkstoff			
ohne	ohne	131**	213**	39**
mit	ohne	100 (11,7 g)	100 (0,31)	100 (n=26)
mit	(AE) ₂ P	121*	136*	73*
mit	CC	126*	145*	65*
mit	CC (Bodengabe)	133**	212**	31**
mit	HEP	120*	87	104
mit	BAP	95*	190**	62*

Absolutwerte werden in Klammern angegeben

Die Trockenstreßsituation führt zu einer ca. 30 %igen Reduktion der Kornbiomasse. Hervorgerufen wird dies durch eine Verringerung der Anzahl fertiler Ähren (Tab. 2, Bestockungseffizienz = fertile Bestockungstriebe / Gesamtzahl der angelegten Bestockungstriebe). Weiterhin ist eine qualitätsmindernde Erhöhung von Nachschossern nach Streß zu beobachten.

Die verwendeten Aminoalkohole wirken streßabschwächend, wobei CC bei Bodenapplication die Streßtoleranz am wirkungsvollsten erhöht. Erwartungsgemäß kann durch die Wirkstoffanwendung der Wasserdefiziteffekt (im Ver-

gleich zu einer bedarfsgerechten Wasserversorgung) nicht vollständig kompensiert werden.

4. Schlußfolgerungen

Pflanzen reagieren auf Umweltbelastungen (hier Trockenheit und Schwermetalle) mit

- einem Anstieg von Streßmetaboliten im Pflanzenmaterial,
- einem verminderten Produktwachstum,
- und der qualitätssenkenden Nachschosserbildung.

Bei gleichzeitiger Einwirkung von zwei Stressoren verstärken sich die Belastungseffekte.

Durch Anwendung von Wirksubstanzen (z.B. naturstoffidentische Aminoalkohole) können die qualitäts- und ertragssenkenden Streßwirkungen abgeschwächt werden. Dieser Effekt ist naturgemäß geringer als die Ausschaltung der Stressoren.

5. Literatur

Müller, H., H. Eckert, 1989: Simultaneous determination of monoethanolamine and glycine betaine in plants. J. Chromatogr. 479, 452-458.

Gülzower rezessiver Kurzstrohroggen mit neuen Qualitätseigenschaften

P. Dill und W. Flamme
(Bundesanstalt für Züchtungsforschung, Industrieplatz, 18190
Groß-Lüsewitz)

Einleitung

Die jährlichen Überschüsse an Roggen, besonders in den neuen Bundesländern Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, zwingen dazu, Roggen einer alternativen Verwendung zuzuführen.

Die traditionelle Verwertung von Roggen als Brotgetreide beträgt sehr konstant ca. 1,2 Mio. t pro Jahr. Etwa 1 Mio. t finden ihre Verwendung in der Tierfütterung und annähernd 0,052 Mio. t werden in der Industrie zur Herstellung von Trinkbranntwein und Malzkaffee verarbeitet. Eine Verwendung als Industrierohstoff wurde bisher nicht realisiert.

Zielstellung

Selektion von Basismaterial für die Hybridzüchtung mit neuen Qualitätseigenschaften aus dem "Gülzower rezessiven Kurzstrohroggen" (1,2), einem Formenkreis mit standfesten, großkörnigen und resistenten Teilpopulationen (low-input-Formen).

Die Steigerung der Amylaseaktivität (3) und die Verminderung des Pentosangehaltes.

Die Verbesserung von Teilpopulationen mit niedriger Amylaseaktivität durch Selektion auf kombinierte Mehltau- und Braunrostresistenz verbunden mit geringerem Pentosangehalt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Geringe Alpha-Amylase-Aktivität und hohe Fallzahl kennzeichnen einen Roggen mit guter Backqualität (4).

Die höhere Amylaseaktivität zur Vollreife ohne größere Auswuchsneigung in Verbindung mit einem niedrigeren Pentosangehalt bei geringerer Viskosität ermöglicht:

- eine verbesserte Autolyse des Roggens bei der Gewinnung von Ethanol unter Nutzung des korneigenen Enzymsystems
(Vorteile: höheres Einteigverhältnis, schnellere Hydrolyse, höhere Ausbeuten, Einsparung von mikrobiellen Enzymen und Malz)
- eine Erhöhung der Stärkeausbeute
(Vorteile: Verkürzung der Anteigphase, höhere Ausbeuten an Stärke)

Ergebnisse

- Steigerung der Amylaseaktivität gegenüber Vergleichssorten um durchschnittlich 50 % in 6 Generationen (Tab. 1)
- Die Drift der Merkmale durch Selektion und Rekombination im Rahmen konventioneller Selektionsverfahren läßt noch eine weitere Steigerung erwarten (Diagramm 1)
- Der aus den Jahresdaten errechnete Selektionsfortschritt für höhere Amylaseaktivität zur Mähdruschreife und die hiervon abhängige geringere Fallzahl ist noch nicht bzw. nur schwach statistisch gesichert. Augenscheinlich überdecken die Jahreseffekte den Selektionsgewinn zu stark (Tab. 2).
- Die Ergebnisse aus der Einzelpflanzenselektion werden auch im Drillbestand reproduziert. Beim Überständigkeitsstermin ließ die bisherige Steigerung der Amylaseaktivität noch keine unerwünschte höhere Auswuchsneigung erkennen (Diagramm 2).

- Die Population mit hoher Amylaseaktivität ist offensichtlich auch ein geeignetes Ausgangsmaterial für die Selektion auf geringeren Pentosangehalt (Tab. 3).
- Eine Senkung der Amylaseaktivität ist mit der ausgewählten Zuchtmethode (1) weniger erfolgreich zu realisieren (Tab. 4).
- Dagegen ist die Selektion auf geringere Auswuchsneigung, d.h. verzögerte Amylasebildung unter Provokationsbedingungen, erfolgreicher (Tab. 4).
- Die bisherigen Selektionsergebnisse führten noch zu keiner negativen Beeinflussung wichtiger Ertragsfaktoren (Tab. 2,4,5).

Literatur

- (1) Dill, P., 1983: Zur züchterischen Verbesserung der Kornmasse bei Winterroggen (*Secale cereale* L.). Arch. Zücht.forsch. 13, 157-168
- (2) Dill, P., 1990: Zur züchterischen Verbesserung der Kornmasse bei Winterroggen (*Secale cereale* L.). - Ergebnisse von Drillprüfungen - Arch. Zücht.forsch. 20, 329-337
- (3) Dill, P., W. Flamme, B. Stölken, 1991: Gülzower rezessiver Kurzstrohroggen mit verbesserten Resistenz- und Qualitätseigenschaften. Vortr. Pflanzenzüchtung 19, 330-331
- (4) Persson, E. zit in W. Flamme, 1985: Beiträge zur Chemie des Roggens. Teil 1, Auswuchsverhalten. Diss. B Akad. Landw.-Wiss., Berlin, 290

Amylotische Aktivität des St.6688 bei verschiedenen Ernteterminen im Drillversuch

R 8 (einortig)

Sorten/ Stamm	SKB - Einheiten									
	1989			1990			1991			1992
	1.ET	2.ET	3.ET	1.ET	2.ET	3.ET	1.ET	2.ET	3.ET	2.ET
Pluto	44	49	51	40	39	55	42	35	47	44
Baro	50	43	42	46	43	42	46	39	47	-
Marder	39	37	41	31	34	42	40	36	39	-
x	44	43	45	39	39	46	43	37	44	44
St.6688	59	71	78	56	55	78	51	53	68	74
rel.	134	165	173	144	141	170	119	143	155	168

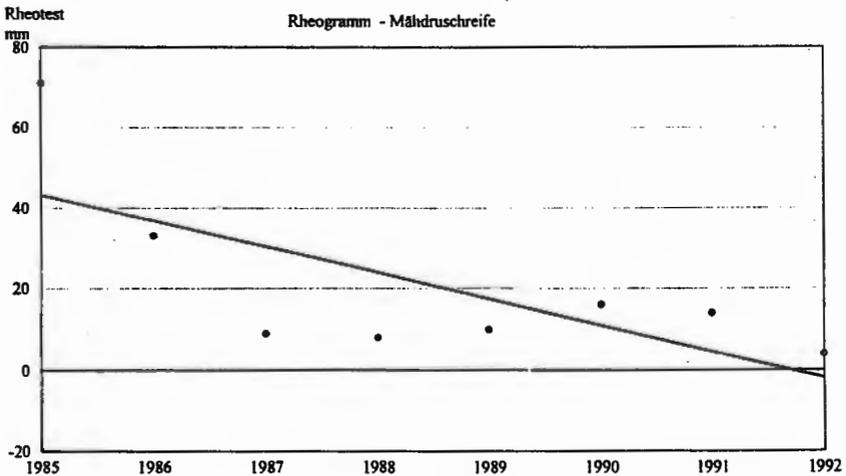
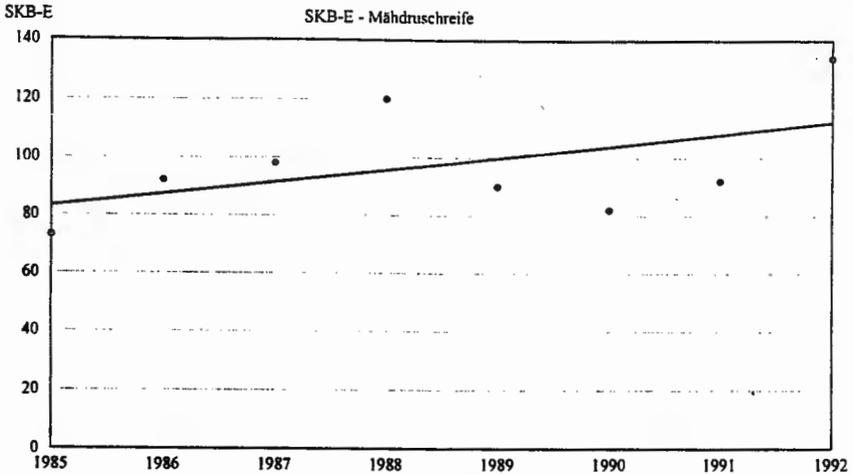
Tab. 3

Variabilität bei Pentosan- und Amylaseaktivität in Kreuzungspopulationen

Versuchs- Nr.	Pflanzen- zahl n	Pentosan- gehalt % Xylose	s_x	Variations- breite	SKB- Einheiten	s_x	Variations- breite
152	7	9,6	0,08	9,2 - 9,9	92	3,5	74 - 111
151	13	8,5	0,13	7,7 - 9,2	74	3,3	50 - 96
154	6	7,1	0,11	6,7 - 7,4	61	5,6	52 - 87
155	8	6,9	0,13	6,2 - 7,4	60	3,8	46 - 68
156	11	6,8	0,13	5,9 - 7,5	63	3,2	49 - 77
158	7	6,2	0,22	5,5 - 7,0	55	3,4	47 - 73
159	22	5,6	0,08	5,0 - 6,8	52	2,3	26 - 71
161	14	5,5	0,08	5,1 - 5,9	64	4,4	36 - 106
162	26	5,2	0,07	4,8 - 6,1	70	2,8	29 - 115

Selektionseffektivität bei der Steigerung der amyolytischen Aktivität im St. 6688

Entwicklung der Amylaseaktivität (SKB-E) und der Fallzahl (Rheogramm mm), berechnet aus den Mittelwerten der ausgesäten Eliten

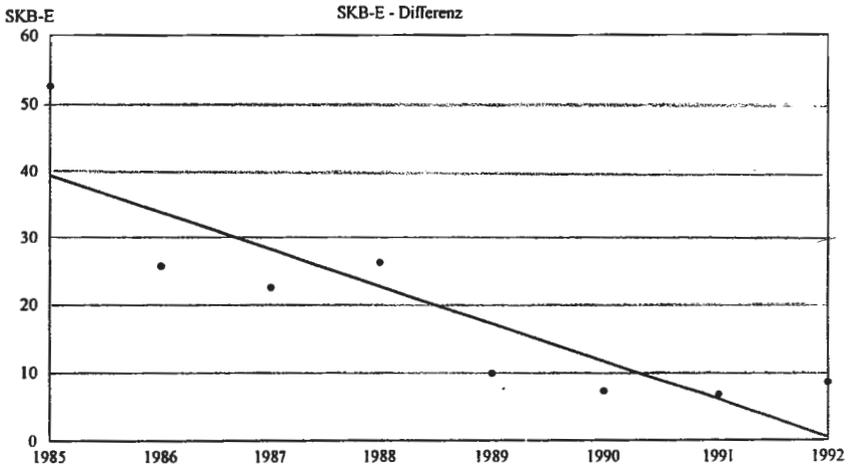
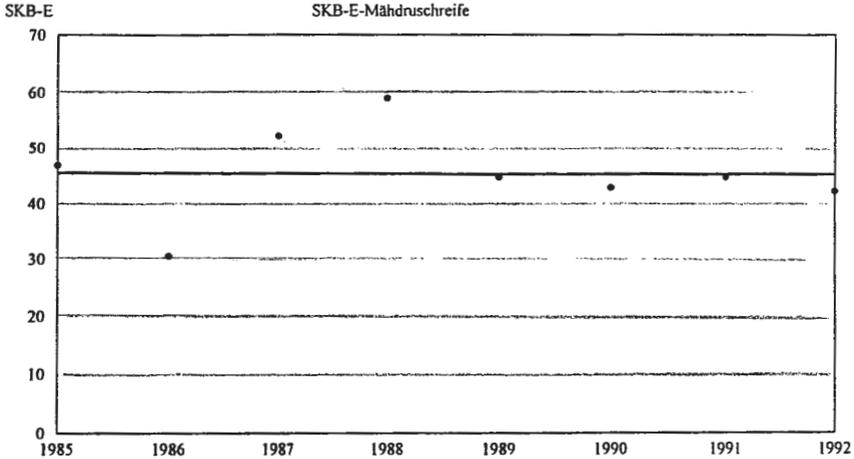


	Regressionskoeffizient			Regression linear	
	$H_0 (\beta=0)$	t	α	F	α
SKB-E-Mähdruschreife	+4,15	1,45	>0,05	2,10	>0,05
Rheogramm (mm)-Mähdruschreife	-6,44	2,5	0,04	6,15	<0,025
TKG	-0,41	0,6	>0,05	0,35	>0,05

x) = von Jahreseffekten unbereinigte Werte

Selektionseffektivität bei der Verbesserung der Auswuchsfestigkeit des St. 7783

Amylasebildung in der Reifephase und nach Provokation in einer Klimakammer. Trends berechnet aus den Mittelwerten der ausgesäten Eliten



