



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

**XXVII. Vortragstagung**

**Qualitätsforschung an pflanzlichen  
Nahrungsmitteln in Deutschland  
Stand der Kenntnisse  
Probleme der nahen Zukunft**

30./31. März 1992

in

Bergholz-Rehbrücke

# **Geschäftsstelle**

**Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung**

(Pflanzliche Nahrungsmittel) (DGQ) e.V.

c/o Lehrstuhl für Gemüsebau

Technische Universität München

8050 Freising 12

Tel. 08161-713723

**Inhaltsverzeichnis**

Seite

Vorwort

J. Weichmann, Weihenstephan

7

Festvortrag**Der europäische Binnenmarkt - eine Herausforderung auch für die Qualitätsforschung**

H. Meyer zu Drewes, Bonn

9

**Neue Aspekte eines erweiterten Qualitätsbegriffes mit besonderer Ausrichtung auf die Produktion pflanzlicher Rohstoffe/Produkte für Lebensmittel**

M. Kolodrujak, Bergholz-Rehbrücke

22

**Qualitätsanforderungen an Getreide als Lebensmittel, als Futtermittel und als technischer Rohstoff**

E. Gebhardt, D. Klotz, P. Kretschmer, Bergholz-Rehbrücke

36

**Getreidequalität - zukünftige Probleme**

W. Seibel, P. Gerstenkorn, D. Weipert, Detmold

51

**Qualitätsprobleme der Speisekartoffel - sind Lösungen in Sicht?**

M. Munzert, Weihenstephan

61

**Qualität von Heil- und Gewürzpflanzen**

U. Bomme, Weihenstephan

75

**Qualitätsansprüche bei Speisepilzen - gegenwärtige Situation und Zukunftsperspektiven**

J. Lelley, Krefeld

96

<b>Die Qualität des Obstes im Spannungsfeld von Markt und Produktion</b> D. Treutter, Weißenstephan	108
<b>Möglichkeiten und Grenzen der Ver- besserung der Gemüsequalität</b> J. Habben, H. Heine, Hannover	123
<b>Qualität von Gemüse und Obst für die industrielle Be- und Verarbeitung</b> E. Wittstock, E. Stramke, Magdeburg	132
<b>Stand und Perspektive der Züchtungs- forschung und der Züchtung zur Verbesserung der Qualität bei ausge- wählten Gemüsearten</b> M. Stein, Quedlinburg	151
<b>Ernährungsphysiologische Bedeutung pflanzlicher Lebensmittel</b> W. Feldheim, Kiel	164
<b>Der Beitrag der pflanzlichen Lebens- mittel zur Folsäure-Bedarfsdeckung in der menschlichen Ernährung</b> H. Müller, Karlsruhe	173
<b>Die Nacherntebehandlung als Voraus- setzung für eine gute Qualitätser- haltung von Gemüse</b> H. Böttcher, Halle	188
<b>Qualitätserhaltung pflanzlicher Nahrungs- mittel nach der Ernte auf physiologischer Grundlage - Probleme der Zukunft</b> J. Weichmann, Weißenstephan	210

Poster

<b>Verbraucherumfrage: Nahrungsqualität</b> E. Frädriich, E. Weselmann, W. Feldheim, Kiel	228
<b>Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung bei Arznei- und Gewürzpflanzen</b> R. Franke, D. Müggenburg, Alveslohe	230
<b>Furocoumarine in Knollensellerie</b> E. Höhn, F. Hauser, Wädenswil	235
<b>Werden Weißkohlsorten mit niedrigen Glucosinolatgehalten von Schadinsekten mehr angegriffen?</b> K. Olsson, Svalöv/Schweden T. Jonasson, Alnarp/Schweden	240
<b>Die Schadstoffbelastung des Getreides der Ernte 1992 in den neuen Bundesländern</b> U. Tietz, G. Koball, E. Mrowietz, Bergholz-Rehbrücke	242
<b>Einfluß auf die Qualität von Äpfeln</b> G. Wustmann, W. Wehner, Dresden-Pillnitz	246



## Vorwort

Die Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung besteht nunmehr seit 25 Jahren. Dies ist zwar für eine wissenschaftliche Gesellschaft keine sehr lange Zeit, dennoch wurde in diesem Vierteljahrhundert bewiesen, daß es unserer Gesellschaft gelungen ist, Interessenten der Nahrungspflanzenqualität aus den verschiedensten Sparten zu vereinen und so eine ganz entscheidende Mittlerrolle einzunehmen.

Die politischen Veränderungen wirken sich auch auf die Arbeit der DGQ aus. Erstmals tagte sie seit Bestehen der Gesellschaft in einem "neuen" Bundesland. Erstmals wurde das Thema der Vortragsveranstaltung auf Deutschland begrenzt. Dies hat absolut nichts mit Nationalismus zu tun. Grund hierfür war der Gedanke, das Kennenlernen von Kolleginnen und Kollegen aus Ost und West zu fördern, um Probleme, aber auch den Wissensstand gegenseitig darstellen zu können. Diese Bemühungen wurden von Erfolg gekrönt: Über 40 % der Tagungsteilnehmer kamen aus den östlichen Bundesländern.

Wie wenig Landesgrenzen bei der gemeinsam interessierenden Thematik heute noch bedeuten, sah man daran, daß trotz des Bezugs der Veranstaltung auf Deutschland Teilnehmer aus Chile, Dänemark, den Niederlanden, Schweden und der Schweiz unter uns waren.

Prof. Dr. J. Weichmann  
Präsident der DGQ e.V.





## Der europäische Binnenmarkt - eine Herausforderung auch für die Qualitätsforschung

**H. Meyer zu Drewer**  
**(Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten,**  
**Rochusstraße 1, W-5300 Bonn-Duisdorf)**

1. Das Verständnis von Qualität hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Einerseits ist der Begriff um wesentliche Bezüge erweitert, andererseits ist er differenzierter geworden, indem er auf bestimmte Zielgruppen gerichtet ist. Das gilt allemal auf dem Markt für pflanzliche Nahrungsmittel und das um so mehr, je stärker der Wettbewerb wird. Alle Fachleute sind sich darin einig, daß mit dem Zusammenwachsen der EG dieser Wettbewerb weiter zunehmen wird. Wenn mehr denn je der Verbraucher als (einzige) maßgebliche Kraft am Werke ist, ist zu fragen, ob dann auch seine Wünsche allein oder überwiegend die Kriterien bestimmen, mit denen künftig Qualität zu messen ist; ferner ob der Verbraucher Richtung, Inhalte und Methoden der Qualitätsforschung viel stärker als bisher beeinflußt.
2. Qualität - die Beschaffenheit - einer Ware ist die Gesamtheit aller wertbestimmenden Eigenschaften. Wenn dies akzeptiert wird, umfaßt die Begriffsbestimmung also alle erwünschten und unerwünschten Eigenschaften einer Ware, wobei im täglichen Sprachgebrauch zumeist von "hoher" oder "besserer" Qualität gesprochen wird.

Der Begriff Qualität im allgemeinen hat viele Seiten; das gilt im besonderen auch für Nahrungsgüter. Es ist heute üblich und anerkannt, die Qualität von Nahrungsmitteln nach drei Gesichtspunkten aufzuschlüsseln; es sind dies der Eignungswert, der Genußwert und der Gesundheitswert. Dabei werden in der Literatur für diese drei Teilqualitäten ver-

schiedene Synonyme verwendet. Nach ihrer Interessenlage werten die verschiedenen am Markt beteiligten Gruppen - Erzeuger, Verarbeiter, Verbraucher - die genannten Kategorien durchaus unterschiedlich.

Mehr und mehr gewinnen Kriterien an Bedeutung, die stärker durch subjektive Elemente geprägt sind. Zu nennen sind der sogenannte psychologische oder ideelle Wert, der Sozial- oder Prestigewert, vielleicht auch der politische Wert, der im Zusammenhang mit den Ernährungsproblemen der Welt immer häufiger genannt wird. Ferner ist nicht zu übersehen, daß ein Komplex von Kriterien wichtig wird, den man mit "ökologischer Wert" bezeichnen kann. Gemeint ist damit vor allem die Wirkung der Lebensmittelerzeugung und -verarbeitung auf die Umwelt.

Dies alles ist zu bedenken, wenn beurteilt werden soll, ob und gegebenenfalls an welcher Stelle staatliche Maßnahmen anzusetzen sind. Dies wird noch wichtiger werden, wenn der europäische Binnenmarkt vollendet wird. Wenn das Angebot an Nahrungsgütern weiter zunimmt, die Vielfalt der Waren und die Zahl der Markennamen weiter klettert, dann wird auch der Ruf nach staatlicher Fürsorge und öffentlich garantiertem Schutz der Gesundheit, Schutz vor Irreführung und Täuschung, kurz: vor Minderung der Qualität lauter werden.

3. Auch wenn es gegenwärtig manchmal den gegenteiligen Anschein hat: Im System der Marktwirtschaft bestimmen nicht der Staat, sondern der Markt und die Wünsche der Verbraucher, was Qualität ist. Das gilt auch und gerade angesichts der sich schnell wandelnden und komplexer werdenden Qualitätskriterien. Dabei ist insbesondere darauf hinzuweisen, daß die Entwicklung auf den Nahrungsmittelmärkten das insgesamt steigende Qualitätsbewußtsein der Verbraucher unterstreicht. Schon seit Jahren ist ein Trend festzustellen, den die Marktforscher als "Polarisierung der Märkte" umschreiben. Das bedeutet: Der Verbrauch konzentriert sich

- einerseits auf die preiswerte Angebotspalette der Discountgeschäfte und
- andererseits auf Produkte mit besonderen Qualitätseigenschaften im oberen Preisbereich.

Gleichzeitig geht der Konsum von Waren der mittleren Angebotsebene zurück.

Für Produkte, die seinen persönlichen Qualitätsvorstellungen entsprechen, ist der Verbraucher durchaus bereit, mehr Geld auszugeben. Mit wachsendem Wohlstand verliert das Preisargument gegenüber der Qualität zunehmend an Bedeutung. Ungeachtet dessen sind für breite Bevölkerungsschichten der Preis der Lebensmittel und das verfügbare Einkommen aber auch heute noch wichtige Kriterien beim Kauf. Preiswerte Ware wird deshalb weiterhin ihre Käufer finden.

Die offizielle Agrar- und Ernährungspolitik hat sich häufig und nachdrücklich, auch erst jüngst wieder zur Bedeutung einer hohen Qualität bei agrarwirtschaftlichen Erzeugnissen bekannt. So sind z.B. in den jährlich erscheinenden Agrarberichten an verschiedenen Stellen detaillierte Ausführungen zu Qualitätsfragen gemacht.

4. Der Staat ist aber auch seit langem **aktiv** und **umfangreich** im Bereich der Qualitätsproblematik tätig. Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß die öffentliche Hand generell zur Qualitätsverbesserung pflanzlicher Produkte beiträgt, indem sie die einschlägige Forschung unterstützt, eine Reihe von Forschungsanstalten unterhält und ein beachtliches Berichts- und Beratungssystem finanziert. Dabei ist es nicht möglich, die Aufwendungen im einzelnen zu beziffern. Sie dürften die Größenordnung einiger hundert Millionen DM haben.

Die eigentliche Domäne staatlichen Einflusses aber ist zwangsläufig die Rechtsetzung, der Erlaß von Vorschriften und deren Überwachung. Dazu einige Beispiele:

Aufgrund des deutschen Handelsklassengesetzes und entsprechender Durchführungsverordnungen sind für zahlreiche Obst- und Gemüsesorten und Kartoffeln Handelsklassen eingeführt worden. Ihre Einhaltung kann freiwillig oder auch vorgeschrieben sein - letzteres z.B. bei Kartoffeln. Diese Vorschriften werden z.T. aufgenommen und ergänzt in EG-Regelungen. In praktisch allen EG-Marktorganisationen finden sich bei den landwirtschaftlichen **Grunderzeugnissen** (allein bei den pflanzlichen MOs gibt es davon dreizehn) Qualitätskriterien. Sie haben regelmäßig (wie schon bei den nationalen Handelsklassen) den Zweck, Erzeugnisse minderer Qualität vom Markt fernzuhalten, die Produktion entsprechend den Bedürfnissen der Verbraucher zu orientieren und die Handelsbeziehungen der Marktpartner zu erleichtern. Im einzelnen gibt es von Erzeugnis zu Erzeugnis durchaus Unterschiede. Die Qualitätskriterien etwa bei bestimmten Obst- und Gemüsearten legen fest, daß Tomaten z.B. ganz sein müssen, von frischem Aussehen, gesund, sauber und dergleichen mehr. Aus solchen Kriterien ergibt sich eine Einteilung in Handelsklassen mit daraus folgendem Marktwert und zu erzielendem Preis.

Allerdings können nach der EG-Marktorganisation für Obst und Gemüse z.B. je nach Ernteausschlag die Mindestnormen herabgesetzt werden. Die Unterschreitung der Qualitätsnormen führt dazu, daß die Ware unverarbeitet nicht in den Verkehr gebracht werden darf; das gilt nicht bei direkter Abgabe an den Verbraucher für dessen persönlichen Bedarf. Zur Zeit sind für 20 Gemüsearten in der EG gemeinsame Qualitätsnormen mit sog. Güteklassen festgesetzt; für weitere 10 Arten existieren deutsche "Handelsklassen". Vergeblich sucht man hier nach Vorschriften für Reifegrad, Frische, Geschmack, Gehalt an Vitaminen, Eiweiß und Kohlenhydraten, den Nährwert usw. Dies ist vom Standpunkt des Verbrauchers unbefriedigend und seit langem Gegenstand intensiver Diskussion.

Bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die erst noch verarbeitet werden müssen, wie etwa Getreide,

gelten Standardqualitäten, die auch Inhaltsstoffe umfassen können; ihre Unterschreitung führt nicht zum Verkehrsverbot, sie können dann aber nicht mehr oder nur mit Preisabschlägen dem jeweiligen Interventionssystem angedient werden.

Dies ist auch bei Raps im Prinzip nicht anders. Die EG-Standardqualität wird nach äußeren und inneren Qualitätsmerkmalen definiert. Erucasäurefreiheit und der geringe Gehalt an Glucosinolat, nach Gehalt und Bestimmungsmethode genau festgelegt, dienen im wesentlichen dazu, den Zugang zu (erheblicher) staatlicher Stützung ganz oder teilweise zu ermöglichen. Sehr viel komplexer sind Qualitätsfragen bei Wein. Die EG hat einen bestimmten Normenrahmen vorgegeben, aus dessen Erfüllung sich die bekannten Bezeichnungen "Qualitätswein" und Prädikate wie "Spätlese" usw. ergeben.

Eine wichtige qualitätsfördernde Maßnahme ist die Prüfung der Weine, von der ihre Anerkennung als Qualitätswein und die Zuteilung einer amtlichen Prüfungsnummer abhängt. Dabei spielt neben der Erhebung der Analysedaten (z.B. Oechslegrad) auch die sensorische Prüfung eine große Rolle, die bisher EG-weit nicht vorgeschrieben ist, aber im Bundesgebiet angewendet wird.

Staatlich festgesetzte Kriterien sind aber nur ein Teil dessen, was Qualität ausmacht. Der Staat setzt gewissermaßen nur Mindeststandards fest, er gewährleistet den Rechtsrahmen. Sowohl für die Bedürfnisse des Handels und der Verarbeitungsindustrie, als auch im Interesse des Endverbrauchers sind zusätzliche Merkmale wünschenswert, ja sogar notwendig. Sie existieren auch: aufgrund freiwilliger Vereinbarungen, von Lieferbedingungen usw. Dazu ein Beispiel: Das Saatgutverkehrsgesetz gewährleistet dem Käufer von zertifiziertem Saatgut

- die Arten- und Sortenechtheit,
- die Einhaltung der gesetzlichen Normen für die Mindestkeimfähigkeit und die technische Mindestreinheit

- die Einhaltung des Höchstbesatzes mit fremden Pflanzenarten und
- die Einhaltung des Feuchtigkeitshöchstgehaltes.

Nach den "Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen für Saatgut nach dem Saatgutverkehrsgesetz ...." gewährleisten die Saatgutlieferanten darüberhinaus eine bestimmte Sortierung, manche Lieferanten auch ein bestimmtes Tausendkorngewicht. Die Nachfrage nach Produkten hoher Qualität steigt; dies ist vor allem ein Ausfluß zunehmenden Wohlstandes und steigender Bedürfnisse nach Gesundheit, Sicherheit, Verantwortung für die Umwelt und dergleichen. Dem kommt z.B. die Ernährungsindustrie mit umfangreichen Qualitätssicherungssystemen entgegen. Es ist die Frage, ob der Staat dabei helfen muß, die Nachfrage nach höheren Qualitäten zu befriedigen oder ob im Wege der freiwilligen Vereinbarung diesem Ziel besser gedient ist.

Die Diskussion darüber dauert an. Tatsache ist, daß Rechtsetzung und Vorschriftengeber nach wie vor produktiv sind. Ihr Anteil am gesamten Gebäude der Qualitätsregeln und ihre Striktheit nehmen aber ab, weil der freiwillig vereinbarte Komplex rapide zunimmt.

5. Die Entwicklung verzehrsfertiger Lebensmittel ist grundsätzlich nicht anders. Eine Fülle von nationalen und mehr und mehr gemeinschaftlichen Regeln zwingt zwar den Umgang mit Lebensmitteln in ein enges Korsett, übrigens seit langem in allen Industrieländern und aus historischen Gründen vor allem bei Lebensmitteln. Die Existenz vieler unterschiedlicher nationaler Regeln und der in wenigen Monaten herannahende Binnenmarkt haben denn auch zu der intensiven Gesetzgebungsarbeit der EG in den letzten Jahren geführt, die mehr oder weniger die Qualität von Nahrungsmitteln tangiert. Tatsächlich aber werden im Binnenmarkt viele einengende nationale Vorschriften durch weniger strikte Regeln ersetzt oder überlagert. Damit werden neuartige oder neu aufgemachte Produkte auf dem

deutschen Markt erscheinen und solche, die nach bisher bei uns nicht zugelassenen Rezepturen hergestellt sind. Bekanntes Beispiel dafür ist Bier, das nicht nach unserem Reinheitsgebot gebraut ist und das aufgrund eines Urteils des Europäischen Gerichtshofes schon heute - mit ausreichender Kennzeichnung - nach Deutschland eingeführt werden kann.

Wenn im folgenden einige rechtliche Bestimmungen erwähnt werden, so ist nochmals zu betonen, daß sie bei allem Umfang immer nur einen Teil dessen erfassen, was allgemein unter Qualität verstanden wird. Was sie vor allem bewirken, ist die Einhaltung von Mindestqualitäten, überwiegend in gesundheitlicher Hinsicht, der Schutz vor Täuschung und eine angemessene Verbraucherinformation. Immer gehört dazu auch ein effektives Überwachungs- und Qualitätssicherungssystem.

Das deutsche Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz ist mit allen seinen Vorschriften und einer Reihe von Verordnungen darauf ausgerichtet. Zwar schränkt die Harmonisierung der Rechtsetzung in der EG den deutschen Gesetzgeber zunehmend ein, die Grundsätze des Gesetzes bleiben aber unangetastet. Als weitere Zielsetzung kommt die Verwirklichung des freien Warenverkehrs in der Gemeinschaft hinzu.

Obwohl nach der neuen Auffassung über die Harmonisierung des Rechts - einer Reihe von Urteilen des Europäischen Gerichtshofes folgend - grundsätzlich gilt, daß ein einmal in einem Mitgliedsland nach nationalen Vorschriften anerkanntes Lebensmittel überall in der Gemeinschaft verkehrsfähig ist, erscheinen doch Gemeinschaftsvorschriften unentbehrlich:

- zum Schutze der Gesundheit und des Lebens von Menschen (dazu gehören u.a. Vorschriften über Lebensmittelzusatzstoffe, Schadstoffe, Verfahren zur Herstellung und Behandlung von Lebensmitteln);

- mit Bestimmungen, die die Lauterkeit des Handelsverkehrs, Etikettierung, Produktaufmachung und -werbung und die amtliche Überwachung betreffen.

Gemeinschaftlich geregelt sind Vorschriften über Lebensmittelzusatzstoffe und zwar durch eine EWG-Rahmenrichtlinie und Einzelrichtlinien. Z.Z. werden noch beraten: Richtlinien über Süßungsmittel, über Farbstoffe und über sonstige Lebensmittelzusatzstoffe; ferner sind oder werden gemeinschaftlich geregelt: technische Hilfsstoffe, Aromen, Lebensmittelbehandlungsverfahren - darunter die Bestrahlung von Lebensmitteln und Verfahren zur Weinbereitung - unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln wie z.B. Pflanzenschutzmittel, diätetische Lebensmittel und neuartige Lebensmittel.

Eine Fülle weiterer nationaler und gemeinschaftlicher Vorschriften berührt - z.T. erheblich - Qualitätsfragen bei pflanzlichen Nahrungsmitteln, z.B. das Saatgutverkehrsgesetz, das Gentechnikgesetz, das Eichgesetz, das Düngemittelgesetz und das Pflanzenschutzgesetz, die EG-Richtlinien betreffend Fruchtsäfte, Kaffeeextrakt, Kakao- und Schokoladenerzeugnisse, Konfitüren und Marmeladen usw.

An einem Beispiel aus jüngster Zeit soll in aller Kürze gezeigt werden, welche Schwierigkeiten der Rechtsharmonisierung entgegenstehen können und in welche Dimensionen die Qualitätsdiskussion reicht: Die Bestrahlung von Lebensmitteln ist in der Bundesrepublik Deutschland mit Erlaubnisvorbehalt verboten; sie wird dagegen in zahlreichen Ländern angewendet - zumeist unter Zulassungsaufgaben und nur für bestimmte Produktgruppen. Die weit überwiegende Mehrzahl der einschlägigen Wissenschaftler ist der Überzeugung, daß die Qualität von Lebensmitteln durch die Bestrahlung nicht oder unwesentlich verändert wird und daß von ihnen keine Gefahr ausgeht. Ganz im Gegenteil: Es wäre nach ihrem Urteil falsch, auf die schonende und effiziente Haltbar-



machung bei einigen Lebensmittelgruppen zu verzichten.

Bei den Verhandlungen in der EG hat sich gezeigt, daß die Bundesrepublik Deutschland in ihrer ablehnenden Haltung nur von Luxemburg unterstützt wird. Es deutet sich ein Kompromiß an, der u.a. darauf hinauslaufen könnte, daß die Bestrahlung vorerst nur bei gewissen Lebensmitteln zugelassen wird und eine Kennzeichnung bis hinunter zu sehr geringen Mischungsanteilen oder total vorgeschrieben wird. Offen ist auch noch, was mit den in anderen Ländern national schon zugelassenen bestrahlten Lebensmitteln geschehen soll.

Sollte es nicht zu einer gemeinschaftlichen Regelung kommen, ist ab 1993 mit dem Erscheinen bestrahlter Lebensmittel auf dem deutschen Markt zu rechnen. Dabei ist anzumerken, daß am Produkt bisher nur schwer nachzuweisen ist, daß es bestrahlt wurde.

Eine nicht gemeinschaftlich beschlossene Regelung ist allerdings schwer vorstellbar. Immerhin haben Bundestag und Bundesrat, von einer breiten Öffentlichkeit gestützt, sich gegen die Zulassung der Bestrahlung in der EG ausgesprochen. Hier liegt eine andere Dimension der Qualität von Nahrungsmitteln vor: sie ist subjektiv und emotional, jedenfalls außerhalb der im allgemeinen vertrauten Bahnen; sie läuft dem Rat der Fachwissenschaft entgegen, ist aber gleichwohl von hoher politischer und wahrscheinlich erheblicher ökonomischer Bedeutung. Dies wird übrigens bei Nahrungsmitteln tierischer Herkunft z.T. heute schon deutlich, wenn man feststellt, daß bestimmte Käuferschichten nur noch Eier aus der Bodenhaltung beziehen wollen, obwohl sich die Eier nach Aussehen, Geschmack, Inhaltsstoffen und anderen wesentlichen Qualitätsmerkmalen nicht von anderen Eiern unterscheiden lassen. Der Naturwissenschaftler wird fragen, wie denn diese Ebene zuverlässig zu messen ist.

Beispielhaft zu erwähnen sind noch die Vorschriften zur Nährwertkennzeichnung, die aber lediglich die zuverlässige Information des Verbrauchers sicherstellen sollen, wenn freiwillig Nährstoffangaben gemacht werden. Dies ist auch das Ziel der gerade verabschiedeten EWG-Verordnung über den ökologischen Landbau. Sie enthält über geschützte Kennzeichnungsregeln hinaus Mindestvorschriften über den Anbau, die allgemein anerkannten Grundregeln des ökologischen Landbaus entsprechen. Trotzdem ist auch diese gegenwärtig intensiv diskutierte Verordnung der EG über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel vom Juni 1991 nicht eine Vorschrift zur Qualitätsverbesserung. Vielmehr soll sie den Schutz des Käufers vor Täuschung bezwecken, wenn ein Produkt in spezifischer Weise - nämlich aus "ökologischem Anbau" gekennzeichnet oder beworben wird, oder mit einer anderen Bezeichnung, die glauben macht, es wäre aus ökologischem Anbau. Die Produkte selbst weisen in der Regel keine anderen meßbaren Eigenschaften auf als solche aus konventionellem Anbau. Aber selbst wo sie - in Einzelfällen - nachzuweisen sind, ist damit über ihren ernährungswirtschaftlichen Wert noch nichts ausgesagt.

Es ist folgerichtig, wenn die EG in ihrem Harmonisierungskonzept nicht bis in die Produkt- oder Rezepturebene geht. Es sollen die bisherigen nationalen Regeln gegenseitig anerkannt werden. Immerhin werden zur Zeit einige Vorschläge erörtert, die stärker auf die Qualität von Nahrungsmitteln zielen:

- Nach dem Vorschlag über die Bescheinigung besonderer Merkmale von Lebensmitteln können Lebensmittel hinsichtlich ihrer Rohstoffe und der Herstellungs- und Verarbeitungsbedingungen registriert und geschützt werden, wobei die jeweilige Rezeptur anzugeben ist. Diese "kontrollierten Spezialitäten" gibt es im deutschen Recht bisher nicht. Die Bundesregierung lehnt

das Konzept aus verschiedenen Gründen ab, u.a. weil damit eine Qualitätsverbesserung nicht gewährleistet ist.

- Der Vorschlag zum Schutz von geographischen Angaben und Ursprungsbezeichnungen bei Agrarerzeugnissen und Lebensmitteln will in einem Lastenheft objektive Qualitäten und Eigenschaften festlegen und schützen.  
Auch dieser Vorschlag wird von der Bundesregierung abgelehnt. Vor allem, weil - zumindest in dieser Form - die meisten der in der Bundesrepublik Deutschland verwendeten geographischen Herkunftsangaben nicht in das vorgesehene gemeinschaftliche Schutzsystem passen würden.

## 5. Schlußfolgerungen

- Es sind neue und verbesserte Begriffe und Kriterien zur Definition, Charakterisierung und Messung der Qualität von Nahrungsmitteln notwendig; dies sicher in unterschiedlich aggregierter Form, sowohl auf der Ebene des Rohstoffverarbeiters als auch des Endverbrauchers. Bei vielen Produkten ist dabei erst der Anfang gemacht. Denn es ist nicht zu übersehen, daß der Verbraucher häufig nach Eigenschaften und Qualitäten fragt, die die Wissenschaft bisher nicht genau genug abgrenzen kann. Es stellt sich dabei aber auch die Frage, ob die Qualitätsforschung mithelfen kann, überzogene - vielleicht unsinnige - Qualitätsforderungen auf ein vernünftiges Maß zu reduzieren, sich dabei im übrigen einer verständlichen Sprache bedienend. Es wäre dabei auch Aufgabe der Wissenschaft, die Impulse des Marktes aufzunehmen und sie den Bedürfnissen des Erzeugers und Verarbeiters anzupassen. Dies könnte auch verhindern helfen, daß aus falsch verstandenem Qualitätsbewußtsein manche Verbraucher unsinnigen Ernährungsempfehlungen anheim fallen.

- Es müssen bisher nicht erfaßte oder erfaßbare Eigenschaften mit berücksichtigt werden; dabei sind z.B. Tierschutz- und ökologische Aspekte zu nennen. Es wäre kurzfristig, nur in vertrauten Begriffen zu denken, sicher auch dies ein lohnendes Feld für die Wissenschaft. Man kann deshalb wohl davon ausgehen, daß bei diesem Geschäft stärker als bisher Marktforscher, Psychologen und Soziologen beteiligt sein werden.
- In vielen Bereichen werden bessere Beurteilungskriterien benötigt, die es erlauben, die Eigenschaften von Produkten ausreichend zu beurteilen und diese dann zuverlässig, schnell und billig zu kontrollieren.
- Der Staat ist ebenfalls gefordert: Akzeptiert man, daß im Prinzip die Qualitätsverbesserung bei Nahrungsmitteln und ihren Vorprodukten vom Markt angestoßen wird, so bleiben dem Staat dennoch einige Bereiche, die er besetzen muß:
  - = Dort, wo gesellschaftlich erwünschte oder notwendige Eigenschaften von Erzeugnissen nicht vom Markt honoriert werden oder freiwillige Verpflichtungen nicht zustande kommen und Gesundheit oder die Lauterkeit des Handels gefährdet sind, muß der Staat mit (z.B. finanziellen) Anreizen, Geboten, Verboten, Mindestnormen und dergleichen eingreifen.
  - = Schließlich ist die Unterhaltung eines Beratungs- und Kontrollsystems - das ist unbestritten - und die großzügige Förderung der Qualitätsforschung vor allem im Grundlagenbereich ein wichtiger Bereich staatlicher Aktivität.

Literatur

*Mitteilung der EG-Kommission, "Vollendung des Binnenmarktes: Das gemeinschaftliche Lebensmittelrecht" vom 8. November 1985*

*Krämer, L., 1985: Die Qualität von Produkten. Schriftenreihe Europäisches Recht, Politik und Wirtschaft, 229-344*

*Leitzmann, C., W. Sichert-Oevemann, 1990: Lebensmittelqualität aus der Sicht des Verbrauchers. AID-Verbraucherdienst 35, Heft 4*

*Freidhof, E., 1991: Anmerkungen zum Gemeinschaftlichen Lebensmittelrecht. AID-Verbraucherdienst 36, Heft 8*

*Seidler, K., 1991: Produktion aus ökologischem Anbau, insbesondere unter dem Aspekt der jüngsten EG-Regelungen. AID-Verbraucherdienst 36, Heft 12*

*Kopp, H.J., K.D. Paduch, K. Gierschner, 1989: Qualitätsuntersuchungen an Gemüse aus konventionellem und alternativem Anbau. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V., XXIV Vortragstagung, 102-125*

*Bericht der Bundesregierung über die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen (BT-Drucksache 11/7574 vom 18.07.1990)*

*Agrarbericht 1992. BT-Drucksache 12/2038 vom 6.2.1992.*

**Neue Aspekte eines erweiterten Qualitätsbegriffes mit besonderer Ausrichtung auf die Produktion pflanzlicher Rohstoffe/Produkte für Lebensmittel**

**M. Kolodrujask  
(Institut für Getreideverarbeitung GmbH,  
Arthur-Scheunert-Allee 40/41, O-1505 Bergholz-Rehbrücke)**

Der Begriff Qualität, mit besonderer Ausrichtung auf pflanzliche Produkte steht zur Diskussion, die zentrale Kategorie, die unsere Organisation in ihrem Namen führt.

Um den Begriff Qualität rankt sich das gesamte Gebäude der Fachsprache der Qualitätslehre und Qualitätssicherung und da dieser Begriff eine solche Kernfunktion für dieses Wissensgebiet besitzt, sollte man sich über seine Richtigkeit, seine Aussagekraft unterhalten, ja man muß ihn einer permanenten Überprüfung unterziehen. Diese Aussage und Forderung erhebe ich auch im Wissen um den schwierigen Weg, den viele Fachkollegen national und international zurückgelegt haben, um den Begriff Qualität durch Harmonisierung verständlich zu machen.

Heute haben wir den genormten Begriff Qualität und man kann wohl behaupten, daß er seine Funktion im Dickicht der Sach- und Funktionalbegriffe, als praktikables Werkzeug einer vereinheitlichten Fachsprache erfüllt hat.

In dieser Funktion allerdings hat der Begriff und seine Definition Schwerstarbeit zu leisten. Man sollte ihn entlasten, was im Sinne einer befürwortenden Interpretation und nicht im Sinne seiner Korrektur zu verstehen ist. Sprachliche Richtigkeit muß verbunden werden mit dem richtigen Umgang dieses Begriffes

### Qualität und Motivation

Seine besondere Bedeutung als Motiv für Leistung, das Verstehen und die tägliche Handhabung müssen für ein neues Qualitätsbewußtsein sorgen, welches Qualität als Strategie der 90er Jahre erfolgreich sein läßt.

Vermittelt über die Kategorie Qualität mit allen ihren Wirkungsrichtungen muß es gelingen, eine national und international erfolgreiche Wirtschaftstätigkeit zu verwirklichen. Im Rahmen einer neuen nationalen Qualitätspolitik muß das Verhältnis von Qualitätsforderungen und gewollter Erfüllung von Qualitätsforderungen eindeutig zugunsten der gewollten Erfüllung verlagert werden. Mit dieser Bemerkung möchte ich Sie auf die Beziehung Mensch und Qualität aufmerksam machen. Menschen machen Qualität für Menschen. Diese nicht immer in ihrer Tragweite erkannte Aussage möchte ich an anderer Stelle noch einmal aufgreifen. Doch zurück zum normierten Qualitätsbegriff und seiner Bedeutung für pflanzliche Produkte.

### Der normierte Qualitätsbegriff

Das wohl aktuellste Normenwerk die DIN ISO Norm 8402 als Entwurf vom März 1992 definiert Qualität als:

"Die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen".

An dieser Stelle wird der universelle Anspruch der Definition Qualität deutlich und damit seine Anwendbarkeit auch auf pflanzliche Produkte. Auch diese neue Definition orientiert den Begriff Qualität an einer real existierenden Einheit.

Die DGQ-Schrift Nr. 11-04 in ihrer vierten Auflage von 1987 legt deshalb wohl auch in den Anmerkungen (Anmerkung 3) fest:

"In der Qualitätsdefinition ist die realisierte Beschaffenheit gemeint. Es gibt daher keine "geforderte Qualität". Gefordert ist stets die Erfüllung der Qualitätsforderung ..."

Wenn diese Festlegung gültig ist, dann erhebt sich an dieser Stelle die Frage, ob solche Begriffe wie

Qualitätsplanung  
 Qualitätslenkung  
 Qualitätsprüfung  
 Qualitätselement  
 Qualitätskreis  
 Qualitätsmanagement

und viele andere mehr, die den Begriff Qualität beinhalten, richtig und gerechtfertigt sind.

Mit dieser Feststellung, gegründet auf die Festlegung, daß der Begriff Qualität immer an die realisierte Beschaffenheit gebunden ist und es keine geforderte Qualität gibt, wären viele der o.g. Begriffe nicht aufrecht zu erhalten. Das gesamte Begriffsgebäude stünde zur Diskussion!

Ich vertrete deshalb die Auffassung, daß der Begriff Qualität in einer kompromißfähigen Form sowohl für die realisierte Beschaffenheit einer Einheit als auch für die geplante Beschaffenheit einer Einheit Anwendung finden sollte. Insofern trete ich für die Begriffe realisierte Qualität und nicht realisierte bzw. geplante Qualität ein. Diese Auffassung halte ich uneingeschränkt bei pflanzlichen Produkten für anwendbar.

#### Merkmale als Qualitätsinhalt

Von diesem Exkurs in die reine Begriffswelt zurück zur Kategorie Qualität in der täglichen Praxis. Wenn wir über die Kategorie Qualität sprechen, so meinen wir in erster Linie die vom Kunden definierte Qualität. Aus diesem Grunde halte ich es für erforderlich, den Begriff Qualität pflanzlicher Produkte zu bestimmten Aspekten einer Diskussion zu unterziehen, die dazu dient, integrierte Informationen, die diesen Begriff



ausmachen, zu selektieren. Damit legen wir die Wirkungsrichtungen des Begriffes Qualität frei und erschließen seine Bedeutung für den Umgang mit ihm. Anhand der Merkmale pflanzlicher Produkte soll die Diskussion zu Wirkungsrichtungen des Qualitätsbegriffes erfolgen. Wie vielfältig die Wirkungsrichtungen und Auffassungen zur Qualität sind, sollen nur einige Beispiele verdeutlichen, die insbesondere in den Beziehungen zwischen Produzent, Lieferant und Kunde als Konsument von Bedeutung sind.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei die zuletzt genannte Auffassung zu Abbildung 1.

---

Abb. 1: Auffassungen zum Qualitätsbegriff

---

- Qualität ist Auffassungssache
- Qualität ist nur dann Qualität, wenn sich Merkmale und Eigenschaften (Beschaffenheit) zum richtigen Zeitpunkt mit den Erwartungen der Kunden treffen
- Qualität bedeutet Berücksichtigung erklärter und nicht erklärter Kundenerwartungen
- Qualität bedeutet Berücksichtigung der gegenseitigen Einflüsse, Abhängigkeiten und Beziehungen zwischen Produzent/Lieferer, Kunde und gesellschaftlichem Umfeld
- Qualität ist Reflexion der Ansprüche - ist Anforderungserfüllung
- Qualität repräsentiert nützliche Verrichtung individueller und gesellschaftlicher Arbeit im Gegensatz zur nicht nützlichen Verrichtung von Arbeit

Qualität liegt dann vor, wenn sie eben nicht nur ein Ding/Einheit repräsentiert wie es ist -

sondern wie es sein soll

---

Q u a l i t ä t - repräsentiert nützliche Verrichtung individueller und gesellschaftlicher Arbeit im Gegensatz zur nicht nützlichen Verrichtung von Arbeit. Damit liegt Qualität dann vor, wenn sie eben nicht nur ein Ding, ein pflanzliches Produkt repräsentiert wie es ist, sondern wie es sein soll!

An dieser Stelle wird erneut deutlich, daß Qualität und Qualitätsforderung an ein pflanzliches Produkt nicht zu trennen sind. Qualitätsforderungen werden über das Moment der Bewertung zum Bestandteil positiver/akzeptierter bzw. negativer/nichtakzeptierter Qualität.

Die Vielschichtigkeit der Kategorie Qualität wird darüber hinaus besonders deutlich in Garvins fünf Definitionen zur Qualität. Danach ist Qualität durch

den transzendenten Ansatz  
den produktbezogenen Ansatz  
den anwenderbezogenen Ansatz  
den fertigungsbezogenen Ansatz  
den wertbezogenen Ansatz

gekennzeichnet.

---

**Abb. 2: Definitionen der Qualität nach Garvin**


---

1. der transzendente Ansatz  
 ---> Qualität ist einzigartig, absolut,  
 zeitlos, rational nicht faßbar
  2. der produktbezogene Ansatz  
 ---> Qualität als präzise und meßbare Größe  
 Qualitätsdifferenzen sind Differenzen  
 von Eigenschaften
  3. der anwenderbezogene Ansatz  
 ---> Qualität liegt in den Augen des Be-  
 trachters  
 Qualität ist beste Bedürfnisbefriedi-  
 gung
  4. der fertigungsbezogene Ansatz  
 ---> Qualität ist Einhaltung von Spezifika-  
 tionen  
 Qualität ist Erfüllung von Anforderun-  
 gen
  5. der wertbezogene Ansatz  
 ---> Qualität wird mit Hilfe von Kosten und  
 Preisen definiert.
- 

Qualität ist somit eine mehrdimensionale Kategorie, deren Verständnis nur möglich wird, wenn man die Frage anschließt

**Qualität für wen  
 Qualität wo von  
 Qualität zu welchem Zeitpunkt**

Es geht um Qualität im allgemeinen, im besonderen jedoch um die Qualität der Qualität pflanzlicher Produkte, womit das Moment der Bewertung, die Frage nach dem Maß für die Qualität pflanzlicher Produkte gestellt ist.

### Bewerten von Qualität

A. Oess nennt zur Bemessung von Qualität zwölf Merkmale, die zur Qualität der Qualität von Bedeutung sind

Gebrauchstauglichkeit  
 Funktionstüchtigkeit oder Leistung  
 Ausstattung  
 Zuverlässigkeit  
 Anforderungserfüllung  
 Haltbarkeit  
 Servicefreundlichkeit  
 Umweltfreundlichkeit  
 Sicherheit  
 Güte  
 Design  
 subjektive Qualität

Nicht jedes Merkmal ist von gleichrangiger Bedeutung und nicht jedes Merkmal muß auf jede Einheit anwendbar sein. Dennoch finden wir auch bei pflanzlichen Produkten die meisten Merkmale als Bewertungsmaßstab von Qualität vor.

Unter Bezugnahme auf den normierten Qualitätsbegriff wird in der Norm ausgeführt, daß der Qualitätsbegriff die quantitative abgestufte Bewertung der Qualität einer Einheit gestattet. Das Ausmaß der Anforderungserfüllung in seiner Ausprägung hervorragend, zufriedenstellend, nicht zufriedenstellende oder schlechte Qualität wird an dieser Stelle vernachlässigt. Ich halte es deshalb für erforderlich, die quantitative Bewertung durch eine qualitative Bewertung der Qualität pflanzlicher Produkte zu ergänzen. Darüber hinaus möchte ich dafür plädieren, so wie in der Form ausgeführt, den Qualitätsbegriff zu ergänzen, nicht zu ersetzen, durch den Begriff Gebrauchstauglichkeit, der mehr als der normierte Qualitätsbegriff die qualitative Bewertung der Qualität gestattet.

Gebrauchstauglichkeit oder fitness for use als Begriff ist definiert als Eignung eines Gutes für seinen bestimmungsgemäßen Verwendungszweck, die auf objektiv und nicht objektiv feststellbaren Gebrauchseigenschaften

beruht, und deren Beurteilung sich aus individuellen Bedürfnissen ableitet (aus DIN 66050).

Diese Ergänzung zum reinen Qualitätsbegriff macht sich deshalb erforderlich, weil in ihr drei Begriffe vorkommen, die von besonderer Bedeutung sind. Der Begriff objektiv und nichtobjektiv und die Beurteilung aus individuellen Bedürfnissen. Deutlich wird das Gewicht des Begriffes Gebrauchstauglichkeit durch die am Beginn meiner Ausführungen gemachte Aussage Qualität wird von Menschen und für Menschen gemacht.

Das bedeutet sowohl die Tätigkeit im Prozeß der Realisierung einer Qualität als auch die Seite der kundenorientierten Qualitätsbetrachtung als Anerkennung oder Ablehnung von realisierter Qualität führen zur Qualität. Es geht also darum, Qualität in beiden Richtungen nicht einfach zu verordnen, sondern Qualität zur Willensbekundung werden zu lassen.

Qualitätsforderung in Einheit mit Qualitätsmotivation gestützt auf Qualitätsbewußtsein müssen die Qualität pflanzlicher Produkte möglich machen. Fehlende Qualitätsmotivation ersetzt durch erzwungenes Qualitätsverhalten bedeutet permanente Gefahr für die Sicherheit und Beherrschbarkeit aller Prozesse auf dem Weg zur geforderten Qualität.

### Grundhaltung Qualität

Der Begriff Qualität aus dem lateinischen qualitas abgeleitet - wie beschaffen - wird umgangssprachlich oft gleichgesetzt mit einer positiven Grundhaltung einer positiven Erwartung. Ich vertrete die Auffassung, daß es sich um eine völlig zurecht angetroffene Unterlegung des Begriffes Qualität handelt im Gegensatz zu anderen Autoren, die der Auffassung sind, daß Qualität eine zutiefst neutrale Kategorie zu sein hat. Ich bin der Auffassung, daß die Forderung erhoben werden muß, den Begriff Qualität an diese positive Grundhaltung zu binden. Darüber hinaus diese mit dem Anspruch des **KAIZEN** Grundsatzes, der ständigen Verbesserung und Aufhebung einer Qualität im Sinne der Schumpeterschen Theorie der schöpferischen Zerstörung zu verbinden.

Mit dem zuletzt gesagten trägt man auch der Tatsache Rechnung, daß Qualität eine sehr dynamische Kategorie ist und damit selbst nie endend verändert wird.

### Qualität und Nutzen

An dieser Stelle möchte ich für mehr Ehrlichkeit beim Umgang mit dem Begriff Qualität eintreten, die erforderlich wird, weil es eben nicht nur darum geht, Kundenwünsche zufriedenzustellen. Wir produzieren auch, um das Wohl unserer Unternehmer und Erzeugergemeinschaft zu gewährleisten. Das bedeutet, daß Qualität immer das Ergebnis einer Zielgröße sein muß aus Kundenanforderung und angestrebtem Unternehmensnutzen. Qualität ist damit immer Einheit von Kunden- und Unternehmensnutzen und nicht nur Kundennutzen.

### Qualität und Planung

Einige ergänzende Bemerkungen zur Rolle des Qualitätsbegriffes im Planungsprozeß sind erforderlich, weil unsere Unternehmen mit hoher Sicherheit die Qualitätsakzeptanz durch Entwicklung und Produktion anzusteuern haben. Das bedeutet, Kundenerwartungen und Erzeugermöglichkeiten sind im Prozeß der Entwicklung und Produktion zu beherrschen und in Qualitätsforderungen an das Produkt oder die Dienstleistung zu übertragen. Es bedarf daher visionärer Qualitätsvorstellungen, die bei der Formulierung zukünftiger Qualitätsforderungen zur Verfügung stehen.

### Qualität als mehrdimensionale Kategorie

An dieser Stelle möchte ich auf den Qualitätsbegriff als mehrdimensionalen Begriff zurückkommen. Ich schlage vor, daß folgende Aspekte dem Qualitätsbegriff generell und bei pflanzlichen Produkten zugeordnet werden:

1. Der Qualitätsbegriff zeichnet sich einerseits aus durch eine gesellschaftliche, eine am Gemeinwohl orientierte Komponente auf der einen Seite und eine sehr individuell bestimmte Komponente auf der anderen Seite.

2. Durch eine sehr rational, parametrisch orientierte und zum anderen eine sehr emotional bestimmte Komponente
3. Durch die prozeßbezogene einerseits und produktbezogene Komponente andererseits
4. Durch eine auf Stabilität-, auf Erhaltung ausgerichtete und eine dynamische Komponente

Stabilität steht hier für Zuverlässigkeit, für immer wieder vertrauen können in vorhandene Qualität und dynamisch für angebotene Qualität, verbunden mit dem Anspruch der nie endenden Verbesserung.

Darüber hinaus drückt der Qualitätsbegriff zugleich das Ergebnis des Entstehens einer Qualität aus und er ist darüber hinaus auch Ausdruck des Vergehens dieser Qualität. Entstehen und Vergehen von Qualität müssen heute in einen totalen Sicherungsprozeß eingebettet werden. Qualitätssicherungssysteme sind heute der normierte Spielraum für das Entstehen, Bestehen und Vergehen von Qualität.

#### Qualität und Ansprüche

Der moderne Qualitätsbegriff ist Ausdruck einer veränderten Qualität der Ansprüche auch an pflanzliche Produkte. Ich betone das deshalb, weil der normierte Qualitätsbegriff diesen Veränderungsdruck durch die neuen Ansprüche nur unzureichend reflektiert.

Qualität verlangt mit zunehmender Annäherung der Teilqualitäten im Arbeitsprozeß an die geforderte Beschaffenheit der Endqualität eine differenzierte Betrachtung. Der Qualitätsbegriff beinhaltet eine subjektive, emotionale Komponente, die mit zunehmender Entfernung von der Ausgangsqualität der Teilprodukte und Annäherung an die Finalproduktqualität an Bedeutung gewinnt. Ich glaube, daß die emotionale Komponente auf Grund der Unvollkommenheit von Teilqualitäten so gut wie keine Bedeutung besitzt, im Finalprodukt jedoch eine dominierende ist. Das heißt auch, daß mit zunehmender Entfernung von der Ausgangsqualität der Teilpro-

dukte das gesellschaftliche Umfeld, das Spektrum der Meinungen und Auffassungen, man könnte sagen der Zeitgeist die Dimension der emotionalen Komponente der Qualität bestimmt. Deshalb besteht die große Kunst der Planung von Qualität darin, zukünftigen u.U. nicht bekannten Erwartungen gerecht zu werden, um Qualitätsakzeptanz beim Kunden zu gewährleisten.

Die Qualität von Prozessen und Produkten wird zunehmend als Bestandteil von Gesellschafts- und Lebensqualität zu betrachten sein. Globale Qualitätsforderungen als Forderungen an Lebensqualität müssen sich in Prozessen und Produkten widerspiegeln. Die Erfüllung von Spezifikationen pflanzlicher Produkte reicht nicht mehr aus zur Befriedigung von Kundenerwartungen, es sei denn, die Spezifikationen repräsentieren diesen Zeitgeist als im wesentlichen emotionale Komponente.

Qualität ist auf der einen Seite als Prozeßziel, als Leistungsziel zu sehen und auf der anderen Seite als Objekt der moralischen und physischen Zerstörung durch den Konsumenten. Die hierbei auftretende Qualitätsdynamik bedarf einer gesonderten Betrachtung.

#### Qualität und Vernunft

Ein weiterer Aspekt, der die Qualität pflanzlicher Produkte berührt, ist die Beziehung von Qualität und Vernunft.

Ich vertrete die Auffassung, daß der Qualitätsbegriff eine Komponente der Vernunft repräsentieren muß. Bei vielen Produkten, auch pflanzlichen Produkten, vermißt man diese Orientierung, sei es durch ökonomische Zielgrößen der Erzeuger oder Richtlinien/Vorschriften der EG. Es wird am durchaus vernünftigen Bedarf der mündigen Verbraucher vorbei produziert. Die Merkmale pflanzlicher Produkte insbesondere bei Obst und Gemüse, Größe, Geschmack und Aussehen entsprechen nicht mehr den Kundenwünschen. Kundenwünsche werden teilweise ignoriert und das Vermarktungsbestreben der Erzeuger dominiert.

Wie ernst diese Tatsache, wie bewußt sie dem Verbraucher geworden ist, zeigt z.B. das Einkaufsverhalten vieler Berliner Bürger, die am Wochenende den "Werderaner Frischemarkt" bei Potsdam aufsuchen. War diese Tat-



sache 1990 noch der Neugierde und ökonomischen Vorteilen geschuldet, heute ist die Fahrt zum Frischemarkt eine Handlung aus Überzeugung zum Produkt, zu seiner ursprünglichen Qualität geworden. Deshalb, weil der Kunde unter Zurückstellung unvernünftiger Qualitätsnormierung viel zu lange geradezu synthetisch anmutende Produktqualitäten bei Obst und Gemüse konsumierte. Heute kann er diese Produkte eintauschen gegen Produkte, die ihren Ursprungscharakter bewahrt haben. Das Moment der sensorischen Vielfalt in Form, Farbe, Geruch und Geschmack fordert den Verbraucher bei heimischem Obst wieder zur Entscheidung heraus, zur Meinungsbildung und das macht Spaß. Erlebniskauf wird möglich durch Zusicherung von Genuß, durch Verwirklichung individueller Qualitätsforderungen bei pflanzlichen Produkten.

Das Beispiel der wohlschmeckenden Deutschen Wasserschrippe im Vergleich zu geschmacklich nichtssagenden Volumenbrötchen möchte ich nur in Erinnerung rufen.

#### Qualität und Prestige

Eine weitere Komponente der Qualität pflanzlicher Produkte muß erwähnt werden. Bei pflanzlichen Produkten für Ernährungszwecke ist die Einheit von Wahrnehmung und Bewertung der Qualität bedeutsam. Die Aussage, es schmeckt uns, bezieht beide ein. Qualität z.B. bei Gemüse oder Obst bedeutet heute aber auch, daß es nicht mehr ausreicht, gut zu schmecken als Tomate, Apfel oder Blumenkohl, sondern es ist notwendig, eine Zusatzkomponente Prestige, die die Akzeptanz eines Produktes entscheidend mitbestimmt, zu berücksichtigen.

Die Internationalisierung des Tourismus, eine multikulturelle Gesellschaftsentwicklung, die Medienlandschaft und diverse Ernährungskampagnen sind als Grund u.a. zu nennen.

Mit Bestimmtheit kann man sagen, daß das gesellschaftliche Umfeld, vermittelt durch ein komplexes System von Informationen und Desinformationen, Wirkung hinterläßt. Der Einsatz von Informationen mittels Werbung muß hier nicht gesondert erklärt werden.

### Qualität und Dynamik

Prestige, geboren aus dem gesellschaftlichen Umfeld, trägt wesentlich zur Dynamik der Qualität bei.

Qualitätsdynamik ergibt sich aus:

- a) der Naturgegebenheit eines pflanzlichen Produktes und der damit verbundenen positiven und negativen Veränderungen, wie z.B. Reifung und Verderb und
- b) durch gesellschaftliche Normen und Verhaltensmuster, durch Prestigekorrekturen

Qualität wird durch Prestige in gewisser Weise steuerbar dynamisch. D.h. wir können Qualität in diesem Zusammenhang aufhalten oder beschleunigen. Auch bei pflanzlichen Produkten finden wir moralischen Verschleiß.