	Regressionskoeffizient $H_0 (\beta=0)$			Regression linear $H_0 (\beta=0)$	
	b_y	t	t-Test α	F	F-Test α
SKB-E-Mährduschreife (unproviziert)	-0,05	0,03	>0,05	0,001	>0,05
SKB-E-Differenz (unproviziert : proviziert)	-5,6	4,2	<0,006	18,4	<0,005
TKG	-0,07	0,13	>0,05	0,017	>0,005

x) = von Jahreseffekten unbereinigte Werte

Interne Drillprüfung 1992R₆ (einortig), N₁

Sorten/Stämme	dt/ha	rel.	TKG	rel.	ÄZ/m ²
Pluto	80	100	30,5	100	531
Merkator	87	109	28,6	94	625
Amando	90	112	26,8	88	538
St. 6688	92	116	34,7	114	443
St. 7783	94	118	30,9	101	582

Versuchsort: Gülzow
 Parzellengröße: 10 m²
 Wiederholungen: 4
 Stufen: 2

Diagramm 1

Drift der Merkmale "Amylaseaktivität" (SKB-E) und "Fallzahl" (Rheogramm mm) beim Stamm 6688 nach rekurrenter Selektion innerhalb eines modifizierten Zentralbeetverfahrens

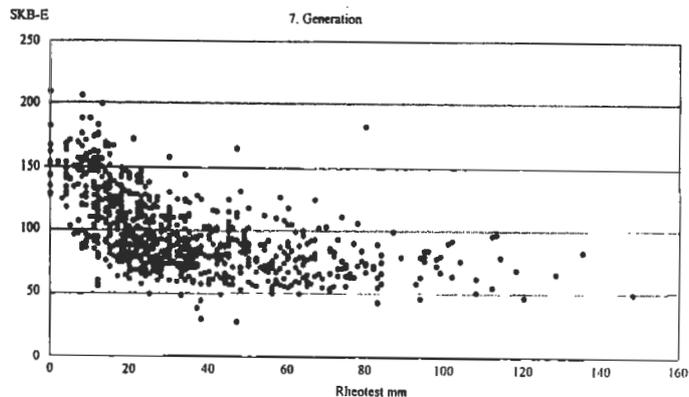
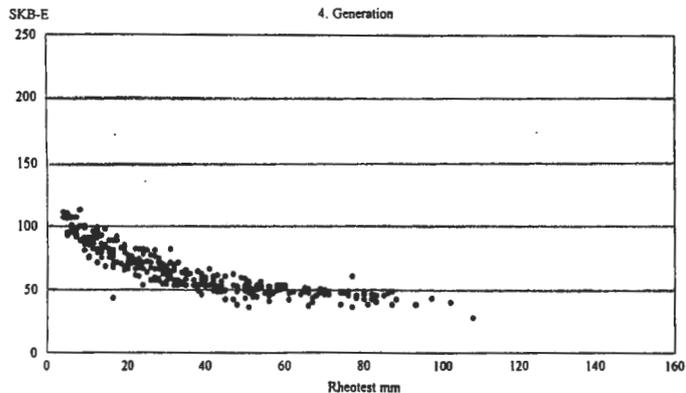
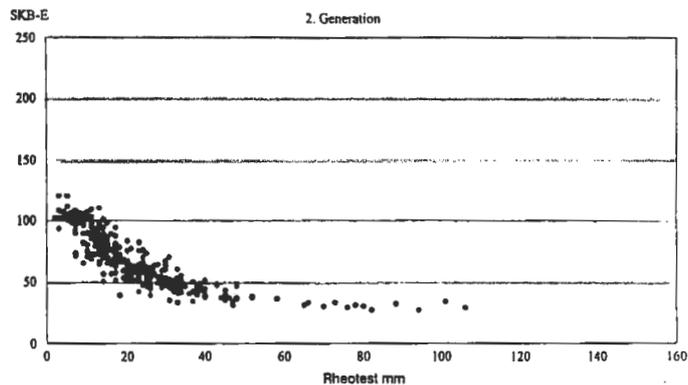
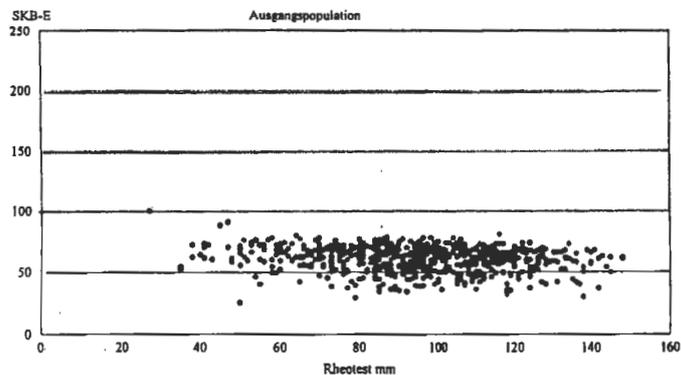
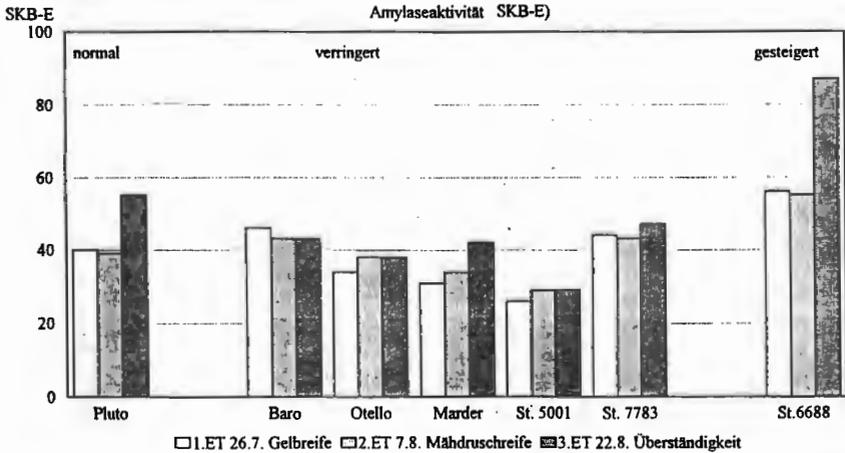
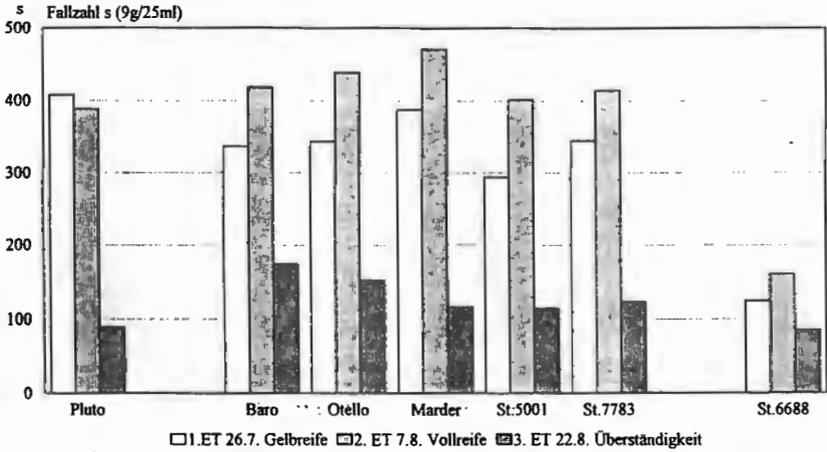


Diagramm 2

Variabilität bei Amylaseaktivität und Fallzahl in Sorten und neuem Basismaterial des Roggens

Beeinflussung der Werte im Drillversuch durch die Erntetermine

R8 (einortig)



Auswuchs und Pilzbefall in der Qualitätszüchtung bei Getreide

W. Flamme und B. Effmert

(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität, Institutsplatz, 18190 Groß-Lüsewitz)

In Abhängigkeit von den agroklimatischen Bedingungen beeinflussen Ährenkrankheiten die Keimfähigkeit und Triebkraft des Saatgutes und damit auch die Entwicklung der Pflanzen und des Ertrages insgesamt.

Parallel dazu ist eine Verschlechterung der Verarbeitungsqualität zu sehen, die neben der Zerstörung von Inhaltsstoffen auch mit der Ausschüttung von Mykotoxinen verbunden sein kann. Beim Getreide spielen bei den Schimmelpilzen neben *Alternaria* und *Helminthosporium* die *Fusarien*arten eine wichtige Rolle. Stärkere Qualitätsminderungen durch Pilzbefall (Brot-, Futter- und Saatgetreide) treten immer dann auf, wenn infolge ungünstiger Ernte-, Transport- und Lagerbedingungen auch nur kurzzeitig die geforderten Kornfeuchten und Temperaturen überschritten werden.

Zur Klärung folgender Sachverhalte wurde die Verpilzung der Ähren näher untersucht:

- Sicherung der Ergebnisse der Selektion auf Auswuchsfestigkeit
- Beeinflussung der Verarbeitungsqualität
- Ermittlung des Herkunftswertes des Saatgutes aus mykologischer Sicht

Die Betrachtung der physiologischen-biochemischen Abläufe im Entwicklungsprozeß der Pilze erlaubt ein gezieltes Vorgehen. Drei Hauptfunktionen im Lebenslauf der pilzlichen Schaderreger

- Synthese von Makromolekülen und Biomasse,
- Reaktionen zur Energie- und Grundbausteingewinnung und
- Reaktionen im Sekundärstoffwechsel

lassen beim Einsatz moderner Analysengeräte Unterschiede in den Chemismen der Taxa erkennen.

Lysinsynthese, Zellwandtyp, Tryptophan-Enzymaggregation und Polyol-Muster sind bisher die bekanntesten chemotaxonomischen Charakteristika einiger Pilzgruppen.

Neben den klassischen mikrobiologischen Methoden zur Ermittlung der Sporenzahl (8000-50 Mio. pro Gramm Getreide) und der Differenzierung von Feld- und Lagerpilzflora werden die Gehalte an Chitin (N-Acetylglucosamin), an Ergosterol und Mykotoxinen zur Quantifizierung des Pilzbefalls verwendet.

Abweichend von diesen Methoden wurde versucht, Pilzbefall und Auswuchsgrad mit getreidetypischen Bestimmungsverfahren zu erfassen.

Dazu gehören:

- die gaschromatographische Bestimmung der Zucker und Zuckeralkohole,
- die Aktivitätsmessung der Amylasen und zellwandabbauenden Enzyme, gemessen mit getreideeigenen Fremdsubstraten und
- die Helligkeits- und Farbmessung von Schrot und Mehl.

Der Einsatz der leistungsfähigen Kapillargaschromatographie zur Analyse der Kohlenhydrate ergab eindeutige Aussagen zum Auswuchsgrad über den Gehalt an Maltose und zum Pilzbefall über Arabitol- und Mannitolgehalt (Abb. 1,2).

Bei der Bestimmung der freien (präexistierenden) Zucker und des Zuckerbildungsvermögens bei Autolysen wurde die Gaschromatographie eingesetzt. Neben den zu erwartenden Hexosen traten Arabitol und Mannitol immer dann in meßbaren Konzentrationen auf, wenn die Muster verpilzte

Karyopsen enthielten (Flamme u.a., 1981). Um das Wirkungsprofil der getreideeigenen von den Pilzenzymen besser trennen zu können, wurden auswuchsfreie Karyopsen über längere Zeit bei 105°C oder kurzzeitig in einer Mikrowelle (Dörfer, 1985) erhitzt. Anschließend wurden die enzymfreien, nichtkaramelisierten Karyopsen mit Fusariumbrühe überimpft. Die verpilzten Muster zeigten das erwartete Pilzzuckerchromatogramm, in dem nur Arabitol und Mannitol neben Saccharose und Beta-Maltose angezeigt wurden. Zucker und Zuckeralkohole lassen sich mit Wasser und Methanol gut aus Schrot (Mehl) extrahieren. Nach Verdampfen des Lösungsmittels werden die Rückstände in flüchtige Aldonitrilacetate umgewandelt und gaschromatographisch getrennt.

Wird mit Wasser extrahiert, so läuft dabei stets eine Autolyse ab.

Aus den Zuckerchromatogrammen können folgende Informationen gewonnen werden:

- das Vorhandensein von Maltose im Methanol-extrakt zeigt starken Auswuchs an,
- aus der Summe der in wässriger Suspension autolytisch gebildeten Zucker kann auf die Verarbeitungseigenschaften geschlossen werden (Maltosezahl)
- Arabitol, das stets in Spuren vorhanden ist, und Mannitol, das erst bei stärkerem Pilzbefall auftritt, können zur Quantifizierung des Pilzbefalls der Karyopsen genutzt werden (Tab. 1)
- die auswuchsfesten Sorten zeigen erwartungsgemäß einen geringeren Pilzbefall (Abb. 3)

Tabelle 1: Mannitolgehalt (mg/g) von Winterroggen der Ernten 1976-1982					
	Gelb- reife	Voll- reife	Überständig- keit		Provokation Klimakammer
1976		0,14			1,38
1977		0,45			
1978		0,21			
1979	0,13	0,19	0,13	0,19	1,04
1980	0,21	0,35	0,56	0,80	0,79
1981	0,19	0,14		0,36	0,67
1982	0,06	0,07	0,15	0,42	0,47

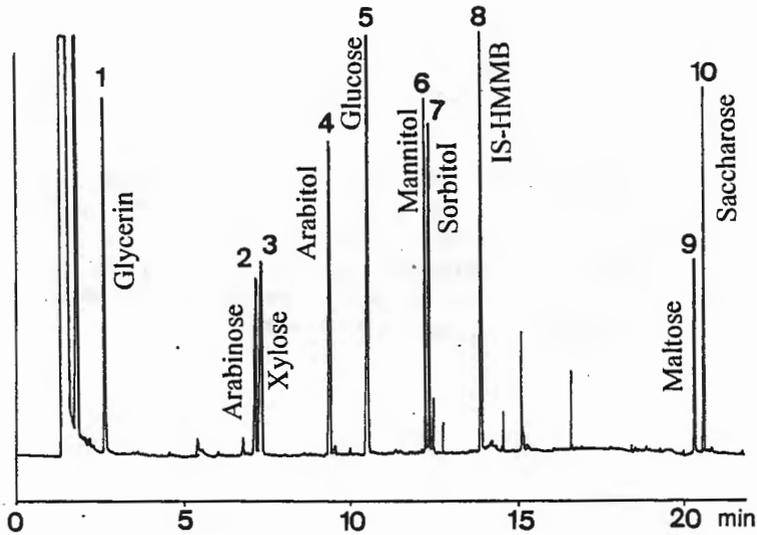


Abb. 1: Gaschromatogramm der Aldonitrilacetate von Zucker und Zuckeralkoholen (Standardchromatogramm)

Derivatisierung

Schrot (Mehl) wird im Soxhlet mit Petrolether entfettet und dann mit Methanol extrahiert (1 g Schrot/100 ml). 20 ml bzw. 40 ml Pyridin, der 25 mg Hydroxylaminhydrochlorid und den inneren Standard enthält (z.B. β -Phenylglucopyranosid oder Hexakis-(methoxymethyl)benzen), wird zugegeben und 30 min auf 90°C erwärmt. In einem Scheidetrichter wird das abgekühlte Reaktionsgemisch mit 10 ml Eiswasser und 2 ml Chloroform ausgeschüttelt. Die Chloroformphase wird abgetrennt und mit Magnesiumsulfat getrocknet. Die so derivatisierten Proben werden chromatographiert.

Gerät	:	HP 5890 II
Säule	:	Ultra 2
L.	:	25 m
ID	:	0.2 mm
Film	:	0.33 μ m
Trägergas	:	1.1 ml/min H ₂
Split	:	1 : 60
Temperatur	A	: 180 °C
	B	: Heizrate 10°/min
	C	: 325°C (3 min)
Injektion	:	3 μ l

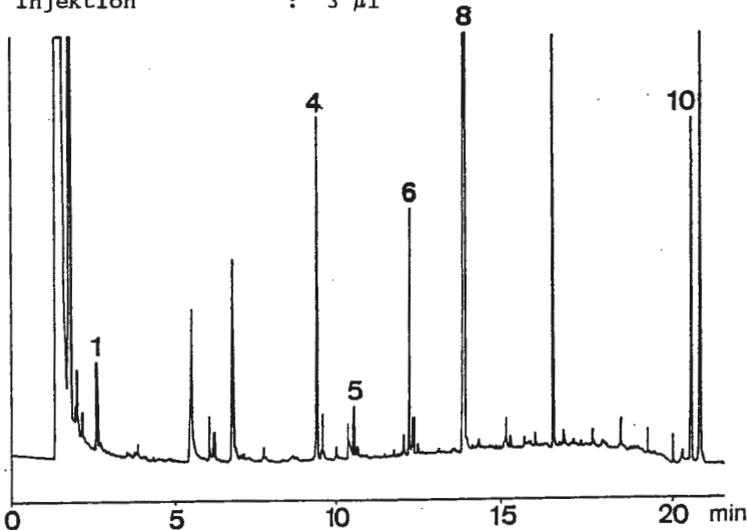


Abb. 2: Gaschromatogramm der Aldonitrilacetate von Zuckern und Zuckeralkoholen der Weizensorte Alcedo-infiziert

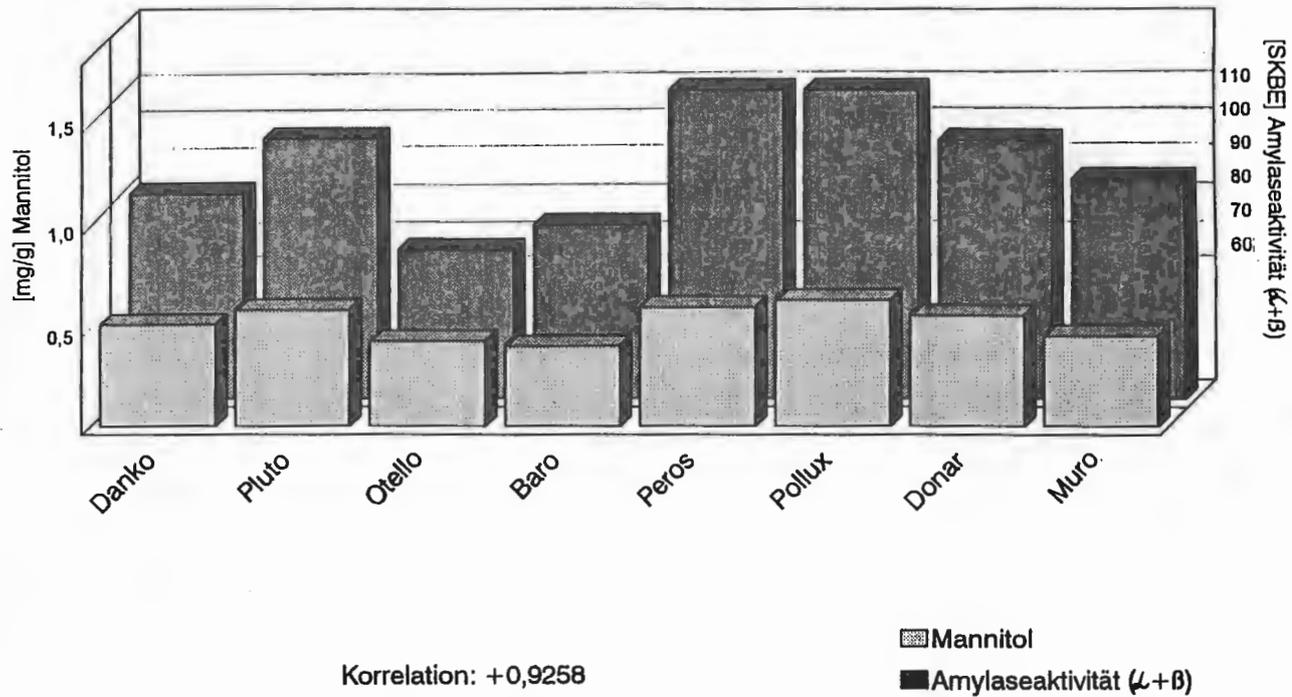


Abb. 3: Der Gehalt an freiem Mannitol und die Aktivität der Amylasen ($\alpha + \beta$) in überständigem Roggen) (8 Wiederholungen pro Prüfglied)

Über die Messung der Helligkeit bzw. Farbigkeit auf der Basis der Reflexion lassen sich quantitative Informationen über den Pilzbefall gewinnen, wenn die aus den Normfarbwerten errechenbaren Farbgrößen Helligkeit und der Rot- und Gelbanteil vorliegen (Flamme, 1985). Ohne zusätzliche Messungen sind Aussagen über Farbpigmente im Getreidekorn möglich.

In der getreideverarbeitenden Industrie wird neben den bekannten Qualitätsparametern die Ganzkornreflexion von Roggenschrot gemessen. Verpilzte Muster sind durch eine verminderte Reflexion zu erkennen. Die Methode ist auch auf Zuchtmaterial gut anwendbar. Besonders in der Überständigkeit zeigen die auswuchsfesten Sorten einen deutlich geringeren Abfall in der Ganzkornreflexion (Tab. 2).

Aus Populationen des rezessiven Kurzstrohroggens (Dill, 1983) wurden fusariumbefallene Karyopsen ausgelesen und mit der Reflexion der fusariumfreien Karyopsen verglichen (Tab. 3). Die Reflexion, gemessen mit dem Leukometer, fiel durch den Fusariumbefall von 24,82 auf 17,84. Die mit dem Farbmeßgerät Momcolor (Fa. MOM, Budapest) gemessene und nach Hunter berechnete Helligkeit L_{HUNTER} fiel von 52,57 auf 46,61.

Die nicht befallenen Karyopsen des rezessiven Roggens unterschieden sich in der Helligkeit nur geringfügig ($\Delta L = 1,64$ bis $-2,38$) von denen der Sorte "Janos" ($\Delta L = 0$).

Die Hunter-Farbwerte bestätigen den optischen Eindruck. Die Farbunterschiede (ΔE) zu den fusariumfreien Karyopsen des rezessiven Roggens sind deutlich bis sehr deutlich ($\Delta L = 2,45$ bis $4,73$) und für die Karyopsen mit Fusariumbefall stark bis sehr stark ($\Delta L = 7,12$ bis $17,96$) ausgeprägt. Die Rot- und Gelbanteile (Δa und Δb) nehmen zu.

Tabelle 2: Änderung der Reflexion von Roggenschrot (Ganzkornreflexion) in Abhängigkeit vom Erntetermin. Der Reflexionsgrad wurde mit dem Leukometer bei 459 nm (Blaufilter) ermittelt (Flamme, 1985)							
Sorte/ Stamm	Erntetermin				Mittel- wert	Diffe- renz 1 - 4	Manni- tol- gehalt
	1	2	3	4			
Reflexion (%)							% zu Janos
Janos	26,3	25,3	24,8	24,7	25,3	1,6	100
Dank. Zlote	26,4	26,5	25,9	24,4	25,8	2,0	96
Otello AF	24,4	24,3	23,8	23,6	24,0	0,8	70
Donar (AF)	27,8	27,3	26,0	25,2	26,6	2,6	93
Muro AF	28,6	28,1	27,6	27,8	28,0	0,8	85
Epos	25,3	25,6	24,7	23,9	24,9	1,4	109
Baro AF	25,1	25,0	24,6	24,8	24,9	0,3	63
AF : in der Aufwuchsfestigkeit verbessert Mannitolgehalt von Janos: 0,54 mg/g Schrot							

Tabelle 3: Änderung der Helligkeits- und Farbwerte von Roggenkaryopsen durch Fusariumbefall, ermittelt an Roggenschrot (Flamme, 1985)

Sorten/Stämme	X	Y	Z	G	ΔE	ΔL	Δa	Δb	H ¹⁾
1 Stamm 1	26,83	26,74	21,60	0,57	2,45	-1,34	-0,48	1,99	24,50
2 Stamm 1 F	20,02	19,40	12,69	1,20	10,09	-9,00	1,46	4,31	16,20
3 Stamm 2	29,13	28,94	23,30	0,53	2,65	0,75	-0,08	2,54	25,90
4 Stamm 2 F	23,40	22,62	14,87	1,03	7,90	-5,49	2,00	5,32	18,50
5 Stamm 3	26,03	25,67	19,95	0,66	3,62	-2,38	0,44	2,68	23,10
6 Stamm 3 F	18,28	22,41	15,59	0,54	17,96	-5,71	-16,51	4,17	18,80
7 Stamm 4	27,94	27,04	22,64	0,56	2,79	-1,05	2,31	1,15	25,60
8 Stamm 4 F	25,43	24,08	17,04	0,90	7,12	-3,98	4,03	4,32	19,50
9 Stamm 5	30,68	29,91	22,88	0,60	4,73	1,64	1,83	4,04	25,00
10 Stamm 5 F	21,18	20,26	13,17	1,19	9,68	-8,04	2,63	4,72	16,20
11 Janos	28,36	28,14	24,78	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	27,45
12 Janos F ²⁾	19,77	19,11	11,07	1,42	11,29	-9,33	1,63	6,15	14,70
13 Janos F ²⁾	10,47	9,62	4,74	3,51	22,53	-22,03	3,38	3,21	8,80

- F: Karyopsen mit visuell erkennbarem Fusariumbefall
 1): mit dem Leukometer analog der Mehlhelligkeit bestimmte Werte
 2): in der Feuchtekammer provozierte und stark verpilzte Karyopsen der Sorte "Janos"

X,Y,Z Normfarbewerte
 G Gelbwerte
 ΔE Farbdifferenz zur Sorte "Janos"
 ΔL Differenz Hunter-Farbwerte zur Sorte "Janos"
 Δa Differenz Rotanteil
 Δb Differenz Gelbanteil
 H Helligkeit

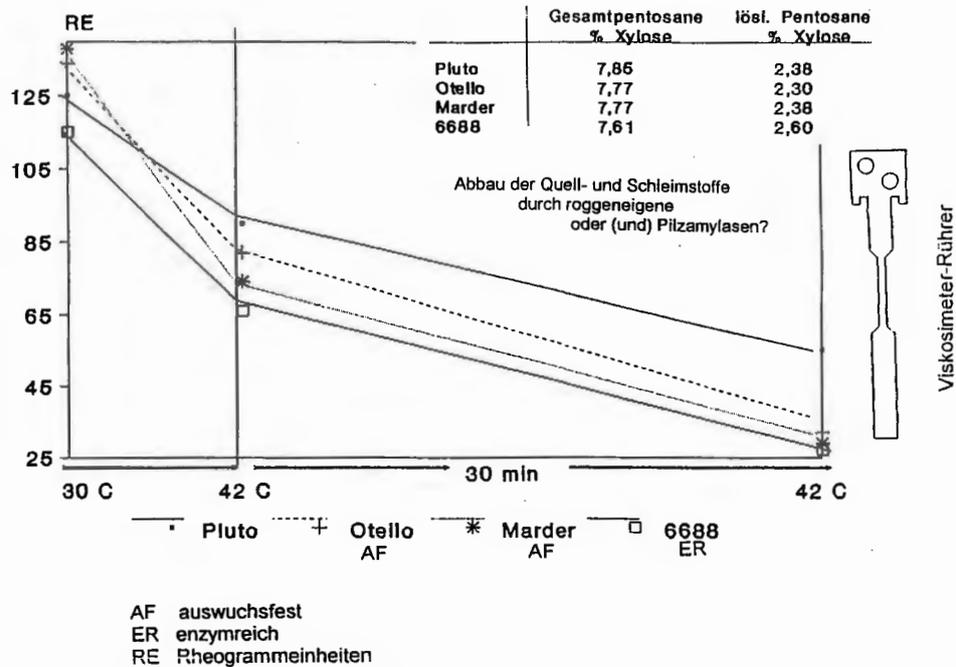
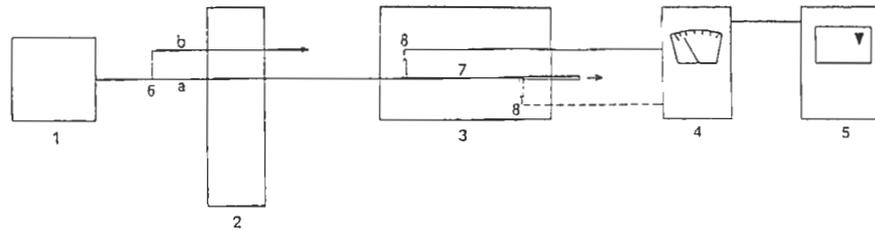