### Qualität und Informationen

Die Akzeptanz von Qualität setzt immer die Akzeptanz und Integration von Informationen voraus. Diese Integration von Informationen, die sich in der Qualität pflanzlicher Produkte über Merkmale widerspiegelt, läßt sich in dreifacher Hinsicht beschreiben:

- a) das Messen von Merkmalen, Parametern
- b) das Empfinden und Fühlen von Merkmalen
- c) das Bewerten von Merkmalen

So ist die Qualität pflanzlicher Produkte die Summe aus

- a) einer parametrischen Qualität als objektiv meßbare Qualität  
und
- b) einer subjektiven Qualität im Sinne einer wohl bewertbaren aber nicht meßbaren Qualität durch den Kunden bzw. Verbraucher

Getrennt betrachtet sind sie nicht "lebensfähig". Das bedeutet, daß a) wohl profitieren kann von b) und umge-

kehrt. Eine Synthese die das Überdecken von in a) oder in b) auftretenden Defiziten kompensiert ist möglich.

Zum Abschluß meiner Ausführungen komme ich, verbunden mit dem Resultat, daß wohl Besonderheiten der pflanzlichen Qualität, vor allem Unbestimmtheiten der Produktion pflanzlicher Rohstoffe/Finalerzeugnisse ihre Berücksichtigung finden müssen und zu spezifischen Merkmalen eines pflanzlichen Produktes führen, jedoch nicht dazu berechtigen, für pflanzliche Produkte einen speziellen, von der Norm abweichenden Qualitätsbegriff zu prägen.

## Die Qualität von Getreide als Lebensmittel, als Futtermittel und als technischer Rohstoff

**E. Gebhardt, D. Klotz und P. Kretschmer**  
**(Institut für Getreideverarbeitung, Arthur-Scheunert-Allee 40/41,**  
**O-1505 Bergholz-Rehbrücke)**

Die Getreidearten weisen unter den ackerbaulichen Kulturen mehrere Eigenheiten auf, die einen hohen Anteil am Anbau und Ernteaufkommen ermöglichen:

- günstige Voraussetzungen für hochgradig mechanisierten Anbau, Bestandespflege und Ernte
- günstige Lagerbarkeit bei Feuchteanteilen unter 16 %
- günstige Zusammensetzung an Nährstoffen und Wirkstoffen.

Außerdem differieren die Getreidearten so in der Zusammensetzung, daß die einzelnen Varietäten bei der Herstellung von Lebensmitteln, Futtermitteln und auch im technischen Bereich spezielle Verwendung finden, z.B. Weizen und Roggen für gelockertes Brot, Gerste und Mais für Fladenbrot, Gerste, Hafer und Hirse für Breinahrung.

Das Weltgetreideaufkommen wurde seit 1960 mehr als verdoppelt und beträgt etwa 2 Milliarden t pro Jahr. Darunter sind die dominierenden Kulturen Weizen, Körnermais und Reis. Die Erträge von Weizen und Körnermais betragen über 220 % bezogen auf 1960, Gerste (180 Mio. t) und Reis (480 Mio. t) rangieren bei 200 %. Rückgänge sind bei Roggen auf 85 % und bei Hafer (80 %) zu verzeichnen. (Angaben zu den Hirsearten liegen nicht vor).

Roggen und Hafer sind aufgrund ihrer speziellen klimatischen bzw. standortbezogenen Eignung von regionaler Bedeutung. Roggen liefert auf ertragarmen sandigen Böden und in Gebirgslagen - z.B. in Spanien, Portugal und in der Türkei - die günstigsten Getreideerträge. Hafer erfordert im Vergleich zu den anderen Getreidearten hohe Niederschlagsmengen und Luftfeuchten, charakteristisch ist das schottische Anbaugbiet.

Die pflanzenphysiologische Eigenheit der Gerste ist die assimilatorische Nutzung der Sonneneinstrahlung, d.h., der langen Tagphasen während der kurzen Vegetationsperiode jenseits des 60. Breitengrades. Gerste ist dadurch die auf der Erde am weitesten verbreitete Getreideart.

Für Mais ist die C-4-Assimilation charakteristisch. Auf Standorten, die für die Ausnutzung des C-4-Assimilationspotentials geeignet sind, ist Mais eine der Kulturen für hohe Biomasseerträge.

Das Getreideaufkommen der EG beläuft sich auf rund 14 % der Weltproduktion, bei Weizen 17 %, Roggen 13 %, Gerste 30 %, Hafer 12 %, Körnermais 5,5 %.

Die deutsche Landwirtschaft erbringt, bezogen auf das EG-Aufkommen, 20 % der Weizenernte, bei Roggen 75 %, bei Gerste 28 %, bei Hafer 44 % und 8 % bei Mais.

Tab. 1: Anbauflächen und Erzeugung 1991

	Anbaufläche (Mio ha)			Erzeugung (Mio t)		
	Welt*	EG	BRD	Welt*	EG	BRD
Weizen	226,1	16,8	2,5	540,2	89,4	16,7
Roggen	16,7	1,2	0,7	34,8	4,4	3,3
Gerste	72,8	12,1	2,5	168,9	51,1	14,5
Hafer	23,3	1,5	0,5	41,8	5,0	2,2
Mais	129,6	3,8	0,3	472,3	25,9	2,0
						* 1989

Bei Roggen ist auffällig, daß auf die EG nur 13 %, davon aber 75 % (d.h. etwa 10 % der Weltproduktion) auf Deutschland entfallen. Der hohe Anteil ist eine Folge der deutschen Einigung und der Ertragseigenheiten des Roggens. 1990 wurden in den alten und in den neuen Bundesländern jeweils rund 2 Mio. t Roggen geerntet. In Anbetracht der Anteile Ackerland und auch der im Osten geringeren Erträge werden die Standortbedingungen deutlich, d.h. hohe Anteile typischer Roggenstandorte mit Boden-Klima-Zahlen unter 35 in den FNL. Die Flächenstilllegungen erhärten das Bild zusätzlich. Die Reduzierung des Roggenaufkommens auf 3,3 Mio. t im Jahr 1991 ist das Resultat von Einschränkungen des Roggenanbaus in den neuen Ländern durch Flächenstilllegungen und durch Anbauverschiebungen. Letztere konnten bei der Herbstsaat nicht beibehalten werden, so daß die Ernte in den östlichen Ländern 1992 höhere Erträge bringen wird als 1991.

Tab. 2: Erzeugung von Roggen in verschiedenen Ländern  
(1990)

	Erzeugung	
	Mio t	%
Welt	32,0	100
Europa	29,5	92,0
GUS	15,0	46,9
Polen	7,0	21,9
BRD	3,3	10,3
Dänemark	0,6	1,9
CSFR	0,6	1,9
Frankreich	0,2	0,6
Spanien	0,3	0,9

Die etwas ausführlichere Betrachtung des Roggens ist der Besonderheit dieser Kultur bzw. dieses Erntegutes und damit auch seinem Handelswert zuzurechnen. Das Hauptanbaugebiet von Roggen sind die Länder des nördlichen Osteuropas bis zum Ural: rund 50 % der Weltproduktion im europäischen Rußland, Weißrußland und in den drei baltischen Republiken; rund 20 % in Polen; 10 % in Deutschland; über 90 % der Weltproduktion in Europa.

Das verdeutlicht: Roggen ist eine gesamteuropäische Herausforderung, denn Roggen ist einerseits Existenzgrundlage der Landwirte in einer sehr großen Region Europas, andererseits ist - unter marktwirtschaftlichen Bedingungen - überschüssiger Roggen sehr schwer verkäuflich.

Die Regelungen, die aus den Verhandlungen zu GATT und die aus der neuen Orientierung der EG-Agrarpolitik resultieren, werden die Situation der Landwirtschaft auf den ertragschwachen Standorten zusätzlich komplizieren.

In Deutschland betrifft das besonders und am schwersten das Land Brandenburg, wesentliche Gebiete in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern sowie die Altmark.

Angaben über die Verwendung von Weizen und Roggen für Mischfutter und als Mahlgetreide verdeutlichen die Situation:

Von rund 2 Mio. t Ernteertrag der alten Bundesländer an Roggen im Wirtschaftsjahr 1990/91 wurden 227 kt entsprechend rund 11 % zu Mischfutter verarbeitet (Anteil im Mischfutter nur 6,5 %); 928 kt wurden zu Mehl für Backwaren vermahlen, das entspricht 46 % des Ernteaufkommens und nur 15 % des Mahlgetreides; rund 900 kt erhöhten den Lagerbestand an Roggen auf rund 3 Mio. t.

Tab. 3: Verwendung von Getreide 1990/91 (1.000 t)  
- Werte der alten Bundesländer -

	Verarbeitung zu Mischfutter	Mahlgetreide
Getreide (ges.)	3.557	6.206
Weizen	1.673	5.278 (incl. Durum)
Roggen	227	928

In den fünf neuen Bundesländern betragen zu Zeiten der DDR die Mengen an Mahlgetreide ca. 650 kt Roggen und ca. 1.100 kt Weizen entsprechend 37 bzw. 63 %. Darin ist allerdings eine erhebliche Menge von fast 30 % an Brot und Backwaren enthalten, die aufgrund der dogmatisch verordneten niedrigen Preise weggeworfen oder sogar absichtlich als Futtermittel gekauft wurden.



Nach Korrektur betrug der Roggenanteil im verzehrten Anteil Backwaren bis zur Währungsreform schätzungsweise 30 %, d.h. das Doppelte des Anteils in den westlichen Bundesländern.

Insgesamt werden in Deutschland vom Ernteaufkommen an Getreide ca. 20 % für Lebensmittel und ca. 50 % für Fütterung verwendet, bezogen auf die Ernte lagern 25 % als Interventionsbestand; im EG-Raum sind 22,5 % Lebensmittel, 49 % Futtermittel und (nur) 11,6 % Interventionsbestand.

<b>Tab. 4: <u>Versorgungsbilanzen der EG und der BRD 1990/91</u></b>		
<b>(Mio t)</b>		
	BRD	EG
Erzeugung	37,6	163,98*
Nahrungsverbrauch	7,4	37,04*
Industr. Verwendung	3,7	10,93*
Verfütterung	19,0	80,97*
Interventionsbestand	9,0	18,90
		* 1988/89

Getreide ist ursprünglich vorwiegend Lebensmittel in Form von Brei, Fladen und gelockertem Brot gewesen, auch Brot aus Hafer und Gerste.

Mit steigenden Erträgen und zunehmenden Importen entwickelte sich mehr und mehr der Einsatz von Getreide als Futtermittel nicht nur in der vegetationsarmen Jahreszeit. In der heutigen Zeit ermöglichen die agrari-

schen Überschüsse, Projekte zur ökologischen Normalisierung zu bearbeiten.

Brot - ganz besonders Altbrot - trägt, wie auch andere stärkereiche Lebensmittel, zu einem ausgeglichenen Blutglukosespiegel bei. Getreide, Getreidelebensmittel, speziell Brot, sind günstige Quellen für Vitamine und Mineralstoffe, besonders an Vitamin E<sub>1</sub> (Thiamin).

Tab. 5: Inhaltsstoffe des Getreides (g)

	Stärke	Eiweiß	Wasserl., verdaul. KH	Fett
Weizen	58,5	11,5	59,4	2,0
Roggen	52,6	8,65	53,5	1,7
Gerste	56,0	10,6	57,7	2,1
Hafer	60,0	12,6	61,2	7,1
Hirse	58,1	10,6	59,6	3,9
Reis	72,7	7,4	74,6	2,2
Mais	63,8	9,2	65,2	3,8

In der gegenwärtigen mitteleuropäischen Durchschnittsernährung ist der Anteil der Ballaststoffe in den Getreidelebensmitteln hervorzuheben. Durch Getreidelebensmittel, besonders Brot, kann die tägliche Ballaststoffaufnahme wirksam erhöht werden.

Tab. 6: Inhaltsstoffe des Getreides

	Ballaststoffe		Mineralstoffe (g)	Vitamine (mg/100 g)	
	(g) wasserl.	(g) wasserunl.		B1	B2
Weizen	2,7	7,9	1,80	0,48	0,14
Roggen	4,7	8,5	1,90	0,35	0,17
Gerste	1,7	8,1	2,25	0,43	0,18
Hafer	1,7	3,9	2,85	0,52	0,17
Hirse	1,4	2,4	1,60	0,26	0,14
Reis	1,3	2,7	1,20	0,41	91,00
Mais	2,3	6,9	1,30	0,36	0,20

Die Ballaststoffe der Getreidearten bestehen aus den Subfraktionen lösliche Hemizellulosen, unlösliche Hemizellulosen, Zellulose und Lignin; sie sind frei von Pektin, das Bestandteil von Früchten und Gemüsearten ist. In jüngeren Untersuchungen - vor allem nordamerikanischer und skandinavischer Forscher - sind humanphysiologische Effekte der löslichen Ballaststoffe von Gerste und Hafer untersucht worden. Dabei wurde eine egalisierende Wirkung auf das Verhältnis der Blutlipide hoher Dichte zu denen niedriger Dichte festgestellt. Gerste und Hafer enthalten Beta-Glukane als lösliche Hemizellulosen. Weizen und besonders Roggen weisen dagegen Pentosane als lösliche und auch als unlösliche Komponente auf. Es erscheint daher naheliegend, die physiologischen Effekte der löslichen Pentosane von Weizen und Roggen in der Humanernährung zu untersuchen.

Diesem Problem stellt sich das Institut für Getreideverarbeitung im Rahmen eines Verbundprojektes mit der Technischen Universität Berlin, Bereich Getreidetechnologie und dem Deutschen Institut für Ernährungsforschung Potsdam (Bergholz-Rehbrücke).

Die Getreidearten weisen also generell günstige ernährungsphysiologische Qualität auf. Die Formeln "Gewichtsreduzierung mit Brot" oder "... bei Wasser und Brot" müssen noch weitmehr verbreitet werden. Die Vielfalt im Angebot an Backwaren - besonders mit hohen Roggenanteilen - trägt zu diesem gesundheitspolitischen Ziel bei.

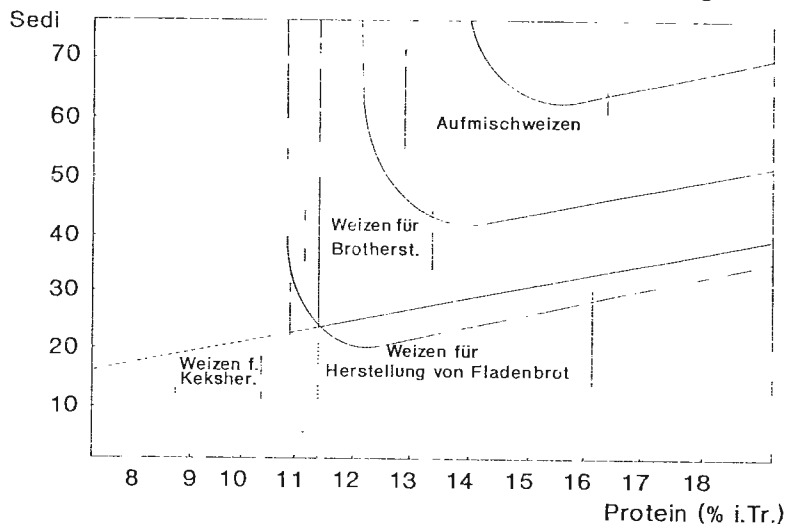
Unter kommerziellen und verarbeitungstechnischen Aspekten sind konkrete Anforderungen an die naturgegebenen Qualitäten zu stellen. Unter müllereitechnischem Aspekt betrifft das

- die Schüttdichte, das sogenannte Hektolitergewicht und die Größe der Körner als Voraussetzung für hohen Endospermanteil und damit hohe Mehlausbeuten
- den Besatz, d.h. alle Fremdbestandteile wie Unkrautsamen, Pflanzenteile, Schmutz und Steine, Bruch- und Fraßkörner, besonders bei Roggen auch Mutterkorn.

Für die Backqualität sind die inhaltsstofflichen Merkmale relevant: die Enzymaktivität, besonders die der endogen wirkenden Alpha-Amylase, bei Weizen das funktionelle Protein, das Gluten.

Die Merkmale werden anhand von methodengebundenen Parametern charakterisiert. Die Alpha-Amylase-Aktivität wird anhand der Fallzahl bewertet, das ist eine viskosimetrische Meßmethode, bei der die Zeit des Falles bzw. des Eindringens eines Prüfkörpers in die verkleisterte Schrot- oder Mehlsuspension gemessen wird. Bei Weizen soll die Fallzahl 220 nicht (oder nicht wesentlich) unterschreiten. Glutengehalt und -qualität werden im Getreidehandel anhand des Rohproteingehaltes in Verbindung mit dem Sedimentationswert eingestuft. Bei letzterem Parameter wird der in wäßriger organisch-saurer Tensidlösung nicht lösliche, aber gequollene Anteil bestimmt. Im Diagramm ist verdeutlicht, daß für Brot und Kleingebäck etwa 11 bis 13,5 % Protein i.T. bei Sedimentationswerten über 20, vorzugsweise 35 bis 45, angestrebt werden.

## Weizenqualitäten und ihre Verwendung



Für Mehle kann die Bewertung anhand von Protein und Sedimentationswert nicht zuverlässig angewendet werden. Deshalb wird für Mehl das mechanisierte Auswaschen des Glutens angewendet, das als gummiartige Masse mit etwa 2/3 Feuchteanteil verbleibt. Für betriebliche Zwecke kann die Qualität mit ausreichender Sicherheit mittels NIR-Meßtechnik bestimmt werden.

Eine Herausforderung an die Analytiker hat die umweltfreundliche landwirtschaftliche Produktion mit sich gebracht. Die hohen Werte von Proteingehalt und Sedimentationswert, die im Diagramm für Aufmischweizen ausgewiesen sind, können nur von genetisch geeignetem Weizen der A-Klassen bei hohem Einsatz an Stickstoffdüngemitteln realisiert werden.

Bei stark reduziertem Einsatz an Agrochemikalien bzw. bei reduzierter organischer Düngung oder bei extensivem Anbau sind die geläufigen Qualitäten nicht erzielbar. Für die Herstellung ansprechender Backwaren sind Varianten der technischen Ausrüstung und der Verfahrensführung erforderlich. Das analytische Problem besteht darin, Erzeugnisse aus dem sogenannten ökologischen Anbau - auch als biologischer Anbau oder alternativer Anbau bezeichnet - meßtechnisch identifizieren zu können, um den Erfordernissen des Verbraucherschutzes gerecht zu werden.

Die Biophotonenanalyse nach Prof. Popp ergab bei Untersuchungen der Stiftung Warentest nicht eindeutige Ergebnisse. Also sind weiterhin plausible Arbeitshypothesen aufzustellen und exakt zu überprüfen. Wir nehmen die Herausforderung an. Das gilt nicht nur für Weizen, sondern in gleicher Weise für Roggen, für die anderen Getreidearten und Kulturpflanzen.

Im Falle des Roggens bzw. der Herstellung von Roggengebäck liefert das Amylogramm die auf die Verarbeitungsqualität bezogenen Parameter. Die Verarbeitungsqualität von Roggen wird von der Beschaffenheit der Stärke und dem Einfluß der Alpha-Amylase auf die Stärkepolysaccharide bestimmt. Der Qualitätsfaktor zweiten Ranges sind die Pentosane im Komplex mit den Pentosanen. Für den Stärke-Amylase-Komplex gelten die angegebenen Mindestwerte für die Intervention als Grenzwerte für erzielbare gute Brotqualität.

Tab. 7: Anforderungen an Brotroggen

	Industrie	Intervention
Fallzahl	100 ... 120	-
Amylogramm		
Viskositätsmax. (AE)	400 ... 600	200
Temp. im Visk.-max. (C)	63 ... 65	63

Aus den Erfahrungen des Instituts für Getreideverarbeitung heraus ist anzumerken, daß bei Viskositätsmaxima über 400 Amylogrammeinheiten gute Brotqualitäten auch bei korrespondierenden Temperaturen unter 63°C bis 59°C erzielt werden. Die niedrigen Temperaturen im Viskositätsmaximum sind in den 80er Jahren nicht mehr beobachtet worden. Als Ursache wurde die geringere Neigung zum Lagern der Feldbestände angenommen. Die Erfahrung kann für die Qualitätsbewertung von Roggen aus extensiviertem Anbau wichtig sein, zumal Roggen für die Extensivierung günstiger geeignet zu sein scheint als Weizen, weil der Proteingehalt und damit die Stickstoffdüngung für die "innere Qualität" nicht in solchem Grade von Bedeutung ist wie bei Weizen. Auch in dieser Hinsicht sind exakte Untersuchungen erforderlich und in Vorbereitung.

Für Braugerste sind hoher Vollkornanteil, hohe Keimfähigkeit und niedriger Proteingehalt qualitätsbestimmend.

Tab. 8: Anforderungen an Braugerste

Feuchte (%)	14,5
Vollkornanteil (%)	90
Keimfähigkeit (%)	95
Rohprotein (% i.Tr.)	11,5

Hinsichtlich der Verwendung von Getreide als Futtermittel ist in diesem Rahmen dem Roggen Aufmerksamkeit zu widmen. In den Roggenanbaugebieten wurde von alters her Roggen als hofeigenes Futtergetreide - auch für Geflügel - genutzt. Exakte Fütterungsversuche erfolgten mehrfach in diesem Jahrhundert, zuerst vor dem 1. Weltkrieg, als Importe aus Rußland die brandenburgisch-preußische Bauernschaft in Bedrängnis brachten, ihre Roggenbestände zu vermarkten.

1991 wurden unabhängig voneinander an der Universität Bonn und an der Versuchs- und Lehranstalt Ruhlisdorf des Landes Brandenburg - in Verbindung mit dem Institut für Getreideverarbeitung - mit genetisch verschiedenen Schweinepopulationen Fütterungsversuche durchgeführt. Die bisherigen Ergebnisse stimmen überein: Roggen kann als Getreidekomponente (77 % der Futteraktion) mit gleichem Erfolg wie z.B. Gerste eingesetzt werden.

Die Lagerbarkeit des Getreides, die ständige Zugriffsmöglichkeit zu Lagerbeständen, prädestiniert die Getreidearten als Industrie- und Energiepflanzen, als technische oder nachwachsende Rohstoffe. Als stärkereiche Erntegüter sind Mais und Weizen Rohstoffe für die Stärkegewinnung. Für Roggen - das Problem-Getreide, das wegen seiner qualitativen Besonderheiten in diesem Rahmen immer wieder im Brennpunkt steht - konnte bislang ein rationeller Isolierungsprozeß nicht erstellt werden.



Tab. 9: Getreide als technischer Rohstoff (Beispiele)Industriepflanze

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| - Stärke<br>(Protein als Beiprodukt) | * Zucker<br>biotechn. Substrat   |
|                                      | * Mod. Stärke<br>Papier, Textil<br>Bindemittel<br>(Klebstoff)<br>Tenside<br>(Flotation u.a.) |
|                                      | * Plastifizierung  |
|                                      | * Biodegradable<br>Werkstoffe  |

Energiepflanze

- |              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| - Combustion |                               |
| - Ethanol    | * Verbrennungs-<br>kraftstoff |

Ausgehend von Versuchen aus der Zeit der deutschen Autarkie-Bestrebungen vor und während des 2. Weltkrieges waren in der DDR neue Ansätze zur Gewinnung von Roggenstärke bearbeitet worden.

Stärkegewinnungsverfahren sind allgemein technisch aufwendig oder umweltbelastend. In den Fällen, in denen die Effekte der Begleitsubstanzen (Proteine, Nichtstärkepolysaccharide, niedermolekulare Kohlenhydrate) vernachlässigt werden können, kann der Prozeß der Stärkeisolierung umgangen werden. Hinsichtlich der Verwendung von Getreide als nachwachsender Rohstoff zur Her-

stellung biopolymerer plastikartiger Werkstoffe ver- folgt das Institut für Getreideverarbeitung jenen Grundsatz.

Stärke ist durch Erhitzung unter Druck im Extrusions- prozeß plastifizierbar. Die Plastifizierung erfolgt auch bei Extrusion von Getreidemahlprodukten. Roggen weist unter den Getreidearten u.a. drei unikate Charak- teristika auf:

- Schaumbildungsvermögen
- niedrige Verkleisterungstemperatur der Stärke
- hoher Gehalt an Pentosanen

Diese qualitativen Besonderheiten sind Ausgangspunkt für die Aktivitäten des Instituts für Getreideverarbei- tung, dem Roggen ein neues Verwendungsgebiet zu er- schließen: biologisch abbaubare Plastikwerkstoffe, z.B. als Dämmstoffe für Wärme und Schall, als Füllkör- per und Hüllmaterial für Verpackungen sowie als Hilfs- material in Landwirtschaft und Gärtnerei. Die Quali- tätsanforderungen müssen im Rahmen von Förderprogrammen erarbeitet werden und sollen auch für die Verwertung der anderen Getreidearten Richtungen für züchterische Zielstellungen ergeben.

Um so rasch wie möglich die erforderlichen Ergebnisse vorlegen zu können, benötigen wir die Unterstützung durch die Länder, den Bund und die EG-Kommission.

## Getreidequalität - zukünftige Probleme

**W. Seibel, P. Gerstenkorn und D. Weipert**  
**(Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung,**  
**Schützenberg 12, W-4930 Detmold)**

### 1. Beurteilung der Qualität des Getreides aus deutschem Anbau

In der Bundesrepublik wurden 1991 rund 40 Mio t Getreide geerntet. Diese Menge stellt ein Rekordergebnis dar. Ca. 8 Mio t finden für die Nahrungsmittelherstellung Verwendung (ZMA, 1991). Nicht nur die günstigen klimatischen Bedingungen beim Aufwuchs und bei der Ernte, sondern vor allem der züchterische Fortschritt und die Agrartechnik haben in den letzten Jahren dazu geführt, daß sehr gute Qualitäten produziert und auch Getreidearten aus deutschem Anbau zur Verarbeitung kommen, die in der Vergangenheit aus anderen EG-Staaten oder Drittländern importiert wurden.

Das veränderte Verbraucherverhalten im Zusammenhang mit einer gesunden Ernährung war darüberhinaus der Ausgangspunkt dafür, daß neben dem Brotgetreide vermehrt auch andere Getreidearten für die Herstellung von Nahrungsmitteln wie Flocken, Chips, Müsli, Extruderprodukte und Mehrkorngebäcke eingesetzt werden. Züchtung und Anbau haben sich deshalb verstärkt auf die entsprechenden Qualitätsanforderungen eingestellt.

#### 1.1 Weichweizen

Von den 16,5 Mio t geernteten Weichweizen entsprechen, wie der Besonderen Ernteermittlung zu entnehmen ist, 57 % dem A-Qualitätssortiment. Knapp 30 % erreichen sogar die in der EG-Marktordnung festgelegten Mindestwerte von 14 % Protein und 35 Sedimentationswerteinheiten, die für den Qualitätszuschlag erforderlich sind (Seibel, W., P. Gerstenkorn und E. Gebhardt, 1991). Dem

inländischen Bedarf steht somit ein deutliches Überangebot an Qualitätsweizen gegenüber. Gewisse Mengen werden davon in andere EG-Staaten exportiert, daneben ist mit einer entsprechenden Andienung zur Intervention zu rechnen.

### 1.2 Roggen

Die Erntemenge beim Roggen betrug 3,3 Mio t. Dies sind 700.000 t weniger als im Vorjahr. Die Rücknahme des Roggenanbaus bezieht sich dabei besonders auf die neuen Bundesländer. Die Ergebnisse der Besonderen Erntermittlung weisen aus, daß 99 % der Gesamtproduktion den EG-Qualitätsanforderungen für Brotroggen von mindestens 200 Amylogrammeinheiten und einer Verkleisterungstemperatur von 63°C entsprechen (Seibel, W., D. Weipert und E. Gebhardt, 1991). Hier zeigt sich deutlich der Trend zum Anbau von auswuchsresistenten Sorten. Die jährliche Vermahlungsmenge beträgt z.Zt. ca. 1,2 Mio t. Die Überschüsse stehen somit zur Intervention an, da durch den Qualitätsroggenzuschlag hierbei höhere Erlöse als auf dem Futtergetreidemarkt erzielt werden. Eine gewisse Entlastung ergibt sich aus subventionierten Hilfslieferungen an östliche Drittländer.

### 1.3 Durumweizen

In der Bundesrepublik werden jährlich ca. 280.000 t Durumweizen vermahlen. Besonders bei dieser Getreideart hat der Züchtungsfortschritt dazu geführt, daß in den letzten Jahren der heimische Durumanbau verstärkt betrieben wird. Die Produktionsmenge betrug im letzten Jahr 98.000 t. Die Durummühlen und die verarbeitende Industrie sind an einer Inlanderzeugung interessiert und wollen nicht von Einfuhren aus den Mittelmeerländern abhängig werden. Züchter, Anbauer und Verarbeiter haben sich in einem Arbeitskreis zusammengeschlossen, um sich auf bestimmte Qualitätskriterien und Sorten festzulegen, so daß damit eine problemlose Vermarktung sichergestellt ist. Die Durumweizenqualität wird im Rahmen der Besonderen Erntermittlung nicht erfaßt. Die Auswertung von Landessortenversuchen und Untersuchungen von Handelspartien lassen jedoch ein hohes Qualitäts-

niveau bestimmter Regionen der letzten Jahre erkennen. Dabei sind für die verarbeitende Industrie die Grießausbeute bei der Vermahlung sowie die Kochfestigkeit und Farbausprägung der Teigware als Endprodukt von besonderer Bedeutung.

#### 1.4 Hafer

Während in den früheren Jahren Hafer von den deutschen Schälmühlen vorwiegend aus Ländern außerhalb der EG bezogen wurde, wird schon seit längerer Zeit neben Importen aus Frankreich auch inländischer Hafer zur Flockenherstellung verarbeitet. Umfangreiche Untersuchungen aus Landessortenversuchen haben gezeigt, daß deutsche Sorten bzw. entsprechende Aufwüchse den Qualitätsansprüchen der Schälmühlenindustrie nachkommen. Dies gilt sowohl für die technologische Qualität, wie TK-Gewichte, Kernaussbeuten und Schäleigenschaften als auch für den Nährstoffgehalt im Zusammenhang mit Protein und Fettanteilen (*Ganßmann, W., 1991*).

#### 1.5 Körnermais

Ähnlich ist die Entwicklung beim Körnermais. Auch hier werden in bestimmten Regionen Süddeutschlands bereits spezielle Sorten angebaut, die sich sehr gut für die Verarbeitung in der Trockenmüllerei zu Grits und Grießen als Ausgangsprodukte für die Herstellung von Cornflakes und Extruderprodukten eignen, und damit Importe teilweise substituieren. Es sind Maissorten, die aufgrund ihrer Struktur und Inhaltsstoffzusammensetzung eine hohe Ausbeute an fettarmen Vermahlungsprodukten erbringen. Es bedarf dabei der Aufbereitung des Erntegutes, d.h. der Trocknung, besonderer Aufmerksamkeit. Zu hohe Trocknungstemperaturen können einen sehr negativen Einfluß auf den Verarbeitungswert nehmen.

#### 1.6 Gerste

Relativ zur Gesamtproduktion ist die Verwendung von Gerste als Nahrungsmittel von sehr geringer Bedeutung, wenn die Bierproduktion dabei ausgenommen ist. Von den 14 Mio t der letztjährigen Ernte werden nur ca. 35.000

t für die menschliche Ernährung verwendet. Durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse ist allerdings der ernährungsphysiologische Wert der Gerste aufgewertet worden. Dies bezieht sich besonders auf den hohen  $\beta$ -Glucangehalt. Darüberhinaus hat die technologische Entwicklung im Bereich der Verarbeitung die Produktpalette erweitert, so daß mit einer größeren Akzeptanz dieser Getreideart durch den Verbraucher gerechnet werden kann. Die entsprechenden Qualitäten stehen zur Verfügung.

### 1.7. Dinkelweizen

In den letzten Jahren war in bestimmten Regionen eine deutliche Steigerung des Dinkelanbaus zu beobachten. So ist z.B. die Anbaufläche in Baden-Württemberg, die 1989 noch 3.600 ha betrug, im Jahr 1991 auf 6.700 ha erweitert worden. Auch hier muß ein Zusammenhang mit dem veränderten Ernährungsbewußtsein des Verbrauchers gesehen werden. Dinkelweizen, bzw. auch Grünkern vergrößern die Angebotspalette für spezielle Gebäcke sowie für Getreidespeisen und Teigwaren. Darüberhinaus wird Dinkel durch eine ausgewogene Zusammensetzung der Inhaltsstoffe und die ihm eigene Bioverfügbarkeit als Naturheilmittel bzw. Diätkost empfohlen. 4 bis 5 Dinkelsorten sind z.Zt. im Anbau. Erzeugergemeinschaften produzieren in Absprache mit den Verarbeitern entsprechende Qualitäten. Neue Sorten werden im Rahmen der Wertprüfung beurteilt.

### 1.8 Triticale

Auch Triticale als Kreuzung zwischen Weizen und Roggen hat in den letzten Jahren eine außergewöhnliche Ausdehnung erfahren. Die Anbaufläche betrug 1991 130.000 ha und die Erntemenge 730.000 t. Allerdings ist diese Getreideart aufgrund ihrer Proteinzusammensetzung, Neigung zum Aufwuchs und Anomalien in der Kornausbildung nicht sehr gut für Backzwecke geeignet und wird auch deshalb nur in ganz geringen Mengen für Spezialgebäcke verwendet. Die Vorteile von Triticale zeigen sich in der Anbautechnik und dem Futterwert. Die Beschreibende

Sortenliste weist z.Zt. sieben Triticalesorten aus, weitere Linien und Stämme stehen in der Wertprüfung.

## 2. Zukünftige Probleme

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in der Bundesrepublik z.Zt. Getreide in mehr als ausreichender Menge und von sehr guter Qualität für die Herstellung von Nahrungsmitteln zur Verfügung steht. Es müssen allerdings die zukünftigen Entwicklungen im Zusammenhang mit der Agrarpolitik, der ökonomischen und ökologischen Betrachtungsweisen sowie veränderter Qualitätsanforderungen beachtet und u.U. entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, um diesen derzeitigen Stand zu erhalten.

### 2.1 Extensivierung

Mit Hilfe von Extensivierungsprogrammen will die Europäische Gemeinschaft die Überschußproduktion vermindern und die Getreideerzeugung kontinuierlich an den Verbrauch anpassen. Auch die Bevölkerung ist inzwischen für Umweltfragen sensibilisiert, so daß innerhalb der Getreideproduktion die Belange von Umwelt- und Naturschutz stärker beachtet werden müssen. Aus dieser Situation stellt sich die Frage, inwieweit durch solche Extensivierungsmaßnahmen der Verarbeitungswert von Getreide für die Lebensmittelherstellung beeinflußt wird. In den letzten Jahren sind eine Vielzahl von entsprechenden Untersuchungen durchgeführt worden, die einige wichtige Erkenntnisse erbracht haben. So ist z.B. festzustellen, daß sich beim Verzicht auf Pflanzenschutzmaßnahmen, wie Wachstumsregulatoren und Fungizidbehandlungen, die Qualität des Getreides nicht negativ verändert (Zimmermann, G., 1991). Dagegen hat die Einschränkung der Mineraldüngung, insbesondere der Stickstoffversorgung, einen direkten Einfluß auf die Proteinmenge im Getreide. Qualitativ ist davon allerdings nur der Weizen betroffen, alle anderen Getreidearten nicht. Legt man das heutige Qualitätsniveau zugrunde, kann davon ausgegangen werden, daß für die Herstellung von Weißbrot, Weizenmischbrot und Kleingebäck Mehle der Type 550 mit einem Proteingehalt von 11,0 - 11,5 %

i.Tr. ausreichen müßten. Hierfür benötigt man einen Brotweizen mit einem Proteinniveau von etwa 12,0 - 12,5 % i.Tr. Auch für die Herstellung von Weizenvollkornmehlen für die Brot- und Kleingebäckherstellung sollten diese Werte akzeptabel sein (Brümmer, J.-M. und W. Seibel, 1991).

Ein genetisch besseres Stickstoffeinlagerungsvermögen zeigt sich bei den Weizensorten des hohen A-Bereichs. Deshalb sind diese Sorten im extensiven Anbau zu bevorzugen, da sie auch bei geringeren Stickstoffgaben die benötigten Eiweißquantitäten erbringen. Besondere Beachtung sollten dabei auch die genetischen Teigeigenschaften der Sorten finden, da sie für die Backqualität von besonderer Bedeutung sind. Sorten mit kurzen Teigeigenschaften eignen sich demnach nicht sehr gut für diesen Anbau, da bei einem reduzierten Proteingehalt diese nicht erwünschte Eigenschaft verstärkt hervortritt. Für die Zukunft der Brotweizenproduktion wäre es somit wichtig, daß in Absprache zwischen dem Landwirt und dem verarbeitenden Müllerei- und Backgewerbe Weizensorten für den Anbau selektiert werden, die einen noch relativ guten Ertrag haben, möglichst krankheitsresistent sind und bei einem niedrigen Proteinniveau ein gutes Backverhalten zeigen.

Die inländischen Qualitätsanforderungen an den Brotweizen sind demnach auch bei einer Extensivierung erfüllbar. Probleme werden sich dagegen beim Export ergeben. Maßgebliches Kriterium für die Ausfuhr von deutschen Weizen in andere EG-Staaten war ein Proteinniveau um 14 % i.Tr., das unter diesen Anbaubedingungen nicht mehr gegeben ist. Die Exportchancen werden sich somit drastisch verringern. Ähnliche Probleme sind beim Durumweizen zu erwarten. Gerade der hohe Proteingehalt hat gegenüber den EG-Importen den Vorteil bei der Verarbeitung der heimischen Aufwüchse erbracht. Es bedarf deshalb in der Zukunft verstärkter Ausrichtung der Züchtung und der Agrartechnik auf die neue Situation, um Durumweizen aus deutschem Anbau konkurrenzfähig zu erhalten.



## 2.2 Mikrobiologische Beschaffenheit

Neben der technologischen Qualität des Getreides beziehen sich die steigenden Ansprüche des Verbrauchers auch auf die mikrobiologische Beschaffenheit dieses Lebensmittels. Zukünftig muß deshalb die Qualitätsbeurteilung des Getreides unter diesem Gesichtspunkt besondere Bedeutung finden. Getreide weist in Abhängigkeit von Ernte-, Transport-, Lager- und Verarbeitungsbedingungen unterschiedliche Keimspektren und unterschiedliche hohe Keimgehalte auf. Diese Faktoren sind bei einer Beurteilung ebenso zu beachten wie die Tatsache, daß aus dem Rohstoff unterschiedliche Endprodukte hergestellt werden können. So sind z.B. an ein Getreide zum Direktverzehr höhere Anforderungen zu stellen, als wenn es als Rohstoff einer weiteren Bearbeitung unterzogen wird. Die Mikroflora des Getreides setzt sich aus Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen und Streptomycceten zusammen. Die Beurteilung erfolgt nach quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten, wenn es um die Qualität des Produktes und um die Gesundheit des Verbrauchers geht. Nachdem in den letzten Jahren schon wissenschaftliche Grundlagen zu diesem Thema erarbeitet wurden, sollen mit einem neuen Forschungsvorhaben Voraussetzungen für die Festlegung von Richt- und Grenzwerten geschaffen werden (Spicher, G., 1982).

## 2.3 Lagerung

In der heutigen Situation der Überproduktion und gestiegener Qualitätsansprüche kann Getreide ohne Schwierigkeiten nur in einwandfreier Qualität ohne Beeinträchtigung durch Lagerungs- und Trocknungsschäden vermarktet werden. Andererseits wird aufgrund des Kostendrucks ein Teil der Nacherntebehandlung und Lagerung zunehmend vom Erzeuger selbst übernommen. Diese Getreidelager müssen den Leistungsstandards der gewerblichen Lagerbetriebe entsprechen. Dabei ist die Gesunderhaltung der Ware eine elementare Voraussetzung für die Qualitätssicherung von Getreide. Infolge einer zukünftigen reduzierten Verwendung chemischer Vorratsschutzmittel muß die qualitätsangepaßte Getreideaufbereitung

auch verstärkt auf Erkennung und Vorbeugung von Schädlingsbefall ausgerichtet sein. Optimale Lagerungsbedingungen sind gegeben, wenn eine Stabilität gegenüber Schadorganismen herbeigeführt wird. Empfehlenswert ist eine Kühlung auf 8 - 12°C und eine Absenkung des Getreide- $a_w$ -Wertes (Wasseraktivität des Getreides) auf mindestens 0,65. Dies entspricht z.B. bei Weizen einem hygroskopischen Gleichgewicht von 65 % Luftfeuchtigkeit und ca. 14 % Kornfeuchtigkeitsgehalt. Unter Einhaltung dieser Bedingungen ist die mikrobielle Stabilität gewährleistet, auch eine Unterdrückung der Milben und Staubläuse wird damit erreicht. Bei der Getreidetrocknung müssen Qualitätseinbußen, die durch Anwendung zu hoher Korntemperaturen oder durch zu starken Feuchtigkeitsentzug auftreten, unbedingt vermieden werden. Dies gilt besonders für die Aufbereitung des Brotgetreides (Münzing, K., 1992).

### 3. Schlußfolgerungen

Aufgrund des züchterisch und agrartechnischen Fortschritts der letzten Jahre hat das in unserem Land produzierte Getreide einen hohen Qualitätsstandard aufzuweisen. Die zu erwartenden Reformen in der Agrarpolitik und die Qualitätssensibilisierung der Verbraucher müssen zukünftig besondere Berücksichtigung finden, um dieses Niveau zu erhalten. Es empfiehlt sich dabei ein intensiverer Kontakt zwischen Anbauern, Vermarktern und Verarbeitern in Bezug auf Sortenauswahl, Qualitätskriterien, Partiegröße, Preise, Aufbereitung und Qualitätserhaltung. Nur unter diesen Voraussetzungen kann die Produktion und die Verarbeitung von inländischem Qualitätsgetreide als gesichert angesehen werden.

### 4. Zusammenfassung

Wie aus der Besonderen Ernteermittlung hervorgeht, hat die Brotgetreideernte 1991 sehr gute Qualitäten aufzuweisen. Dies gilt nicht nur für die alten, sondern auch für die neuen Bundesländer.

Beim Weizen ist nach wie vor ein hoher A-Qualitätssortenanteil vorhanden, der weit über dem inländischen Be-

darf liegt und sich damit für den Export in andere EGländer anbietet.

99 % des geernteten Roggens weisen die Qualitätsrichtwerte für Brotroggen auf. Dies ist nicht nur auf die guten Erntebedingungen zurückzuführen, sondern auch auf die Züchtungsfortschritte im Zusammenhang mit auswuchsresistenteren Sorten.

Züchtung und Agrotechnik haben zum gezielten Anbau von Durumweizen in der Bundesrepublik geführt, der aufgrund der guten Qualität von den Mühlen zu entsprechenden Preisen aufgekauft wird.

Die veränderten Verzehrsgewohnheiten des Verbrauchers sind die Ursache dafür, daß in den letzten Jahren vermehrt andere Getreidearten wie Hafer, Mais, Dinkelweizen, Gerste und Triticale Verwendung finden. Auch hier sind deutsche Aufwüchse von entsprechender Qualität und haben Importe z.T. deutlich substituiert.

Problematisch ist insgesamt gesehen die Überschußsituation von Getreide. Extensivierungsmaßnahmen sollen diese nunmehr abbauen und die Erzeugung der Marktsituation anpassen. Mit Ausnahme des Weizens sind bei allen anderen Getreidearten keine Auswirkungen auf die Qualität durch die veränderten Anbaumaßnahmen zu erwarten. Speziell die verminderte N-Düngung führt zur Reduzierung des Proteingehaltes beim Weizen. Durch die Auswahl bestimmter Sorten ist die Standardmehlqualität durchaus produzierbar. Für spezielle Backwaren, die eine sehr hohe Eiweißmenge im Rohstoff benötigen, können u.U. Schwierigkeiten auftreten. Aus den gleichen Gründen muß mit einer Verminderung der Exportchancen für Qualitätsweizen gerechnet werden. Auch beim Durumweizen kann die Reduzierung des Proteingehaltes Probleme bei der Verarbeitung verursachen.

Neben der technologischen Qualität wird verstärkt auf den hygienischen Zustand der Getreideprodukte geachtet. Diese Forderungen sind demnach bei der Erntebereitung und besonders bei der Lagerung der Rohstoffe zu berücksichtigen.

## 5. Literatur

- Agrarmärkte in Zahlen Deutschland '91, Hrsg. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle. - Bonn: (1991), S. 10-11
- Brümmer, J.-M., W. Seibel, 1991: Verarbeitungseigenschaften von Weizen aus extensiviertem Anbau. Getreide Mehl und Brot 45, 11, 336-341
- Ganßmann, W., 1991: Qualitätsmerkmale von Hafer für die industrielle Verarbeitung. Die Mühle und Mischfüttertechnik 128, 12, 145-148
- Münzing, K., 1992: Anforderungen an die Aufbereitungstechnik zur Qualitätssicherung von Marktgetreide. Konservierung und Lagerung von Getreide, Hrsg. KTBL Darmstadt. 19-37
- Seibel, W., P. Gerstenkorn, E. Gebhardt, 1991: Die Qualität der deutschen Weizenernte 1991. Die Mühle und Mischfüttertechnik 128, 41, 523-529
- Seibel, W., D. Weipert, E. Gebhardt, 1991: Die Qualität der deutschen Roggenernte 1991. Die Mühle und Mischfüttertechnik 128, 42, 535-541
- Spicher, G., 1982: Aktuelle mikrobiologische Probleme der Getreideverarbeitung. Getreide Mehl und Brot 36, 9, 230-237
- Zimmermann, G., 1991: Ertrags- und Qualitätseigenschaften von Weizen bei reduziertem Düngungs- und Pflanzenschutz Aufwand. Getreide Mehl und Brot 45, 11, 323-327.

## Qualitätsprobleme der Speisekartoffel - sind Lösungen in Sicht?

**M. Munzert**  
**(Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,**  
**W-8050 Freising-Weißenstephan)**

### Einleitung

Die Kartoffel hat ihre ursprüngliche Bedeutung in der Ernährungssicherung des Volkes längst verloren. Kartoffeln werden nicht mehr als Sattmacher gegessen, sondern sind eine Beilage, mit allerdings hohem ernährungsphysiologischem Wert. Die besonderen Pluspunkte der Kartoffel sind die hohe biologische Wertigkeit des Proteins, der hohe Vitamin-C-Gehalt und hohe Mineralstoffgehalt (Kalium, Magnesium) und der geringe energetische Wert der Kartoffel (*Kofranyi 1971, Müller 1973*).

Trotz dieses positiven Images ist es nicht gelungen, den Rückgang des Speisekartoffelverzehrs zu stoppen. Lag der Pro-Kopf-Verbrauch in der Bundesrepublik 1950 bei 184 kg, so ist er 1990/91 auf 70,0 kg geschrumpft. Der Rückgang wäre noch viel dramatischer ausgefallen, wenn nicht die Veredelungsprodukte trendmildernd gewirkt hätten.

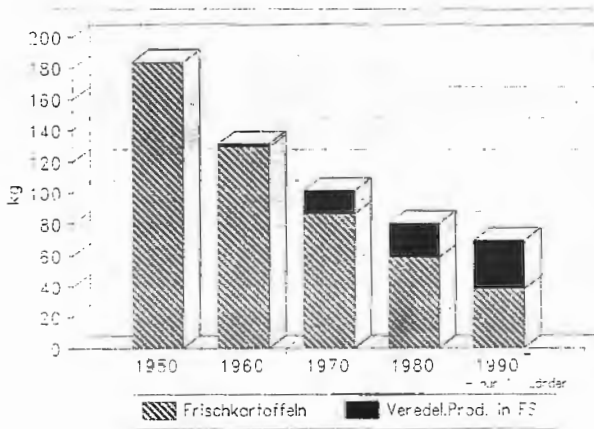


Abb.1: Speisekartoffelverbrauch in BRD  
kg/Kopf der Bevölkerung

Natürlich gibt es gute praktische Gründe, weshalb die Hausfrau auf einfacher zu handhabende Alternativprodukte ausgewichen ist. Nicht zu leugnen ist aber auch die Tatsache, daß es Qualitätsprobleme waren, die die Hausfrau zur Reduzierung der Kartoffel auf dem Speiseplan veranlaßten. Wo die Probleme im einzelnen liegen, ist nicht immer klar ersichtlich. Tatsache ist, daß es vom Erzeuger bis zum Verbraucher zahlreiche Qualitätsrisiken gibt, die dem wertvollen Nahrungsmittel einen Imageverlust gekostet haben. Auf die wesentlichen Probleme soll hier eingegangen werden.

#### Verbrauchererwartungen

Welche Qualitätserwartungen der Verbraucher mit der Speisekartoffel verbindet, hat die Centrale Marketing Gesellschaft (CMA) wiederholt in Umfragen ermittelt (Reuter, 1989). Danach ist dem Verbraucher der Geschmack der Kartoffel die wichtigste Einzeleigenschaft (Übers. 1). Dieses Kriterium ist stark sortenbedingt

und wird auch im Sortenzulassungsverfahren im Rahmen der Speisewertprüfung definiert. Leider ist die dabei vergebene Geschmacksnote als nicht gemessene, sondern nur organoleptisch und damit subjektiv ermittelte Größe immer umstritten gewesen. Dies ist unverständlich, denn bei Speisetests mit Verbrauchern war immer wieder zu beobachten, daß man sich sehr schnell über die gut und schlecht schmeckende Sorte einigen konnte. Eine Speisearte muß mindestens die Geschmacksnote 5 (mittel) erreichen. Dieses relativ leicht zu erreichende Ziel sichert vielen Sorten den Sortenschutz, obwohl sie eigentlich die Verbrauchererwartungen nicht erfüllen. Ein strengerer Maßstab wäre durchaus im Interesse des Verbrauchers.

Übersicht 1: **Einkaufskriterien für Kartoffeln aus mehreren Verbraucherumfragen**  
(Reuter 1989)

Vorgaben	Zustimmung
Gute Qualität	98 %
Gute Geschmack	94 %
Richtige Kocheigenschaft	89 %
Günstiger Preis	86 %
Unterschiedliche Größe (groß/klein)	62 %
Führt mein Geschäft	53 %
Handliche Verpackung	50 %
Handelsklasse	50 %
Sauber, bereits gewaschen	41 %
Bestimmte Sorte	30 %

Der Streit um den guten Geschmack ist offensichtlich nur zu beenden, wenn eine objektive Methode zur Bestimmung der wesentlichen Geschmackskomponenten zur Verfügung stünde. Hier hat die Grundlagenforschung noch eine wichtige Aufgabe zu erfüllen. Erst wenn es gelingt, den Geschmack der Kartoffel als unumstrittene Eigenschaft zu definieren, wird die Speisekartoffel-

züchtung stärkeres Gewicht auf den Geschmack der Knolle legen (Munzert, 1991). Daß züchterische Fortschritte auf diesem Gebiet möglich sind, haben Scheidt und Hunnius (1978) gezeigt.

Aus den Verbraucherumfragen der CMA hat Reuter (1989) das "erfolgreiche Kartoffelangebot der Zukunft" formuliert (Übers. 2). Danach kommt neben "mehr Qualität und Geschmack" einem differenzierteren Angebot - gemeint sind hier wohl die verschiedenen Kochtypen (Salatware / vorwiegend festkochend / mehlig kochend) - einer attraktiven Gestaltung der Verpackung mit originellen Ideen und einer klaren Herkunft der Ware ("Produktumfeld") besondere Bedeutung zu. Diesem Gesichtspunkt wird neuerdings mit besonderen Markenangeboten, z.B. "Ackergold", "Terra Nova", "Beste Ernte", "Heidekorb", Rechnung tragen.

<p>Übersicht 2: <b>Das erfolgreiche Kartoffelangebot der Zukunft</b> (Reuter, 1989)</p>
---

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mehr Qualität, mehr Geschmack</li> <li>o Mehr Auswahl und Abwechslung</li> <li>o Attraktive Gestaltung und informative Verpackung</li> <li>o Ausgeprägte Originalität</li> <li>o Klare Souveränität mit Produktumfeld</li> </ul> |
|---|

Hätte man in die CMA-Umfragen auch die Nitratfrage miteinbezogen, so wäre mit Sicherheit ein starker Wunsch nach Kartoffeln mit niedrigem Nitratgehalt zum Ausdruck gekommen. Dies mag auf den ersten Blick paradox erscheinen, da die Kartoffel mit etwa 150 ppm Nitrat zur Gruppe der nitratarmen Pflanze zählt. Trotzdem



wird man diesen Gesichtspunkt künftig verstärkt beachten müssen, weil der Verbraucher auf diesem Gebiet sehr sensibel ist. Die Nitratfrage ist - von extremen Düngungsfehlern abgesehen - in erster Linie züchterisch zu lösen. *Munzert* und *Lepschy* (1983) konnten an einem größeren, an zahlreichen Umwelten getesteten Sortiment die starke Sortenabhängigkeit dieses Merkmals aufzeigen (Abb. 2). Da zur Bestimmung des Nitratgehalts ein einfacher Schnelltest zur Verfügung steht (*Nitsch*, 1989), sollte sich die Züchtung dieser Aufgabe, nach extrem niedrigem Nitratgehalt zu selektieren, stellen. Die oben erwähnten Markenprogramme verlangen vom Erzeuger Ware mit unterdurchschnittlichem Nitratgehalt (meistens < 150 ppm), also Werte, die innerhalb der Norm der Diätverordnung liegen (< 250 ppm).

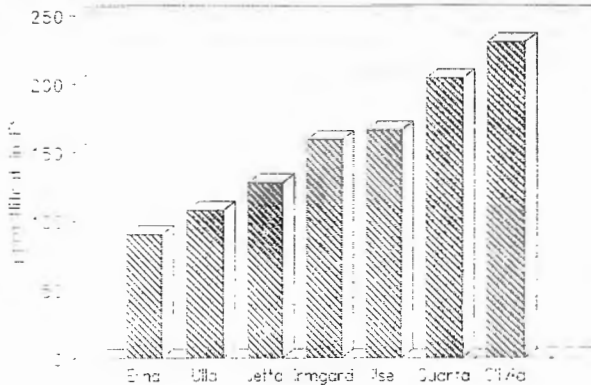


Abb. 2: Nitratgehalte von Kartoffelsorten  
Bcyer. Landessortenversuche 1981/82

#### Probleme auf der Vermarktungsstufe

Die größten Qualitätsverluste entstehen auf der Vermarktungsstufe, also während der Sortierung, evtl. Wäsche und Abpackung in Kleingebinden, insbesondere aber während der Lagerung beim Endverkäufer.

Falsche Behandlung in diesem Bereich zeigt sich an der Knolle in Form von Beschädigungen, Fäulnis, Ergrünung und evtl. vorzeitigem Keimen. Die Einzelursachen sind wissenschaftlich gut erforscht, es fehlt allerdings noch an der Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis. Zum Teil liegt es an einer nicht knollengerechten Technik, nicht selten aber auch am Unverständnis der entscheidenden Person vor Ort (Disponent, Verkäufer).

Beschädigungen mindern die äußere Qualität (verkorkte Wunden, Haarrisse, Blaufleckigkeit) und sind auch die entscheidenden Eintrittspforten für die Naß- und Trockenfäuleerreger (*Erwinia carotovora*, *Fusarium coeruleum*). Die besonderen Gefahrenquellen auf der Vermarktungsstufe sind der Sortiervorgang, der Abpackprozeß und sämtliche Transportvorgänge, soweit damit Fallstufen oder Stoßeinwirkungen verbunden sind. In Übersicht 3 werden die Möglichkeiten zur Vermeidung dieser Behandlungsfehler aufgezeigt.

Übersicht 3: <b>Beschädigungsgefahren während der Vermarktung der Kartoffel</b>	
Beschädigungsquelle	Vermeidung von Beschädigungen
Sortierung	Sorten mit geringer Beschädigungsempfindlichkeit  Sortierung nicht unter 10°C  Vermeidung von Fallstufen > 25 cm  Abpolstern der Aufprallflächen (Gummierte Siebe, Gummilappen)
Abpackung	Geringe Fallstufen im Vorratsbehälter  Abtütung bzw. Absackung mit abgebremsten Fallstufen
Transportvorgänge	Vermeidung von Fallstufen bei Förderbandübergängen  Kein Werfen oder Stoßen der Gebinde

Die Knolle ist selbst zwar wasserreich (ca. 80 % Wasser), reagiert auf einen äußeren Wasserfilm aber äußerst empfindlich. Der Grund ist der latente Bakterienbesatz in den Lentizellen der Schale, der beim Feuchtwerden der Schale sofort aktiviert wird und zur Fäulnisbildung führt. Fusariumpilze reagieren nicht so schnell auf Feuchte, werden aber indirekt durch Bakterienvermehrung gefördert. Wie die Feuchtebildung verhindert werden kann, geht aus Übersicht 4 hervor. Eine besondere Gefahr ist das Waschen der Kartoffel - der

größte Streß, den man Kartoffeln antun kann. Nur bei schnellem Rücktrocknen innerhalb 24 Stunden kann die Fäulnis vermieden werden. Der Verbraucher sollte freilich darüber aufgeklärt werden, daß gewaschene Kartoffeln völlig naturwidrig angeboten werden und im Grunde mit einem Qualitätsverlust verbunden sind.

Übersicht 4: Das Feuchte- und Fäulnisproblem der Kartoffel	
Ursache	Vermeidung
Ungenügende Abtrocknung bei Sofortvermarktung	Belüftung der losen bzw. abgepackten Partie
Kondenswasser bei Temperaturschock bzw. krassem Temperaturwechsel	Allmähliche Abkühlung bzw. Anwärmung auf die gewünschte Temperatur; niemals wärmere Luft als Knollentemperatur zufügen
Waschen	Schnelles Rücktrocknen; statt Waschen nur Bürsten; Kartoffelproduktion auf "hellen" Böden und nicht Waschen
<b>Beachte:</b> Naßfäule ( <i>Erwinia carotovora</i> ) und Trockenfäule ( <i>Fusarium spec.</i> ) werden durch Beschädigungen und unzureichende Abtrocknung extrem stark gefördert.	

Ein sehr unbefriedigend gelöstes Problem ist die Vermeidung des Lichteinflusses. Leider wird hier auf der Vermarktungsstufe noch schwer gesündigt (Übersicht 5). Die schlimmste Tortur geschieht im beleuchteten Verkaufsregal; hier wird, wenn die Kartoffel nicht schleunigst in die Tasche des Kunden kommt, das Grünwerden regelrecht erzwungen. Das gemeinsame Angebot von Kartoffeln mit Obst und Gemüse im Verkaufsregal ist das größte Hindernis zur Bewahrung der Qualität bis auf den Tisch des Verbrauchers. Es ist unverständlich, weshalb

Gewerbeaufsichtsämter, Verbraucherverbände, aber auch Marketingorganisationen nicht schon längst die spezielle dunkle, wenn möglich gekühlte "Kartoffelbox" gefordert haben. Nur unter dieser Voraussetzung ist das Abpacken von Kartoffeln in Folien, die auch im eingefärbten Zustand keinesfalls lichtundurchlässig sind, zu akzeptieren.

Übersicht 5: Ursachen und Vermeidung der Ergrünung der Knollen auf der Vermarktungsstufe	
Ursache	Vermeidung
Zwischenlagerung in hellen Räumen	Dunkelräume
Abpackung in Folien	Abpackung in lichtdichten Tüten
Angebot im beleuchteten Verkaufsregal	Separate, dunkle und kühle (10°C) "Kartoffelbox" mit Verbraucherhinweis
<b>Hinweis:</b> Kartoffeln ergrünen bei Tages- bzw. Raumlicht innerhalb 2-3 Tage und sind dann ungenießbar (hoher Glykoalkaloidgehalt) Am schlimmsten sind beleuchtete Verkaufsregale.	

Ergrünte Knollen fallen im Geschmack stark ab, weisen aber auch einen stark erhöhten Glykoalkaloidgehalt (Solanin, Chaconin) auf. Sie sind deshalb ungenießbar. Nur die ergrünte Knolle bietet Anlaß zu gesundheitlichen Bedenken. Eine neuere Untersuchung von *Wünsch* und *Munzert* (1992) hat gezeigt, daß unsere Speisesorten bei richtiger Lagerung bis weit ins nächste Jahr hinein ohne eine Anreicherung von Glykoalkaloiden verzehrt werden können.

Schließlich muß erwartet werden, daß Speisekartoffeln auf der Vermarktungsstufe nicht zu keimen beginnen. Gekeimte Knollen fallen im Geschmack stark ab und akkumulieren in der Augenzone auch Glykoalkaloide. Das Problem ist dann gelöst, wenn der Erzeuger bei 4°C gelagerte Ware abgibt und während der Vermarktung relativ kühle Zwischenlagerungsbedingungen (6 - 10°C) geschaffen werden.

Insgesamt ist festzustellen, daß die Faktoren, die die Erhaltung der Qualität auf der Vermarktungsstufe bedingen, bekannt sind. Leider fehlt es noch an der Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis. Von einem knollengerechten Handling auf dem Weg vom Vermarkter zum Endverbraucher kann nur in Einzelfällen gesprochen werden. In jüngster Zeit werden über die schon erwähnten Sondermarken ernsthafte Versuche unternommen, die Situation zu verbessern, indem z.B. im Karton bzw. Tüte mit Sichtfenster angeboten wird.

#### Produktionstechnische Probleme

Die Produktion von Speisekartoffeln in hoher Qualität ist heute ohne weiteres möglich. Die pflanzenbaulichen Parameter sind bekannt; ebenso steht eine ausgereifte Technik zur Verfügung. Werden darüber hinaus der geeignete Standort und die geeignete Sorte gewählt, ist die Erzeugung von Spitzenqualität möglich. Freilich fehlt es auch hier in vielen Fällen an der Umsetzung dieses Wissens in die Praxis.

<b>Übersicht 6: Speisequalität und Produktionstechnik</b>	
<b>Faktoren</b>	<b>Produktionstechnische Maßnahmen</b>
Standort	Speisekartoffelerzeugung auf die besseren Böden konzentrieren
Sortenwahl	Sortenspezifische Anbautechnik (Berücksichtigung von Resistenzen, Boden- und Düngungsansprüchen)
Pflanzgut	Verwendung von Z-Pflanzgut
Düngung	Bilanzorientierte Grund- und Stickstoffdüngung (N <sub>min</sub> , DSN-Modell)  Bodenuntersuchung, Nährstoffzufuhr über organische Düngung als Bemessungsgrundlage
Bodenbearbeitung	Alle Maßnahmen, die einem klutenfreien, lockeren, stabilen und unkrautfreien Dammaufbau dienen
Ernte	Abwarten der Schalenfestigkeit oder reifefördernde Maßnahmen  Beschädigungsarme Ernte (bei hoher Bodentemperatur und mit "sanfter" Erntetechnik)  evtl. geteiltes Ernteverfahren
<u>Hinweis:</u> Der Produktion in Erzeugergemeinschaften mit gemeinsamen (kontrollierten) Erzeugerregeln auf der Basis von Vertragsanbau gehört die Zukunft!	

Beste Speisequalitäten sind nur auf den besseren (zuckerrübenfähigen) Böden zu erzeugen. Hier wird in den nächsten Jahren noch ein Konzentrationsprozeß stattfinden, der auch die neuen Bundesländer betreffen wird.

Die gesamte Produktionstechnik ist sortenspezifisch auszurichten, insofern kommt der Sortenwahl immer eine zentrale Bedeutung zu. Der Veredelungskartoffelbau exerziert uns seit langem vor, wie mit einem sortenspezifischen, streng nach Anbauregeln organisierten Vertragsanbau Qualität zu erzeugen ist. Genau dies wird der Weg sein, den der Speisekartoffelbau auch gehen wird. Die Pflanzgutfrage, Düngungsregeln, Verwendung optimaler Bodenbearbeitungs- und Erntegeräte und die Beachtung bestimmter Einsatzbedingungen werden Vertragsgegenstand sein und auch kontrolliert werden müssen. Nur unter diesen Voraussetzungen wird es gelingen, das derzeit noch zu zersplitterte und qualitativ zu unterschiedliche Angebot zu überwinden und zu einer marktwirksamen Spitzenqualität zu kommen.

Der westdeutsche Speisekartoffelbau hat bisher unter strukturellen Schwierigkeiten gelitten (durchschnittliche Kartoffelfläche 1989 = 1.14 ha!). Die künftige agrarpolitische Situation wird für günstigere Rahmenbedingungen sorgen, indem der Speisekartoffelbau auf die besseren Böden und in weniger Betriebe mit größeren Anbauflächen abwandern wird; diese Betriebe werden den technischen Fortschritt (z.B. geteiltes Ernteverfahren) nutzen und Spitzenqualität erzeugen können.

Der Speisekartoffelbau wird sich aber noch zu einer weiteren Variante weiterentwickeln, nämlich zum "kontrollierten Anbau". Er wird bereits von einigen Vermarktern genutzt, indem mit dem Landwirt im Bereich der Fruchtfolge, der Sortenwahl, der Düngung und des Pflanzenschutzes besonders strenge und z.T. auch ertragsmindernde Regeln vereinbart werden, die allerdings preislich honoriert werden. Auf diese Weise kann dem Ver-



braucher nicht nur Spitzenqualität angeboten, sondern auch vermittelt werden, wie diese erzeugt wird.

Insgesamt gilt also für den Bereich der Speisekartoffelerzeugung, daß grundlegende pflanzenbauliche und technische Probleme nicht mehr zu lösen sind. Nur wenn es zu einschneidenden Beschränkungen auf dem Herbizid- und Fungizidsektor kommen sollte, sind Qualitätsprobleme zu befürchten (Problemunkräuter, Krautfäulebekämpfung!). Verbesserungsbedürftig ist allerdings die Struktur und damit auch die Kostenseite des Speisekartoffelbaus. Derzeit verzeichnet der Vertragsanbau Zuwachs; insofern ist ein gewisser Optimismus hinsichtlich Besserung der Situation gerechtfertigt.

#### Zusammenfassung

Der Rückgang des Speisekartoffelverzehrs hat auch qualitätsbedingte Gründe. Dem Wunsch des Verbrauchers nach gut schmeckenden Sorten ist u.E. nicht ausreichend entsprochen worden. Eine objektive Methode zur Bestimmung des Geschmackswertes wäre dringend erforderlich. Schwere Behandlungsfehler werden auf der Vermarktungsstufe noch gemacht. Die Knollen werden noch zu stark beschädigt, ungünstig gelagert und vor allem zu sehr dem Licht ausgesetzt. Die Produktionstechnik auf der Erzeugerebene ist in allen wesentlichen Fragen gelöst und hat inzwischen auch zu einem qualitativ verbesserten Angebot geführt. Unbefriedigend ist allerdings noch die Erzeugungsstruktur. Doch sorgt hier der zunehmende Vertragsanbau, neuerdings auch in Form des "Kontrollierten Anbaus", für größere Erzeugungseinheiten mit einem einheitlicheren und allgemein verbesserten Qualitätsniveau.

Literatur

- Kofranyi, E.*, 1972: Die biologische Wertigkeit der Kartoffel-Eiweißstoffe. Kali-Briefe, Fachgeb. 14, 1. Folge.
- Müller, K.*, 1973: Über den Nahrungswert von Kartoffeln und Kartoffelerzeugnissen. Kali-Briefe, Fachgeb. 14, 2. Folge.
- Reuter, B.*, 1989: Trends im Markt für Speisekartoffeln. Der Kartoffelbau 40, 314-317.
- Munzert, M.*, 1991: Künftige Aufgaben der Kartoffelzüchtung. Der Kartoffelbau 42, 144-147.
- Scheidt, M., W. Hunnius*, 1978: Ein Beitrag zur züchterischen Verbesserung der Qualität von Speisekartoffeln. Bayer. Landw. Jahrbuch 55, 793-816.
- Munzert, M., J. Lepschy*, 1983: Zur Frage des Nitratgehaltes in Kartoffelknollen. Der Kartoffelbau 34, 163-168.
- Nitsch, A.*, 1989: Nitratschnelltest an Kartoffeln. Der Kartoffelbau 40, 408-411.
- Wünsch, A., M. Munzert*, 1992: Einfluß von Lagerung und Sorte auf die Verteilung der Glykoalkaloide in der Kartoffelknolle. Potato Research, im Druck.

## Qualität von Heil- und Gewürzpflanzen

Ulrich Bomme  
(Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,  
W-8050 Freising-Weihenstephan)

### Einleitung

Qualität ist ein schillernder, schwierig zu definierender Begriff. Das gilt erst recht in Verbindung mit der artenreichen Gruppe der Heil- und Gewürzpflanzen, von denen allein unter inländischen Standortbedingungen 70 bis 80 Arten anbaubar sind. Dazu kommt die verschiedenartige Nutzung dieser Pflanzen im Lebensmittel- und im Arzneimittelbereich. Manchmal kann das bei ein- und derselben Pflanze wie etwa Pfefferminze, Arzneifenchel oder Zitronenmelisse der Fall sein. Es fällt daher schwer, einen allgemein gültigen, übergeordneten Qualitätsbegriff für diese Pflanzengruppe zu formulieren.

Für Gewürze und teeähnliche Erzeugnisse, die dem Lebensmittelbereich zugerechnet werden, gibt es nur selten **artspezifische** Qualitätsnormen, die über die **allgemeinen** Anforderungen des Lebensmittelrechtes hinausgehen (Zipfel, 1987; Anonym, 1974; Anonym, 1987; Anonym, 1989a). Da die Qualitätsnormen im Arzneimittelbereich weiterreichend sind, wird im wesentlichen in den folgenden Ausführungen darauf eingegangen.

### Qualität im Arzneimittelbereich

Das Arzneimittelgesetz (Anonym, 1976, 1990) verlangt für die Zulassung von Arzneimitteln - auch von Phytopharmaka - den Nachweis von **Wirksamkeit, Unbedenklichkeit** und **Qualität**. Nach dem Arzneimittelgesetz wird Qualität als "die Beschaffenheit eines Arzneimittels, die nach **Identität, Gehalt, Reinheit**, sonstigen chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften oder durch das Herstellungsverfahren bestimmt wird",

definiert. Qualitätsnormen und Prüfverfahren sind in den Arzneimittelprüfrichtlinien (Anonym, 1989b) und insbesondere im Deutschen Arzneibuch (DAB 1991) festgelegt.

### **Identität**

Mit Hilfe der Identitätsprüfung wird festgestellt, ob es sich bei der meist in geschnittener Form gelieferten Droge (**Droge = getrocknete Pflanzenteile**) tatsächlich um die vorgeschriebene Stammpflanze und nicht um eine Verfälschung handelt. Dazu werden makroskopische und mikroskopische Prüfungen z.B. des Gewebeaufbaues, der Behaarung oder der Öldrüsen an Hand von definierten Referenzmustern oder Abbildungen durchgeführt. Nur dadurch kann ermittelt werden, ob beispielsweise eine bestimmte Blütendroge tatsächlich auf *Arnica montana* L. und nicht etwa auf die einfacher zu beschaffende Mexikanische Arnika bzw. auf Ringelblume zurückgeht, oder ob die Schachtelhalmdroge nicht von dem giftigen Sumpfschachtelhalm anstatt von Ackerschachtelhalm stammt.

Mit Hilfe sensorischer Prüfungen werden artenspezifischer aromatischer Geruch und Geschmack sowie die arttypische frische Farbe einer Droge untersucht.

Zur sicheren Bestimmung der Stammpflanze dient weiterhin die meist dünnschichtchromatographische (DC) Wirkstoffuntersuchung der Droge im Vergleich zu einer Referenzlösung. Fehlen bestimmte Zonen bzw. sind zusätzliche Zonen gegenüber der Vergleichslösung im Chromatogramm vorhanden, so besteht die Gefahr einer Verfälschung.

Diese Identitätsprüfung spricht bereits deutlich für den gezielten Heilpflanzenanbau mit definiertem Saat- oder Pflanzgut gegenüber einer Wildsammlung. Sie verlangt aber gleichzeitig auch vom Landwirt genaue Planung beim Anbau sowie absolute Sauberkeit bei der Aufbereitung und Beherrschung der Technik, um nicht schon während der sensorischen Prüfung mit der gelieferten Droge "durchzufallen". Eine Trocknung der nur schwach riechenden Zitronenmelisse unmittelbar nach stark rie-

chendem Liebstöckel ohne gründliche Reinigung der Aufbereitungskette würde mit Sicherheit das artspezifische Aroma von Melisse beseitigen. Problematisch für den Produzenten kann aber auch die DC-Prüfung werden, da bei den Heilpflanzen **kaum echte Sorten** vorhanden sind. In der Praxis kommt es daher immer wieder vor, daß eine Droge als Verfälschung zurückgewiesen wird, weil sie nicht die in der Arzneibuch-Monographie vorhandene Substanz, z.B. das Citral in Zitronenmelisse (DAB 1991) enthält, obwohl es sich bei der Ausgangspflanze auf dem Acker zweifelsfrei um *Melissa officinalis* L. handelte. Hier wird es dann sehr schwierig herauszufinden, worauf dieses negative Ergebnis zurückzuführen ist, entweder auf die Witterung, auf die Aufbereitung, insbesondere Trocknung, oder noch am ehesten auf das Vorhandensein chemischer, nicht definierter Rassen, die auch dem Saatgutlieferanten nicht bekannt sind. Letzteres kann beispielsweise auch für Salbei zutreffen, von dem es zwei im DAB (1991) zugelassene Stamppflanzen, nämlich *Salvia officinalis* L. und *Salvia triloba* L., gibt. Beide unterscheiden sich durch die Behaarung, durch das Vorhandensein von Lappen am Blattspreitengrund oder durch den Thujongehalt im etherischen Öl. Beide Drogen werden wechselseitig als Verfälschung betrachtet. Wie Untersuchungen von Tegel (1984) in einem 400 Pflanzen umfassenden *Salvia-officinalis*-Bestand gezeigt haben, gibt es für die genannten Kriterien aber fließende Übergänge durch Bastardisierung, die z.B. von 3.97 % Thujon im etherischen Öl bis 57.03 % reichten. Eine zutreffende Identitätsprüfung an der **Droge** ist damit nicht mehr möglich.

Probleme kann es weiterhin bei der Identität auch mit der richtigen systematischen Einordnung und Bezeichnung einer Stamppflanze geben, wie es u.a. für *Echinacea* zutrifft. So wurde lange Zeit von *Echinacea angustifolia* DC. var. *angustifolia* gesprochen und geschrieben, auch bei Wirksamkeitsprüfungen. Erst vor kurzer Zeit stellte sich dann aber heraus, daß es sich dabei meistens um eine andere Art, nämlich um *Echinacea pallida* (NUTT.) NUTT gehandelt hatte (Bauer und Wagner, 1990). Die Folge davon ist, daß das üblicherweise angebaute Pflanzenmaterial und die auf dem Markt befindliche Droge mit

wenigen Ausnahmen *Echinacea pallida* zuzurechnen sind, damit **nicht** der Stammpflanze *Echinacea angustifolia* entsprechen und daher als Verfälschung anzusehen sind! Das führte inzwischen dazu, daß die Monographie für *E. angustifolia* im neuesten DAB 10 (1991) nicht mehr vorhanden ist, und die Praxis stark verunsichert wurde.

### **Reinheit**

Die Reinheitsprüfung ist teilweise bereits Bestandteil der Identitätsprüfung, umfaßt aber noch weitere Kriterien. Dazu gehört vor allem die Feststellung von Verunreinigungen (unerwünschte Pflanzenteile der betreffenden Stammpflanze, z.B. Krautreste bei Wurzeldroge; Fremdpflanzen = Unkräuter; mineralische Stoffe = Erdbesatz; Schädlinge oder auch Nützlinge, z.B. Marienkäfer; sonstige Verunreinigungen, z.B. Papier, Nägel, Scherben usw.). Diese fremden Bestandteile dürfen nach DAB 10 (1991) **nicht mehr als 2 - 3 %** betragen, oder es gibt für einzelne Arten spezifische Regelungen (s. Abb. 1). Mit diesen **strengen** Grenzwerten wird das Spannungsfeld Ertrag-Qualität-Wirtschaftlichkeit-Umweltschutz deutlich, in dem sich der Landwirt laufend beim feldmäßigen Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen bewegt. So ist er auf der einen Seite total vom Weltmarktpreis abhängig, da diese Produkte nicht subventioniert werden, bei gleichzeitig höchsten Qualitätsanforderungen. Auf der anderen Seite gibt es in Deutschland im Gegensatz zum Ausland fast **keine** speziell für bestimmte Arten zugelassenen Herbizide oder sonstigen Pestizide bei gleichzeitig sehr teuren oder häufig überhaupt nicht zu bekommenden Arbeitskräften. Gerade im Hinblick auf die Unkrautbekämpfung müssen daher nicht chemische Alternativen wie etwa mechanische oder thermische Unkrautregulierung in diesen Kulturen geprüft werden oder auch der Einsatz von schwarzem Vlies, wie es z.Zt. bei uns an der Landesanstalt geschieht.

---

**Abb. 1: Fremde Bestandteile bei Pfefferminzblättern**  
**(DAB 10)**

---

- Höchstens 5 % Stengelanteile. Der Durchmesser der Stengel darf höchstens 1 mm (!) betragen.
  - Höchstens 10 Prozent durch *Puccinia menthae* braun gefleckte Blätter.
  - Höchstens 2 % **andere** fremde Bestandteile.
- 

Zur Haltbarmachung wurden die frischen Pflanzenteile in den meisten Fällen auf speziellen Trocknungsanlagen üblicherweise bei Temperaturen zwischen 40 und 60°C zur Schonung der Inhaltsstoffe zur Droge getrocknet. Um Schimmelbefall und Verderb der Droge zu verhindern, wird meist bis auf einen Feuchtegehalt von 8 - 12 % zurückgetrocknet, der für die einzelnen Arten mit speziellen Grenzwerten angegeben ist (DAB 1991). Die Einhaltung dieser Grenzwerte ist nur durch eine technisch einwandfreie und exakte Trocknungsführung zu erreichen.

Ein Maß für die Verschmutzung der Droge mit Erde stellt der Aschegehalt (auch Sulfatasche oder salzsäureunlösliche Asche) dar. Deshalb gibt es für dieses Kriterium ebenfalls je nach Pflanzenart bestimmte Grenzwerte, die dabei auch schon den spezifischen Mineralstoffgehalt der verschiedenen Pflanzen berücksichtigen (DAB 1991). Auf anmoorigen oder gar Niedermoorstandorten kann damit allerdings der hohe Anteil organischer Substanzen auf den Pflanzen nicht erfaßt werden. Auf jeden Fall erfordert dieser Grenzwert, insbesondere bei Wurzelfrüchten, einen hohen Waschaufwand mit speziellen Waschmaschinen bei großem Wasserverbrauch, der die Errichtung spezieller Absetzbecken erforderlich machen kann.

Schwermetalle in der Droge spielen in der öffentlichen Diskussion eine immer dominierendere Rolle und haben inzwischen bereits den Pestizidrückständen den Rang abgelaufen. Gegenwärtig gibt es zwar noch keine Grenzwerte für Heilpflanzen, sondern es gilt der im DAB 10 (1991) niedergelegte allgemeine Grundsatz der "Vernunft" und der "guten pharmazeutischen Praxis" (s. auch Abb. 2). Es ist aber zu erwarten, daß noch dieses Jahr Grenzwerte für Heilpflanzen verordnet werden, da die Vorschläge seitens des Bundesgesundheitsministeriums mit 5 mg/kg Droge Blei; 0.2 mg Cadmium und 0.1 mg Quecksilber bereits auf dem Tisch liegen (Anonym, 1992). Gültig sind dagegen die Richtwerte für **frische Küchenkräuter** mit 2 ppm Blei, 0.1 Cadmium und 0.05 Quecksilber (Anonym, 1990).

**Abb. 2: DAB 10: IV Allgemeine Vorschriften**

...."Die Prüfungsvorschriften gehen nicht so weit, daß alle möglichen Verunreinigungen berücksichtigt sind. So ist z.B. eine Verunreinigung, die mit Hilfe der vorgeschriebenen Prüfungsmethoden nicht nachgewiesen wird, **nicht erlaubt**, wenn die **Vernunft** und eine **gute pharmazeutische Praxis** ihre Abwesenheit erfordern." .....

Solche Grenzwerte, sofern sie sich auf einem vernünftigen Niveau bewegen, können durchaus eine große Chance für den heimischen Anbau bieten, da auf diese Weise der kontrollierte, standortangepaßte Anbau gegenüber einem unkontrollierten ausländischen Anbau oder gar gegenüber einer Wildsammlung wieder konkurrenzfähig gemacht wird. Allerdings erfordern solche Qualitätsnormen auch eine strenge Standortauswahl, großen analytischen Aufwand und eine lückenlose Dokumentation über den Werdegang der Droge vom Anbau auf dem Feld über Ernte und Aufbereitung bis hin zum Abnehmer. Aus diesem Grunde wurde



an der Landesanstalt eine spezielle Schlagkartei für Heil- und Gewürzpflanzen entwickelt (Bomme, 1991).

Die mikrobiologische Reinheit ist ein Qualitätsparameter, der erst seit 1990 in strenge Grenzwerte gekleidet wurde. In Abbildung 3 sind die derzeit gültigen Grenzwerte bezüglich der mikrobiologischen Reinheitsanforderungen nach DAB 10 (1991) zusammengestellt. Auch diese Grenzwerte sind in der Praxis nicht ohne weiteres einzuhalten, da jede Droge bereits eine natürliche Keimflora besitzt, da sie von auf dem Feld gewachsenen Pflanzen stammt! Geeignete Methoden zur Keimzahlreduzierung fehlen aber. So ist die radioaktive Bestrahlung in Deutschland verboten, die Begasung mit Ethylenoxid ist ebenfalls seit 1.1.1990 nicht mehr erlaubt. Eine Behandlung mit hohen Temperaturen scheidet wegen der damit verbundenen Wirkstoffverluste ebenfalls aus. Eine mehrstündige oder gar mehrtägige Druckentwesung mit Stickstoff oder Kohlendioxid erfordert hohe Anlagekosten und ist in erster Linie auch nur gegen Schädlinge wirksam. Der Landwirt kann sich daher nur darum bemühen, sekundäre Verunreinigungen bei der Ernte und Aufbereitung möglichst zu vermeiden und allgemein einen hohen Hygienestandard einzuhalten. Dazu gehört u.a. eine möglichst schnelle Trocknung nach der Ernte ohne lange Verweildauer bei den für die einzelne Art maximal möglichen Temperaturen, um Hefen und Schimmelpilzen von vornherein keine Vermehrungsmöglichkeiten zu geben. Auch wenn die dazu notwendigen modernen, schlagkräftigen und hygienisch einwandfreien Ernte- und Aufbereitungsverfahren Investitionen im Bereich von mehreren hunderttausend Mark erfordern, bieten die strengen mikrobiologischen Grenzwerte eine weitere gute Chance für die Wettbewerbsfähigkeit heimischer Qualitätsware.

Abb. 3: Mikrobiologische Reinheitsanforderungen an Fertigarzneimittel (DAB 10)

	Drogen und Drogenmischungen für Tees, die vor Anwendung Keimzahlverminderung erfahren	Sonstige innerlich anzuwendende Zubereitungen, die Drogen enthalten
Bakterien, aerob wachsend:	$10^7/g$	$10^5/g$
Hefen und Schimmelpilze:	$10^4/g$	$10^3/g$
Escherichia coli:	$10^2/g$	$10/g$
andere Enterobakterien:	$10^4/g$	$10^3/g$
Salmonellen:	keine	keine

Für Pestizide gibt es derzeit noch keine speziellen Grenzwerte bei Heil- und Gewürzpflanzen. Gemäß dem bereits erwähnten Grundsatz der "Vernunft" und der "guten pharmazeutischen Praxis" (DAB 1991) wird aber analog der Höchstmengenverordnung für pflanzliche Lebensmittel (Anonym, 1989c) verfahren. Danach ist für Tee, teeähnliche Produkte und Gewürze in der Droge jeweils der **höchste** zugelassene Rückstandswert für einen Wirkstoff zulässig, für **Frischware** dagegen nur ein **Zehntel** des **niedrigsten** zugelassenen Wertes. Da Pflanzenschutzmittel in Deutschland aber fast nie eine spezielle Zulassung für einzelne Heil- und Gewürzpflanzenarten besitzen, gibt es keine Gebrauchsanleitung zur richtigen Anwendung, damit auch keine Verträglichkeitshinweise,

keine Wartezeiten und keine Angaben über das Abbauverhalten dieser Stoffe in der Pflanze. Der Praktiker trägt daher ganz alleine das Risiko für das Einhalten der zulässigen Grenzwerte und kann sich nur über sehr teure Rückstandsanalysen einigermaßen absichern. Diese Situation wird sich sicherlich weiter verschärfen, da gegenwärtig noch alle in Deutschland grundsätzlich zugelassenen Mittel unter Beachtung der genannten Voraussetzungen eingesetzt werden können, künftig dies wohl nur noch bei speziellen Zulassungen für die jeweilige Art zutreffen wird. Solche Zulassungen dürften aber aus wirtschaftlichen Gründen kaum für die Heil- und Gewürzpflanzen zu erwarten sein. Auch hier ergibt sich also für den Anbauer wieder das Problem der scharfen Grenzwerte für Verunreinigungen (Unkräuter, Schädlinge, kranke Pflanzenteile) auf der einen Seite und den äußerst eingeschränkten Möglichkeiten eines chemischen Pflanzenschutzes auf der anderen Seite **im Gegensatz zum Ausland.**

Abschließend sei im Rahmen der Reinheitsprüfung noch auf die Belastung mit radioaktiven Stoffen verwiesen, für die bis 1989 noch der Grenzwert von 600 Bq Cs/kg galt, ab diesem Zeitpunkt von 1250 Bq Cs/kg (Anonym, 1989d). Die Einhaltung dieses Wertes macht gegenwärtig glücklicherweise keine Probleme mehr.

#### **Gehalt.**

Bei Heil- und Gewürzpflanzen stehen die Inhaltsstoffe, nämlich die sekundären Pflanzenstoffe, die den spezifischen Geruch und Geschmack, aber auch die pharmakologische Wirkung ausmachen, im Vordergrund. Insbesondere bei Heilpflanzen sind daher in den meisten Fällen genaue Mindestgehalte als wesentliche Qualitätskriterien vorgeschrieben. So verlangt das Deutsche Arzneibuch (DAB 1991) z.B. für Pfefferminze einen Mindestgehalt an ätherischem Öl von 1,2 %, bei Weißdorn von 0,7 % Flavonoiden, bei Baldrian von 15 % Extrakt, bei Enzian einen Bitterwert von 10000 oder bei Eibisch eine Quellungs- zahl von 10 als Maß für den Schleimstoffgehalt, jeweils auf die Droge bezogen. Sofern es für einzelne Arten, die als Gewürze im Lebensmittelbereich eingesetzt wer-

den, überhaupt spezielle Qualitätsparameter gibt, liegen diese für den Wirkstoffgehalt wesentlich unter denjenigen für Arzneimittel wie Abbildung 4 veranschaulicht (Anonym, 1989a). In den meisten Fällen gibt es aber solche speziellen Mindestwerte für den Gehalt nicht (Anonym, 1987, Anonym, 1989a), sodaß auch die Abnehmerseite kein Interesse daran zeigt. Wichtig sind in diesen Fällen nur die Farbe der Droge und die Reinheit. Das hat zur Folge, daß in der Praxis z.B. Petersilie bei Temperaturen von 100 bis 130°C getrocknet wird mit starken Verlusten an etherischem Öl!

<b>Abb. 4: <u>Qualitätsanforderungen an Pfefferminzdroge</u></b>		
	<b>Lebensmittel *)</b>	<b>Arzneimittel **)</b>
Fremde Bestandteile	"praktisch frei von Verunreinigungen"	max. 5% Stengel max. 2% andere, fremde Bestandteile
Wassergehalt	max. 12 %	max. 11 %
Salzsäureunlösliche Asche	max. 2 %	max. 1.5 %
ether. Öl	mind. 0.6 %	mind. 1.2 %
*) Leitsätze für Tee, teeähnliche Erzeugnisse, deren Extrakte und Zubereitungen. Bundesanzeiger Nr. 93a, S. 5-8 (1989)		
**) DAB 10 (1991)		

So wichtig ein Mindestwert für die Qualität und damit für die pharmakologische Wirksamkeit einer Droge auch ist, so problematisch kann er sein, wenn er zu hoch angesetzt wird. Das gilt vor allem für die leicht flüchtigen etherischen Öle dann, wenn in der Regel der Min-

destwert in der **Ganzdroge** gut erreicht werden kann, in der üblicherweise aber **geschnittenen** Form, die in den Handel gelangt, nur noch **knapp** darüber oder bereits darunter liegt. So stellte *Franz* (1984) z.B. an frischer Pfefferminze allein durch das Schneiden einen Rückgang des Gehaltes an etherischem Öl von 2.0 auf 1.5 %, bei Petersilie von 0.8 auf 0.6 % fest. Das Arzneibuch (DAB 1991) schreibt den Mindestgehalt aber unabhängig von der Form der Droge vor. Erschwerend kommt noch hinzu, daß der Gehalt an etherischem Öl während der Lagerung ebenfalls abnimmt, der Mindestgehalt selbstverständlich aber auch noch am Verkaufstag in der Apotheke nach längerer Lagerung eingehalten werden muß. Wie die Abbildungen 5 und 6 zeigen, können die jährlichen Verlustraten dagegen relativ hoch sein. Der Produzent muß also **von vornherein** Droge mit einem **wesentlich höheren** Gehalt an etherischem Öl liefern als er vom Arzneibuch (DAB 1991) vorgeschrieben wird! Das wird dann sehr problematisch, wenn Mindestgehalte gefordert werden, die zwar an Einzelpflanzen, nicht aber in der Praxis in großen Partien erreicht werden können. Eine derartige unsinnige Forderung besteht gegenwärtig z.B. für Baldriandroge mit einem etherischen Ölgehalt von 0.5 % (DAB 1991).

Abb. 5: Abnahmewerte für etherisches Öl pro Jahr in % der Droge

Angelikawurzel	0.05
Anis	0.20
Kümmel	0.30
Thymian	0.15
Wermutkraut	0.10

Quelle: Hefendehl, F.W.

**Abb. 6: Lagerversuche Kamillenblüten**

(nach Hannig, 1992)

(Ernte 1977, Artern)

## 1. Kamillenblüten und Grusanteile

Datum	äth. Ölgehalt (ml/100 g getr.Droge)		Matrizingehalt (% in d. Droge)	
	absolut	relativ	absolut	relativ
12.10.1977	0,870	100	0,089	100
02.12.1977	0,606	70	0,068	76
09.02.1978	0,580	67	0,067	75

## 2. Kamillenblüten (abgesiebt)

Datum	äth. Ölgehalt (ml/100 g getr.Droge)		Matrizingehalt (% in d. Droge)	
	absolut	relativ	absolut	relativ
12.10.1977	1,109	100	0,095	100
02.12.1977	0,647	58	0,073	77
09.02.1978	0,647	58	0,064	67

## 3. Kamillengrus (abgesiebt)

Datum	äth. Ölgehalt (ml/100 g getr.Droge)		Matrizingehalt (% in d. Droge)	
	absolut	relativ	absolut	relativ
12.10.1977	0,762	100	0,105	100
02.12.1977	0,372	49	0,059	56
09.02.1978	0,296	39	0,062	59

Schwierigkeiten können weiterhin dann auftreten, wenn das eigentliche Wirkprinzip einer Droge noch nicht bekannt ist. Als Qualitätsparameter für die pharmakologische Wirkung wird dann eine sogenannte Leitsubstanz betrachtet - etwa das Echinacosid bei *Echinacea pallida* (Bauer und Wagner, 1990) - die sich später von völlig untergeordneter Bedeutung oder gar als unerwünschte Substanz wie etwa die Valepotriate in Baldrian erweisen kann (von der Hude et al., 1985, Krieglstein und Grusla, 1988).

Abschließend zu dem Punkt "Gehalt" sei noch kurz auf den Nitratgehalt eingegangen, der genauso schon im Rahmen der "Reinheit" hätte angeführt werden können. Obwohl es hierfür noch keine Grenzwerte in Heil- und Gewürzpflanzen gibt, kommt es hin und wieder schon vor, daß Firmen eine Lieferung wegen überhöhter Nitratgehalte zurückweisen. Dies ist durchaus möglich, da sehr viele Firmen ihre **eigenen** Qualitätsstandards besitzen, die teilweise deutlich über die gesetzlich geforderten hinausgehen. Neben einer ausgewogenen und artspezifischen Nährstoffversorgung verlangt dies vom Landwirt einen hohen Kenntnisstand über den richtigen Standort, über die beste Kulturführung, aber auch über den optimalen Erntezeitpunkt und die entsprechende Ernte- und Aufbereitungstechnologie, um z.B. den Stengelanteil möglichst gering zu halten. Mit dieser Problematik beschäftigen wir uns daher in der Landesanstalt bereits seit mehreren Jahren recht intensiv (Bomme und Würzinger, 1990; Bomme, 1990a; Bomme und Nast, 1992). Trotzdem ist wegen der Vielzahl der Arten noch vieles ungeklärt.

#### Folgerungen für eine positive Qualitätsbeeinflussung

Wegen der starken Konkurrenz im Absatz der Heil- und Gewürzpflanzen infolge eines nur sehr begrenzten freien Marktes bei nicht subventionierten, völlig vom Weltmarkt abhängigen Preisen wurden in der Praxis Überlegungen nach Marken- oder Herkunftszeichen für die heimische Produktion angestellt. Da diese aber nur dann

sinnvoll sind, wenn tatsächlich überdurchschnittliche Qualität erzeugt werden kann, werden in Bayern vom Erzeugerring "Heil- und Gewürzpflanzen" und vom "Verein zur Förderung des Heil- und Gewürzpflanzenanbaues in Bayern" seit mehreren Jahren bei einigen Arten Ernteproben in der Praxis gezogen und auf alle zuvor genannten Qualitätsparameter untersucht. Nach Abschluß dieser Untersuchungen Ende 1992 sollen der erreichte Qualitätsstandard, aber auch die Ursachen für bestimmte positive oder negative Qualitäten ermittelt werden.

Generell wird die Qualität von Heil- und Gewürzpflanzen sehr stark von den in Abb. 7 zusammengestellten Faktoren beeinflußt. An erster Stelle ist hier die Sorte bzw. die Saat- oder Pflanzgutherkunft zu nennen. Da es vor der Wiedervereinigung mit Ausnahme von Dill, Petersilie und Schnittlauch überhaupt **keine** Sorten bei diesen Arten gab, und danach auch nur einige wenige, ist der Anbauer meistens auf **heterogenes Wildmaterial** angewiesen mit all seinen Nachteilen hinsichtlich schlechter Keimfähigkeit der Samen, Heterogenität im Bestand mit erschwerter Pflege und Ernte, ungleichmäßiger Entwicklung und Reife, aber auch unterschiedlichem Wirkstoffgehalt mit ungleichmäßiger Zusammensetzung. Daraus resultiert, daß bei verschiedenen Arten wie etwa Baldrian oder Salbei der Mindestgehalt an etherischem Öl nicht oder nur selten erreicht werden kann. Bei Arnica montana L. ist das im Handel erhältliche Saatgut für einen Feldanbau ungeeignet. Wir beschäftigen uns daher seit einigen Jahren auch mit der Züchtung von Arnika an der Landesanstalt, wobei wir je nach Klon Gehalte an Flavonoiden zwischen 0.23 und 1.21 % (mind. 0.5 erwünscht) oder an Sesquiterpenlactonen zwischen 0.22 und 1.16 % (mind. 0.6 % erwünscht) feststellen konnten (Bomme und Daniel, 1991). In der Züchtung besteht daher allgemein ein sehr großer Nachholbedarf!



**Abb. 7: Faktoren, die die Qualität von Heil- und Gewürzpflanzen beeinflussen**

- Herkunft/Sorte
- Standort
- Kulturführung (Anbau-, Erntetermin, Unkrautbekämpfung, Pflanzenschutz, Düngung, Pflanzenstadium zur Ernte, Kulturdauer)
- geerntete Pflanzenteile
- Ernteverfahren
- Transport
- Aufbereitung
- Verpackung
- Lagerung

Für den Standort sind vor allem Schwermetalle im Boden und Industrieabgase als deutlich qualitätsbeeinflussend zu nennen, die eventuell einen Anbau von vornherein unmöglich machen.

Die gesamte Kulturführung wirkt sich natürlich ebenfalls sehr deutlich auf die spätere Drogenqualität aus, vor allem die bereits angesprochenen Unkrautbekämpfung, Düngung und Pflanzenschutz mit den eventuell in der Droge vorhandenen Rückständen. Aber auch der Erntetermin kann z.B. den Wirkstoffgehalt gravierend beeinflussen, was sich dann besonders bei einem sorten- oder herkunftsbedingtem niedrigen Ausgangsmaterial gravierend auswirken kann. So zeigten unsere Anbauversuche mit Thymian und Salbei regelmäßig unter dem geforderten

Grenzwert liegende Gehalte an etherischem Öl bei einer frühen Ernte Ende Juni/Anfang Juli, unabhängig vom Pflanzenstadium (Bomme, 1988, 1989). Bei Johanniskraut konnten wir feststellen, daß nur während der Vollblüte der höchste Ertrag, aber auch der größte Hypericingehalt erreicht werden konnte (Bomme, 1987). Obwohl unsere Landesanstalt bereits seit mehr als 15 Jahren darum bemüht ist, bei möglichst vielen Arten ein modernes Anbauverfahren im Hinblick auf gute Qualität und hohen Ertrag zu entwickeln, und dies für 20 Arten auch bereits gelungen ist (Bomme, 1990b), müssen hier noch große Anstrengungen unternommen werden, um auch nur die wichtigsten Kernprobleme zu bearbeiten.

Das richtige Ernteverfahren in Verbindung mit der richtigen Erntemaschine entscheidet darüber, ob die auf dem Feld erzeugte Qualität weitgehend erhalten wird. Während der Ernte werden die Weichen gestellt für Verschmutzungsgrad des Erntegutes, die mikrobielle Belastung (zu tiefer Schnitt, Schwadbruch anstatt Mähdrusch) und den Anteil unerwünschter Pflanzenteile (Krautreste bei Wurzelfrüchten, Stengel und gelbe Blätter bei zu tiefem Schnitt). Da Spezialmaschinen aber entweder ganz fehlen, nur als Prototypen in Einzelbetrieben vorhanden sind, oft nur im Ausland erhältlich oder aber sehr teuer sind, ist die zuvor genannte Forderung oft nur sehr schwer zu erfüllen, zumal es nur wenige Stellen gibt, die sich wenigstens am Rande mit der Forschung in diesem Bereich beschäftigen.

Ähnliches gilt für die Aufbereitung des Erntegutes, die das Waschen, Zerkleinern, Sortieren, das schonende Trocknen, sowie das Reibeln, Entstauben und nochmalige Sortieren umfaßt. Bei einer zu langsamen und unsachgemäßen Aufbereitung (z.B. häckseln anstatt schneiden) können so große Wirkstoffverluste und Qualitätsmängel hinsichtlich Reinheit, Aussehen und mikrobieller Belastung der Droge auftreten, daß der gesamte Aufwand der Feldkultur zunichte gemacht wird. Gerade in diesem Bereich wird aber noch viel weniger Forschung als im ohnehin bei weitem noch nicht ausreichenden Pflanzenbaubereich betrieben. Um hier den gestellten Anforderungen an die Qualität gerecht werden zu können, muß ein Spe-

zialbetrieb nicht nur viele hunderttausend Mark an Maschinen und Geräten investieren, sondern er muß darüberhinaus noch ohne Hilfe von außen seine eigenen Erfahrungen sammeln.

Insgesamt muß also der Praktiker alle Regeln der "guten landwirtschaftlichen Praxis" (Franz, 1989) beherrschen, um die gewünschte und damit auch konkurrenzfähige qualitativ hochwertige Rohware liefern zu können. Eine Tatsache, die sicherlich nur für einzelne überdurchschnittliche Betriebe zutrifft.

### Zusammenfassung

Wegen der großen Artenzahl und der verschiedenartigen Nutzung im Lebensmittel- und Arzneimittelbereich ist es bei Heil- und Gewürzpflanzen ganz besonders schwierig, einen übergeordneten Qualitätsbegriff zu formulieren. Während für Gewürze kein bestimmter Qualitätsbegriff existiert, wird im Arzneimittelgesetz folgendermaßen definiert: "Qualität ist die Beschaffenheit eines Arzneimittels, die nach Identität, Gehalt, Reinheit, sonstigen chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften oder durch das Herstellungsverfahren bestimmt wird". Qualitätsnormen sind u.a. im Deutschen Arzneibuch festgelegt. Da diese weitergehend als im Lebensmittelbereich sind, wird in diesem Beitrag vor allem auf den Bereich der Heilpflanzen eingegangen.

Mit Hilfe der Identitätsprüfung stellt man fest, ob es sich bei der vom Anbauer gelieferten Ware tatsächlich um die richtige Stamppflanze handelt, und ob die Droge hinsichtlich Farbe, Geruch und Geschmack arttypisch ist. Mit Hilfe der Reinheitsprüfung werden die fremden Bestandteile, der Aschegehalt, der Gehalt an Restfeuchte, der Schwermetallgehalt, der Grad der mikrobiellen Kontamination, der Pestizidgehalt und die Kontamination mit radioaktiven Stoffen ermittelt. Die Gehaltsbestimmung umfaßt den Gehalt und die Zusammensetzung an erwünschten Wirkstoffen, aber auch die Bestimmung unerwünschter Stoffe wie z.B. das Nitrat bzw. die bereits erwähnten anderen Stoffe.

Die laufend zunehmenden Ansprüche an die Rohwarenqualität intensivieren auf der einen Seite den gezielten planmäßigen Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen - auch im Land - verlangen aber auf der anderen Seite einen immer höheren Kenntnisstand, das Vorhandensein genetisch einheitlichen Ausgangsmateriales, laufende Dokumentation während Anbau und Aufbereitung, große technische Investitionen vor allem bei der Aufbereitung des Erntegutes und hohen analytischen Aufwand. Aufgrund der großen Artenzahl, der wenigen Forschungs- und Züchtungsinstitutionen und der stark schwankenden Preise für das Erntegut können diese Forderungen bisher nur in Ansätzen erfüllt werden.

### Literatur

*Anonym*, 1974: Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz. BGBl. I, 1945-1966

*Anonym*, 1976: Arzneimittelgesetz. BGBl. I, 2445 ff. i.d.F. vom 11.04.1990, 717 ff

*Anonym*, 1987: Neufassung der Leitsätze für Gewürze, Gewürzextrakte und Gewürzzubereitungen. Bundesanzeiger Nr. 140a, 4

*Anonym*, 1989a: Leitsätze für Tee, teeähnliche Erzeugnisse, deren Extrakte und Zubereitungen. Bundesanzeiger Nr. 93a, 5-8

*Anonym*, 1989b: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Anwendung der Arzneimittelprüfrichtlinien. Bundesanzeiger Nr. 243, 1 ff

*Anonym*, 1989c: Neufassung der Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung. BGBl. I, 1861-1908

- Anonym*, 1989d: Verordnung (Euratom) des Rates zur Änderung der VO (Euratom) Nr. 3954/87 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 22.07., Nr. L 211, 1-5
- Anonym*, 1990: Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln. Bundesgesundheitsblatt Nr. 5, 224 ff
- Anonym*, 1992: Welche Höchstmengen sind praxisgerecht? Schwermetallbelastung von Drogen. Deutsche Apothekerzeitung 132, 8, 371-372
- Bauer, R. und H. Wagner*, 1990: Echinacea. Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissenschaftler. Wiss. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart
- Bomme, U.*, 1987: Versuchsergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Heil- und Gewürzpflanzen 1985/86. Freising-Weihenstephan
- Bomme, U.*, 1988: Kulturanleitung für Gartenthymian. Merkblätter für Pflanzenbau. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Freising-Weihenstephan
- Bomme, U.*, 1989: Gartensalbei - Kernproblem Markt. So nutzen Sie die Marktnische Heil- und Gewürzpflanzen. dlz 40, 8, 31-33
- Bomme, U.*, 1990a: Nitrat jetzt auch in Salbei und Co.? Bayer. Landw. Wochenblatt 180, 44, 24-25
- Bomme, U.*, 1990b: Heil- und Gewürzpflanzenanbau in Bayern. Die gegenwärtige Situation. Deutsche Apothekerzeitung 130, 10, 495-501
- Bomme, U.*, 1991: Schlagkartei für Heil- und Gewürzpflanzen. Gemüse 27, 6, 300-302

- Bomme, U. und A. Würzinger, 1990: N<sub>min</sub>-Bodenuntersuchungsergebnisse im Heil- und Gewürzpflanzenanbau. Gemüse 26, 3, 176-178*
- Bomme, U. und G. Daniel, 1991: Auslesezüchtung bei Arnica montana L. Schule und Beratung 11, III-4 bis 8, München*
- Bomme, U. und D. Nast, 1992: Heil- und Gewürzpflanzen jetzt nach dem Entzug düngen. Gemüse 28, im Druck*
- DAB, 1991: Deutsches Arzneibuch. 10. Ausgabe. Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart, Govi-Verlag GmbH Frankfurt*
- Franz, Ch., 1984: Einfluß der Verarbeitung und Konservierung auf den Gehalt an ätherischem Öl vom Pfefferminze und Petersilie. Vorlesungsunterlagen, unveröffentlicht*
- Franz, Ch., 1989: Good agricultural practice (GAP) for medicinal and aromatic plant production. Acta Horticulturae 249, 125-128*
- Hannig, H.-J., 1992: Lagerhaltung von Arznei- und Gewürzdrogen. Vortrag am 28.02. während des 2. Bernburger Winterseminars des Deutschen Erzeugerrings für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUP-LANTA e.V.*
- Hefendehl, F.W., 1987: Die Offizin 1987/1. Georg Thieme Verlag, Stuttgart*
- Hunde, von der, W., M. Scheutwinkel-Reich, R. Braun und W. Dittmar, 1985: In-vitro-mutagenicity of Valepatriates. Arch. Toxicol 56, 267-271*
- Kriegelstein, J. und D. Grusla, 1988: Zentral dämpfende Inhaltsstoffe im Baldrian. Deutsche Apotheker Zeitung 128, 2041-2046*

*Tegel, Chr.*, 1984: Morphologische und chemische Variabilität sowie Anbau und Verwendung von *Salvia Sp.* (Salbei). Diplomarbeit am Lehrstuhl für Gemüsebau der TU München-Weihenstephan, Freising. Unveröffentlicht

*Zipfel, W.*. 1987: Lebensmittelrecht. Kommentar der gesamten lebensmittel- und weinrechtlichen Vorschriften. Beck'sche Verlagsbuchhandlung München.