Abb. 4: Autolyse von Roggenschrot im modifizierten Rotationsviskosimeter (Quellkurven)



- 1 Probenspeicher
- 2 Dosierpumpe
- 3 Thermostat (20°C)
- 4 Auswertegerät
- 5 Schreiber
- 6 Luftabscheider
- 7 Kapillarrohr
- 8 Druckaufnehmer

- a Probe 13ml/min
- b Abfall 0,4 -"-

Abb. 5: Fließschema zur automatischen Viskositätsbestimmung (Flamme 1985b, 1988)

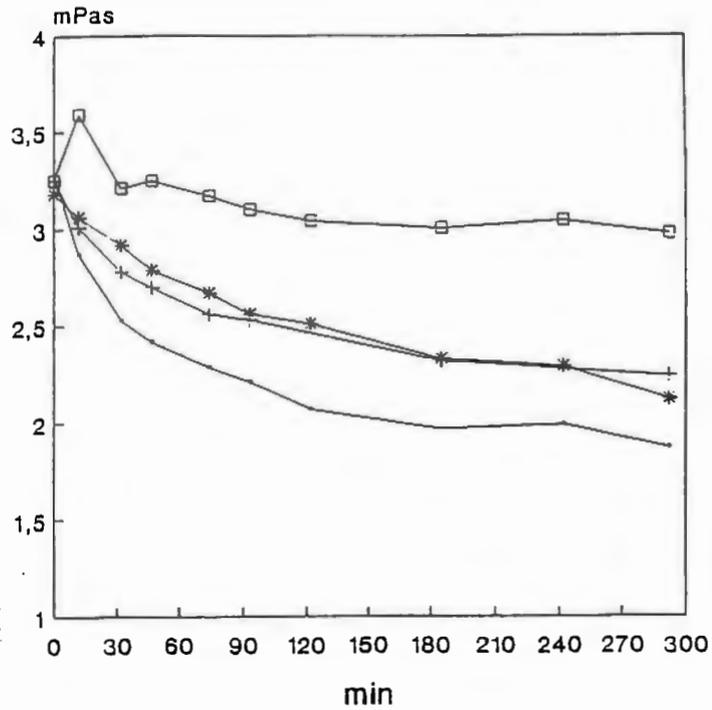


Abb. 6: Pentosanaseaktivität (Substrat 0,35 g Roggenpentosan/100 ml)

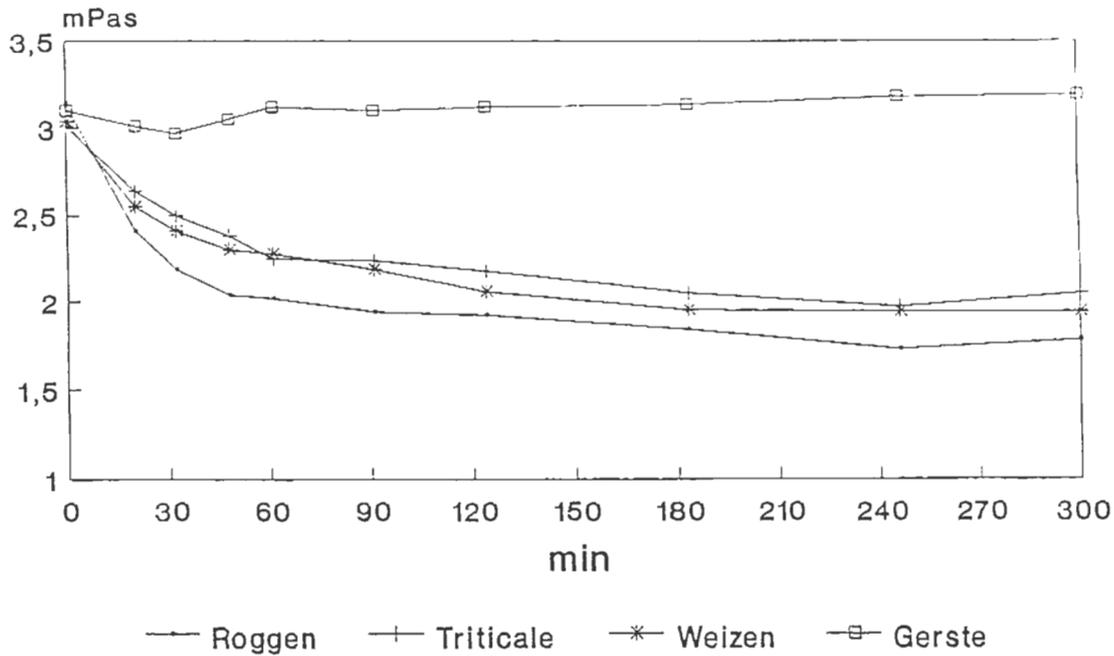


Abb. 7: Cellulaseaktivität (0,5 g Carboxymethylcellulose [CMC]/100 ml)

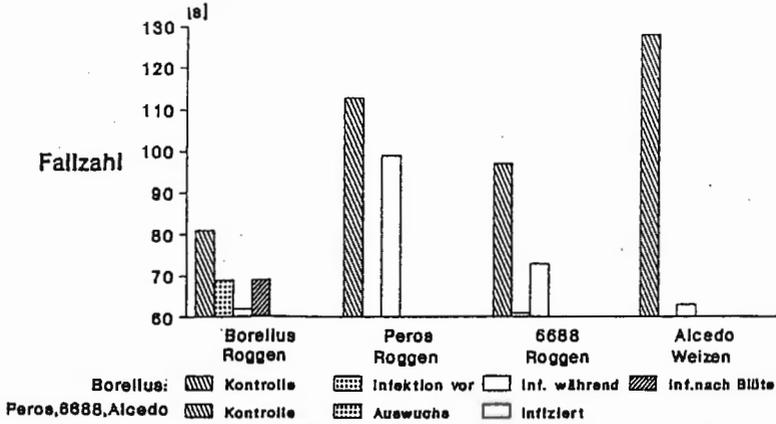


Abb. 8: Fallzahlen (9g/25 ml) von gesunden, ausgewachsenen und pilzbefallenen Karyopsen von Roggen und Weizen

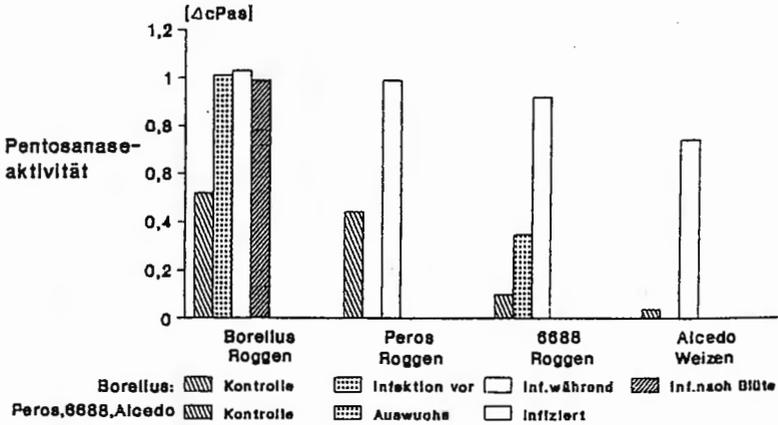


Abb. 9: Pentosanaseaktivität von gesunden, ausgewachsenen und pilzbefallenen Karyopsen von Roggen und Weizen. Die Aktivität wurde viskosimetrisch mit einem hochviskosen Roggenpentosan ermittelt und als Viskositätsabnahme ausgewiesen (FLAMME u.a., 1988)

Die Kaltquellung der Nichtstärkepolysaccharide läßt sich durch Quellkurven oder über die Extraktviskosität bestimmen. Technisch bedeutsame und züchterisch bearbeitete Substanzen im Getreide sind Pentosane und Beta-Glucane. Im Bereich höherer Temperaturen dominiert die Stärke, die in Abhängigkeit von Getreideart und -sorte in wässrigen Medien zwischen 50°C und 90°C verkleistert. Mit einem modifizierten Rotationsviskosimeter werden Verkleisterungs- bzw. Quellkurven von Suspensionen aus 10 ml Wasser und 1,5 g bzw. 3 g Schrot (Mehl) aufgenommen.

Außer der Viskosität der Biopolymeren ist über den Viskositätsabfall die Aktivität der zellwandlytischen Enzyme aus der Quellkurve (Abb. 4) und die Aktivität der Amylasen aus der Verkleisterungskurve bestimmbar.

Zur Viskositätsmessung von Extrakten dient ein einfaches System aus Probenspeicher, Dosierpumpe, weglos arbeitendem Druckmesser und Kapillare (Abb. 5). Neben der Viskosität der Extrakte können über viskose Substrate sehr gut die sonst schwer zugänglichen Hydrolaseaktivitäten bestimmt werden. Dazu läßt man die wässrigen Getreideextrakte auf ausgewählte Substrate wie

- Carboxymethylcellulose (Celluloseaktivität; (Abb. 6)
- Roggenpentosane (Pentosanasen); (Abb. 7)

über eine der Aktivität angepaßten Zeit einwirken und mißt im automatischen Durchflußviskosimeter den Viskositätsabfall. Mit zunehmendem Pilzbefall steigt die Aktivität der Hydrolasen. Die Infektion von Roggenpflanzen vor, während und nach der Blüte mit Fusariumbrühe ergibt einen starken Anstieg der Pentosanaseaktivität, wie er bei ausgewachsenen Mustern in keinem Fall registriert wurde (Abb. 8, 9).

Zusammenfassung

Ungünstige Witterungsbedingungen besonders im Erntezeitraum verschlechtern durch erhöhten Auswuchs und (meist nachfolgenden) Pilzbefall der Ähren und Karyopsen die Keimfähigkeit von Saatgetreide sowie die Verarbeitungseigenschaften von Nahrungs-, Futter- und Industriegetreide.

Für die Ermittlung der Auswuchsneigung und des Pilzbefalls der Getreidekaryopsen wurden züchtungsrelevante Methoden auch für die Einzelpflanzenanalyse entwickelt, die auf bewährten Standardmethoden basieren und (oder) sich methodisch gut in das konventionelle Qualitätskontrollsystem für Getreide einfügen.

Dazu gehören

- die Aktivität der Amylasen und der zellwandlytischen Enzyme
- die Aufnahme von Quell- und Verkleisterungskurven
- die Bestimmung der Zuckerzusammensetzung, des Zuckergehaltes und des Zuckerbildungsvermögens
- die gaschromatographische Bestimmung des Gehaltes von Mannitol und Arabitol (Zuckeralkohole)
- die Bestimmung der Reflexion von Schrot (Mehl) im visuellen und NIR-Bereich

Sowohl die natürlich Infektion in "Auswuchsjahren" als auch die gezielte Infektion im Blühzeitraum mit *Fusariumbrühe* ergaben für die auswuchsanfälligen Getreideformen einen erhöhten Besatz mit Schimmelpilzsporen (Weissbach, F.; Kwella, M., 1986) und einen stärkeren visuellen Befall der Ähren und Körner mit Schimmelpilzen, was durch die chemischen und physikalischen Methoden untermauert werden konnte.

Literatur

- Dill, P.*, 1983: Zur züchterischen Verbesserung der Kornmasse bei Winterroggen. Arch. Züchtungsforsch., Berlin 13, 157-168
- Dörfer, J.*, 1985: Untersuchung zur Isolierung, biochemischen Charakterisierung und technologisch-funktionellen Bedeutung hemicellulolytischer Enzyme des Roggens. Dissertation, Humboldt-Univ. Berlin
- Flamme, W., B. Stölken, M. Passenheim*, 1981: Zucker im Roggenkorn. Tag. Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin 195, 53-68
- Flamme, W.*, 1985: Beiträge zur Chemie des Roggens. Habilschrift, Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin
- Flamme, W., B. Stölken, U. Neumann, A. Winkel*, 1988: Problems in Breeding and Processing of Cereals. Proc. XI EUCARPIA-Congr. Warszawa 1986, Hodowla, 215-219
- Weissbach, F., M. Kwella*, 1986: Schimmelpilzbefall und Futtergetreidequalität. Teil 1: Biologische Grundlagen. Teil II: Methode zur Qualitätsbeurteilung. Tierzucht 40 (1986) 10, S. 457-460, S. 552-555

Gentechnik im Ernährungsbereich - Chance oder Risiko?

K.-D. Jany und R. Greiner
(Bundesforschungsanstalt für Ernährung
Engesserstr. 20, W-7500 Karlsruhe 1)

1. Einleitung

Biologische Systeme werden seit Jahrtausenden zum Wohle und Nutzen des Menschen eingesetzt, wobei gerade hier der weite Bereich der Gewinnung und Veredelung von Nahrungs-, Genußstoffen und Lebensmitteln im Vordergrund stand und noch steht. Im Laufe der menschlichen Entwicklung erfolgte zunächst über den unbewußten, mehr zufälligen Einsatz dieser Systeme eine bewußte und schließlich eine sehr zielgerichtete Anwendung solcher Systeme, wie Zellkulturen, Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere. Heute können Verfahren der Stammoptimierung bei Mikroorganismen, der Züchtung von Pflanzen und Tieren und die Gewinnung von Produkten unter dem Oberbegriff "Biotechnologie" zusammengefaßt werden. Innerhalb der Biotechnologie stellt die Gentechnik nur einen Teilbereich dar und liefert das methodische Spektrum zur Veränderung von Organismen. Bei der klassischen Züchtung wird immer das gesamte Erbmaterial zwischen zwei artgleichen Organismen neu gemischt, rekombiniert, und die Nachkommen auf die gewünschte Eigenschaft selektiert. Bei der Gentechnik wird dagegen sehr genau definiertes Erbmaterial, in der Regel ein Gen, in das Erbmaterial neu eingeführt und alle Nachkommen weisen auch diese gewünschte Eigenschaft auf. Im Gegensatz zur Züchtung/Stammoptimierung ist allerdings die Gentechnik nicht an die Artgrenzen gebunden. Sie ermöglicht es, daß z.B. Erbinformationen zwischen Bakterien und Pflanzen oder Tieren und Mikroorganismen übertragen werden können. Die Gentechnik hat der klassischen Biotechnik vielfältige neue Produktionsverfahren eröffnet.