## Qualitätsansprüche bei Speisepilzen - Gegenwärtige Situation und Zukunftsperspektiven

Jan Lelley

(Landwirtschaftskammer Rheinland, Versuchsanstalt für  
Pilzanbau, Hüttenallee 235, W-4150 Krefeld-Großhüttenhof)

### Einleitung

Frische Kulturspeisepilze, an erster Stelle der Kulturchampignon (*Agaricus bisporus*), erfreuen sich in den letzten Jahren zunehmender Beliebtheit. Der Verbrauch an frischen Champignons hat sich von 1985 bis 1990 um 59,7 %, von 0,72 kg auf 1,15 kg je Einwohner erhöht. Der Gesamt-Pro-Kopf-Verbrauch (frische und verarbeitete Champignons) stieg in gleichem Zeitraum um 47,2 % von 2,52 kg auf 3,71 kg. Der Gesamtchampignonverbrauch betrug 1990 in Deutschland 234.500 kg (*Duggen*, 1989; *Peters*, 1991). Man kann diese Verbrauchssteigerung, insbesondere die Steigerung des Frischpilzverbrauches, damit erklären, daß die Hinwendung breiter Schichten der Bevölkerung zur gesunden und bewußten Ernährung anhält. Auf den Pilzkonsum scheint jedenfalls die Voraussage zuzutreffen, die in der Studie "Gastlichkeit im Jahre 2000" für die Gastronomie im Jahre 2000 gemacht werden (*Asbach* (Hrsg), 1986): "... Vieles, was 1986 zu Feinkost und Kulinarischer Avantgarde gezählt wurde, steht im Jahre 2000 auf dem Speisezettel breiter Bevölkerungsschichten ..., Qualität, Frische, Natürlichkeit und Genußerlebnis stehen im Vordergrund der gastronomischen Kaufentscheidung ...".

Die Fortsetzung dieser erfreulichen und erwünschten Entwicklung auf breiter Basis auf dem Speisepilzsektor ist jedoch gefährdet. Die meisten Frischpilze werden nicht über die anspruchsvolle Gastronomie sondern den Handel abgesetzt, und die Erfahrungen zeigen, daß die Qualitätsansprüche der Konsumenten vom Handel nur unge-



nügend berücksichtigt werden. Der Absatz von Frischpilzen über verschiedene Handelsstrukturen könnte sich in Zukunft sogar zum Bremsklotz in dem Bemühen erweisen, noch mehr Frische, Natürlichkeit und Genuß durch den Pilzverzehr zu erfahren.

#### Qualitätsansprüche und die Problematik der Qualitätserhaltung

Man kann sich mit Hilfe geeigneter Verfahren nur das Ziel setzen, die vorhandene Qualität der Pilze nach der Ernte so lange und so gut wie möglich zu konservieren. Eine Qualitätsverbesserung ist nach der Ernte nur noch im Bezug auf die Sauberkeit möglich; die Pilze können nachträglich gewaschen werden. Waschen jedoch verkürzt ihre Lagerfähigkeit. Der Erfolg von Nacherntebehandlungen mit dem Ziel der Qualitätserhaltung ist deshalb primär von der Güte und Beschaffenheit der Pilze zum Zeitpunkt der Ernte abhängig.

Die Qualität der Pilze ist unmittelbar nach der Ernte stets am besten. Ob sie dann noch objektiv gut ist, hängt davon ab, wie weit es dem Anbauer gelingt, qualitätsmindernde Einflüsse während der Ertragsphase und der Erntearbeit abzuwenden (Lelley, 1991). Krankheits- und Schädlingsbefall, suboptimale Klimabedingungen, unsachgemäße Erntetechnik, Mangel an Hygiene und einige andere Ursachen wirken sich bereits im Erzeugerbetrieb qualitätsmindernd auf frische Kulturspeisepilze aus. Die Auswirkungen solcher qualitätsmindernder Faktoren finden im Falle von Champignons unmittelbar nach der Ernte, bei der Beurteilung der Güteeigenschaften und bei der Klasseneinteilung ihren Niederschlag. Die Wertbeurteilung fußt auf der zur Zeit gültigen Fassung (August 1989) der "Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für frisches Obst und Gemüse, vom 9.10.1971" (Quelle: Qualitätsnormen und Handelsklassen, Loseblattsammlung, Heft Nr. 61, Verlag Appelhans).

Bei Austernpilzen (*Pleurotus* sp.) und Shii-take (*Lentinus edodes*), deren Anbau in Deutschland in den letzten Jahre rapide zugenommen hat, gibt es zur Zeit noch keine vergleichbare, amtlich vorgeschriebene Wertbeur-

teilung. Bei diesen Speisepilzen ist jedoch eine Selbstkontrolle der Produzenten zu verzeichnen, in dem sie sich gewisse Güteeigenschaften im Bezug auf ihre Produkte auferlegen.

Wenn also Kulturspeisepilze die Produktionsbetriebe verlassen, haben sie bereits eine Qualitätsbeurteilung erfahren. Später jedoch erlangen zusätzliche Kriterien für die Bewertung der Pilzqualität Bedeutung. Sie sind primär für die Konsumenten relevant, weil sie die Kaufentscheidung beeinflussen. Es sind:

- \* Frische
- \* Fruchtkörperfarbe
- \* Sauberkeit
- \* Gleichartigkeit
- \* Entwicklungsstadium
- \* Aroma
- \* Festigkeit (Burton, 1989)

Für die Erhaltung konsumrelevanter Qualitätsmerkmale werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt, die summarisch als Nacherntebehandlung bezeichnet werden. Die Anforderungen an diese Verfahren sind recht groß, wird man doch mit einer Reihe von Verfallsprozessen der Kulturspeisepilze konfrontiert. Die Atmung der geernteten Pilzfruchtkörper geht weiter und ihr Stoffinhalt wird kontinuierlich in Kohlendioxid und Wasser umgesetzt. Dieser Prozeß bewirkt zum Teil den Gewichtsverlust und den Verfall der Festigkeit. Die Atmungsrate ist temperaturabhängig. Auch die  $\text{CO}_2$ - und  $\text{O}_2$ -Konzentration beeinflussen die Atmungsintensität. Wuest (1982) wies nach, daß Temperaturen um  $10^\circ\text{C}$  und eine  $\text{CO}_2$ -Konzentration der Atmosphäre von 25 % die Atmungsintensität von Champignons um 82 % verringerten. 50 %  $\text{CO}_2$  führten zum Atmungsstillstand. Ähnliche Ergebnisse erzielten Henze et al. (1989) bei Austernpilzen. Am langsamsten ging der Verfall bei Temperaturen um  $1^\circ\text{C}$ , einer  $\text{CO}_2$ -Konzentration von 30 % und einer  $\text{O}_2$ -Konzentration der Atmosphäre von 1 % vonstatten.

Die Farbveränderung ist besonders bei den weißen Kulturstämmen des Champignons und beim Schopftintling (*Coprinus comatus*) bemerkenswert. Weniger augenfällig ist sie bei braunen Champignon-Kulturstämmen (Kreß, 1990). Austernpilze, Shii-take und Kulturträuschlinge (*Stropharia rugoso-annulata*) weisen unter normalen Umständen kaum Farbveränderungen auf (Lelley, 1991).

Die Farbveränderung weißer Champignons ist die Folge eines oxidativen Prozesses von Mono- und Diphenolen durch Tyrosinase. Die Oxidationsprodukte reagieren miteinander, wobei Melanin entsteht (Burton, 1986).

Beim Schopftintling ist eine Autolyse zu beobachten. Sie wird durch das Enzym  $\beta$ -(1,3)-Glucanase ausgelöst. Die Autolyse geht mit einer Dunkelfärbung des Fruchtkörpers einher und endet mit dessen Kollaps (Lelley, 1983).

Wasser verdunstet aus Pilzfruchtkörpern wie aus einer offenen Schüssel. Die Intensität der Wasserverdunstung ist temperaturabhängig. Untersuchungen an der Versuchsanstalt für Pilzanbau in Krefeld zeigten, daß Champignons bei 4°C Lagerungstemperatur nach 3 Tagen bereits um 9 % leichter waren. Da die Atmungsintensität bei derart niedriger Temperatur klein ist, dürfen wir annehmen, daß der Gewichtsverlust primär durch Wasserverdunstung verursacht wurde. Bei 12°C stellten wir schon nach 2 Tagen 8 % Gewichtsverlust fest. Bei 25°C betrug der Gewichtsverlust nach 4 Tagen fast 50 %. Dieser Verlust ist freilich zum Teil durch die Veratmung entstanden, da jedoch die gesamte umsetzbare Trockenmasse des Champignons nur etwa 10 % beträgt, kann der größte Teil des Gewichtsverlustes auf die Wasserverdunstung zurückgeführt werden (Kreß, 1990).

Auch augenfällige Fruchtkörperveränderungen sind an Kulturspeisepilzen nach der Ernte zu beobachten. Champignons nehmen an Durchmesser zu, ihre Stiele verlängern sich, das Häutchen (*Velum parziale*) reißt auf und die Blätter kommen zum Vorschein. Für Austernpilze ist die Bildung eines Hyphenbelages auf der Hutoberfläche

charakteristisch. Dieses Phänomen wird in Konsumentenkreisen - da für Verschlammung gehalten - als abstoßend empfunden. Dabei handelt es sich hier um einen natürlichen und völlig harmlosen Prozeß, um den Beginn einer Fruchtkörperregeneration. Der vermeintliche Schimmelbefall ist ein Belag aus Austernpilzmyzel.

Die Wasserverdunstung hinterläßt tiefe, strahlenförmig angeordnete Einrisse am Hut des Austernpilzes.

Beim Shii-take wird eine dunkelgraue Verfärbung der Fruchtkörper für qualitätsmindernd gehalten. Diese Verfärbung tritt jedoch nur an zu naß geernteten Pilzen auf. Ansonsten wird an Shii-take-Fruchtkörpern ein Vertrocknen und Schrumpfen, infolge der Atmungsaktivität und des Wasserverlustes, beobachtet (Lelley, 1991).

Erfahrungen zeigen, daß die Qualitätsansprüche der Konsumenten in Bezug auf Speisepilze mit denen des Handels nicht immer identisch sind. Die des Handels sind primär auf Risikoeingrenzung und Kosteneinsparung ausgerichtet. Zwischen den Qualitätsansprüchen des Handels und der Konsumenten besteht sogar aus mancher Hinsicht ein nahezu unauflösbarer Gegensatz, wobei der Handel sich mit seinen Ansprüchen den Konsumenten gegenüber durchsetzt. Die Folge ist, daß viele Konsumenten frische Kulturspeisepilze, in wirklich guter Qualität, noch niemals kaufen konnten.

Diese Feststellung bezieht sich vor allem auf den Geschmack und das Aroma der Pilze. Um das Risiko zu verringern, werden vom Handel solche Pilzfruchtkörper bevorzugt und mit dem höchsten Preis bezahlt, die am Anfang des Reifeprozesses stehen und daher länger lagerfähig sind. Mehrere Autoren (Hanssen, 1982; Wurzenberger und Grosch, 1983) haben jedoch gezeigt, daß der Gehalt an 1-Octen-3-ol, eine Aromakomponente die für den charakteristischen "pilzigen" Geschmack verantwortlich ist, während der Lagerung der Pilze rapide abnimmt.

Aus der Sicht der Konsumenten wäre die Vermarktung der Pilze in fortgeschrittenem Reifestadium, nachdem die Aromastoffbildung abgeschlossen ist, optimal. Solche

Pilze sind jedoch nur kurzfristig lagerfähig und der Handel müßte wegen des baldigen Kollapses der Fruchtkörper mit größeren Verlusten rechnen.

Die Qualitätsansprüche des Handels sind mehr visueller Natur, während geschmackliche Aspekte in den Hintergrund treten. Bei dieser Art der Beurteilung spielen Verpackung und Präsentation der Ware eine wichtige Rolle, Sauberkeit, Gleichartigkeit, Unversehrtheit werden mit höherem Preis belohnt. Soweit gehen die Ansprüche des Handels und der Konsumenten miteinander konform. Sie divergieren jedoch wenn der Handel aus Kostengründen und wegen der einfacheren Handhabung vorverpackte, sogenannte "Schälchenware" forciert. Man nimmt farbige, aus optischen Gründen meistens blaue Kunststoffschälchen, so daß der Konsument die Qualität der Pilze in der Verpackung nicht erkennen kann. Konsumentengerechter wird diesbezüglich in den USA verfahren. Dort sind für Kulturspeisepilze zum Teil durchsichtige Kunststoffschälchen gebräuchlich. So wird den Konsumenten Einblick in die "Tiefe" der Verpackung gewährt.

Nicht unerwähnt bleiben soll schließlich die Tatsache, daß die Warenpflege im Handel sehr viel zu wünschen übrig läßt. Oft werden Pilze in Geschäften falsch plaziert, nicht ausreichend gekühlt und unsachgemäß behandelt. Diese Mängel beschleunigen den Qualitätsverfall im Bezug auf Frische, Farbe und Festigkeit. Verworfen wird die Ware meistens erst dann, wenn sie unansehnlich u.U. sogar undefinierbar geworden ist. Mangels sonstiger Gelegenheit bleibt vielen Konsumenten gar nichts anderes übrig, als sich mit solcher minderwertigen Ware zu begnügen. Der berechnete Qualitätsanspruch vieler Käufer bleibt dadurch unerfüllt.

#### Zukunftsaspekte im Bezug auf Pilzqualität

Nach Auffassung führender Anbieter auf dem Speisepilzsektor werden auch in Zukunft die Qualitätsvorstellungen des Handels den Ausschlag geben. Wegen der Risikoeingrenzung und aus Kostengründen werden vom Handel junge, feste, unreife Pilzfruchtkörper bevorzugt. Ge-

schmackliche Aspekte werden auch in Zukunft im Hintergrund bleiben.

Es wird angenommen, daß die Konsumenten in Deutschland den Geschmack vieler Obst- und Gemüsearten (Banane, Avokado, Tomate u.a.) gar nicht kennen, weil sie vom Handel unreif oder notgereift angeboten werden. Für Speisepilze trifft dies jedenfalls zu und eine diesbezügliche Änderung ist auch künftig kaum zu erwarten.

Es wird erwartet, daß die Konsumenten künftig küchenfertig vorbereitete Frischpilze bevorzugen werden. Ungeputzten Champignons, Austernpilzen in den Trauben gibt man für die Zukunft keine Chancen mehr (Heynen, 1992). Man geht davon aus, daß frische Pilze die im Haushalt noch geputzt, vereinzelt oder sortiert werden müssen, künftig nicht einmal preiswert absetzbar sein werden.

Der Anstieg des Frischpilzverbrauches wird sich fortsetzen. Man rechnet ferner mit Zuwachsraten bei tiefgefrorenen Speisepilzen, nicht jedoch bei Naßkonserven in Dosen und Gläsern. Eine Zunahme des Frischpilzverbrauches erwartet man selbst in Großküchen und Kantinen, die bisher fast ausschließlich konservierte Ware verwenden. Voraussetzung dafür ist jedoch eine gut funktionierende Logistik, um die Pilze in der gewünschten Menge, erntefrisch, küchenfertig vorbereitet und termingerecht anliefern zu können. Mit frischen Austernpilzen hat man bereits positive Erfahrungen in Bezug auf die Belieferung von Werkskantinen und Universitätsmensen gemacht. Dieser Absatzweg scheint für die Vermarktung frischer Kulturspeisepilze noch ausbaufähig zu sein, da es in Deutschland (in den alten Bundesländern) über 1.500 Großküchen gibt, von denen jede täglich mehr als 1.000 Essen zubereitet.

Konsumenten werden in Zukunft anspruchsvoller und - so erwartet es der Handel - weniger preisbewußt. Man wird künftig eine Sortierung nach Größen bei frischen Kulturspeisepilzen und auch bei Waldpilzen verlangen, da für die immer zahlreicher werdenden Zubereitungsmög-

lichkeiten der Pilze, Fruchtkörper von unterschiedlicher Größe benötigt werden.

Die Motivation für den Pilzverzehr unterliegt einem Wandel. Während in der Vergangenheit der Proteingehalt im Mittelpunkt des Interesses stand und man Pilze als "Fleisch des Waldes" anpries, werden die Konsumenten in jüngster Zeit zunehmend auf die Vitamine und Mineralstoffe der Speisepilze aufmerksam (Kreß, 1991). Es geht aus Untersuchungen jüngeren Datums hervor, daß durch den Verzehr von z.B. 100 g frischen Austernpilzen mehr als 35 % des täglichen Riboflavin-, 30 % des Niacin-, 24 % des Pantothen säure- und 29 % des Folsäurebedarfes eines Erwachsenen gedeckt wird. Hinzu kommt eine Bedarfsdeckung an Vitamin C von 13 % und an Thiamin von 12 % (DFE, 1985; Bano und Rajarathnam, 1986). Der Tagesbedarf eines Erwachsenen an Kalium (300 - 400 mg) wird durch den Verzehr von 100 g frischer Champignons vollständig gedeckt, die Phosphor-Bedarfsdeckung erreicht 20 % (Souci et al., 1989). Das günstige Natrium-Kalium-Verhältnis der Kulturspeisepilze wird besonders hervorgehoben: Sie enthalten im allgemeinen viel Kalium und wenig Natrium. Man rechnet wegen dieser Qualitätseigenschaft und weil z.B. Bluthochdruckpatienten ihre Natriumzufuhr einschränken müssen damit, daß Frischpilze künftig stärker in der Diätetik eingesetzt werden. Geschmacksverstärkende Nucleotide, z.B. Guanosin-5'-monophosphat und eine Vielzahl von Aromastoffen bewirken einen natürlichen Würzeffekt und machen ein Zusetzen in der Diät überflüssig.

Die Einsatzmöglichkeit von Frischpilzen in der Diabetikerkost ist ein weiterer Aspekt, dem man in Zukunft mehr Beachtung schenken sollte. Austernpilze z.B. enthalten 7,5 % Mannit aber nur 0,5 % Glucose in der Trockensubstanz (Yoshida et al., 1984). Mannit wird sehr viel langsamer resorbiert als Glucose und verhindert so ausgeprägte Spitzen in der Blutzuckerkurve. 200 g frische Speisepilze können deshalb in der Diabetikerdiät am Tag ohne Anrechnung verzehrt werden (Kreß, 1991).

Schließlich wird damit gerechnet, daß gesundheitsfördernden Qualitätsmerkmalen der Speisepilze in Zukunft mehr Beachtung geschenkt wird. Shii-take (u.a. mit blutcholesterinspiegelensenkender Wirkung), Schopftintlinge (blutzuckerspiegelensenkende Wirkung), Champignons (antibakterielle Wirkung) u.a. werden von den Konsumenten mehr als bisher auch unter gesundheitlichem Aspekt verzehrt. Zahlreiche Speisepilze dienten schon in der Vergangenheit als Volksmedizin (Bock, 1577; Lonicerus, 1679). Mit dem medizinischen Fortschritt jedoch sind sie in Vergessenheit geraten. Das zunehmende Naturbewußtsein der Bevölkerung könnte aber künftig eine "Wiederentdeckung" der "Heilpilze" bewirken.

Die Werteigenschaften der Speisepilze, die in Zukunft mehr Bedeutung erlangen werden, lassen sich in äußere und inhaltliche Merkmale unterteilen. Als äußeres Merkmal gilt die Frische, Sauberkeit, Größensortierung und küchenfertige Vorbereitung. Die inhaltlichen Qualitätserwartungen werden sich künftig auf das Aroma, den Vitamin- und Mineralstoffgehalt sowie auf die gesundheitsfördernden Wirkungen der Speisepilze konzentrieren.

Ob die Konsumenten jedoch diese Qualitätserwartungen tatsächlich realisieren können, wird auch künftig maßgeblich vom Verhalten des Handels abhängig bleiben.

#### Zusammenfassung

Die Qualität von Champignons wird nach behördlich festgelegten Maßstäben beurteilt. Bei Austernpilzen und Shii-take, die neben dem Champignon in den letzten Jahren zu bedeutenden Kulturspeisepilzen geworden sind, gibt es vorläufig keine vom Gesetzgeber reglementierte, verbindliche Qualitätsnormen. Dies gilt auch für Speisepilze, die gesammelt und vermarktet werden.

Weitere Qualitätsansprüche werden vom Handel gestellt. Es sind hauptsächlich visuelle Ansprüche, während man innere Qualitätseigenschaften nur ungenügend berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, daß der Handel die



Qualität der Pilze bestimmt. Der Konsument hat darauf überhaupt keinen Einfluß.

Unverzüglich nach der Ernte beginnt bei Speisepilzen der Qualitätsverfall. Der Prozeß ist primär temperaturabhängig, aber zahlreiche andere Faktoren können die Geschwindigkeit des Qualitätsverfalls beeinflussen.

Die zukünftige Entwicklung auf dem Sektor der Pilzqualität wird voraussichtlich primär von den Ansprüchen des Handels geprägt werden. Konsumentenwünsche werden auch künftig weitgehend unerfüllt bleiben. Je besser es gelingen wird, durch kulturtechnische Maßnahmen sowie geeignete Nacherntebehandlung und Logistik, das Risiko des Handels mit Speisepilzen zu reduzieren, um so mehr Frischware wird vermarktet. Ferner wird ein Vormarsch frischer Pilze auch bei Großverbrauchern erwartet. Mehr aus Gründen der Risikoeingrenzung im Handel, als wegen der Konservierung der inneren Qualitätseigenschaften und des Aromas, werden bei tiefgefrorenen Pilzen größere Zuwachsraten erwartet. Gleichzeitig wird damit gerechnet, daß einige Pilzprodukte (ungeputzte Champignons, Austernpilze in Trauben, unsortierte Pfifferlinge) künftig nur noch sehr schwer absetzbar sein werden.

### Literatur

- Bano, Z. and Rajarathnam, S.* 1986: Vitamin values of Pleurotus mushrooms. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr. 36, 11-15
- Bock, H.* 1577: Kreutterbuch. Josiam Rihel, Straßburg
- Burton, K.S.* 1986: Quality-investigation into mushroom browning. The Mushroom Journal 158, 68-70
- Burton, K.S.* 1989: The quality and storage life of mushrooms (*Agaricus bisporus*). Mushroom Science 12, 287-293

- Deutsche Gesellschaft für Ernährung 1985: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Umschau Verlag, Frankfurt
- Duggen, H. 1986: Der Champignonbericht 1988. Der Champignon 338, 1-9
- Gastlichkeit im Jahre 2000 - Tatsachen, Thesen, Trends. Hrsg. Weinbrennerei Asbach & Co. Rüdesheim am Rhein, 1986
- Hanssen, H.P. 1982: Pilzaromen - Aromen aus Pilzen? Deutsche Lebensmittelrundschaue 12, 435-440
- Henze, J., Sharestany, N. und Yang, Y.J. 1989: Frischhaltung von Austernpilzen unter hohen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen. Der Champignon 318, 3-8
- Heynen, K. 1992: Persönliche Mitteilung
- Kress, M. 1990: Der Einfluß der Lagertemperatur auf die Qualität frischer Champignons. Der Champignon 341, 10-19
- Kress, M. 1991: Rolle der Kulturspeisepilze in der Ernährung. In: *Lelley, J.*: Pilzanbau - Biotechnologie der Kulturspeisepilze. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Lelley, J. 1983: Domestikationsversuche und biotechnologische Untersuchungen über den Schopftintling *Coprinus comatus* (Müll ex Fr.) Gray. Mittl. der Versuchsanstalt für Pilzanbau, Sonderheft 3, 1-222
- Lelley, J. 1991: Pilzanbau - Biotechnologie der Kulturspeisepilze. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Lonicerus, A. 1679: Kräuterbuch. Matthäus Wagner, Frankfurt. Neuverlegt durch Verl. Konrad Kölbl, München, 1962
- Peters, E. 1991: Der Champignonbericht 1990. Der Champignon 360, 20-27

- Souci, S.W., Fachmann, W. und Kraut, H.* 1989: Die Zusammensetzung der Lebensmittel-Nährwert-Tabellen 1989/90. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- Wuest, P.J.* 1982: Pursuing mushroom quality. The Mushroom Journal 110, 43-53
- Wurzenberger, M. und Grosch, W.* 1983: Bestimmung von 1-Octen-3-ol in Pilzen und Pilzprodukten. Z. Lebensm. Untersuchung und Forschung 176, 16-19
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J.* 1984: Studies on free sugars and free sugaralcohols of mushrooms. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi Vol. 31, 12, 765-771.

## Die Qualität des Obstes im Spannungsfeld von Markt und Produktion

**D. Treutter**

**(Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München,  
W-8050 Freising-Weihenstephan)**

Die Verbraucheransprüche an die Qualität der Lebensmittel und die Möglichkeiten des Obstproduzenten, diesen Ansprüchen gerecht zu werden, scheinen derzeit immer mehr zu divergieren. Für die wissenschaftliche Forschung gilt es in der nahen Zukunft einige Probleme zu lösen, wenn es darum geht, qualitativ hochwertiges und vom Konsumenten uneingeschränkt akzeptiertes Obst zu produzieren.

### Verbraucheransprüche

Das wichtigste Kriterium beim Kauf von Obst ist nach wie vor das äußere Erscheinungsbild der Früchte. In diesem Sinn verbrauchergerecht zu produzieren, ist für den Obstbau heute kein Problem. Auch der Geschmack der Früchte beeinflußt das Kaufverhalten des Konsumenten. Dem wird der Produzent durch ein inzwischen wieder breiter werdendes Sortiment gerecht.

Gerade in den letzten Jahren sind eine Reihe sehr aromatischer Apfelsorten neu auf den Markt gekommen, die den 'Golden Delicious' immer mehr verdrängen. Das gilt zumindest für den deutschen Anbau. Daß Geschmack aber Geschmacksache ist und es wahrscheinlich keine einheitlichen Geschmackskriterien gibt, zeigt uns die Beliebtheit des 'Granny Smith', der immer unreif, deshalb grün, auf den Markt kommt. Hartnäckig behauptet dieser grasige Apfel seinen Marktanteil neben den aromatischen Apfelsorten.

### Verändertes Verbraucherbewußtsein

Mehr und mehr erfährt der Qualitätsbegriff im Verbraucher eine Wandlung, bzw. es kommen neue Kriterien hinzu, die in Zusammenhang stehen mit dem Trend in Richtung "gesunde Ernährung".

Einer Umfrage zufolge (PSYMA-Studien aus dem Jahr 1989, zit. in Obst-Weinbau 1/1991, S.5) ist in den Jahren 1984 bis 1989 der Anteil der Verbraucher, die sogenannte "Biokost" bevorzugen, von 13 % auf 16 % gestiegen. Insgesamt hat sich das "Ökologiebewußtsein" verstärkt und die Abneigung gegenüber Rückständen von Agrochemikalien in Lebensmitteln nimmt zu.

Der Verbraucher sähe es am liebsten, wenn jegliche Spritzbehandlungen der Vergangenheit angehörten. In einem kürzlich veröffentlichtem Buch über "gesunde Ernährung" (I. Münzig-Ruef, Kursbuch für gesunde Ernährung) wird der Wert von Obst folgendermaßen hervorgehoben: "Früchte sind nicht alles - aber ohne sie ist alles nichts". Einige Seiten später steht dann über den Apfel zu lesen, er sei der "König der Gesundheitsmacher, wenn kein 'chemischer Wurm' drinsitzt". Alarmieren muß uns auch, wenn Hersteller von Analysengeräten mit Pestizid-Rückständen in Früchten für ihre Apparaturen werben.

Die Antwort auf diese Situation von seiten des Produzenten kam sehr zögerlich und heißt heute "integrierter Pflanzenbau". Im Rahmen der sogenannten "integrierten Produktion" sollen alle Anbaumaßnahmen, nicht nur der Pflanzenschutz im engeren Sinn, zusammenwirken und gemeinsam eine umweltschonende und pestizideinsparende Produktionsweise ergeben (CMA, 1992).

Der Vorreiter für den integrierten Obstbau war Südtirol. Bereits 1972 erschienen in der für den praktischen Obstbau maßgeblichen Zeitschrift des Südtiroler Beratungsrings 16 Beiträge über den integrierten Pflanzenbau. 1977 war in diesem Journal zu lesen, daß besonders der Konsument in Deutschland in Bezug auf die Rückstände von chemischen Stoffen sehr empfindlich geworden sei. Man hat daraufhin in Südtirol den Vorsatz gefaßt, "dem Konsumenten die Gewißheit" zu geben, daß das "Obst sehr rücksichtsvoll produziert werde". Man läßt in Südtirol auch deutsche Verbraucherverbände zu

Wort kommen, die davor warnen, das gesteigerte Gesundheitsbewußtsein des Konsumenten als Mode abzutun (Südtiroler Obst-Weinbau 1983).

Auf deutscher Seite beklagt man dagegen etwa zur gleichen Zeit in der Fachzeitschrift 'Obstbau', daß dem Verbraucher "die Untersuchungen auf Rückstände von chemischen Pflanzenschutzmitteln offenbar nicht genügten" (1976). Man verschanzt sich hinter den gesetzlichen Rückstandsmengen als Garantie für den Verbraucher (Obstbau 1978). Der deutsche Obstbau befindet sich in einer permanenten Abwehrhaltung und lamentiert, wenn "Anbauverfahren, die ja ein Produkt jahrzehntelanger wissenschaftlicher Arbeit" seien, in Frage gestellt werden.

Der Verbraucher wird nicht ernst genommen, wenn verkündet wird, daß das Vorkommen giftiger Substanzen im Obst ganz normal sei und z.B. Erdbeeren "lebensmittelrechtlich verboten werden müßten", da ihre so geschätzten Geschmacksstoffe hochgiftig wären (H. Erb, Obstbau 1984).

Diese generelle Abwehrhaltung einem umweltbewußteren Pflanzenschutz gegenüber scheint inzwischen EG-weit überwunden zu sein (Buchter-Weisbrodt, 1990; Sansavini, 1990; Tiemann, 1991). Das zeigt sich unter anderem in einer entsprechend werbenden Vermarktung.

Trotzdem zeigen sich bis heute in der Gestaltung von Werbeplakaten und Aufklebern die unterschiedlichen Grundeinstellungen immer noch deutlich. Während Plakate aus Südtirol als offensiv bezeichnet werden können, nehmen sich die Aufkleber der CMA sehr bescheiden aus und stellen einen sehr zaghaften Werbeversuch dar.

Auch wenn die integrierte Produktionsweise heute weit verbreitet ist, so bleibt es dennoch ein Problem für den Obstbauer, Früchte zu produzieren, die absolut frei von Pestizidrückständen sind. Sehr gute Erfolge werden im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes erzielt, wenn es darum geht, den Befall mit tierischen Schädlingen in den Griff zu bekommen. Viele Obstbauern haben es bereits gelernt, in ihren Obstanlagen Nützlingspopula-

tionen aufzubauen bzw. zu erhalten. Ausreichend große Populationen von räuberisch lebenden Nutzinsekten, Raubmilben oder Spinnen können tierische Schädlinge häufig unter der wirtschaftlichen Schadschwelle halten, so daß entsprechende chemische Behandlungen eingespart werden können.

Viel problematischer sieht es dagegen aus, wenn es darum geht, pilzliche Schadorganismen in Schach zu halten.

#### Resistenzzüchtung

Am einfachsten wäre das durch den Anbau resistenter Sorten zu erfüllen. Die Resistenzzüchtung ist natürlich schon lange in Gang (*Fischer et al.*, 1990; *Schmidt et al.*, 1991; *Schmidt et al.*, 1991). Neue Apfelsorten sollen nach Möglichkeit positive Anbaueigenschaften sowie erwünschte Resistenzmerkmale tragen. Weltweit sind die wichtigsten Krankheiten des Apfels Mehltau und Schorf. Bis die erforderlichen Gene allerdings in einer Pflanze vereinigt sind und diese als Sorte angemeldet werden kann, vergehen leicht 20 Jahre, denn die Träger der Resistenzgene sind häufig Wildarten, die außer den erwünschten Eigenschaften noch einige negative Merkmale an die Nachkommenschaft weitergeben, so daß einige Rückkreuzungen nötig sind.

Trotz dieses langwierigen Züchtungsganges liegen bereits seit einigen Jahren Erfolge vor. Die äußere Qualität einiger schorffresistenter Apfelsorten genügt durchaus den Anforderungen. Es sind jedoch andere Eigenschaften, wie fehlende Geschmacksqualitäten und schlechte Lagerfähigkeit, die den Produzenten noch von einem Anbau abhalten (*Silbereisen*, 1979).

#### Aufklärung von Abwehrmechanismen

Neben der Resistenzzüchtung kann uns in der Zukunft auch die Erforschung von pflanzlichen Abwehrmechanismen weiterhelfen (*Bailey*, 1982; *Harborne*, 1982). In diesem Zusammenhang möchte ich nur auf eine Gruppe von Inhaltsstoffen eingehen, mit denen wir uns am Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München seit Jahren sehr intensiv befassen (*Feucht et al.*, 1990).

Das sind die phenolischen Sekundärstoffe, die insbesondere in unseren Obstgehölzen in allen Geweben und in großer struktureller Vielfalt vorkommen (Herrmann, 1960; Mosel et al., 1974; Mosel et al., 1974b; Mosel et al., 1974c; Stöhr et al., 1975; Stöhr et al., 1975; Stöhr et al., 1975). Im Zusammenhang mit der Pathogenabwehr können wir die Phenole, entsprechend ihrer Wirkungsweise, in drei Gruppen einteilen. Eine Gruppe umfaßt Substanzen, die als Toxine bezeichnet werden können. Hierzu gehören die wohl allgemein bekannten Phytoalexine (Bailey et al., 1982). Phenole können auch physikalische Barrieren, wie z.B. Lignin und Suberinschichten, bilden. Als dritte Gruppe möchte ich die Gerbstoffe hervorheben, die einerseits als Toxin fungieren können. Andererseits unterliegen sie sehr häufig Polymerisationsreaktionen und sie können damit zur "Imprägnierung" von Zellwänden beitragen (Spencer et al., 1988).

#### Phytoalexine

Die Biosynthese der Phytoalexine erfolgt postinfektiö-  
nell im befallenen Gewebe. Gesunde Pflanzenteile bilden diese Substanzen normalerweise nicht. Ausschlaggebend für die Induktion der Phytoalexin-Biosynthese ist ein bis heute nicht vollständig aufgeklärter, komplizierter Mechanismus, der einige Wechselwirkungen zwischen Parasit und Pflanze voraussetzt (Albersheim et al., 1969; Dixon et al., 1990). Dabei werden sogenannte Elicitoren frei. Das sind sehr häufig Bruchstücke der pilzlichen und der pflanzlichen Zellwand (z.B. Glucane), die wiederum eine Kette von Ereignissen auslösen. An deren Ende steht, sofern die Biosynthese schnell genug abläuft, die Resistenzreaktion, d.h. die Vergiftung des Eindringlings.

Das am längsten bekannte Phytoalexin ist das Pisatin der Erbse, das gegenüber einigen Pilzen fungizide Wirkung zeigt. Resveratrol ist ein prominentes Phytoalexin der Weinrebe und Apfelbäume bilden ein einfach gebautes Phenol, das toxisch gegen den Erreger des Obstbaumkrebses wirkt.



### Gerbstoffe

Gerbstoffe oder Tannine können als präinfektionelle Resistenzfaktoren bezeichnet werden. Im Obst handelt es sich bei Tanninen häufig um Flavane, deren oligomere Formen auch Proanthocyanidine genannt werden. Man findet diese Flavane häufig in pflanzlichen Grenzflächen, z.B. in Epidermis- oder Peridermzellen, oder in Haaren, wie auf dem Ahornblatt (Feucht et al., 1989; Feucht et al., 1990; Feucht et al., 1990; Feucht et al., 1989; Gutmann et al., 1991; Treutter, 1989). Der Sinn einer Anreicherung dieser Tannine in exponierten Pflanzenteilen ist die Abwehr von Schadorganismen (Bernays, 1981). Gerbstoffe können Proteine fällen. Dadurch verursachen sie die bekannte Adstringenz unreifer Früchte und hindern uns und andere Pflanzenfresser am Verzehr oder sie inhibieren durch diesen Mechanismus aggressive, pilzliche Enzyme (Glucosidasen, Pectinasen) (Haslam, 1989). Aber auch subtilere Abwehrmechanismen sind denkbar. Die Flavane sind sehr wirksame Antioxidantien und Radikalfänger (Herrmann, 1973; Uchida et al., 1988). Sie können also die aufgrund einer Infektion entstehenden reaktiven Verbindungen (Apostol et al., 1989; Hodnick et al., 1986) an ihrer Ausbreitung hindern und einen Befallsherd eindämmen.

### Worauf beruht die Widerstandsfähigkeit schorffresistenter Apfelsorten?

In diesen Sorten entdeckten wir unter der Fruchtkutikula, in den äußersten Zellen der Schale eine im Vergleich zu anfälligen Apfelsorten deutlich höhere Flavankonzentration (Treutter et al., 1990; Treutter et al., 1990). Wir sind derzeit dabei, den Kausalzusammenhang zu klären.

### Was fangen wir mit der Kenntnis der Abwehrmechanismen an?

Dem Züchter kann dieses Wissen bei der Selektion helfen. Als Pflanzenbauer können wir versuchen, Verfahren zu entwickeln, diese Resistenzmechanismen im Vorfeld einer tatsächlichen Infektion auszulösen (Mole et al., 1988; Treutter et al., 1985; Waterman et al., 1989). Die Induktion einer Schutzschicht aus Flavanen in

schorfanfälligen Apfelsorten ist derzeit ein Arbeitsschwerpunkt in unserem Institut.

#### Applikation pflanzeneigener Abwehrstoffe

Angesichts der Kenntnis um pflanzeneigene Abwehrstoffe liegt nun automatisch die Frage in der Luft, ob man nicht solche Naturstoffe mit fungizider Wirkung direkt applizieren und quasi als natürliche Pflanzenschutzmittel verwenden könnte (Arnoldi et al., 1989; Harborne, 1982). Gegen diese Idee sprechen einige Argumente:

Ersten sind die meisten phenolischen Naturstoffe in wässriger Lösung und in Gegenwart von Sauerstoff und Licht nicht stabil. Demzufolge ist spätestens während oder nach der Applikation, also auf der Pflanzenoberfläche, mit einem Zerfall des Wirkstoffs zu rechnen.

Ein zweiter Punkt, der insbesondere für die relativ hydrophilen Gerbstoffe gilt, betrifft die mangelnde Fähigkeit, durch die Cuticula überhaupt in die Pflanze einzudringen.

Sollten sie es dennoch geschafft haben, diese lipophile Barriere zu überwinden, so werden diese Substanzen von einem Heer lytischer Enzyme der pflanzlichen Zellwand erwartet. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Peroxidasen zu nennen (Barz et al., 1981; Treutter et al., 1990; Treutter et al., 1990), von denen es Isoenzyme gibt, die offenbar alle Phenole bis zu  $\text{CO}_2$  und Wasser abbauen können. Folgende Peroxidase-Reaktionen sind relevant:

- oxidative Decarboxylierung
- aromatische ortho-Hydroxylierung
- Spaltung von C-C-Doppelbindungen (Ringspaltung)

Außerdem katalysieren sie Polymerisationsreaktionen. Gewebefremde, exogen applizierte Substanzen können dadurch, in Anlehnung an den Lignifizierungsprozeß, auch irreversibel an die Cellulosematrix der Zellwand gebunden werden.

Selbstverständlich müßten einer Anwendung solcher "natürlicher Pflanzenschutzmittel" die üblichen Toxizitätstests vorausgehen. Das erfordert insbesondere der Schutz des Anwenders.

### Anwendung semisynthetischer Catechine

Um die Probleme des Eindringens und der mangelnden Stabilität der phenolischen Naturstoffe zu umgehen, werden von einer amerikanischen Arbeitsgruppe Versuche mit derivatisierten Flavanen unternommen (Laks, 1987). Durch Anhängen von Alkylketten wird eine bessere Stabilität erreicht und das Eindringen in die Pflanze und in die Membransysteme von Mikroorganismen gefördert. Dabei bleibt die fungizide Wirkung erhalten und ist vergleichbar mit der von Phytoalexinen. Auch die antibakteriellen Effekte der semisynthetischen Flavane ist durchaus mit der von Antibiotika zu vergleichen (Laks, 1989).

### Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln in Anlehnung an Naturstoffe?

Obwohl über die Persistenz dieser Naturstoffderivate in Pflanzen bisher wenig bekannt ist, so kann man doch davon ausgehen, daß sie von den bereits erwähnten Peroxidasen auch komplett abgebaut werden können. Eine genauere Kenntnis der Peroxidaseaktivitäten, vor allem in der pflanzlichen Zellwand, könnte dabei helfen, Wirkstoffe zu konstruieren, die solange persistent sind, wie ihre Wirkung zur Pathogenabwehr benötigt wird, die aber bis zur Genußreife von Früchten komplett abgebaut sind.

Diese Idee ist nicht so phantastisch, wie sie vielleicht zunächst klingen mag. Denn es ist bekannt, daß verschiedene Entwicklungsstadien von Pflanzengewebe durch jeweils charakteristische Peroxidasmuster gekennzeichnet sind (Schmid et al., 1988).

Es ist auch bekannt, daß während der Fruchtreife  $H_2O_2$  entsteht (Halliwell et al., 1989) und dieses wiederum Peroxidasen aktiviert. Vielleicht ist es möglich, eine fungizide Substanz zu konstruieren, die genau von diesen, während der Fruchtreife aktivierten Enzymen zerstört wird.

### "Rückstände" von Naturstoffen

Wie ist es nun zu beurteilen, wenn wir "Rückstände der Naturstoffe" in Früchten finden? Diese "Rückstände" gibt es auf jeden Fall, wenn wir den geschilderten Weg

der Resistenzinduktion beschreiten. An dieser Stelle ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die Bioflavonoide pharmakologisch bedeutsame Pflanzeninhaltsstoffe sind (Haslam et al., 1989; Okuda et al., 1991; Salvayre et al., 1988). Sie stabilisieren die Blutgefäße (Beretz et al., 1988). Am bekanntesten dürften in dieser Hinsicht die Crataegus-Extrakte (Rewerski et al., 1967) sein, die viele Proanthocyanidine, also Flavane, enthalten. Sie sind wirksame Antioxidantien und Radikalfänger, sie wirken entzündungshemmend, sie sind aktiv gegen Staphylococccen, Karieserreger und Salmonellen, und sie zeigen antivirale Wirksamkeit (Cabor, 1975; Gabor, 1982; Hara et al., 1989; Hara et al., 1989; Menkin, 1959; Selway, 1986; Swarnalakshmi et al., 1981).

Unter dem Strich bleibt also, daß wir die Gesundheit des Verbrauchers eher fördern (Regnault, 1988) als schädigen, wenn wir uns im Rahmen des Pflanzenschutzes mehr auf Naturstoffe verlassen. Dann gelingt es uns vielleicht wieder, das Vertrauen des Konsumenten zurückzuerobern.

#### Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit dem verstärkten Umweltbewußtsein des Verbrauchers hat sich in den letzten 20 Jahren die inhaltliche Bedeutung des Begriffes "Qualität" erweitert. Der Markt fordert zunehmend ökologische Produktion und Rückstandsfreiheit von chemischen Pflanzenbehandlungsmitteln. Gerade bei den obstbaulichen Dauerkulturen ergeben sich aus diesen Forderungen besondere Probleme.

Mit der Einführung des "integrierten Pflanzenbaus" erhielt die biologische Schädlingsbekämpfung stärkeres Gewicht. Während solche Verfahren bei tierischen Schädlingen bereits anwendbar sind, fehlen sie gegen pilzliche Pathogene und geben der Wissenschaft in der nahen Zukunft noch Probleme auf.

Lösungsansätze sind die Resistenzzüchtung, die Aufklärung von Abwehrmechanismen (z.B. Phytoalexine oder präinfektionelle Resistenzfaktoren) und deren Anwendung für die Resistenzinduktion sowie die Applikation pflanzeneigener Abwehrstoffe oder semisynthetischer Präparate, die von der Pflanze völlig abgebaut werden können. Die Möglichkeiten und Grenzen werden diskutiert.

### Literatur

- Albersheim, P., T.M. Jones und P.D. English, 1969: Cell walls - the battleground of plant-microbe interactions: Biochemistry of the cell wall in relation to infective processes. *Ann. Rev. Phytopathol.* 7, 171-194
- Apostol, I., P.F. Heinstejn und P.S. Low, 1989: Rapid stimulation of an oxidative burst during elicitation of cultured plant cells. *Plant Physiol.* 90, 109-116
- Arnoldi, A., M. Carughi, G. Farina, L. Merlini und M.G. Parrino, 1989: Synthetic analogues of phytoalexins. Synthesis and antifungal activity of potential free-radical scavengers. *J. Agr. Food Chem.* 37, 508-512
- Bailey, J.A., 1982: In: *Physiological and biochemical events associated with the expression of resistance to disease. Active defence mechanisms in plants*, Plenum Press, New York
- Bailey, J.A. und J.W. Mansfield, 1982: *Phytoalexins*. Blackie, Glasgow
- Barz, W. und J. Köster, 1981: Turnover and degradation of secondary (natural) products. In: *The Biochemistry of Plants Vol. 7*. Academic Press, New York, 35-80
- Beretz, A. und L.-P. Cazenave, 1988: The effect of flavonoids on blood-vessel wall interactions. In: *Plant Flavonoids in Biology and Medicine II Biochemical, Cellular, and Medicinal Properties* (V. Cody, E. Middleton, J.B. Harborne und A. Beretz, Hrsg.), Alan R. Liss, Inc., 187-200

- Bernays, E.A.*, 1981: Plant tannins and insect herbivores: an appraisal. *Ecol. Entomol.* 6, 353-360
- Butchter-Weisbrodt, H.*, 1990: Obstbau in den 90er Jahren. *Obstbau* 15, 518-524
- CMA, C.M.D.D.A.*, A. Obst und Gemüse, 1992: Integrierter Obstbau - am Beispiel Apfel. Kundeninformation
- Dixon, R.A.* und *C.L. Lamb*, 1990: Molecular communication in interactions between plants and microbial pathogens. *Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 41, 339-367
- Feucht, W.* und *D. Treutter*, 1989: Phenolische Naturstoffe. Ihre Bedeutung für Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft. *Obst- und Gartenbauverlag*, München
- Feucht, W.* und *D. Treutter*, 1990: Selective detection of catechins and proanthocyanidins: microscopy and HPLC application. Groupe polyphenols, *Bulletin de Liaison* 15, 128-131
- Feucht, W.* und *D. Treutter*, 1990: Flavan-3-ols in trichomes, pistils and phelloderm of some tree species. *Ann. Bot.* 65, 225-230
- Feucht, W.*, *D. Treutter* und *E. Christ*, 1989: Flavan-3-ols in the periderm und phloem of 4 Sorbus genotypes. *Angew. Botanik* 63, 323-330
- Fischer, C.*, *G. Pätzold*, *J. Gerber* und *H.-J. Schäfer*, 1990: 'Remo' und 'Reglindis' - die ersten Mostapfelsorten mit Mehrfachresistenz aus Pillnitz. *Gartenbau* 37, 297-299
- Gabor, M.*, 1975: Abriss der Pharmakologie von Flavonoiden unter besonderer Berücksichtigung der anti-ödematösen und antiphlogistischen Effekte. Akademiai Kiado, Budapest
- Gabor, M.*, 1982: Advances in pharmacology of benzopyrone derivatives and related compounds. Flavonoids and Bioflavonoids. *Proceed. of the 6th Hungarian bioflavonoid symposium*, Munich, Sept. 1981. Elsevier, Amsterdam
- Gutmann, M.* und *W. Feucht*, 1991: A new method for selective localization of flavan-3-ols in plant tissues involving glycolmethacrylate embedding and microwave irradiation. *Histochemistry* 96, 83-86
- Halliwell, B.* und *J.M. Gutteridge*, 1989: Free Radicals in Biology and Medicine. Glendon Prees, Oxford

- Hara, Y. and T. Ishigami, 1989: Antibacterial activities of tea polyphenols against foodborne pathogenic bacteria. *J. Japanese Society for Food Science & Technology* 36, 996-999
- Hara, Y. und T. Ishigami, 1989: Antibacterial activity of tea polyphenols against *Clostridium botulinum*. *J. Japanese Society for Food Science & Technology* 36, 951-955
- Harborne, J.B., 1982: Introduction to ecological biochemistry. Academic Press, London
- Haslam, E., 1989: Plant Polyphenols. Vegetable tannins revisited., Cambridge University Press, Cambridge.
- Haslam, E., T.H. Lilley, Y. Cai, R. Martin and D. Magnolato, 1989: Traditional herbal medicines - the role of polyphenols. *Planta Medica*, 1-8
- Herrmann, K., 1960: "Obstgerbstoffe" eine Übersicht. *Fruchtsaft-Industrie* 5, 87-139
- Herrmann, K., 1973: Phenolische Pflanzeninhaltsstoffe als natürliche Antioxidantien. *Fette, Seifen, Anstrichmittel* 75, 499-504
- Hodnick, W.F., W.J. Roettger, F.S. Kung, C.W. Bohmont und R.S. Pardini, 1986: Inhibition of mitochondrial respiration and production of superoxide and hydrogen peroxide by flavonoids: a structure activity study. In: *Plant Flavonoids in Biology and Medicine. Biochemical, Pharmacological, and Structure-Activity Relationships* (V. Cody, E. Middleton und J.B. Harborne, Hrsg.), Alan R. Liss, Inc., 249-252
- Laks, P.E., 1987: Flavonoid biocides: Phytoalexin analogues from condensed tannins. *Phytochemistry* 26, 1617
- Laks, P.E., 1989: Condensed tannins as a source of novel biocides. In: *Chemistry and Significance of Condensed Tannins* (R.W. Hemingway und J.J. Karchesy, Hrsg.). Plenum, London, 503-515
- Menkin, V., 1959: Anti-inflammatory activity of some water-soluble bioflavonoids. *Am. J. Physiol.* 196, 1205-1210
- Mole, S. und P.G. Waterman, 1988: Light-induced variation in phenolic levels in foliage of rain forest plants. II. Potential significance to herbivores. *J. Chem. Ecol.* 14, 23-34

- Mosel, H.D. und K. Herrmann, 1974: The phenolics of fruits. III. The contents of catechins and hydroxycinnamic acids in pome and stone fruits. *Z. Lebensm.-Unters.-Forsch.* 154, 6-11
- Mosel, H.D. und K. Herrmann, 1974b: Changes in catechins and hydroxycinnamic acid derivatives during development of apples and pears. *J. Sci. Food Agric.* 25, 251-256
- Mosel, H.D. und K. Herrmann, 1974c: Die phenolischen Inhaltsstoffe des Obstes. IV. Die phenolischen Inhaltsstoffe der Brombeeren und Himbeeren und deren Veränderung während Wachstum und Reife der Früchte. *Z. Lebensm.-Unters.-Forsch.* 154, 324-327
- Okuda, T., T. Yoshida und T. Hatano, 1991: Chemistry and biological activity of tannins in medicinal plants. In: *Economic and medicinal Plant Research*, Vol. 3 (H. Wagner und N.R. Farnsworth, Hrsg.), Academic Press, London, 129-165.
- Regnault, C.R., 1988: The nutritional incidence of flavonoids: some physiological and metabolic considerations. *Experientia* 44, 725-733
- Rewerski, W. und S. Lewak, 1967: Einige pharmakologische Eigenschaften der aus Weißdorn (*Crataegus oxyacantha*) isolierten Flavan-Polymeren. *Arzneimittel-Forsch.* 17, 490-491
- Salvayre, R., A. Negre, A. Affany, M. Lenoble und L. Douste-Blazy, 1988: Protective effect of plant flavonoids, analogs and Vitamin E against lipid peroxidation of membranes. In: *Plant Flavonoids in Biology and Medicine II Biochemical, Cellular, and Medicinal Properties* (V. Cody, E. Middleton, J.B. Harborne und A. Beretz, Hrsg.), Alan R. Liss, Inc., 313-316
- Sansavini, S., 1990: Integrated fruit growing in Europe. *HortScience* 25, 842-846
- Schmid, P.P.S., W. Feucht und D. Treutter, 1988: IEF getrennte Phloem-Peroxidasen an der Veredlungsstelle von *Prunus avium*/P. *cerasus* Kombinationen. *Gartenbauwiss.* 53, 88-92



- Schmidt, H., A. Karnatz und C. Fischer, 1991: Ost- und westdeutsche Züchterinnen zeigten gemeinsam auf der "Internationalen Grünen Woche Berlin 1991" den Weg zu resistenten Apfelsorten. Erwerbsobstbau 33, 146-148*
- Schmidt, H. und J. Krüger, 1991: Perspektiven der Resistenzzüchtung beim Obst. I. Allgemeine Überlegungen. Obstbau 16, 441-442*
- Selway, J.W.T., 1986: Antiviral activity of flavones and flavans. In: Plant Flavonoids in Biology and Medicine. Biochemical, Pharmacological, and Structure-activity Relationships (V. Cody, E. Middleton und J.B. Harborne, Hrsg.). A.R. Liss, New York, 521-536*
- Silbereisen, R., 1979: Gedanken zum künftigen Apfelsortiment. Obstbau 4, 152-161*
- Spencer, C.M., Y. Cai, R. Martin, S.H. Gaffney, P.N. Goulding D. Magnolato, T.H. Lilley und E. Haslam, 1988: Polyphenol complexation - some thoughts and observations. Phytochemistry 27, 2397-2410*
- Stöhr, H. und K. Herrmann, 1975: Die phenolischen Inhaltsstoffe des Obstes. V. Die phenolischen Inhaltsstoffe der Erdbeeren und deren Veränderungen während Wachstum und Reife der Früchte. Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. 158*
- Stöhr, H. und K. Herrmann, 1975: Die phenolischen Inhaltsstoffe der Johannisbeeren, Stachelbeeren und Kultur Heidelbeeren. Veränderungen der Phenolsäuren und Catechine während Wachstum und Reife von Schwarzen Johannisbeeren. Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. 158*
- Stöhr, H., H.D. Mosel und K. Herrmann, 1975: The phenolics of fruits. VII. The phenolics of cherries and plums and the changes in catechin and hydroxycinnamic acid derivatives during the development of fruits. Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. 159*
- Swarnalakshmi, T., K. Gomathi, N. Sulochana und E.A. Baskar, 1981: Anti-inflammatory activity of (-)-Epicatechin, a bioflavonoid isolated from Anacardium occidentale Linn. Indian J. Pharm. Sci. 43, 205-208*

- Tiemann, K.-H., 1991: Qualitätsprodukte aus integriertem Anbau am Beispiel Kernobst. Qualitätskontrolle International, 17. Geisenheimer Tagung, 126-134
- Treutter, D., 1989: Chemical reaction detection of catechins and proanthocyanidins with 4-dimethylaminocinnamaldehyde. *J. Chromatogr.* 467, 185-193
- Treutter, D. und W. Feucht, 1990: The pattern of flavan-3-ols in relation to scab resistance of apple cultivars. *J. Hort. Sci.* 65, 511-517
- Treutter, D. und W. Feucht, 1990: Accumulation of flavan-3-ols in fungus-infected leaves of Rosaceae. *Z. PflKrankh. PflSchutz* 97, 634-641
- Treutter, D., R. Galensa, W. Feucht und P.P.S. Schmid, 1985: Flavanone glucosides in callus and phloem of *Prunus avium*: Identification and stimulation of their synthesis. *Physiol. Plant.* 65, 95-101
- Treutter, D., P.P.S. Schmid und W. Feucht, 1990: Wall-bound phenols and peroxidase activity in shoots of *Prunus*. II. Oxidation of ferulic acid by covalently bound peroxidases. *Gartenbauwiss.* 55, 127-129
- Treutter, D., P.P.S. Schmid und W. Feucht, 1990: Wall-bound phenols and peroxidase activity in shoots of *Prunus*. I. Isolation and identification of phenolic acids. *Gartenbauwiss.* 55, 69-72
- Uchida, S., H. Ohta, R. Edamatsu, M. Hiramatsu, A. Mori, G. Nonaka, I. Nishioka, M. Niwa, T. Akashii und M. Ozaki, 1988: Active oxygen free radicals are scavenged by condensed tannins. In: *Plant Flavonoids in Biology and Medicine II Biochemical, Cellular, and Medicinal Properties* (V. Cody, E. Middleton, J.B. Harborne und A. Beretz, Hrsg.). Alan R. Liss, Inc., 135-138
- Waterman, P.G. und S. Mole, 1989: Extrinsic factors influencing production of secondary metabolites in plants. In: *Insect-Plant Interactions. Vol. I* (E.A. Bernays, Hrsg.). CRC Press, Boca Raton, 107-124

## Möglichkeiten und Grenzen der Verbesserung der Gemüsequalität

**J. Habben und H. Heine  
(Bundessortenamt Hannover,  
Osterfelddamm 80, W-3000 Hannover 61)**

Man verzehrt von Gemüsepflanzen sehr verschiedene Organe wie z.B. Blätter, Stengel, Wurzeln, Knollen, Früchte oder Samen. In Deutschland werden etwa 40 Gemüsearten aus den unterschiedlichsten Pflanzenfamilien angebaut, die sich nicht nur in ihrem morphologischen Aufbau, sondern auch in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden. Der Verzehr erfolgt in rohem oder gekochtem Zustand, z.T. nach längerem Transport, Lagerung oder nach Verarbeitung zu Naßkonserven oder zu Tiefkühlkost. Entsprechend differenziert ist die Gemüsequalität zu beurteilen. Die Gemüseprodukte erfüllen in der Regel die Anforderungen an die äußere Qualität, wie sie in den EG-Normen festgelegt sind. Von Verbrauchern wird dagegen der Vorwurf erhoben, daß Erzeuger und Züchter die innere Qualität, d.h. ernährungsphysiologisch wichtige Inhaltsstoffe und den Geschmack, zu wenig berücksichtigen. An einigen ausgewählten Beispielen soll gezeigt werden, welche Möglichkeiten bestehen, die innere Qualität von Gemüse zu verbessern. Auf die Nacherntebehandlung und die industrielle Verarbeitung wird dabei nicht eingegangen, da diese in den folgenden Beiträgen behandelt werden.

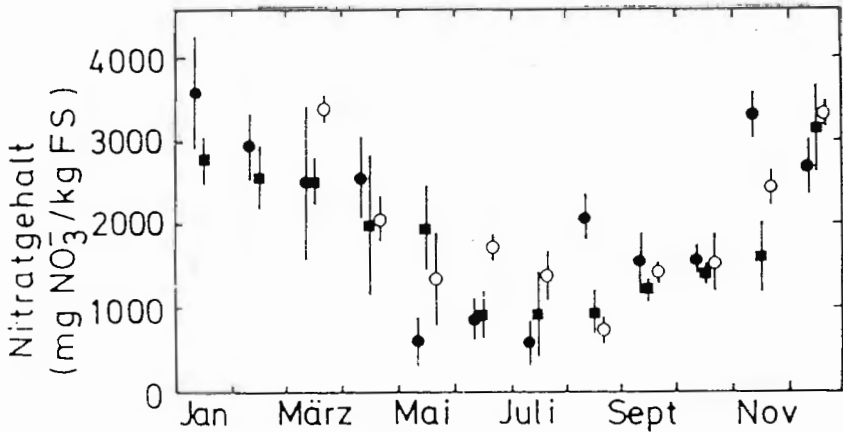
### Nitrat

Die Nitratgehalte in Pflanzen hängen in erster Linie von der Höhe der Stickstoffdüngung in Verbindung mit dem Bodenvorrat an mineralisierbarem Stickstoff und der Mineralisierungsrate ab. Daneben übt die Lichtintensität, d.h. die Jahreszeit und der Witterungsverlauf einen entscheidenden Einfluß aus. So werden z.B. beim

Anbau von Kopfsalat unter Glas in der lichtarmen Jahreszeit auch bei niedriger Stickstoffdüngung hohe Nitratwerte gefunden.

Erhebungsuntersuchungen von *Temperli et al.* (1982) in der Schweiz bei je 7 Gemüsebaubetrieben mit biologischer bzw. konventioneller Wirtschaftsweise zeigen den lichtbedingten jahreszeitlichen Verlauf der Nitratgehalte. Ein Vergleich der beiden Wirtschaftsweisen ergab, daß im Freilandanbau die Nitratgehalte im biologischen Anbau niedriger waren, allerdings auch die Erträge. Im Anbau unter Glas waren die Nitratgehalte immer höher als im Freiland (Sommerhalbjahr), wobei keine Unterschiede zwischen den beiden Wirtschaftsweisen auftraten.

Abb. 1: Jahreszeitlicher Verlauf der Nitratgehalte in Kopfsalat



Untersuchungen des Bundessortenamtes ergaben, daß bei Kopfsalat größere Sortenunterschiede bestehen.

Tabelle 1: Nitratgehalt in Kopfsalatsorten

Zahl der Sorten	Nitratgehalt (mg/kg in FS)
8	2000 - 2500
23	2500 - 3000
12	3000 - 3500
1	3500 - 4000

Darüberhinaus zeigte sich, daß Eissalat im Anbau unter Glas insgesamt niedrigere Nitratgehalte aufwies als Kopfsalat.

Bei Spinat ist der Sorteneinfluß gering (Nes u. Groenwold, 1989). Inzwischen ist eine Sorte gezüchtet worden, die im Frühjahrsanbau weniger Nitrat enthält, wenn sie später geerntet wird als andere Sorten. Die späte Ernte ist bei dieser Sorte deshalb möglich, da sie später als andere Sorten in die generative Phase übergeht.

Unterschiede zwischen verschiedenen Sortentypen wurden bei Feldsalat und Petersilie festgestellt. Die schnellwüchsigen, großblättrigen Sorten von Feldsalat wiesen in der Regel höhere Nitratgehalte auf als die etwas späteren, kleinblättrigen Sorten. Glattblättrige Petersilie hatte in den Untersuchungen des Bundessortenamtes niedrigere Nitratgehalte als krausblättrige. Bei Roten Rüben enthielten Sorten mit weißer und gelber Fleischfarbe weniger Nitrat als die Rüben der rotfleischigen Sorten.

Sortenunterschiede im Nitratgehalt wurden auch bei Knollensellerie und Radieschen ermittelt, insbesondere wiesen die tetraploiden Radieschensorten geringere Nitratgehalte auf.

### Carotingehalt

Der Carotingehalt in Möhren ist durch die Züchtung deutlich erhöht worden. Möhrensorten, die ein gelbes Herz aufweisen - dies ist mit einem niedrigen Carotingehalt verbunden - sind im Anbau kaum noch vertreten. Aufgrund der züchterischen Erfolge sind Bestrebungen, den Carotingehalt durch Anbaumaßnahmen zu beeinflussen, in den Hintergrund getreten. Außer durch Sortenwahl läßt sich der Carotingehalt insbesondere durch den Erntetermin und in geringem Maße durch die Stickstoffdüngung verändern. Ein später Erntezeitpunkt und höheres Stickstoffangebot beeinflussen den Carotingehalt positiv (Fritz und Habben, 1977).

Bei Spinat scheinen die Sortenunterschiede im Carotingehalt geringer zu sein. Behr (1988) fand in 8 frühen und 5 späten Sorten jeweils nur eine Sorte, die signifikant weniger Carotin enthielt. Den größten Einfluß auf den Carotingehalt in Spinat übten Witterung und Erntezeitpunkt aus.

Im Gegensatz zu Möhren und Spinat enthalten Tomaten mit durchschnittlich 0,4 mg pro 100 g Frischsubstanz nur geringe Mengen an Carotin. Das vorherrschende Carotinoid der Tomate ist das Lycopin, das die rote Farbe der Tomatenfrucht bedingt, aber keine Provitamin A-Aktivität aufweist. In den USA ist es gelungen, Tomatensorten mit 8- bis 10-mal höherem Carotingehalt zu züchten. Diese Sorten wurden aber wegen ihrer orangeroten Fruchtfarbe vom Verbraucher nicht akzeptiert (Tigchelaar, 1987).

Untersuchungen des Bundessortenamtes ergaben, daß insbesondere kleinfrüchtige, capsaicinhaltige (scharfe) Gewürzpaprikasorten hohe Carotingehalte aufwiesen.

### Geschmack

Der Geschmack von Tomaten steht heute im Mittelpunkt der Diskussion. Den Pflanzenzüchtern wird vorgeworfen, daß sie einseitig auf hohen Ertrag und gute Transportfähigkeit gezüchtet und dabei den Geschmack vernachlässigt haben. Viele Verbraucher sind der Ansicht, daß Tomaten früher besser geschmeckt haben als heute, wobei die neuen Sorten und moderne Produktionstechniken (Anbau in erdeloser Kultur) als Ursache genannt werden.

Der Tomatengeschmack wird durch ihren Gehalt an Zuckern (Glucose und Fructose), organischen Säuren (vorwiegend Citronensäure) und eine Vielzahl von Aromastoffen bedingt. Da eine gute Korrelation zwischen Zuckergehalt und Geschmack sowie Säuregehalt und Geschmack besteht, werden in Routineuntersuchungen ergänzend oder anstelle von aufwendigen sensorischen Prüfungen häufig der Gehalt an löslichen Feststoffen (Refraktometerwert) und titrierbaren Säuren bestimmt, um den Geschmack der Tomaten zu charakterisieren.

Beim Bundessortenamt wurden die im Anbau verbreitetsten Sorten auf ihren Geschmack untersucht. In die Untersuchungen wurden auch einige ältere Sorten einbezogen um zu prüfen, ob diese einen besseren Geschmack aufweisen als moderne Sorten. Es zeigte sich, daß die Sortenunterschiede im Geschmack gering waren und ältere Sorten nicht besser beurteilt wurden als moderne Sorten. Nur die Sorten aus der Gruppe der kleinfrüchtigen Kirsch- oder Balkontomaten wiesen einen höheren Säure-, Zucker- und Vitamin C-Gehalt auf (Heine u. Ohms, 1989).

Tabelle 2: <u>Inhaltsstoffe in Tomatensorten</u>				
Sortentypen (Fruchtgewicht)	TS %	Säure %	Zucker %	Vitamin C mg/100 g
2 - 3-kämmrige Sorten (60-80 g)	5,9	0,48	2,7	16
Fleischtomaten (100-180 g)	5,7	0,49	2,7	16
Kirschtomaten (10-20 g)	6,8	0,59	3,7	27

Bisher ist es der Züchtung nicht gelungen, den besseren Geschmack der kleinfrüchtigen Sorten in großfrüchtige Samen einzukreuzen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich nicht auf andere Pflanzenarten übertragen. Bei Erdbeeren und anderen Beerenobstarten sind die Sortenunterschiede im Geschmack wesentlich größer als bei Tomaten.

Große Geschmacksunterschiede fanden wir in Tomaten unterschiedlicher Herkunft, die im Monat Februar auf dem Markt gekauft und dann untersucht wurden.



Tabelle 3: Qualität von Tomaten verschiedener Herkunft

Herkunft	Refraktometerwert	Säure %	Geschmack 1 = sehr schlecht 9 = sehr gut
Niederlande	4,1	0,61	5,3
Belgien (Fleisch- tomaten)	4,8	0,46	4,7
Kanarische Inseln (1)	8,2	0,69	8,0
Kanarische Inseln (2)	7,0	0,60	7,0

Der bessere Geschmack, höherer Refraktometerwert und Säuregehalt der Proben von den Kanarischen Inseln wird vor allem durch die höhere Einstrahlung in diesem Anbaugebiet verursacht sein. Der Lichteinfluß ist auch der Grund dafür, daß Tomaten aus dem Freilandanbau stets besser schmecken und einen höheren Gehalt an Säure, Zucker und Vitamin C aufweisen, wie zahlreiche Untersuchungen zeigen.

Die erdelose Kultur (Steinwolle oder NFT-Kultur) hat nach bisherigen Ergebnissen keinen Einfluß auf den Geschmack von Tomaten. In geringem Maße läßt sich der Geschmack durch eine Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit verbessern. Eine Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit über 3 mS hat aber Ertragsminderungen und Blütenendfäule zur Folge (Janse u. Aalbersberg, 1984).

Der Einfluß der Düngung auf den Geschmack von Tomaten scheint geringer zu sein als häufig angenommen wird. Die Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung der Stickstoffdüngung sind konträr. Durch höhere Kaliumdüngung läßt sich der Zucker- und Säuregehalt etwas er-

höhen, einseitig hohe Kaliumdüngung fördert aber die Blütenendfäule.

### Zusammenfassung

Am Beispiel einiger ausgewählter Gemüsearten wurde gezeigt, welche Möglichkeiten bestehen, den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen und den Geschmack durch Sortenwahl, Erntezeitpunkt, Düngung und anbautechnische Maßnahmen zu beeinflussen.

Der Nitratgehalt ist insbesondere bei Blattgemüsearten von Bedeutung. Während bei Kopfsalat Aussichten bestehen, diesen durch Züchtung zu senken, sind die züchterischen Möglichkeiten bei Spinat eng begrenzt. Eine Reduzierung des Nitratgehalts durch Verringerung der Stickstoffdüngung ist im Spinatanbau im Freiland möglich, beim Salatanbau im Winter unter Glas ist dagegen das Licht der begrenzende Faktor.

Der Carotingehalt von Tomaten ließe sich durch Züchtung erhöhen, doch akzeptiert der Verbraucher die damit verbundene Änderung der Fruchtfarbe nicht. Bei Möhren läßt sich der Carotingehalt durch Sortenwahl, Erntezeitpunkt und Stickstoffdüngung verändern.

Im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion steht heute der Geschmack von Tomaten. Anders als der Geschmack von z.B. Erdbeeren und anderen Obstarten kann dieser durch Sortenwahl nur wenig beeinflußt werden. Auch Düngung und moderne Kulturverfahren (Anbau in erdeloser Kultur) haben nur einen geringen Einfluß. Entscheidend für den Tomatengeschmack scheint der Lichteinfluß zu sein: In südeuropäischen Ländern im Freiland erzeugte Tomaten schmecken stets deutlich besser als Tomaten aus dem nordeuropäischen Gewächshausanbau.

Literatur

- 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.). Diss. Universität Hannover
- Fritz, D., J. Habben*, 1977: Einfluß des Erntezeitpunktes auf die Qualität verschiedener Möhrensorten. Gartenbauwissenschaft 42, 185-190
- Heine, H. u. J.-P. Ohms*, 1989: Sorten- und Umwelteinflüsse auf die Qualität von Tomaten. Vortrag bei der XXIV. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V., 13./14.03.1989, Ahrensburg
- Nes, van M. u. R. Groenwold*, 1989: Op korte termijn geen rassen mit laag nitraatgehalte. Groenten en Fruit 44 (34), 42-43
- Temperli, A., Künsch, U., Schärer, H., Konrad, P., Sutter, H., Ott, P., Eichenberger, M. und Schmidt, O.*, 1982: Einfluß zweier Anbauweisen auf den Nitratgehalt von Kopfsalat. Schweiz. Landw. Forsch. 21, 167-196, zit. in *Marschner, H.*, 1984: Einfluß von Standort- und Wirtschaftsbedingungen auf die Nitratgehalte in verschiedenen Pflanzenarten. Landw. Forschung, Sonderheft 41, 16-33
- Tigchelaar, E.C.*, 1987: Genetic improvement of tomato nutritional quality. In: *Quebedeaux, B. u. Bliss, F.A.*, (Hrsg.): Horticulture and Human Health. Proceedings of the 1st International Symposium on Horticulture and Human Health. Arlington, Va., USA, 12.-15.04.1987. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 185-190.

## Qualität von Gemüse und Obst für die industrielle Be- und Verarbeitung

E. Wittstock, E. Stramke  
(ehem. Forschungsinstitut für Obst- und Gemüseverarbeitung  
Magdeburg, Nicolaistr. 5, O-3018 Magdeburg)

Die Qualität von Gemüse und Obst für die industrielle Be- und Verarbeitung läßt sich eigentlich nur aus der Erfüllung von Erwartungen, Wünschen und Anforderungen jeweiliger Kunden (Verbraucher) als Nutzer der Produkte ableiten.

Diese Philosophie praktizieren die Japaner seit mehreren Jahren in vielen Wirtschaftsbereichen äußerst erfolgreich, so daß wir den Aspekt bei unseren Ausführungen etwas näher betrachten wollen.

Wir müssen uns also bemühen, die Erwartungen, Wünsche und Anforderungen der Kunden zu erfassen und ständig zu ergänzen, um daraus die Anforderungen an die Lieferer z.B. der Rohware und an das firmeneigene Konzept z.B. des gemüse- und obstverarbeitenden Unternehmens zu entwickeln.

Die Erwartungen, Wünsche und Anforderungen der Kunden sind nicht als statische Größen aufzufassen, sondern werden durch mehrere Einflußgrößen geprägt, die hier nicht näher erläutert werden sollen.

Eine Differenzierung der allgemein genannten "Kundenforderungen" in Erwartungen, Wünsche und Anforderungen erscheint uns zweckmäßig, um auch daraus Rückschlüsse auf die Wichtung einzelner Qualitätsmerkmale ziehen zu können.

Erwartungen, Wünsche und Anforderungen der Endverbraucher an be- und verarbeitetes Gemüse und Obst sind u.a. folgende:

1. Erwartungen von Endverbrauchern an Gemüse- und Obstprodukte

(Werden im Normalfall vom Hersteller der Produkte nicht gesondert ausgelobt)

- gesundheitliche Unbedenklichkeit (Nitrat, Rückstände von Pflanzenschutz- oder Schädlingsbekämpfungsmitteln, Zusatzstoffe u.a.m.)
- ausreichende Kennzeichnung und Schutz vor Irreführung
- für den Verwendungszweck geeignet (z.B. Konsistenz v. Konfitüre, Fließverhalten v. Ketchup)

2. Wünsche von Endverbrauchern an Gemüse und Obstprodukte (Merkmale und Eigenschaften von Produkten, die eine Kaufmotivation auslösen können)

z.B. an:

- Aussehen und Farbe, Farbintensität bei Erbsen, Bohnen, Gurken, Möhren, Spinat u.a.
- Qualitätsstufe, Sortierung, Kalibrierung wie für Erbsen, Bohnen, Möhren, Gurken
- Convenience-Grad, wie Spinat gewürzt mit Sahne, TK Pfannengemüse, Gemüseemischungen, Frischsalate
- Produktvielfalt und spezifische Würzung
- spezifische Ernährungsweise wie energiereduziert, ballaststoffreich, kochsalzarm
- Gütesicherung (Gütezeichen, Markenartikel)
- Wertstoffgehalt (Vitamin C in schwarzen Johannisbeersäften, Sanddornzerzeugnissen)

3. Anforderungen von Endverbrauchern an Gemüse- und Obstprodukte in Bezug auf

- Preis-Leistungsverhältnis (Preis der gekauften "Qualität")
- Verpackung - Möglichkeiten der Entsorgung

Die anhaltende Beliebtheit und das derzeitig gute Image von Gemüse und Obst - deutlich am Nachfragewachstum - läßt sich u.a. aus der Verbindung von guten sensorischen Eigenschaften mit gesundheitlichen Werten erklären.

Ergebnisse von Verbraucherbefragungen einer Arbeitsgruppe der Universität Bonn verdeutlichen das in einigen Statements und passen schlüssig in die von der CMA erfaßte "Typologie des Ernährungsbewußtseins".

Abb. 1

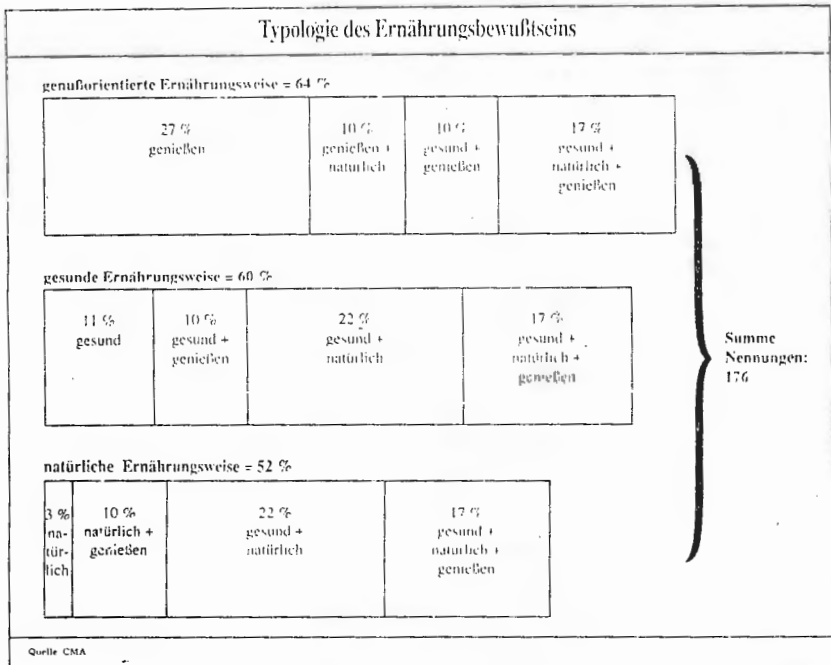
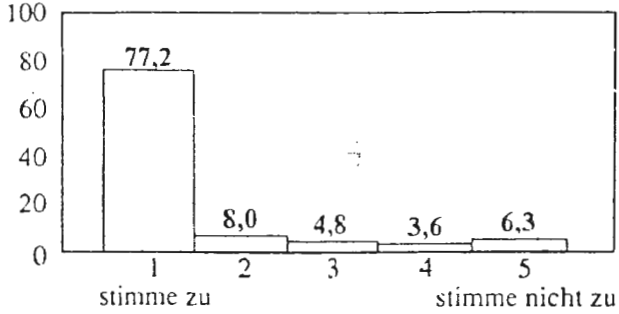


Abb. 2

Eine komplette Mahlzeit muß neben anderen Bestandteilen auch Gemüse enthalten.



Gemüse ist zwar gesund, schmeckt aber nicht.

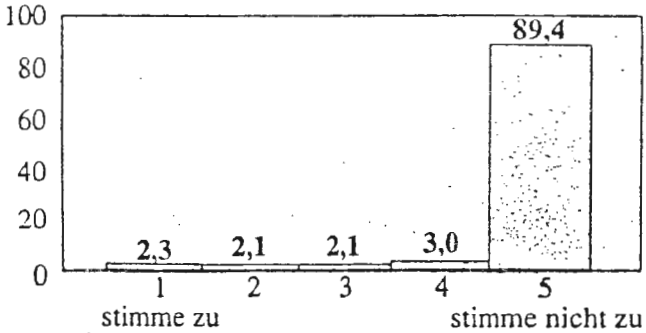
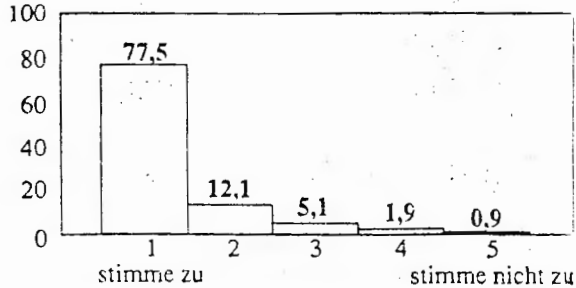
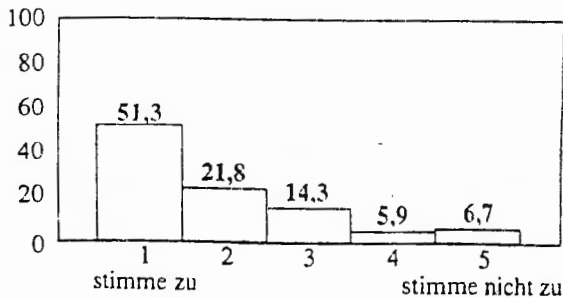


Abb. 3 Zu einer gesunden Ernährung gehört viel Gemüse.



Gemüse ist die ideale Schlankheitskost.



In % der Befragten (n = 523)

Quelle: Universität Bonn, Abt. Betriebslehre der Ernährungswirtschaft

Demnach lassen sich typisieren:

- genußorientierte
- gesundheitsorientierte und
- natürliche Ernährungsweisen

Ein hoher Verzehr von Gemüse und Obst - frisch oder verarbeitet - hat also kaum nachteilige Folgen, auch nicht in Bezug auf eine allgemein befürchtete energetische Überernährung, aber nur unter der Voraussetzung, daß es keine gefährdenden Stoffmengen enthält. Gerade weil der Verzehr von Gemüse und Obst noch ein gutes Image hat, sind von den Herstellern jetzt in stärkerem Maße Hinweise von Untersuchungsämtern oder externen Kontrolleuren über mögliche Schadstoffgehalte zu beachten.



Ein aufkommendes Mißtrauen (Enttäuschung von Verbrauchererwartungen) von Kunden gegenüber Nitratgehalten oder Pestizidrückständen in Gemüse- und Obstprodukten sollte deshalb entschiedener als bisher begegnet werden. Daraus ergibt sich, daß auch die Verarbeitungsindustrie von den Rohwarenproduzenten die Einhaltung bzw. eine Unterbietung von Schadstoffrichtwerten fordert. Maßnahmen in dieser Richtung werden von den Herstellern häufig ausgelobt. Inwieweit der Kunde Hinweise, wie "aus kontrolliertem" oder "integriertem" Anbau als Kaufmotivation annimmt, ist schwer erkennbar, es kann aber aus dieser Auslobung auf einen Anbau in unmittelbarer Nähe des Verarbeiters und damit auf "Frische" zum Verarbeitungszeitpunkt geschlossen werden.

Da der Frischezustand von Gemüse und Obst ein wesentliches Kaufmotiv darstellt, wird auch die Verarbeitungsindustrie weiterhin diesem Qualitätsmerkmal eine größere Bedeutung beimessen, sowohl in der Produktionsrichtung als auch in der Rohstoffbewertung.

Ausdruck dafür ist u.a. der Anstieg des Verbrauches an TK-Gemüse oder das Angebot an industriell vorbereitetem verzehrfertigem Frischgemüse, vor allem Salatgemüse mit vorrangigem Verkauf an Großverbraucher.

Bei diesen Produktgruppen wird sicherlich in nächster Zeit das Angebot erweitert werden - in den neuen Bundesländern entstehen für TK-Gemüse und im Magdeburger Raum für verzehrfertiges Frischgemüse neue Produktionsstätten.

Die fast ausschließliche Herstellung von Konfitüre aus frischem oder gefrorenem Obst und die Bemühungen der Fruchtsaftindustrie zum Verkauf frisch gepreßter Säfte sind weitere Beispiele für Veränderungen in der obst- und gemüseverarbeitenden Industrie als Reaktion auf sich verändernde Marktbedingungen.

Aber auch die Unternehmen der anderen Zweige der Gemüse- und Obstverarbeitung, wie die Hersteller von Sauerkonserven, Gemüse- und Obstkonserven, von Fruchtsäften wie Kindernahrung auf Obst- und Gemüsebasis gehen davon aus, daß sie nur mit einer hohen Produktqualität

dem steigenden Wettbewerbsdruck im EG-Binnenmarkt begegnen können.

Die obst- und gemüseverarbeitende Industrie hat schon seit langem auf die Qualitätskontrolle ihrer Produkte und der Rohware großen Wert gelegt. Ausgefeilte Prüfverfahren und Sortierrichtlinien für äußerlich erkennbare Qualitätsmerkmale haben einen wesentlichen Anteil am hohen Qualitätsniveau deutscher Produkte.

Konkrete Anforderungen an die Qualität der Rohware und deren Einhaltung sind auch deshalb notwendig, weil bei den meisten stückigen Gemüse- und Obstprodukten das ursprüngliche Aussehen der verarbeiteten Rohware erhalten bleibt bzw. das Aussehen der Fertigprodukte nur geringfügig durch die Be- und Verarbeitungsprozesse verändert wird, z.B. bei Gemüseerbsen, Gemüsebohnen, Gurken, Möhren oder bei den verschiedenen Obstarten.

Die konkreten Anforderungen an die Rohware zur industriellen Verarbeitung sind in Qualitätsnormen für Industriegemüse und -obst enthalten einschließlich Erläuterungen zur Kontrolle der Qualitätsmerkmale.

Tab. 1: Zusammenstellung der Qualitätsnormen und Normenerläuterungen für Industriegemüse in der derzeit gültigen Fassung

Erzeugnis	Qualitätsnorm in der Fassung vom:	Erläuterung i.d. letzten in Abstimmung mit der Bundesarbeitsgemeinschaft Gartenbau zur Anwendung empfohlenen Fassung
Druscherbsen	19. Januar 1970	10. Mai 1978
Dicke Bohnen	03. Februar 1972	10. Mai 1978
Grüne Bohnen u. Wachsbohnen	27. Januar 1972	13. Januar 1977
Spinat	04. November 1969 mit Änderung Nieders. vom 09.02.1972	10. Mai 1978
Karotten	05. Februar 1975 (Fassung Niedersachsen)	17. März 1976
Möhren	13. März 1969 m. Änderung Nieders. v. 09.02.72	13. Januar 1977
Knollensellerie	27. Januar 1972	13. Januar 1977
Kohlrabi	22. Mai 1969	22. Oktober 1970 mit Änderung BAG v. 09.02.76
Rote und weiße Bete	27. Januar 1972	13. Januar 1977 mit Änderung BAG v. 04.08.77
Kopfkohl	27. Januar 1972	13. Januar 1977 mit Änderung BAG v. 04.08.77
Grünkohl	03. Februar 1972	12. Dezember 1979
Blumenkohl	22. Mai 1969	09. Mai 1979

Einlegegurken	27. Januar 1972	10. Mai 1978
Rosenkohl	03. Februar 1972	- - -
Porree	03. Februar 1972	- - -
20 Dill	11./12. Mai 1976	- - -
21 Meerrettich	16. Mai 1979	12. Dezember 1979
22 Pastinaken	03. Mai 1984	03. Mai 1984
23 Petersilie	15. März 1973	- - -
24 Schwarz- wurzeln	29. März 1971	- - -
25 Wurzel- petersilie	03. Mai 1984	03. Mai 1984
26 Äpfel und Birnen	- - -	- - -
27 Kirschen	29. Oktober 1980	- - -
28 Erdbeeren	22. Oktober 1969	- - -
29 Holunder	06. Mai 1982	06. Mai 1982

Die Anwendung dieser Normen wird von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Gartenbau allgemein empfohlen, verschiedene Unternehmen variieren einzelne Qualitätsmerkmale und Kennwerte je nach Interessenslage. In vielen Fällen stellen die Qualitätsmerkmale und Kennwerte Mindestanforderungen dar.

So kommen spezielle Forderungen an die Sortenwahl hinzu, weil aus verschiedenen langjährigen Untersuchungen der Einfluß genetisch determinierter Sortenmerkmale auf die Verarbeitungseignung bei einigen Arten bekannt ist.

Wir haben in unserem Institut mit der damaligen Zentralstelle für Sortenwesen Nossen bis zum Jahre 1990/91 fast alle Neuzüchtungen von verwertungswürdigen Gemüse- und Obstsorten mit Standardsorten in Bezug auf ihre Verarbeitungseigenschaften verglichen, um den Nutzern der Sorten objektive Prüfergebnisse vorzulegen. Dazu sollen an Beispielen die Prüfkriterien für ausgewählte Arten (Gemüsebohnen, Möhren, Spinat, Einlegegurken, Weißkohl, Buschtomaten) genannt werden.

Tab. 2: Prüfkriterien für die Bewertung der Sorteneignung bei Gemüse zur Verarbeitung (FOG Magdeburg)

Gemüseart: Gemüsebohnen

Rohstoff

Verarbeitungsprodukte

Rohstoff	Verarbeitungsprodukte
- Beschaffenheit	Konserve und TK-Ware
- Anzahl Hülsen je kg	- Sensorische Merkmale:
- Kornanteil (Gew. %)	- Farbe, Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz
- Sensorische Merkmale	- Trockensubstanz
- Farbe, Aussehen	- Ascorbinsäure
Geruch, Geschmack, Konsistenz	- Gesamtzucker
- Trockensubstanz	- Alkoholunlösliche Substanz
- Ascorbinsäure	
- Gesamtzucker	
- Alkoholunlösliche Substanz	

Gemüseart: Möhren

Rohstoff

Verarbeitungsprodukte

Rohstoff	Verarbeitungsprodukte
- Beschaffenheit, Form, Abmessungen, Ausfärbung	Konserve, TK-Ware und Saft
- Putzverluste, Saftausbeute	- Sensorische Merkmale ...
- Sensorische Merkmale ...	- Trockensubstanz
- Trockensubstanz	- Gesamtzucker
- Nitrat	- $\beta$ -Karotin
- Gesamtzucker	- Nitrat
- $\beta$ -Karotin	

Gemüseart: Spinat	
Rohstoff	Verarbeitungsprodukte
-----	
- Beschaffenheit, Farbe, Blattwellung, Blatt- und Stiellängen	TK-Ware - Sensorische Merkmale ...
- Sensorische Merkmale ...	- Trockensubstanz
- Trockensubstanz	- Ascorbinsäure
- Ascorbinsäure	- Nitrat
- Nitrat	
Gemüseart: Einlegegurken	
Rohstoff	Verarbeitungsprodukte
-----	
- Beschaffenheit, Farbe Abmessung L, D, Kernhaus D	Sauerkonserve und milch- saure Vergärung - Sensorische Merkmale ...
	- Festigkeit
	- Hohlraumbildung
	- Kernhausbeschaffenheit
Gemüseart: Weißkohl	
Rohstoff	Verarbeitungsprodukte
-----	
- Beschaffenheit, Kopfgewicht, Abmessung von Kopf u. Innenstrunk	Sauerkaut - Sensorische Merkmale ...
- Putzabfall	- Trockensubstanz
- Trockensubstanz	- Ges. Zucker
- Ges. Zucker	- Ascorbinsäure
- Ascorbinsäure	- (Gesamtsäure a. MS, Koch- salz, pH)

Die Tomatenprüfung möchten wir etwas eingehender darstellen, weil in den 80iger Jahren mit der sog. "Industrietomate" ein Züchtungsschwerpunkt in der damaligen DDR gesetzt wurde, der einen großen Teil unserer

Kapazität in Anspruch nahm und die Arbeiten von der Methodik übertragbar sein können.

Unter den gegebenen natürlichen Bedingungen sollten Tomaten bereitgestellt werden, die sowohl eine wirtschaftliche Produktion in der Landwirtschaft ermöglichen (d.h. Eignung für Anbau/Erntemechanisierung mit allen daraus erwachsenden Konsequenzen für die mechanische Belastbarkeit, konzentrierte Reife usw.) als auch für die Verarbeitung zu qualitätsgerechtem, hochkonzentriertem Tomatenmark geeignet sein sollten.

Bei der Prüfung des umfangreichen Zuchtmaterials zeigte sich, daß sich die Rohstoffeigenschaften im Vergleich zum traditionellen nationalen Sortiment stark veränderten, so resultierten u.a. bemerkenswerte Viskositätsveränderungen in wichtigen Verarbeitungsprodukten (Saft, Mark).

Diese Veränderung von Konsistenzeigenschaften, die wesentliche Auswirkungen auf das Konzentrierverhalten im Verarbeitungsverfahren nach sich zog, wurde neben Untersuchungen zur Farbqualität, zu Inhaltsstoffen und zu sensorischen Werten in den Mittelpunkt der Bewertung des Sortenmaterials gestellt.

**Tab. 3: Bewertungsalgorithmus für Tomaten in Verarbeitungsversuchen**

Qualitätsmerkmal	ganze Tomaten (Rohstoff)	Tomatensaft	Tomatenmark	Tomatenketchup (Tmk-Anteil variiert)
Farbe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonitur nach Reifegradskala</li> <li>- Reflexionsverhalten nach Oberflächenbestrahlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexionsverhalten</li> <li>- Remissionsverhalten</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexionsverhalten</li> <li>- Remissionsverhalten</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexionsverhalten</li> <li>- Remissionsverhalten</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>
Konsistenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fruchtfestigkeit</li> <li>- Schalenbruchkraft</li> <li>- Fruchtfleischfestigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trub-Serum-Charakteristika</li> <li>- Fließverhalten</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fließverhalten dynam. Viskosität</li> <li>- "Wasserlässigkeit"</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fließverhalten</li> <li>- "Wasserlässigkeit"</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>
Inhaltsstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TS refr., TS grav.</li> <li>- Gesamtzucker</li> <li>- Gesamtsäure</li> <li>- Ascorbinsäure</li> <li>- pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Werte</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Werte</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Werte</li> <li>- sensorische Werte</li> </ul>
Rohstoffbewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einzelfruchtbeschaffenheit</li> <li>- äußere Form u. Güte</li> <li>- nicht verarbeitungsfähiger Anteil</li> </ul>			



Eine weitere Schlüsselposition stellte die Ermittlung des optimalen Reifegrades dar.

Mehrjährige produktbegleitende Untersuchungen an Sorten und aussichtsreichem Zuchtmaterial in labor- und Kleintechnischen Versuchen sowie unter Industriebedingungen (nach Tab. 3) ermöglichten eine Bewertung und Differenzierung der Rohstoffmerkmale und der jeweiligen Verarbeitungseignung.

Das erreichbare Qualitätspotential der Sortimente konnte auf der Basis unterschiedlicher Anbaustandorte und -bedingungen, verschiedener Ernte- und Verarbeitungstermine und mehrjähriger Wiederholungen annähernd definiert werden.

In der statistischen Auswertung ergaben sich hochsignifikante Beziehungen zwischen der sensorischen Bewertung von Farb- und Konsistenzmerkmalen mit meßtechnisch erfaßten Parametern.

Die hohe Praxisrelevanz dieser Untersuchungen wird deutlich, wenn die Konsequenzen für die Ketchupherstellung näher betrachtet werden.

Der Verbraucher akzeptiert Ketchup primär durch die Farbe, das Aussehen, die typische Konsistenz und die charakteristische Würzung. Er wünscht zunehmend einen garantierten, natürlichen Fruchteinsatz, keine Zusatzstoffe wie Dickungsmittel usw.

Farbe und Konsistenz können durch die gezielte Auswahl geeigneter Tmk-Qualitäten, beginnend bei der Rohwarenauswahl, beeinflußt werden. Unterschiedliche Verfahrensführungen bringen natürlich weitere Effekte, darauf soll hier nicht eingegangen werden.

Tab. 4: Einfluß des Reifegrades auf Qualitätsmerkmale

Sorte: Jutta

Untersuchungszeitraum: 1986-1989

Merkmal	Reifegrad			
	4	3 ... 4	3	2 ... 3
<u>Farbe</u>				
Tomacolor-Wert (TE)	42	42 ... 48	49 ... 55	60
Senscrik-Wert	sehr gut	sehr gut ... gut	gut ... noch st.	nicht standortgerecht
<u>Fließverhalten</u>				
Bostwick-Wert (BE)	11 ... 9	8,5 ... 7,1	6	6
Eignung für Konzentrierung auf 38 % TS	optimal	bedingt	nicht	nicht
sensorische				
<u>Gesamtbewertung</u>				
Soft	sehr gut	gut	noch st.	nicht stand.
Imk	sehr gut	sehr gut ... gut	gut ... noch st.	noch st. ... nicht stand.
Reifegradskala:	1: stark halbreif 2: mittelstark halbreif 3: schwach halbreif 4: optimal reif, gleichmäßig 5: schwach überreif 6: mittelstark überreif 7: stark überreif			

**Tab. 5: Einfluß des Reifegrades auf die Viskosität von Tomatenmark**

Sorte	Jahres- mittel	Reifegrad- stufe	Viskositätserniedrigung bei zunehmender Reife (Rot. viskosimeter vgl. in Dr.-Stufen 1 ... 12)
Jutta	1988	3	
		4 ... 5	30 ... 50 %
	1989	3 ... 4	
		4 ... 6	20 ... 50 %
Gunduta	1988	3	
		4 ... 5	55 ... 122 %
	1989	3 ...	
		4 ... 5	25 %
Neuzucht X	1988	2 + 4	
		4	37 ... 58 %
	1989	2 ... 4	
		4	21 ... 60 %
Neuzucht Y	1989	3 ... 4	
		4	36 ... 59 %

Der Einsatz des Tomatenmarkanteils im Ketchup ist über diese Beziehungen optimierbar und daher sowohl für die unmittelbare Qualitätssicherung von Bedeutung als auch aus wirtschaftlichen Erwägungen relevant.

Wir meinen, daß für eine hohe Qualität der Gemüse- und Obst-Produkte künftig in größerem Umfang rohstofforientierte wissenschaftliche Arbeiten aus folgenden Gründen notwendig sind:

1. Rohstoffqualität und Verfahrensführung beeinflussen wesentlich die Erzeugnisqualität, die aus Erwartungen, Wünschen und Anforderungen der Nutzer abgeleitet wird.

2. Rohstoffqualität mit großer Variationsbreite bei Gemüse und Obst

Dynamik in der Züchtung

Sortimentsbreite

Anbaueinfluß

Qualitätsnormen beinhalten überwiegend äußere Merkmale

3. Vereinbarungen zwischen Rohstoffproduzent und Verarbeiter sind erzeugnisorientiert

nur bestimmte Rohstoffe

für bestimmte Erzeugnisse geeignet

praktische Erfahrungen der Partner dominieren oftmals in Entscheidungsfindung

Zwang zur Einbeziehung von Kennwerten erhöht sich (Nachprüfbarkeit/objektive Kontrolle)

4. Bisherige Untersuchungen zeigten, daß gezielte Sortenwahl und Berücksichtigung objektiver Q-Bewertungskriterien zu Verbesserungen in der Gesamtverfahrensgestaltung/QS beitragen.

- Ausschluß von für die Verarbeitung ungeeigneten Qualitäten, Grenzwertermittlung (problembehaftet)
  - beginnende Entwicklung von Prozeßmodellen (z.B.
    - Erhalten von Eigenschaften
    - Verfahrensoptimierung, z.B. Schneiden
    - finanz. Bewertung nach Q-Parametern)
5. Qualität ist nur nachvollziehbar, wenn dafür die Bewertungskriterien definierbar sind/ein Maß haben
- Objektivität für Reproduzierbarkeit - Voraussetzung
6. Eine Vielzahl von Einzelmerkmalen ist bereits durch Werte zu untersetzen, damit ist aber das Prinzip Ursache - Wirkung nicht gleichzeitig geklärt (gesicherte Nachweise zur Fehlervermeidung sind erforderlich).

Ergebnisse derartiger Untersuchungen werden dazu beitragen, eine verbrauchergerechte Qualität von Gemüse und Obst für die industrielle Be- und Verarbeitung zu erreichen und die künftig erforderliche Q-Fehler-Strategie in der Gemüse- und Obstverarbeitung zu praktizieren. Allein eine Qualitätskontrolle ist dafür nicht ausreichend.

#### Zusammenfassung

1. Bei Gemüse und Obst wird "Frische" vom Kunden bevorzugt. Ein breites Sortiment an gefrorenem Gemüse, das umfangreiche Angebot industriell hergestellter Rohkostsalate, die fast ausschließliche Herstellung von Konfitüre aus frischen bzw. gefrorenen Früchten oder die verstärkten Bemühungen zur Bereitstellung frisch gepreßter Säfte sind Beispiele für Veränderungen in der obst- und gemüse-

verarbeitenden Industrie infolge veränderter (gestiegener) Kundenansprüche.

2. Eine hohe Qualität der Gemüse- und Obstprodukte ist die wichtigste Zielstellung der deutschen Verarbeitungsindustrie im EG-Binnenmarkt. Für die Qualitätsbewertung sind daher Merkmale auszuwählen, die künftige Anforderungen an eine hohe Qualität ausreichend sicher charakterisieren können.
3. Das Nutzungsziel der Gemüse- und Obstarten sowie die Verschiedenartigkeit daraus herstellbarer Produkte bedingen Unterschiede in den Qualitätsanforderungen an die Rohstoffe.
4. Genetisch determinierte Sortenmerkmale und mögliche Unterschiede in ihrer Ausbildung unter verschiedenen Anbaubedingungen sind in ihrer Gesamtheit als Verarbeitungseignung durch Charakterisierung ausgewählter Qualitätsmerkmale erfassbar.
5. Für eine hohe Qualität der Gemüse- und Obstprodukte sind auch künftig rohstofforientierte wissenschaftliche Arbeiten notwendig, so z.B. zur Untersuchung von Qualitätskriterien, die den jeweiligen "Verarbeitungswert" des Rohstoffes ausreichend charakterisieren und entsprechende Qualitätsbestimmungen von Inhaltsstoffen während der Reife bzw. Alterung zur Charakterisierung des günstigen Verarbeitungzeitpunktes.

## Stand und Perspektiven der Züchtungsforschung und Züchtung zur Verbesserung der Qualität bei Gemüse

M. Stein

(Bundesforschungsanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Neuer Weg 22/23, O-4300 Quedlinburg)

### Einleitung

In den Richtlinien des integrierten Anbaus von Gemüse sind hinsichtlich der Qualität folgende Ziele gesetzt. Es gilt gesunde Nahrungsmittel zu produzieren, wobei empfohlen wird, solche Sorten zu wählen, mit denen Produkte erzeugt werden können, die einen guten Geschmack sowie hohen Marktwert haben und sich durch innere und äußere Qualität sowie Haltbarkeit auszeichnen. Diese Qualitätsmerkmale stimmen mit jenen überein, die von den Verbraucherverbänden als Gesundheits-, Eignungs-, Markt- und Handelswert umschrieben werden.

Weitere Qualitätskriterien verschiedener Prägung ließen sich anschließen (Leitzmann u.a. 1990).

Die Differenziertheit des Sortimentes bei Gemüse hinsichtlich der Qualität ist Ihnen nichts Neues. Sie ist, den Erkenntnissen der Qualitätsforschung besonders jenen von Schuphan (1962 u. 1967) folgend, vorwiegend gerichtet mitunter aber auch ungerichtet entstanden. Die zunehmende Bedeutung der Qualität verlangt jedoch ein systematischeres herangehen. Wie dabei die Züchtung helfen kann, sollen meine Ausführungen zeigen.

Die Züchtung nutzt eine vorhandene oder induzierte Variabilität, um mittels der Zuchtmethoden und Zuchtverfahren neue Sorten zu entwickeln.

### Genetische Ressourcen und Qualität

Als vorhandene Variabilität können die bestehenden Sortimente bei Gemüse gesehen werden. Daneben stehen umfangreiche Sammlungen beim Züchter und in den Genbanken zur Verfügung. Eine Aufstellung von Fischbeck (1986) mag dies verdeutlichen.

Tab. 1: Anzahl von Sammlungen bei Gemüse mit > 200 Mustern (zitiert bei *Fischbeck* 1986)

Gattung / Familie	Anzahl Sammlungen	Anzahl Muster
Allium	14	10400
Capsicum	20	22900
Brassicaceae	31	59600
Cucurbitaceae	21	131100
Lycopersicon	26	40300
Pisum <sup>x</sup>	11	25500
Phaseolus <sup>x</sup>	17	70750

<sup>x</sup> darunter auch Futtererbsen und Trockenspeisebohnen

Speziell für Europa sind folgende für Gemüse wichtige Genbanken zu nennen.

Bei Allium NVRS - National Vegetable Research Station in Wellesbourne, Großbritannien; CGN - Centre for Plant Genetic Resources - The Netherlands in Wageningen, Niederlande; bei Brassica oleracea CGN Niederlande, NVRS Großbritannien, VIR - Allunioninstitut für Pflanzenbau in Petersburg, Rußland (*Bommer* u.a. 1990).

In den beiden deutschen Genbanken im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der FAL in Braunschweig und im Institut für Genetik und Kulturpflanzenforschung in Gatersleben sind z.Zt. bei Gemüse insgesamt 22108 Muster vorhanden, wobei die Gemüsearten Tomate, Bohne und Erbse mit 15147 Muster beteiligt sind (*Anonymus* 1990).

Die Genbanken haben die Aufgabe, die Formenfaltigkeit zu erhalten, sie zu dokumentieren aber auch sie zu evaluieren, d.h. sie einer Nutzung durch die Züchtung zugänglich zu machen. Eine solche Evaluierung ist an eine konkrete Beschreibung der Evaluierungsmerkmale gebunden. Bisläng wurde bei Gemüse eine gute Nutzung der Genbank vor allem bei der Resistenz erreicht.

Begünstigt wurde diese Evaluierung für die Resistenzzüchtung dadurch, daß ihr als Partner die Phytopatholo-



gie zur Seite stand. Tritt eine neue Krankheit oder Schädling auf, bemüht sich die Phytopathologie die Ursachen zu ergründen. Sie gibt damit oft wertvolle Hilfe und Ansätze für die Entwicklung von Resistenzprüfmethoden, die dann zur Evaluierung in den Sammlungen von Genbanken genutzt werden können.