2. Anwendungsgebiete

Im Agrar- und Lebensmittelsektor liegt ein sehr großes Potential für den Einsatz der Gentechnik. Sie bietet die Möglichkeiten der Arbeitserleichterung in bäuerlichen Betrieben, der hygienisch einwandfreieren industriellen Produktion von Nahrungsstoffen, des sparsamen Umgangs mit unseren natürlichen Ressourcen, der Entlastung unserer Umwelt bis hin zur Entwicklung ernährungsphysiologisch hochwertiger und gesundheitsfördernder Lebensmittel sowie der Absicherung der Nahrungsversorgung. In diesen Sektoren wird die Gentechnik ihre breiteste Anwendung finden, falls sie von der Bevölkerung auch akzeptiert wird.

Im Agrar- und Lebensmittelsektor hat die Gentechnik in sechs Hauptbereichen Eingang gefunden:

1. Fermentative Gewinnung von Einzelsubstanzen mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen und Zellen pflanzlicher oder tierischer Herkunft. Mit und aus diesen Organismen werden Enzyme, Proteine (Chymosin, Impfstoffe), Hormone (rbST, rpST-Wachstumshormone), Aminosäuren, Aromen und Vitamine hergestellt. Gemeinsam ist all diesen Produkten, daß sie keine gentechnisch veränderten Organismen (GVOs) oder rekombinationsfähige Desoxyribonucleinsäuren (DNA) enthalten.
2. Gentechnisch veränderte Mikroorganismen im Brauergewerbe, in der Fleisch- und Milchverarbeitung als Starterkulturen sowie in Frischkost-Lebensmitteln als Schutzkulturen. Bei den Lebensmitteln muß unterschieden werden, ob lebende rekombinationsfähige Organismen im verzehrsfertigen Lebensmittel (z.B. Kefir, Wurst) verbleiben, inaktiviert (z.B. Brühwurst, Joghurt) oder entfernt (Bier, Wein) werden.

3. Transgene Pflanzen mit eingebrachten Resistenzen gegenüber Herbiziden, Fungiziden und Insektenbefall sowie gegen Streßfaktoren wie Trockenheit oder Salz. Transgene Pflanzen mit der Fähigkeit der Fixierung von Stickstoff aus der Luft, mit Systemen, die Lagerfähigkeit von Früchten und Gemüse erhöhen sowie mit speziellen Syntheseleistungen.
4. Transgene Tiere mit erhöhten Produktions- und Reproduktionsleistungen, Resistenzen gegenüber Krankheiten oder spezielle Syntheseleistungen.
5. Lebensmittelüberwachung zur Qualitätskontrolle und -sicherung sowie zum Nachweis von Lebensmitteln mit gentechnisch veränderten Organismen.
6. Individuelle Ernährungsberatung.

In den letzten beiden Bereichen kommt die DNA-Sonden-Hybridisierungstechnik zur Identifizierung bestimmter DNA-Abschnitte oder zum Nachweis von pathogenen Mikroorganismen auf der DNA-Ebene zur Anwendung.

Die Entwicklungen in den einzelnen Anwendungsgebieten sind mit Ausnahme der transgenen Tiere (Fische ausgenommen) in den meisten Fällen weit über das Experimentierstadium fortgeschritten und eine Reihe von Produkten haben bereits die Marktreife erhalten oder mit ihrem Inverkehrbringen kann in naher Zukunft gerechnet werden. Nach unseren Untersuchungen sind gegenwärtig in Deutschland keine Lebensmittel auf dem Markt, die mit gentechnischen Methoden ver- oder bearbeitet werden.

3. Abschätzung der Risikopotentiale

Lebensmittel und -zutaten aus klassischen biotechnischen Verfahren werden im allgemeinen akzeptiert. Mit der Vorsilbe "Bio-" wird oft "natürlich, gut und gesund" assoziiert. Diese Lebensmittel sind dem Verbraucher bekannt und aus langer Erfahrung sicher. Lebensmittel und -inhaltsstoffe aus gentechnischen Verfahren

werden weitgehend abgelehnt. Mit der Vorsilbe "Gen-" wird meist "unnatürlich, gesundheitlich unsicher und gefährlich" assoziiert. Diese Lebensmittel, heute als "Novel Foods" bezeichnet, sind für den Verbraucher unbekannt und daher suspekt. Die Ablehnung der Gentechnik und dieser Novel Foods erfolgt teils aus Unkenntnis oder Überschätzung der Möglichkeiten der Gentechnik, teils aus Überzeugung, aber auch durch gezielte Angst-mache. Der Verbraucher wird durch Äußerungen wie

"Gen-Manipulation solcher Art auch noch in unseren täglichen Lebensmitteln wie Frischobst und -gemüse wird eines Tages genauso verheerend auf den menschlichen Organismus wirken wie die radioaktive Bestrahlung von Lebensmitteln, Gewürzen und wie die Verarbeitung von verschiedenen Hormonspritzkuren bei Tieren und von Giften verseuchtem Tierfutter " (L. Eiert)

verunsichert und muß den Eindruck gewinnen, daß der Einsatz der Gentechnik im Ernährungsbereich ein Risiko darstellt. Häufig wird auch der Eindruck geweckt, daß Lebensmittel auf geheimnisvolle Weise quasi in einer "Hexenküche" hergestellt, völlig ungeprüft auf ihre gesundheitliche Unbedenklichkeit dem Verbraucher als Versuchskaninchen untergeschoben werden. Das Gegenteil ist der Fall: Alle Lebensmittel unterliegen einer eingehenden toxikologischen Prüfung für vorsorglichen Gesundheitsschutz. Auch bei gentechnisch hergestellten Lebensmitteln steht gemäß der EG-Freisetzungsrichtlinie und dem deutschen Gentechnikgesetz die Sicherheit des Verbrauchers im Vordergrund und erst nach umfangreichen Prüfungen auf das mögliche Gefährdungspotential und nach einem Genehmigungsverfahren kann das neuartige Lebensmittel oder die -zutat Inverkehr gebracht werden.

Das Gefährdungspotential wird für die Produkte aus den Anwendungsbereichen 1-4 als zunehmend erachtet.

1. Anwendungsbereich: Die Produkte aus dieser Gruppe weisen ein geringes bzw. kein Risikopotential auf. Die Produkte sind seit langem bekannt und werden mit Hilfe von gentechnisch veränderten Organismen,

die aber bereits als "Wildtyp" eine lange sichere Produktionstradition aufweisen, gewonnen und meist in aufgereinigter Form eingesetzt. Die gentechnisch gewonnene Einzelsubstanz unterscheidet sich nicht von der traditionell hergestellten. Neu können aber die Kontaminanten im Anwendungspräparat sein und von diesen "Verunreinigungen" könnte ein toxikologisches Risiko ausgehen. Alle Proteine, auch die traditionell hergestellten, besitzen ein allergogenes Potential und können unter bestimmten Bedingungen bei bestimmten reaktiven Personen allergische Reaktionen auslösen. Gentechnisch hergestellte Proteine weisen kein höheres allergogenes Potential auf. Allerdings gibt es für die Risikobetrachtung noch keine echten Prüfverfahren auf das mögliche allergogen Potential von Protein.

2. Anwendungsbereich: Hier muß unterschieden werden zwischen Lebensmitteln, mit und ohne rekombinationsfähigen Organismen. In Lebensmitteln ohne lebende GVOs stellt die DNA aber auch die rekombinierte DNA kein toxikologisches Risiko dar. Zur Abschätzung des Risikopotentials muß das eingebrachte Genkonstrukt, das Genprodukt sowie der Empfängerorganismus in seiner Wildform und als Rekombinat betrachtet werden. Das Genkonstrukt muß unmobilisierbar in den Vektor oder das Chromosom des Empfängerorganismus integriert werden. Bei mikrobiellen GVOs sollte der Gentransfer mit der Darmflora nicht möglich sein. Die Genkonstrukte dürfen keine Nucleinsäure-Sequenzen aufweisen, die für Antibiotikaresistenzen oder für Toxine codieren. Die Möglichkeit der Synthese von unerwünschten Stoffwechselprodukten ist ins Auge zu fassen.

Bei heterologen und insbesondere homologen Rekombinationen aus und mit in der Lebensmitteltechnologie traditionell verwendeten und als gesundheitlich unbedenklich eingestuft Organismen ist das Risikopotential a priori nicht höher als bei der konventionellen Stammoptimierung.

- 3./4. Anwendungsbereich: Eßbare und gesund aussehende Pflanzen und Tiere werden im allgemeinen als sicher angesehen. Bei gentechnisch veränderten Organismen muß das Gefährdungspotential aus dem Genkonstrukt, seiner Integrationsauswirkung (Positionseffekte) auf die Expression oder Reprimierung anderer Gene abgeschätzt werden. Auf neue Produkte oder auf mögliche Konzentrationsveränderungen in den Stoffwechselprodukten ist zu achten. Bei allen Produkten sind die Zubereitungs- und Verzehrsgewohnheiten ins Auge zu fassen.

Gentechnische Verfahren sind, wie Millionen von Experimenten und mehr als 1000 Freisetzungen gezeigt haben, sicher. Die potentiellen Risiken der Gentechnik sind bezogen auf das Verfahren, die Neukombination von genetischem Material, weder anders einzuschätzen noch grundsätzlich anders geartet als bei der klassischen Züchtung. A priori sind gentechnisch hergestellte oder bearbeitete Lebensmittel, Zusatz- oder Hilfsstoffe nicht unsicherer oder bergen neuartige und höhere Risiken als konventionell gewonnene. Die Gentechnik ist eine neue Technik und mit jeder Einführung neuer technologischer Verfahren sind Nutzen und Risiko verbunden; hier macht die Gentechnik keine Ausnahme. Deshalb sind in Einzelfall-Prüfungen die möglichen Auswirkungen der gentechnischen Änderungen des GVOs und seines Produktes auf Gesundheit und Ökologie nach dem Stand des Wissens zu analysieren und abzuwägen. Die neuartigen Lebensmittel täuschen den Verbraucher nicht über die Qualität oder Frische. Für die freie Wahlmöglichkeit und zum Vorteil des Verbrauchers sollte über eine informative und produktgerechte Kennzeichnung von gentechnisch hergestellten Lebensmitteln diskutiert werden.

4. Nutzen-Risiko-Analyse

Der Einsatz der Gentechnik im Ernährungsbereich bietet augenscheinlich nur Vorteile für den Produzenten von Nahrungsstoffen und Lebensmitteln bzw. für den Produzenten der GVOs. Gegenwärtig wird die Gentechnik häufig

nur unter den Möglichkeiten einer vermehrten, schnelleren und billigeren Erzeugung von Lebensmitteln betrachtet. Unter diesen Gesichtspunkten fällt im Hinblick auf die Überproduktion in den Industriestaaten die Nutzen-Risiko-Analyse negativ aus. Sie ist aber positiv für Drittweltländer, wenn diese eigenständig an den neuen Technologien teilhaben und sie zur Produktionserhöhung im landwirtschaftlichen Bereich nutzen können. Vorteile und Chancen für den Verbraucher werden meist verneint oder nicht gesehen. Ihr Einsatz im Ernährungsbereich bietet aber vielfältige Chancen in Bezug auf hygienische Absicherung, Erhöhung der ernährungsphysiologischen Wertigkeit und Qualität von Lebensmitteln. Sie eröffnet auch Möglichkeiten zur Herstellung spezieller Diäten und zur Senkung ernährungsbedingter Erkrankungen.

Im Agrarbereich ermöglicht die Gentechnik die zielgerichtete Übertragung von genetischem Material für neue Eigenschaften in Pflanzen und Tieren und beschleunigt die traditionelle Züchtung. In der Pflanzenzucht bietet sich die Chance zur Produktion von konkurrenzfähigen nachwachsenden Rohstoffen.

5. Literatur

Jany, K.D., 1992: Gen- und Biotechnologie im Ernährungsbereich. in "Biotechnologie im Ernährungsbereich (Jany, K.D. und Tauscher, B. eds) pp. 7-36; Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe ISSN 0933-5463

Jany, K.D., 1992: Einsatz der Gentechnik in der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung. Ernährungsumschau 39, 479-487.

Der Einfluß von Kulturmaßnahmen auf den Tomatengeschmack

J. van der Roest

**(Institut für Informationstransfer, Bereich Pflanzenproduktion
(IKC-AT), Ede, Niederlande)**

J. Janse

(Versuchsanstalt für Gewächshauskultur, Naaldwijk, Niederlande)

Einführung

Der Geschmack der Tomate steht heute im Mittelpunkt der Diskussion, allerdings nur all zu oft in negativem Sinne. Schon aus diesem Grund muß der sensorischen Qualität der Tomate große Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Versuchsanstalt in Naaldwijk untersucht schon seit längerer Zeit den Einfluß von Kulturmaßnahmen auf den Tomatengeschmack. Die Versuche zeigten, daß der Erzeuger verschiedene Möglichkeiten hat, um wohlschmeckende Tomaten auf den Markt zu bringen.

Kulturmaßnahmen

Um den Geschmack zu verbessern, können während der Kultur verschiedene Maßnahmen getroffen werden. Allerdings geht damit oft eine Ertragsminderung einher. Durch eine bewußte Sortenwahl und Kombinieren von Kulturmaßnahmen kann dem einigermaßen gegengesteuert werden. Deswegen wird bei der Sortenbewertung und der Gebrauchswertuntersuchung heute auch der Geschmack beurteilt. Schließlich ist die Sortenwahl die Basis für den Wohlgeschmack der Tomate. Während der Kultur kann dann durch die Temperatur, die Nährlösung, die Pflanzweite und die Intensität der Entblätterung auf eine Verbesserung des Geschmacks hingewirkt werden.

Die Sortenwahl

Die Standardsorte für (runde) Tomaten ist momentan *Pronto*. Im Geschmack ist *Gourmet* ihr überlegen. Dafür ist diese Sorte jedoch weniger haltbar (um 15 %). Der

Geschmacksvorteil von *Gourmet* macht sich vor allem während der ersten zehn und der letzten Wochen der Ernte bemerkbar. Im Sommer ist der Unterschied weniger groß. Nun sollte sich das niederländische Angebot nicht nur im Punkte Aussehen, sondern auch im Punkte Geschmack profilieren. Dazu muß eine geschmacklich höherwertige Tomate produziert werden. Dieses Jahr haben die Auktio-nen in begrenztem Umfang damit angefangen, Tomaten von besonderer Geschmacksqualität gesondert zu vermarkten.

Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit

Geschmacksverbesserung kann auch durch Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit erreicht werden. Durch die festere Schale wird zudem die Haltbarkeit vergrößert. Die Qualitätsverbesserung wird jedoch mit einer Er-tragsminderung erkauft, die zum Teil dem Auftreten von Blütenendfäule zuzuschreiben ist. Früher rechnete man mit 5 % Minderertrag je Punkt eL-Erhöhung. Nach einer englischen Untersuchung kann jedoch bei Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit bis zu einem eL-Wert von 6 mS je cm eine leichtere Ertragsminderung erreicht werden, wenn in der Nährlösung nur die Natriumdosierung erhöht wird. Dieses Ergebnis wurde in niederländischen Versuchen bestätigt. Im Hinblick auf den Geschmack er-scheint Erhöhung der eL durch NaCl sehr attraktiv. Allerdings könnte die Haltbarkeit dadurch beeinträch-tigt werden. Das wird 1993 weiter erforscht. Bei höhe-erer elektrischer Leitfähigkeit (6 statt 3) ist die Frucht im allgemeinen schmackhafter und besser haltbar, allerdings auch etwas weicher und zähschaliger. Der Trockenstoffgehalt ist höher: Die Frucht enthält also weniger Wasser.

Erhöhung der Temperatur

Im Frühling kann man durch eine höhere Heiztemperatur höhere Inhaltsstoffgehalte und dadurch einen besseren Geschmack erzielen. Auch der Trockenstoffgehalt ist dann höher. In der Praxis bedeutet das Heizung bis auf 20 °C statt 18 °C. Im Sommer, wenn die Außentemperatu-ren vielfach höher sind, hat dies wenig Sinn. Bei die-ser Kulturmaßnahme ist der Ertrag kaum geringer, die Haltbarkeit dagegen etwas kürzer.

Größere Pflanzweite

Geschmacksrelevant ist auch die Pflanzweite. Untersuchungen haben ergeben, daß vor allem im Frühling bei größerer Pflanzweite eine süßere, weniger saure Tomate erzeugt wird. Ebenso darf als erwiesen betrachtet werden, daß die Tomate dann etwas weniger bißfest ist, dafür aber eine weniger zähe Schale hat. Später muß man die größere Pflanzweite allerdings ausgleichen, indem man einen oder mehrere weitere Triebe wachsen läßt. Um ein gutes Kleinklima zu erzeugen, muß im Sommer nämlich genug Vegetationsmasse da sein. Einen Sinn hat die größere Pflanzweite nur bei der Schnurkultur.

Weniger Entblättern

Welche Effekte das Entblättern hat, dazu hat es verhältnismäßig viele Versuche gegeben. Das extrem intensive Entblättern von vor 15 Jahren wird heute kaum noch praktiziert. Denn die Blätter sind wichtig als "Zuckerproduzenten" der Pflanze. Weniger Entblättern fördert die Haltbarkeit, das Nachverfärben nach der Ernte und den Ertrag, macht allerdings die Ernte arbeitsaufwendiger. Ob viel oder wenig Blatt entfernt wird, hat auch erhebliche Konsequenzen für die Inhaltsstoffe (Zucker und Säuren). Bei weniger Entblättern werden die Tomaten süßer und wenig sauer. Wichtig ist, daß einige Grundregeln eingehalten werden. Bei der Schnurkultur muß Blatt entfernt werden, um die Pflanzen herunterlassen zu können. Ferner muß unter den Pflanzen genug Luftbewegung möglich sein. Das Kriterium dafür, ob Blatt entfernt werden soll oder nicht, ist oft, ob eine Traube reift. Die erntereife Traube muß mehr oder weniger blattfrei sein, darüber können die Blätter dableiben. Eine Ausnahme ist da die Kirschtomate, weil davon drei bis vier Trauben gleichzeitig geerntet werden. Hier muß man also mehr Blatt an den Pflanzen lassen.

Geschmacksbewertung

Geschmack ist nur ein Aspekt der Qualität, aber wohl einer, der immer wichtiger wird. Nun läßt sich über den Geschmack bekanntlich streiten, und die ideale Tomate

wird deshalb wohl niemals erzeugt werden. Dennoch ist es durchaus möglich, mit Hilfe von Probeessern spezifische Geschmackswünsche in den Blick zu bekommen. Pauschal kann man zwei verschiedene Gruppen Probeesser unterscheiden.

Zum einen Verbrauchergruppen von 30 bis 35 Personen. Sie benoten ganz allgemein den angenehmen Eindruck. Meistens wird hier mit einer linearen Punkteskala von 0-100 gearbeitet.

Zum anderen kleinere Expertengruppen von 15 sorgfältig ausgewählten und trainierten Personen, die bestimmte sensorische Unterschiede sehr genau rausschmecken können. Bei der Tomate werden folgende Geschmacksattribute beurteilt: Bißfestigkeit, Schalenzähigkeit, Mehligkeit, Saftigkeit, Süße, Säure und Aroma.

Manchmal wird auch von einer Hausfrauengruppe aus einem bestimmten Land Gebrauch gemacht. Die Gruppengröße kann dann bis zu 60 Personen betragen. Sie bewerten den angenehmen Eindruck, manchmal auch allgemeine Geschmacks-kennzeichen.

**HPTLC - Methode zur quantitativen Bestimmung von Morphin
in *Papaver somniferum* L.**

**W. Schütze, Petra Straka, Th. Nothnagel
(BAZ Quedlinburg, Neuer Weg 22/23, O-4300 Quedlinburg)**

Zielstellung

Untersuchungen zum Morphingehalt bei *Papaver somniferum* L. als Grundlage für die Entwicklung morphinarmer / morphinfreier Mohnformen.

Ziele: Entwicklung charakterisierter morphinarmer / morphinfreier Formen von *Papaver somniferum* L. auf der Grundlage erarbeiteter Kenntnisse der Vererbung des Morphins - Grundlage für den unbeschränkten Anbau von Mohn als Rohstoff zur Backwaren- und Ölherstellung.

1. Etablierung einer HPTLC-Methode zum Nachweis geringer Mengen von Morphin in trockenen Kapseln von *Papaver somniferum* L. und Analyse von Ausgangsmaterial. Entwicklung einer Schnellmethode.
2. Kreuzungen interessanter Formen und Aufbau von Einzelpflanzennachkommenschaften.
3. Erarbeitung von Methoden zur Charakterisierung der Nachkommenschaften hinsichtlich morphologischer und weiterer biochemischer Merkmale.
4. Erfassung der Umweltabhängigkeit des Alkaloidgehaltes, insbesondere des Gehaltes an Morphin.
5. Suche nach Markern für Alkaloid- bzw. Morphingehalt im Material.

Methode

In Anlehnung an ein Verfahren von Jeger (1) zum Nachweis von Morphin bei gerichtsmedizinischen Untersuchungen wurde eine dünnschichtchromatographische Methode entwickelt, die einen sicheren Nachweis von Morphin in *Papaver s.* unterhalb der vom BGA geforderten Grenzkonzentration von 0,01% ermöglicht. Morphin ist in allen Teilen der Mohnpflanze nachweisbar. Der Morphin-gehalt variiert sowohl mit dem Alter der Pflanze als auch durch Umwelteinflüsse (2, 3).

Probenvorbereitung

Die trockene Mohnkapsel, aus der die Samen entfernt werden, wird vom Stiel und von der Blüte gesäubert und leicht zerdrückt. Anschließend wird das grob zerkleinerte Kapselmateriale in einer Mühle (Schwingmühle MM2 v. Retsch) fein gemahlen. Entscheidend für eine gute Reproduzierbarkeit der Morphinbestimmung ist eine hohe Mahlfineinheit und einheitliche Korngröße des Kapselmehls. Dies ist bei Mohnkapseln mit herkömmlichen Schlagmühlen nicht erreichbar. Bei der Untersuchung von Blattmaterial werden die frisch geernteten Blätter bei -25 °C eingefroren und anschließend 24 Stunden in einer Gefriertrocknungsanlage (Alpha 1 d. Fa. Christ) getrocknet. Die weitere Aufarbeitung des Blattmaterials entspricht der der Kapseln. Es werden 100 mg Kapselmehl je Probe eingewogen und mit 4 ml Methanol/NH₃ (99:1) versetzt. Die gut verschlossenen Probengläschen werden 30 Minuten bei RT geschüttelt. Anschließend bleiben die Proben 5 - 10 Minuten stehen, damit sich das Kapselmehl gut absetzen kann. Vom klaren, teilweise grün bis gelbgrün gefärbten Überstand werden je Probe 500 µl abgenommen und in ein 1,5 ml Eppendorf-Reaktionsgefäß gegeben. Die Proben werden in einem Probenkonzentrator bei 40°C unter schwachem N₂-Strom bis zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wird mit 1000 µl Methanol/NH₃ (99:1) aufgenommen. Anschließend werden die Probengefäße kurz ins Ultraschallbad getaucht. Von dieser Ausgangslösung werden 100 µl mit einer Spritze oder Pipette abgenommen und auf 1000 µl mit CH₃OH/NH₃ (99:1)

aufgefüllt. Eine Filtration der Probe bzw. eine Flüssigflüssig-Extraktion des Morphins über Extrelut-Säulen erwies sich als nicht notwendig. Von dieser Lösung werden 3 μl strichförmig mit Hilfe des Linomat IV (CAMAG) auf die DC-Platte aufgetragen. Anschließend erfolgt die Derivatisierung des Morphins direkt an der Auftragestelle. Hierzu wird jede Probe mit 1 μl einer 0,5%igen Lösung von Dansylchlorid in Aceton besprüht (Linomat IV). Danach wird die DC-Platte in einer Doppeltrogkammer 15 Minuten den Dämpfen einer 25%igen NH_3 -Lösung ausgesetzt. Dann wird die Platte für 10 Minuten bei 90 °C im Trockenschrank gelagert. Der Chromatographieschritt erfolgt in einer CAMAG Horizontal-Entwicklungskammer (20 x 10). Die Laufzeit der Probe beträgt 20 Minuten, die Laufstrecke 60 mm. Als Laufmittel wird Methanol/ NH_3 (98:2) verwendet. Geringere NH_3 -Mengen führten dazu, daß eine bei einigen Mohnproben in unmittelbarer Nachbarschaft von der Morphinbande auftretende, intensiv blau fluoreszierende Bande, nicht von der Morphinbande abgetrennt werden konnte. Nach dem Lauf wird die trockene Platte zur Verstärkung und Stabilisierung der Fluoreszenz mit einer CAMAG Chromatogramm-Tauchvorrichtung III 1 sec in eine Triton X-100 Lösung getaucht. Die quantitative Auswertung erfolgt mit Hilfe des CAMAG TLC Scanners II und CATS Auswertesoftware. Die Fluoreszenzanregung erfolgt normalerweise bei 366 nm mit Hg-Lampe. Bei den durchgeführten Messungen zeigte sich jedoch, daß bei 371 nm die Empfindlichkeit ca. 10 % höher ist. Die Nachweisgrenze des Verfahrens liegt bei ca. 100 Picogramm Morphin.

Chemikalien

Methanol

NH_3 (25%ig)

Dansylchlorid (0,5% in Aceton)

Triton X-100 Lösung (4 g Triton X-100 in 80 ml Chloroform/n-Hexan 1:7)

DC-Platte: HPTLC - Kieselgel 60 o.F. (20 x 10) der Fa. Merck

Geräte

Schwingmühle MM2 d. Fa. Retsch
Probenkonzentrator d.Fa. Techne
Probenschüttler
Linomat IV d. Fa. CAMAG
Doppeltrogkammer
Ultraschallbad
CAMAG Chromatogramm - Tauchvorrichtung III
CAMAG TLC - Scanner II
Pipetten und μ l-Spritzen
Gefriertrocknungsanlage Alpha 1 d.Fa. Christ

Reproduzierbarkeit einer Standardprobe

in 10-facher Wiederholung
-strichförmige Auftragung
-punktförmige Auftragung

Die vorliegenden Ergebnisse an Hand einer Standardsorte zeigen, daß sowohl bei strich-(VK 2,8%) als auch bei punktförmiger (VK 6,5%) Auftragung die Reproduzierbarkeit der Methode für die zu bearbeitende Fragestellung ausreichend ist.

Analysen-Linwaagen:

Analyse a: Standard

Einwaage Glas Vol.Lsgm. Verdünn.Faktor Auftragevolumen Bezugsgew.
 100.0000 mg l 4.0000 mL 20.000 10000 nL 1000.0000 mg

Fleck gefunden auf Bahnen:

Automatisch (*) / per Video-Integration (v) festgelegter / (.) fehlender Peak.

Fleck LS 1234567890
 I 29.7 : *****

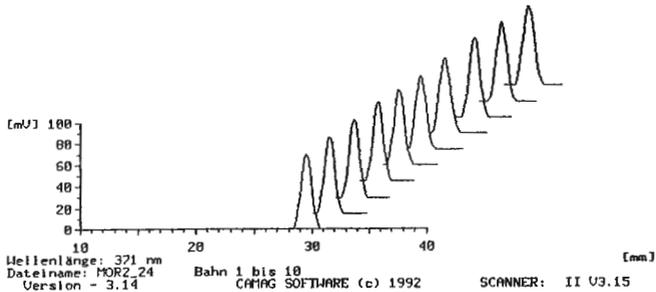
Bahnverwendung: aaaaaaaaa

AK : (Analysekennzeichen) 'a' bis 'z' Unbekannte, 1-10 Standardbahnen
 LS/Rf : Laufhöhe relativ Plattenunterkante/Rf-Wert
 Kali : Einwaage, berechnet als Menge pro Fleck (nur auf Standardbahnen)
 X (ber) : Berechnete Menge (nur auf Analysenbahnen)
 VK (H/F) : Variationskoeffizient [%] (Höhe/Fläche)
 CI (H/F) : Vertrauensbereich [%] (bei 95% Sicherheit)
 '<' '>' : ACHTUNG: Dieser Wert ist ausserhalb des Kalibrierbereichs und wird deshalb bei der Mittelung nicht berücksichtigt !!