Auch für die Qualitätszüchtung gibt es in diesem Sinne anfängliche Erfolge. So griff *Handke* (1990) bei der Entwicklung von tagneutralen Formen bei Erbsen auf die Genbank in Gatersleben zurück, um entsprechendes Ausgangsmaterial zu finden. Die in Quedlinburg entwickelten carotinreichen und Vitamin-C-reichen Tomatensorten bzw. Stämme gehen ebenfalls auf Material aus der Genbank in Gatersleben zurück.

Tab. 2: Gehalt an  $\beta$  Carotin bei Tomaten (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (nach *Sein*, unveröff.)

Sorte	Gehalt in mg je 100 g FM	Signifikanz- klassen
Caro Red	2,38	c
Auriga	4,25	a
IN B 90	3,20	b
Hellperle	0,95	def
Dominator	0,77	ef
Petito	0,68	f
Rotkäppchen	0,62	f

Zum anderen ist die in den vergangenen Jahren entstandene Vielfalt beim Salat (*Lactuca sativa* L., *Chichorium endiva* L. und *Valeriana locusta* L.) mit einer Evaluierung in den Sammlungen und ihre züchterische Bearbeitung verbunden. Die von *Boukema* u.a. 1991 vorgelegte Übersicht über das Salatsortiment im CGN wird, so hoffe ich, neben vielen Angaben zur Taxonomie und Resistenz auch einige über Qualitätsmerkmale enthalten.

Die Sortimente und Genbanken können nach meiner Meinung für eine Qualitätszüchtung noch konsequenter genutzt werden, wenn die Qualitätsmerkmale oder ihre entscheidenden Komponenten exakter beschrieben und möglichst einfach erfaßbar oder besser gesagt kostengünstig er-

faßbar sind. Dabei darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß die Gemüsezüchtung in erheblichem Umfang vom Saatgutexport ökonomisch abhängig ist. Eine Evaluierung sollte soweit wie möglich darauf achten. Unter diesen Voraussetzungen kann eine Evaluierung der genetischen Ressourcen bei Gemüse in der Perspektive der Gemüsezüchtung neue Chancen eröffnen.

#### Zuchtmethoden und Qualität

Als wesentliche Zuchtmethoden der Gegenwart und der nahen Zukunft kann bei autogamen Gemüsearten die Kombinationszüchtung und bei allogamen die Hybridzüchtung angesehen werden. Bei beiden Zuchtmethoden ist der Erfolg von der Auswahl des Ausgangsmaterials sowie von der Anwendung geeigneter Selektionsmethoden abhängig.

Bei der Kombinationszüchtung von autogamen Gemüsearten, dazu gehören Tomaten, Erbsen, Bohnen und Salat können vor allem Erkenntnisse über die Vererbung die Auswahl geeigneter Ausgangspartner erleichtern.

Bei den Gemüsearten liegen mit weitem Abstand bei Erbsen und Tomaten die meisten genetischen Kenntnisse vor, wobei jene, die Qualitätsmerkmale betreffen, recht bescheiden sind.

Bei *Tigchelaar* (1986) ist eine Auswahl aufgezeigt, die den Genuß- als auch Handelswert betreffen (Tab. 3). Es fällt dabei auf, daß Gene, die geschmacksbeeinflussende Merkmale bedingen, in dieser Aufstellung nicht zu finden sind, selbst nicht bei dieser Weltgemüseart. Dies gilt auch für andere Gemüsearten, so vermerken *Lancaster* u.a. 1990, die sich ausgiebig mit der Biochemie des Geschmacks bei *Allium* befaßten, daß, obwohl zwei geschmacksbeeinflussende Stoffgruppen bekannt und umfangreiche Sortimente analysiert sind, über die Genetik nichts bekannt ist.

Tab. 3: Auswahl qualitätsbestimmender Gene bei Tomaten  
(nach Tigchelaar 1986 verändert)

Qualitätsmerkmal	Gensymbol
Selbstgeizend	sp
Kleinwuchs	d
Jointless	j-1 j-2
Gleichzeitig reifend	u
Hoher Pigmentgehalt	hp
Grünstreifigkeit	gs
Hoher Carotingehalt	B
Niedriger Carotingehalt	r
Nichtreifend	nor rin
Parthenocarpie	pat 0-4

Dennoch gelang es der Pflanzenzüchtung mittels der Kombinationszüchtung homozygote Sorten mit großer Uniformität in den Qualitätsmerkmalen zu entwickeln, die aus zwei oder mehreren Sorten wie auch unter Beteiligung von Wildformen entstanden. Dabei können zur Zeit durch Einsatz bestimmter Verfahren (Generatinbeschleunigung, ssd Verfahren und Haploidentechnik) die Zuchtzeiten wesentlich verkürzt werden.

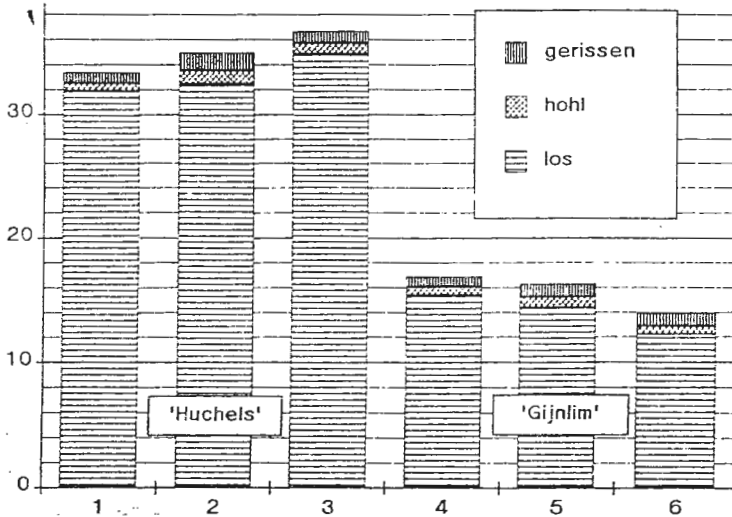
Die Tomate leitete bereits zur Hybridzüchtung über, da z.Zt. bei Stabtomaten vorwiegend Hybridsorten entwickelt werden. Bei allogamen Gemüsearten und dies sind die meisten, hat sich in den vergangenen Jahren die Hybridzüchtung durchgesetzt (Tab. 4). Beim Rosen- und Weißkohl, Zwiebel und Gurken liegt der Anteil im deutschen Gemüsesortiment bei 80 %, die übrigen Arten haben einen Anteil um 50 % (*Bundessortenamt* 1990, 1991).

Tab. 4: Anteil von Hybridsorten im deutschen Gemüsesortiment (Bundessortenamt 1990, 1991)

Gemüseart	Anzahl Sorten	davon F <sub>1</sub> Sorten	%
Blumenkohl	36	4	11
Rosenkohl	23	19	82
Rotkohl	24	15	62
Weißkohl, früh	17	10	59
Weißkohl, mittel	16	14	87
Weißkohl, spät	34	28	82
Kohlrabi	44	17	39
Möhre, mittel	25	22	88
Möhre, spät	17	11	65
Zwiebel	41	33	80
Gurke, Einleger	42	38	90
Gurke, Salat, Haus	25	25	100
Gurke, Salat, Frld.	14	8	57
Tomate, Stab-	55	41	74
Tomate, Busch-	19	1	5

Diese Entwicklung hat für die Qualität eine große Bedeutung gehabt. Der Eignungswert für die Produktion und Verbraucher wird durch eine ausgeprägte Einheitlichkeit in morphologischen Merkmalen, in der Abreife als auch in Form und Farbe als Voraussetzung einer mechanischen Ernte und eines attraktiven Angebotes derart erhöht, wie er bei Populationssorten kaum erreichbar ist. Womit der Einfluß der Saatgutforschung auf die Einheitlichkeit der Endprodukte nicht in Abrede gestellt werden soll. Der Anteil marktunfähiger Ernte beim Spargel im Vergleich zu samenechten Sorten möge dies verdeutlichen.

Abb. 1: Anteile loser, hohler und gerissener Stangen beim Spargel



pr-91-di-gra

ANDREAS 1991 LVG Straelen

Der Anteil loser, hohler und gerissener Stangen lag bei der Hybridsorte "Gijnlim" um 15 %, bei der samenechten Sorte dagegen bei 35 %.

Ein weiterer Vorteil der Hybridsorten ergibt sich dadurch, daß Merkmale, die durch Gene mit vollständiger Dominanz bestimmt werden, sich in der  $F_1$  voll ausdrücken und somit Merkmale beider Partner in einem Schritt vereint werden können. In der Resistenzzüchtung hat dies dazu geführt, daß bei Hybridsorten von Tomaten bereits vor zehn Jahren Sorten existierten, die bis zu zehn Resistenzen oder Toleranzen in sich vereinten (Rick 1982). Nach Simon u.a. 1982 lassen auch Geschmackskomponenten bei Möhren eine dominante Vererbung erkennen. Allerdings entstehen mit der Hybridzüchtung auch Gefahrenmomente. Ein einmal in der Hybridsorte fixiertes Merkmalsprofil in Ertrags-, Resistenz- und Qualitäts-



Im sensorischen Test wurden vier  $F_1$ -Hybriden bewertet, wobei es im herben Geschmack und in der Präferenz deutliche Unterschiede gab. Diese finden ihre Bestätigung in dem Gehalt an Terpinolen und dem Gesamtgehalt an Terpenoiden, die als geschmacksbeeinflussende Faktoren von *Simon* bereits früher beschrieben wurden. Betrachtet man die Partner der vier  $F_1$ -Hybriden, so fällt eine Häufigkeit bestimmter Linien auf, die in Beziehung zur Qualitätseinstufung steht. Ein weiteres bekanntes Beispiel ist die Einführung der parthenocarpes Gurken. Die ersten Hybridsorten dieser Art hatten erhebliche Qualitätsmängel aufzuweisen. Zweifellos waren bei der Auswahl der Linien Prioritäten gesetzt, die eine Vernachlässigung der Qualität mit sich brachten. Die Qualitätsmängel sind indessen durch eine intensive Selektion beim Linienmaterial in den neueren Hybridsorten bereinigt.

Geeignete Hybridpartner zu finden ist der Schwerpunkt der Hybridzüchtung. Dabei hat die Eigenleistung der Partner einen wichtigen aber begrenzten Stellenwert und ist vornehmlich auf Merkmale bezogen, die monogen oder oligogen bedingt sind. Zur Ermittlung der Kombinations-eignung sind Prüfungen der  $F_1$ -Nachkommenschaften nötig. Da bei diesen Nachkommenschaften keine Einzelpflanzen selektiert werden, sind die Forderungen von *Becker* 1956 an Qualitätsprüfmethoden einzuschränken. Es können alle bei Sortenvergleichen verwendeten Methoden benutzt werden, die in der Regel je Wiederholung eine Mischprobe aus 30 Einzelpflanzen verwenden. Solche Prüfungen, die möglichst an mehreren Orten und in verschiedenen Jahren gemacht werden sollten, sind sehr aufwendig. Sie sind bei mehrjährigen Kulturarten (Spargel) so kaum vertretbar. Es sind daher in den letzten Jahren in der Spargelzüchtung Verfahren der Frühdiagnose eingeführt worden. Sie beruhen hinsichtlich der Qualität auf den wiederholt ermittelten engen Beziehungen zwischen dem Treibdurchmesser von ein- und zweijährigen Jungpflanzen und der Stangenstärke in den Ertragsjahren, ähnlich verhält es sich mit der Höhe der Verzweigung und dem Kopfschluß der Stangen in den Ertragsjahren. Allerdings

ist eine ausreichende Stichprobenzahl je  $F_1$ -Nachkommenschaft, die nach unseren Erfahrungen bei 80 Einzelpflanzenmessungen liegt, bei Vergabe eines Konfidenzintervalles notwendig.

Tab. 6: <u>Frühdiagnose hinsichtlich der Qualität bei Spargel im 2. Vegetationsjahr</u> (nach Stein unveröff.)		
Merkmal	Stichprobenumfang	$K^+)$
Stangenstärke Durchmesser der Triebe im Mai	58	0,1 cm
Kopfschluß		
Höhe der Verzweigung 1. Stange	70	3,5 cm
2. Stange	87	4,0 cm
+) vorgegebenes Konfidenzintervall		

#### Biotechnologie und Qualität

Neben der Haploidtechnik, mit der der Anteil von Homozygoten in den Nachkommenschaften für eine Selektion ganz erheblich erhöht werden kann, hat sich die In-vitro-Verklonung am ausgeprägtesten gerade in der Gemüsezüchtung durchgesetzt. Beim Spargel hat sie überhaupt erst eine erfolgreiche Hybridzüchtung ermöglicht. Je nach dem Ausgangsmaterial kann eine In-vitro-Verklonung mehr oder weniger zu genetischen Veränderungen führen, die in der Regel unerwünscht sind. Bei einer In-vitro-Verklonung, die eine Kallusphase einschließt, ist eine solche Veränderung am ehesten zu befürchten. Wird eine Linienhaltung von Hybridpartnern auf eine solche Weise durchgeführt, so sind sorgfältige Kontrollen auch der Qualitätsmerkmale notwendig. Dies gilt ganz besonders dann, wenn im Extremfall eine Klonsorte über eine In-vitro-Verklonung von einer einzelnen Pflanze aufgebaut wird, wie dies beim Spargel in den USA wiederholt in den letzten Jahren erfolgt ist.



Beim Sellerie wird es in nächster Zeit wahrscheinlich auch solche Sorten geben, die aber über eine somatische Embryogenese reproduziert werden können. Für die Qualitätszüchtung ist damit eine große Chance gegeben, denn Pflanzen mit einer "Superqualität" können als Sorten unmittelbar genutzt werden, wenn die Qualitätsmerkmale genetisch bedingt sind. Wegen der Kosten je Einzelpflanze werden solche Sorten jedoch vorwiegend bei Pflanzgemüsearten Bedeutung erhalten.

Abschließend noch einige Bemerkungen zu einem speziellen Gebiet der Biotechnologie, der Gentechnik. In Abhängigkeit von Erkenntnisstand und der züchterischen Intensität kann man drei Wege nennen, die zu neuen Sorten führen können. Die Identifizierung der Qualitätsmerkmale und Übertragung durch ihre Kreuzung und Selektion ist heute und auch in der nahen Zukunft der gangbarste Weg. Gezielter kann ein zweiter Weg verfolgt werden, wenn die Gene bekannt sind und eventuell auch Markergene, mit denen eine rationelle Übertragung durch Kreuzungen oder eine Protoplastenfusion gelingt. Die gentechnische Variante setzt voraus, daß die Isolierung der Gene und ihre Verklonung gelingt, eine Übertragung mittels eines Vektors und der stabile Einbau in den neuen genetischen Hintergrund möglich sind. Wann die Gemüsezüchtung im Hinblick auf die Qualität diesen Weg beschreiten wird, wage ich nicht zu prognostifizieren.

#### Zusammenfassung

Es wird eingeschätzt, daß die anfänglichen Erfolge der Qualitätszüchtung weitere Fortschritte möglich machen, wenn es der Qualitäts- und Züchtungsforschung gelingt, mehr Qualitätskomponenten exakter zu definieren und methodisch erfaßbar zu machen. Untersuchungen zur Genetik sind ebenso notwendig, wie die Einbeziehung der Qualitätsmerkmale in die Evaluierung der genetischen Ressourcen. Mittels der bewährten Zuchtmethoden unter Einbeziehung von Verfahren der Biotechnologie vermag die Qualitätszüchtung diesen Erkenntnisgewinn in eine Bereitstellung von gesundem und qualitätsgerechtem Gemüse umzusetzen.

Literatur

- Andreas, Ch.*, 1991: Versuche im deutschen Gartenbau. LVG Straelen 164
- Anonymus*, 1990: Erste gemeinsame Veröffentlichung über den Sammlungsbestand pflanzen genetischer Ressourcen in Braunschweig und Gatersleben, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig-Völkenrode, Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung der Akademie der Wissenschaften in Gatersleben, 70 S.
- Becker, G.*, 1956: Problematik der Qualitätszüchtung. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Ber. u. Vortr. II. 1955, 71-98.
- Bommer, D.F.R., Beese, K.*, 1990: Pflanzengenetische Ressourcen. Schriftenreihe des BMELF Reihe A, Ang. Wissenschaft Heft 388, 190 S.
- Boukema, I.W., Hazekamp, Th. V., Hintum, Th.I.L.*, 1990: CGN Collection Reviews: the CGN Lettuce Collection. CGN, Wageningen, 27 P.
- Bundessortenamt*, 1990: Beschreibende Sortenliste 1990. Gemüse-Hülsenfrüchte. Strohte Frankfurt/Main, 263 S.
- Bundessortenamt*, 1990: Beschreibende Sortenliste 1990, Wurzelgemüse, Zwiebelgemüse, Kohlgemüse. Strohte, Frankfurt/Main, 157 S.
- Bundessortenamt*, 1991: Beschreibende Sortenliste 1992, Fruchtgemüse, Blattgemüse. Strohte, Frankfurt/Main, 188 S.
- Fischbeck, G.*, 1986: Aufgaben und Erfahrungen des Internationalen Board of Plant Genetic Resources (IBPGR). Vortr. Pflanzenzüchtg. 10, 5-17

- Handke, S.*, 1990: Züchtung von Markerbsen für den späten Sommeranbau. Tag.Ber.Akad.Landwirtsch.Wiss. 297, 57-67
- Lancaster, J.E., Boland, M.J.*, 1990: Falvor Biochemistry. In: *Brewster, J.L., Rabinowitch, H.D.*, Onions and Allied Crops. Vol. III. Biochemistry, Food Science, and Minor Crops. CRC Press Inc. Boca Raton Florida, 33-72.
- Leitzmann, C., Sichert-Oevermann, W.*, 1990: Lebensmittelqualität aus der Sicht des Verbrauchers. AID-Verbraucherdienst 35, Nr. 4, 69-76.
- Rick, C.M.*, 1982: The Potential of Exotic Germplasm for Tomato improvement. In: *Vasil, I.K., Scowcroft, W.R., Frey, K.J.* Plant Improvement and Somatic Cell Genetics. Acad. Press, New York u.a., 1-27.
- Schuphan, W.*, 1962: Biochemical Basis of Vegetable Breeding. *Qualitas Plant. mat. veget.*, 9, 1-14.
- Schuphan, W.*, 1967: Qualitätserzeugung von Gemüse nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten. *Ind. Obst- und Gemüseverwertung*, 52, 145-148.
- Simon, P.W., Peterson, C.E., Lindsay, R.V.*, 1982: Genotype, Soil, and Climate Effects on Sensory and Objektive Components of Carrot Flavor. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 107, 644-648.
- Simon, P.W., Lindsay, R.C.*, 1983: Effects of Processing upon Objektive and Sensory Variables of carrots. *J.Amer.Soc.f.Hort.Sci.*, 108, 928-931.

## Ernährungsphysiologische Bedeutung pflanzlicher Lebensmittel

W. Feldheim

(Chr. Albrechts-Universität, Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde, Düsternbrooker Weg 17 - 19, W-2300 Kiel 1)

Als Qualitätskriterium für pflanzliche Lebensmittel ist ihr Gehalt an ernährungsphysiologisch wichtigen Inhaltsstoffen in den meisten Fällen ausschlaggebend, wenigstens nach Meinung der Wissenschaft. Der Verbraucher denkt allerdings oft nicht so, denn das augenblickliche Ernährungsverhalten der Mehrheit unserer Bevölkerung läßt sich durch einen reichlichen Verzehr besonders fetthaltiger und süßer Lebensmittel und Speisen charakterisieren. Es bringt im Einzelnen sicher einen optimalen Genuß und große Freude am Essen - allerdings nimmt die Zahl der Übergewichtigen und damit des einem höheren Krankheitsrisiko ausgesetzten Bevölkerungsanteils weiter zu. Würde sich die Bevölkerung so ernähren, wie es der derzeitige Stand der Ernährungsmedizin nahelegt, ließe sich das Auftreten von Hypertonie, Hyperlipidämien, Adipositas, Hyperurikämie, Diabetes mellitus bis hin zu verschiedenen Krebsarten drastisch herabsetzen. Diese Krankheiten sind augenblicklich die dominierenden Todesursachen, die Aussage "Selbstmord mit Messer und Gabel" besteht zu Recht.

Aus diesem Grund sind die Ernährungsphysiologen mit dem Verhalten der Verbraucherschaft nicht einverstanden. Nach den Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen ist klar, daß es vorteilhaft ist, wenn die Nahrung alle vom Körper benötigten essentiellen Verbindungen in reichlicher Menge enthält. Dies geschieht am besten mit einer vielseitig zusammengesetzten Mischkost, da es kein Lebensmittel gibt, das alle erforderlichen Stoffe in den gewünschten Konzentrationen aufweist.

Übersicht 1: <b>Aufgaben der Nahrung</b>
Bereitstellung von Energie (Fett, Kohlenhydrate, Protein)
Bereitstellung von essentiellen Stoffen (Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe)

Die Tagesenergieaufnahme soll dagegen eher knapp sein und dem Tageskalorienbedarf entsprechen. Hieraus ergibt sich, daß in der augenblicklichen Situation die Nahrungsaufnahme eingeschränkt werden muß, wobei besonders der reichlich Energie liefernde Fettanteil betroffen ist. Fett als Energieträger sollte auf 30 % der Energie herabgesetzt und dafür sollte zum gewissen Ausgleich der Anteil an komplexen Kohlenhydraten angehoben werden.

Der Verbraucher, dem diese Empfehlung in der Beratung vorgestellt wird, zeigt in der täglichen Praxis wenig Neigung dazu, diese neue Ernährungsrichtung zu befolgen. Dies würde nämlich für ihn oft einen Verzicht auf liebgewordene Gewohnheiten bedeuten. Vielleicht versucht er es zunächst, aber häufig schmeckt die neue gesunde Kost nicht so gut wie die gewohnte. Nach einiger Zeit wird deshalb die neue Ernährungsweise abgelehnt und alles ist wieder beim alten. Daraus folgt, daß zwischen den Empfehlungen der Wissenschaft und dem Verbraucherverhalten Gegensätze bestehen, die sich durch Beratung nicht überwinden lassen.

Man sollte versuchen, diese starren Fronten zwischen der auf das Wohl des Verbrauchers ausgerichteten Wissenschaft und dem Verbraucher, der den Genuß, die Freude am Essen über alles stellt, zu überwinden. Wenn man gegenseitig einige Zugeständnisse macht, könnte ein vernünftiger Mittelweg beschritten werden. Bei dieser Aufgabe könnten Lebensmittel pflanzlichen Ursprungs wie

Brot und Kartoffeln, Früchte und Gemüse von allergrößter Bedeutung für die Vermittlung sein.

Aus den Energiewerten der Lebensmittel ergibt sich, je höher der Wassergehalt, um so geringer der Energiegehalt. Das trifft zu für Obst und Gemüse, die einen hohen Wasseranteil besitzen, aber auch verzehrsfertiger Reis und Vollkornbrot haben relativ viel Feuchtigkeit. Eine geringe Energiedichte bedeutet aber, daß relativ viel gegessen werden kann, ohne große Energiemengen aufzunehmen. Pflanzliche Lebensmittel sind als Zwischenmahlzeiten gut geeignet. Durch den Verzehr eines großen Tellers mit frischem Salat wird verhindert, daß Hunger aufkommt, dabei wird der Magen gefüllt und das Energiekonto kaum belastet. Bei der nächsten Hauptmahlzeit ist der Hunger nicht so groß, so daß weiter eingespart werden kann.

Pflanzliche Produkte haben gegenüber tierischen Lebensmitteln einen Gehalt an Ballaststoffen aufzuweisen. Ballaststoffe bringen kaum Energie mit sich, sie verdünnen die Nahrung weiter und sorgen außerdem für Bewegung im Darmtrakt. Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist die Scheibe Brot für die Mahlzeit immer dünner, die daraufliegende Scheibe Wurst aber immer dicker geworden. Dadurch hat sich die Energiedichte geändert, das Wurstbrot wurde immer kalorienhaltiger. Wir müssen den umgekehrten Weg gehen, um die Energiedichte wieder in einen normalen Bereich zurückzuführen.

Diese Beispiele zeigen, daß durch einen Austausch tierischer gegen pflanzliche Lebensmittel die Energieaufnahme eingeschränkt werden kann, ohne daß es zu einer gewichtsmäßigen Abnahme der verzehrten Nahrungsmenge, die Hunger auslösen würde, kommt. Es handelt sich hierbei natürlich nur um einen begrenzten Austausch pflanzlicher gegen tierische Lebensmittel, niemand braucht deswegen zum Vegetarier zu werden.

Als Lieferanten für essentielle Nährstoffe brauchen sich die pflanzlichen Produkte nicht vor den tierischen zu verstecken. Vitamine, Spurenelemente und Mineral-

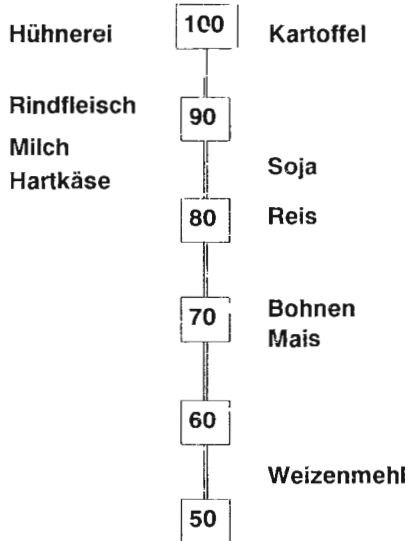
stoffe sind in den einzelnen Vertretern der Gruppen in relativ großer Mengen enthalten.

In Bezug auf Fett haben bei pflanzlichen Ölen die Fettsäuren eine ernährungsphysiologisch bessere Zusammensetzung als bei den tierischen Fetten, da sie reicher an essentiellen Polyenfettsäuren sind.

Die Proteine pflanzlicher Rohstoffe sind, isoliert betrachtet, zur Deckung des Bedarfs an essentiellen Aminosäuren nicht so gut geeignet wie die von der Zusammensetzung her den menschlichen Proteinen nahestehenden tierischen. Dies läßt sich durch eine höhere Zufuhr ausgleichen.

Abb. 1

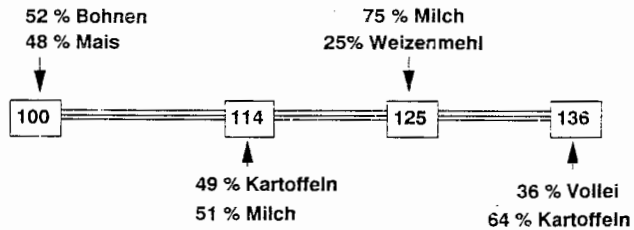
### Biologische Wertigkeit von Proteinen



Aber man kann auch durch Kombination verschiedener pflanzlicher Proteine, wie sie in der üblichen Mischkost auch vorkommt, durch den Ergänzungseffekt diesen Nachteil ausgleichen. In der Welternährung spielt dieser Ergänzungseffekt, z.B. bei der Verwendung von Mais und Bohnen oder Reis und Soja, eine sehr wichtige Rolle.

Abb. 2

### Biologische Wertigkeit von Proteinmischungen



Eine Zusammenfassung zeigt, daß pflanzliche Lebensmittel gewichtsmäßig etwa 60 % des Lebensmittelverzehr stellen.



**Übersicht 2: Herkunft unserer Nahrung**

	Verbrauch pro Tag
Lebensmittel tierischer Herkunft (40 %)	
Fleisch, Fisch, Eier	280 g
Milch, Milchprodukte	300 g
Fette	40 g
Lebensmittel pflanzlicher Herkunft (60 %)	
Getreideprodukte, Kartoffeln	370 g
Zucker	100 g
Gemüse, Salat	180 g
Obst, Beeren	260 g
Öle, Margarine	40 g

(Quelle: Ernährungsbericht 1988)

**Übersicht 3: Beitrag tierischer und pflanzlicher Lebensmittel zur Aufnahme an Energie und Nährstoffen**

	tierische Lebensmittel	pflanzliche Lebensmittel
Energie	53 %	47 %
Protein	66 %	33 %
Fett	83 %	17 %
Kohlenhydrate	-	nahezu 100 %

Sie liefern dabei jedoch nur 47 % der aufgenommenen Energie, ein Drittel des Proteins und nur 17 % des aufgenommenen Fettes. Da die pflanzlichen Lebensmittel den größten Teil der Nahrungskohlenhydrate liefern, lassen sich aus einem Mehrverzehr von pflanzlichen Produkten bei Abnahme des Verzehrs an tierischen Lebensmitteln folgende Forderungen einfach erfüllen:

weniger Energie  
 weniger tierisches Protein  
 weniger Fett  
 mehr Polysaccharide  
 mehr Ballaststoffe

sowie eine reichliche Versorgung mit Vitaminen, Spurenelementen und Mineralstoffen.

Wegen des hohen Anteils an empfindlichen Nährstoffen im pflanzlichen Material sollte ein Teil der Produkte möglichst frisch und in unbearbeitetem Zustand verzehrt werden. Es gibt bereits, wahrscheinlich unter dem Einfluß der erhöhten Ballaststoffaufnahme, einen Trend in der Ernährung, der zu einem höheren Verzehr an Obst und Gemüse und an Vollkornbrot hinweist. Diesen Trend zu verstärken, sollte das Ziel unserer Bemühungen sein.

In der Schweiz, die uns in bezug auf Obst- und Gemüseverzehr etwas voraus ist, werden 1 Portion Gemüse, 1 Portion Salat und 2 Portionen Früchte pro Tag empfohlen. Dies sind mengenmäßig 300 g Gemüse und 200 g Früchte, wobei der augenblickliche Stand des Verzehrs bei 180 g Gemüse und 200 g Früchten liegt.

Wenn man die Zahlen für die Bundesrepublik Deutschland aus dem Ernährungsbericht 1988 entnimmt, werden für Gemüse 180 g und für Früchte 260 g ausgewiesen, allerdings handelt es sich hierbei nur um den Verbrauch unter Nichtberücksichtigung des Abfalls, der natürlich bei diesen Produkten sehr hoch sein kann. Es ist also zum Erreichen dieser Empfehlungen noch ein weiter Weg.

Im Vortrag wurde die Welternährungssituation noch nicht berücksichtigt. Für eine ständig wachsende, hungrige Weltbevölkerung ist es sinnvoll, in erster Linie kohlenhydratreiche, pflanzliche Lebensmittel zu produzieren, um den Energiebedarf zu decken. Durch Kombinationen läßt sich auch eine gute Versorgung mit Aminosäuren sicherstellen. Es ist nicht erforderlich, daß pflanzliche Rohstoffe in so großen Mengen wie bisher zu tierischen Erzeugnissen umgewandelt werden. Eine gewisse Änderung wird auch bei uns sichtbar, zum Beispiel propagiert man die Einschränkung des Fleischverzehr und die Bevorzugung pflanzlicher Kost.

#### Zusammenfassung:

Pflanzliche Lebensmittel gewinnen ständig an Bedeutung als Bestandteile der menschlichen Kost. Weltweit besteht ein Defizit an Energieträgern in der Ernährung der Länder der Dritten Welt. Zur Beseitigung des Mangels bietet sich die Mehrerzeugung von stärkereichen Samen, Wurzeln und Knollen als ökonomische Lösung an. Dagegen vermag in Ländern mit Überernährung ein höherer Anteil an pflanzlichen Lebensmitteln als bisher in der Kost die meist durch tierische Produkte bedingte Überernährung herabzusetzen, da die Energiedichte der Kost durch Lebensmittel pflanzlicher Herkunft reduziert wird. Hierbei ist der höhere Wasseranteil und der verminderte Fettanteil wesentlich.

Pflanzliche Proteine haben an sich eine geringere biologische Wertigkeit als tierische. Da in der Kost aber immer eine Kombination von Proteinen vorliegt, die zu einer gegenseitigen Ergänzung des Aminosäuremusters führt, sind keine Nachteile hierdurch zu erwarten. Die Resorption von Eisen aus pflanzlichen Lebensmitteln ist schlechter, als aus tierischen Produkten. Durch den Verzehr einer Mischkost und reichliche Vitamin C-Zufuhr wird hier Abhilfe geschaffen.

Pflanzliche Lebensmittel sind besonders wichtig für die Versorgung mit Vitaminen, Mineralstoffen, Spurenelementen und Ballaststoffen. Der Gehalt an diesen essentiellen Substanzen zeigt jedoch erhebliche Schwankungen in Abhängigkeit von Sorte, Anbau- und Erntebedingungen, Klima und Nacherntebehandlung. Äpfel können Vitamin C-frei sein, aber auch einen Ascorbinsäuregehalt wie Citrusfrüchte aufweisen. Durch niedrige Ausmahlung wird nicht nur der Mineralstoff und Vitamin-C-Gehalt des Getreides, sondern auch der Ballaststoffgehalt des Mehls erheblich vermindert. Während bisher die Einkommenssicherung in der Landwirtschaft über eine Steigerung der Hektar-Erträge erfolgte, findet man Betriebe, die mehr Wert auf ernährungsphysiologische Qualität ihrer Produkte legen. Der Verbraucher ist auch bereit, diese Entwicklung zu honorieren. Durch Verordnungen und strenge Kontrollen der Erzeugnisse muß sichergestellt werden, daß der Verbraucher nicht enttäuscht wird und ihm wirklich hochwertige pflanzliche Lebensmittel angeboten werden.

**Der Beitrag der pflanzlichen Lebensmittel zur Folsäure-  
Bedarfsdeckung in der menschlichen Ernährung**

**H. Müller**  
(Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Engesserstr. 20,  
W-7500 Karlsruhe)

**1. Einleitung**

Nach dem 1988 in der Bundesrepublik Deutschland herausgegebenen Ernährungsbericht (DGE, 1988) weist die Bevölkerung in allen Altersklassen bei der Folsäure im Vergleich zu den anderen Vitaminen die größten Versorgungsdefizite auf. Diese reichen von 10 % bei den 1-5 Jahre alten Kindern bis 29 % bei den 13-16 Jahre alten Jugendlichen. Bei den Erwachsenen liegen diese Defizite zwischen 12 % und 27,5 %, abhängig von Alter und Geschlecht. Es gibt demnach genügend Gründe, durch eine entsprechende Aufklärung dazu beizutragen, daß diese Situation verbessert werden kann.

Folsäure, Folat und Folacin sind Synonyme für eine Gruppe von Wirkstoffen (Vitamere) aus dem Vitamin B-Komplex, die sich von der Pteroylmonoglutaminsäure (PMG), der eigentlichen Folsäure, ableiten lassen. Die biologisch bzw. biochemisch aktive Verbindung im pflanzlichen und tierischen Stoffwechsel ist die 5,6,7,8-Tetrahydrofolsäure (THF), die als Coenzym bei der Einkohlenstoffeinheiten-Übertragung, d.h. bei der Übertragung von Methyl-, Formyl-, Methylen-, Methenyl-, Hydroxymethyl- und Formimino-Gruppen fungiert. In den frisch verzehrbaren Lebensmitteln kommen hauptsächlich die THF und deren Methyl- und Formyl-Derivate vor, die sowohl als Monoglutamate ("freie Folsäure") als auch als Polyglutamate ("gebundene Folsäure") auftreten. Die Polyglutamate sind erst nach ihrem enzymatischen Abbau zu den Monoglutamaten durch Folat-Deconjugasen im Dünndarm resorbierbar. Dabei wird von einer nur etwa 20 %igen Resorbierbarkeit der Polyglutamate im Gegensatz zur beinahe 100 %igen der Monoglutamate ausgegangen.

Die relative Bioverfügbarkeit der verschiedenen Monoglutamate fällt ab in der Reihenfolge Methyl-THF (121 %), THF (105 %) und Formyl-THF (70 %), bezogen auf die PMG (100 %) (Tamura und Stokstadt, 1973). Sie tragen somit in unterschiedlichem Maße zur Biosynthese von Nukleinsäuren (DNA, RNA), Aminosäuren (Methionin, Serin) und Proteinen bei.

## 2. Bestimmungsmethoden

Die in Nährstoff-Tabellen (z.B. im deutschen Standardwerk von Souci, Fachmann und Kraut, 1989) angegebenen Folsäuregehalte sind Gesamtfolatgehalte (Summe von Mono- und Polyglutamatgehalten), die mit biologischen und mikrobiologischen Methoden bestimmt worden sind. Die von uns angewandte HPLC-Methode (Gregory et al., 1984) gestattet dagegen die differenzierte Bestimmung der verschiedenen Folsäure-Derivate in Form der Mono- und der Polyglutamate. Der enzymatische Abbau der Polyglutamate zu den Monoglutamaten ist für deren Bestimmung mittels HPLC ebenso Voraussetzung wie für die intestinale Resorbierbarkeit. Zur Anwendung gelangt dabei ein Deconjugase-Enzympräparat, das wir aus Schweinenieren gewinnen. Da zur Resorbierbarkeit auch die in nicht erhitzten Frischprodukten enthaltene endogene Deconjugase-Aktivität beitragen kann, wurde deren relative Enzymaktivität (im Vergleich zur exogenen Schweinenieren-Deconjugaseaktivität) in jedem Frischprodukt durch Modifizierung des Analysengangs ermittelt.

Der erste Schritt im Analysengang beinhaltet die Homogenisierung und Extraktion des zu untersuchenden Materials mittels Ultra-Turrax unter Verwendung eines 0,05 M Na-acetat-Puffers, dem als Antioxidans zum Schutz der gegenüber Luftsauerstoff empfindlichen Folsäure-Derivate 1 % Ascorbinsäure zugesetzt wird. Außerdem werden die Proben ständig im Anschluß an Analyseneinzelschritte mit Stickstoff begast. Der Lichtempfindlichkeit der Folate wird in der Weise begegnet, daß die Proben nicht der direkten Lichteinwirkung ausgesetzt werden dürfen. Der Thermolabilität der Folate wird in der Weise Rechnung getragen, daß zur Inaktivierung der

Enzyme und zur Verbesserung der Extrahierbarkeit der Folate die Proben nur 5 min im siedenden Wasserbad behandelt werden, worauf die sofortige Abkühlung der Proben auf Eis erfolgt. Die Klärung der Extrakte wird durch eine 30minütige Zentrifugierung bei 13 000 Upm (20 000xg) erreicht. Zur Bestimmung des Gesamtfolats wird der Extrakt von pH 4,9 nach Zugabe der Schweinenieren-Deconjugase 2 h bei 37°C inkubiert. Die Bestimmung der endogenen Deconjugase Aktivität erfolgt unter den gleichen Inkubationsbedingungen lediglich der pH-Wert des Extrakts wird zuvor auf 7,0 gebracht. Bei pH 7,0 werden auch die Monoglutamate extrahiert. Bevor die Extrakte zur HPLC-Analyse gelangen, erfolgt eine Vorreinigung durch Anionenaustauschchromatographie (DEAE-Sephadex A 25) über offene Säulen. Die HPLC selbst geschieht unter Reverse-phase-Bedingungen. Als stationäre Phase kommt eine Kombination von einer  $\mu$ -Bondapak-C18 (15 cm)- mit einer  $\mu$ -Bondapak-phenyl (30cm)-Säule zur Anwendung. Eine 0,033 M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ -Lösung von pH 2,3 mit wechselndem Acetonitril-Gehalt dient als mobile Phase (9,5 % Acetonitril bei isokratischer Trennung bzw. von 7,2 % auf 11,3 % ansteigend bei Gradienten-Trennung). Bei der Detektion wird entweder die natürliche Fluoreszenz bei Tetrahydrofolsäuren (THF,  $\text{CH}_3$ -THF und CHO-THF) oder die UV-Absorption der Folsäuren (PMG, CHO-PMG) bei 280 nm ausgenutzt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Hauptziel unserer Untersuchungen an den verschiedenen Lebensmitteln war die Bestimmung des Monoglutamanteils am Gesamtfolatgehalt, denn bisher fehlte eine derartige systematische Untersuchung, die wiederum Voraussetzung ist für Empfehlungen zur wünschenswerten bzw. notwendigen täglichen Gesamtfolsäurezufuhr.

In den Tabellen 1-5 sind die von uns bei pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln bestimmten Gesamtfolatgehalte (in Klammern sind daneben die in den Nährstoff-Tabellen von "*Souci-Fachmann-Kraut*" angegebenen Folatgehalte angeführt, die vorwiegend mit biologischen oder mikrobiologischen Methoden bestimmt worden sind), die

prozentualen Monoglutamatanteile und die daraus nach der Formel (Hages et al., 1987) resorbierbare Folsäure = Monoglutamate + 0,2 x Polyglutamate berechneten Gehalte an resorbierbarer Folsäure zusammengestellt. Die Rangfolge wird durch den Gehalt an resorbierbarer Folsäure bestimmt.

Tab. 1: Folsäure-Gehalte von Gemüse			
Resorbierbare Folsäure ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) (Monoglutamate + 20% Polyglutamate) Gesamtfolatgehalte ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) u. Monoglutamatanteil (%)			
Gemüse	resorbierbare Folsäure	Gesamtfolat (nach S.-F.-K.)*	Monoglutam./Ges.-Folat (%)
Spargel	129	139 (86)	90,6
Rosenkohl	94	182 (78)	39,6
Grünkohl	74	187 (60)	24,6
Broccoli	69	111 (33)	52,3
Endivie	69	109 (49)	53,5
Spinat	55	145 (78)	22,8
Blumenkohl	52	125 (55)	27,0
Rote Beete	52	86 (93)	51,5
Petersilie	45	149 (—)	12,7
Feldsalat	44	145 (—)	13,1
Buschbohnen	43	70 (44)	52,7
Chinakohl	43	75 (83)	46,7
Chicoree	41	56 (52)	67,0
Kohlrabi	36	70 (—)	38,6
Kopfsalat	32	75 (37)	28,0
Sauerkraut	30	31 (19)	96,8
Porree	28	108 (—)	7,3
Möhren	21	55 ( 8)	23,3
Kn.-Sellerie	21	76 ( 7)	9,5
Paprika, rot	18	60 (18)	11,8
Tomaten	18	50 (39)	19,5
Weißkohl	16	32 (79)	38,4
Gurken	12	27 (20)	28,8
Kartoffeln	13	20 ( 7)	55,3
Mittelwert	44	92 (47)	38,0

\* "Souci-Fachmann-Kraut"



Tab. 2: Folsäure-Gehalte von Obst			
Resorbierbare Folsäure ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) (Monoglutamate + 20% Polyglutamate) Gesamtfolatgehalte ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) u. Monoglutamatenteil (%)			
Obst	resorbierbare Folsäure	Gesamtfolat (nach S.-F.-K.)	Monoglutam./- Ges.-Folat (%)
Erdbeeren	39	65 (16)	50,8
Weintrauben	36	43 (5)	79,1
Orangen	31	42 (24)	66,7
Bananen	12	17 (20)	64,7
Johannisb., rot	8	11 (—)	62,3
Äpfel "Goldparm."	5	13 (7)	26,7
Äpfel "Elstar"	3	10 (7)	11,6
Mittelwert	19	29 (13)	52

Tab. 3: Folsäure-Gehalte von Milch u. Milchprodukten			
Resorbierbare Folsäure ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) (Monoglutamate + 20% Polyglutamate) Gesamtfolatgehalte ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) u. Monoglutamatanteil (%)			
Milch Milchprodukte	resorbierbare Folsäure	Gesamtfolat (nach S.-F.-K.)	Monoglutam./ Ges.-Folat (%)
Camembert (45%)	41	44 (59)	91,0
Speisequark (40%)	20	28 (--)	62,3
Joghurt (3,5%)	12	13 (10)	93,0
Vollmilch (3,8%)	11	16 (6)	59,8
Mittelwert	21	25 (25)	76,3

Tab. 4: Folsäure-Gehalte von Fleisch, Fisch, Innereien und Hühnerrei			
Resorbierbare Folsäure ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) (Monoglutamate + 20% Polyglutamate) Gesamtfolatgehalte ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) u. Monoglutamatanteil (%)			
Fleisch, Vollei Innereien	resorbierbare Folsäure	Gesamtfolat (nach S.-F.-K.)	Monoglutam./ Ges.-Folat (%)
Vollei	59	67 (65)	85,1
Schweinenieren	55	93 (50)	48,4
Schweineleber	43	136 (220)	14,7
Brathähnchen	10	12 (9)	76,5
Fisch (Kabeljau)	4	6 (12)	57,1
Rindfleisch	1	2 (15)	47,4
Schweinefleisch	1	1 (6)	100
Mittelwert	25	45 (54)	61,3

Tab. 5: Folsäure-Gehalte von sonstigen Produkten				
Resorbierbare Folsäure ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )(Monoglutamate + 20% Polyglutamate) Gesamtfolatgehalte ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) u. Monoglutamatanteil (%)				
Sonstiges	resorbierbare Folsäure	Gesamtfolat (nach S.-F.-K.)		Monoglutam./ Ges.-Folat (%)
Speise-Weizenkleie	267	330	( 400)	76,1
Backhefe I	125	563	( 400)	2,8
Backhefe II	313	815	—	22,9
Backhefe III	208	769	2160)	8,9
Bier, "Export"	2	2	( 5)	79,5
Bier, "Pils"	4	4	( 5)	87,7
Wein, "Riesling"	7	7	(0,3)	100,0

Nach unseren Untersuchungen sind zum Verzehr besonders zu empfehlen jene Lebensmittel, die Gehalte an resorbierbarer Folsäure von 40  $\mu\text{g}$  und mehr pro 100 g Lebensmittel aufweisen. Das sind nach Tabelle 1 von den pflanzlichen Lebensmitteln der Spargel als absoluter Spitzenreiter mit 129  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  und die in der Auflistung bis zum Chicoree aufgeführten Gemüsearten, nach Tabelle 2 die Erdbeeren, Weintrauben und Orangen, obwohl hier die 40  $\mu\text{g}$ -Marke pro 100 g nicht ganz erreicht wird und nach Tabelle 5 die Vollkornprodukte, wie die an Speise-Weizenkleie ermittelten Werte zeigen. In diese Kategorie fallen auch die in den Tabellen nicht aufgeführten Hülsenfrüchte Bohnen und Linsen.

Von den tierischen Lebensmitteln (siehe Tabellen 3 und 4) erreichen bzw. überschreiten die willkürlich festgelegte 40  $\mu\text{g}$ -Marke das Vellei, Schweinenieren, Schweineleber und Camembert-Käse. Aus den Tabellen 1-4 ist außerdem zu ersehen, daß der Anteil der Monoglutamate am Gesamtfolatgehalt im Mittel 38 % beim Gemüse (einschließlich Kartoffeln), 52 % beim Obst, 77 % bei Milch und Milchprodukten, 85 % beim Hühnerfleisch und 32 % bei Innereien beträgt. Für die Hülsenfrüchte wurde ein Mittelwert von 77 % ermittelt.

Die von uns mit der HPLC-Methode bestimmten Gesamtfolatgehalte unterscheiden sich von den im "Souci-Fachmann-Kraut" genannten Folsäuregehalten. Liegen unsere Werte beim Gemüse und Obst etwa doppelt so hoch, so sind bei den tierischen Lebensmitteln die mit den verschiedenen Methoden bestimmten Mittelwerte etwa gleich hoch. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, daß entgegen anders lautenden Meinungen (Schulz, 1986) die mit mikrobiologischen Methoden gewonnenen Folsäuregehalte durchaus vergleichbar sind mit denen, die durch HPLC-Methoden bestimmt wurden.

Die Tabellen 6-8 informieren über die Verteilungsmuster der Folsäurederivate THF,  $\text{CH}_3$ -THF und CHO-THF in den einzelnen Lebensmitteln. Diese differenzierte Erfassung der einzelnen Folsäurederivate war bisher beispielhaft nur an wenigen Lebensmitteln durch Anwendung der HPLC-

Methodik (Gregory et al., 1984) erfolgt, denn noch heute ist die mikrobiologische Bestimmung die am häufigsten angewendete Methode, die aber eine solche Differenzierung nicht zuläßt. Nach unseren Untersuchungsergebnissen zeigt zwar jedes Lebensmittel ein eigenes spezielles Verteilungsmuster, die Mittelwerte aus den Produktgruppen weisen jedoch auf bestimmte Regelmäßigkeiten hin. So dominiert beim Gemüse und beim Obst die  $\text{CH}_3$ -THF mit mehr als 2/3 Anteil. Das Vollei ist ebenfalls hochgradig (etwa zu 90 %) mit dieser von der Bioverfügbarkeit her wertvollsten Erscheinungsform der Folsäurederivate ausgestattet. Bei der Milch und den Milchprodukten überwiegt der CHO-THF-Gehalt ebenso wie beim Bier und beim Wein. Demnach enthalten fermentierte Lebensmittel die Folsäure bevorzugt in der CHO-THF-Form. Die endogene Deconjugase-Aktivität in den verschiedenen Lebensmitteln, bezogen auf die exogene Schweinenieren-Deconjugase-Aktivität, schwankt zwischen 7 und 100 %, wie aus Tabelle 9 ersichtlich ist. Werte von größer als 100 % weisen auf eine Inhibition der exogenen Deconjugase durch Lebensmittelinhaltsstoffe hin. Eine Inhibition wurde bei Porree, Orangen, Äpfeln sowie bei Schweineleber nachgewiesen. Die endogene Deconjugase-Aktivität kann zur Verbesserung der Folsäure-resorption genutzt werden, indem rohes Gemüse und Frischobst vor dem Verzehr zerkleinert und ohne vorheriges Erhitzen eine Weile bei Zimmertemperatur stehen gelassen werden.

Tab. 6: Verteilung der Folsäure-Derivate im Gemüse (in %)

Pflanzliche Lebensmittel			
Gemüse	THF	CH <sub>2</sub> -THF	CHO-THF
Spargel	15,4	75,2	9,4
Rosenkohl	36,2	63,1	0,7
Grünkohl	12,4	81,4	6,2
Broccoli	12,8	71,8	15,4
Endivie	3,0	64,1	32,9
Spinat	3,0	70,2	26,8
Blumenkohl	19,1	77,7	3,2
Rote Beete	9,0	78,2	12,8
Petersilie	3,1	48,6	48,3
Feldsalat	4,9	53,3	41,8
Buschbohnen	3,3	71,2	25,5
Chinakohl	0,9	42,6	56,5
Chicoree	2,8	75,4	21,8
Kohlrabi	16,7	75,0	8,3
Kopfsalat	2,8	75,5	21,7
Porree	7,6	87,6	4,8
Möhren	6,2	71,3	22,5
Kn.-Sellerie	3,4	95,7	0,9
Paprika, rot	3,8	85,8	10,4
Tomaten	2,2	30,8	67,0
Weißkohl	9,5	57,4	33,1
Gurken	11,2	75,2	13,6
Kartoffeln	11,7	76,6	11,7
Mittelwert	8,7	70,3	21,0

Tab. 7: Verteilung der Folsäure-Derivate im Obst und in alkoholischen Getränken (in %)

Pflanzliche Lebensmittel			
Obst	THF	CH <sub>3</sub> -THF	CHO-THF
Erdbeeren	3,5	94,0	2,5
Weintrauben	4,1	92,3	3,6
Orangen	2,0	81,3	16,7
Bananen	11,0	75,6	13,4
Mittelwert	5,2	85,8	9,0

Getränke (alkohol.)	THF	CH <sub>3</sub> -THF	CHO-THF
Bier, "Export"	8,0	37,5	54,5
Bier, "Pils"	2,3	21,4	76,3
Wein, "Riesling"	24,2	0	75,8
Mittelwert	11,5	19,5	68,9

Tab. 8: Verteilung der Folsäure-Derivate in tierischen Lebensmitteln (in %)

Tierische Lebensmittel			
Milch Milchprodukte	THF	CH <sub>3</sub> -THF	CHO-THF
Camembert	30,0	37,2	32,8
Speisequark	1,3	13,5	85,2
Joghurt	1,2	6,8	92,0
Vollmilch	0,6	16,6	82,8
Mittelwert	8,3	18,5	73,2

Hühnerei/ Innereien/ Brathähnchen	THF	CH <sub>3</sub> -THF	CHO-THF
Vollei	0	91,0	9,0
Schweineieren	39,3	42,8	17,9
Schweineleber	19,4	59,7	20,9
Brathähnchen	9,5	10,3	80,2
Mittelwert	17,0	51,0	32,0



Tab. 9: Endogene Deconjugase-Aktivität, bezogen auf die exogene Schweinenieren-Deconjug.-Aktivität (in %)

Pflanzliche Lebensmittel

Gemüse

Gurken	7,4
Chicoree	13,7
Chinakohl	14,3
Feldsaat	16,1
Kopfsalat	16,7
Tomaten	19,8
Paprika, rot	24,1
Blumenkohl	27,7
Buschbohnen	31,8
Rosenkohl	34,3
Spinat	38,4
Kohlrabi	39,5
Petersilie	40,0
Grünkohl	40,4
Möhren	51,5
Broccoli	52,8
Spät-Weißkohl	60,8
Rote Beete	64,2
Früh-Weißkohl	78,3
Kn.-Sellerie	78,4
Porree	193,0

Obst

Johannisbrn..rot	11,6
Erdbeeren	50,0
Weintrauben	59,6
Orangen	155,6
Äpfel "Goldparm."	213
Äpfel "Elstar"	300

Tierische Lebensmittel

Innereien

Schweinenieren	111,6
Schweineleber	123,4

Normbereich < 100% Inhibition der exogenen Deconjugase > 100%

Die beste Erhaltung der Folsäure in Gemüse und Obst ergibt sich, wenn letztere als Rohkost verzehrt werden. Ist das nicht möglich, sollte eine schonende Zubereitung durch Garen im Dampfdruckkochtopf erfolgen, unter Verwendung von nur geringen Kochwassermengen.

#### 4. Zusammenfassung

Legt man die im Ernährungsbericht von 1988 genannten Verzehrsmengen pro Person und Tag sowie die aus unseren Produktgruppen-Mittelwerten berechnete tägliche Zufuhr an resorbierbarer Folsäure von 273  $\mu\text{g}$  zugrunde, so ist zusammenfassend folgende Aussage möglich:

Mit Beiträgen von 30,0 % über das Gemüse, 18,5 % über das Obst, 9,2 % über die Getreideprodukte, 8,1 % über die Kartoffeln, 4,4 % über das Bier, 1,7 % über den Wein und 0,6 % über die Hülsenfrüchte sind die pflanzlichen Lebensmittel zu 72,5 % an der Folsäure-Bedarfsdeckung beim Menschen beteiligt. Auf die tierischen Lebensmittel Milch und Milchprodukte entfallen 16,5 %, die Eier 8,7 % sowie auf Fleisch und Fisch 2,3 %.

#### 5. Literatur

DGE, 1988: Ernährungsbericht 1988, Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., Frankfurt a.M.

Tamura, T., Stokstad, E.L.R., 1973: The availability of food folate in man. *Brit. J. Haematol*, 25, 513-532

Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H., 1990: Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwert-Tabellen 1989/90. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart

Gregory III, J.F., Sartain, D.B., Day, B.P.F., 1984: Fluorometric determination of folacin in biological materials using High Performance Liquid Chromatography. *J. of Nutrition* 114, 341-353

*Hages, M., Mirgel, C., Pietrzik, K., 1987: Folsäure - ein kritisches Vitamin. Eine Übersicht zum aktuellen Stand der Folatforschung. Vita Min Spur 2, 155-169*

*Schulz, A., 1986: HPLC-Untersuchungen zur thermischen Stabilität von Folsäure-Derivaten: Methodische Grundlagen für die Folatanalytik in Lebensmitteln. Wiss. Fachverlag, Ernährungswiss. Schriften, Gießen*

## Die Nacherntebehandlung als Voraussetzung für eine gute Qualitätserhaltung von Gemüse

H. Böttcher

(Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für  
Vorratshaltung und Erstverarbeitung,  
Reichardtstr. 2, O-4020 Halle)

Beim Gemüse handelt es sich um **lebende** Pflanzenorgane. Die Erhaltung ihrer Qualität und Lagereignung sind an die Lebensfähigkeit ihrer Gewebe gebunden. Sobald diese Organe bei der Ernte aus ihrem biologischen Verband herausgelöst werden, gewinnen die verschiedenen, in ihnen ablaufenden Prozesse und Reaktionen eine erhöhte Bedeutung, denn sie bestimmen das Ausmaß der Qualitätsveränderungen. Das trifft sowohl für die äußere Qualität zu, die vornehmlich für die Attraktivität beim Absatz auf dem Markt bestimmend ist, als auch für die inneren Qualitätsmerkmale, welche für die ernährungsphysiologischen Werteigenschaften von Relevanz sind. Der Übergang vom Stadium des Versorgtwerdens eines pflanzlichen Organs im Pflanzenbestand auf dem Feld oder im Gewächshaus in ein solches des Überlebens durch Eigenregulierung, wie sie im Nachernteabschnitt vorliegt, ist besonders bei den Gemüsearten von einschneidender Bedeutung.

Die Gemüsearten sind morphologisch gesehen Blätter, verdickte und gestauchte Blüten-, Sproß- und Wurzelorgane und zumeist durch eine relativ hohe Stoffwechsellaktivität gekennzeichnet. Diese ist letztendlich für die mögliche Lagerfähigkeit der Arten verantwortlich. Sie wird in hohem Maße durch ihre genotypische Veranlagung bestimmt, aber auch beachtlich durch züchterische Maßnahmen und die vorliegenden Umweltbedingungen verändert, wie es in Abbildung 1 zu erkennen ist. Beim Gemüse, aber auch beim Obst und bei Kartoffeln sind diese Einflußfaktoren weitaus stärker als bei anderen pflanzlichen Nahrungsgütern ausgeprägt.

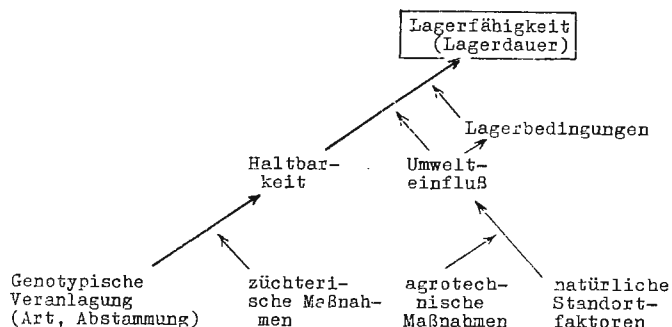


Abb. 1 Entscheidende Einflußgrößen auf die Lagerfähigkeit von Gemüsearten u.a. pflanzliche Organe

### Die physiologisch bedingten Verlustursachen während der Nacherntezeit

Nach der Ernte laufen in den Gemüsearten die verschiedensten physiologischen Vorgänge ab. Sie verändern die Qualität, führen zu Verlusten und bestimmen die mögliche Lagerdauer unter den jeweils vorliegenden Bedingungen. Aber auch begleitende Auswirkungen, wie der erforderliche Aufwand für die Aufbereitung nach dem Aufbewahren, sind zu beachten. Die vielfältige Palette der möglichen Auswirkung ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Darin ist auch versucht worden, das Ziel des Bemühens zur Beeinflussung der Verlustursachen während der Nacherntezeit aufzuzeigen.

**Tab. 1: Eintretende Verlustursachen bei Gemüse während der Nacherntezeit, ihre Auswirkungen und das Ziel ihrer Beeinflussung**

Verlustursachen	Auswirkung	Ziel
Atmung	Trockenmasseverlust, Frischmasseverlust, Verlust an löslichen Kohlenhydraten und Säuren	Minimierung
Reifungsvorgänge	qualitative Veränderung, Verlust an Genußeignung	Ausschalten oder zielgerichtete Steuerung
Austreiben/Auskeimen der zweijährigen Arten	Qualitätsverlust, Frischmasseverlust, Masseverlust am Produkt	Ausschaltung
Transpiration	Frischmasseverlust, Verschlechterung der Qualität, höhere Verluste bei Verarbeitung erhöhte Fäuleverluste	Minimierung
Alterungserscheinungen	Qualitätsabbau (Gewebeveränderung u.a.), Frischmasseverlust, Fäuleverluste durch Schwächeparasiten	Ausschaltung
Tätigkeit der Mikroorganismen	Fäuleverluste, höherer manueller Aufwand bei Aufbereitung	Ausschaltung
Mechanische Beschädigungen	Masseverlust am Produkt, Frischmasseverluste durch erhöhte Transpiration, höherer Aufwand bei Aufbereitung	Ausschaltung oder Minimieren

Wichtigster physiologischer Prozeß während der Lagerung ist die *A t m u n g* . Sie hat die erforderliche Energie für die Stoffwechselfvorgänge in der Zelle bereitzustellen und zugleich Energie als Atmungswärme freizusetzen, die als Wärmeenergie in *W/t* gemessen wird. Die freiwerdende Atmungswärme hängt in hohem Maße von der Art des Organs (Blütenstand, Sproß, Blatt) und seinem physiologischen Entwicklungsstand sowie von den umgebenden Temperaturbedingungen (Lagertemperatur) ab (Abb. 2 und 3). Über weitere interferierende Einflußfaktoren wurde an anderer Stelle berichtet (Böttcher, 1991). Die Atmung führt außerdem zu einem Verlust an Trockenmasse, an löslichen Kohlenhydraten und organischen Säuren, die zugleich auch wesentlich den Geschmack mit bestimmen, und letztendlich Verlust an Frischmasse (Tab. 1). Da die Atmung ein lebensnotwendiger Vorgang ist, gilt es, ihn zu minimieren, insbesondere durch Absenkung der umgebenden Temperatur bis zur physiologisch vertretbar niedrigsten Grenztemperatur. Diese liegt für kalteunempfindliche Arten bei 0°C oder knapp darunter, für kaltlagerempfindliche Arten dagegen bei +4°C (z.B. Gemüsebohne) oder +10°C (Gurke).

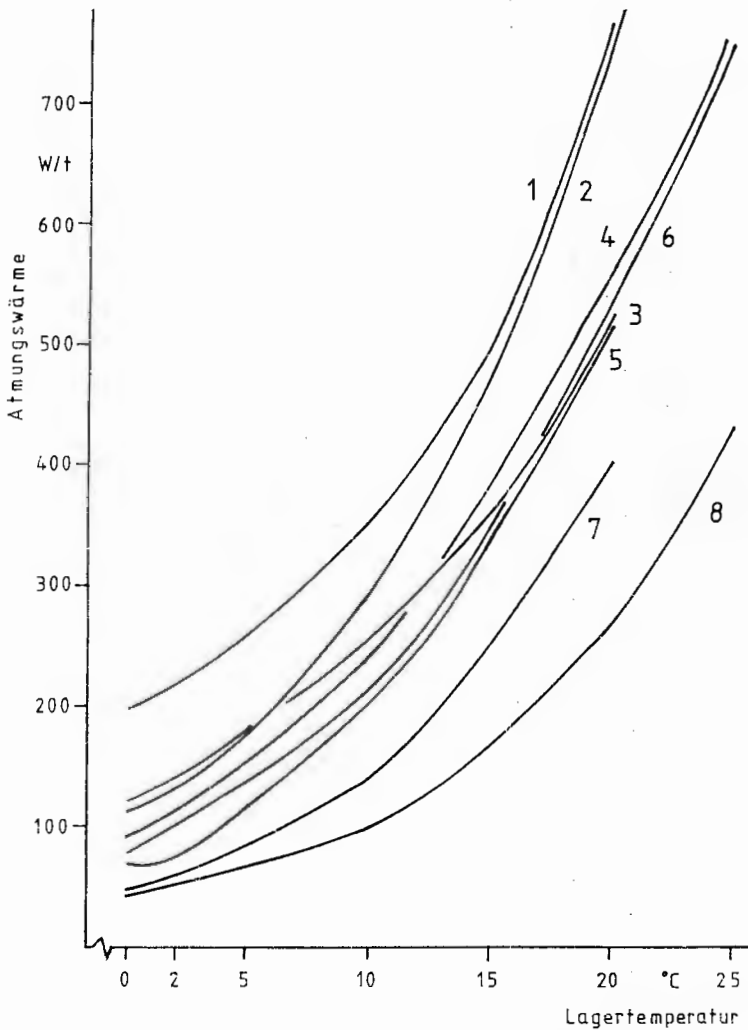


Abb. 2: Einfluß der Lagertemperatur auf die freigesetzte Atmungswärme bei atmungsaktiveren Gemüsearten

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| 1 - Brokkoli             | 5 - Gemüsebohnen |
| 2 - Grünkohl             | 6 - Rosenkohl    |
| 3 - Chicorée-Sprosse     | 7 - Blumenkohl   |
| 4 - Gemüseerbse in Hülse | 8 - Porree       |



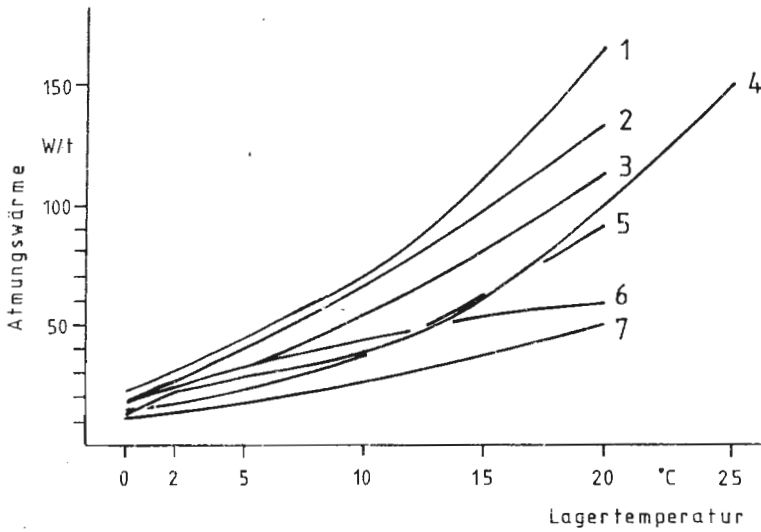


Abb. 3: Einfluß der Lagertemperatur auf die freigesetzte Atmungswärme bei weniger atmungsaktiven Gemüsearten

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1 - Knoblauch       | 5 - Tomate, reif |
| 2 - Knollensellerie | 6 - Rote Rübe    |
| 3 - Möhre, spät     | 7 - Dauerzwiebel |
| 4 - Kopfkohl, spät  |                  |

Reifungsvorgänge und Austriebe zweijähriger Arten bewirken vor allen Dingen Qualitätsveränderungen (Tab. 1), wobei der vorgesehene Genußwert oftmals verlorengelassen kann. Nach Beendigung der physiologischen Periode der Dormanz als natürlicher Keimruhe steigen die Verluste - vor allem bei etwas höheren Lagertemperaturen (Außenluftkühlung) progressiv an (Abb. 4). Eine sinnvolle Steuerung oder auch Unterbindung der ablaufenden physiologischen Vorgänge ist daher erstrebenswert (Tab. 1).

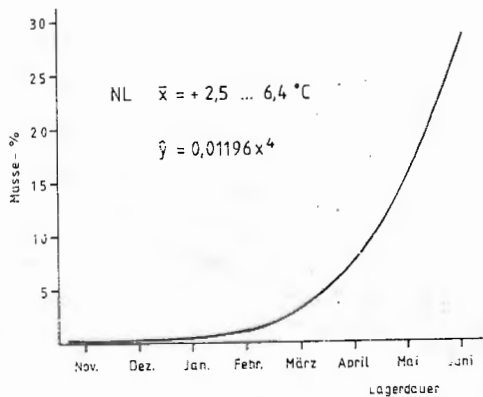


Abb. 4: Sprikkeimung von Speisezwiebeln während der Lagerzeit (gem. Lagerung) (Bötscher, 1980)  
 $x$  = Lagerdauer in Monaten, Mittelwerte aus 22 Versuchen aus 12 Jahren  
 NL = außenluftgekühlte Lagerung

Für die Mehrzahl der Gemüsearten ist die *Transpiration* ebenfalls ein sehr bedeutender Vorgang, denn der Verlust von zelleigenem Wasser durch Dampfdiffusion über die Epidermis, Lentizellen und Stomata führt zu Welkeerscheinungen und Schrumpfung. Sie stellen eine große Beeinträchtigung der äußeren Qualität und damit der Verkaufsfähigkeit dar (Tab. 1). Die Intensität der Wasserabgabe hängt neben produktspezifischen Eigenarten in hohem Maße vom Defizit des Wasserdampfdruckes in der umgebenden Atmosphäre (in Pa) und von der Intensität der Belüftung im

Lagerraum ab (Luftmenge, Belüftungsdauer) (Abb. 5). Das Sättigungsdefizit an Wasserdampf muß daher während des Aufbewahrens möglichst klein gestaltet werden. Bedingungen mit Werten  $< 25$  Pa sind erstrebenswert. Dies läßt sich aber nur unter den Bedingungen einer niedrigen Lufttemperatur nahe  $0^{\circ}\text{C}$  leichter realisieren (Abb. 6), insbesondere wenn entsprechende technische Voraussetzungen für eine gute Steuerung und Verteilung der Kältemittelmasse im Kältekreislauf vorhanden sind. Hier gibt es für die Zukunft noch ein breites Feld der Entwicklung bei der praktischen Durchführung des Aufbewahrens, wenn es gilt, das Ausmaß der Transpiration zu minimieren.

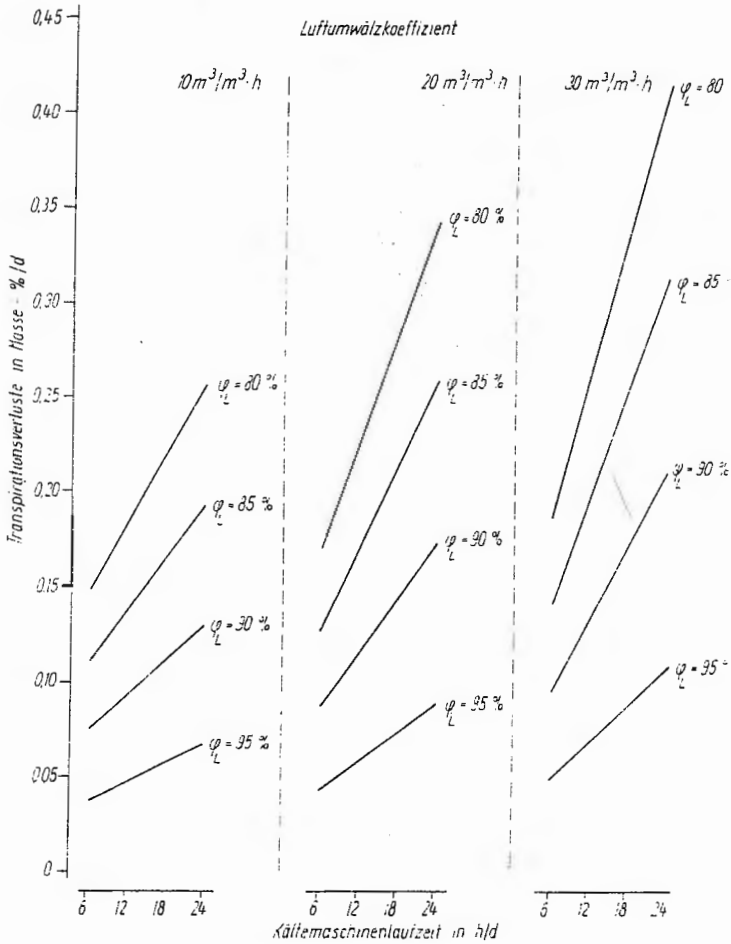


Abb. 5 Transpirationsverluste von Möhren in Masse-%/Lagertag bei 0 °C und unterschiedlicher relativer Luftfeuchtigkeit, Luftumwälzung und Maschinenlaufzeit (Hofer, 1990 Unveröff.)

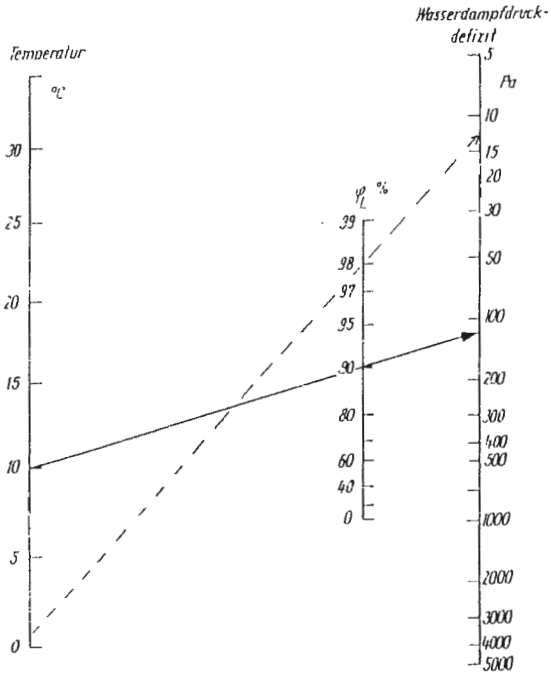


Abb. 6 Beziehungen zwischen Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Wasserdampfdruckdefizit der Lager-raumluft

Alterungsercheinungen führen zu vielfältigen Veränderungen. Qualitätsabbau kann durch nachteilige Gewebeveränderungen (Gewebeverhärtung, -erweichung u.a.), durch Frischmasseverlust und durch Fäuleverluste, vorrangig verursacht durch Schwächeparasiten, bedingt sein (Tab. 1). Diese Gruppe von Veränderungen sollte möglichst ausgeschaltet oder zumindestens sehr stark eingeschränkt werden.

Die Entwicklung der Mikroorganismen führt zu nekrotischen Veränderungen von Gewebepartien, die als Faulstellen wahrgenommen werden und eine erhebliche Qualitätseinbuße darstellen (Tab. 1). Beim Gemüse ist neben den pilzlichen Schaderregern vor allem die bakterielle Naßfäule anzutreffen. Das zarte und verletzungsgefährdete Gewebe vieler Arten begünstigt ihr Auftreten. Die schnelle Vermehrung dieses Erregers zeigen Ergebnisse, die auf Wundoberflächen dreier Gemüsearten unter aeroben und anaeroben Bedingungen gewonnen worden sind (Tab. 2). Viele pilzliche Schädiger lassen sich durch einen gezielten Pflanzenschutz im heranwachsenden Pflanzenbestand einschränken, bakterielle Erreger können oft nur durch zielgerichtete Gestaltung der Lagerbedingungen in ihrer Ausbreitung gehemmt werden.

Tab. 2: Entwicklung von Erwinia carotovora spp. carotovora u. atroseptica nach Inokulation auf Wundoberflächen nach Naumann u. Schmidt, 1989

Physiologischer Zustand	Bedingungen	Möhren-	Gurken-	Speise-
		wurzel	frucht	zwiebel
<u>Zeitpunkt:</u>				
- Erste Anzeichen von Zellteilung und Mikrokoloniebildung	aerob	2 h	4 h	6 h
	anaerob	2 h	2 h	6 h
- Massenvermehrung	aerob	48 h	48 h	72 h
	anaerob	24 h	24 h	48 h
- erste Lyseerscheinung auf Zellwandflächen	aerob	6...8 h	8 h	48 h
	anaerob	6...8 h	4 h	15...20 h

Mechanische Beschädigungen, die während Ernte, Einlagerung und Aufbereitung eintreten, sind von großem Nachteil. Es ist nicht nur ein Masseverlust am Produkt an sich gegeben, häufig manifestieren sich an der verletzten Gewebestelle Fäuleherde; erhöhte Transpiration und höherer Aufwand beim Aufbereiten des Lagergutes sind festzustellen (Tab. 1).

#### Bedeutung der Lagerfaktoren für die Qualitätserhaltung

Von den mikroklimatischen Faktoren Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und Luftzusammensetzung während des Aufbewahrens kommt zweifellos den ersten beiden eine vorrangige und hohe Bedeutung zu. Eine **Sen-**

**kung der Lagertemperatur** führt in erster Linie zu einer erheblichen Verringerung der Geschwindigkeit der ablaufenden, enzymgesteuerten Stoffwechselfvorgänge und -umsetzungen und damit zu einer längeren Erhaltung des erntefrischen Zustandes. Auch die wertbestimmenden Inhaltsstoffe, wie lösliche Kohlenhydrate, organische Säuren, das Vitamin C und das Provitamin A werden in geringerem Umfang als bei höheren Temperaturen abgebaut bzw. oxidiert. Sie sind daher aus der Sicht der Lagerung als **sehr variable** Nährstoffkomponenten anzusehen. Die Auswirkung abgestufter Lagertemperatur an ausgewählten Gemüsearten ist in den Abbildungen 7 bis 10 besonders deutlich zu erkennen. Der Gehalt an Ca und Fe unterliegt dagegen keinen Änderungen. Sie sind **weniger variable** Nährstoffkomponenten.

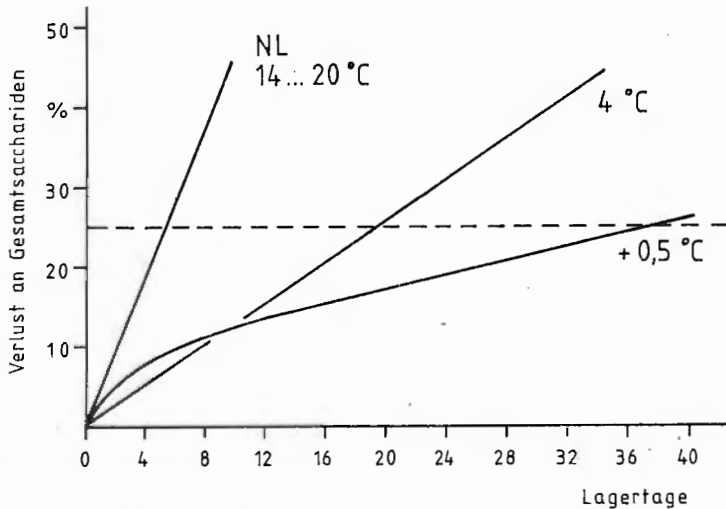


Abb. 7: Verlust an Gesamtsacchariden in Bleichspargel bei verschiedener Lagertemperatur (Böttcher, 1988 a)



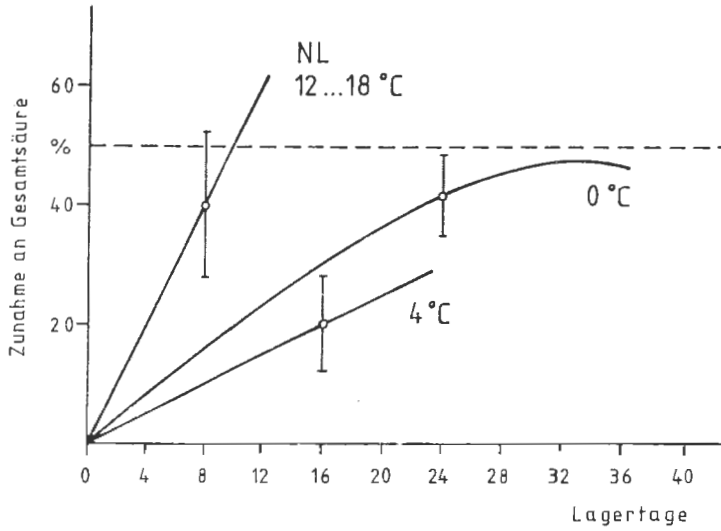


Abb. 8: Zunahme der Gesamtsäure in Gemüseerbsen mit Hülsen bei verschiedener Lagertemperatur (Böttcher, 1987)

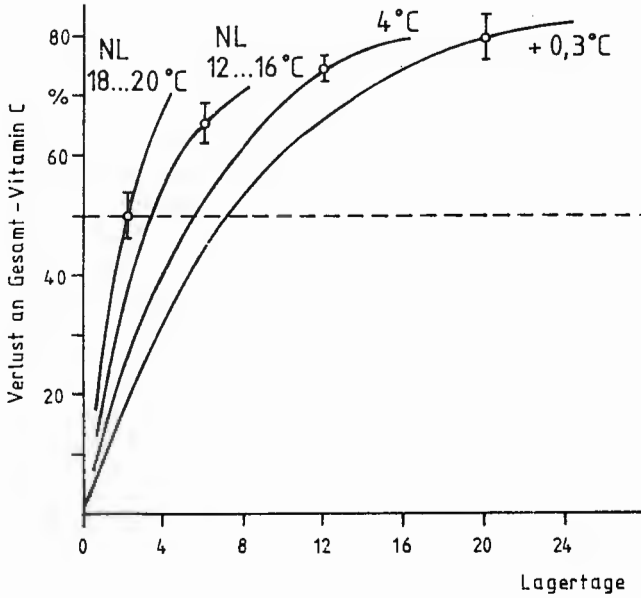


Abb. 9: Verlust an Gesamt-Vitamin C in Kopfsalat bei verschiedener Lagertemperatur (Böttcher, 1988 b)

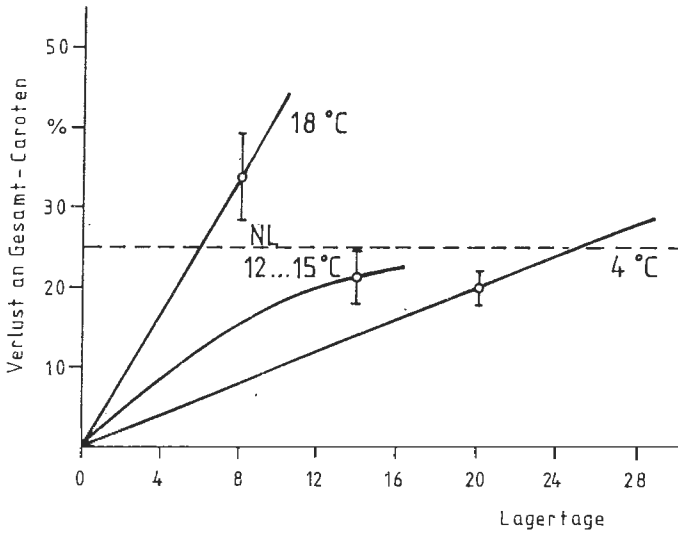


Abb. 10: Verlust an Gesamt-Caroten in Gemüsebohnen bei verschiedener Lagertemperatur (Böttcher, 1968)

Niedrige Temperaturen in der umgebenden Atmosphäre führen weiterhin zu einem geringeren Sättigungsdefizit an Wasserdampf, so daß die Transpirationsintensität, welche diesem Defizit direkt proportional ist, deutlich geringer ausfällt (siehe Abb. 6). Der Frischezustand des Gemüses, ausgedrückt durch seine äußere Qualität, wird wesentlich länger erhalten. Welkeerscheinungen und Schrumpfen treten erst erheblich später ein (Abb. 11). Das Erreichen eines hohen relativen Luftfeuchtigkeitsgehaltes unterstützt diesen günstigen Effekt noch (Abb. 6). Diese Bedingungen wirken sich aber auch deutlich hemmend auf die Ausbreitungsintensität von phytopathologischen Schaderregern aus und führen damit zu niedrigeren Fäuleverlusten. Dies erklärt sich aus der geringeren Aktivität der von den von Mikroorganismen ausgesonderten Pektinasen bei vorliegendem geringerem Defizit an Wasserdampfdruck. Eine Verringerung der Belüftungsdauer (Maschinenlaufzeit) und des Luftdurchsatzes auf ein Minimum tragen ebenfalls zur Qualitätserhaltung im Nachernteabschnitt bei (Abb. 5).

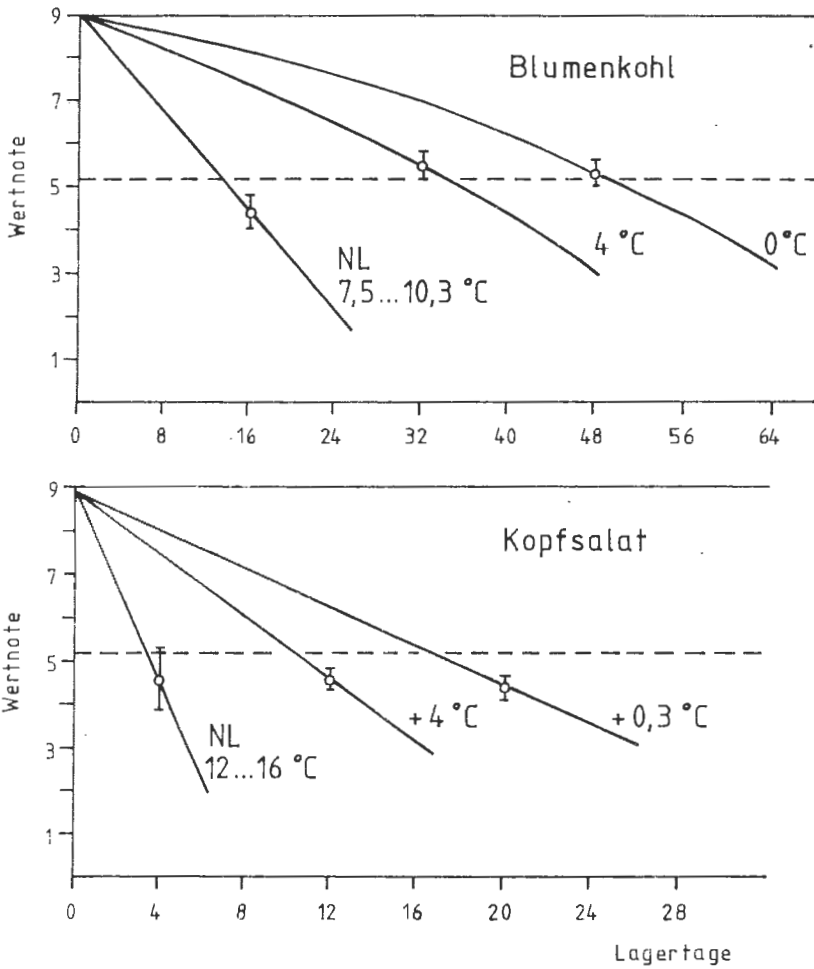


Abb. 11: Veränderung der äußeren Qualität von Blumenkohl und Kopfsalat (Böttcher, 1986, 1988 b)



Unterstellt man die Definition für den "Wesentlichen Nährwertfaktor" (WNF) von Rinno (1965) bezogen auf 100 g Frischmasse:

$$\text{WNF} = \frac{\text{mg Vit. C}}{20} + \text{mg Caroten} + \text{g Rohfaser} + \frac{\text{mg Ca}}{100} + \frac{\text{mg Fe}}{2} \quad (1),$$

dann ergibt sich unter Beachtung der Lagertemperatur  $\Theta$  (in °C) und der erreichten Lagerdauer  $x_i$  (in Tagen) folgende Formel für den "dynamischen wesentlichen Nährwertfaktor ( $\Theta, x_i$ )" (Böttcher, 1992):

$$\begin{aligned} \text{WNF}_{\Theta, x_i} = & [\text{mg Vit. C}_E] \cdot \frac{100 - y_3 (\%)}{2000} + [\text{mg Caroten}_E] \cdot \frac{100 - y_4 (\%)}{100} \\ & + \text{g Rohfaser} + \frac{\text{mg Ca}}{100} + \frac{\text{mg Fe}}{2} \quad (2). \end{aligned}$$

Dabei können die nach der Ernte **eintretenden Verluste an den wichtigsten variablen Nährstoffkomponenten** Vitamin C als  $y_3$  und Provitamin A als  $y_4$  berücksichtigt werden. Ausgangspunkt ist der Gehalt zum Erntezeitpunkt E [mg Vit. C<sub>E</sub>] bzw. [mg Caroten<sub>E</sub>]. Die erforderlichen Werte für den eingetretenen Verlust bis zu einem bestimmten Lagertag kann vorliegenden Nomogrammen über die Nährstoffverluste (Böttcher, 1992 bzw. auch Abb. 9, 10) entnommen oder nach folgenden Regressionsfunktionen (Böttcher, 1984; 1992) berechnet werden:

- Verluste an Vitamin C (%)
  - . für Blatt-, Stiel- und Fruchtgemüsearten  $y_3 = \beta_3 (1 - e^{-\Theta x_i})$
  - . für Kohlgemüsearten  $y_3 = \beta_{31} x_i + \beta_{32} x_i^2$
- Verlust an Caroten (%)
  - . für alle Gemüsearten  $y_4 = \beta_{41} x_i + \beta_{42} x_i^2$

Als Koeffizienten für diese Regressionsfunktionen können die in Tabelle 3 aufgeführten Werte herangezogen werden. Diese Tabelle ist natürlich noch um Parameter weiterer Gemüsearten zu ergänzen.

Aus den Angaben über Inhaltsstoffe einiger Gemüsearten aus dem Freilandanbau können folgende Meßzahlen für den WNF  $\oplus$ ,  $x_i$  berechnet werden.

Kopfsalat (erntefrisch)	4,61	Differenz: -		
+ 0,3°C 14 Tage	3,52	1,08	21,7 %	
12 ... 18°C 3 Tage	3,90	0,72	15,4 %	
 Bleichspargel (ernte- frisch)	2,22	Differenz: -		
+ 0,5°C 18 Tage	1,96	0,26	11,7 %	
14 ... 20°C 4 Tage	1,82	0,40	18,0 %	
 Rosenkohl (erntefrisch)	9,69	Differenz: -		
0°C 42 Tage	8,35	1,34	13,8 %	
4°C 22 Tage	8,85	0,84	8,7 %	

Die Abnahmen des WNF  $\oplus$ ,  $x_i$  kann bei leicht verderblichen Gemüsearten bis zu 27 % erreichen. Die dynamische Betrachtung ist natürlich auch für jedes andere Modell der Nährwertbetrachtung geeignet.

### Zusammenfassung

Die physiologischen Verlustursachen Atmung, Transpiration, Reifungsvorgänge, Austreiben und Alterungerscheinungen sowie die Entwicklung von Mikroorganismen führen beim Gemüse zu einem schnellen Abbau der Qualität. Sie können in erster Linie durch Gestalten günstiger Lagerbedingungen minimiert oder ausgeschaltet werden. Eine zentrale Bedeutung haben dabei die rasche Abkühlung der Ernteprodukte und Konstanthaltung der Temperatur auf dem physiologisch verträglich niedrigsten Grenzwert für die jeweilige Art und die Einhaltung einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit. Der Qualitätsabbau drückt sich auch deutlich in Abhängigkeit von der



Lagertemperatur und der Lagerdauer  $x_i$  im "dynamischen wesentlichen Nährwertfaktor  $\Theta$ ,  $X_i$ " aus.

### Literatur

Böttcher, H., 1984: Qualitätsveränderungen ausgewählter Gemüsearten in Abhängigkeit von Lagertemperatur und -dauer mit besonderer Berücksichtigung der Verlustsenkung bei Dauerzwiebeln. Dissertation B. Halle-Wittenberg: Martin-Luther-Universität, Landw. Fakultät, 279 S.

Böttcher, H., 1986a: Nahrung, 30, 921-939

Böttcher, H., 1986b: Archiv für Gartenbau, 34, 361-377

Böttcher, H., 1986c: Archiv für Gartenbau 34, 165-176

Böttcher, H., 1987: Nahrung, 31, 723-738

Böttcher, H., 1988a: Nahrung, 32, 189-200

Böttcher, H., 1989b: Nahrung, 32, 27-36

Böttcher, H., 1991: Gartenbau, 38, 11, 18-20

Böttcher, H., 1992: Nahrung, 36, im Druck

Naumann, K., Schmidt, H.B., 1989: Zentralblatt für Mikrobiologie, 144, 547-557

Rinno, 1965: Archiv für Gartenbau, 13, 415-429

**Qualitätserhaltung pflanzlicher Nahrungsmittel nach der Ernte  
auf physiologischer Grundlage - Probleme der Zukunft**

**J. Weichmann**

**(Lehrstuhl für Gemüsebau der Technischen Universität  
München, Fachgebiet Nacherntephysiologie und Rohstoffqualität,  
W-8050 Freising-Weihenstephan)**

Zeit und Geld werden in hohem Maße eingesetzt, um pflanzliche Nahrungsmittel zu erzeugen. Der Landwirt oder Gärtner muß beim Verkauf des Produktes diese Kosten wieder zurückgewinnen und zusätzlich möglichst noch einen Gewinn erwirtschaften. Verderb zwischen Ernte und Vermarktung vermindert den möglichen Gewinn des Erzeugers. Man schätzt die Verluste an Obst, Gemüse und Kartoffeln in hochtechnisierten Ländern auf 5 bis 25 % (Kader, 1985), in weniger entwickelten Ländern auf 20 bis 50 %. Bei einzelnen Arten können sogar bis zu 100 % Verlust auftreten. Selbst bei Getreide entstehen in Entwicklungsländern durchschnittlich 25 % Verluste an Masse durch fehlerhafte Behandlung, durch Verfaulen oder durch Befall mit Schaderrögern (FAO, 1989).

Diese Zahlen belegen nur die Masseverluste. Qualitätsverschlechterung durch unsachgemäße Nacherntebehandlung oder gar nachteilige Veränderungen der ernährungsphysiologischen Qualität werden hierbei nicht erfaßt.

Nacherntebehandlungen mit Agrarchemikalien z.B. zum Schutz vor Mikroorganismenbefall oder vor Fraßschäden durch tierische Schädlinge werden vom Verbraucher immer stärker abgelehnt. Auch der Gesetzgeber wird mit entsprechenden Zulassungen immer restriktiver. Deshalb muß man sich überlegen, welche Möglichkeiten bestehen, um auch in Zukunft die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel nach der Ernte zu erhalten, eventuell sogar besser als bisher.

Nachteilige Qualitätsveränderungen an pflanzlichen Nahrungsmitteln entstehen vor allem durch physiologischen Abbau oder sogar Verderb. Mechanische Beschädigungen können den physiologischen Abbau beschleunigen, aber auch einen Befall mit Krankheiten und Schädlingen fördern.

Nach der Ernte setzen alle pflanzlichen Nahrungsmittel ihren Stoffwechsel fort. Außer bei Getreide finden wir relativ hohe Wassergehalte von 65 bis 95 % in den Nahrungspflanzen. Wie stark sich ein pflanzliches Nahrungsmittel nach der Ernte verändert, hängt einmal von der Intensität des Stoffwechsels ab, d.h. vom Verbrauch an Reservestoffen. Auf der anderen Seite aber bewirken Wasserverluste starke Qualitätsveränderungen. Das Ziel richtiger Nacherntebehandlung ist also das Minimieren von Veränderungen der äußeren und ernährungsphysiologischen Qualität.

#### 1. Qualitätserhaltung durch niedrige Temperatur.

Alle biochemischen Prozesse verlaufen temperaturabhängig, also auch der Substanz- und Stoffabbau in lebenden pflanzlichen Nahrungsmitteln. Je niedriger die Temperatur des pflanzlichen Organs ist, umso geringer sind die Umsetzungen. Eine Temperaturabsenkung um 10 K erniedrigt den Stoffwechsel im allgemeinen um den Faktor 2. Dies wird durch die van't Hoff'sche Gleichung ausgedrückt. Durch niedrige Temperaturen können also Qualitätsverluste und der natürliche Verderb vermindert werden.

##### 1.1. Abkühlgeschwindigkeit

In weiten Bereichen der Nacherntebehandlung pflanzlicher Nahrungsmittel bedient man sich heute sogenannter Vorkühl- oder Schnellabkühlverfahren. Bei diesen wird durch spezielle technische Auslegung die im Erntegut enthaltene Wärmemenge (die sogenannte Feldwärme) schnellstmöglich entfernt. Häufig bedient man sich dabei großer Mengen an kalter Luft, welche am Produkt vorbeigeblasen wird. Teils wird als Wärmeübertragungs-

medium auch gekühltes Wasser benutzt. Bei einigen Produkten kann man auch sogenannte Vakuümkühlanlagen einsetzen. Diese nützen die Siedepunktserniedrigung von Wasser bei reduziertem Druck ("Vakuüm") zu Kühlung, d.h. zum Wärmeentzug aus.

Physiologisches Ziel dieser Verfahren ist die rasche Temperatursenkung des Produktes, um dadurch die Stoffumsetzungen ebenfalls entsprechend abzusenken. Betrachtet man den Energieaustausch zwischen pflanzlichem Nahrungsmittel und der umgebenden Atmosphäre, dann sind die wesentlichsten physikalischen Größen der Wärmestrom und der Feuchtestrom aus dem Produkt. Dies bedeutet, daß ein Abkühlprozeß bei Nahrungspflanzen immer mit Feuchtigkeitsverlusten verbunden ist. Diese müssen aber minimiert werden, um beste Qualität und Turgeszenz des Produktes zu erhalten. Der Zusammenhang zwischen Abkühlung und den dabei entstehenden Feuchteverlusten kann heute relativ genau mit Simulationsprogrammen berechnet werden (Hayakawa, 1987).

Leider sind diese Berechnungen nur bei bestimmten definierten Bedingungen gültig, sie stellen also statische Modellkalkulationen dar. Meist wird von einer linearen Beziehung zwischen Wärmeproduktion des Pflanzenorgans und der Organtemperatur ausgegangen. Dies bedeutet, daß diese Kalkulationen dann aber nur für sehr kleine Temperaturbereiche Gültigkeit haben. Um die Komplexität solcher Untersuchungen zu demonstrieren, wird die Feuchteverlustformel von Hayakawa (1987) gezeigt.

Abb. 1: Feuchteverlustformel pflanzlicher Nahrungsmittel (Hayakawa (1987))

$$w = -4\pi R^2 (-1)^j h_{mo} \int_0^t \left( p_s \frac{T_a + 273.15}{T + 273.15} - p_a \right)^{n_m + 1} dt$$

w = Wasser-/Feuchteverlust

R = Radius des Produkts

j = +1 oder +2, je nachdem ob Feuchteverlust oder -gewinn auftritt

h = Empirische Konstante für den Transpirationskoeffizienten

Ps = Sättigungsdampfdruck

Pa = Dampfdruck der umgebenden Luft

Ta = Ausgangstemperatur

T = Temperatur

$n_m$  = empirische Konstante

dt = Zeitveränderung

Ein wesentlicher biologischer Faktor, welcher den Wärmestrom aus dem pflanzlichen Nahrungsmittel in die umgebende Luft beeinflusst, ist die Eigenwärmeproduktion aus den Stoffwechsellumsetzungen. Diese wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, verändert sich jedoch zusätzlich produktspezifisch nach der Ernte. Bei Gemüse kann man zwei große Gruppen unterscheiden, nämlich solche mit zu- bzw. solche mit abnehmender Stoffwechsellin-

tensität nach der Ernte. Erste Quantifizierungsversuche hierzu liegen von Hayakawa (1987) vor. Jedoch fehlen uns für nahezu alle Arten, erst recht für Sorten die Werte für die angegebenen Konstanten. Um die Qualitätsveränderungen während des Abkühlprozesses zu vermindern, benötigen wir mehr Kenntnisse über die Produkte selbst, insbesondere über die auftretenden Wechselwirkungen bei den entscheidenden biophysikalischen und physiologischen Vorgängen.

#### 1.2. Temperaturstabilität bei der Lagerung pflanzlicher Nahrungsmittel

Eine ältere Arbeit (Saburow und Antonow, 1953) beschreibt, daß der Stoffwechsel einiger pflanzlicher Nahrungsmittel bei fluktuierenden Temperaturbedingungen überproportional angeregt wird. Ein auf diese Weise intensivierter Stoffwechsel kann nicht mehr auf ein produkt- und temperaturspezifisches Niveau abgesenkt werden. Neuere Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe ergaben, daß offensichtlich nicht allein die Amplitude der Schwankung ausschlaggebend ist. Zahlreiche kleine Amplituden wirken sich ebenfalls in intensiviertem Stoffwechsel aus. Beim Vergleich zweier Regelsysteme in sonst gleichen Kühlräumen wurden im einen Fall kleine, aber häufige Abweichungen der Temperatur vom Sollwert gemessen. Im anderen Fall wurden nur wenige, dann aber sehr große Abweichungen festgestellt. Der Lagerschwund als Summe der Transpirations- und Atmungsverluste war bei großer und weniger häufiger Temperaturabweichung geringer, als bei der theoretisch besseren Temperatursteuerung. Der Wasserentzug aus der Lageratmosphäre war beim System mit großer Amplitude um 12 % größer. Dies bedeutet, daß die Atmungsverluste in diesem Fall deutlich geringer waren, als beim Vergleichssystem. Um die Qualitätserhaltung zu optimieren, muß mehr Wissen über den Einfluß fluktuierender Temperaturbedingungen gewonnen werden.

### 1.3. Kälteempfindliche Produkte

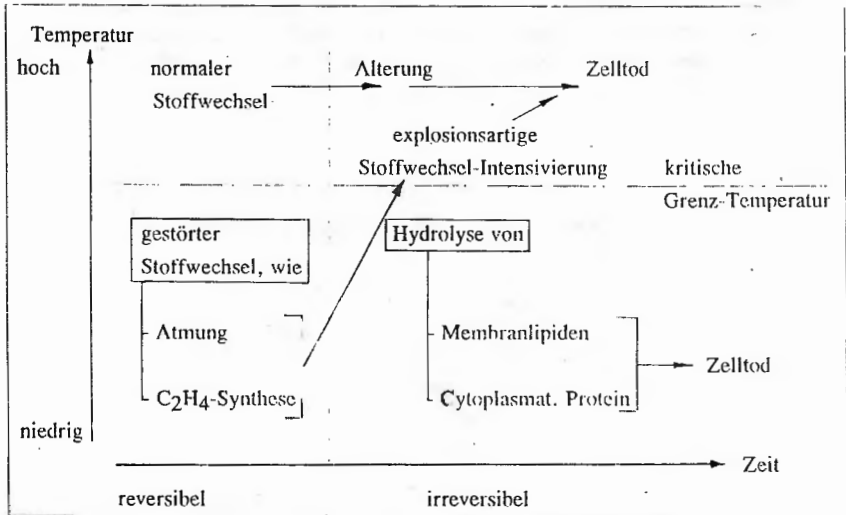
Bei verschiedenen pflanzlichen Nahrungsmitteln führt die Praxis des schnellen Kühlens auf niedrige Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt des Zellsaftes zu einer verkürzten Haltbarkeit. Es handelt sich dabei um die sogenannten kälteempfindlichen Arten, welche bei Temperaturen zwischen 10 bis 15 und 0°C Kälteschäden zeigen.

Tabelle 1: **Kälteempfindliche Nahrungspflanzen**  
(Beispiele)

Ananas	Apfel (versch. Sorten)
Avocado	Banane
Citrusfrucht	Grüne Bohne
Gurke	Kartoffel
Melone	Paprika
Pfirsich	Süßkartoffel
Tomate	

Die Symptome eines Kälteschadens sind vielfältig. Die Symptomausprägung ist abhängig von der Gewebeart, dem Reifestadium, dem Aktivitätszustand des Gewebes sowie von zahlreichen Umgebungsbedingungen. Eine Zusammenfassung der bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse wurde von *Raison* und *Orr* (1990) gegeben. Diese Autoren unterscheiden primäre und sekundäre Wirkungen. Eine primäre Wirkung tritt auf, sobald das pflanzliche Gewebe einer Temperatur unterhalb des kritischen Wertes ausgesetzt wird. Daraus ergeben sich die sekundären Wirkungen, welche dann zeitabhängig reversibel oder irreversibel sein können.

Abb. 2: Schematische Darstellung von Ursache und Wirkung bei Kälteschaden (verändert nach Raison und Orr, 1990)



Wird die Kältebehandlung beendet und die Temperatur über den kritischen Grenzwert angehoben, erholt sich das pflanzliche Gewebe entweder von der Stoffwechselstörung oder es treten schnell die sichtbaren Schadenssymptome auf. Werden Symptome sichtbar, dann war die Grenze zu irreversibler Störung überschritten. Im Bereich der Reversierbarkeit resultiert ein Anheben der Temperatur in einem explosionsartigen Anstieg des Stoffwechsels. Man vermutet, daß während dieser Phase angereicherte Stoffwechselzwischenprodukte abgebaut werden. Außerdem werden kältegeschädigte Membranen, Zellbestandteile oder sogar Biosynthesewege wieder "repariert". Bereits nach kurzer Zeit wird dann "normalisierter" Stoffwechsel festgestellt.

In zahlreichen Geweben pflanzlicher Nahrungsmittel kann also ein Auftreten von Kälteschäden vermieden werden, wenn diese vor Eintritt in die irreversible Phase für



kurze Zeit in höhere Temperaturen gebracht werden. Man nennt dieses Verfahren "Lagerung mit zwischenzeitlichem Erwärmen". Großtechnisch wird diese Methode bereits bei Pfirsich- und Zitronenlagerung bzw. -transport eingesetzt. Zeitpunkt, Dauer und Intensität der Wärmbehandlung sind jedoch kritische Punkte. Es fehlt bisher eine sichere, schnelle und quantitative Bestimmungsmethode zum Ermitteln der Grenzbelastung der Nahrungspflanzen.

## 2. Qualitätserhaltung durch Transpirationsminderung

Kommerzieller und physiologischer Verderb vieler pflanzlicher Nahrungsmittel wird wesentlich durch Transpiration bestimmt. Wasserverluste beeinflussen das Aussehen, die Gewebetextur, den Geschmack, den Abbau von Inhaltsstoffen, natürlich auch das Gewicht. Wasserverluste führen zu Frischeverlust, sie fördern bei vielen Arten aber auch die Seneszenz, was durch Störungen der Membranstruktur, aber auch durch Freiwerden von Zellbestandteilen in Form der Ionenleckage bewiesen ist.

### 2.1. Transpirationsmodelle

Zum Gewichten der transpirationsbeeinflussenden Faktoren müssen diese als dynamische Größen aufeinander bezogen werden. Dies ist in mathematischen Modellen möglich. Mehrere derartige Modellkalkulationen sind in der Literatur veröffentlicht. Deren Vor- und Nachteile sowie Grenzen beschreibt *Seisenberger (1987)*. Es fehlt ein Modell, welches bei praktischer Lagerung angewendet werden kann.