Substanz: Morphin

Bahn	AK	LS	Kali	Höhe	X(ber)	Fläche	X(ber)
1	a	29.6		69.9	69.90	768.3	768.31
2	a	29.6		72.5	72.52	771.6	771.56
3	a	29.7		73.7	73.67	776.2	776.16
4	a	29.7		74.5	74.53	786.2	786.23
5	a	29.6		70.9	70.91	762.9	762.90
6	a	29.3		69.9	69.90	745.1	745.09
7	a	29.3		71.5	71.48	778.9	778.90
8	a	29.7		76.1	76.07	797.3	797.27
9	a	30.0		75.6	75.59	807.4	807.38
10	a	30.2		74.9	74.90	817.2	817.22

Kalibrieren :H: MOR2 Dr. Schütze 11/MAR/1993 12:25
 Methode ~~Hessen~~ ~~Unterlegen~~ Kalibrieren Daten ENDE HILFE



Kalibrations-Methode : Reproduzierbarkeit

Analyse a: Standard

Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n
Morphin	29.7	72.946	3.2	10
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n
Morphin	29.7	781.103	2.8	10

Analysen-Einwaagen:

Analyse a: Standard

Einwaage	Glas	Vol.Lsgm.	Verdünn.Faktor	Auftragevolumen	Bezugsgew.
100.0000 mg	1	4.0000 mL	20.000	10000 nL	1000.0000 mg

Flecken gefunden auf Bahnen:

Automatisch (*) / per Video-Integration (v) festgelegter / (.) fehlender Peak.

Fleck	LS	1234567890
1	30.4	*v*****
2	31.7	.v.....

Bahnverwendung: aaaaaaaaaa

AK : (Analysekennzeichen) 'a' bis 'z' Unbekannte, 1-10 Standardbahnen

LS/Rf : Laufhöhe relativ Plattenunterkante/Rf-Wert

Kali : Einwaage, berechnet als Menge pro Fleck (nur auf Standardbahnen)

X (ber) : Berechnete Menge (nur auf Analysenbahnen)

VK (H/F) : Variationskoeffizient [%] (Höhe/Fläche)

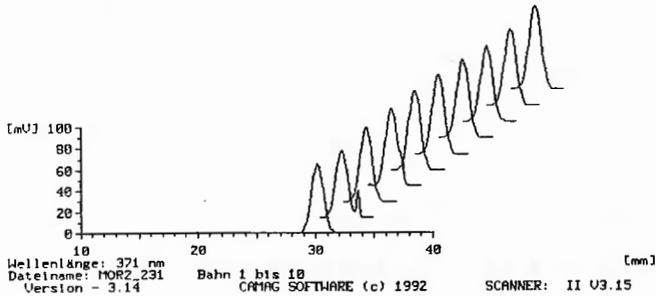
CI (H/F) : Vertrauensbereich [%] (bei 95% Sicherheit)

'<' '>': ACHTUNG: Dieser Wert ist ausserhalb des Kalibrierbereichs und wird deshalb bei der Mittelung nicht berücksichtigt !!

Substanz: Morphin

Bahn	AK	LS	Kali	Höhe	X(ber)	Fläche	X(ber)
1	a	30.2		66.1	66.11	812.5	812.52
2	a	30.3		64.3	64.29	782.4	782.38
3	a	30.4		70.7	70.68	872.8	872.80
4	a	30.4		72.4	72.42	925.1	925.11
5	a	30.5		74.0	74.00	929.6	929.56
6	a	30.5		74.8	74.76	925.0	925.00
7	a	30.4		72.7	72.70	907.2	907.21
8	a	30.5		69.8	69.79	873.0	873.02
9	a	30.5		71.2	71.21	885.9	885.89
10	a	30.6		76.8	76.81	975.2	975.15

Kalibrieren :H: MOR2 Dr. Schütze 11/MAR/1993 11:03

Methode Messen ~~Integrieren~~ Kalibrieren Daten ENDE HILFE

Kalibrations-Methode : Reproduzierbarkeit

Analyse a: Standard

Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n
Morphin	30.4	71.276	5.4	10
Substanz: S_2				

Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n
Morphin	30.4	888.863	6.5	10
Substanz: S_2				

Reproduzierbarkeit der Probenaufarbeitung:

Zur Untersuchung des methodischen Fehlers wurden von einer Mohnkapsel (Nr.4/92, Pflanze 4/27 1. Trieb) 12 Einwaagen von je 100 mg vorgenommen und wie oben beschrieben aufgearbeitet. Die Bahnen 3, 7, 11, 14, 15 und 16 (Standardbahnen) wurden für die Berechnung der Reproduzierbarkeit gestrichen. Bahn 18 war durch Randeffekt nicht auswertbar. Der Variationskoeffizient (VK) betrug 3,5 %.

Analysen-Einwaagen:

Analyse a: 4/27 1/1

Einwaage	Glas	Vol.Lsgm.	Verdünn.Faktor	Auftragevolumen	Bezugsgew.
100.0700 mg	1	4.0000 ml	2.000	2000 nl	12.5087 mg

Fleck gefunden auf Bahnen:

Automatisch (*) / per Video-Integration (v) festgelegter / (.) fehlender Peak.

Fleck 1 LS 123456789012345678

1 22.4 : **.*..*..*..*..*..*

Bahnverwendung: aa-aaa-aaa-aa---aa

AK : (Analysenkennzeichen) 'a' bis 'z' Unbekannte, 1-10 Standardbahnen

LS/Rf : Laufhöhe relativ Plattenunterkante/Rf-Wert

Kali : Einwaage, berechnet als Menge pro Fleck (nur auf Standardbahnen)

X (ber) : Berechnete Menge (nur auf Analysenbahnen)

VK (H/F) : Variationskoeffizient [%] (Höhe/Fläche)

CI (H/F) : Vertrauensbereich [%] (bei 95% Sicherheit)

'<' '>' : ACHTUNG: Dieser Wert ist ausserhalb des Kalibrierbereichs und wird deshalb bei der Mittelung nicht berücksichtigt !!

Substanz: Morphin

Bahn	AK	LS	Kali	Höhe	X(ber)	Fläche	X(ber)
1	a	21.8		48.0	47.95	591.7	591.65
2	a	22.8		52.0	52.04	628.2	628.18
3	-	Es wurde kein Peak detektiert.					
4	a	22.8		49.6	49.62	612.3	612.32
5	a	21.8		47.6	47.57	590.0	590.02
6	a	22.9		49.6	49.60	607.3	607.34
7	-	Es wurde kein Peak detektiert.					
8	a	22.7		47.7	47.67	580.1	580.13
9	a	22.9		46.7	46.74	552.1	552.14
10	a	22.8		47.7	47.74	574.6	574.62
11	-	Es wurde kein Peak detektiert.					
12	a	22.8		47.0	47.00	580.7	580.68
13	a	21.8		52.8	52.76	599.5	599.52
14	-	Es wurde kein Peak detektiert.					
15	-	Es wurde kein Peak detektiert.					
16	-	Es wurde kein Peak detektiert.					
17	a	21.7		50.4	50.37	589.6	589.56
18	a	Es wurde kein Peak detektiert.					

Kalibrations-Methode : Reproduzierbarkeit

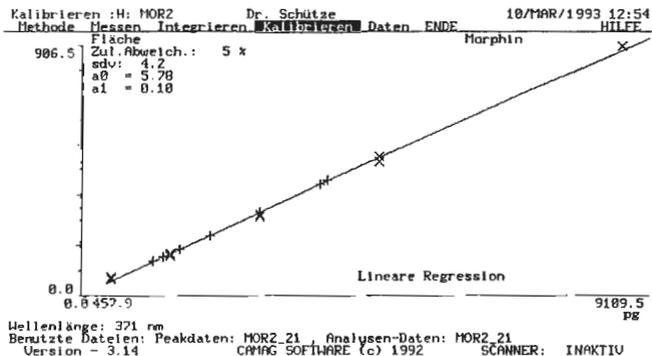
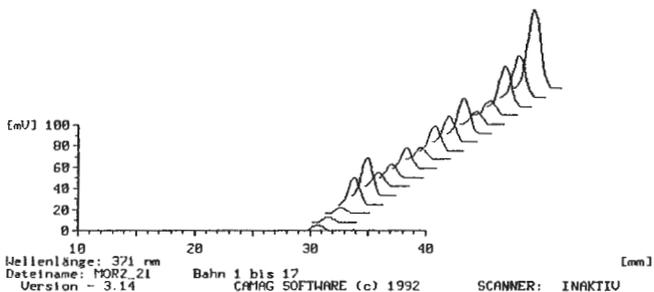
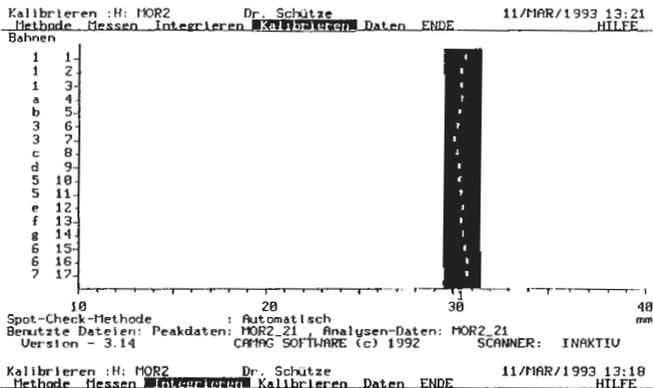
Analyse a: 4/27 1/1

Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n
Morphin	22.4	49.007	4.2	11

Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n
Morphin	22.4	591.469	3.5	11

Untersuchung der biologischen Variationsbreite des Probenmaterials in Bezug auf seinen Morphingehalt:

Zur Feststellung der natürlichen Streuung des Morphingehaltes innerhalb einer Pflanze wurde damit begonnen, den Gehalt an Morphin in den Kapseln der verschiedenen Triebe einer Pflanze zu untersuchen. Dabei sind zum Teil erhebliche Differenzen zwischen den Trieben im Morphingehalt nachweisbar, wie aus dem oben angeführten Beispiel deutlich wird.



Substanz: Morphin			Dimension: µg			Zul.Abweich.: 5 %	
Bahn	AK	LS	Kall	Höhe	X(ber)	Fläche	X(ber)
1	1	30.7	482.0	5.8		68.9	
2	1	30.5	482.0	5.6		65.3	
3	1	30.5	482.0	5.5		62.0	
4	a	30.5		26.1	3041.07	301.0	2892.51
5	b	30.4		36.0	4248.88	412.2	3982.63
6	3	30.3	1446.0	13.2		152.6	
7	3	30.1	1446.0	13.3		144.4	
8	c	30.3		19.7	2262.80	218.5	2084.67
9	d	30.4		11.1	1203.04	125.1	1168.97
10	5	30.4	2891.9	24.1		284.8	
11	5	30.5	2891.9	24.6		294.2	
12	e	30.6		34.0	3997.00	399.4	3857.16
13	f	30.5		12.2	1344.89	141.3	1328.29
14	g	30.6		13.7	1530.66	168.4	1592.93
15	6	30.7	4819.8	39.0		481.9	
16	6	30.8	4819.8	40.1		499.5	
17	7	30.8	8675.7	73.8		906.5	

Kalibrations-Methode : Lineare Regression

Analyse a: 4/92 4-15		2.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.5	810.952 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.5	771.336 µg	**	1	1000.0000 mg		
Analyse b: 4/92 4-15		3.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.4	1133.035 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.4	1062.035 µg	**	1	1000.0000 mg		
Analyse c: 4/92 4-16		1.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.3	603.413 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.3	555.912 µg	**	1	1000.0000 mg		
Analyse d: 4/92 4-17		1.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.4	319.851 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.4	310.793 µg	**	1	1000.0000 mg		
Analyse e: 4/92 4-18		2.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.6	1071.222 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.6	1033.745 µg	**	1	1000.0000 mg		
Analyse f: 4/92 4-19		1.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.5	356.852 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.5	352.449 µg	**	1	1000.0000 mg		
Analyse g: 4/92 4-19		2.Trieb					
Substanz	LS	Höhe: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.6	409.816 µg	**	1	1000.0000 mg		
Substanz	LS	Fläche: Mittel	VK [%]	n	Bezogen auf (pro)		
Morphin	30.6	426.486 µg	**	1	1000.0000 mg		

C A M A G Auswertprogramm

 Morphinbestimmung

TLC/HPTLC-Auswertung (CAMAG SCANNER II V3.15 / PC / CATS Version - 3.14)

Bestimmung von Morphin
 Ernele 1992 - Proben von ZG

Morphinbestimmung

Kali-Daten	Kalibrationseingaben von	:	Dr. Schütze
	Dateiname :	MOR2_21	2/MAR/93 08:24:32
Messen	Messung der Rohdaten von	:	Dr. Schütze
	Dateiname :	MOR2_21	2/MAR/93 07:57:44
Integrieren	Integration ausgeführt von	:	Dr. Schütze
	Dateiname :	MOR2_21	11/MAR/93 13:17:56
Berechnen	Benutzer	:	Dr. Schütze
	Datum und Zeit :	11/MAR/93	13:26:46

Analysen / Chromatographie-Bedingungen:

Analyse	:	Morphin
Schichtmaterial	:	HPTLC Kieselsgel 60 o.F.
Fließmittel	:	Methanol 98 \ NH3 2
Auftragemethode	:	CAMAG Linomat IV
Entwicklungsmethode	:	Horizontalkammer

Scanner - Einstellung:

Plattengröße	:	20x10
Startposition X	:	27.8 mm
Startposition Y	:	12.4 mm
Y-Position für 0-Abgleich	:	7.0 mm
Auftrageposition Y	:	10.0 mm
Bahnende	:	38.0 mm
Bahnabstand	:	9.0 mm
Anzahl Bahnen	:	17
Frontposition	:	45.0 mm
Messgeschwindigkeit	:	5.0 mm/s
Lampe	:	Quecksilber
Wellenlänge	:	371 nm
SENS	:	191
SPAN	:	8
OFFSET	:	5 %
Absorption/Fluoreszenz	:	Fluor.
Reflexion/Transmission	:	Refl.
Nullabgleich vor jeder Bahn	:	Nein
Monochromator-Bandbreite	:	10 nm
Spaltbreite	:	3
Spaltlänge	:	5
Optik Mikro/Makro	:	Mikro
Rauschen (gemessen)	:	0.040 mV

Für die weiteren Arbeiten ist die Untersuchung folgender Einflußfaktoren auf den Morphingehalt der Mohnpflanze vorgesehen:

- Einfluß der Temperatur
- Einfluß des Wasserangebotes für die Pflanze
- Lichteinfluß

Literatur

- (1) *Jeger, A.N., Th. Brillmann, R.E. Raas, C. Hamberg, 1992: Nachweis und quantitative Bestimmung von Morphin und Monoacetylmorphin in menschlichem Haar. CBS 68, 7 - 9*
- (2) *Shafiee, A., I. Lalezari u.a., 1975: Alkaloids of Papaver orientale and Papaver pseudoorientale. Journal of Pharmaceutical Sciences 64, 1570 - 1572*
- (3) *Schulze, S., 1988: Züchterische Veränderungen der Morphinbiogenese bei Mohn. Diplomarbeit Göttingen.*

Möglichkeit der Nutzung Dihaploider zur Verbesserung von Qualitätsparametern bei der Kartoffel

H. Tiemann

(Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, O-2551 Groß-Lüsewitz)

Einleitung

Die Kartoffel als wertvolles Grundnahrungsmittel für die menschliche Ernährung erfreut sich verschiedener Verzehrgewohnheiten. Die Verbraucher wünschen für den Frischverzehr Speisekartoffeln bester Qualität, parallel dazu eine Vielzahl von Kartoffelverarbeitungsprodukten. Jede Verwertungsrichtung hat ihre speziellen Qualitätsanforderungen, geeignete Sorten müssen vorhanden sein.