### 2.2. Quantifizierungsprobleme

Hohe Genauigkeiten kann man bei Transpirationsmessungen nur erreichen, wenn die Oberfläche des untersuchten Pflanzenorganes ermittelt werden kann. Nur dann kann der Transpirationskoeffizient genau bestimmt werden. Wie schwierig es ist, die Oberfläche einer Art zu bestimmen, will ich an einem Beispiel erläutern. Einleggurken haben teils eine glatte, teils eine warzige

Schale. Warzen, Stacheln und Unebenheiten vergrößern die transpirierende Oberfläche. Eine exakte Oberflächenbestimmung ist uns bisher nicht gelungen. Einfache Vermessung der Früchte ist nicht möglich. Gravimetrische Methoden (Beschichten der Oberfläche mit Material definierten spezifischen Gewichtes), wie sie in der Waldökologie eingesetzt werden, ergaben große Streuungen. Erfolgversprechend erscheint die Anwendung der dreidimensionalen Bildanalyse. Jedoch fehlen hierzu Untersuchungen.

Wie bereits erwähnt, ist die Höhe der Transpirationsverluste eine Funktion der verdunstenden Oberfläche. In der Praxis wird häufig der Transpirationskoeffizient auf Massebasis angewendet. Dies bedeutet, daß man für pflanzliche Nahrungsmittel das Oberflächen - Massen - Verhältnis kennen muß. Dimensionen werden von *Burton* (1982) angegeben. Für zahlreiche Arten fehlen genaue und damit brauchbare Werte, erst recht haben wir keine Informationen über Sortenunterschiede.

Tabelle 2: **Oberflächen-Volumen-Verhältnis pflanzlicher Nahrungsmittel** (nach Burton, 1982)

O:V-Verhältnis $\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$	pflanzl. Nahrungsmittel
500 - 1000	Blätter
50 - 100	Hirsekörner
10 - 15	durchschnittl. Getreidekörner
5 - 10	Leguminosen-Samen kleine Früchte (Beeren)
2 - 5	größere weiche Früchte
0,5 - 1,5	Knollen, Wurzeln, Kern-, Stein- obst, Citrus, Banane, Zwiebel
0,2 - 0,5	Kopfkohl, Kokosnuß

### 3. Qualitätserhaltung durch Manipulieren der Lageratmosphäre

Lagerung pflanzlicher Nahrungsmittel in Luft mit veränderter Zusammensetzung kann sich im Vergleich zu Aufbewahren in Normalatmosphäre positiv auswirken: Die Qualität bleibt besser erhalten. Großtechnisch wird das Verfahren, die sogenannte CA-Lagerung oder z.T. auch die sogenannte ULO-Lagerung bei Apfel, Kiwifrucht und Kopfkohl angewandt. Aber auch bei Getreidelagerung werden Vorteile in der Literatur beschrieben. Ursache der positiven Wirkung ist ein verzögerter Alterungsprozeß.

### 3.1. Gasdiffusionsprobleme

Bei zahlreichen Lagerversuchen mit Speicherorganen werden jedoch nachteilige oder uneinheitliche Wirkungen einer veränderten Luftzusammensetzung beschrieben (Isenberg, 1979; Saltveit, 1985; Stoll und Weichmann, 1987).

Es wird vermutet, daß bei solchen Arten der natürliche Gasaustausch, welcher ausschließlich durch passive Gasdiffusion erfolgt, nicht ausreicht, um normalen Stoffwechsel zu sichern. Die Kenntnis der Gasdiffusion ist daher Voraussetzung für eine Optimierung der Lageratmosphäre, welche nicht wie bisher üblich, statisch, sondern dynamisch geregelt werden muß.

Zum Bestimmen der Gasdiffusion benötigt man eine Methodik, mit welcher man Gaskonzentrationen direkt in ungestörtem Gewebe und örtlich auflösend messen kann. Dies erreichen wir mit Hilfe von Feinnadelsonden, welche nach dem polarographischen Meßprinzip arbeiten. Die Kathode hat einen Durchmesser von 12  $\mu\text{m}$  und wird im Pflanzerschnittverfahren in das Pflanzengewebe eingebracht.

Die Ergebnisse, welche an ausgewählten Gemüsearten erhalten wurden, sind stark abweichend von den bisherigen Hypothesen:

- Sauerstoff diffundiert nicht nur radial nach innen in ein Gewebe ein.
- Es gibt arttypische Sauerstoff-Verteilungsmuster.
- Längere Lagerung führt häufig zu verändertem Niveau der Sauerstoffwerte im Gewebe.

Es bleiben viele Fragen offen. Wir können bislang ausschließlich die aktuelle Sauerstoffkonzentration im Gewebe messen. Diese ist aber das Ergebnis aus Sauerstoffzufuhr in das Gewebe durch Diffusion und Sauerstoffverbrauch im Gewebe durch den Stoffwechsel. Deutlich wurde aber, daß Untersuchungen dieser Art zu einem

besseren Verständnis der unterschiedlichen CA-Wirkungen auf Qualitätsveränderungen führen.

### 3.2. Biochemie von CA-Wirkungen

Unterschiedliche Zusammensetzung der Lageratmosphäre wirkt sich nicht nur auf biophysikalischem Wege auf das pflanzliche Gewebe aus. Die eigentlichen Ursachen sind biochemische Beeinflussungen des Stoffwechsels. Aber auch hier ist unser Wissen bislang sehr begrenzt.

Bewahrt man Kernobst nur wenige Tage in hohen CO<sub>2</sub>-gehalten auf, wird die Reife verzögert (*Bramlage et al.*, 1977; *Couey und Olsen*, 1975; *Stow*, 1988; *Little und Peggie*, 1987; *Nichols und Patterson*, 1987). Ähnliche Wirkungen werden auch bei Gemüse beschrieben (*Wills et al.*, 1979). Die Bananenreife konnte durch dreitägige Lagerung der vorklimakterischen Früchte bei 1 % O<sub>2</sub> deutlich verzögert werden (*Wills et al.*, 1982).

Eine Gemeinsamkeit vieler Veröffentlichungen über biochemische Wirkungen von CA-Bedingungen ist, daß es zu einer Anreicherung an Acetaldehyd (AA) und Aethanol im Pflanzengewebe kommt. Immer dann, wenn der stärkste Stoffwechselhemmungseffekt erzielt wurde, wurde auch der höchste Gehalt an AA und Aethanol gemessen (*Pesis und Mariansky*, 1990). Die Vermutung liegt also nahe, daß diese beiden Stoffwechselprodukte die Ursache für verzögerte Reife und damit bessere Qualitätserhaltung sind. Diese Hypothese wird auch dadurch gestützt, daß ein eintägiges Behandeln von Tomaten- und Pfirsichfrüchten mit AA-Dämpfen die Reife verzögerte (*Pesis und Mariansky*, 1990). Ähnliche Wirkungen wurden auch mit Aethanol-Dämpfen erreicht (*Saltveit und Mencarelli*, 1988).

Da Acetaldehyd als direkter Metabolit des Aethanolabbaus in Pflanzen gilt (*Cossins*, 1978), wird angenommen, daß die eigentliche Stoffwechselhemmung durch Acetaldehyd hervorgerufen wird. Hieraus ergaben sich für die Qualitätsforschung eine Reihe von Fragen:

- wird durch AA die Aktivität qualitätsbeeinflussender Enzyme verändert, wie z.B. von Reifeenzymen oder von zellwandabbauenden Enzymen?
- werden durch AA die Zellwandbestandteile so verändert, daß sie schlechter abbaubar werden?
- wird durch höhere AA-Gehalte das Ethylen-bildende-Enzym EFE in seiner Aktivität beeinflusst?

Forschungsaktivitäten in diesem Bereich könnten zu völlig neuen und "natürlichen" Qualitätserhaltungsverfahren führen.

#### 4. Biologische Bekämpfung von Lagerparasiten

Es besteht ein außerordentlich großes Bedürfnis zur Entwicklung neuer und wirksamer Verfahren zur Kontrolle von Lagerparasiten. Denn viele Pilze sind in der Lage, toxische Metaboliten - Mycotoxine - zu bilden. Die Nahrungspflanzen selbst sind in der Lage, als Abwehrreaktion auf Streß mit der Bildung von Phytoalexinen zu reagieren. Derartige Substanzen können die Qualität der Nahrungspflanzen stark beeinflussen, im Extremfall kann die Nahrungspflanze ungenießbar werden.

Neue Methoden der Nacherntebehandlung müssen sicher sein, sie müssen vom Verbraucher akzeptiert werden und ohne Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt sein. Die biologische Kontrolle von Lagerschädlingen stellt eine Alternative zu bisherigen möglichen Verfahren dar. Einen Überblick über derzeitige Möglichkeiten, antagonistisch wirkende Mikroorganismen zur Kontrolle von Lagerschädlingen einzusetzen, geben *Wisniewski* und *Wilson* (1992). In diesem Übersichtsreferat werden zahlreiche biologische Nacherntebehandlungsmethoden geschildert.

Gerade weil derzeit das Klima der öffentlichen Meinung in Europa so weit gediehen ist, daß man mehr biologische Verfahren zum Schutz und damit zur Qualitätserhaltung von Nahrungspflanzen einsetzen kann, sollten wir

derartige wissenschaftliche Erkenntnisse forciert gewinnen.

Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten der biologischen Kontrolle von Lagerkrankheiten:

- Entweder man nützt die natürlich vorkommende Mikroflora auf den Nahrungspflanzen oder
- man fügt künstlich Antagonisten hinzu.

Unser Kenntnisstand zur Nutzung natürlich vorkommender Antagonisten ist besonders dürftig. Auch bei künstlich zugesetzten Antagonisten (Hefen, Bakterien, Pilzen) wissen wir nichts über deren grundlegenden Wirkungsmechanismus. Es scheint sich um eine sehr komplexe Wirkung zu handeln, wobei Nahrungskonkurrenz, Erhöhen der pflanzlichen Resistenz, Bildung von Antibiotika und direkter Parasitismus gleichzeitig wirken können.

Die Forschung sollte sich in Zukunft vermehrt solchen Fragen widmen. Kenntnisse der ursächlichen Zusammenhänge können völlig neue Möglichkeiten eröffnen, die Qualität von Nahrungspflanzen nach der Ernte besser zu erhalten. Sicherheit für Mensch und Umwelt müssen aber Vorrang vor Profilierungssucht haben.

## 5. Zukunftsaufgaben

Qualitätserhaltung pflanzlicher Nahrungsmittel wird heute meist auf der Basis weniger, aber grundsätzlicher Prinzipien beschrieben: Wir kennen den grundlegenden Einfluß der Temperatur, des Dampfdruckdefizits oder des Partialdrucks verschiedener atmosphärischer Bestandteile. Geht man aber in detaillierte Betrachtungen der vielfältigen biochemischen und biophysikalischen Wirkungen, dann stellt man mehr Lücken im Wissen als Tatsachen fest. Die 70er und 80er Jahre waren in der Nachernteforschung vor allem durch biochemische Puzzlearbeit gekennzeichnet. Immer noch arbeiten außerordentlich viele Forschergruppen auf dem Gebiete von Ethylen. Stark steigende Tendenz zeigen Forschungen auf dem Ge-

biet der Biotechnologie und damit der Kontrolle von Reifevorgängen. Die Frage ist, ob diese Arbeiten entscheidende Fortschritte in der Lagerfähigkeit und der Qualitätserhaltung der pflanzlichen Nahrungsmittel bringen. Und hier ist ein großes Fragezeichen anzubringen. Denn alle pflanzlichen Nahrungsmittel sind lebende Zellverbände, sie verändern sich auf Grund der Stoffwechselfvorgänge, Abbau von Substanzen überwiegt, die thermodynamischen Gesetze kann man aber nicht außer Kraft setzen.

*Roger Romani*, ein weltweit angesehener Nacherntephysiologe aus Davis, Kalifornien, sieht daher die Zukunftsaufgaben der Nachernteforschung in einer erneuten Überprüfung der klassischen Nacherntetechnologien (1991). Aber dies darf nicht mehr im Sinne einer einseitigen Stoffwechselreduzierung nach der Ernte geschehen. Die Zukunftsaufgabe muß sein, Haltbarkeit und Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel zu maximieren, indem wir die in den lebenden Geweben vorhandenen natürlichen Fähigkeiten mehr nutzen.

## 6. Zusammenfassung

Nachteilige Qualitätsveränderungen an pflanzlichen Nahrungsmitteln entstehen vor allem durch physiologischen Abbau. Dieser physiologische Abbau verläuft temperaturabhängig. Tiefe Temperatur hemmt bei zahlreichen Arten den Stoffwechsel. Qualität wird also in aller Regel bei tiefer Temperatur besser erhalten. Die Frage der Abkühlgeschwindigkeit nach der Ernte wird kritisch betrachtet. Zyklische Temperaturschwankungen bei Lagerung und Transport pflanzlicher Nahrungsmittel intensivieren den Stoffwechsel. Offensichtlich entstehen selbst bei kleiner aber häufiger Temperaturschwankung starke Qualitätsverluste. Kälteempfindliche Arten zeigen bei zu tiefer Lagertemperatur sogenannte "Kälteschäden", im Extremfall entsteht Totalausfall. Die Hypothese des Entstehens solcher Schäden wird als physiologische Basis der "Lagerung mit zwischenzeitlichem Erwärmen" diskutiert.



Das Verhalten pflanzlicher Nahrungsmittel während Lagerung bei unterschiedlichem Dampfdruckdefizit wird quantitativ in "Transpirationsmodellen" beschrieben. Solche quantifizierende Verfahren erfordern vertiefte Kenntnisse des Verhaltens der Nahrungspflanzen nach der Ernte.

Im Vergleich zum Aufbewahren in Normalatmosphäre kann bei verschiedenen pflanzlichen Nahrungsmitteln die Qualität bei Lagerung in veränderter Atmosphäre besser erhalten werden. Neue Erkenntnisse zur Diffusion von Sauerstoff in pflanzlichem Gewebe werden vorgestellt: Mit Hilfe polarographischer Feinnadelsonden konnten erstmals "Sauerstoffprofile" in unzerstörtem pflanzlichen Gewebe gemessen werden. Biophysikalische Messungen führen zu besserem Verständnis verschiedener biochemischer Vorgänge, aber auch einiger Störungen im Stoffwechsel des gelagerten Organs. Insbesondere scheint ein erhöhter Acetaldehyd-Gehalt in der Zelle den Stoffwechsel zu hemmen und so die Qualität besser zu erhalten. Weitergehende biochemische Untersuchungen sind erforderlich.

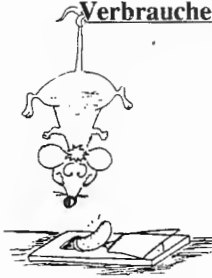
Die Kenntnis der Nacherntephysiologie pflanzlicher Nahrungsmittel kann zu verbesserter Qualitätserhaltung auf natürliche biologische Weise führen.

## 7. Literatur

- Bramlage, W.J., P.H. Bareford, G.D. Blanpied, D.H. Dewey, S. Taylor, S.W. Porritt, E.C. Longheed, W.H. Smith und F.S. McNicholas, 1977: Carbon dioxide treatments for "McIntos" Apples before CA-Storage. J. Amer. Soc. Hort.Sci. 102, 658-662
- Cossins, E.A., 1978: Ethanol metabolism. In: Hook, D.D. und R.M.M. Cransford, 1978: Plant Life in Anaerobic Environments. Ann Arbor, 169-202

- Couey, H.M. und K.L. Olsen, 1975: Storage response of 'Golden Delicious' apples after high carbon dioxide treatment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100, 148-150
- FAO, 1989: Prevention of post-harvest food losses: fruits, vegetables and root crops. Rom
- Hayakawa, K., 1987: Temperature: Energy Flux in Stores. In: Weichmann, J., 1987: Postharvest physiology of vegetables. New York, 181-202
- Isenberg, F.M.R., 1979: Controlled atmosphere storage of vegetables. Hort. Rev., 1, 373-394
- Kader, A.A., 1985: Postharvest Biology and Technology: An Overview in: Kader, A.A. et al., 1985: Postharvest Technology of Horticultural Crops. Davis, 3-7
- Little, C.R. and I.D. Pegg, 1987: Storage injury of pome fruit caused by stress levels of oxygen, carbon dioxide, temperature and ethylene. Hort Science 22, 783-790
- Nichols, W.C. und M.E. Patterson, 1987: Ethanol accumulation and poststorage quality of 'Delicious' apples during short-term, low-O<sub>2</sub>, CA storage. Hort Science 22, 89-92
- Pesis, E. und R. Mariansky, 1990: Effect of acetaldehyde and ethanol treatment on respiration and ethylene production in grape berries. BARD report No I-900-85, 51-68
- Raison, J.K. und G.R. Orr, 1990: Proposals for a better understanding of the molecular basis of chilling injury. In: Wang, C.J., 1990: Chilling injury of horticultural crops. Boca Raton, 145-164
- Romani, R.J., 1991: A perspective on postharvest physiology and biochemistry. Hort Science 26, 1257-1261

- Saburow, N. und M. Antonow, 1953: Die Lagerung und Verarbeitung von Obst und Gemüse. Berlin
- Saltveit, M.E., 1985: A summary of CA requirements on recommendations for vegetables. In: Blankenship, S.M., 1985: Proc. 4th Natl. CA Res. Conf. North Carolina State Univ., Raleigh, Hort.Rep. 126, 471-492
- Saltveit, M.E. und F. Mencarelli, 1988: Inhibition of ethylene synthesis and action in ripening tomato fruit by ethanol vapors. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113, 572-576
- Seisenberger, M., 1987: Transpiration von geerntetem Gemüse. Diplomarbeit T.U. München-Weihenstephan
- Stoll, K. und J. Weichmann, 1987: Postharvest physiology of certain vegetables. 30. Root vegetables. In: Weichmann, J., 1987: Postharvest biology of vegetables. New York/Basel. 541-553
- Stow, J., 1988: The effect of high carbon dioxide pretreatments and ethylene removal on the storage performance of apples 'Cox's Orange Pippin'. Sci. Hortic. 35, 89-97
- Wills, R.B.H., P. Wimalasiri und K.J. Scott, 1979: Short pre-storage exposure of some vegetables. Hort Science 14, 528-530
- Wisniewski, M.E. und C.L. Wilson, 1992: Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Recent advances. Hort Science 27, 94-98

Verbraucherfrage:Nahrungsqualität

- Poster -

E. Frädriich, E. Weselmann, W. Feldheim  
 (Institut für Humanernährung,  
 Düsternbrooker Weg 17-19, W-2300 Kiel 1)

Was sagt die Maus dazu?



Der Begriff Nahrungsqualität beinhaltet die Gesamtheit der Eigenschaften der pflanzlichen Nahrungsmittel.

Diese Gesamtheit wird unterteilt in verschiedene Qualitätsmerkmale, die durch ihre unterschiedliche Gewichtung das individuelle Qualitätsniveau des Verbrauchers bestimmt.

Dabei sind einige Eigenschaften objektiv durch wissenschaftliche Methoden beurteilbar und andere werden subjektiv durch die Wertvorstellungen des Verbrauchers definiert.



**Nährwert**

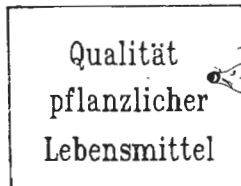
ist der Gehalt an ernährungsphysiologisch wirksamen Stoffen (meßbarer Anteil an Proteinen, Fetten, Kohlenhydraten u.a.)

**Eignungswert**

ist die technologische Qualitätseinstufung über die Eignung der produkttypischen Art für die Verarbeitung und Zubereitung (Convenience-Produkte)

**Genußwert**

ist die sensorisch meßbare Eigenschaft, definiert durch die Geschmackserwartung des Verbrauchers für ein Produkt. (Geruch, Geschmack, Farbe, Konsistenz)

**Hygienische Merkmale**

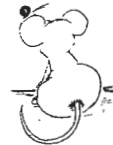
ist die mikrobiologische Beschaffenheit und Haltbarkeit des Produktes

**Gesundheitswert**

ist die Angabe und über den reinen Gehalt an Nährstoffen hinausgehende differenzierte Bewertung der Verbindungen. Und beinhaltet die Aussage über Bekömmlichkeit und Verträglichkeit eines Lebensmittels, einbezogen auch die unerwünschten Inhaltsstoffe.

**Ökologischer Wert**

beinhaltet das Ausmaß der Belastung unserer Umwelt durch die Erzeugung und Verarbeitung der einzelnen Lebensmittel



**Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung bei Arznei- und  
Gewürzpflanzen**

- Poster -

**R. Franke, D. Müggenburg  
(Paul Müggenburg GmbH & Co., Bahnhofstraße 2,  
W-2081 Alveslohe)**

Bei Arznei- und Gewürzpflanzen gewinnt Anbau immer mehr an Bedeutung u.a. durch

- unser erhöhtes Umwelt- und Natur-Bewußtsein und die Artenschutzabkommen
- die unvermeidliche Inhomogenität der Chargen aus Wildsammlungen
- die fehlende Kontrolle der Wachstumsbedingungen und Einflußfaktoren bei Wildsammlungen
- den nahezu vollständigen bzw. zu erwartenden Zusammenbruch der Sammelaktivitäten in den bisherigen traditionellen Lieferländern.

Deshalb bestehen verstärkte Bemühungen um Inkulturnahme und in stärkerem Maße gezielten, kontrollierten Anbau. Hohe, gleichbleibende Qualität ist jedoch nur zu sichern, wenn ein klares Konzept besteht und vom Beginn einer Kultur bis zur Vermarktung der Drogen eine geschlossene Kette von Standortauswahl, Anbauberatung, Produktionsüberwachung, sachgemäßer Ernte, Aufbereitung, Transport, Lagerung, Verarbeitung und Analyse mit durchgehender Kontrolle und Einflußmöglichkeit realisiert werden kann.

**Nachteile des Anbaus** sind u.a. zu sehen in

- der Befallsgefahr durch Krankheiten und Schädlinge infolge der großen, einheitlichen Bestände
- der Gefahr von Beimengungen bei mechanisierter Ernte (z.B. Blütenstiele bei Chamomillae flos)

- der Notwendigkeit langfristiger Disposition und damit geringem Spielraum für Reaktionen auf Lieferengpässe,
- den stark erhöhten Kosten und damit verbundenen Preiserhöhungen für die Drogen

Die **Vorteile des Anbaus** liegen zumindest in

- der vollen Ausnutzung klimatisch günstiger Kulturbedingungen
- der gezielten Bestandesführung und -kontrolle für sichere Ernten
- einem überwachten Anbau und damit Möglichkeiten gleichbleibender, reproduzierbarer Qualitäten in den erforderlichen Mengen einschließlich eventueller Zertifizierung
- der Mechanisierungsmöglichkeit aller Anbau- und Ernteprozesse
- der nahezu ausgeschlossen Gefahr von Verwechslungen oder gar Verfälschungen
- der rationellen Anwendbarkeit von Züchtungsbemühungen und Zuchtverfahren
- der Herstellung großer, einheitlicher Partien entsprechend den Qualitätsanforderungen

Anbau ist mit intensiven ackerbaulichen Maßnahmen verbunden. Er sollte vor allem dann durchgeführt werden, wenn nachweislich die Qualität deutlich erhöht werden kann.

Eine weitere günstige Möglichkeit sind extensive Verfahren, die unter weitgehender Boden- und Biotop-Schonung die natürliche Populationsdynamik nutzen und einen Kompromiß zwischen traditioneller Wildsammlung und dem konventionellen Ackerbau darstellen. Darüberhinaus tragen sie unmittelbar zur Erhaltung der Wildbestände bei und unterstützen alternative Produktionsbedingungen.

Daraus ergeben sich drei Verfahren:

- 1) Wildsammlung als Gemisch unterschiedlichster Biotypen aus verschiedenen Regionen und Bedingungen, die durch die

Sammler bzw. Sammelorganisationen "homogenisiert" werden;

- 2) extensive Kultivierung als naturnahe Gewinnung guter, einheitlicher Qualitäten (vgl. Abbildung 3) unter weitgehender Vermeidung von Resistenzproblemen;
- 3) intensiver Anbau mittels konventioneller ackerbaulicher Kulturführung

**Schritte** auf dem Wege sind u.a.

- Ursachen für Qualitätsdifferenzen der Lieferungen analysieren und Wege zu ihrer Beseitigung darstellen. Z.B. bestehen starke Qualitätsschwankungen zwischen verschiedenen Jahren und unterschiedlichen Produzenten. Dabei verhalten sich verschiedene Qualitätsparameter durchaus nicht immer gleichsinnig (Abb. 1)
- Handel mit definierten Qualitäten, Analyse der Inhaltsstoffe in den verschiedenen Handelswaren und daraus abgeleitete Kaufempfehlungen an die Kunden. Z.B. unterscheiden sich die Hyperosidgehalte in Weißdornblüten und -blätter (meist) nicht wesentlich, Blüten haben jedoch infolge wesentlich höheren Aufwandes etwa den dreifachen Preis (Abbildung 2).
- Nutzung traditioneller und Aufbau neuer Verbindungen für einen sachgerechten, effektiven Anbau
- Vorgabe klarer Qualitätskriterien für die Anbauer und Kontrolle der Einhaltung. Dies findet zunehmend Anwendung auch bei anderen Firmen
- naturnahe Gewinnung hoher Qualitäten aus extensiver Kultivierung unter Schonung der Wildbestände (Abbildung 3)
- gezielte Sortenwahl bzw. Einsatz definierten Ausgangsmaterials mit reproduzierbaren Qualitäten.

**Fazit:** Qualität muß nicht teurer sein, sondern setzt Klarheit des Konzepts voraus und bringt allen Beteiligten (einschl. Endnutzern) Vorteile



## Valerianae radix

(Gehalt ätherischer Öle und Extrakt)

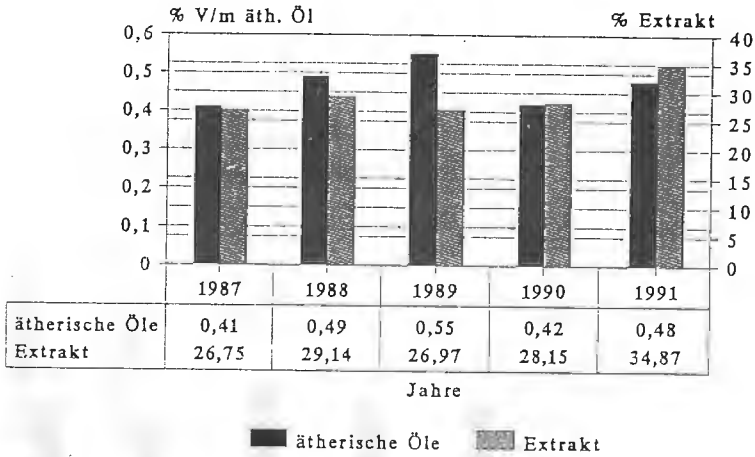


Abb. 1: Schwankungen im Inhaltsstoffgehalt bei Baldrian

## Crataegus

(% Flavonoide, berechnet als Hyperosid)

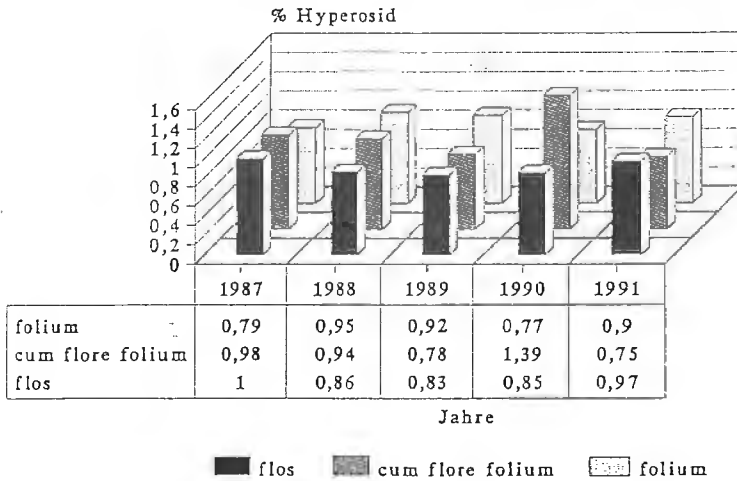


Abb. 2: Inhaltsstoffgehalt verschiedener Handelswaren bei Weißdorn

## Hyperici cum flore herba

(% Hypericin in der Trockensubstanz)

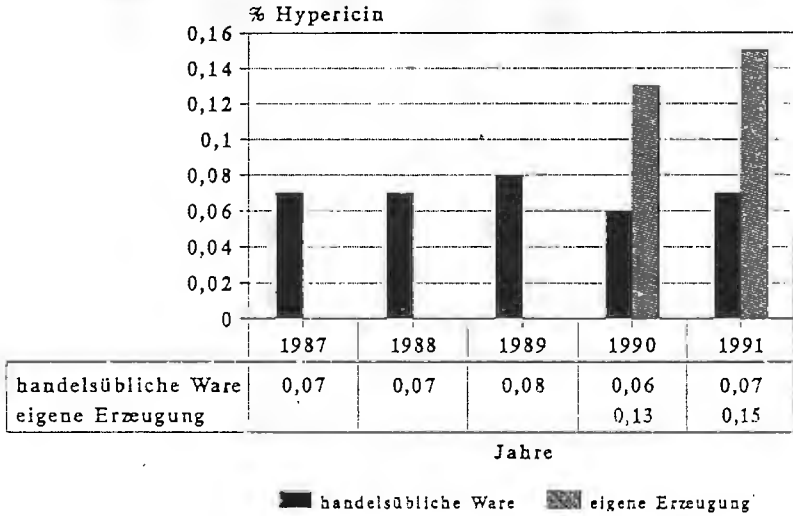


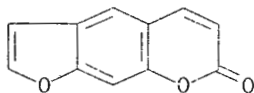
Abb. 3: Steigerung des Inhaltsstoffgehalts durch gezielte Erfassung aus extensiver Kultivierung bei Johanniskraut

**Furocoumarine in Knollensellerie****- Poster -**

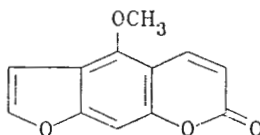
**E. Höhn, F. Hauser**  
**(Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und**  
**Gartenbau, CH-8820 Wädenswil)**

**Einleitung**

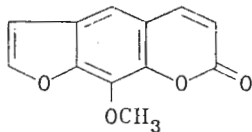
Viele unserer Kulturpflanzen enthalten und bilden Inhaltsstoffe, denen eine gewisse toxikologische Bedeutung zukommt und deshalb unerwünscht sind. Die Furocoumarine Psoralen, Bergapten, Xanthotoxin und Isopimpinellin kommen in Sellerie vor und sind photosensibilisierend und teilweise photomutagen photocyctotoxisch. Untersuchungen von Baumann et al (1988) zeigten, dass die Furocoumarinegehalte sehr grosse Unterschiede aufweisen können in verschiedenen Sellerieproben.

**Strukturformeln**

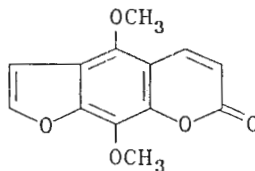
Psoralen



Bergapten



Xanthotoxin



Isopimpinellin

In gelagertem Sellerie wurden teilweise sehr hohe Furocoumarin-gehalte gefunden. Chaudhary et al (1985) berichteten über steigende Furocoumarin-gehalte während der Lagerung bei Sellerie, der mit Sclerotinia sclerotorum befallen war, ein Hinweis darauf, das Furocoumarine Phytoalexine sein können.

In diesen Untersuchungen wurde der Furocoumarin-gehalt in verschiedenen Selleriesorten während der Lagerung bestimmt.

### Material und Methoden

Die Sellerieproben stammten aus einem Sortenversuch, der an der Forschungsanstalt Wädensil durchgeführt wurde.

Proben wurden im Oktober 1990 eingelagert bei 1 °C und 90 - 92% r.F. bis März 1991 resp. Juni 1991.

Die Bestimmung der Furocoumarine erfolgte gaschromatographisch nach den Angaben von Baumann et al (1988). Von Isopimpinellin stand kein Standard zur Verfügung, deshalb wurde auf eine quantitative Auswertung verzichtet.

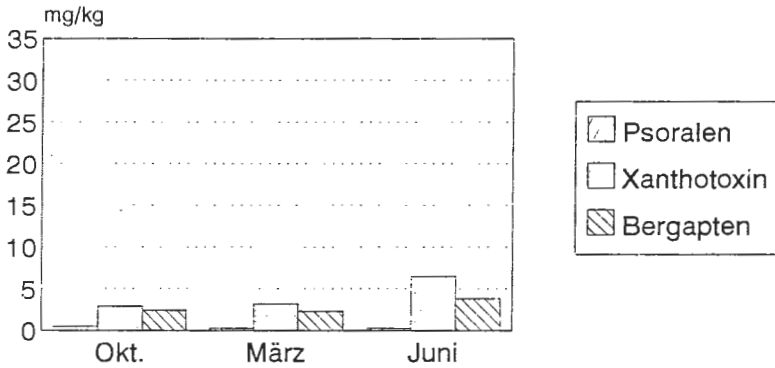
### Resultate und Schlussfolgerungen

Der Hauptanteil der Furocoumarine befand sich in den äusseren Schichten (Rüstabfall).

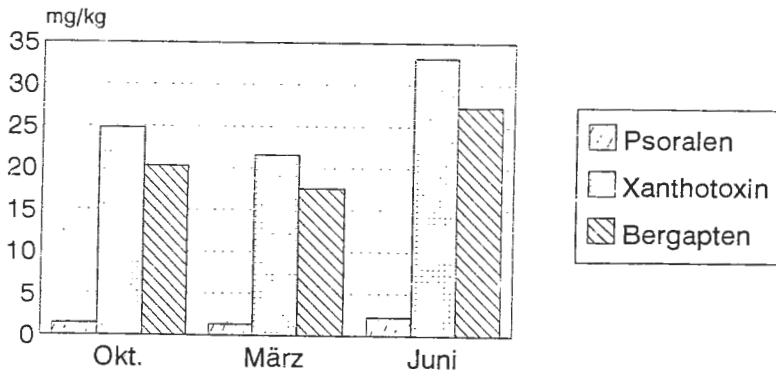
Während der Lagerung stiegen die Furocoumarin-gehalte erst nach 5 - 6 Monaten Lagerdauer an

Sortenunterschiede scheinen zu bestehen und müssen in weiteren Untersuchungen bestätigt werden.

## Furocoumaringehalte in Sellerie in Abhängigkeit von der Lagerdauer

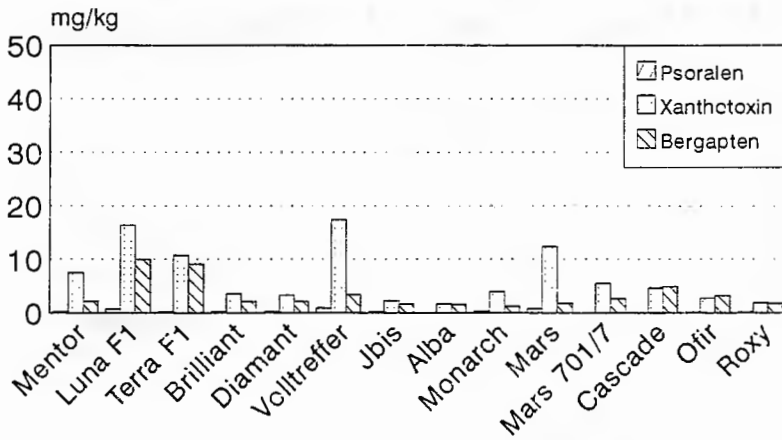


im essbaren Anteil

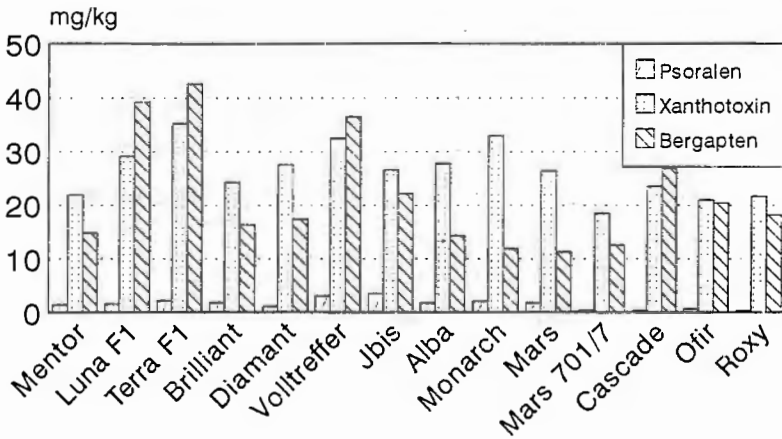


im Rüstabfall

# Furocoumaringehalte in verschiedenen Selleriesorten



im essbaren Anteil



im Rüstabfall

Die Furocumaringehalte schwankten auch innerhalb der gleichen Sorte sehr stark, auch wenn die Sellerieknollen "von Auge" frei von Pilzbefall waren.

#### Literatur

Baumann, U., Dick, R. und Zimmerli, B.: Orientierende Untersuchungen zum Vorkommen von Furocoumarinen in pflanzlichen Lebensmitteln und Kosmetika. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 79, 112-129 (1988)

Chaudhary, S.K., Ceska, O., Warrigton, P.J. und Ashwood-Smith, M.J.: Increased furocoumarin content of sellerie during storage. J. Agric. Food Chem. 33, 1153-1157 (1985)

**Werden Weißkohlsorten mit niedrigen Glucosinolatgehalten von  
Schadinsekten mehr angegriffen?**

- Poster -

**K. Olsson,  
(Nilsson-Ehle Laboratorium, Svalöv AB, S-26881 Svalöv,  
Schweden)**

**T. Jonasson  
(Institut für Pflanzen- und Waldschutz, Schwedische Landwirt-  
schaftsuniversität, Box 44, S-230 53 Alnarp, Schweden)**

Weißkohl enthält eine große Menge an Glucosinolaten (schwefelhaltigen Glukosiden). Einige von ihnen sind notwendige Substanzen für den Geschmack und das Aroma des Weißkohles. Andere sind ungeeignet, da sie oder ihre Spaltprodukte unerwünschte sensorische oder physiologische Eigenschaften besitzen. Sinigrin und Progoitrin verursachen beide bitteren Geschmack, letzterer hat auch goitrogene Effekte. Ein Ziel in der Züchtungsarbeit ist, diese Glucosinolate auf einem niedrigen Niveau zu halten.

**Kohlspezialisten**

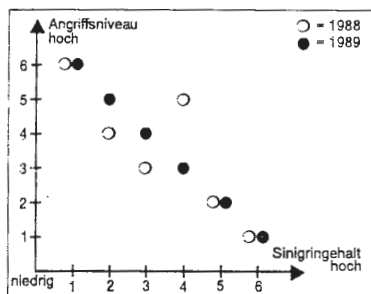
Spaltprodukte von Glucosinolaten beeinflussen bekanntlich Insekten. Die meisten Insekten reagieren negativ, aber Kohlspezialisten werden von solchen Substanzen angelockt, um von den Kohlblättern zu fressen oder auf ihnen Eier zu legen. Hohe Gehalte können aber auch für die "Spezialisten" abschreckend wirken.

Schlimmstenfalls kann die Verbesserung der Qualität als Lebensmittel zu einer Steigerung des Insektenbefalls führen. Der Zweck unserer Untersuchung war, herauszufinden, ob die Verbesserung der Qualität mit den erwünschten guten Widerstandskräften gegen Insekten in Konflikt kommen kann. Es wäre unglücklich, wenn der Anbau von Sorten mit verbesserten Nahrungseigenschaften einen erhöhten Einsatz von chemischen Bekämpfungsmitteln verlangen würde.



### Feldversuche

In Feldversuchen in Svalöv und Alnarp haben wir in zwei aufeinanderfolgenden Jahren den Befall mit Schädlingsschmetterlingslarven an 6 Weißkohlsorten studiert. 1988 dominierte die Kohlschabe stark, während 1989 ein großer Anteil von Kohlweisslingen beobachtet wurde. Die Übereinstimmung zwischen den Versuchsorten und Jahren war sehr gut, und signifikante Unterschiede des Larvenbefalls bei verschiedenen Kohlsorten wurden festgestellt. Die Gehalte an den Glucosinolaten Sinigrin und Progoitrin und den Kohlenhydraten Glukose, Fruktose und Saccharose wurden in den äußeren Blättern analysiert. Außerdem wurde der Trockensubstanzgehalt bestimmt und die Bereifung beurteilt. Sinigrin war der einzige Faktor, der in beiden Jahren einen signifikanten Zusammenhang mit Larvenbefall hatte. Sorten mit niedrigem Gehalt hatten den höchsten Besatz. Dieses Resultat deutet darauf hin, daß es aus dem Gesichtspunkt des Pflanzenschutzes Nachteile geben kann, sehr sinigrinarme Sorten zu züchten. Wahrscheinlich ist aber die Angriffsempfindlichkeit von mehreren Faktoren beeinflusst, und die Versuche sollten mit einem größeren Sortenmaterial mit variierender chemischer Zusammensetzung wiederholt werden.



**Rangordnungszusammenhang zwischen dem Sinigringehalt und dem Raupenbefall bei 6 Weißkohlsorten**

**Die Schadstoffbelastung des Getreides der Ernte 1992 in den  
neuen Bundesländern**

- Poster -

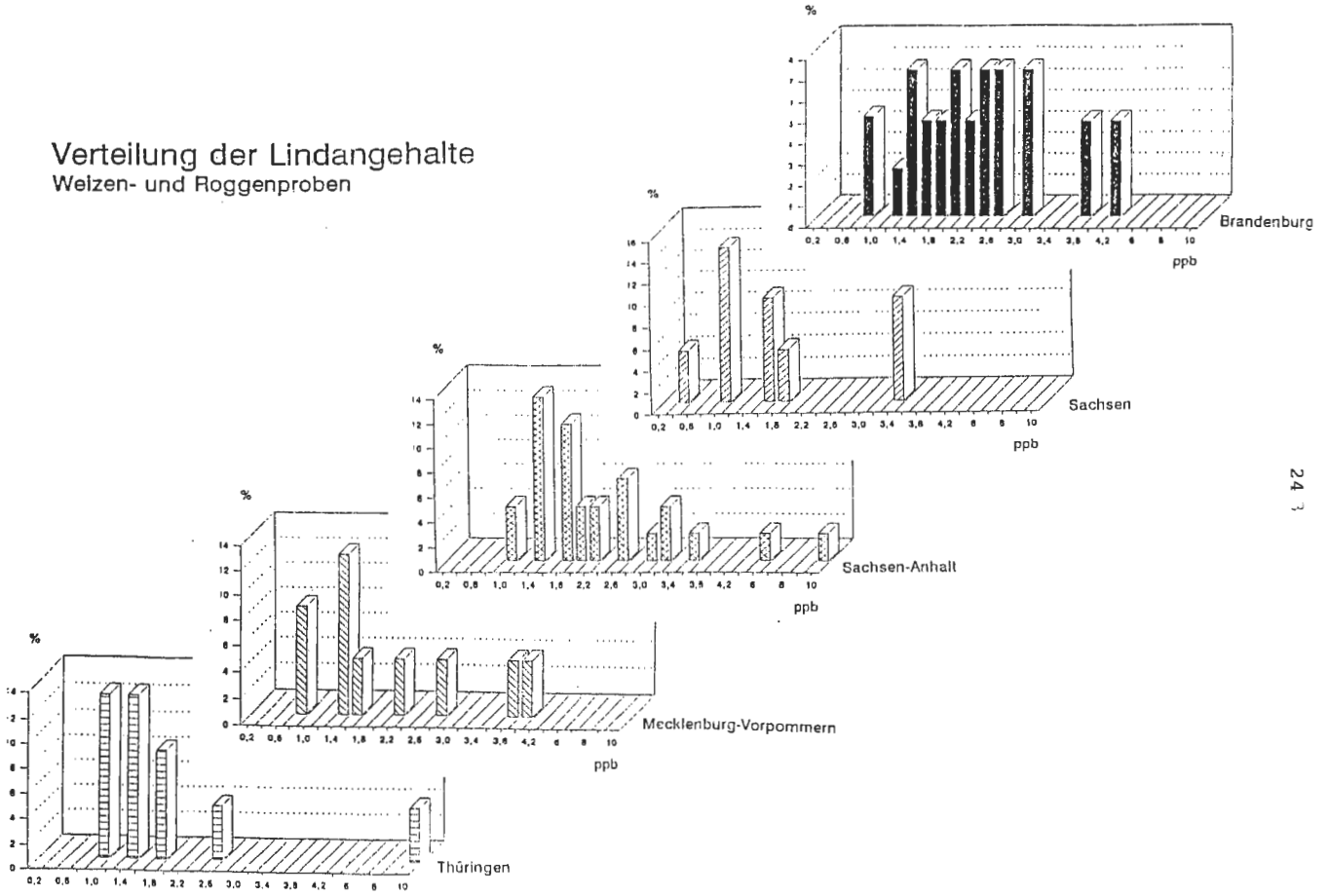
**U. Tietz, G. Koball, E. Mrowietz  
(Institut für Getreideverarbeitung, Arthur-Scheunert-Allee 40/41,  
O-1505 Bergholz-Rehbrücke)**

153 Weizen- und Roggenproben von insgesamt 650 Proben aus der Besonderen Ernteermittlung 1991 wurden bisher auf ihre Schadstoffbelastung untersucht.

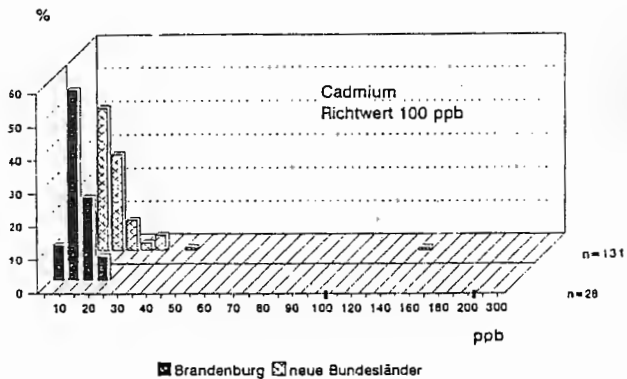
Die Schwermetallgehalte weisen bei Roggen und Weizen ein differenziertes Bild auf. Zwischen den einzelnen Bundesländern sind vor allem Unterschiede im Cadmiumgehalt bei Weizen festzustellen. 23 % der Proben aus Sachsen zeigen Grenzwertüberschreitungen. Vereinzelt treten diese auch in anderen Bundesländern auf. Der durchschnittliche Cadmiumgehalt im Weizen beträgt das Dreifache des Cadmiumgehaltes von Roggen. Die Bleigehalte in Roggen und Weizen überschreiten nur in Einzelfällen den Grenzwert.

Die Rückstände an chlororganischen und phosphororganischen Behandlungsmitteln wurden nach der DFG-Methode S 19 bestimmt. Lindan wird als persistenter Wirkstoff in 45 % der Proben nachgewiesen (Nachweisgrenze 0,5 ppb). Weiterhin werden u.a. DDT, DDE, Dieldrin, Parathion-methyl detektiert. Alle Gehalte liegen unter den Toleranzwerten der Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung.

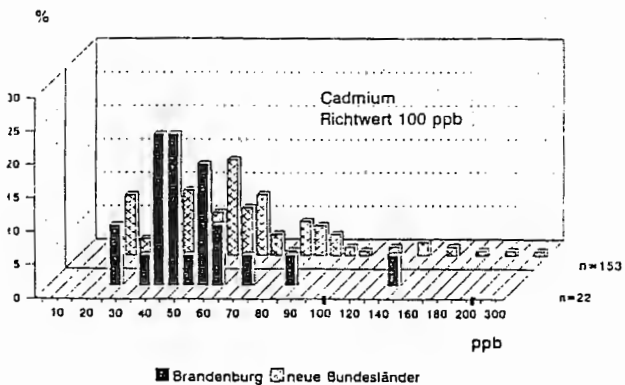
# Verteilung der Lindingehalte Weizen- und Roggenproben



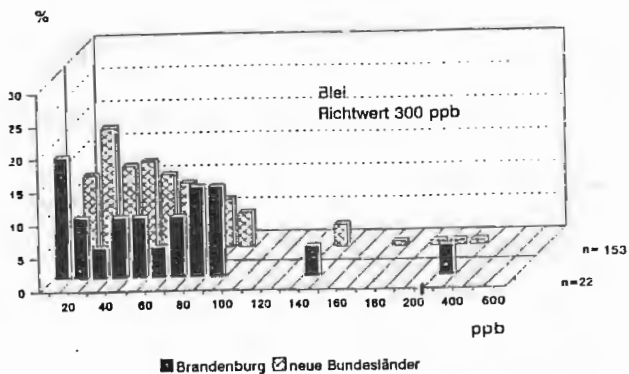
### Schwermetallgehalte Roggen



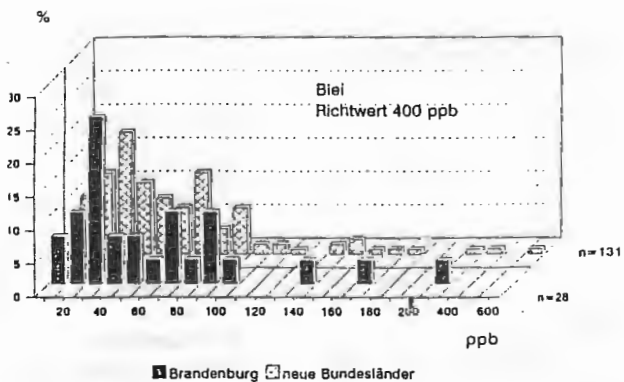
### Schwermetallgehalte Weizen



### Schwermetallgehalte Weizen



### Schwermetallgehalte Roggen



## Einfluß auf die Qualität von Äpfeln

- Poster -

G. Wustmann, W. Wehner  
(Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Gartenbau Dresden-Pillnitz)

### Fruchtentwicklung und Ertragsbildung

#### Kulturmaßnahmen

Sorte, Unterlage  
Kronenaufbau: Lichteinfall, Fruchtastumtrieb  
Baumalter  
Fertilisation: Düngung, Bewässerung  
Wachstumsregulatoren

#### Wachstumsbedingungen

Standort: Bodenverhältnisse  
Klima- und Witterungseinflüsse: Temperatur, Sonneneinstrahlung, Niederschläge

### Fruchtqualität

#### mechanische Eigenschaften

Fruchtgröße u. Dichte  
Festigkeit und Textur  
Schalenbeschaffenheit

#### Inhaltsstoffe

Kohlenhydrate: Zucker, Stärke, Pektine  
Fruchtsäure: vorw. Apfelsäure  
Fruchtaroma: org. Säuren, Alkohole, Ester  
Farbstoffe: Anthocyane, Chlorophyll, Karotine, Vitamine

#### Ernte

Massezuwachs durch Assimilateinlagerung  
Chlorophyllabbau und Ausfärbung

#### Einlagerung

kurze Zwischenlagerung  
schnelle Abkühlung  
rascher Aufbau der CA-Atmosphäre

Erntetermin

Reifevorgänge: Stärkeabbau, Atmungsanstieg, Ethensynthese

**Lagerung:** Bewahrung der Einlagerungsqualität

Temperatur: <3°C

Luftfeuchtigkeit: 90-95 %

CA-Atmosphäre: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, <3 %

**Nachlagerung:**

Aromausprägung

Chlorophyllabbau

Pektinabbau

### CA- und ULO-Lagerung

Enzymaktivitäten werden unterdrückt, Atmungsniveau wird verringert

allgemeine Verlangsamung des Stoffwechsels

Abbau von Fruchtinhaltsstoffen wird reduziert

Äpfel sind fester und saftiger bei höheren Säuregehalten

- aber:
- Aromamangel durch blockierte Reifevorgänge
  - Gefahr von Stoffwechselentgleisungen (physiologische Krankheiten)
  - Geschmacksbeeinträchtigung durch Gärung

### Dynamische Lagerungsführung

Variation der CA-Lageratmosphäre durch zwischenzeitliche Belüftung mit Normalluft bei Beibehaltung der Kühllagertemperatur

Dauer: 2 Wochen Zeitraum: Januar bis März

Erhöhung des O<sub>2</sub>-Partialdrucks und Senkung der CO<sub>2</sub>-Konzentration

- Anstieg der Atmung und Stoffwechselaktivierung
- Freisetzung von angereichertem CO<sub>2</sub> aus den Interzellularen

- Gehalt an leichtflüchtigen Stoffwechselprodukten steigt (Ethen, Ethylacetat)
- verstärkte Freisetzung schwerflüchtiger Verbindungen
- Entlastung des Fruchtgewebes von toxischen Stoffwechselmetaboliten (Bernsteinsäure, Acetaldehyd, Ethanol) als Präkursoren physiologischer Krankheiten
- Verbesserung der Geschmackseigenschaften durch Abbau von Gärungsprodukten und Anregung aromabildender Prozesse

nach Rückführung in CA-Atmosphäre: Stoffwechsel nimmt CA-Niveau an