In früheren Mitteilungen (Tiemann 1989, 1991, 1992) konnte gezeigt werden, daß in den Merkmalen Ertrag, Stärkegehalt, Kochdunklung über die Nutzung der dihaploiden Valenzstufe gute Auslesechancen gegeben sind. Für die Verarbeitung der Kartoffeln zu höherwertigen Nahrungsmitteln ist es wichtig, daß während der Lagerung bei 4°C über mehrere Monate die Knollen möglichst nicht mit einer verstärkten Zuckerbildung reagieren. Nach Putz (1989) sollte der Gehalt an reduzierenden Zuckern für die Herstellung von Chips 0,15 % und für Pommes frites und Trockenprodukten 0,25 % i.T.S. nicht überschreiten. Da der Gehalt an reduzierenden Zuckern vorwiegend genetisch bedingt ist, wurde geprüft, ob im vorhandenen Sortiment Dihaploider Unterschiede vorhanden sind und somit Genotypen ohne Anwendung von Keimhemmungsmitteln für die 4°C-Lagerung geeignet sind.

Material und Methoden

Als tetraploides Ausgangsmaterial ($2n = 4x = 48$) dienten Sorten und Zuchtstämme, die infolge ihrer Merkmalsstruktur günstige Voraussetzungen für das Auftreten von dihaploiden Genotypen ($2n = 4x = 24$) mit erwünschten Eigenschaften erwarten ließen. Die primären Dihaploiden wurden nach der Phureja-Methode hergestellt.

Die Sämlinge wurden bereits bei der Ernte nach Reifezeit, Stolonenlänge, nach den äußeren Qualitätsmerkmalen wie Knollenform und -größe, Schalenfarbe sowie Augentiefe bewertet und in den darauffolgenden Jahren auf weitere züchterisch wichtige Merkmale analysiert. Nur die besten primären Dihaploiden wurden zwecks weiterer Merkmalskombination untereinander gekreuzt. Die Knollen der Genotypen wurden 10 Wochen bei 4°C und parallel dazu bei 12°C gelagert.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, reagierten 60,8 % der Genotypen bei 4°C-Lagerung mit hohem Zuckergehalt. Bemerkenswert ist jedoch, daß 9,8 % der Genotypen die Note 4 und 7,9 % die Note 5 aufwiesen.

Somit war zu erwarten, daß auch eine beachtliche Variabilität in der Chipseignung vorhanden ist.

Die Werte in Abbildung 2 zeigen, daß immerhin 7,3 % der Genotypen die Boniturnote 7 und besser aufweisen.

Die Genotypunterschiede im Gehalt an reduzierenden Zuckern und in der Chipseignung müssen in weiteren Untersuchungen bestätigt werden. Um den Anteil an Genotypen mit positiven Werten weiter zu erhöhen, werden Dihaploide untereinander gekreuzt, meiotisch retetraploidisiert und somatisch hybridisiert.

Zur Erweiterung der genetischen Basis werden die besten dihaploiden Genotypen mit diploiden Primitiv- und Wildarten gekreuzt.

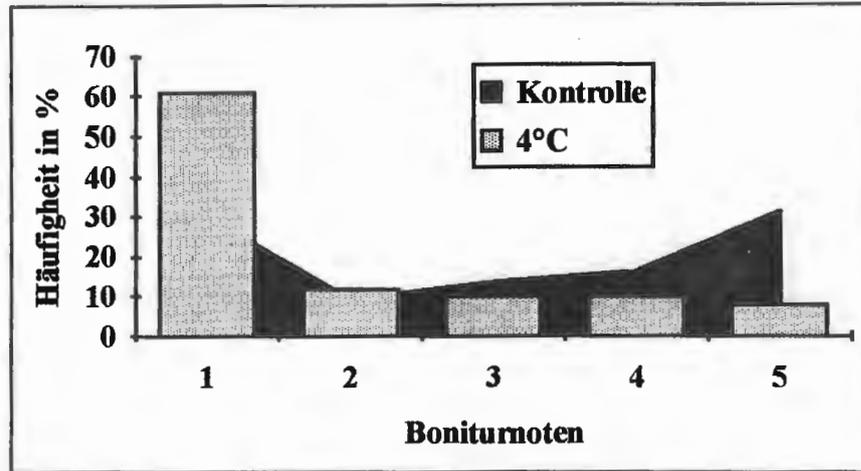
Literatur

Putz, B., 1989: Züchtung - Anbau - Verwertung. Behr's Verlag GmbH & Co., 2000 Hamburg, 1-263

Tiemann, H., 1989: Kreuzung und Nutzung Dihaploider in der Kartoffelzüchtung. Kartoffelforschung aktuell, Groß Lüsewitz 49-56

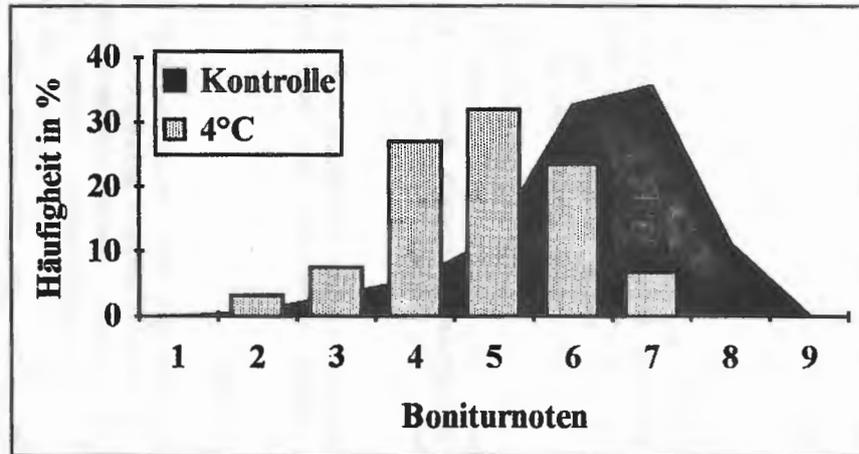
Tiemann, H., 1991: Möglichkeiten der Nutzung dihaploider Kartoffeln mittels meiotischer Retetraploidisierung für die Sortenentwicklung. 42. Tagung der "Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter" in Gumpenstein, 137-145

Tiemann, H., 1992: Zuchtziele für Speisekartoffeln unter dem Einfluß von Markt- und Produktionsforderungen. Kartoffel-Gemüse-Forum 1992, Erfurt, 36-40



1= hoher Gehalt 5 = geringer Gehalt

Abb.1: Einfluß der Lagertemperatur auf den Gehalt an reduzierenden Zucker bei 214 dihaploiden Genotypen im Jahr 1992



1 = schlecht geeignet 9 = sehr gut geeignet

Abb.2: Chipseignung von 163 dihaploiden Genotypen im Jahr 1992

Einfluß der Anbauverfahren auf die Inhaltsstoffe und Verarbeitungsqualität des Weizens

D. Klotz, U. Tietz

(Institut für Getreideverarbeitung GmbH, Arthur-Scheunert-Allee 40/41, O-1505 Bergholz-Rehbrücke)

Zielstellung

Die pflanzenbauliche Produktion sieht ihr Ziel in der Erzeugung von gesunden Lebens- und Futtermitteln. Dabei wird immer mehr Wert auf die Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Gesichtspunkte gelegt.

Zur Vermeidung des Eintrages von Stickstoffverbindungen, Düngemitteln und Pflanzenbehandlungsmitteln soll deren Einsatz weitgehend minimiert werden. Ertrag und Qualität des Getreides sollen natürlich erhalten bleiben.

Der Einfluß anbautechnischer Maßnahmen auf die Weizenqualität wird deshalb untersucht und über erste Ergebnisse berichtet.

Material und Methoden

Bei den dargestellten Versuchen wurde der Einfluß durch den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln (Herbizid Arelon, Fungizide Bitosen, Desmel und Halmstabilisator CCC) und der Einfluß verschiedener Stickstoffmengenangaben untersucht. Dabei wurden sortenreine Weizenproben aus der Ernte 1992 von Güterfelde und Herzberg (Bundesland Brandenburg) hinsichtlich dem Hektolitergewicht (HLG), dem Proteingehalt, dem Klebergehalt vom Schrot, der Kleberqualität, der Mahlausbeute bei einem hochausgemahlten Mehl mit der Asche von 0,8 % i.T. und seiner technologischen Verarbeitbarkeit analysiert. Bei den Untersuchungen kamen die ICC-Standards (Protein Nr. 105/1; Kleberqualität Nr. 116, 118 und Fallzahl Nr.

107), sowie die Arbeitsvorschriften der Gerätehersteller (HLG und Schrotklebergehalt nach Falling Number) zur Anwendung.

Ergebnisse

Bei den aus der Ernte 1992 untersuchten Sorten konnte ein Einfluß der Anwendung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf die Getreideinhaltsstoffe nicht festgestellt werden (Abb. 1). Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß das Erntejahr 1992 ein äußerst trockenes war. Dadurch traten Blatt- und Fußkrankheiten sowie Halmbruchkrankheiten in wesentlich vermindertem Umfang auf.

In feuchten Erntejahren muß sicherlich mit Einflüssen auf zumindest die Fallzahl gerechnet werden.

Bei den Untersuchungen zu den verschiedenen Stickstoffmengengaben ist eindeutig der Einfluß auf die Proteinnmenge und -qualität, dargestellt in Abb. 2, zu erkennen. Dieser Einfluß ist dann bis zur Verarbeitungsqualität (bei diesen Daten die Valorimeterzahl) nachzuweisen. Die Wirkung auf die Mehlausbeute bei einer Asche von 0,8 % i.T. ist nach unseren Untersuchungen noch nicht signifikant erkennbar.

Die Untersuchungen von Proben aus Thüringen, Herzberg und Criewen lassen die Abnahme der Mehlausbeute mit hoher Stickstoffdüngung erkennen. Bei den Ergebnissen aus Güterfelde, die hier dargestellt sind, trifft dies nur bedingt zu.

Abb.1: Inhaltsstoffveränderungen durch Anwendung von Pflanzenbehandlungsmittel

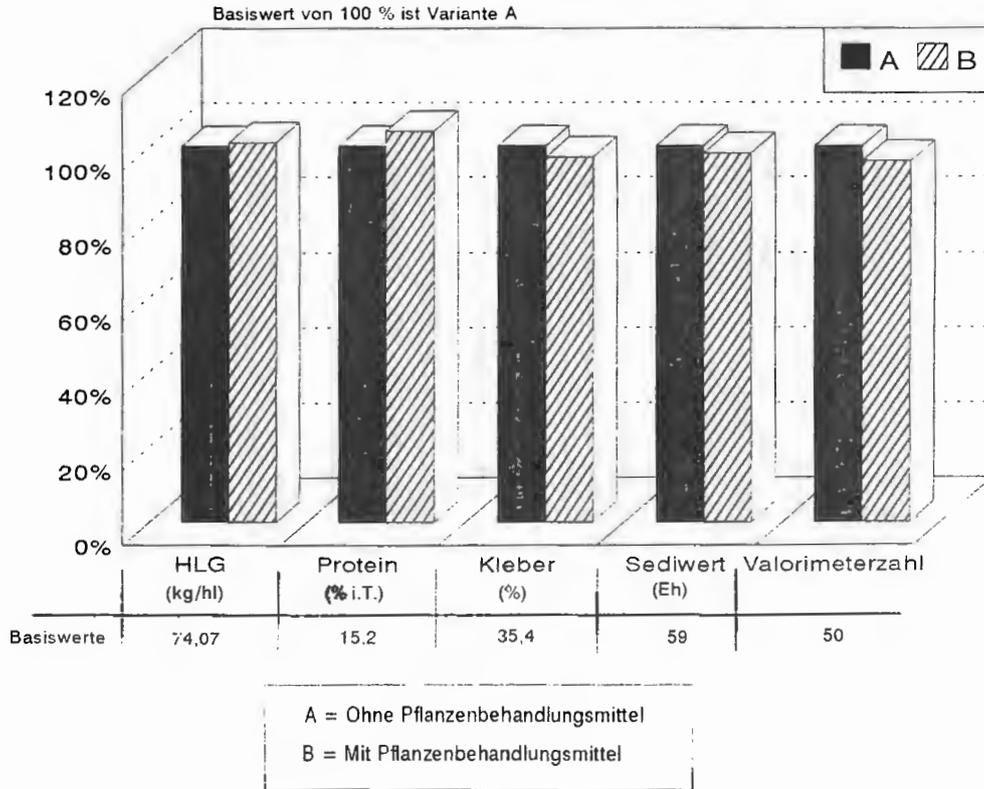


Abb.2: Inhaltsstoffveränderungen durch veränderte Stickstoffgaben

